

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**TESIS DE MAESTRÍA EN INVESTIGACIÓN DE  
OPERACIONES**

**PROPUESTA DE UN MODELO DE OPTIMIZACIÓN  
PROBABILÍSTICO PARA LA INVERSIÓN EN  
CERTIFICADOS DE LA TESORERÍA DE LA  
FEDERACIÓN**

**DIRECTOR DE TESIS: DR. EDGAR ORTIZ CALISTO**

**ALUMNO: JORGE LUIS SILVA HARO**

# ÍNDICE

Página

## INTRODUCCIÓN

Antecedentes

Problemática

Objetivos

Hipótesis

Metodología

Contenido.....I

## CAPÍTULO I

VALORES GUBERNAMENTALES Y MODELOS DE VALUACIÓN.....1

## CAPÍTULO II

CERTIFICADOS DE LA TESORERÍA DE LA FEDERACIÓN.....7

## CAPÍTULO III

INFLACIÓN Y TASA DE RENDIMIENTO REAL.....18

## CAPÍTULO IV

FORMULACIÓN DEL MODELO PROPUESTO.....28

## CAPÍTULO V

APLICACIÓN Y ANÁLISIS DEL MODELO PROPUESTO.....33

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....37

BIBLIOGRAFÍA.....42

# **PROPUESTA DE UN MODELO DE OPTIMIZACIÓN PROBABILÍSTICO PARA LA INVERSIÓN EN CERTIFICADOS DE LA TESORERÍA DE LA FEDERACIÓN**

## **INTRODUCCIÓN**

Desde hace varios años, la tendencia de todas las economías del mundo, es sin duda, el intercambio de bienes terminados, insumos, servicios y flujos financieros; estos flujos se deben al pago de mercancías, inversión directa, inversión en bolsa de valores, oportunidades de especulación y de arbitraje y coberturas contra el riesgo, o en su caso, una combinación de las anteriores. Esto plantea grandes retos a las economías domésticas y a sus planes de desarrollo económico y financiero; para las economías emergentes, como la mexicana, los retos son aun mayores.

Ante esta situación, los mercados financieros de todo el mundo, se han caracterizado por la evolución y gran expansión y, sobre todo, por su enorme diversificación e innovación de instrumentos financieros de inversión, financiamiento y/o de cobertura, tales instrumentos siempre deben ser valuados en valor presente o futuro, según sea la necesidad del cliente; la tasa con la cual se deben hacer estas valuaciones, es sin duda, la Tasa Mínima Libre de Riesgo de cada economía.

Un problema para la economía mexicana es que debe tener suficientes reservas en divisas extranjeras, principalmente en dólares americanos para: afrontar la amortización de su deuda gubernamental, controlar el tipo de cambio (a través del corto), realizar sus pagos al comerciar con el resto del mundo, mantenimiento de finanzas sanas, satisfacer de la divisa a instituciones privadas físicas y morales, y finalmente, para evitar especulaciones internacionales; de tal manera que debe atraer dos tipos de inversión extranjera: 1) directa y 2) en bolsa de valores (títulos nacionales), ésta última deberá ofrecer una atractiva tasa de rendimiento real anual a los inversionistas internacionales, porque de lo contrario, éstos depositarán su dinero en el país que ofrezca mayor tasa de rendimiento real anual con su respectivo nivel máximo de riesgo; como consecuencia de esto, el Banco de México puede llegar a tener una insuficiente reserva en dólares americanos y otras divisas para afrontar sus necesidades, tanto al exterior como al interior.

Por lo que toca a los inversionistas en la Bolsa Mexicana de Valores. Éstos tienen dos principales objetivos: maximizar su tasa de rendimiento real anual y minimizar el riesgo. En el caso de inversionistas nacionales su rendimiento se limita a pesos mexicanos. En el caso de inversionistas extranjeros esta optimización debe realizarse en la divisa de origen. Esto resalta la necesidad de tener mercados financieros estables que ofrezcan tasas de interés atractivas y además se cuente con una convertibilidad fácil.

Por lo que toca a los inversionistas domésticos, éstos desearán siempre maximizar su tasa de rendimiento real y anual, y simultáneamente, minimizando el riesgo.

