



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**MODELACIÓN DE CURVAS DE RENDIMIENTO DE LAS TASAS DE
INTERÉS DEL MERCADO FINANCIERO GUATEMALTECO, Y EL ANÁLISIS
ENTRE PLAZOS Y RENDIMIENTOS**

Fernando Alberto Charles Agustín

Asesorado por el Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

Guatemala, octubre de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MODELACIÓN DE CURVAS DE RENDIMIENTO DE LAS TASAS DE
INTERÉS DEL MERCADO FINANCIERO GUATEMALTECO, Y EL ANÁLISIS
ENTRE PLAZOS Y RENDIMIENTOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

FERNANDO ALBERTO CHARLES AGUSTÍN

ASESORADO POR EL ING. HUGO HUMBERTO RIVERA PÉREZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. José Francisco Gómez Rivera
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
EXAMINADORA	Inga. Mayra Saadeth Arreaza Martínez
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

MODELACIÓN DE CURVAS DE RENDIMIENTO DE LAS TASAS DE INTERÉS DEL MERCADO FINANCIERO GUATEMALTECO, Y EL ANÁLISIS ENTRE PLAZOS Y RENDIMIENTOS

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha julio de 2012.



Fernando Alberto Charles Agustín

Guatemala 12 de septiembre de 2012

Ingeniero:

César Ernesto Urquizú Rodas

Director de Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Facultad de ingeniería

Universidad de san Carlos de Guatemala

Su despacho

Ingeniero Urquizú Rodas:

Le deseo éxitos en sus actividades diarias y le comunico que revise y aprobé al estudiante **Fernando Alberto Charles Agustín**, con carné No. **2007-14486** para presentar su trabajo de graduación titulado **"MODELACIÓN DE CURVAS DE RENDIMIENTO DE LAS TASAS DE INTERÉS DEL MERCADO FINANCIERO GUATEMALTECO, Y EL ANÁLISIS ENTRE PLAZOS Y RENDIMIENTOS"**.

Sin otro particular me despido.

Atentamente,

Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

Ingeniero Mecánico Industrial

Colegiado No. 7,161

Hugo Humberto Rivera Pérez
Ingeniero Mecánico Industrial
Colegiado No. 7161



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.REV.EMI.181.012

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **MODELACIÓN DE CURVAS DE RENDIMIENTO DE LAS TASAS DE INTERÉS DEL MERCADO FINANCIERO GUATEMALTECO, Y EL ANÁLISIS ENTRE PLAZOS Y RENDIMIENTOS**, presentado por el estudiante universitario **Fernando Alberto Charles Agustín**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Victor Hugo Garcia Roque
INGENIERO INDUSTRIAL
Colegiado No. 5133
Ing. Víctor Hugo García Roque
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, septiembre de 2012.

/mgp



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **MODELACIÓN DE CURVAS DE RENDIMIENTO DE LAS TASAS DE INTERÉS DEL MERCADO FINANCIERO GUATEMALTECO, Y EL ANÁLISIS ENTRE PLAZOS Y RENDIMIENTOS**, presentado por el estudiante universitario **Fernando Alberto Charles Agustín**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, octubre de 2012.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **MODELACIÓN DE CURVAS DE RENDIMIENTO DE LAS TASAS DE INTERÉS DEL MERCADO FINANCIERO GUATEMALTECO, Y EL ANÁLISIS ENTRE PLAZOS Y RENDIMIENTOS**, presentado por el estudiante universitario: **Fernando Alberto Charles Agustín**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Reinos
Decano



Guatemala, octubre de 2012

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por ser nuestro creador, amparo y fortaleza, cuando más lo necesitamos y por brindarme los medios para alcanzar mis metas.
- Mi padre** Edwing Alberto Charles Bronfield, por su ejemplo de perseverancia y su apoyo en todas las etapas de mi vida.
- Mi madre** Blanca Elizabeth Agustín de Charles, por su amor incondicional, sus consejos y por su motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien.
- Mi hermano** Edwing Daniel Charles Agustín, por su ayuda y comprensión en todo momento.
- Mi hermana** Dariana Elizabeth Charles Agustín, por su apoyo, consejo y cariño.
- Mis abuelos** Paula Wug Echeverría, Rigoberto Agustín Guerra (q.e.p.d.), Rosa Elvira Bronfield Rodríguez, Jorge Alexander Charles, con amor y agradecimiento por sus sabios consejos.
- Mis tíos** Por su valiosa ayuda a lo largo de mi vida.

Mis primos

Por su apoyo incondicional.

Mis amigos

Muchas gracias por su colaboración y apoyo en la elaboración del presente trabajo.

Mi familia en general

Por sus motivaciones. Seres queridos que me han visto crecer y triunfar.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de
San Carlos de
Guatemala**

Especialmente a la Facultad de Ingeniería por ser la fuente que me brindo el conocimiento para fórmeme como profesional.

**Banco de
Guatemala**

Por brindarme la oportunidad de seguir creciendo intelectualmente.

**Miguel Ángel
Castillo Cordón**

Por su valiosa contribución en el desarrollo de este trabajo.

**Todas las
personas**

Por su aporte en este trabajo y conocimientos brindados generosamente.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XI
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1. Sistema financiero guatemalteco.....	2
1.1.1. Historia.....	2
1.1.1.1. Banco de Guatemala	3
1.1.1.2. Sistema empresarial	4
1.1.2. Características.....	4
1.1.3. Sistema financiero	6
1.1.3.1. Mercado primario	7
1.1.3.2. Mercado secundario	8
1.1.3.3. Instituciones.....	10
1.2. Métodos de estimación de rendimientos	11
1.2.1. Metodologías estadísticas	11
1.2.2. Modelos	15
1.2.3. Riesgo país.....	16
1.3. Marco teórico.....	17
1.3.1. Definiciones	17
1.3.1.1. Mercado.....	17
1.3.1.2. Tasa de interés	18
1.3.1.3. Precio limpio	19

1.3.1.4.	Estabilidad	20
1.3.1.5.	Flexibilidad.....	20
1.3.1.6.	Interpretabilidad económica.....	20
1.3.1.7.	Obligación financiera	20
1.3.1.8.	Plazos (fechas de vencimiento)	21
1.3.1.9.	Riesgo de mercado.....	22
1.3.1.10.	Tasa interbancaria (<i>overnight</i>)	24
2.	SITUACIÓN ACTUAL DEL MERCADO FINANCIERO	25
2.1.	Políticas de tasa y plazo	27
2.1.1.	Banco Central.....	29
2.1.2.	Ministerio de Finanzas.....	32
2.2.	Tasa líder de política monetaria	32
2.3.	Mercado financiero	33
2.3.1.	Marco regulatorio.....	34
2.3.2.	Desarrollo	35
2.4.	Mercado secundario	37
2.4.1.	Regulaciones.....	38
2.4.2.	Desarrollo	39
2.5.	Inversionistas.....	41
2.5.1.	Empresas	42
2.5.2.	Personas individuales.....	43
2.6.	Emisores de acciones	44
2.7.	Los agentes de bolsa	44
2.7.1.	Marco regulatorio.....	45
2.7.2.	Ente regulatorio	46
2.7.3.	Bolsa de valores	46
2.8.	Mercado bursátil	47
2.9.	Bonos del Gobierno.....	49

2.10.	Certificados de tesorería (CDP).....	50
2.11.	Instrumentos financieros.....	52
2.11.1.	Instrumentos de gobierno	53
2.11.2.	Instrumentos bancarios	53
3.	PROPUESTA PARA GENERAR MODELOS DE CURVA DE RENDIMIENTO	59
3.1.	Modelos de bancos centrales	59
3.1.1.	Modelo de precios	62
3.1.2.	Modelo de rendimiento	62
3.2.	Modelos no paramétricos	63
3.2.1.	Modelos <i>spline</i>	64
3.2.2.	Alcances del modelo.....	66
3.3.	Modelos paramétricos	66
3.3.1.	Modelos de Nelson & Siegel.....	67
3.3.2.	Modelo de Svensson	70
3.4.	Selección de modelo	72
3.4.1.	Error absoluto medio (MAE)	73
3.4.2.	Raíz del error cuadrático medio (RMSE)	73
3.5.	<i>Spot</i>	74
3.5.1.	Tasa <i>Spot</i>	74
3.5.2.	Descripción matemática de <i>spot</i>	75
3.6.	<i>Forward</i>	76
3.6.1.	Tasa <i>forward</i>	76
3.6.2.	Descripción matemática.....	77
3.7.	<i>Swap</i>	78
3.7.1.	Tasa <i>swap</i>	79
3.7.2.	Descripción matemática.....	80

4.	IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO.....	83
4.1.	Inclusión de nuevas técnicas.....	83
4.1.1.	Simulación dinámica.....	83
4.1.2.	Modelo binomial	85
4.2.	Creación de mercado secundario.....	86
4.2.1.	Recomendaciones sobre la información financiera	88
4.2.2.	Ajustes de la información financiera	90
4.3.	Construcción de instrumentos financieros.....	93
4.3.1.	Líquidos	95
4.3.2.	Confiables.....	95
4.3.3.	Tasa de corto plazo	96
4.3.4.	Tasa de largo plazo	97
4.4.	Tasas <i>swap</i>	97
4.4.1.	Mitigar riesgos	97
4.4.2.	Expectativas	99
4.5.	Factor de descuento.....	99
4.6.	Mercados eficientes.....	101
4.7.	Aplicaciones	102
4.7.1.	Mercado financiero	102
4.7.2.	Mercado empresarial.....	103
4.7.3.	Mercado bancario.....	104
4.7.4.	Mercado público	105

5.	SEGUIMIENTO	107
5.1.	Obtención de datos para la generación de la curva de rendimiento	107
5.2.	Resultados de la curva de rendimiento.....	108
5.2.1.	Análisis de curvas de rendimiento	110
5.2.1.1.	Flexibilidad.....	111
5.2.1.2.	Ajuste	111
5.3.	Estadísticas	112
5.3.1.	Mínimos cuadrados ordinarios.....	113
5.4.	Auditorías	113
5.4.1.	Interna	114
5.4.2.	Externa	115
5.5.	Mejora continua	116
5.5.1.	Programación modelos dinámicos	117
5.5.1.1.	Modelos avanzados.....	118
	CONCLUSIONES	121
	RECOMENDACIONES	125
	BIBLIOGRAFÍA.....	127

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ente regulatorio mercado secundario.....	39
2.	Curva spot Nelson & Siegel con distintos valores en los parámetros	69
3.	Curva spot modelo Svensson con distintos valores en los parámetros	71
4.	Factor de descuento.....	100
5.	Curva de rendimiento Svensson	110

TABLAS

I.	Modelos de estimación de la curva de rendimiento reportados por bancos centrales.....	60
II.	Análisis de curva durante el 2011 en el mes de julio	108
III.	Análisis de curva durante el 2012 en el mes de junio	109

GLOSARIO

Acción financiera	Título negociable emitido por sociedades anónimas y sociedades en comandita por acciones. Desde la perspectiva del emisor, las acciones representan el capital social y pueden considerarse como una alternativa de financiamiento a plazo indefinido de las sociedades mencionadas. Desde el punto de vista del inversionista, representan la propiedad sobre una fracción del patrimonio de la empresa.
Bono	Activo de renta fija pagadero al portador.
Derivados financieros	Producto financiero cuyo valor se basa en el precio de otro activo. El activo del que depende toma el nombre de activo subyacente.
Forward	Instrumento financiero derivado, es un contrato a largo plazo entre dos partes para comprar o vender un activo a precio fijado y en una fecha determinada.
Insesgado	Un estimador centrado que no tiene sesgo, que el valor esperado sea igual al valor observado.
Gravámenes	Carga impuesta sobre una finca o capital monetario.

Spot

Cambio de compra o venta de una moneda respecto a otra. Término aplicado también, para las transacciones al contado de una bolsa de mercancías.

Swap

Contrato, mediante el cual ambas partes acuerdan intercambiar flujos de efectivo sobre un cierto principal a intervalos regulares de tiempo durante un período dado.

RESUMEN

Para el caso de instrumentos de renta fija, la curva de rendimientos representa la relación entre el plazo de vencimiento y la tasa de rendimiento de estos instrumentos.

Usualmente, a más largo plazo, se observa mayor tasa de rendimiento, de manera que la curva es monótona, creciente y cóncava. La relación de tasas de interés versus plazos de vencimiento (*termstructure*), refleja el comportamiento de los mercados de dinero, indicando de manera general la valuación del mercado para instrumentos de renta fija.

En condiciones normales de los mercados, estas curvas son crecientes. Indicando que las tasas se incrementan según aumentan los plazos de vencimiento. Por otra parte, los incrementos en crecimiento son menores según aumentan tales plazos. Dicho de otra forma, la pendiente de la curva es mayor para plazos de vencimientos cortos y decrece para plazos más largos. Sin embargo, puede ser que los bonos de más largo plazo tengan menor rendimiento que los bonos de corto plazo, se puede dar el caso de una curva de rendimiento invertida. Pero usualmente la expectativa del mercado es que tal alza es temporal, de manera que las tasas de largo plazo permanecen cercanas a sus niveles previos.

Una interpretación sobre estas propiedades de la curva se basa en la hipótesis de que el mercado de dinero está segmentado: hay un segmento del mercado enfocado en instrumentos de corto plazo, el cual por sus mismas características tiene preferencias por disponibilidades de liquidez.

Obviamente, este segmento de mercado requiere diferenciales de tasas más altas por comprar instrumentos de vencimiento a plazos mayores. En cambio en los segmentos de mercado de mediano y largo plazo, las preferencias por liquidez no juegan un papel tan importante. En este caso hay que tomar en consideración otros factores, como las expectativas de inflación a mediano y largo plazo.

Para representar la estructura de plazos (*termstructure*) se utilizan las llamadas tasas *spot*, éstas son las de interés básicas definidas por la estructura de plazos (*spot rate curve*). La tasa *spot* es la tasa de interés cobrada durante el período $[0,t]$. Es decir, para un monto M , si el período es un año, al final del período se obtiene, en el caso de un período de dos años, el monto generado será básicamente, las tasas *spot* pueden interpretarse como las tasas de rendimientos de bonos cupones-cero a los plazos determinados. Los factores de descuento generados por dichas tasas se interpretan como el precio de mercado del dinero a los plazos fijados.

La curva de rendimiento recoge mucha información sobre las expectativas de los agentes económicos respecto de la evolución de la economía. Por ejemplo, una curva con pendiente positiva implica que probablemente se esté en un período de bajo crecimiento con una inflación acotada, donde es posible que la Política Monetaria esté siendo expansiva, esto debido a que dicha política actúa sobre la tasa más corta de la curva.

Se evalúan dos metodologías de estimación para la curva de rendimiento en Guatemala (2010-2012), el modelo de Nelson & Siegel (1987) y el modelo de Svensson (1994). Se compara el desempeño de ambos modelos en términos de ajuste, flexibilidad y estabilidad de sus parámetros, y se evalúan funciones objetivo de estimación alternativas.

El modelo de Svensson tiene el mejor ajuste; sin embargo, es más inestable cuando no se dispone de datos suficientes para los diferentes plazos de la curva de rendimiento, en cuyo caso es preferible el uso del modelo de Nelson & Siegel. Se deriva además, la trayectoria de tasas de interés esperadas por el mercado, tasa interbancaria y tasas *swaps*, a partir de la estimación de las tasas *forwards* implícitas en la curva de rendimiento.

OBJETIVOS

General

Generar la modelación de curvas de rendimiento de las tasas de interés del mercado financiero guatemalteco, y el análisis entre plazos y rendimientos

Específicos

1. Obtener una adecuada estructura de plazos de las tasas de interés.
2. Relacionar las expectativas de las tasas de interés de corto plazo y ver cómo afectan los niveles de las tasas de interés de largo plazo.
3. Proveer mejor información acerca de las expectativas de los participantes en el mercado financiero, para el análisis de las principales variables macroeconómicas como de la política monetaria.
4. Asignar los recursos a través de los mercados financieros nacional, para establecer las decisiones de ahorro e inversión de los agentes económicos.
5. Desarrollar un mercado secundario nacional eficiente, para el crecimiento económico del país.

6. Proponer nuevos instrumentos financieros, para el desarrollo de mercados secundarios nacionales.
7. Mejorar la toma de decisiones sobre inversión en mercados financieros, para optimizar los recursos a través del tiempo.

INTRODUCCIÓN

En Guatemala, no existe una herramienta para el estudio de tasas de interés de mercado, siendo ésta una dirección en el estudio de plazos de vencimiento y tasa de rendimiento adecuadas descartando el fenómeno actual donde existe un descalce entre período y tasa, ocasionando posibilidades de arbitraje en el mercado.

El inversionista de hoy debe hacer uso de diferentes herramientas y metodologías, para crear no sólo métodos más eficientes y productivos sino también, para lograr un mayor grado de certidumbre en sus decisiones, y poder optimizar las decisiones financieras más concretamente.

La investigación pretende proponer una metodología de inversión. A través de la aplicación de mínimos cuadrados y expectativas de los agentes en el cálculo de la estructura temporal de los tipos de interés y obtener tasas teóricas, que permitan la toma de decisiones más acertadas a lo hora de invertir.

En el primer capítulo se describen los aspectos generales, definiciones, aspectos históricos y técnicos, visualizando conceptos, tales como la descripción de mercados las clases que existen y su formación en una economía, donde no existe algunos tipos de mercado desarrollados e imposibilita el crecimiento financiero nacional.

El segundo capítulo contiene la descripción del análisis situacional actual de los mercados y su evolución nacional, se define el objetivo de crear una herramienta para el análisis de rendimientos y crear una valuación de un bien escaso a través del tiempo, analizar las condiciones de mercado actuales y cómo se reflejan a largo plazo.

El tercer capítulo concierne a la presentación de aspectos teóricos y prácticos, aplicaciones, objetivos, fines y actividades referentes a la aplicación. Se realiza una descripción y desarrollo de cada modelo financiero existente y utilizado en el mundo para su selección.

En el cuarto capítulo se presentan las recomendaciones, las responsabilidades y limitaciones, comparando los modelos con las condiciones actuales del país para ver ajuste y flexibilidad. Aplicación de la curva sobre instrumentos financieros. Dar un análisis de los resultados y aplicaciones y las ventajas del modelo.

En el capítulo cinco se presenta el análisis basado en los resultados obtenidos a través de la investigación realizada, para poder emitir las conclusiones y recomendaciones respectivas y aplicaciones que tendría la construcción de la curva. También ver mejoras sobre la optimización de recurso escaso.

1. ANTECEDENTES GENERALES

Para presentar los antecedentes generales se describen los aspectos generales, definiciones, aspectos históricos y técnicos, visualizando conceptos tales como: la descripción de mercados las clases que existen y su formación en una economía, donde no existen algunos tipos de mercado desarrollados e imposibilita el crecimiento financiero nacional.

Usualmente, a más largo plazo, se observa mayor tasa de rendimiento, de manera que la curva es monótona, creciente y cóncava. La relación de tasas de interés versus plazos de vencimiento (*termstructure*), refleja el comportamiento de los mercados de dinero, indicando de manera general la valuación del mercado para instrumentos de renta fija.

En condiciones normales de los mercados, estas curvas son crecientes. Indicando que las tasas se incrementan según aumentan los plazos de vencimiento. Por otra parte, los incrementos en crecimiento son menores según aumentan tales plazos. Dicho de otra forma, la pendiente de la curva es mayor para plazos de vencimientos cortos y decrece para plazos más largos. Sin embargo, puede ser que los bonos de más largo plazo tengan menor rendimiento que los bonos de corto plazo, se puede dar el caso de una curva de rendimiento invertida. Pero, usualmente la expectativa del mercado es que tal alza es temporal, de manera que las tasas de largo plazo permanecen cercanas a sus niveles previos.

1.1. Sistema financiero guatemalteco

El sistema financiero de Guatemala equivale al conjunto de instituciones públicas y privadas que participan en el proceso de intermediación financiera.

La función básica es la movilización de recursos financieros de aquellas unidades superavitarias (ahorrantes) a unidades deficitarias o que requieren recursos adicionales (usuarios de crédito), en un ámbito de seguridad razonable cuando se realizan ahorros o créditos, pero también se puede dar el análisis del rendimiento del capital a través de la producción o de servicio.

En toda economía de un país, el sistema financiero es prácticamente la columna vertebral, en ese sentido para el buen funcionamiento y crecimiento de la economía es muy importante el papel que juega el sistema financiero. La eficiencia y competitividad del sistema financiero deben ser objetivos fundamentales de la política monetaria de todo país.

La función principal del sistema financiero en un país es la creación, intercambio, transferencia de activos y pasivos financieros, que producen servicios demandados por la población.

1.1.1. Historia

La economía guatemalteca en la década de los noventa registró un ciclo de altibajos en su crecimiento económico. Por ejemplo, en 1992, 1995, 1998 y 2008 se registraron expansiones de la actividad económica con tasas de crecimiento de aproximadamente 5% en términos reales. No obstante, luego de esas expansiones del ciclo económico, se registraron desaceleraciones.

Son comunes los factores que incidieron durante el período, tanto en los procesos de auge como en los de desaceleración. Entre los principales factores que influenciaron el auge económico están: el incremento de la demanda interna, principalmente por el crecimiento del consumo privado, y el incremento en la actividad comercial, vía mayores exportaciones.

Por su parte, entre los factores que determinaron los procesos de desaceleración están los siguientes: la disminución en el dinamismo de las exportaciones, la sobreoferta de productos primarios en el mercado internacional, desventaja en los términos de intercambio derivado de bajas en los precios internacionales de los productos exportables, el nivel de las tasas activas del sistema bancario, que influyeron directamente en una reducción de la inversión caída en la demanda de productos guatemaltecos por parte del resto de los países centroamericanos, que al igual que Guatemala, registraron tasas de crecimiento económico desfavorables y factores de carácter político, que incrementaron la incertidumbre de los agentes económicos.

1.1.1.1. Banco de Guatemala

Es el Banco Central de la República de Guatemala y está constituido como una entidad descentralizada, autónoma, con personalidad jurídica, patrimonio propio, con plena capacidad para adquirir derechos y contraer obligaciones, de duración indefinida que se regirá por su Ley Orgánica y la Ley Monetaria, y actúa bajo la Dirección General de la Junta Monetaria.

El objetivo fundamental del Banco de Guatemala es fortalecer la economía nacional, para lo cual propiciará las condiciones monetarias, cambiarias y crediticias que promuevan la estabilidad en el nivel general de precios.