Aun más, actualmente la economía mexicana requiere de capital extranjero en forma directa e indirecta para solventar la insuficiencia del ahorro interno, provocando con esta situación que la economía dependa en gran medida de la afluencia del capital extranjero, colocando al país en una situación vulnerable por la menor entrada de capitales y en un caso extremo por la salida masiva de los ya existentes, como ocurrió a finales de 1994. El modelo económico actual está orientado por la apertura comercial y financiera a la atracción de capital foráneo, con el riesgo latente de ante una turbulencia económica, político o social el capital saldrá del país para buscar mercados que satisfagan sus expectativas de rendimiento y de seguridad.

La política monetaria restrictiva que lleva el Banco de México, logra eficientemente la disminución de la inflación, pero no permite que aumente el empleo al disminuir las inversiones productivas, esta situación se agrava con la aplicación de la política fiscal, mediante la cual el gobierno reduce su participación en la economía (paraestatales) y procurar tener finanzas públicas sanas mediante la reducción del gasto público con una mayor recaudación impositiva.

En el contexto actual de política monetaria restrictiva caracterizada por la implementación de su instrumento más conocido como “corto”, el cual se lleva a cabo por el Banco de México a través del mecanismo de venta de dólares, pero también mediante la venta de CETES. En ambos casos se logra el objetivo de retirara dinero de la circulación “pesos” y de esta manera contener la inflación a través del mecanismo de la reducción de la demanda, sin embargo, esta medida llamada restrictiva puede provocar que la economía no crezca por falta de inversiones productivas que ceden su lugar a la inversión en CETES y dólares.

En este respecto, cabe resaltar que una de las herramientas económicas y financieras que tienen todos los países es su Tasa Mínima Libre de Riesgo, para el caso mexicano, tal tasa es la otorgada por los Certificados de la Tesorería de la Federación a 28 días; estos son bonos cupón cero emitidos por el Gobierno Federal Mexicano.

Pero estos instrumentos financieros del Gobierno Federal no solamente tienen esta función, también se utilizan como:

- Política Monetaria.
- Deuda gubernamental a corto plazo.
- Financiamiento a corto, mediano y largo plazo de los proyectos del Gobierno Federal.
- Indicador clave del desarrollo y expectativas de variables macroeconómicas, como: tipo de cambio, tasa de inflación.
- Importante variable para la valuación de activos financieros, por ejemplo, es la tasa libre de riesgo de los modelos CAPM, APT y Black y Scholes, entre otros.

Es bien sabido que el nivel y variabilidad de la tasa de los Certificados de la Tesorería de la Federación es un indicador, entre otros, del desarrollo y estabilidad económico y financiero del país. Ejemplos de lo anterior son:

- Cuando la tasa de inflación aumenta o disminuye, la respectiva tasa de los Certificados también se mueve y en forma directa, esto sucede para que la tasa de rendimiento real sea positiva.
- Cuando El Banco de México ya no puede vender dólares americanos en la economía para mantener el precio de la divisa en niveles deseados, debido a la insuficiencia de reservas, como sucedió en diciembre 22 de 1994, el tipo de cambio aumenta, la tasa de los certificados también aumenta, y esto es debido a que si aumenta el tipo de cambio en forma significativa, entonces los precios de los bienes, insumos y servicios importados son más caros, lo que trae consigo un aumento de la inflación.
- Nivel de ahorro del país, cuando la tasa de CETES es alta, como en el año de 1995, los poseedores de capital comprarán estos títulos en lugar de mandar su dinero a inversión directa, y esto es debido a la relación riesgo-rendimiento entre CETES y la inversión directa.
- Incertidumbre de la tasa de interés para la adquisición de bienes de consumo y de capital entre bancos y empresarios. Ejemplos de ellos son los créditos automotrices, hipotecarios, personales, industriales, comerciales, etc.
- El rendimiento otorgado por la colocación de deuda de empresas privadas. Al aumentar la tasa de CETES, el rendimiento otorgado por la deuda privada deberá ser mayor, debido al riesgo de impago entre Gobierno Federal y empresas privadas.
- Cuando un inversionista entra al Mercado de Valores con un portafolio, la tasa de rendimiento de éste tiene cuatro componentes: 1) Rendimiento real. 2) Prima de riesgo debido a la inflación. 3) Prima de riesgo del Mercado y 4) Prima de riesgo debido a la naturaleza del portafolio. la tasa de rendimiento mínima que debe ganar con un portafolio de inversión, es precisamente la tasa líder en términos reales; esto es, tasa real más una prima por la inflación, considerando también que existe una relación directa y no lineal entre riesgo y rentabilidad.