Dentro de sus funciones están:

- Ser el único emisor de la moneda nacional.
- Procurar que el sistema bancario mantenga un nivel adecuado de liquidez.
- Procurar el buen funcionamiento del sistema de pagos.
- Recibir en depósito los encajes bancarios y los depósitos legales.
- Administrar las reservas monetarias internacionales.
- Consejero, en materia de su competencia, y agente financiero del Estado.
- Prestamista de última instancia (otorgar créditos a los bancos del sistema, únicamente para solventar deficiencias temporales de liquidez).

1.1.1.2. Sistema empresarial

Un sistema empresarial está formado por muchos grupos. Cada tarea asignada a un grupo representará un elemento dinámico del sistema. Para la correcta operación de este sistema deben establecerse métodos de realimentación para informar de los logros de cada grupo. El acoplamiento cruzado entre los grupos funcionales debe reducirse a un mínimo para evitar retardos de tiempo que no son deseables en el sistema. Cuanto más pequeño sea dicho acoplamiento, más regular será el flujo de señales y materiales de trabajo.

1.1.2. Características

En la medida en que se cumplan satisfactoriamente los requisitos antes mencionados, mayores serán las posibilidades de asegurar una operación adecuada del sistema financiero, el cual, como mínimo, debe reunir tres características:

- Crear confianza

El sistema financiero debe ser capaz de crear confianza en los agentes económicos (ahorradores, inversionistas, productores, entre otros.). Esta confianza ha de basarse en:

- La seguridad jurídica: la cual ayuda a reducir el riesgo sistemático del mercado, de toda transacción financiera.
- La seguridad financiera: a fin de reducir el riesgo de quienes participan en las transacciones financieras.
- La información: ya que un flujo adecuado de ésta es otro de los elementos esenciales para crear un clima de confianza en el sistema.

- Promover competencia

Todo sistema financiero depende no sólo de la flexibilidad y libertad de que disponen los entes financieros, sino en forma fundamental, del grado de competencia que exista efectivamente entre ellos; solo así, los intermediarios financieros se preocuparán por mejorar los servicios y aumentar la productividad, reduciéndose los costos de las operaciones financieras.

- Propiciar la congruencia

Los intereses legítimos de las diversas entidades del sistema financiero con frecuencia son diferentes. Ello podría ocasionar pautas de conductas que impidan o aún socaven las políticas económicas emanadas de los entes rectores del sistema financiero.

1.1.3. Sistema financiero

En un sentido general, el sistema financiero (sistema de finanzas), de un país está formado por el conjunto de instituciones, medios y mercados, cuyo fin primordial es canalizar el ahorro que generan los prestamistas o unidades de gasto con superávit, hacia los prestatarios o unidades de gasto con déficit. Esta labor de intermediación es llevada a cabo por las instituciones que componen el sistema financiero, y se considera básica para realizar la transformación de los activos financieros, denominados primarios, emitidos por las unidades inversoras (con el fin de obtener fondos para aumentar sus activos reales), en activos financieros indirectos, más acordes con las preferencias de los ahorradores.

El sistema financiero comprende, tanto los instrumentos o activos financieros, como las instituciones o intermediarios y los mercados financieros: los intermediarios compran y venden los activos en los mercados financieros.

El sistema financiero desempeña un papel central en el funcionamiento y desarrollo de la economía. Está integrado, principalmente, por diferentes intermediarios y mercados financieros, a través de los cuales una variedad de instrumentos movilizan el ahorro hacia sus usos más productivos.

Los bancos son quizá los intermediarios financieros más conocidos, puesto que ofrecen directamente sus servicios al público y forman parte medular del sistema de pagos. Sin embargo, en el sistema financiero participan muchos otros intermediarios y organizaciones que ofrecen servicios de gran utilidad para la sociedad.

Un sistema financiero estable, eficiente, competitivo e innovador contribuye a elevar el crecimiento económico sostenido y el bienestar de la población. Para lograr dichos objetivos es indispensable contar con un marco institucional sólido y una regulación y supervisión financieras que salvaguarden la integridad del mismo sistema y protejan los intereses del público. Por lo anterior, el Banco de Guatemala tiene entre sus finalidades: promover el sano desarrollo del sistema financiero.

1.1.3.1. Mercado primario

El mercado primario o mercado de emisión es aquel mercado financiero en el que se emiten valores negociables y en el que, por tanto se transmiten los títulos por primera vez. Los mercados de valores se dividen en primarios y secundarios, separando la fase de emisión de valores y la de su negociación posterior. Los mercados primarios son aquellos en los que los activos financieros intercambiados son de nueva creación, los oferentes de títulos en el mercado son las entidades necesitadas de recursos financieros y que acuden a este mercado a emitir sus títulos, por el lado de los demandantes se encuentran los inversores, que con excedentes de recursos financieros acuden a estos mercados a adquirir títulos.

Los títulos son emitidos en el mercado primario, que sirve para la captación de ahorro y que supone por tanto la captación de nueva financiación y posteriormente, los valores ya adquiridos se negocian en el mercado secundario que vendría a ser un mercado de segunda mano o de reventa.

La puesta de acciones en el mercado primario supone siempre una ampliación del capital social de una empresa. Por el contrario, las acciones del mercado secundario son títulos valores ya existentes en la sociedad que no suponen un aumento del capital social.

1.1.3.2. Mercado secundario

Éste confiere mayor liquidez a los inversionistas, y es la base para que el mercado primario resulte atractivo finalmente. Un detalle interesante es saber que el mercado secundario tiene efectos sobre el primario, relación que no resulta tan evidente. Dependiendo de los fenómenos que suceden en el mercado secundario se determinan bases y condiciones para futuras emisiones. El mercado primario establece el volumen de operaciones, mientras que el mercado secundario refleja la liquidez. Es así como el mercado primario y el mercado secundario son complementarios y coexisten, no son jerárquicos obligatoriamente.

Existen mercados secundarios de valores tanto oficiales como no oficiales. En la primera categoría se encuentran las bolsas reconocidas; mientras que en la segunda categoría se encuentran los mercados paralelos. Debido a las disparidades que pudiera llegar a haber, pasa a ser necesario que exista todo un sistema tanto técnico como jurídico, que pueda garantizar la seguridad económica y jurídica a todos los participantes.

Es así como los mercados tienen reglas y las bolsas pueden emitir acciones en caso de considerarlo necesario. Los mercados paralelos por su parte, son aquellos que surgen de forma no regularizada y en cuyo caso no existe una transparencia asegurada. Los mercados paralelos permiten financiación a empresas que no logran ingresar a las bolsas, tales como las pequeñas y medianas que buscan financiamiento para mediano y largo plazo.

Actualmente no existe un mercado secundario profundo en Guatemala. La mayoría de las inversiones son de corto plazo o se retienen hasta el vencimiento. No existen suficientes emisiones e instrumentos, y ninguna normativa clara para que señale a un ente regulador, tomando en cuenta principios de OICV-IOSCO: el establecimiento de sistemas de negociación, incluyendo las bolsas de valores, estará sujeto a autorización y supervisión reguladora.

La falta de desarrollo del mercado secundario dificulta la determinación de precios de mercado, para valoración de las inversiones en el mercado regional e internacional, y también afecta no sólo la liquidez de los títulos, sino el proceso de valoración de cartera de los fondos de inversión, adicionalmente, estanca el desarrollo de una curva de rendimientos a largo plazo, que permita a los inversionistas y a las empresas el realizar algún tipo de proyección de financiamiento, para así poder implementar y desarrollar mecanismos de colocación y de captación más eficientes o variados.

1.1.3.3. Instituciones

Para el adecuado funcionamiento del sistema financiero se requiere un detallado sistema de regulación e instituciones (supervisión). Esto implica un complejo conjunto de leyes y reglamentos, de normas y disposiciones, a fin de asegurar que el sistema financiero cumpla satisfactoriamente sus objetivos, es decir, se debe proteger al público ahorrante, propiciar la competencia y asegurar la congruencia del sistema financiero. La labor de regular, supervisar y, a veces, controlar a las entidades del sistema financiero, no es una característica exclusiva de este sector productivo.

Muchas otras actividades están también sometidas a las regulaciones legales y de otra índole. En general, la regulación y supervisión financiera deben tener como metas:

- Buscar solidez y liquidez de las instituciones financieras.
- Garantizar la adecuada información al público.
- Prevenir y evitar sorpresas desagradables en cuanto a la observancia de las regulaciones vigentes por parte de los entes financieros.

Las nuevas prerrogativas concedidas a los bancos comerciales los ha expuesto a mayores riesgos, por lo que la regulación debe cambiar, tomándose prudentes medidas preventivas, haciéndolas más estrictas y aumentando los estándares en áreas específicas. La confianza del público depende mucho de la regulación y supervisión a las cuales deben estar sometidas las entidades financieras.

1.2. Métodos de estimación de rendimientos

Los métodos de estimación de los modelos de curva de rendimiento son varios y se pueden definir por estadística por condiciones del modelo o por lo que actualmente se hace en Guatemala y en varias partes del mundo, que es la técnica riesgo país, se definirá cada herramienta.

1.2.1. Metodologías estadísticas

En esta metodología se utilizará inferencia estadísticas, lo cual es un conjunto de técnicas que permiten dar un valor aproximado de un parámetro de una población a partir de los datos proporcionados por una muestra. Por ejemplo: una estimación de la media de una determinada característica de una población de tamaño N podría ser la media de esa misma característica, para una muestra de tamaño n .

La estimación se divide en tres grandes bloques, cada uno de los cuales tiene distintos métodos que se usan en función de las características y propósitos del estudio:

- Estimación puntual

Si a partir de las observaciones de una muestra se calcula un sólo valor como estimación de un parámetro de la población desconocido, el procedimiento se denomina estimación puntual. Y para esto existen tres formas de hacerlo

- Método de los momentos

Se trata de un método de obtención de estimadores muy intuitivo. Básicamente, consiste en igualar los momentos poblacionales (que sean función del o los parámetros a estimar), con los momentos muestrales y despejar el parámetro a estimar.

- Método de la máxima verosimilitud

En estadística, la estimación por máxima verosimilitud (conocida también como EMV y, en ocasiones, MLE por sus siglas en inglés), es un método habitual para ajustar un modelo y encontrar sus parámetros. La verosimilitud consiste en otorgar a un estimador/estimación una determinada credibilidad, una mayor apariencia de ser el cierto valor (estimación), o el cierto camino para conseguirlo (estimador). En términos probabilísticos, decirse que la verosimilitud es la probabilidad de que ocurra o se dé una determinada muestra si es cierta la estimación que se ha efectuado o el estimador que se ha planteado. Evidentemente, la máxima verosimilitud, será aquel estimador o estimación que arroja mayor credibilidad

- Método de los mínimos cuadrados

El procedimiento más objetivo, para ajustar una recta a un conjunto de datos presentados en un diagrama de dispersión se conoce como el método de los mínimos cuadrados.

Es una técnica de análisis numérico encuadrada dentro de la optimización matemática, en la que dados un conjunto de pares ordenados: (variable independiente, variable dependiente) y una familia de funciones, se intenta encontrar la función, dentro de dicha familia, que mejor se aproxime a los datos (un mejor ajuste), de acuerdo con el criterio de mínimo error cuadrático.

En su forma más simple, intenta minimizar la suma de cuadrados de las diferencias ordenadas (llamadas residuos) entre los puntos generados por la función y los correspondientes en los datos. Específicamente, se llama mínimos cuadrados promedio (LMS) cuando el número de datos medidos es 1 y se usa el método de descenso por gradiente para minimizar el residuo cuadrado. Se puede demostrar que LMS minimiza el residuo cuadrado esperado, con el mínimo de operaciones (por iteración), pero requiere un gran número de iteraciones para converger.

Desde un punto de vista estadístico, un requisito implícito para que funcione el método de mínimos cuadrados es que los errores de cada medida estén distribuidos de forma aleatoria. El teorema de Gauss-Márkov prueba que los estimadores mínimos cuadráticos carecen de sesgo y que el muestreo de datos no tiene que ajustarse, por ejemplo, a una distribución normal. También es importante que los datos recogidos estén bien escogidos, para que permitan visibilidad en las variables que han de ser resueltas para dar más peso a un dato en particular, (mínimos cuadrados ponderados).

La técnica de mínimos cuadrados se usa, comúnmente en el ajuste de curvas. Otros problemas de optimización pueden expresarse también, en forma de mínimos cuadrados, minimizando la energía o maximizando la entropía.

- Estimación por intervalos

Consiste en la obtención de un intervalo dentro del cual estará el valor del parámetro estimado con una cierta probabilidad.

El intervalo de confianza es una expresión del tipo $[\theta_1, \theta_2]$ ó $\theta_1 \leq \theta \leq \theta_2$, donde θ es el parámetro a estimar. Este intervalo contiene al parámetro estimado con una determinada certeza o nivel de confianza.

Variabilidad del parámetro si no se conoce, puede obtenerse una aproximación en los datos aportados por la literatura científica o en un estudio piloto. También hay métodos para calcular el tamaño de la muestra que prescinde de este aspecto. Habitualmente se usa como medida de esta variabilidad la desviación típica poblacional y se denota σ .

Error de la estimación es una medida de su precisión que se corresponde con la amplitud del intervalo de confianza. Cuanta más precisión se desee en la estimación de un parámetro, más estrecho deberá ser el intervalo de confianza y, por tanto, menor el error, y más sujetos deberán incluirse en la muestra estudiada. Se le llamara a esta precisión E , según la fórmula $E = \theta_2 - \theta_1$.

Nivel de confianza es la probabilidad de que el verdadero valor del parámetro estimado en la población se sitúe en el intervalo de confianza obtenido. El nivel de confianza se denota por $(1-\alpha)$, aunque habitualmente suele expresarse con un porcentaje $((1-\alpha)*100\%)$. Es habitual tomar como nivel de confianza un 95% o un 99%, que se corresponden con valores α de 0,05 y 0,01, respectivamente.

Valor α , también llamado nivel de significancia es la probabilidad (en tanto por uno) de fallar en la estimación, esto es, la diferencia entre la certeza (1) y el nivel de confianza (1- α). Por ejemplo: en una estimación con un nivel de confianza del 95%, el valor α es $(100-95)/100 = 0,05$.

- Estimación bayesiana

En la teoría de la probabilidad el teorema de Bayes es un resultado enunciado por Thomas Bayes en 1763 en donde se da la estimación bayesiana, que expresa la probabilidad condicional de un evento aleatorio A dado B en términos de la distribución de probabilidad condicional del evento B dado A y la distribución de probabilidad marginal de sólo A.

En términos más generales y menos matemáticos, el teorema de Bayes es de enorme relevancia puesto que vincula la probabilidad de A dado B con la probabilidad de B dado A. Es decir, que sabiendo la probabilidad de tener un dolor de cabeza dado que se tiene gripe, se podría saber si se tiene algún dato más, la probabilidad de tener gripe si se tiene un dolor de cabeza, muestra este sencillo ejemplo la alta relevancia del teorema en cuestión para la ciencia en todas sus ramas, puesto que tiene vinculación íntima con la comprensión de la probabilidad de aspectos causales dados los efectos observados.

1.2.2. Modelos

Se puede representar la curva utilizando modelos que existen y analizarlos con los datos del país, o bien crear un modelo que contenga todas las condiciones reales y que devuelva números que se puedan interpretar a las situaciones reales de Guatemala.

Tomando en cuenta que cada modelo creado, tomó diferentes expectativas de lo que se quiere, los modelos más utilizados para la generación de la curva de rendimiento son los paramétricos y los no paramétricos.

Los modelos paramétricos, como su nombre lo indica, se generan los parámetros insesgados para tener un modelo estático con las condiciones actuales en el momento que se corre el modelo.

Los modelos no paramétricos, lo que crean son escenarios de juego donde todo con un nivel de probabilidad puede ser posible ocurriendo con una condición inicial. Creando panoramas a la alza y a la baja en cada movimiento asía un tiempo $t+1$.

1.2.3. Riesgo país

El riesgo país surge de la posibilidad de que cambios políticos o económicos en una nación afecten de forma negativa el valor de las transacciones comerciales o financieras que entidades extranjeras realicen con dicho país; algunos autores se refieren al riesgo país como sinónimo del riesgo soberano; sin embargo, la acepción más común es que el primero incorpora todas las fuentes de incertidumbre que juegan algún rol en las transacciones comerciales y financieras transfronterizas, mientras que el segundo es parte del primero, e implica que un gobierno no puede ser demandado sin su propia autorización y, consecuentemente, los acreedores carecen de medios eficientes para asegurarse que los términos de un contrato puedan ser ejecutados.

A través de este indicador se puede generar una curva de rendimientos no es la mejor técnica, pero cuando no existe un mercado secundario desarrollado es utilizada como un parámetro de cuánto deberían tener los inversionistas su dinero en el país.

1.3. Marco teórico

Dentro de la actividad económica de cualquier país, la participación del sistema financiero representa un papel importante para su crecimiento económico. Por esta razón, resulta conveniente evaluar y cuantificar la evolución y desarrollo de dicho sistema y su contribución al crecimiento económico.

1.3.1. Definiciones

A continuación se desarrollarán cada definición que servirá para la interpretación de este documento.

1.3.1.1. Mercado

En economía, es cualquier conjunto de transacciones o acuerdos de intercambio de bienes o servicios entre individuos o asociaciones de individuos. El mercado no hace referencia directa al lucro o a las empresas, sino simplemente al acuerdo mutuo en el marco de las transacciones. Éstas pueden tener como partícipes a individuos, empresas, cooperativas, ONG, entre otros.

El mercado es, también, el ambiente social (o virtual), que propicia las condiciones para el intercambio.

En otras palabras, debe interpretarse como la institución u organización social a través de la cual los ofertantes (productores y vendedores) y demandantes (consumidores o compradores) de un determinado tipo de bien o de servicio, entran en estrecha relación comercial a fin de realizar abundantes transacciones comerciales. Los primeros mercados de la historia funcionaban mediante el trueque.

Tras la aparición del dinero, se empezaron a desarrollar códigos de comercio que, en última instancia, dieron lugar a las modernas empresas nacionales e internacionales. A medida que la producción aumentaba, las comunicaciones y los intermediarios empezaron a desempeñar un papel más importante en los mercados.

Una definición de mercado, según la mercadotecnia: organizaciones o individuos con necesidades o deseos que tienen capacidad y que tienen la voluntad de comprar bienes y servicios para satisfacer sus necesidades.

1.3.1.2. Tasa de interés

La tasa de interés (o tipo de interés) es el porcentaje al que está invertido un capital en una unidad de tiempo, determinando lo que se refiere como: el precio del dinero en el mercado financiero.

En términos generales, a nivel individual, la tasa de interés (expresada en porcentajes) representa un balance entre el riesgo y la posible ganancia (oportunidad) de la utilización de una suma de dinero en una situación y tiempo determinado. En este sentido, la tasa de interés es el precio del dinero, el cual se debe pagar o cobrar por tomarlo prestado o cederlo en préstamo en una situación determinada.

Por ejemplo, si las tasas de interés fueran las mismas tanto para depósitos en bonos del Estado, cuentas bancarias a largo plazo e inversiones en un nuevo tipo de industria, nadie invertiría en acciones o depositaría en un banco. Por otra parte, el riesgo de la inversión en una empresa determinada es mayor que el riesgo de un banco. Sigue entonces que la tasa de interés será menor para bonos del Estado que para depósitos a largo plazo en un banco privado, la que a su vez será menor que los posibles intereses ganados en una inversión industrial.

Por efecto de la oferta y la demanda, fija para cada clase de activos un tipo de interés que depende de factores tales como:

- Las expectativas existentes sobre la tasa de inflación.
- El riesgo asociado al tipo de activo: los inversores exigen un tipo de interés mayor como contrapartida por asumir mayores riesgos.
- La preferencia por la liquidez: cuanto menos líquido sea el activo, mayor compensación exigirán los inversores. Por este motivo los inversores suelen exigir retribuciones mayores por inversiones a mayor plazo.

1.3.1.3. Precio limpio

Precio que no tiene incluido los intereses acumulados por el bono (desde el día de inicio del cupón hasta la fecha de liquidación de la operación). En bolsa, precio de los títulos valores, una vez descontado el dividendo de las acciones o la cuota de interés de los bonos u obligaciones.

1.3.1.4. Estabilidad

Es una ciencia formal que estudia la recolección, análisis e interpretación de situaciones estables si se mantiene en estado estacionario, es decir, igual en el tiempo y una modificación razonablemente pequeña de las condiciones iniciales no altera significativamente el futuro de la situación. Una estructura de tasas real no tendrá variaciones importantes al eliminar datos y tampoco mayor variabilidad en el largo plazo. Es la situación equilibrada de diversas variables en un plazo apreciable.

1.3.1.5. Flexibilidad

El método debe capturar los movimientos de la curva, principalmente el corto plazo que es más sensible a las expectativas. La flexibilidad es la capacidad de adaptarse rápidamente a las circunstancias, para lograr una mejor convivencia y entendimiento con las condiciones actuales.

1.3.1.6. Interpretabilidad económica

Su objetivo, que se pueda explicar a partir de las teorías existentes y las tasas de interés no tome valores negativos. Que se puedan explicar sin tener que crear hipótesis en el camino. Poder ajustarse a las expectativas de la condiciones iniciales.

1.3.1.7. Obligación financiera

Título de renta fija, generalmente con un tipo de interés fijo y pagadero semestralmente o anualmente, con plazo de amortización superior a tres años.

En general, en términos financieros, se entiende por obligación cualquier deuda que se tenga que cumplir.

Las obligaciones financieras representan el valor de las obligaciones adquiridas por la empresa mediante la obtención de recursos provenientes de establecimientos de crédito o de otras instituciones financieras u otros entes distintos de los anteriores, del país o del exterior

Las obligaciones financieras son aquellas responsabilidades que adquiere la empresa con entidades de crédito financiero como bancos y corporaciones para financiarse en el corto plazo.

Las obligaciones financieras representan el valor de las obligaciones contraídas por la compañía mediante la obtención de recursos provenientes de establecimientos de crédito o de otras instituciones financieras u otros entes distintos de los anteriores, del país o del exterior.

El manejo de este tipo de créditos debe ser manejado con un especial cuidado por los responsables del área financiera de la empresa, ya que en el momento de adquirir obligaciones de largo plazo, se adquiere una gran responsabilidad con un tercero e incumplir con alguno de los términos del contrato del préstamo puede acarrearle a la organización sanciones que la pueden aislar de financiamiento que en un momento determinado puede ser de gran ayuda para la gestión financiera.

1.3.1.8. Plazos (fechas de vencimiento)

Los plazos son el tiempo de valuación de un instrumento financiero el cual se establece por fecha de vencimiento.

La fecha de vencimiento es una inscripción obligatoria en muchos instrumentos financieros tanto para la compra como para la venta.

Este dato indica hasta qué fecha puede ser exigido o usado el instrumento en óptimas condiciones. Una vez superada dicha fecha, el instrumento ya no genera más valor que el de la fecha última.

1.3.1.9. Riesgo de mercado

El riesgo de mercado, también conocido como riesgo sistemático, es el riesgo de que el valor de un portafolio (de inversión o comercial) disminuya debido a cambios en valor de los factores de riesgo del mercado, los cuáles determinan su precio o valor final.

Los factores estándares de riesgo de mercado son:

- Precios de valores y títulos
- Tipos de interés (riesgo de tipo de interés)
- Tipo de cambio entre divisas extranjeras (riesgo cambiario)
- Precios de materias primas

Como cualquier otra forma de riesgo, la cantidad de pérdida potencial debido al riesgo de mercado puede ser medida mediante varios métodos o convenciones.

Tradicionalmente, la forma más usada para medir el riesgo de mercado es el uso de valor en riesgo (*Value at Risk* o *VaR*), una práctica muy aceptada y extendida en la gestión de riesgo a corto plazo. El *VaR* se define como la pérdida máxima esperada en un determinado período de tiempo.

El método de valor en riesgo para medir el riesgo de mercado contiene varias limitaciones que hacen que pierda exactitud. Estas limitaciones se deben a que este método asume que la composición del portafolio no cambia a lo largo del tiempo de medida. Esta limitación es a menudo aceptable en medidas de riesgo de mercado a corto plazo. A medida que se amplía el período de tiempo que se tiene en cuenta, la variación del portafolio va aumentando pues es mucho más probable que, a mayor período de tiempo, mayores cambios se produzcan en las posiciones del portafolio, siendo cada vez menos relevante la medida del valor en riesgo.

Otros métodos de medida de riesgo de mercado es la simulación histórica y la varianza-covarianza (mide la variabilidad histórica del rendimiento de activos financieros), ambos asumen una correlación entre eventos pasados y futuros, lo cual deja de ser efectivo en momentos de estrés en el mercado, situaciones en las que el nerviosismo de los inversores y situaciones más o menos extremas pueden derivar en un comportamiento totalmente nuevo o inesperado.

La gestión del riesgo de mercado se realiza mediante planes de procedimiento ante determinados comportamientos de los factores de riesgo que afecten al valor de un portafolio en contrato.

La gestión del riesgo de mercado implica una serie de pasos secuenciales. El primero es la identificación de los factores de riesgo que afectan al portafolio. Una vez identificados los factores de riesgo de mercado, se procede a la cuantificación del riesgo de mercado y se realizan test de sensibilidad a las variaciones de los factores de riesgo aplicando colecciones de valores de riesgo de mercado históricas conocidas.

De esta forma se puede establecer un plan ante posibles escenarios debidos a los cambios en el valor de los factores de riesgo.

1.3.1.10. Tasa interbancaria (*overnight*)

La tasa interbancaria es la que utilizan los bancos para prestarse entre sí. Cuando la tasa es muy alta, quiere decir que hay bancos que tienen problemas de liquidez o sea no tienen suficiente dinero. Esto ocurre cuando los bancos se pagan entre sí los cheques o en otras palabras, cuando el banco A quiere cobrar los cheques que recibió del banco B, pero el banco B, no tiene dinero en ese momento.

2. SITUACIÓN ACTUAL DEL MERCADO FINANCIERO

Se describe la situación actual de los mercados y su evolución nacional, se define el objetivo de crear una herramienta para el análisis de rendimientos y crear una valuación de un bien escaso a través del tiempo, analizar las condiciones de mercado actuales y cómo se reflejan a largo plazo.

El inversionista de hoy debe hacer uso de diferentes herramientas y metodologías para crear no sólo métodos más eficientes y productivos, sino también, para lograr un mayor grado de certidumbre en sus decisiones; más concretamente con todo lo relacionado a las decisiones financieras. Se puede afirmar entonces, que cada día las decisiones financieras de inversión y financiación toman mayor importancia para los inversionistas y las empresas públicas y privadas; cada uno de estos agentes del mercado se enfrentan diariamente a varios dilemas: ¿en qué invertir?, ¿cuánto invertir?, ¿cuál será el riesgo al que está expuesta la inversión? y ¿cuál será la rentabilidad obtenida?

La investigación pretende proponer una metodología de inversión que resuelva las preguntas enunciadas en el párrafo anterior. A través de la aplicación de mínimos cuadrados y expectativas de los agentes en el cálculo de la estructura temporal de los tipos de interés y obtener tasas teóricas (*spot* y *forward*), que permitan la toma de decisiones más acertadas a lo hora de invertir.

Para el caso de Guatemala no hay evidencia alguna de un estudio publicado de esta índole, siendo éste beneficioso en el estudio de plazos de vencimiento y tasa de rendimiento adecuadas descartando el fenómeno actual donde existe un descalce entre período y tasa, ocasionando posibilidades de arbitraje en el mercado.

La estimación de la curva de rendimientos es de suma importancia para la optimización financiera, ya que permiten valorizar portafolios de renta fija y aplicar modelos internos de valoración de riesgos.

En la actualidad, la curva de rendimientos se ha convertido en una herramienta tradicional de análisis en los mercados de deuda en países desarrollados. Este trabajo pretende demostrar que una adecuada estimación de la curva de rendimientos será de suma utilidad en un mercado como el de Guatemala, especialmente cuando se busca mayor eficiencia en las decisiones de inversión y menores riesgos de manipulación de precios y uso de la información.

Los principales beneficios que traerá este trabajo se pueden resumir en cuatro objetivos:

- Obtener una adecuada estructura de plazos de las tasas de interés.
- Entender de qué forma los cambios en las tasas de interés de corto plazo afectan los niveles de las tasas de interés de largo plazo; esto es especialmente importante si se toma en cuenta el efecto que tiene la política monetaria sobre las primeras.

- Proveer mejor información acerca de las expectativas de los participantes en el mercado financiero, aspecto muy valioso para los encargados tanto de los pronósticos de las principales variables macroeconómicas, como de la política monetaria.
- Asignar los recursos escasos a través de los mercados financieros, influenciando las decisiones de ahorro e inversión de los agentes económicos.

2.1. Políticas de tasa y plazo

En economía, como la de Guatemala, pues aparecen el Gobierno, el sistema financiero y el sector externo.

Las familias ofrecen mano de obra a las empresas y éstas a su vez ofrecen bienes y servicios para su consumo, por su parte, el gobierno por medio de políticas controla la economía influyendo en el nivel general de gastos de consumo, de los gastos de inversión y de los gastos de gobierno, con los impuestos contribuye a que las familias tengan menos dinero para invertir, ya sea en proyectos o en artículos de consumo y que las empresas de esta forma se vean afectadas al ver que parte de su producción no está rotando debido al poco poder adquisitivo que poseen las familias y de esta forma se verían en la obligación de reducir su planta de empleados produciendo así desempleo, al presentarse este fenómeno no habría necesidad ni modo de seguir produciendo la misma cantidad de artículos, a su vez el Gobierno puede también subir las tasas de interés lo que haría que la inversión disminuya.

Las personas preferirían poner a rentar su dinero en el sector financiero y éste a su vez se vería afectado, pues las empresas solicitarían menos préstamos porque les saldría mucho más caro, así las cosas, impediría el crecimiento de la empresa y si esto sucede puede llegar a desaparecer, creando así más desempleo.

Por su parte, el sector financiero sirve como intermediario entre familias y empresas pues del dinero que reciben las familias por la mano de obra prestada a las empresas, una parte va destinada al ahorro que llevarían a este intermediario a cambio de una tasa de interés que a su vez, el sector financiero pondría en el mercado para que las empresas lo tomaran en forma de crédito para su crecimiento y expansión, pero a una tasa de interés un poco más alta, a esta diferencia entre el precio de captación y el precio de colocación sería lo que se denomina margen de intermediación.

Paralelamente a esto, el sector externo entra a desenvolverse en la economía por medio de las importaciones y las exportaciones, ya que por medio de ellas contribuye al crecimiento o al deterioro de la economía, puesto que cuando las importaciones son mayores que las exportaciones producen un déficit en la balanza de pagos, y cuando las exportaciones son mayores que las importaciones producirían por el contrario un superávit, viéndose en ambos casos reflejada la influencia en el nivel de desempleo y de inflación. Como se ve, del comportamiento de las tasas de interés dependen el ahorro y la inversión y en esencia es en estos dos que se fundamenta el desarrollo del sistema económico en general.

Ahora bien, para poder hablar del tema principal hay que saber con mayor claridad qué son las tasas de interés: La tasa de interés es el precio del dinero en el mercado financiero.

Al igual que el precio de cualquier producto, cuando hay más dinero la tasa baja y cuando hay escasez sube. Como se explicó anteriormente, cuando la tasa de interés sube, los demandantes desean comprar menos, es decir, solicitan menos recursos en préstamo a los bancos o intermediarios financieros, mientras que los oferentes buscan colocar más recursos (en cuentas de ahorros, CDP). Lo contrario sucede cuando baja la tasa: los demandantes del mercado financiero solicitan más créditos y los oferentes retiran sus ahorros.

Completando la definición anterior, hay que mencionar que existen dos tipos de tasas de interés:

- La tasa pasiva o de captación: es la que pagan los intermediarios financieros a los oferentes de los recursos por dinero captado.
- La tasa activa o de colocación: es la que reciben los intermediarios financieros de los demandantes por los préstamos otorgados.

El término estructura de los plazos de la tasa de interés describe la relación que existe entre las tasas de interés y el vencimiento de los préstamos.

2.1.1. Banco Central

El Banco Central tomó la estructura básica de la legislación financiera guatemalteca emitida en 1945 y 1946, esto permitió el ordenado funcionamiento del sistema en sus primeros cuarenta años de vigencia, unas veces a pesar y otras en virtud de los cambios legislativos que se les introdujeron en diversas ocasiones.

Sin embargo, al concluir la década de los años ochenta resultó evidente que tanto las crisis económicas regionales, como la liberalización de la banca y de los mercados financieros internacionales, los avances en materia electrónica, de computación y de las telecomunicaciones afectaron la organización del Banco Central.

La internacionalización de los mercados de valores y de capitales, así como la mayor interdependencia en el mercado internacional, rebasaron la concepción que estos mercados tuvieron los legisladores de los años cuarenta.

Como reacción a ese proceso de obsolescencia de la legislación financiera, en 1993 la Junta Monetaria aprobó el Programa de Modernización del Sistema Financiero Nacional. Mediante dicho programa se propuso actualizar el marco regulatorio vigente, buscando reformas que favorecieran la estabilidad macroeconómica y que propiciaran una mayor apertura del mercado financiero, así como un mayor papel de las señales del mercado como asignadoras de los flujos financieros; todo ello mediante el impulso de modificaciones reglamentarias y legales, las cuales no pretendían la derogación completa de las leyes vigentes sino, más bien, su adecuación a los nuevos tiempos.

Del proceso de reflexión y análisis generado en torno a la implementación del Programa de Modernización, a lo largo de la década de los noventa resultó evidente que, para consolidar los logros obtenidos y profundizar la modernización completa del marco regulatorio del sistema financiero nacional, era necesaria una reforma aún más profunda de la legislación vigente, la cual debería tener un carácter integral. Lo anterior implicaba reformar todo el conjunto de normas y leyes que regían al sistema de banca central y a la intermediación financiera.

El proceso de reforma integral no se limitaría a una reforma puntual de algunos artículos de las leyes existentes. Por el contrario, comprendería la sustitución completa de las leyes del Banco Central, monetaria, de bancos y otras.

Al contrario del Programa de Modernización de la década de los noventa, el cual pretendía una modernización o actualización parcial de la normativa vigente para hacerla compatible con la evolución de los mercados financieros, el nuevo proceso de reforma integral habría de implicar un cambio en la concepción del papel de la banca central y en la orientación de la regulación financiera.

Los lineamientos de la reforma integral se formalizaron el 1 de junio de 2000, cuando la Junta Monetaria, en Resolución JM-235-2000 emitió la Matriz del Programa de Fortalecimiento del Sistema Financiero Nacional, la cual contenía una serie de medidas clasificadas en tres grandes áreas de acción:

- Bases para la reforma integral (programa de corto plazo). En este componente se consideró la elaboración de un diagnóstico de la situación del sector financiero que permitiera preparar las bases para las reformas legales estructurales.
- Reforma integral a las leyes financieras.
- Modificaciones reglamentarias que comprendieran la normativa que desarrollaría el contenido de la reforma integral de las leyes financieras.

La primera de esas áreas de acción fue crucial para orientar apropiadamente el diseño de la reforma legal. Para ello se llevó a cabo un diagnóstico profundo de la situación del sistema financiero, en general, y del sistema de banca central, en particular.

Éste se formalizó en el marco del Programa de Evaluación del Sistema Financiero (PESF), ejecutado conjuntamente por el Banco Mundial y el Fondo Monetario Internacional en la segunda mitad del 2000. Uno de los principales resultados del PESF fue un análisis de las debilidades y fortalezas de la legislación financiera y la identificación de los principales aspectos de las mismas que podían ser objeto de reforma.

El Banco de Guatemala controla las tasas de corto plazo con la emisión de Certificados de Tesorería (CDP), los cuales emiten a vencimiento menores a un año.

2.1.2. Ministerio de Finanzas

El Ministerio de Finanzas (MinFin) tiene instrumentos de renta fija analizada a mediano y largo plazo, son una principal emisión para reducción de deuda del gobierno para financiarse lo más barato posible y el desarrollo de inversiones a plazos.

2.2. Tasa líder de política monetaria

Tasa de interés definida por la Junta Monetaria por ser ésta la que más influencia ejerce sobre el comportamiento de la inflación. Corresponde a la tasa de interés de colocación de depósitos a plazo aplicada por el Banco de Guatemala en sus operaciones de estabilización monetaria a 7 días.

La tasa de interés líder de la política monetaria se convierte en un mecanismo de señalización de la misma, para influir, por una parte, sobre la tasa de interés de largo plazo, que a su vez influye sobre la demanda agregada, afectando de esta forma los niveles de inflación y por otra parte influir sobre las expectativas de inflación de los agentes económicos.

2.3. Mercado financiero

En 1989, la Junta Monetaria dejó en libertad a los bancos del sistema para fijar las tasas de interés. Además, se autorizó la constitución de depósitos interbancarios y se flexibilizó la política cambiaria.

El proceso de liberalización entró en una etapa más formal cuando en septiembre de 1993, la Junta Monetaria aprobó la Matriz del Programa de Modernización Financiera, dentro del cual se incluyó el objetivo de liberalización financiera acompañado de la diversificación de la oferta de productos y servicios bancarios.

Por otro lado, también se puso énfasis en el fortalecimiento de la supervisión financiera. Con esto se pretendía elevar la competitividad y eficiencia funcional del sistema financiero y mejorar la asignación de recursos, aumentar las corrientes de ahorro interno y externo y reducir los costos y márgenes de intermediación financiera.

Otro elemento importante fue la aprobación del reglamento sobre divulgación de información acerca de las operaciones de las instituciones financieras, considerando que los agentes económicos y el público en general, deben contar con datos para orientar sus decisiones de ahorro e inversión.

También se aprobó el Plan General de Reorganización de la Superintendencia de Bancos, con el propósito de asegurar su independencia para el cumplimiento de sus funciones de vigilancia e inspección.

Los mercados financieros son aquéllos en los que se intercambian activos con el propósito principal de movilizar dinero a través del tiempo. Están integrados fundamentalmente, por los mercados de deuda, los mercados de acciones y el mercado cambiario.

2.3.1. Marco regulatorio

Conforme al artículo 5 (Régimen Legal) de la Ley de Bancos y Grupos Financieros, Decreto Número 19-2002 del Congreso de la República de Guatemala, los bancos, las sociedades financieras, los bancos de ahorro y préstamo para la vivienda familiar, los grupos financieros, y las empresas que conforman a estos últimos, y las oficinas de representación de bancos extranjeros se registrarán, en su orden, por sus leyes específicas, por esta ley, por las disposiciones emitidas por la Junta Monetaria y, en lo que le fuere aplicable, por la Ley Orgánica del Banco de Guatemala, la Ley Monetaria y la Ley de Supervisión Financiera, y demás legislación guatemalteca.

De acuerdo a la nueva legislación, los grupos financieros que se conforman por medio de empresa controladora, estarán integrados por ésta y por dos o más de las empresas siguientes: bancos, sociedades financieras, casas de cambio, almacenes generales de depósito, compañías aseguradoras, compañías afianzadoras, empresas especializadas en emisión y/o administración de tarjetas de crédito, empresas de arrendamiento financiero, empresas de factoraje, casas de bolsa, entidades fuera de plaza o entidades *offshore* y otras que califique la Junta Monetaria.

Cuando el control común lo tenga la empresa responsable, los grupos financieros estarán integrados por ésta y por una o más de las empresas mencionadas anteriormente. Corresponde a la Junta Monetaria autorizar la conformación de grupos financieros, previo dictamen de la Superintendencia de Bancos. Todas y cada una de las empresas integrantes de los grupos financieros estarán sujetas a supervisión consolidada por parte de la Superintendencia de Bancos.

2.3.2. Desarrollo

De conformidad con el artículo 86 del Código de Comercio, la sociedad anónima es la que tiene el capital dividido y representado por acciones. La responsabilidad de cada accionista está limitada al pago de las acciones que hubiere suscrito. Los bancos autorizados conforme a la Ley de Bancos y Grupos Financieros podrán efectuar las operaciones en moneda nacional o extranjera y prestar los servicios siguientes:

- Operaciones pasivas
 - Recibir depósitos monetarios.
 - Recibir depósitos a plazo.
 - Recibir depósitos de ahorro.
 - Crear y negociar bonos y/o pagarés, previa autorización de la Junta Monetaria.
 - Obtener financiamiento del Banco de Guatemala, conforme la ley orgánica de éste.
 - Obtener créditos de bancos nacionales y extranjeros
 - Crear y negociar obligaciones convertibles.

- Crear y negociar obligaciones subordinadas.
- Realizar operaciones de reporto como reportado.

- Operaciones activas
 - Otorgar crédito.
 - Realizar descuento de documentos.
 - Otorgar financiamientos en operaciones de cartas de crédito.
 - Conceder anticipos para exportación.
 - Emitir y operar tarjeta de crédito.
 - Realizar arrendamiento financiero.
 - Realizar factoraje.
 - Invertir en títulos valores emitidos y/o garantizados por el Estado, por los bancos autorizados de conformidad con la Ley de Bancos y Grupos Financieros o por entidades privadas. En el caso de la inversión en títulos valores emitidos por entidades privadas, se requerirá aprobación previa de la Junta Monetaria.
 - Adquirir y conservar la propiedad de bienes inmuebles o muebles, siempre que sean para su uso.
 - Constituir depósitos en otros bancos del país y en bancos extranjeros.
 - Realizar operaciones de reporto como reportador.

- Operaciones de confianza
 - Cobrar y pagar por cuenta ajena.
 - Recibir depósitos con opción de inversiones financieras.

- Comprar y vender títulos valores por cuenta ajena.
- Servir de agente financiero, encargándose del servicio de la deuda, pago de intereses, comisiones y amortizaciones.

- Pasivos contingentes
 - Otorgar garantías
 - Prestar avales
 - Otorgar fianzas
 - Emitir o confirmar cartas de crédito

- Servicios
 - Actuar como fiduciario.
 - Comprar y vender moneda extranjera tanto en efectivo como en documentos.
 - Apertura de cartas de crédito.
 - Efectuar operaciones de cobranza.
 - Realizar transferencia de fondos.
 - Arrendar cajillas de seguridad.

2.4. Mercado secundario

Actualmente, no existe un mercado secundario profundo. La mayoría de las inversiones son de corto plazo o se retienen hasta el vencimiento. No existen suficientes emisiones e instrumentos, no existe una normativa clara para que señale a un ente regulador, tomando en cuenta principios de OICV-IOSCO.

El establecimiento de sistemas de negociación, incluyendo las bolsas de valores, estará sujeto a autorización y supervisión reguladora.

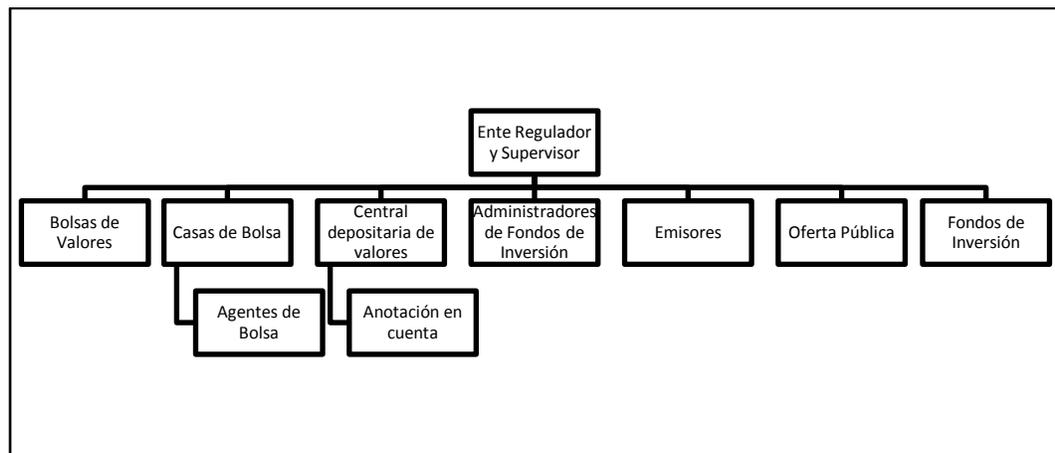
La falta de desarrollo del mercado secundario dificulta la determinación de precios de mercado, para valoración de las inversiones en el mercado regional e internacional, y también afecta no sólo la liquidez de los títulos, sino el proceso de valoración de cartera de los fondos de inversión, adicionalmente, estanca el desarrollo de una curva de rendimientos a largo plazo, que permita a los inversionistas y a las empresas el realizar algún tipo de proyección de financiamiento, para así poder implementar y desarrollar mecanismos de colocación y de captación más eficientes o variados.

2.4.1. Regulaciones

Actualmente, la Ley de Mercado de Valores y Mercancías tipificadas en el Decreto 34-96 del Congreso de la República, no establece como tal un ente regulador, derivado de esto, los inversionistas carecen de certeza al momento de realizar algún tipo de inversión en un mercado transparente y regulado, siempre tomando en cuenta la no sobre regulación. Derivado de ello se podría implementar una reforma de la ley, a efecto que esta modificación responda a los principios que obedecen al OICV-IOSCO, adicionalmente que el mercado se ajuste a las mejores prácticas internacionales en materia de mercado de valores y estas en el orden de las mejores prácticas. El ente regulador tendrá que tener a su cargo la fiscalización, el otorgar el funcionamiento de las empresas, más no tener el control de su creación. Podría tomarse en cuenta la adición a alguna entidad descentralizada que posea credibilidad o la creación de un ente regulador con las mismas características.