## PROBLEMÁTICA

Existen muchas instituciones del país que compran CETES, ya que éstos tienen el mínimo riesgo de impago de todos los instrumentos cotizados en la Bolsa Mexicana de Valores S. A. de C. V. Esta inversión es parte de lo que se denomina Mesa de Dinero

Entre las corporaciones que compran estos instrumentos, están: bancos, casas de bolsa, compañías aseguradoras, fondos de pensiones, afores, diversos tipos de empresas privadas, entre otras. **Estas corporaciones deberán buscar siempre maximizar la tasa de rendimiento real anual al invertir en estos bonos, porque de ello dependen las ganancias de sus clientes, y por supuesto, sus comisiones. Si se trata de inversionistas extranjeros, esta optimización deberá realizarse en su divisa de origen.**

Por otro lado, con una mayor inversión en CETES, interna y externa, fortalece el ahorro interno y con ello tasas de interés estables a largo plazo. Si esto se logra permitirá que la inversión productiva se reactive a través de dos mecanismos: el primero de ellos inversión en infraestructura por parte del gobierno (vías de comunicación) y en segundo lugar al contar el Gobierno Federal con recursos financieros captados a través de los CETES disminuirá su requerimiento de financiamiento provenientes del sector privado dándole la oportunidad a éste de reinvertirlo productivamente.

Sin embargo, en la literatura financiera ha sido poco tratado.

## HIPÓTESIS

Las hipótesis en las que se sostiene el modelo propuesto son:

1. La tasa de inflación quincenal se comporta como una normal con media y desviación estándar muestrales.
2. La relación para encontrar la tasa real dada las tasas de inflación y nominal es geométrica.

## SUPUESTOS DEL MODELO

1. La tasa real anualizada es bajo interés compuesto y no simple.

2. El precio del Certificado, el cual depende de dos factores: 1) La tasa de descuento y 2) Los días por vencer del título, se relaciona con la tasa de rendimiento al plazo.

## **OBJETIVOS**

De tal manera que los tres objetivos principales de esta Tesis son:

- 1. Proponer un modelo alternativo para maximizar la tasa de rendimiento real anual al invertir únicamente en los Certificados de la Tesorería de la Federación, tal modelo tendrá una variable con incertidumbre, la inflación.**
- 2. Implementar el modelo del punto anterior.**
- 3. Probar con ejemplos numéricos y con el mismo modelo propuesto, que al invertir en estos títulos: si se desea mayor tasa de rendimiento real anual entonces habrá un mayor riesgo.**

Dos objetivos secundarios son:

- 1. Dar una justificación económica y financiera de por qué los Certificados de la Tesorería de la Federación a 28 días es la Tasa Líder del Sistema Financiero Mexicano.**
- 2. Realizar una demostración de la Fórmula de Fisher desde una perspectiva financiera.**

## **METODOLOGÍA**

El modelo propuesto no es econométrico. Se utilizará la herramienta de las matemáticas financieras, la fórmula de valuación de los CETES, la prueba de hipótesis de la ji cuadrada para demostrar que la inflación quincenal se comporta como una función de densidad normal con media y desviación estándar definidas por la muestra. También se utilizará la fórmula para encontrar la función de densidad de una variable aleatoria y por último, en la implementación se usará EXCEL y Scientific Work Place.

## **ESTRUCTURA DE LA TESIS**

El contenido de esta Tesis se realiza en cinco capítulos, ellos son:

El Capítulo I expone los instrumentos financieros emitidos por el Gobierno Federal, así como sus características.

El Capítulo II explica el significado, funciones, objetivos, metodología técnica de los Certificados de la Tesorería de la Federación.

El Capítulo III explica el significado de inflación, cuál es su efecto en la tasa nominal y cómo se debe manejar cuantitativamente.

El Capítulo IV se construye tal modelo de optimización financiera.

El Capítulo V se realiza la aplicación del mismo con datos tomados del mercado. Finalizando con las conclusiones.

De (4.11), si el inversionista es del extranjero, antes de comprar sus paquetes de CETES, deberá cambiar sus dólares americanos, euros o cualquier otra divisa a pesos mexicanos; con lo anterior su rendimiento también dependerá del tipo de cambio inicial y final.