En la figura 1 se realiza un esquema sugerido para la creación del ente y las dependencias que debería de fiscalizar, no obstante, se tiene que tomar en cuenta aspectos legales del país para su implementación.

Figura 1. **Ente regulador mercado secundario**



Fuente: elaboración propia.

2.4.2. **Desarrollo**

Esta idea no es nada nueva, ya que desde hace algunos años en la política cambiaria, monetaria y crediticia, la Junta Monetaria establece que el Banco Central, en el ámbito de su competencia, adopte acciones encaminadas a la modernización, desarrollo y profundización del mercado secundario de valores.

Por otro lado, en reunión conjunta del Consejo Monetario Centroamericano y el Consejo de Ministros de Hacienda o Finanzas del istmo centroamericano y de República Dominicana realizada en noviembre de 2003 se resolvió aprobar los estándares para la armonización de los mercados de deuda pública (Resolución CMCA/CMH-RE-02/11/03). Uno de esos estándares se refiere al desarrollo del mercado secundario regional de deuda pública.

El MinFin, a raíz de la nefasta Ley de Actualización Tributaria, ha obstaculizado el desarrollo del mercado al permitir y promover la existencia de diferentes tratamientos fiscales en la negociación de títulos valores. De esta forma se está impidiendo que exista una neutralidad impositiva, colocando en desventaja al que no es banco o financiera.

Los inversionistas no bancarios al comprar títulos en mercado secundario obtienen rendimientos menores e incluso, hasta negativos en comparación con los obtenidos por aquéllos. Todo esto a pesar de que en la resolución CMCA/CMH mencionada se señala la necesidad de: Evaluar los impuestos que se aplican en cada país sobre los rendimientos de la deuda pública.

Por su lado, el Banco de Guatemala y su Junta Monetaria, ya no permiten que personas individuales o jurídicas inviertan en sus CDP's en ventanilla, y cuando lo hacen a través de la Bolsa, sólo lo pueden hacer en múltiplos de Q.100 000, Q.1 000 000 y Q.10 000 000. También han modificado su política, impidiendo ahora que inversionistas diferentes de Bancos o Sociedades Financieras tengan acceso a sus operaciones de estabilización monetaria.

2.5. Inversionistas

Actualmente, casi el 98% de los inversionistas son individuales (personas físicas), la participación de inversionistas institucionales es casi nula. No existen Administración de Fondos de Pensiones (AFP's), privadas; el seguro social con base al decreto 295 del Congreso de la República: Ley orgánica del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, en el artículo 47 deberá coordinar sus inversiones con las políticas monetarias, cambiarias y crediticias del Banco Central de Guatemala para el desarrollo más ordenado de la economía nacional.

Adicionalmente, la segmentación del mercado de los inversionistas está claramente balanceada hacia el sector financiero, es decir, el 80% aproximadamente de los inversionistas pertenecen al sector financiero y el otro 20% a personas individuales (98% de éstas son personas físicas no instituciones). Como parte de aspectos regulatorios el OICV-IOSCO establece un principio básico para la protección a los inversores: el marco regulador estipulará normas que rijan la forma legal y la estructura de las instituciones de inversión colectiva y la segregación y la protección de los activos de los clientes, el cual no existe actualmente y es fundamental para la protección a los inversionistas.

Al no existir un ente regulador como tal, que cumpla con estos principios no se tiene certeza al momento de realizar inversiones, lo que provoca una escasez de demanda en instrumentos que fomenten el mercado secundario de valores.

2.5.1. Empresas

A través del Área de Desarrollo Empresarial se generan oportunidades económicas para pequeños y medianos empresarios apoyando al incremento del potencial de sus actividades productivas, para mejorar su crecimiento económico y así mejorar su seguridad alimentaria y condiciones generales de vida.

Las empresas crean asesorías y controles de calidad en la producción, son parte indispensable para la obtención de mejores condiciones que permitan mejorar la alimentación, el comercio y la obtención de ingresos adicionales.

Algunas condiciones para el desarrollo empresarial son:

- **Créditos Individuales:** es una estrategia de intervención directa (operaciones crediticias de primer piso) aplicable a personas individuales. Para esta metodología son sujetos de crédito los empresarios, de micro, pequeña y mediana empresa.
 - Debe tener iniciativa para desarrollar un proyecto productivo rentable, claramente definido y pormenorizado, o contar con fuente financiera fehaciente, que le permita generar flujos de caja suficientes para cancelar el financiamiento que solicita.
 - Que el núcleo familiar desarrolle dos o más actividades productivas, o trabajar en relación de dependencia con estabilidad mínima de un año.

- Grupos solidarios: es una estrategia de intervención directa aplicable a grupos organizados de personas individuales.
 - Deben poseer estructura básica de organización
 - Cada miembro debe demostrar confianza y responsabilidad hacia cada uno de los demás miembros.

Las empresas necesitan invertir capitales y saber qué rendimientos obtener por ellos, este estudio va a proporcionar una mejora a la hora de determinar qué opción es la mejor, si ahorrar o invertir.

2.5.2. Personas individuales

Toda persona tiene en su poder un poco de un bien escaso como: el dinero, tierras o producciones. Cada persona en el mercado es un inversionista que necesita dinero o no, entonces se llega a un acuerdo entre partes para brindar la satisfacción a ambos, por lo que se necesita de una herramienta que analice ese precio de equilibrio de mercado donde se puede analizar a través de la curva de rendimiento que a través del tiempo, dice que el valor del dinero hoy también a personas individuales les interesa los planes de pensión para asegurar su futuro, por lo cual se hacen de herramientas financieras para su análisis.

2.6. Emisores de acciones

Los emisores activos que buscan financiarse mediante una oferta pública en el mercado bursátil de la Bolsa de Valores Nacional (BVN), son en su mayoría empresas privadas, aunque también hay entidades del Estado e instituciones financieras internacionales como el Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE). Todos los emisores deben cumplir con una serie de requisitos legales y financieros para poder listar sus valores. Al 7 de julio de 2012, se reportaban 19 emisores activos inscritos en la BVN.

2.7. Los agentes de bolsa

Un agente de bolsa, casa de bolsa o corredor de bolsa es una persona jurídica o natural, que previo encargo tiene autorización para asesorar o realizar directamente inversiones o transacciones de valores en los mercados financieros.

Es una persona que cuenta con una licencia para comprar y vender inversiones para personas individuales.

A estas personas se les requiere aprobar un examen y registrarse en la Comisión de Valores y Mercados (CVM), *Securities and Exchange Commission*, (SEC) a fin de ejercer su profesión. Se quiere invertir dinero en acciones o bonos, se necesitará de un agente. Hay diferentes tipos de agentes dependiendo de qué nivel de servicios se necesite:

- De servicio completo: ofrecen a los clientes una amplia gama de servicios, incluyendo la investigación sobre oportunidades de inversión, y ayudan a los clientes a desarrollar metas de inversión, así también a comprar y vender acciones para las carteras de sus clientes.
- Por encargo: (*discount brokers*) ejecutan la compra y venta de órdenes por encargo de sus clientes, pero no ofrecen la variedad de servicios que proporcionan los agentes de servicio completo.
- Las compañías de operación de bolsa en Internet (*online brokerage companies*) ofrecen servicios completos y por encargo para inversionistas que prefieren efectuar sus operaciones a través del Internet.
- Los agentes de pago por medio de comisiones, lo que significa que son compensados con un porcentaje del monto que usted les indica invertir.

2.7.1. Marco regulatorio

Con relación al marco regulatorio Guatemala no posee altos estándares regulatorios, actualmente el Decreto 34-96 “Ley de Mercado de Valores y Mercancías” del Congreso de la república de Guatemala, surgió en reacción a crisis por fraudes anteriores en el año 1996, actualmente resulta insuficiente, ya que no está altamente diseñado para que exista un ente regulador.

Se podría trabajar en un proyecto de modificación de ley, con el propósito de actualizar y fortalecer ciertos aspectos regulatorios, operativos, de fiscalización y de protección a los inversionistas.

2.7.2. Ente regulatorio

El registrador de valores no tiene capacidad regulatoria, su objetivo es la inscripción registral de bolsas, de agentes OPV, contratos de fondo, entre otros; no supervisan, no norman, no fiscalizan.

2.7.3. Bolsa de valores

La BVN está legislada mediante el título III: Bolsas de Comercio de la Ley de Mercado de Valores y Mercancías, la cual establece en forma general el marco jurídico para el desarrollo del mercado de valores, de los contratos y sus participantes. La bolsa de valores presenta 3 tipos principales de inversión al público: los valores de deuda, los reportos y las acciones.

Para poder mantener sus operaciones la bolsa ha recurrido a negociar títulos de renta fija dentro en sus plataformas de negociación. Es obligatoria la colocación primaria y negociación secundaria a través de los mecanismos de la bolsa, la Bolsa de Valores Nacional, S.A. es la que actualmente opera en el país, utiliza varias plataformas tecnológicas apropiadas para su funcionamiento y están preparados para un eventual crecimiento de mercado.

Tienen una fuerte autorregulación y son los que hacen la fiscalización del mercado. La BVN tiene un papel muy importante, ya que a través de ellos se realizan las operaciones de política monetaria y cambiaria, además las operaciones de política fiscal para la colocación de los Bonos Soberanos, para cubrir parte del presupuesto de ingresos y egresos del Estado.

No es obligatorio el registro en un único depósito centralizado de valores, adicionalmente el Banco Central de Guatemala no está preparado para ser depositario de títulos desmaterializados. Existe una Central de Valores Nacional (CVN), la cual tiene entre sus funciones principales la de liquidar, administrar y controlar de manera inmediata los valores, su objetivo fundamental es otorgar el servicio de custodia de valores y liquidación de operaciones para el sistema financiero nacional.

2.8. Mercado bursátil

La falta de cultura bursátil se desprende desde los cimientos, es decir desde las instituciones que conforman y fomentan el desarrollo de los mercados financieros, se hace mención a la falta de una dependencia similar a la que fue creada en la República de Panamá: la Unidad de Educación al Inversionista.

Unidad de Educación al Inversionista fue fundada en el 2004, con la misión de orientar, educar y proteger a los inversionistas, a los intermediarios y al público en general sobre la importancia del mercado y los derechos que le asisten.

Proveer información, aumentar la confianza en el mercado, promover el desarrollo del mercado, incentivar la inversión en el mercado de valores, identificar las necesidades, problemas y riesgos de los inversionistas, orientar al potencial inversionista sobre los aspectos que debe considerar y analizar antes de tomar una decisión de inversión. Para un mejor y eficiente mercado.

No obstante, en Guatemala la BVN, no tiene la obligación de realizar o fomentar el mercado bursátil, tiene una página web llamada: Centro del Inversionista, en ella especifica de manera amplia y clara que la BVN presenta este sitio con el objetivo de proporcionar y mantener a disposición del público información sobre las diversas opciones de inversión disponibles en esta bolsa

Claramente se abstienen de toda clase de responsabilidad por su parte, de cualquier inversión o decisión con relación a los datos publicados en dicha página; únicamente está diseñada como una fuente informativa o base de datos y no como algo que pueda orientar y facilitar el desarrollo del mercado de valores; la BVN cuenta con personal altamente calificado para dar capacitación para el desarrollo del mercado bursátil, aunque lo han realizado por medio de charlas y seminarios, al parecer no ha sido suficiente, por lo que se necesita trabajar más arduamente para el desarrollo y orientación.

El mercado bursátil es un tipo particular de mercado, el cual está relacionado con las operaciones o transacciones que se realizan en las diferentes bolsas alrededor del mundo.

En este mercado, dependiendo de la bolsa en cuestión, se realizan intercambios de productos o activos de naturaleza similar, por ejemplo, en las bolsas de valores se realizan operaciones con títulos valores como las acciones, los bonos, los títulos de deuda pública, entre otros, pero también existen bolsas especializadas en otro tipo de productos o activos.

El mercado bursátil se considera como un mercado centralizado y regulado. Éste permite a las empresas financiar sus proyectos (conseguir el dinero necesario) y actividades a través de la venta de diferentes productos, activos o títulos. Igualmente, da a los inversionistas posibilidades de inversión a través de la compra de éstos.

Entre las ventajas que ofrece el mercado bursátil se encuentra la posibilidad de que exista un mercado secundario es decir, uno en el cual se pueden intercambiar títulos valores, activos o productos que han sido emitidos por empresas y gobiernos y ya han sido adquiridos anteriormente por algún inversionista

2.9. Bonos del Gobierno

Los bonos son instrumentos financieros de deuda utilizados por entidades privadas y gubernamentales; las cuales sirven para financiar a las mismas empresas. El bono es una de las formas de materializarse los títulos de deuda, de renta fija o variable. Pueden ser emitidos por una institución pública, un Estado, un gobierno regional, un municipio o por una institución privada, empresa industrial, comercial o de servicios. También pueden ser emitidos por una institución supranacional (Banco Europeo de Inversiones, Corporación Andina de Fomento, entre otros), con el objetivo de obtener fondos directamente de los mercados financieros.

Son títulos normalmente colocados al nombre del portador y que suelen ser negociados en algún mercado o bolsa de valores. El emisor se compromete a devolver el capital principal junto con los intereses, también llamados cupón. Este interés puede tener carácter fijo o variable, tomando como base algún índice de referencia como puede ser el Euribor.

Cabe resaltar que el dinero o fondo que se obtenga se puede prestar a instituciones por un período definido y a una tasa de interés fija.

2.10. Certificados de tesorería (CDP)

Los certificados de tesorería son los bonos a corto plazo a menos de un año que emite el Banco de Guatemala, para la ejecución de captación o colocación de liquidez en el mercado nacional.

Concretamente, el modelo utilizado en el análisis representa a una economía de dotación, pequeña y abierta, con movilidad imperfecta de capitales. La economía representada es abierta porque tiene intercambio comercial y financiero con el exterior. Es pequeña porque es tomadora de precios en el mercado internacional, tanto en el intercambio de bienes como en el de capitales. El aspecto de movilidad imperfecta de capitales se introdujo para reflejar el hecho de que la tasa de interés doméstica es mayor que la tasa de interés internacional. También debe mencionarse que se trata de un modelo de previsión perfecta en el sector familiar representativa tiene un horizonte de vida infinito.

Además del sector familiar, hay tres adicionales en la economía artificial: la banca doméstica, la banca *offshore* y el sector público (con una autoridad fiscal y una monetaria). El sector familiar cuenta con una dotación constante de un único bien de consumo. Puesto que es una economía de dotación, no hay trabajo ni producción en el modelo. Esta abstracción pretende simplificar el modelo y concentrar la atención en los efectos de asignación de portafolio generados por la LLND.

La familia representativa obtiene utilidad del consumo del bien mencionado, así como de la tenencia de seis activos monetarios: efectivo en quetzales, efectivo en dólares, depósitos en quetzales, depósitos en dólares en la banca doméstica, depósitos en dólares en la banca *offshore*, y depósitos en dólares en el extranjero. Estos activos generan diferentes servicios de liquidez a sus tenedores y son sustitutos imperfectos entre sí.

La banca doméstica se representa como un sector perfectamente competitivo que capta depósitos de las familias e invierte en bonos públicos, con sujeción a una tasa de encaje legal. Tanto los depósitos como los bonos pueden estar expresados en quetzales o en dólares. La banca *offshore* es un sector perfectamente competitivo que capta depósitos en dólares de las familias e invierte en bonos públicos en dólares; este sector no está sujeto a un encaje legal, pero mantiene un encaje voluntario en la forma de activos líquidos en el extranjero. Se incluyó este sector en el modelo, porque representa un actor reconocido (aunque no cuantificado) dentro del mercado financiero guatemalteco.

2.11. Instrumentos financieros

Un instrumento financiero es un pasivo comerciable de cualquier tipo, ya sea dinero en efectivo; evidencia de propiedad en alguna entidad; o un derecho contractual a recibir o entregar o cualquier otro documento financiero con fuerza legal.

Existen diferentes instrumentos de financiación, bancarios y no bancarios, que canalizan el ahorro hacia la inversión, y facilitan el acceso de la empresa a recursos financieros necesarios para el desarrollo de proyectos de inversión:

- Préstamo y Crédito
- Descuento
- Capital - Riesgo
- Préstamo participativo
- Garantías - Reafianzamiento
- Pagaré
- Cesión de crédito
- Hipoteca y Prenda
- *Factoring*
- Leasing
- Renting
- Confirming
- Forfaiting

2.11.1. Instrumentos de gobierno

Los instrumentos gubernamentales son títulos de crédito al portador en los cuales el Gobierno de Guatemala esté obligado a pagar una suma en dinero en determinada fecha. Tienen el propósito de financiar gasto público o regular la oferta monetaria. La tasa de interés que pagan los CDP se utiliza como la tasa líder en el mercado financiero y es el punto de referencia para determinar las tasas de muchos otros instrumentos.

El mercado de dinero se define como aquél en donde se ofrecen y demandan instrumentos de deuda (aquellos valores o documentos que representan pasivos, es decir, que los poseedores de estos títulos fungen como acreedores de la empresa emisora) de corto plazo, tomando en cuenta que son utilizados para financiar activos de pronta recuperación, o desfases temporales de recursos de las empresas. Entre otras características destacan su elevada posibilidad de negociación, el contar con rendimiento preestablecido (fijo o variable), así como ser de bajo riesgo y plazo definido.

2.11.2. Instrumentos bancarios

Existe una gran variedad de instrumentos financieros ofrecidos por las diferentes entidades financieras. El conocimiento de estos instrumentos es una condición imprescindible para la toma de decisiones adecuadas en la empresa.

A continuación, se presenta la relación de los instrumentos más importantes, así como la descripción detallada de éstos.

- **Pagaré:** éste es un título de crédito formal y completo, por medio del cual una persona jurídica se compromete a pagar una suma de dinero, en un lugar y fecha concretos, a favor de una entidad financiera o a la orden de ésta, quedando obligados solidariamente todos los firmantes.

Dicho préstamo puede ser descontado o no, en el primer caso el interés se cobra en el momento del desembolso y en el segundo cuando se paga la primera cuota o al cancelar toda la obligación en su vencimiento. Se suelen solicitar garantías para el mismo, ya sean reales (bienes inmuebles) o medios de pagos como: letras, facturas, entre otros.

- **Sobregiro bancario:** es el tipo de financiamiento más caro con el que se cuenta, y permite disponer de dinero por encima de los fondos de una cuenta corriente, Los intereses son calculados sobre los saldos deudores.
- **Factoring** o financiamiento factorial: consiste en realizar la venta de una parte de las cuentas por cobrar. Esta venta normalmente se hace sin derecho a rechazo, lo que significa que el banco asume el riesgo de obligaciones incobrables y de todos los gastos generados por la cobranza.

Las características principales del *factoring* son:

- La institución financiera, a ser denominada como el factor, compra las cuentas por cobrar que considera aceptables y renuncia al derecho de reclamo. Es decir que si las cuentas no son pagadas, la pérdida es asumida por el banco y no por la empresa. La empresa no considera ya a estas cuentas por cobrar en su balance general, dado que las ha convertido en efectivo.

Los clientes que son deudores de tales cuentas por cobrar son notificados de que sus cuentas han sido vendidas al factor. Se les solicita, además, que paguen directamente a éste. Asimismo, el cliente suscribe un acuse de recibo, que será ingresado al banco para dejar constancia de que está enterado de que quien cobrará la factura será el banco.

- El banco selecciona las cuentas por cobrar de la empresa y las acepta. Aquellas cuentas por cobrar que la institución financiera no acepta son asumidas por la empresa, pudiendo continuar vendiéndola a otros bancos, pero quedándose con las cuentas por cobrar y asumiendo los riesgos de su recuperación.
- Bajo el contrato de *factoring*, la empresa mantiene una cuenta corriente con el banco. A medida que las cuentas por cobrar son vendidas al banco, éste abona el importe correspondiente en la cuenta de la empresa, dejándolo a disposición de ésta.
- Este instrumento es costoso, por lo que debe efectuarse un análisis costo-beneficio antes de tomar la decisión: debe evaluarse el costo que cobrará el banco y el costo financiero que significará optar por otro instrumento o dejar de pagar la obligación de corto plazo. Si el cliente no puede pagar las facturas en las fechas establecidas por el banco, tendrá que negociar directamente con el banco sobre la forma de pago.

- El financiamiento con garantía de Warrant: es un financiamiento de corto plazo que posee como garantía un certificado de depósito especial denominado Warrant. Tanto la materia prima como los productos terminados son susceptibles de ser utilizados como garantía. Para tal efecto, el banco determinará un porcentaje respecto al valor comercial de la garantía, considerando para ello la factibilidad de su venta, su carácter perecedero y la estabilidad de su precio.
- Los Almacenes Generales de Depósito son instituciones auxiliares de crédito que tienen como objetivo el almacenamiento y conservación de los bienes. Los Almacenes Generales tienen la facultad de expedir el Warrant.
- En referencia a los bienes sujetos a Warrant, éstos no pueden tener gravámenes ni estar sujetos a embargos judiciales notificados al Almacén. Este sistema de prenda de bienes es de gran utilidad dentro de los negocios de la financiación de la operación por parte de una empresa financiera, pues el pago de la operación está respaldado por los bienes sujetos a la operación.
- El Warrant certifica la recepción de las mercaderías. El almacén de campo puede ser tanto un Almacén General como el almacén de la empresa.

El endoso del Warrant se otorga al banco que ha otorgado el préstamo. El endoso transfiere la propiedad de la mercadería. El Warrant representa una obligación de pagar la deuda.

La empresa no puede hacer uso de los bienes almacenados a menos que sustituya los que desee usar con otros que representen el mismo valor, con la correspondiente certificación de la Almacenera General de Depósito. También se puede canjear por mercadería si se le sustituye por una cantidad en efectivo destinada a amortizar el préstamo.

- El financiamiento de importación: este tipo de financiamiento tiene como propósito financiar la adquisición de materia prima. Se requiere documentos que den evidencia de la importación, tales como: la Factura Comercial y el Bill of Lading o Conocimiento de Embarque.

En esta operación, el banco local hace las veces de intermediario. El dinero es canalizado hacia un banco extranjero, tomándose como base la tasa de interés líder (líder $r = 5,00\%$). A la tasa líder se le añade puntos porcentuales por concepto de riesgo-país.

Finalmente, se añade la comisión del banco local, a plazos no mayores a los 180 días, para lo cual se evalúa si el importador es cliente calificado de este mismo banco local. Los fondos de este tipo de financiamiento son obtenidos de bancos corresponsales o del exterior. Estos bancos deberán verificar que el banco local sea uno de primera línea, así como éste realice una adecuada evaluación del riesgo del cliente.

3. PROPUESTA PARA GENERAR MODELOS DE CURVA DE RENDIMIENTO

Definiciones, aspectos teóricos y prácticos, aplicaciones, objetivos, fines y actividades referentes a la aplicación. Se realiza una descripción y desarrollo de cada modelo financiero existente y utilizado en el mundo para su selección.

3.1. Modelos de bancos centrales

A nivel de bancos centrales de países desarrollados se ha reportado el uso de los siguientes métodos de estimación de la curva de rendimiento para el análisis monetario (BIS, 2005).

El proceso de selección de los modelos de parte de los bancos centrales, por lo general, no es reportado. Para el Reino Unido, Anderson y Sleath (2001) estimaron 4 modelos alternativos de la estructura temporal de tasas de interés con el fin de examinar sus propiedades: Nelson & Siegel, Svensson, Fisher-Nychka-Zervos y Waggoner.

Los resultados de las estimaciones mostraron que el modelo de Waggoner, adaptado al Reino Unido, era el de mejor desempeño. El Banco Central de Canadá usa el modelo de Svensson, aunque Jamieson y Gusba (2002) reportaron que los modelos que tienen un mejor desempeño para Canadá eran los modelos de Fischer-Nychka-Zervos y el de Ho-Lee, luego de estimar 8 versiones de modelos *spline* y paramétricos.

Tabla I. **Modelos de estimación de la curva de rendimiento reportados por bancos centrales**

Banco Central	Método
Bélgica	Nelson-Siegel, Svensson
Canadá	Svensson
Estados Unidos	Fischer-Nychka-Zervos(<i>Spline</i>)
Finlandia	Nelson-Siegel
Francia	Nelson-Siegel, Svensson
Alemania	Svensson
Italia	Nelson-Siegel
Japón	Fischer-Nychka-Zervos(<i>Spline</i>)
Noruega	Svensson
España	Svensson
Inglaterra	Anderson y Sleath (hasta 2001 usó Svensson)
Suecia	Fischer-Nychka-Zervos(<i>Spline</i>)
Suiza	Svensson
Unión Europea	Svensson
Fuente: BIS (2005)	

Fuente: Bank for International Settlements, 2005.

Para el caso de países en desarrollo existen también, estudios que han estimado las curvas de estructura de tasas de interés, y que no se emplean oficialmente por el Banco Central. Por ejemplo, para Chile, Lefort y Walter (2000), y Herrera y Magendzo (1997), utilizan el modelo de Nelson & Siegel. Para Colombia, Arango, Melo y Vásquez (2002), utilizan el modelo de Nelson & Siegel y McCulloch, mientras que Julio, Mera y Revéz (2002) utilizan el modelo de Fischer-Nychka-Zervos.

De otra parte, Molinare (2002) estima la estructura de tasas de interés para Chile empleando cuatro modelos: Nelson & Siegel, Svensson, Waggoner (1997) y Vacisek (1977); y encuentra que el modelo que tiene mejor desempeño es el de Svensson. Para Guatemala no se tiene evidencia de algún desarrollo de un modelo de curva de rendimiento, que hayan escrito sobre esto o alguna publicación.

El desarrollo de la curva, según Manuel Hernández Suarez Lara, puede ayudar para los siguientes temas de consulta:

- Valoración de instrumentos de renta fija
- Manejo de Política Monetaria
- Valoración de derivados
- Estrategias de inmunización de portafolios de renta fija
- Medición del riesgo de tasas de interés
- Contrastación de teorías
- Estrategias de arbitraje con títulos de renta fija y derivados
- Extracción de señales sobre la evolución de variables.
- Construcción de indicadores líderes sobre la evolución macroeconómica.
- Análisis de la relación entre la política monetaria y la evolución de los mercados financieros.
- Valoración de planes de pensión.
- Construcción de curvas de rendimiento de posiciones activas y pasivas.

3.1.1. Modelo de precios

Al igual que los precios de otros activos financieros, los precios de los bonos reflejan las expectativas de los participantes en el mercado de valores respecto del futuro de las economías. La curva de rendimientos, como es conocida en el ámbito financiero, describe los niveles de las distintas tasas de interés para diferentes plazos de vencimiento en los instrumentos de deuda conocidos como bonos.

La pendiente de la curva de rendimientos ha resultado ser útil para anticipar la actividad económica futura. Un aumento en la pendiente de esta curva puede interpretarse como una futura aceleración de la actividad económica, mientras que un descenso en el nivel de esta pendiente indica una inminente desaceleración.

Esta relación puede ser explicada debido a que cuando existe un amplio diferencial positivo entre las tasas de interés de largo plazo y corto plazo, se considera indicativo de perspectivas de crecimiento económico favorables y, por lo tanto, el mercado anticipa un incremento en los niveles de rendimiento a corto plazo.

3.1.2. Modelo de rendimiento

Para el caso de instrumentos de renta fija, la curva de rendimientos representa la relación entre el plazo de vencimiento y la tasa de rendimiento de estos instrumentos.

Usualmente, a más largo plazo se observa mayor tasa de rendimiento, de manera que la curva es monótona, creciente y cóncava. La relación de tasas de interés versus plazos de vencimiento (*termstructure*) refleja el comportamiento de los mercados de dinero, indicando de manera general la valuación del mercado para instrumentos de renta fija.

En condiciones normales de los mercados, estas curvas son crecientes. Indicando que las tasas se incrementan según aumentan los plazos de vencimiento. Por otra parte, los incrementos en crecimiento son menores según aumentan tales plazos. Dicho de otra forma, la pendiente de la curva es mayor para plazos de vencimientos cortos y decrece para plazos más largos. Sin embargo, puede ser que los bonos de más largo plazo tengan menor rendimiento que los bonos de corto plazo, se puede dar el caso de una curva de rendimiento invertida. Pero usualmente, la expectativa del mercado es que tal alza es temporal, de manera que las tasas de largo plazo permanecen cercanas a sus niveles previos.

3.2. Modelos no paramétricos

La regresión no paramétrica se ha convertido en los últimos años en un área de excesivo estudio, debido a sus ventajas relativas respecto a los modelos de regresión basado en funciones. Entre las características más importantes de estos modelos tenemos, la flexibilidad en los supuestos y el ajuste dirigido específicamente a través de los datos.

Dentro de un marco estadístico por ejemplo, se tiene un conjunto de n observaciones (x_i, y_i) , $i= 1, 2, \dots, n$, independientes, donde se intenta establecer las relaciones existentes entre una respuesta y un conjunto de variables explicativas de forma semejante a los modelos de regresión clásica.

El modelo que relaciona este conjunto de variables es dado por:

$$y_i = m(x_i) + \varepsilon_i$$

Donde la función $m(\cdot)$ no especifica una relación paramétrica, sino permitir que los datos determinen la relación funcional apropiada. Bajo estas condiciones la idea es que la media $m(\cdot)$ sea suave, suavidad que puede controlarse acotando la segunda derivada, $|m''(x)| \leq M$, para todo x y M una constante.

3.2.1. Modelos *spline*

Las funciones polinomiales se caracterizan por tener todas las derivadas en cualquier punto de su soporte; no obstante, cuando ciertas funciones no poseen un alto grado de suavidad en determinados puntos, el ajuste debido a estas funciones de polinomios no siempre será satisfactorio en estos tramos. Para sobrellevar esta desventaja, el ajuste de polinomios de bajo orden localmente, con discontinuidades en ciertos puntos (knots), resulta en el conocido método de *splines*. Considerar aproximar la función $m(\cdot)$ por una función *spline*.

Frecuentemente, el *spline* cúbico es utilizado para esta aproximación; sin embargo, otro tipo de *splines* pueden ser definidos. Siguiendo la notación de Fan y Gijbels (1996), sea $t_1, t_2, t_3, \dots, t_J$ el conjunto de nodos o knots en orden creciente, tal que en cada intervalo $(-\infty, t_1], [t_1, t_2], \dots, [t_{J-1}, t_J], [t_J, \infty)$, funciones cúbicas continuas diferenciables son ajustadas.

En este caso el espacio paramétrico es $(J+4)$ -dimensional. Un conjunto de *splines* cúbicos son ampliamente utilizados en la obtención de la función de *splines*. Base de potencias:

$$(x - t_j)_+^3, j = 1, 2, 3, \dots, J, 1, x, x^2, x^3$$

Donde x_+ es la parte positiva de x , por ejemplo, la función de suavizada puede ser expresada como:

$$m(x) = \sum_{j=1}^{J+4} \theta_j B_j(x)$$

Siendo $B_j(x)$, $j = 1, 2, \dots, J + 4$, la base polinomial descrita anteriormente. Los regresores definidos de esta forma pueden ocasionar problemas de estimación (multicolinealidad), motivo por el cual, los $B_j(x)$ son redefinidos como:

$$B_j(x) = \frac{x - x_j}{x_{j+k-1} - x_j} B_{j,k-1}(x) + \frac{x_{j+k} - x}{x_{j+k} - x_j} B_{j+1,k-1}(x)$$

Suponiendo que $B_{j,1} = 1$ para $x_j \leq x \leq x_{j+1}$ y cero en caso contrario. El proceso de estimación es realizado a través de mínimos cuadrados penalizados.

3.2.2. Alcances del modelo

Spline es un modelo muy eficiente al contar con una base de datos muy robusta para su estudio son modelos dinámicos en tiempo se utilizan en dos países en el mundo para calcular el rendimiento en Estados Unidos e Inglaterra en mercados donde la información cambia de un momento a otro se establece modelos con respuesta rápida, pero también deben existir otras condiciones de estabilidad y normas para el buen funcionamiento de estos modelos. Son independientes de cada evento y de cada condición de mercado se pueden establecer nuevas variables y hacer modelos muy complejos para su análisis.

3.3. Modelos paramétricos

Estadísticamente, un modelo paramétrico es una familia funcional que obedece al comportamiento de alguna distribución de probabilidad, sobre la cual las características de la población de interés pueden ser descritas. Es así como, los modelos diseñados en este contexto, basados en regresión, buscan describir el comportamiento de una variable de interés con otras llamadas exógenas, a través de funciones de vínculo lineales o no lineales. Estos modelos son estáticos para su estudio se analizan con las condiciones del día para establecer las condiciones de hoy, para el mañana.

Los modelos paramétricos permiten construir la curva de tasas de interés *spot* a partir de la estimación de un conjunto de parámetros que permiten replicar la forma funcional de la curva de rendimiento, a partir de una muestra de rendimientos (o de precios), siendo los más usados los propuestos por Nelson & Siegel (1987), Svensson (1994).

3.3.1. Modelos de Nelson & Siegel.

Nelson & Siegel (1987) proponen una función continua para describir la trayectoria de la tasa de interés *forward* instantánea en función de un vector de 4 parámetros b , y del plazo de vencimiento m . (Observe que para la tasa *spot* $m = (T-t)$ y que $(\tau_1 - t) = 0$), así:

$$f(m, b) = \beta_0 + \beta_1 e^{\left(\frac{-m}{\tau_1}\right)} + \beta_2 \left(\frac{m}{\tau_1}\right) e^{\left(\frac{-m}{\tau_1}\right)}, \quad (\text{Ecuación 1})$$

Los parámetros son $b = (\beta_0, \beta_1, \beta_2, \tau_1)$. Dada la siguiente relación entre la tasa *spot* y la tasa *forward* instantánea:

$$i(t, t + m) = \frac{1}{m} \int_{s=0}^m f(t, t + s) ds, \quad (\text{Ecuación 2})$$

Entonces, la tasa de interés *spot* con un plazo de vencimiento igual a m , en el período t , está dado por $i(t, t + m)$, o de manera abreviada:

$$i(m, b) = \beta_0 + \beta_1 \left[\frac{1 - e^{\left(\frac{-m}{\tau_1}\right)}}{m/\tau_1} \right] + \beta_2 \left[\frac{1 - e^{\left(\frac{-m}{\tau_1}\right)}}{m/\tau_1} - e^{\left(\frac{-m}{\tau_1}\right)} \right], \quad (\text{Ecuación 3})$$

La forma de la curva *forward* o *spot* del modelo de Nelson & Siegel está determinado por el valor de sus parámetros. El parámetro β_0 determina la tasa a la que converge la curva o tasa de largo plazo. Ello es válido para la curva *spot* y *forward*.

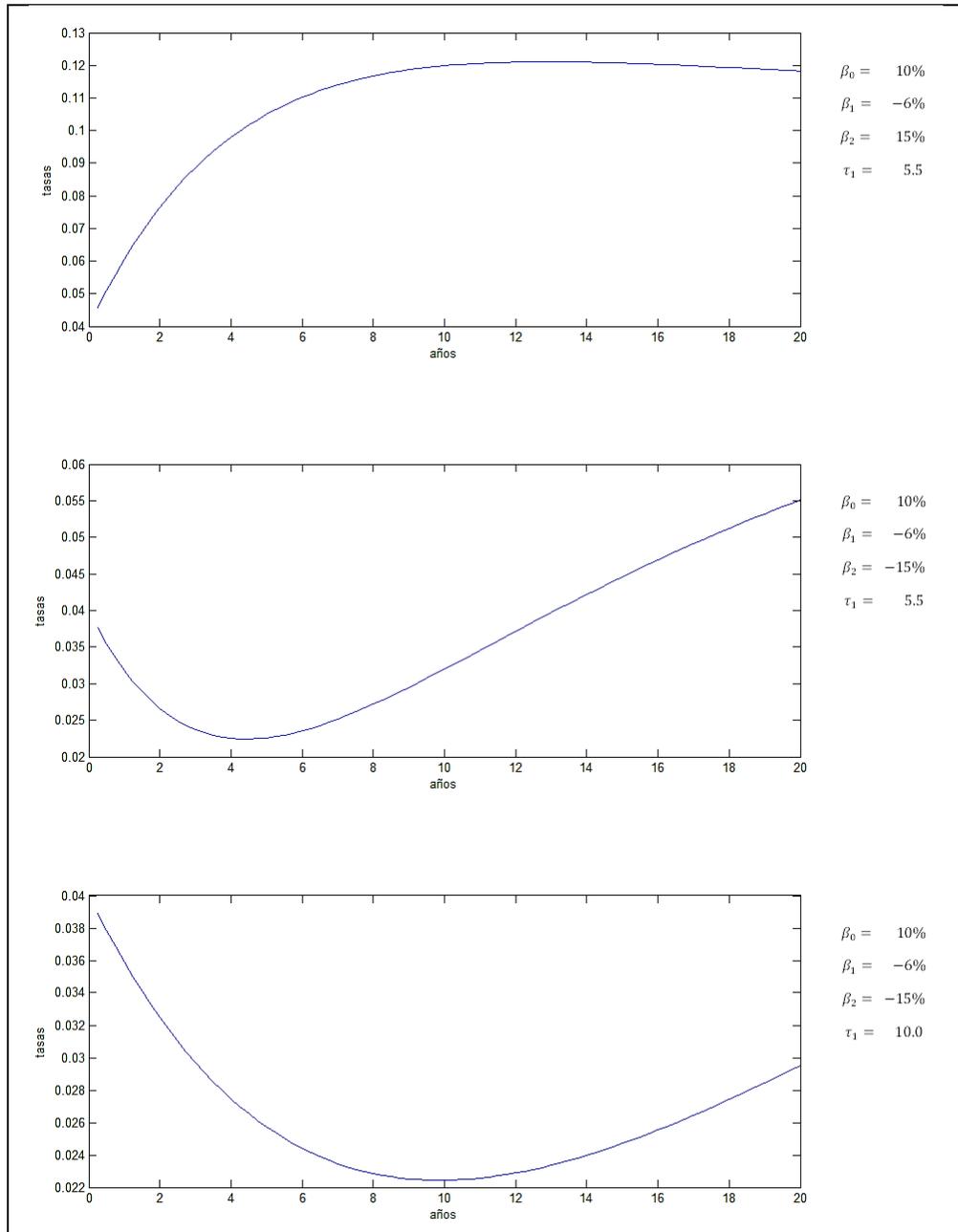
El parámetro β_1 indica qué tan lejos se ubica la tasa del período inicial respecto de la tasa de largo plazo. El signo de β_2 indica si la curva presenta una joroba (cuando es positivo) o una forma de U (cuando es negativo).

Finalmente, el parámetro τ_1 indica la posición de la joroba o U y la velocidad a la que las tasas de corto y mediano plazo convergen a su tasa de largo plazo.

Un valor mayor de τ_1 indica que la tasa de largo plazo se alcanza más rápidamente.

El figura 2 muestra las diferentes curvas de rendimiento generadas por el modelo Nelson & Siegel con diferentes valores en los parámetros.

Figura 2. **Curva spot Nelson & Siegel con distintos valores en los parámetros**



Fuente: elaboración propia.

3.3.2. Modelo de Svensson

Svensson (1994) propone una versión ampliada del modelo de Nelson & Siegel (1987). La ecuación propuesta para la tasa *forward* instantánea en el período t , para un plazo de vencimiento de m , es la siguiente:

$$f(m, b) = \beta_0 + \beta_1 e^{\left(\frac{-m}{\tau_1}\right)} + \beta_2 \left(\frac{m}{\tau_1}\right) e^{\left(\frac{-m}{\tau_1}\right)} + \beta_3 \left(\frac{m}{\tau_2}\right) e^{\left(\frac{-m}{\tau_2}\right)}, \quad (\text{Ecuación 4})$$

Los parámetros están determinados en este caso por el vector $b = (\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \tau_1, \tau_2)$.

La ecuación para la tasa *spot* que se deriva de la ecuación (4) está dada por:

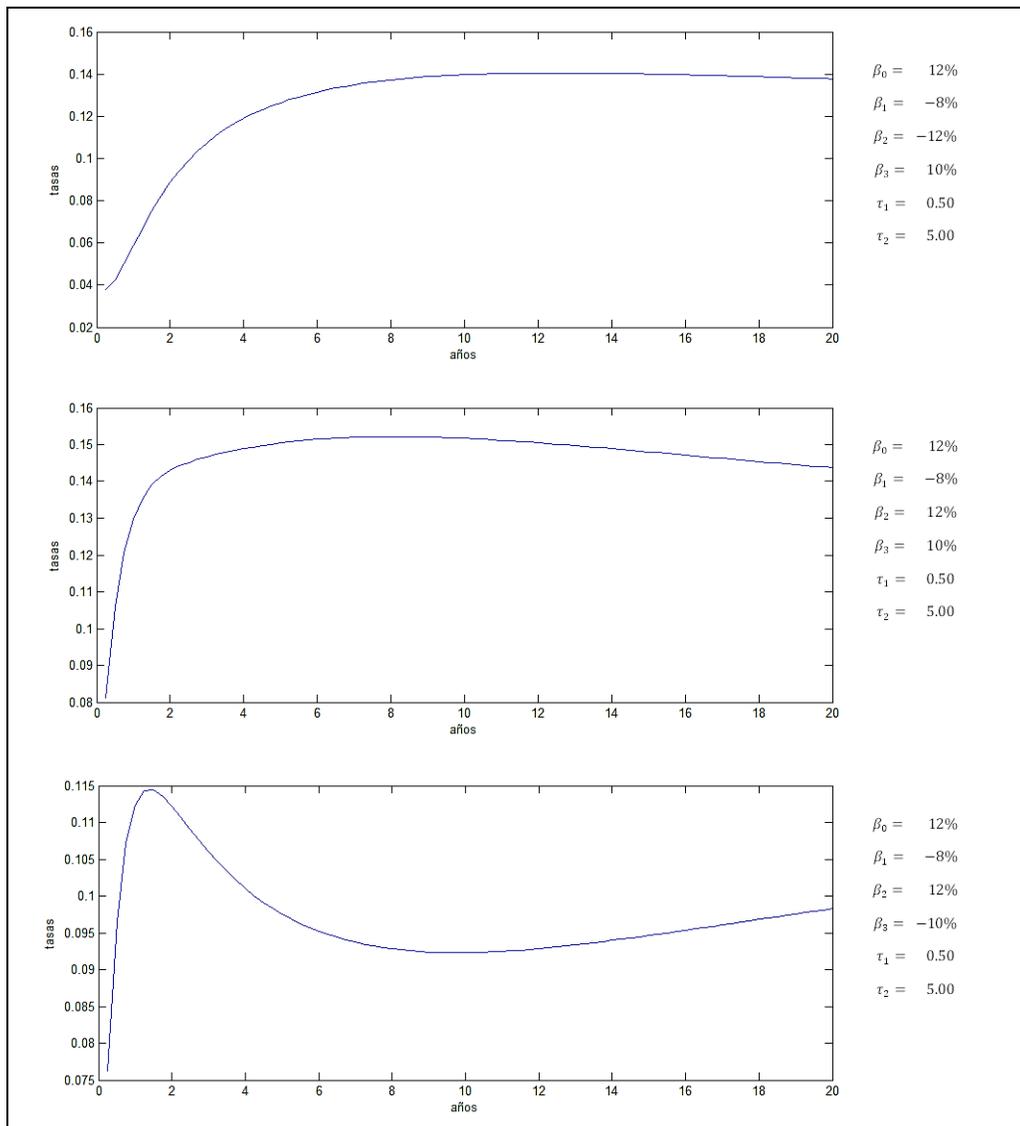
$$i(m, b) = \beta_0 + \beta_1 \left[\frac{1 - e^{(-m/\tau_1)}}{m/\tau_1} \right] + \beta_2 \left[\frac{1 - e^{(-m/\tau_1)}}{m/\tau_1} - e^{(-m/\tau_1)} \right] + \beta_3 \left[\frac{1 - e^{(-m/\tau_2)}}{m/\tau_2} - e^{(-m/\tau_2)} \right], \quad (\text{Ecuación 5})$$

El modelo de Svensson es una extensión del modelo de Nelson & Siegel y por ello incorpora 2 parámetros adicionales, β_3 y τ_2 lo que le otorga una mayor flexibilidad. El parámetro β_3 indica una segunda “joroba” (si es positivo) o una segunda U (si es negativo). Por su parte, τ_2 indica la posición de la segunda joroba o U.