Si el tipo de cambio inicial y final son:  $T_o$  y  $T_f$  respectivamente y la tasa de interés real es  $r$ , entonces la tasa de rendimiento ( $R$ ) para el inversionista extranjero viene dado por:

$$R = \frac{T_o}{T_f}(1 + r) - 1. \quad (4.17)$$

De tal manera que el modelo propuesto en esta Tesis tiene funcionalidad para el mercado doméstico y externo.

## CAPÍTULO I

### VALORES GUBERNAMENTALES Y MODELOS DE VALUACIÓN

Un bono es un título de crédito en el que intervienen dos entidades: El **emisor** y el **comprador**. El comprador del bono se compromete a darle al emisor una cantidad de dinero llamada **principal**, por su parte, el emisor se compromete a devolver el principal en una o varias exhibiciones más intereses en plazos determinados con anterioridad. Una obligación es casi lo mismo que un bono, la única diferencia es que en el caso del bono, el emisor es un gobierno federal, estatal o municipal, o en su caso, una paraestatal; mientras que en el caso de la obligación, el emisor es una empresa privada.

Los bonos emitidos por el Gobierno Federal tiene diversos propósitos, éstos van desde el control monetario de la economía, desarrollo del infraestructura del país, pago de deuda del rescate bancario y carretero, liquidez para el Mercado de Valores, etc. Los bonos emitidos por el Gobierno Federal que actualmente están en circulación son:

1. Certificados de la Tesorería de la Federación (CETES)<sup>1</sup>.
2. Bonos de Desarrollo del Gobierno Federal (Bondes cupón 91, 182 días), con y sin protección inflacionaria.
3. Bonos del Gobierno Federal a tasa fija (M3, M5, M7 M0).
4. Bonos del Gobierno Federal indexados al valor de las Udi's (Udibonos).
5. Pagarés y certificados bursátiles de indemnización carretera (PICS, CBICS).
6. Bonos soberanos del Gobierno Federal (UMS).
7. Bonos de Protección al ahorro Bancario (BPAS, BPATS).
8. Bonos de Regulación Monetaria (BREM'S).

Cada uno de ellos tienen distintos objetivos y características, las cuales se muestran a continuación:

Los bonos de desarrollo de la Tesorería de la Federación, mejor conocidos como **BONDES**, fueron creados por medio del Decreto mediante el cual la SHCP fue autorizada a emitir BONDES, éste apareció publicado en el Diario Oficial de la Federación del 22 de diciembre de 1987. Son títulos de crédito nominativos, negociables y colocados a descuento por el Banco de México a plazos de 364, 532, 728 y 1092 días (no deben ser menores a un año ni mayores a dos años), el pago de sus cupones puede ser en forma mensual o trimestral sobre el valor nominal, el rendimiento pagado por ellos es a la tasa ponderada de los CETES y son pagaderos en moneda nacional, son colocados en forma semanal y mediante subastas, se liquidan a valor nominal \$100.00 o sus múltiplos. Los pueden adquirir personas físicas y morales, no tienen comisiones y están libres de impuestos, excepto para las personas morales que los deben agregar a su base financiera. En cuanto a la garantía tienen el respaldo absoluto del Gobierno Federal. Los BONDES tienen una alta liquidez en el mercado secundario. Sus objetivos son financiar los proyectos de mediano y largo plazo del gobierno Federal así como control monetario.

Rendimiento: Se emiten a descuento teniendo dos componentes:

La tasa de interés que devenguen a 28 días sobre su valor nominal, la mayor entre CETES, Pagaré Ventanilla y CEDES y una ganancia en precio, producto del diferencial existente entre: A.- El precio de Adquisición y su valor de redención, en caso de que el inversionista

---

<sup>1</sup> En el Capítulo II se hablará extensamente de estos títulos.

los mantenga hasta el vencimiento. B.- El precio de adquisición y el precio de venta, en caso de que el inversionista opte por una venta anticipada; en este caso se podría presentar una utilidad y una pérdida dependiendo de las condiciones del Mercado Secundario.

Depósitos en Administración : La custodia se encuentra a cargo del Banco de México.

Intermediación: Bancos y Casas de Bolsa.

Posibles adquirientes: Personas físicas y morales, nacionales y extranjera.

Comercialización: Mercado Primario y también en el Mercado Secundario dependiendo de su precio y su de su sobretasa.