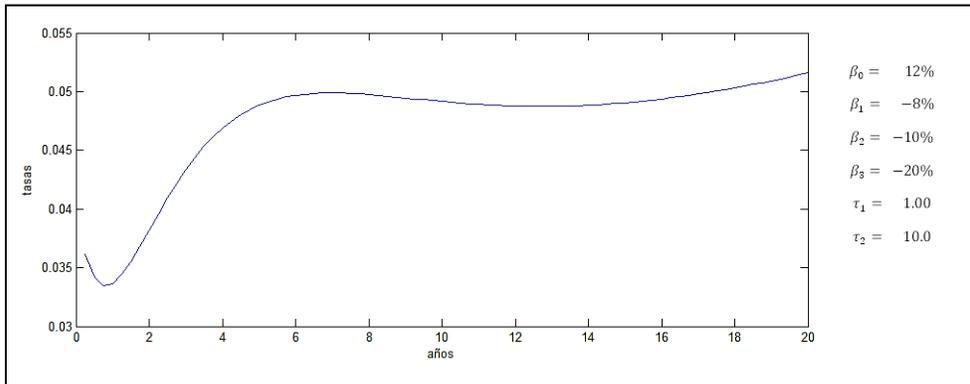
El figura 3 muestra las diferentes curvas de rendimiento generadas por el modelo Svensson con diferentes valores en los parámetros.

Cabe indicar, que ambos modelos el de Nelson & Siegel y de Svensson incorporan la posibilidad de estimar curvas invertidas (de pendiente negativa).

Figura 3. **Curva *spot* modelo Svensson con distintos valores en los parámetros**



Continuación de la figura 3.



Fuente: elaboración propia.

3.4. Selección de modelo

En ocasiones, se ajusta un modelo de regresión teniendo una idea clara de las variables que se debe incluir como regresora. Es más frecuente; sin embargo, el caso en que sólo se tiene una idea aproximada de la forma adecuada para el modelo, y hay que decidir con criterio estadístico qué regresores deben ser incluidos. Para enfrentar este tipo de situaciones se necesita, por una parte, criterios de bondad de ajuste, capaces de permitir comparar distintos modelos ajustados a una misma muestra. Por otra, se necesitan estrategias de selección de variables que construyan de manera automática o semiautomática subconjuntos de todos los modelos posibles susceptibles de incluir el mejor.

Se evalúa las características de las estimaciones de la curva de rendimiento usando los modelos paramétricos de Nelson & Siegel (1987) y el modelo de Svensson (1994), utilizando la función objetivo.

3.4.1. Error absoluto medio (MAE)

El error absoluto medio da las medias de las diferencias en promedio entre los valores pronosticados y los observados.

$$MAE = \sum_{i=1}^n \frac{|\varepsilon_i|}{n}, \quad (\text{Ecuación 6})$$

$$\varepsilon_i = [\hat{r}_i(t, m) - r_i(t, m)], \quad i = 1, 2, 3 \dots n$$

3.4.2. Raíz del error cuadrático medio (RMSE)

Selección de técnicas de evaluación de modelos, siguiendo la recomendación de Legates y Mc. Cabe (1999), para evaluar la capacidad predictiva de los modelos se representará gráficamente los valores observados frente a los calculados, ilustrando así el grado con el que los puntos se distribuyen sobre la recta 1:1 o de ajuste perfecto. El error en las predicciones del modelo se cuantificará en términos de las unidades de la variable calculada mediante la raíz del error cuadrático medio (RMSE). Este indicador es usado frecuentemente y su definición viene dada por:

$$RMSE = \sqrt{\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 / n}, \quad (\text{Ecuación 7})$$

$$\varepsilon_i = [\hat{r}_i(t, m) - r_i(t, m)], \quad i = 1, 2, 3 \dots n$$

$$P(t, T = m) = \frac{C_1}{(1 + r(t, 1))} + \frac{C_1}{(1 + r(t, 2))^2} + \dots + \frac{C_1 + M}{(1 + r(t, m))^m}, \quad (\text{Ecuación 8})$$

El objetivo de ambas metodologías de Nelson & Siegel y Svensson es minimizar la suma de las desviaciones al cuadrado de los rendimientos de los títulos que se utilizan para hacer el cálculo de los parámetros de la función propuestas.

La optimización se hace a partir de un proceso iterativo en donde se utilizan las tasas *spot* dadas por la función en la determinación de los rendimientos de los instrumentos del mercado y luego se procede a realizar la minimización de la suma de los errores al cuadrado entre los rendimientos estimados y los rendimientos calculados de los precios observados del mercado.

3.5. Spot

La curva de tasas *spot* puede ser calculada a partir de los precios de bonos con cupones, comenzando con vencimiento cortos y calculando hacia adelante las tasas correspondientes a vencimientos más largos. Por ejemplo, asumiendo un bono a dos años de precio P , pagos anuales de cupones C y valor facial PF . El precio de mercado será igual al valor del flujo descontado.

3.5.1. Tasa Spot

De manera que conociendo la tasa *spot* a un año s_1 , se calcula la tasa *spot* a dos años s_2 resolviendo la ecuación. De forma análoga, se determinan los valores s_3, s_4, \dots con base en los precios de bonos de tres, cuatro años, entre otros. Cambio de compra o venta de una moneda respecto a otra.

Término aplicado también para las transacciones al contado de una bolsa de mercancías. Los factores de descuento $b_k = \frac{1}{(1+s_k)^k}$, permiten valorar flujos de pagos $(x_0, x_1, x_2, \dots, x_n)$ de manera que se obtiene como valor presente del flujo.

3.5.2. Descripción matemática de *spot*

La fórmula en que está constituida es la siguiente:

$$P = \frac{C}{(1 + s_1)} + \frac{C + PF}{(1 + s_2)^2}$$

Donde:

P = precio del activo

C = precio de cupón

PF = el valor futuro de activo

S = tasa *spot* de rendimiento en diferentes puntos del tiempo

$$VP = x_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n$$

Básicamente, los factores de descuento b_k Pueden ser interpretados como los precios actuales de una unidad monetaria a ser recibida en k años.

3.6. **Forward**

Un *forward*, como instrumento financiero derivado, es un contrato a largo plazo entre dos partes para comprar o vender un activo a precio fijado y en una fecha determinada. Los *forwards* más comunes negociados en las tesorerías son sobre monedas, metales e instrumentos de renta fija. Existen dos formas de resolver los contratos de *forward* de moneda extranjera:

- Por compensación: (*Non delivery forward*), al vencimiento del contrato se compara el tipo de cambio *spot* contra el tipo de cambio *forward*, y el diferencial en contra es pagado por la parte correspondiente.
- Por entrega física: (*Delivery Forward*), al vencimiento el comprador y el vendedor intercambian las monedas según el tipo de cambio pactado.

3.6.1. **Tasa forward**

El concepto de tasas *forward* surge a partir de la definición de tasas *spot* estas son tasas de interés por montos que serán negociados entre dos fechas a futuro. Pero en condiciones acordadas hoy, por tanto, la tasa *spot* futura se encuentra implícita en la estructura de vencimientos actual. Por ejemplo, sean s_1, s_2 Las tasas *spot* a uno y dos años, la tasa *forward* f será aplicada por un período de un año, comenzando a tomar vigencia dentro de un año a partir de hoy. La tasa *forward* puede definirse a su vez como una tasa *spot* futura implícita en la estructura de plazos actual. En la práctica, lo observado son las tasas de cupón (*par rates*), y a partir de éstas se determinan las demás, pero no es excluyente calcular las tasas de cupón a partir de las otras.

3.6.2. Descripción matemática

Por razonamientos de arbitraje, la tasa *forward* debe cumplir la identidad:
 $(1 + s_2)^2 = (1 + s_1)(1 + f)$ de manera que:

$$f = \frac{(1 + s_2)^2}{(1 + s_1)} - 1$$

Generalizando a partir de la identidad: $(1 + s_j)^j = (1 + s_i)^i (1 + f_{i,j})^{j-i}$ se obtiene la fórmula general:

$$f_{i,j} = \left[\frac{(1 + s_j)^j}{(1 + s_i)^i} \right]^{1/(j-i)} - 1$$

Hay que notar para el caso $i = 1$, el cálculo de las tasas *forward* provee de un pronóstico de las tasas *spot* para el año siguiente.

Algoritmo de cálculo para tasas *forward*, considerando las tasas *forward spot* f_1^1 , las cuales tiene la propiedad:

$$(1 + s_1)(1 + f_1^t)^{t-1} = (1 + s_t)^t$$

Utilizando la definición de factores de descuento, la relación anterior puede escribirse como:

$$b_t(1 + f_1^t)^{t-1} = b_1$$

Lo cual implica:

$$f_1^t = \left[\frac{b_1}{b_t} \right]^{1/(t-1)} - 1$$

De manera similar, para las tasas *forward* de corto plazo f_t^{t+1} , se tiene la propiedad:

$$(1 + s_t)^t (1 + f_t^{t+1}) = (1 + s_{t+1})^{t+1}$$

O de manera equivalente

$$b_{t+1}(1 + f_t^{t+1}) = b_t$$

Lo cual implica:

$$f_t^{t+1} = \frac{b_t}{b_{t+1}} - 1$$

Es de notar que de la fórmula anterior se infiere que las tasas *forward* a un período son los retornos, un bono cupón cero generaría al cerrar un período si la curva de rendimiento se mantuviese constante.

3.7. *Swap*

El *swap* es un contrato mediante el cual ambas partes acuerdan intercambiar flujos de efectivo sobre un cierto principal a intervalos regulares de tiempo durante un período dado. Aún así existen casos de *swaps* utilizados sobre los tipos de cambio, tasas de interés, índices accionarios o bursátiles, entre otros.

Por lo tanto, el contrato denominado *swap* es un instrumento con amplias posibilidades de uso y no es tan específico como suele utilizarse, simplemente es desinformación o que en algunos mercados bursátiles poco desarrollados, no lo ofertan mucho. Los *swaps* son utilizados para reducir o mitigar los riesgos de tasas de interés, riesgo sobre el tipo de cambio y en algunos casos son utilizados para reducir el riesgo de crédito. Estos instrumentos son Over The Counter (OTC) o sobre el mostrador, es decir, hechos a la medida. Pero, siempre incurren en cierto nivel de riesgo crediticio propiciado por su operación.

3.7.1. Tasa *swap*

Se trata de contratos hechos a medida, es decir, con el objetivo de satisfacer necesidades específicas de quienes firman dicho contrato. Debido a esto último, se trata de instrumentos similares a los *forward*, en el sentido de que no se transan en bolsas organizadas.

Respecto de su configuración, los contratos de *swap* contienen especificaciones sobre las monedas en que se harán los intercambios de flujos, las tasas de interés aplicables, así como una definición de las fechas en las que se hará cada intercambio y la fórmula que se utilizará para ese efecto.

El tipo de *swap* más común es el de tasas de interés, mediante el cual se intercambian flujos de intereses en una misma moneda en ciertas fechas previamente convenidas: Una parte paga flujos de intereses aplicando una tasa de interés fija sobre un cierto monto nominal y recibe flujos de intereses aplicando una tasa fluctuante sobre ese mismo monto nominal. La contraparte recibe los intereses calculados de acuerdo a la tasa fija y paga los intereses a la tasa fluctuante, sobre el mismo monto y en las mismas fechas.

Típicamente, este tipo de *swap* se utiliza para transformar flujos de caja a tasa fija en flujos de caja a tasa fluctuante o viceversa.

Un *swap* de moneda extranjera opera de manera similar, sólo que el intercambio de flujos se hace en función del tipo de cambio de dos monedas y, en la estructura básica, la tasa de interés que entra en la fórmula de cálculo es fija para ambas partes. Se utilizan para transformar flujos de caja en moneda extranjera en flujos de caja en pesos chilenos (o en otra moneda) o viceversa.

3.7.2. Descripción matemática

El valor del *Swap* es igual a la diferencia entre el valor del bono de tasa flotante VB_{fl} y el valor del bono de tasa fija VB_{fx}

$$VB_{fl} = \sum_{t=1}^n \frac{f_t^{t+1} * PF}{(1 + s_t)^t} + \frac{PF}{(1 + s_T)^T}$$

$$VB_{fx} = \sum_{t=1}^n \frac{C_{\%} * PF}{(1 + s_t)^t} + \frac{PF}{(1 + s_T)^T}$$

$$ValordelSwap = VB_{fl} - VB_{fx}$$

Donde $C_{\%} = \text{tasa del cupón}$

Para calcular a tasa *swap* se debe igualar el valor de bono de tasa flotante con el valor de tasa fija.

Según el principio sin arbitraje, la tasa de cupón o tasa implícita del bono fijo se igualara a la ponderación de la tasa implícita del bono de tasa flotante el cual es calculado a partir de las tasas *forwards* de corto plazo. Conociendo las tasas *forward* de corto plazo se puede calcular el valor de tasa *swap* base para el estimar el valor del *swap*.

$$C_{\%} = \frac{\sum_{t=1}^T \frac{f_t^{t+1}}{(1+s_t)^t}}{\sum_{t=1}^T \frac{1}{(1+s_t)^t}}$$

4. IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO

Define las responsabilidades y limitaciones, comparamos los modelos con las condiciones actuales del país para ver ajuste y flexibilidad. Aplicación de la curva sobre instrumentos financieros. Dar un análisis de los resultados y aplicaciones y las ventajas del modelo.

4.1. Inclusión de nuevas técnicas

Sean publicado nuevas técnicas para el desarrollo de la curva de rendimiento para facilitar el análisis y su contrición a través de la elaboración de varios escenarios de alza y baja y cada vez un nuevo escenario de las tasas de interés de una manera estocástica.

4.1.1. Simulación dinámica

Es un salto cuántico para facilitar toma de decisiones estratégicas y gerenciales, basado en la mejor comprensión y manejo de la dinámica de los problemas y asuntos críticos que enfrentan las empresas e instituciones.

Es un apoyo a planificación estratégica y al área de nuevos negocios. La simulación dinámica permite integrar las distintas áreas que componen un negocio en un mismo modelo. Apalancados en esta disciplina y herramienta de alto nivel y amigabilidad, nuestros clientes fortalecen y enriquecen sus ejercicios de planificación estratégica, de análisis de negocios y finalmente, sus decisiones.

La definición de problemas es vital para su solución. Hacer explícito cómo se piensa y llegar a acuerdos sobre la definición corporativa del problema es facilitado con pensamiento sistémico, enfoques de resolución de problemas y software de simulación. Esta es la más poderosa herramienta de apoyo al pensamiento estratégico de su gente que convierte ideas en modelos de simulación dinámica que les permitirán ver dentro del futuro de sus decisiones.

Adelantarse al futuro y mejorar las decisiones para tener el futuro que se desea, la simulación dinámica robustece la evaluación de estrategias competitivas de los clientes, ya que permite incorporar en el análisis las relaciones de causa-efecto específicas y las fuerzas impulsoras que mueven los negocios.

$$S(ae + as) = af$$

Donde:

S = función simulación

ae = Análisis de escenarios

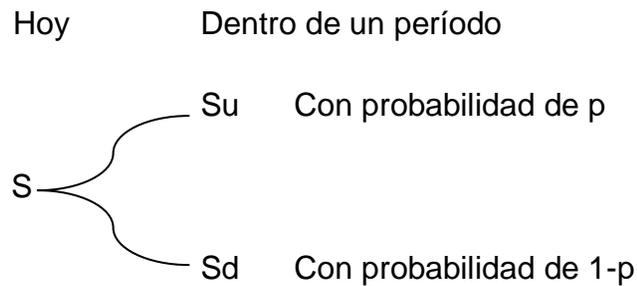
as = Análisis de sensibilidad

af = Análisis de factibilidad

Una vez desarrollado un modelo robusto, se podrán analizar la sensibilidad de los resultados frente a diversos escenarios o cambios en variables que afecten el modelo. Un análisis paretiano será entonces posible para determinar qué afecta más, y cómo, a esos resultados.

4.1.2. Modelo binomial

La aplicación del modelo binomial propuesto por Cox-Ross-Rubinstein (1979), parte del valor del activo subyacente en el momento presente (S) y considera su evolución en un período de la forma siguiente:



Donde:

u : representa el coeficiente al alza de precios del subyacente en un período, con una probabilidad asociada p .

d : representa el coeficiente a la baja del precio del activo subyacente en un período, con una probabilidad asociada de $(1 - p)$.

Llevar a cabo una inversión siempre comporta riesgos con lo que el rendimiento esperado puede ser superior a la rentabilidad de los activos libres de riesgo (R_f) o no. Por tanto, se toma $\tilde{r} = 1 + R_f$, se debe verificar que $u > \tilde{r} > d$, pues si $u > d > \tilde{r}$ siempre sería mejor hacer la inversión. Por el contrario, si $\tilde{r} > u > d$ siempre sería mejor invertir en el activo libre de riesgos y, en consecuencia, no efectuar la inversión.

4.2. Creación de mercado secundario

En 2011, Guatemala inicia su funcionamiento el mercado secundario, con todos los elementos propios de un mercado desarrollado: sistemas de contratación y liquidación ágiles y eficientes, tipo de intermediarios definidos, entre otros, pero actualmente, no se tiene herramientas claras para su desarrollo eficiente por lo cual se describe lo que existe en una área del Banco de Guatemala el Departamento de Operaciones de Mercado Abierto (OMAS).

- El Tesoro: es el emisor de la deuda, fija las características y frecuencia de las emisiones, elige el procedimiento de colocación y decide la cantidad a colocar.
- El Banco de Guatemala: se ocupa de los aspectos operativos de la emisión (pagos de intereses, amortizaciones). Es el banco agente del Tesoro. Ejerce además las funciones de regulación del mercado, la gestión de la Central de Anotaciones, supervisa el conjunto del sistema y participa directamente en la negociación.
- Inversores finales: que pueden ser de dos tipos
 - Institucionales
 - Privados

- Intermediarios financieros: donde se puede distinguir cuatro grupos
 - Titulares de cuenta en la Central de Anotaciones: operan para su propia cartera.
 - Entidades gestoras de deuda anotada: son titulares de cuenta en la central de anotaciones y realizan operaciones por cuenta propia y por cuenta de clientes.
 - Mediadores entre negociantes de deuda: intermediarios encargados de difundir cotizaciones en firme, no pudiendo tomar posiciones por cuenta propia.
 - Creadores de mercado: grupo de entidades gestoras que se comprometen a cotizar regularmente precios en firme de compra y venta, a los que se comprometen a operar, con el fin de dar contrapartida al resto del mercado.

Los títulos valores, tanto de renta fija o variable (acciones, obligaciones, entre otros) son emitidos por las empresas en el mercado primario, a través de diferentes vías. El mercado secundario comienza su función a partir de ese momento, encargándose de las compraventas posteriores de esos títulos entre los inversores, se comporta como mercado de reventa, encargándose de proporcionar liquidez a los títulos.

En el mercado secundario, los títulos de valores se compran y se venden entre los distintos inversores. Por lo tanto, es una característica importante que el mercado secundario tenga una liquidez muy alta. En su origen, la única manera de conseguir esta liquidez era que los posibles compradores y vendedores se reunieran en un lugar fijo con regularidad. Así es como se originaron las bolsas de valores.

Del buen funcionamiento de los mercados secundarios depende en gran medida la eficacia del mercado de capitales, en general, y del mercado primario de valores o de emisión, en particular. Si el mercado secundario no existiera, los inversores se resistirían a comprar valores mobiliarios en el mercado de emisión, porque luego no podrían deshacerse de ellos cuando necesitaran dinero o liquidez.

De no existir unos mercados secundarios de valores bien organizados, el mercado primario sólo podría funcionar de forma precaria y las empresas no podrían obtener del mercado financiero los capitales necesarios para la financiación de sus inversiones a largo plazo, lo que redundaría sin remedio en un estrangulamiento de la actividad económica general.

4.2.1. Recomendaciones sobre la información financiera

Una forma de controlar a un país y mantener su equilibrio es seguir las diferentes técnicas y métodos para analizar estados financieros. No obstante es importante tener en cuenta algunas recomendaciones:

Conocer el país y el ambiente en el cual se desarrolla, para evaluar eficazmente estados financieros, hay que tener conocimiento de aspectos cómo está compuesta Guatemala, quiénes la dirigen, el control interno; así como la situación económica del país, los riesgos inherentes al negocio, las fortalezas y debilidades, el mercado y la competencia, sus productos, su vinculación a un grupo económico, sus proveedores, entre otros.

Considerar problemas de estacionalidad para análisis que cubren un período inferior a un año.

Comprender que los ratios financieros y su análisis, los ratios financieros de liquidez, gestión, solvencia y rentabilidad son fáciles de calcular. Los resultados obtenidos del análisis de razones deben dar origen a interrogantes que al analista le interesara responder a través de un análisis más profundo.

Analizar los estados financieros en conjunto para emitir una opinión más completa de la situación de los guatemaltecos.

Elegir bien el patrón de referencia o de comparación, es decir analizar paralelamente nuestra nuestro país con otros países, para establecer un análisis más eficaz. Las comparaciones hay que realizarlas siempre con el país de una misma categoría. Puede existir información adicional que puede modificar el análisis, es necesario tener en cuenta que dos aspectos que pueden afectar su opinión son: las contingencias y los hechos posteriores.

Análisis no solo cuantitativo, también cualitativo de Guatemala. La contabilidad ya no debe ser entendida como un sistema de acumulación de cifras sino que debe ser considerada como parte del Sistema de Información Gerencial (SIG).

Para lo cual se dan cuatro recomendaciones importantes:

- Los estados financieros que se elaboren deben de reflejar sólo la situación de la empresa, no deben incluir información relativa a la situación particular de los socios, ni tampoco considerar información de otras empresas en la que los socios, también tengan participación.

- La información que sirva de base para elaborar los estados financieros debe comprender sólo la que se haya generado en el período de interés (mes, trimestre, semestre o año). Por ningún motivo debe considerar eventos que hayan ocurrido en períodos distintos, o comprender información relativa a períodos mayores de un año.
- Las adquisiciones de activo (materia prima, maquinaria, entre otros) deben registrarse al costo de adquisición.
- Registra las operaciones en el momento en que se realicen. No posponer su registro para una fecha posterior, porque podría omitirlo y por tanto la información financiera que obtenga no será válida.

4.2.2. Ajustes de la información financiera

La información financiera es analizada comparando entre sí las diferentes partidas de un mismo estado financiero. El interés fundamental de este tipo de análisis es ver la relación existente entre los datos de los estados financieros de un mismo período contable. La información financiera es analizada comparando las diferentes partidas o indicadores de los estados financieros de un período con otro.

Para evaluar la situación y desempeño de una empresa, el analista requiere de algunos criterios, como razones o índices que relacionan datos financieros entre sí. El análisis e interpretación de varias razones permite a los analistas tener un mejor conocimiento de la situación y desempeño financiero de la empresa que el que podrían obtener del análisis aislado del registro financiero.

Se considera como estados financieros, todos los documentos que debe preparar la empresa al terminar el ejercicio contable, con el fin de conocer la situación financiera y los resultados económicos obtenidos en las actividades que realiza una empresa a lo largo de un período. Son reportes resumidos de las transacciones contables, pueden ser aplicables a cualquier momento y a cualquier lapso de tiempo. Son documentos que presentan a monedas constantes los recursos generados o utilidades en las operaciones, los principales cambios ocurridos en la estructura financiera en la entidad y su reflejo final en el efectivo o inversiones personales a través de un período determinado.

Dentro de los objetivos de los estados financieros, se enmarcan los de brindar informaciones adecuadas y oportunas a sus diferentes usuarios, relativas a todos los acontecimientos producidos por un período dado y a una fecha determinada. Atendiendo a las necesidades de los diferentes usuarios, para brindar informaciones y proteger los recursos, se justifica además, porque sirve como sistema de información, lográndose de manera especial los siguientes objetivos fundamentales:

- Lograr satisfacer las necesidades de información de aquellas personas que tengan menos posibilidad de obtener información y dependan de los estados financieros como principal fuente, para informarse de las actividades económicas de la empresa.
- Proporcionar a los inversionistas y acreedores información útil que les permita predecir, comparar y evaluar los potenciales relativos a los flujos de efectivos.

- Proporcionar informaciones de utilidad, para evaluar la capacidad de la administración para utilizar con eficacia los recursos de la empresa que permiten lograr los objetivos propuestos.
- Proporcionar informaciones relativas a las transacciones y demás eventos que sirva para predecir, comparar y evaluar la capacidad generadora de utilidades.

Siendo el fin primordial de los estados financieros brindar información adecuada a sus diferentes usuarios. Para que esta condición pueda materializarse, los estados financieros deben satisfacer ciertas características, como son:

- Ser comprensivo: deben abarcar todas las actividades u operaciones de la empresa.
- Consistencia: la información contenida debe ser totalmente coherente entre las distintas partidas y entre los distintos estados financieros.
- Relevancia: ayudar a mostrar los aspectos principales del desempeño de la empresa.
- Confiabilidad: ser fidedignos de la realidad financiera de la empresa.
- Comparabilidad: ser comparables con otros períodos de la misma empresa y con otras firmas de la misma actividad.

- Proporcionar informaciones de utilidad para evaluar la capacidad de la administración al utilizar con eficacia los recursos de la empresa que permiten lograr los objetivos propuestos.
- Proporcionar informaciones relativas a las transacciones y demás eventos que sirva para predecir, comparar y evaluar la capacidad generadora de utilidades.

4.3. Construcción de instrumentos financieros

Un derivado financiero o instrumento derivado es un producto financiero, cuyo valor se basa en el precio de otro activo. El activo del que depende toma el nombre de activo subyacente, por ejemplo: el valor de un futuro sobre el oro se basa en el precio del oro. Los subyacentes utilizados pueden ser muy diferentes, acciones, índices bursátiles, valores de renta fija, tipos de interés o también materias primas.

El activo financiero, por lo general, es un documento legal que representa una inversión o un derecho económico para quien está entregando el dinero y es un mecanismo de financiación para quien lo está emitiendo, en otras palabras, recibiendo el dinero en préstamo.

También existen otros tipos de activos financieros que no necesariamente son documentos. Los instrumentos financieros se pueden clasificar por la forma en función de si son instrumentos en efectivo o instrumentos derivados.

Los instrumentos de efectivo son instrumentos financieros cuyo valor se determina directamente por los mercados. Se pueden dividir en valores, que son fácilmente transferibles u otros instrumentos comerciales como los préstamos y depósitos, en tanto prestatario y el prestamista tiene que ponerse de acuerdo sobre una transferencia.

Los instrumentos derivados son instrumentos financieros que derivan su valor del valor y las características de uno o más activos subyacentes. Se pueden dividir en derivados que cotizan en bolsa y derivados (OTC) por fuera del mercado.

Por otra parte, los instrumentos financieros se pueden clasificar por clase de activos, dependiendo de si están basados fondos propios de las empresas (que refleja la propiedad de la entidad emisora) o basado en deuda (lo que refleja un préstamo que el inversor haya realizado a la entidad emisora). Si se trata de la deuda, pueden clasificarse en corto plazo (menos de un año) o a largo plazo. La mayoría de estos instrumentos, son a la vez de inversión y de financiación, son de inversión para el adquirente y de financiación para el vendedor. Los productos del mercado de divisas y sus transacciones no son ni deuda ni fondos propios y pertenecen en su propia categoría. La construcción de instrumentos financieros sirve para transmitir el riesgo y crear formas de aseguramiento de capitales.

4.3.1. Líquidos

Este término hace referencia a la disponibilidad inmediata del dinero tras comprar o vender un activo. Los billetes y las monedas son los activos con más liquidez. Pero los instrumentos financieros están tomados cada vez mucho más liquidez y brindar la satisfacción como lo son los bonos, los CETES, los CDP, los leasing, los depósitos de ahorro, los *swap*, las *forward* entre otros. Cada vez la gente los está adoptando como instrumentos de compra y venta de activos rentables y esto va indicando que tan eficiente son los mercados financieros.

4.3.2. Confiables.

El término confiabilidad es usado generalmente para expresar un cierto grado de seguridad de que un dispositivo o sistema de mecanismos financieros opera exitosamente en un ambiente específico durante un cierto período. La moderna concepción cuantitativa de la confiabilidad tuvo sus orígenes en la tecnología militar y espacial.

Sin embargo, el incremento en la complejidad de los sistemas, la competitividad en el mercado, y la creciente competencia por presupuesto y recursos financieros han originado la expansión de la disciplina a muchas otras áreas.

Cuando la confiabilidad se define cuantitativamente puede ser especificada, analizada, y se convierte en un parámetro del diseño de un sistema que compite contra otros parámetros tales como costo y funcionamiento.

De acuerdo a la mayoría de las teorías que la abordan, se trata de una suspensión temporal de la situación básica de incertidumbre acerca de las acciones de los semejantes gracias a ella, es posible suponer un cierto grado de regularidad y predictibilidad en las acciones sociales, simplificando el funcionamiento de la sociedad.

Esta explicación, típicamente funcionalista, corresponde a la orientación teórica de la mayoría de los autores que han abordado el tema; en la teoría estructural-funcionalista, la confianza se considera por lo general la base de todas las instituciones, y funciona como correlato y contraste del poder, consistente en la capacidad de influir en la acción ajena para forzarla a ajustarse a las propias expectativas.

El término se aplica a estadísticas (valores de confianza o índice de confianza) y también a medición y calibración de máquinas destinadas a medir una magnitud (grado de confianza de la medición).

4.3.3. Tasa de corto plazo

Una interpretación sobre estas propiedades de la curva se basa en la hipótesis de que el mercado de dinero está segmentado hay un segmento del mercado enfocado en instrumentos de corto plazo (menores de un año), el cual por sus mismas características tiene preferencias por disponibilidades de liquidez. Obviamente, este segmento de mercado requiere diferencias de tasas más altas por comprar instrumentos de vencimiento a plazos mayores. Una de las reglas de los rendimientos es que a mayor riesgo (plazo) hay mayores rendimientos del capital en los mercados financieros.

4.3.4. Tasa de largo plazo

En los segmentos de mercado de mediano 1 a 10 años y largo plazo más de diez años. Las preferencias por líquidas no juegan un papel tan importante.

En este caso, hay que tomar en consideración otros factores, como son las expectativas de inflación a mediano y largo plazo para saber el valor real de los instrumentos, ya que la economía de Guatemala se maneja por metas explícitas de inflación y en los últimos 5 años el Banco de Guatemala ha obtenido buenos resultados con las metas de inflación que se propone cada cuatro años, esto significaría que se pueden hacer evaluaciones más certeras sobre las expectativas de crecimiento en los rendimientos y el crecimiento del mercado financiero reduciendo su volatilidad.

4.4. Tasas *swap*

Este tipo de *Swap* es el más común y busca generarle mayor liquidez, especialmente a una de las partes involucradas en la operación, y a las otras ganancias sobre las adquisiciones aunque a un plazo mayor, en éste se juega con los intereses, pero las partes tienen en cuenta también, los valores y los plazos, por lo general, se intercambian intereses de tipo fijo a variable o viceversa, involucrando entonces un riesgo como lo tiene cualquier operación financiera.

4.4.1. Mitigar riesgos

Un gran número de instrumentos financieros han sido diseñados con el objetivo de brindar a los agentes económicos la posibilidad de manejar sus niveles de exposición al riesgo.

En este marco se insertan los *swaps*, una herramienta que las empresas, bancos y otros agentes económicos utilizan para reducir sus riesgos cambiarios y de tasas de interés (aunque también existen *swaps* de índices bursátiles, acciones, crediticios y de materias primas). Básicamente, un *swap* es un contrato *over the counter* (hecho a medida), mediante el cual las partes acuerdan intercambiar flujos de efectivo sobre un cierto principal a intervalos regulares de tiempo durante un período dado. Por ejemplo: el caso de los *swaps* de tasa de interés.

Un *swap* de tasa de interés normal es un contrato, por el cual una parte se compromete a pagar a la otra una tasa de interés fijada por adelantado sobre un monto nominal (principal), también fijado por adelantado.

Al mismo tiempo, la segunda parte se compromete a pagar a la primera una tasa de interés variable sobre el mismo nominal. En otras palabras, a través del contrato, una parte conviene en pagar a los otros intereses a tasa fija y cobrar intereses a tasa flotante.

La otra parte pagará intereses a tasa flotante y recibirá intereses a tasa fija. Es un instrumento para transferir el riesgo a la contraparte y pagar menos de ambos lados para llegar a un equilibrio entre una tasa de libre de riesgo y una tasa *forward* con riesgo. Entre más tiempo pasa el *swap* se acerca a la tasa *forward* con riesgo por el principio de rendimiento.

4.4.2. Expectativas

Éstos son *swaps* flotantes, pero a diferencia de los *swaps* base, se basan en la expectativas de los agentes sobre las condiciones de mercado que exista o el ruido de la información flotante, los lados flotantes pueden estar vinculada a la tasa de largo plazo donde se ven reflejada las condiciones iniciales para el manejo del futuro.

Éstos son *swaps* de fija por variable, en los que la tasa fija es la de un bono cupón cero. Esto es, no se hace ningún pago en la rama de la tasa fija del *swap* hasta el vencimiento. Al término de éste, se fija la tasa y se hace un pago simple. La mayoría de los *swaps* se realizan con el fin de transformar el carácter de las obligaciones de los usuarios finales.

4.5. Factor de descuento

Se denomina factor de descuento (FD) o factor de actualización (FA) al coeficiente utilizado para averiguar el valor actual (presente) de cualquier flujo de caja futuro. Dicho factor de actualización va a depender tanto del tipo de interés o coste del dinero en el tiempo como del período de tiempo transcurrido.

En los mercados financieros, el factor de descuento o factor de actualización suele calcularse a partir de la siguiente fórmula:

$$FD = (1 + S_t)^{-t}$$

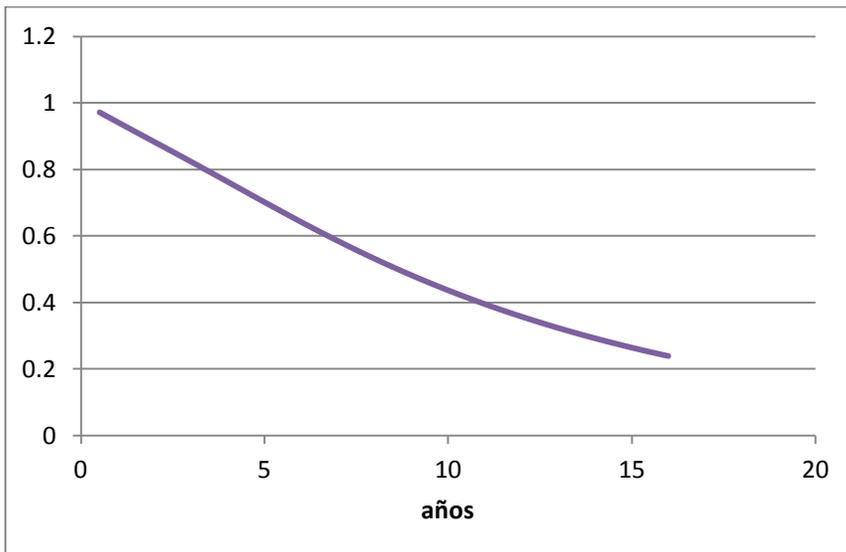
Donde:

S_t = tasa *spot*

t = tiempo

Gráficamente representa una curva convexa al origen decreciente en cada instante y positiva desde 1 hasta 0 como se ve en la figura 4. Donde el eje de las ordenadas se ve el factor de descuento entre 0 y 1 y en el eje de las abscisas se ve el tiempo en años.

Figura 4. **Factor de descuento**



Fuente: elaboración propia.

4.6. Mercados eficientes

En finanzas, la hipótesis de eficiencia de los mercados afirma que un mercado de valores es informacionalmente eficiente cuando la competencia entre los distintos participantes que intervienen en el mismo, conduce a una situación de equilibrio en la que el precio de mercado de un título constituye una buena estimación de su precio teórico o intrínseco.

Expresado de otra forma, los precios de los Títulos de Crédito que se negocian en un mercado financiero eficiente reflejan toda la información existente y se ajustan, total y rápidamente, a los nuevos datos que puedan surgir.

Si todos los títulos están perfectamente valorados, los inversores obtendrán un rendimiento sobre su inversión que será el apropiado para el nivel de riesgo asumido, sin importar cuáles sean los títulos adquiridos.

Es decir, en un mercado eficiente todos los títulos estarán perfectamente valorados, por lo que no existirán títulos sobre o infravalorados. El precio de los activos negociados en los mercados financieros refleja, en esa situación, toda la información conocida por los miembros del mercado y todas las creencias de los inversores sobre el futuro.

Se le conoce como un mercado eficiente a aquel, en el que la distribución de bienes y servicios entre compradores y vendedores es ideal. El caso perfecto es el que la colocación de bienes logra satisfacer la demanda en todo momento. Los mercados ideales no existen; sin embargo, siempre se busca que por lo menos sean eficientes.

Un mercado ineficiente es aquel en el que la distribución no es la adecuada y puede provocar que haya escasez de determinados bienes y servicios, o que los precios de éstos no obedezcan de forma adecuada a la demanda.

4.7. Aplicaciones

La curva de rendimiento puede ayudar a explicar el crecimiento de capitales en varios mercados y cómo ayudar a éstos a invertir en sus mejores opciones y no dar márgenes de arbitraje. Y manejar buena toma de decisiones para los hacedores de política para el crecimiento y desarrollo del país.

4.7.1. Mercado financiero

Los mercados financieros son un mecanismo que les facilita a las personas comprar y vender activos financieros, tales como: acciones y bonos, materias primas, como los metales y bienes agrícolas, y otros artículos fungibles de valor a los menores precios y costos de transacción posibles. El mercado de Futuros es donde se compran y venden contratos para el envío de *commodities* o instrumentos en fecha futura. Para lo cual se necesita de un análisis financiero para saber el precio de estos bienes y poder venderlos en el mejor precio, así como comprarlos, por lo cual la mejor herramienta para la toma de decisión del mercado financiero es la curva de rendimientos que toma las expectativas y los riesgos para obtener la mejor opción a la hora de invertir.

4.7.2. Mercado empresarial

El mercado empresarial está constituido por usuarios empresariales, organizaciones que compran bienes y servicios con uno de los siguientes fines: para producir bienes, para revender a otros usuarios empresariales o bien a los consumidores finales, para realizar las actividades de la organización.

En el mercado de empresas se encuentra el producto para el consumidor y con productos para las organizaciones. El *marketing* para el mercado empresarial, es la comercialización de bienes y servicios entre los usuarios empresariales en contraste con los consumidores finales. El consumidor común no conoce la existencia de este mercado y, por lo mismo, tiende a subestimar su importancia.

En realidad, es enorme en cuanto al volumen total de ventas y la cantidad de organizaciones que lo integran. Se vende a empresas que después lo someten a un procesamiento ulterior. Por ejemplo: las transacciones del *marketing* de empresa y el volumen total de ventas que se requieren, para que los zapatos de trabajo de piel lleguen finalmente a los usuarios.

Primero: se vende el ganado a través de uno o dos intermediarios antes que llegue al fabricante de calzado. Después, las pieles se venden a un curtidor, quien a su vez vende la piel al fabricante de calzado. Éste venderá los zapatos a un mayorista, quien a su vez vende a las zapaterías y bien a las fábricas que regalan los zapatos de trabajo a sus empleados. Cada venta constituye una transacción del *marketing* empresarial.

Además, el fabricante de calzado adquirirá ojetees, cintas, hilo, cola, punteras de acero, tacones, suelas y ceras para calzado. Otras compañías industriales deben comprar primero, el algodón y luego hilarlo, tejerlo, teñirlo y cortarlo hasta que se convierte en cordón de zapatos. Todos los fabricantes que intervienen en el proceso tienen plantas y oficinas con mobiliario, maquinaria, hornos, iluminación, equipo de mantenimiento y los suministros necesarios para mantenerlos funcionando, también estos son bienes industriales que es preciso producir y vender.

En una palabra, miles de productos industriales y de actividades de *marketing* empresarial entran en juego antes que un producto, destinado al consumidor final o a las empresas, llegue a su destino final. Cada compañía que interviene en una etapa del proceso de producción seguramente recurrirá a firmas externas de contabilidad y de asesoría legal. Algunas, tal vez contraten agencias publicitarias. Y todas utilizarán sin duda, los servicios de varias instituciones financieras.

4.7.3. Mercado bancario

Conjunto de instituciones de una economía que ayudan a conectar el ahorro y la inversión. Está integrado por las entidades de depósito: bancos, cajas de ahorro, las cooperativas de crédito y cajas rurales. La característica fundamental de estas instituciones es tener como principal fuente la financiación la obtención de depósitos transferibles, procedentes, principalmente del sector privado. Realizan inversiones y captación de recursos por cuenta propia, e intermedian la gran mayoría de las transacciones financieras. Dicho en otras palabras: canalizan el ahorro que generan fundamentalmente, las familias (unidades de gasto con superávit de ahorro), hacia las empresas (prestatarios o unidades de gasto con déficit de ahorro).

4.7.4. Mercado público

En el mercado público se analizan las situaciones que tiene cada individuo particular al momento de qué hacer con sus bienes escasos como el dinero, la tierra, los recursos naturales y cómo financiar nuevas ideas emprendedoras para mejorar las condiciones individuales como de país. Al contar con una herramienta de análisis de rendimiento, esto se vuelve fácil para toda persona para aumentar sus condiciones de vida.

5. SEGUIMIENTO

Presentación del análisis, basado en los resultados obtenidos a través de la investigación realizada, para poder emitir las conclusiones y recomendaciones respectivas y aplicaciones que tendría la construcción de la curva. También ver mejoras sobre la optimización de recurso escaso.

5.1. Obtención de datos para la generación de la curva de rendimiento

La información necesaria para estimar las curvas de tipos de interés procede de títulos de deuda pública. Los datos utilizados en el presente trabajo son datos de cotización diaria de títulos a corto, medio y largo plazo negociados en el mercado secundario. La deuda pública a corto plazo está formada por títulos emitidos al descuento y a la par, con pago del nominal al vencimiento. Los títulos a medio y largo plazo son títulos con pago de cupón a un interés fijo, con un único vencimiento y sin ningún tipo de opción u otras características.

El período analizado comprende dos años, y las estimaciones se realizan con periodicidad semanal. No se han incluido años anteriores, ya que no se dispone de suficiente información histórica. Los datos se obtuvieron en el Banco Central de Guatemala, los cuales son: CDP, (tasas a corto plazo) y Bonos Soberanos (tasas a largo plazo). Los cuadros y gráficas elaborados en esta sección fueron propias del autor y fueron creadas en Matlab 2009. Para la comprensión de los datos.

5.2. Resultados de la curva de rendimiento

En la tabla II se pueden observar los parámetros de ambos modelos para el 2011. Así como la Tasa Líder de Política Monetaria (TLPM), la tasa de corto plazo y largo plazo que el modelo da según el modelo de Svensson, da una tasa de corto plazo de 4,679% y la tasa líder es de 4,75%, para que la tasa líder fuera de 4,75% y no exista mala distribución de plazos se tendría que aumentar las tasa a los diferentes plazos que se muestran, para que el modelo devuelva la tasa de corto plazo 4,75%

Tabla II. **Análisis de curva durante el 2011 en el mes de julio**

25/07/2011			Modelo Nelson-Siegel		Modelo Svensson		
TLPM	4.75%		MAE	RMES	MAE	RMES	
plazos (días)	tasas %	T(años)					
62	5.2590	0.170	0.08140	0.15001	0.01769	0.02336	
133	5.6899	0.365	parametros		parametros		
224	6.0501	0.615	β_0	10.17411624	β_0	9.952639072	
315	6.1600	0.865	β_1	-4.710206953	β_0	-5.273951904	
1092	6.8000	3.000	β_2	3.82804E-06	β_0	-2.16586E-05	
2548	8.0000	7.000	τ_1	3.790057906	β_0	-8.485453059	
3640	8.5000	10.000			τ_1	0.370628327	
4368	8.8000	12.000			τ_2	1.449771546	
5460	9.0000	15.000					
Tasa interbancaria overnight (corto plazo)			Tasa interes de largo plazo				
Nelson-Siegel			5.464%		Nelson-Siegel		10.174%
Svensson			4.679%		Svensson		9.953%

* El programa MatLab 2009 no permite el uso de sistema internacional de unidades

Fuente: elaboración propia, con programa MatLab.

En la tabla III se observa los parámetros de ambos modelos para el 2012. Así como la Tasa Líder de Política Monetaria (TLPM), la tasa de corto plazo y largo plazo que el modelo da según el modelo de Svensson, da una tasa de corto plazo de 5,853% y la tasa líder es de 5,50%, para que la tasa líder fuera de 5,50% y no exista mala distribución de plazos se tendría que disminuir las tasa a los diferentes plazos que se muestran, para que el modelo devuelva la tasa de corto plazo 5,50%

Tabla III. **Análisis de curva durante el 2012 en el mes de junio**

18/06/2012			Modelo Nelson-Siegel		Modelo Svensson	
TLPM	5.50%		MAE	RMES	MAE	RMES
plazos (días)	tasas %	T(años)	0.06183	0.08428	0.04810	0.05985
84	5.9050	0.231	parametros		parametros	
168	6.0130	0.462	β_0	10.89187	β_0	10.59180741
259	6.1750	0.712	β_1	-4.945133068	β_0	-4.738683472
350	6.1850	0.962	β_2	-4.161644065	β_0	-2.633014412
1092	6.8000	3.000	τ_1	2.685531644	β_0	-9.821738106
1806	7.2500	4.962			τ_1	0.378420327
3661	8.7500	10.058			τ_2	1.739782013
4487	9.0000	12.327				
5642	9.2500	15.500				
Tasa interbancaria overnight (corto plazo)			Tasa interes de largo plazo			
Nelson-Siegel 5.947%			Nelson-Siegel 10.892%		Svensson 10.592%	
Svensson 5.853%						

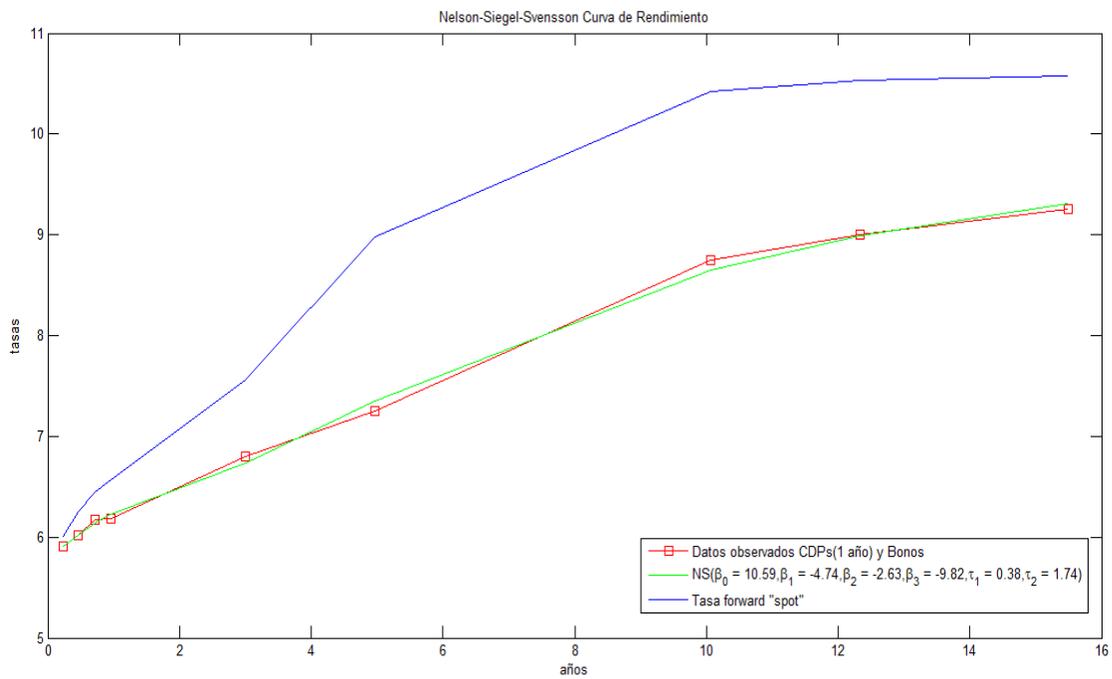
* El programa MatLab 2009 no permite el uso de sistema internacional de unidades

Fuente: elaboración propia, con programa MatLab.

5.2.1. Análisis de curvas de rendimiento

Se analizará la curva del modelo de Svensson que presenta muy buenas condiciones para el desarrollo guatemalteco.

Figura 5. Curva de rendimiento Svensson



Fuente: elaboración propia.

En la figura 5 se observa la curva de rendimiento según el modelo Svensson. Asimismo en el eje de las abscisas, el plazo en años y en el eje de las ordenadas las tasas de interés en 100 puntos básicos. Se observan el ajuste de los datos pronosticados (tasas *spot*) respecto a los datos observados. S

Puede verse un muy buen ajuste entre datos pronosticados y observados, la curva que pasa por encima de de la tasa *spot* es la tasa *forward* que incluye las expectativas del mercado, es una tasa más alta, por influencia a las condiciones de los agente.

5.2.1.1. Flexibilidad

Se analizaron los parámetros del modelo de Svensson del cuadro 3 y 4 y se observa en el cuadro 3 $\beta_0=9,952$ y en el cuadro 4 $\beta_0=10,592$ se puede ver que a pequeños cambios de las tasas, el cambio en los parámetros es mucho mayor, esto indica que es más inestable a cambios pequeños y es muy volátil en su estructura.

5.2.1.2. Ajuste

Se analizaron los dos indicadores para medir el ajuste de los datos: el error absoluto medio (MAE) y la raíz del error cuadrático medio (RMSE), que se muestran en el cuadro 3 y 4; donde se observa en ambos casos, que el error mínimo es el que se observa en teoría que se ajusta a la práctica, sugiriendo que el modelo de Svensson se ajusta mucho mejor que el modelo de Nelson & Siegel.

5.3. Estadísticas

En esta parte se dará un desarrollo desde el punto de vista de estadística utilizando los conceptos de econometría, El objetivo básico de la Econometría consiste en especificar y estimar un modelo de relación entre las variables relativas a una determinada cuestión conceptual. Por ejemplo, para conocer en profundidad el comportamiento del consumo privado agregado de un país, es preciso especificar y estimar un modelo de relación entre observaciones temporales de consumo privado y renta disponible. De modo similar, para analizar si la expansión monetaria. Gran parte del análisis en econometría aplican parten de la premisa de que y y x son dos variables que representan alguna población y se desea explicar y en términos de x o estudiar cómo varía y cuándo varía x , por lo tanto se utilizarán metodologías estadísticas para la resolución de este modelo:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon_t$$

Donde:

y = variable dependiente.

x = variable independiente.

ε_t = termino de error o perturbación en las relación es lo que el modelo no puede explicar con las variables independientes.

β_t = parámetros que hacen que se cumpla esa condición.

$t = 0, 1, 2, \dots, T$, tiempo.

5.3.1. Mínimos cuadrados ordinarios

El análisis de regresión trata de la dependencia de las variables explicativas, con el objetivo de estimar o predecir la media o valor promedio poblacional de la variable dependiente en términos de los valores conocidos o fijos de las variables explicativas.

Se trata de encontrar una método para hallar una recta que se ajuste de una manera adecuada a la nube de puntos definida por todos los pares de valores muestrales (x_i, y_i) . Este método de estimación se fundamenta en una serie de supuestos, los que hacen posible que los estimadores poblacionales que se obtienen a partir de una muestra, adquieran propiedades que permitan señalar que los estimadores obtenidos sean los mejores. Pues bien, el método de los mínimos cuadrados ordinarios consiste en hacer mínima la suma de los cuadrados residuales, es decir lo que tenemos que hacer es hallar los estimadores que hagan que esta suma sea lo más pequeña posible.

5.4. Auditorías

Para el desarrollo de la curva de rendimiento, que vaya teniendo su evolución el día a día se necesitará de ir viendo las consideraciones de la curva de rendimiento y su aplicación en los mercados hay que ir haciéndose a la idea de que la administración de un recurso escaso comienza con la alternativa de tener herramientas que sirva para la medición del riesgo, crear supervisiones para controlar el manejo de los instrumentos financieros, como a su vez la creación de éstos, para el crecimiento económico y desarrollo del país y esperar inversiones extranjeras para la creación de mejores oportunidades para todos los guatemaltecos.

5.4.1. Interna

El Instituto de Auditores Internos de los Estados Unidos define la auditoría interna como: una actividad independiente que tiene lugar dentro de la empresa o país y que está encaminada a la revisión de operaciones contables y de otra naturaleza, con la finalidad de prestar un servicio a la dirección.

Es un control de dirección, que tiene por objetivo la medida y evaluación de la eficacia de otros controles. La auditoría interna surge con posterioridad a la auditoría externa, por la necesidad de mantener un control permanente de la curva de rendimiento. El Banco de Guatemala está en la necesidad de crear un departamento para la creación del mercado secundario, regularlo y supervisarlos, así como de brindar una herramienta para el análisis de instrumentos financieros, y ser más eficaz dentro del mercado financiero y contribuir hacer más rápida y eficaz la función del auditor externo.

Generalmente, la auditoría interna clásica se ha venido ocupando fundamentalmente, del sistema de control interno sólo entre bancos, licitaciones, tasas overnight, que lo controla la Superintendencia de Bancos (SIB), es decir del conjunto de medidas, políticas y procedimientos establecidos, para proteger el activo, minimizar las posibilidades de fraude, incrementar la eficiencia operativa y optimizar la calidad de la información económico-financiera. Se ha centrado en el terreno administrativo, contable y financiero.

La necesidad de la auditoría interna se pone de manifiesto en el país a medida que ésta aumenta en volumen, extensión geográfica y complejidad y hace imposible el control directo de las operaciones por parte de la dirección.

Con anterioridad, el control lo ejercía directamente la dirección por medio de un permanente contacto con sus mandos intermedios. En la situación actual, esta peculiar forma de ejercer el control ya no es posible actualmente, y de ahí la emergencia de la llamada auditoría interna. Y podrían utilizar herramientas de control como diagramas para ver evoluciones gráficas y ver estacionalidad de los rendimientos.

5.4.2. Externa

Aplicando el concepto general, se puede decir que la auditoría externa es el examen crítico, sistemático y detallado de un sistema de información de una unidad económica, realizado por un profesional sin vínculos laborales con la misma, utilizando técnicas determinadas y con el objetivo de emitir una opinión independiente sobre la forma como opera el sistema, el control interno del mismo y formular sugerencias para su mejoramiento.

El dictamen u opinión independiente tiene trascendencia a los terceros, pues da plena validez a la información generada por el sistema, ya que se produce bajo la figura de la fe pública, que obliga a los mismos a tener plena credibilidad en la información examinada.

La auditoría externa examina y evalúa cualquiera de los sistemas de información de una organización y emite una opinión independiente sobre los mismos, pero los mercados, generalmente requieren de la evaluación de su sistema de información financiero en forma independiente para otorgarle validez ante los usuarios del producto de éste, por lo cual tradicionalmente se ha asociado el término auditoría externa a auditoría de estados financieros.

La auditoría externa o independiente tiene por objetivo averiguar la razonabilidad, integridad y autenticidad de los estados, expedientes y documentos y toda aquella información producida por los sistemas de la organización donde se ven las expectativas de los agentes.

Una auditoría externa se lleva a cabo cuando se tiene la intención de publicar el producto del sistema de información examinado con el fin de acompañar al mismo una opinión independiente que le dé autenticidad y permita a los usuarios de dicha información tomar decisiones confiando en las declaraciones del profesional, ésta hace que la información de invertir y ahorrar sea más fácil para los agentes.

Una auditoría debe hacerla una persona o firma independiente de capacidad profesional reconocidas. Esta persona o firma debe ser capaz de ofrecer una opinión imparcial y profesionalmente experta a cerca de los resultados de auditoría, basándose en el hecho de que su opinión ha de acompañar el informe presentado al término del examen y concediendo que pueda expresarse una opinión basada en la veracidad de los documentos y de los estados financieros y en que no se imponga restricciones al auditor en su trabajo de investigación. Para el mejor manejo de tasa de interés de mercado.

5.5. Mejora continua

En esta parte se trabajará el desarrollo de nuevas técnicas para la construcción de de la curva de rendimiento nacional para estudios futuros y cuando el mercado nacional sea más eficiente. En este momento los modelos de Nelson & Siegel y de Svensson se acoplan muy bien a las condiciones del mercado nacional.

Siempre hay nuevas técnicas de desarrollo que son los modelos no paramétricos, que son modelos determinísticos que involucran probabilidades, esperanzas matemáticas, y eventos independientes entre ellos, para lo cual se necesita una base de datos muy robusta para construirla.

5.5.1. Programación modelos dinámicos

En un modelo estático, la variable tiempo no desempeña un papel relevante, en un modelo dinámico, por el contrario, algunos de los elementos que intervienen en la modelización no permanecen invariables, sino que se consideran como funciones del tiempo, describiendo trayectorias temporales. El análisis de un modelo dinámico tiene por objetivo el estudio de la trayectoria temporal específica de algunos de sus elementos

Un modelo constituye una representación abstracta de un cierto aspecto de la realidad. En su estructura intervienen, por una parte, los elementos que caracterizan la realidad modelizada y por otra parte, las relaciones existentes entre ellos.

La programación de modelos dinámicos cada vez se hace más fáciles a través de programas de simulación por el método de Monte Carló, así como a su vez todo el Software que se está utilizando como herramienta de elaboración de modelos matemáticos muy complejos que haciéndolos sin una herramienta como esas, sería muy difícil hallar el valor de equilibrio del modelo planteado. Algunos programas pueden ser Matlab, R-studio, Microsoft Evies, Java, entre otros, con estas herramientas se hace fácil el desarrollo de modelos dinámicos y son programas orientados a objetos y programación de comandos.

5.5.1.1. Modelos avanzados

En este caso, los modelos propuestos buscan asegurar que el modelo describa razonablemente la dinámica de la estructura. Éstos se clasifican en dos tipos:

- Modelos libres de arbitraje para la estructura de plazos: dada una estructura inicial de plazos e hipótesis sobre el proceso de tasas de interés para la tasa a corto plazo se calcula el proceso neutral al riesgo usado, para determinar precios de arbitraje en títulos de renta fija. Modelos de este tipo han sido propuestos por Ho-Lee (1986), Hull y White (1990), Black-Derman-Toy (1992) y otros.
- Modelos de equilibrio: se deduce el proceso neutral al riesgo a partir de hipótesis sobre el verdadero proceso de tasas de interés y sobre la prima de riesgo demandada por el mercado.

Estos modelos no necesariamente son compatibles con la estructura de plazos inicial. La diferencia esencial entre un modelo de equilibrio y uno libre de arbitraje, es que en los modelos libres de arbitraje la estructura actual de plazos de las tasas de interés es un insumo; en cambio en los modelos de equilibrio la estructura actual de plazos de las tasas de interés es un producto. En esencia, ambos tipos de modelos son dinámicos, en el sentido que proponen esquemas de evolución de las estructuras de plazos.

El primer modelo de equilibrio fue propuesto por Vasicek (1977). En este modelo se propone que la tasa *spot* de corto plazo, analizada como un proceso aleatorio $(z_t)_t$ tiene un comportamiento definido de acuerdo a la estructura siguiente:

$$z_{t+1} = \phi * z_t + (1 - \phi) * \theta + \sigma * \varepsilon_t$$

Donde:

ϕ = coeficiente de correlación

θ = valor esperado de tendencia de largo plazo

σ = volatilidad de largo plazo del proceso

ε_t = una perturbación aleatoria de distribución normal, valor esperado cero y varianza unitaria.

El modelo propuesto es del tipo llamado retorno a la media (proceso de *Ornstein-Uhlenbeck*) y los parámetros pueden ser calibrados mediante el cálculo de un modelo autorregresivo tipo AR(1) .

Por otra parte, las tasas *spot* correspondientes a un plazo $T=n\Delta t$ se calculan a partir de las tasas de corto plazo z_t mediante los factores de descuento $b_{tn}=e^{-(A_n+B_n z_t)}$, donde los términos A_n , B_n son calculados en forma recursiva a partir de los parámetros del proceso aleatorio y utilizando un coeficiente de prima de riesgo.

CONCLUSIONES

1. Para los instrumentos de renta fija, la curva de rendimiento representa dentro de una clase de riesgo y a un instante dado, la relación entre los plazos de vencimiento y las tasas de rendimiento del mercado, reflejando así las expectativas y la aversión al riesgo de los agentes económicos de dicho mercado. El uso de la curva de rendimiento como herramienta para el análisis monetario es cada vez más popular entre los bancos centrales en la medida que permite extraer información sobre la trayectoria futura de tasas de interés, que el mercado espera en el corto plazo.
2. Otros factores pueden ser incluidos en los modelos, los cuales permiten que el objetivo de mediano y largo plazo de la política monetaria tenga un papel explícito en la dinámica del modelo. Para determinar la factibilidad de este desarrollo, es necesaria una investigación más profunda, ya que los factores mencionados no son necesariamente variables observables, lo cual requiere técnicas cuantitativas adecuadas para diseñar métodos de extracción de señales a partir de los datos disponibles.
3. El modelo propuesto permite extraer información sobre el comportamiento de tasas de rendimiento a partir de la dinámica de la tasa de corto plazo, la cual es un insumo central del modelo. El análisis de la prima de riesgo de mercado puede generar información útil sobre las expectativas de riesgo del mercado (incluida la expectativa de inflación).

4. Los modelos de Nelson & Siegel y Svensson propuestos en el presente trabajo, tienen desempeños distintos, si se les mide con base a criterios de bondad de ajuste, estabilidad de los parámetros estimados y tiempo de estimación. En el modelo de Svensson, cuando existe escasa disponibilidad de datos o mayor volatilidad de los mismos, genera parámetros más inestables lo que se traduce en una mayor volatilidad de las tasas estimadas. De otro lado, en términos de facilidad de estimación, el modelo de Nelson & Siegel converge más rápido y en menos tiempo, mientras que el modelo de Svensson puede tomar mayor tiempo y a veces puede requerir probar con valores iniciales alternativos para que converja.
5. En la medida que el mercado de bonos soberanos se desarrolle, tanto en términos de mayores plazos como de liquidez en el mercado secundario, es posible mejorar la estimación de la estructura temporal de las tasas de interés tanto *spot* como *forward*. De manera que las aplicaciones de las tasas estimadas para la valoración de los instrumentos financieros, como para el análisis monetario, tendrán una mayor confiabilidad.
6. En consecuencia, al ser el mercado nacional de capitales incompleto, dado que existe la limitante de instrumentos de análisis y cobertura, el mercado de bonos permite la existencia de posibilidades de arbitraje para los agentes. Siendo los modelos propuestos una referencia práctica y de fácil metodología para la solución de incertidumbre.

7. La elección del modelo de estimación va a depender, por tanto de la disponibilidad de datos década país y el criterio de cada Banco Central, que juega un rol predominante en el proceso de estimación. Se recomienda empezar el proceso de estimación de la curva de rendimiento con el modelo de Nelson & Siegel, y luego utilizar los parámetros estimados como valores iniciales en la estimación del modelo de Svensson. Luego, se elegirá el modelo que presente el mejor ajuste (particularmente del tramo de corto plazo) y que muestre mayor estabilidad de los parámetros de un período a otro (en la medida que la volatilidad esté generada por ruidos y no por cambios en expectativas).

RECOMENDACIONES

1. Desarrollar los mercados primarios y secundarios para tener datos más robustos y crear nuevas herramientas e instrumentos para el crecimiento del país.
2. Crear más instrumentos líquidos y confiables a corto plazo, para incentivar el desarrollo del mercado secundario.
3. Crear un ente regulatorio del mercado financiero para tomar en consideración que el país puede crecer con inversiones y cubrir deuda pública lo más barato posible.
4. Modelar nuevas condiciones de mercado con modelos más ajustados y menos volátiles. Para mejores recomendaciones de qué hacer con un bien escaso.
5. Institucionalizar y regular las operaciones de mercado abierto (OMA) para que el banco no sea juez y parte al mismo tiempo y desarrollar más, el mercado secundario
6. Implementar nuevas metodologías y un modelo hecho a la medida del país, para crear nuevas negociaciones a través de elaborar nuevas formas de aseguramiento y esto con tener nuevos instrumentos financieros.

7. Guatemala es un país emergente que va creciendo por debajo de lo esperado, pero nuevas técnicas de crecimiento económico como el crecimiento de capital, puede ser una opción para el país y luego saber con herramienta financieras, cómo crear mejores instrumentos para optimizar los recursos.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALFARO, Rodrigo. *Estimación de la curva Forward*. Chile: Banco Central de Chile, 2003. 29 p.
2. BACKUS, David; FORESI, Silverio; TELMER, Chris. *Discrete-time Models of Bond Pricing*. Cambridge, Estados Unidos de America: NBER WORKING PAPERS, 1998. 36 p
3. _____. *National Bureau of Economic Research*, Cambridge, Estados Unidos de América: NBER WORKING PAPERS, 1998. 18 p.
4. BALDUZZI, Pierluigi; RANJAN DAS, Sanjiv; FORESI, Silverio. *The central tendency: a second factor in bond yields*. Massachusetts, Estados Unidos de América: NBER Working Papers, 1997. 29 p.
5. Bank for International Settlements. *Zero-Coupon yield curves: technical documentation*. [en línea]. Suiza: BIS Papers, 2005. <<http://www.bis.org/publ/bppdf/bispap25.pdf>> [Consulta: 7 de agosto de 2011].
6. BOLDER, David Jamieson. *Affine Term-Structure models: theory and implementation*. Ottawa, Canada: Bank of Canada Working, 2001. 68 p.

7. BRIGO, Damiano, et al. *A Stochastic processes toolkit for risk management*, Londres: Working Paper Imperial College, Department of Mathematics, 2007. 42 p.
8. CAMPBELL, John; LO, Andrew; MACKINLAY, A. Craig. *The econometrics of financial*. Estados Unidos de América: Markets Princeton University Press, 1997. 24 p.
9. CHAN, K. C, et al. Anthony. *An empirical comparison of alternative models of the short-term interest rate*. New Orleans, Estados Unidos de América: American Finance Association, 1992. 20 p.
10. CHRISTENSEN, Jens; RUDEBUSCH, Glenn Diebold. *The affine arbitrage-free class of Nelson-Siegel termstructure models*. Estados Unidos de América: Manuscript University of Pennsylvania, 2009. 29 p.
11. COX, Jonh; INGERSOLL, Jonathan; ROSS Stephen. *A theory of the termstructure of interest rates*. Estados Unidos de América, Econometrica, 1985. 25 p.
12. FAVERO, Carlo. *Applied macroeconometrics*. Oxford, Estados Unidos de América: Oxford University Press, 2000. 30 p.
13. FISHER, M.; NYCHKA, D.; ZERVOS, D. *Fitting the termstructure of interest rates with smooting splines*. Londres, Finance and Economics Discussion Series, 95-1, Federal Reserve Board, 1995. 28 p.

14. HAUGEN, Robert. *Modern Investment Theory*. 5a ed. New Jersey: Prentice Hall, 2000. 266 p.
15. NELSON, C. R.; SIEGEL, A. F. *Parsimonious modeling of yield curves*. Estados Unidos de América: *Journal of Business*, 1987. 489 p.
16. PEACOCK, Ch. *Deriving a market-based measure of interest rate expectations*. Inglaterra: Bank of England Quarterly Bulletin, Summer, 2004. 352 p.
17. SVENSSON, Lars. *Estimating and interpreting forward interest rates*: Washington: IMF Working Paper, 1995. 49 p.
18. VASICEK, Oldrich. *An equilibrium characterization of the termstructure*. Berkeley, California: Wells Fargo Bank; University of California, 1977. 354 p.