Forma de colocación: Semanalmente y mediante subastas para posteriormente colocarlos entre su clientes.

Sin comisión

Forma de liquidación: mismo día , 24 , 48, 72, o 96 horas.

Régimen fiscal: extranjeras exentas.

Las emisiones de BONDES se identifican con una clave formada por la letra “L”, seguida por la fecha de vencimiento.

**Bonos del Gobierno Federal a Tasa Fija (M3, M5, M7 y M0).** Estos bonos son de reciente creación que se encuentran a disposición del público inversionista. Son emitidos a plazos mayores aun año, pagando cupones cada seis meses, la tasa de interés se determina se determina en la emisión del instrumento y se mantiene fija a lo largo de la vida del instrumento.

El Valor Nominal de estos instrumentos es de \$100.00. El plazo debe ser múltiplo de 182 días, No obstante, se han emitido títulos a plazos entre 3 y 5 años. La tasa de interés que pagan estos títulos es fijada por el Gobierno Federal en la emisión de la serie y es dada a conocer al público inversionista en la Convocatoria de Subasta de Valores Gubernamentales y en los anuncios que se publican en los principales diarios cada vez que se emite una nueva serie. El pago de intereses se calcula considerando los días efectivamente transcurridos entre las fechas de pago de los mismos, tomando como base de 360 días y se liquidan al finalizar cada uno de los periodos de interés.

Colocación Primaria. Los títulos se colocan mediante subasta, en la cual los participantes presentan posturas por el monto que desean adquirir y el precio que están dispuestos a pagar. Las reglas para participar en estas subastas se encuentran descritas en el Anexo 6 de la Circular 2019/95 emitida por el Banco de México y dirigida a las instituciones de crédito. Cabe destacar que en muchas ocasiones el Gobierno Federal, a través del Banco de México, ofrece en las subastas primarias títulos emitidos con anterioridad a su fecha de colocación. En estos casos, las subastas se realizan a precio limpio (sin intereses devengados), por lo que al liquidar estos títulos, se tiene que sumar al precio de asignación resultante en la subasta los intereses devengados del cupón vigente.

Mercado Secundario. Existe un gran Mercado Secundario para estos títulos, se pueden realizar operaciones de compra-venta en directo y en reporto, así como operaciones de préstamos de valores. En adición, estos instrumentos son utilizados como activo subyacente en el Mercado de Derivados Mexicano Mexder. Las compra-ventas en directo de estos títulos se pueden realizar ya sea cotizando su precio o su rendimiento al vencimiento. De hecho, la convención actual del mercado es cotizarlos a través de su rendimiento al vencimiento.

Identificación de los títulos. Debido a que cada emisión de estos títulos cuenta con una tasa de interés fija desde que nace hasta que vence, estos bonos no pueden ser fungibles entre sí, a menos que pagaran exactamente la misma tasa de interés. Es por ello que la clave de identificación de la emisión está constituida por ocho caracteres, el primero para identificar el título ("M"), el segundo para el plazo en años de la emisión, y los seis restantes para indicar su fecha de vencimiento (año, mes, día). Ejemplo de clave de identificación de Bonos que se emiten el 27 de enero de 2000 a plazo de 3 años (1092 días) y que vencen el 23 de enero de 2003: M3030123.

### **Pagarés y Certificados Bursátiles de Indemnización Carretera.**

Instrumento de deuda emitida por un fideicomiso de BANOBRAS (garantía del Gobierno Federal), mediante el cual el Gobierno Federal indemnizará parte de las concesiones de las autopistas. Las siglas PICFARAC significan Pagaré de Indemnización Carretera PIC con aval del Gobierno Federal, emitidos por BANOBRAS en su carácter de fiduciario en el fideicomiso de apoyo para el rescate de autopistas concesionadas (FARAC).

Emisor: BANOBRAS (fideicomiso)

Plazos 3 emisiones a 5, 10 y 15 años, vencimiento en 2001, 2007, 2012.

Intereses cada 182 días cupón

Tasa de interés 5.625 sobre el monto denominado en Udis, tasa del cupón.

Garantía del Gobierno Federal

Posibles adquirientes. Personas físicas y morales, extranjeras y nacionales.

Cotización a tasa real.

Forma de colocación: Originalmente fue una indemnización a los concesionados de las carreteras. Los intermediarios financieros los adquieren mediante operaciones de compra con los concesionados y posteriormente los distribuyen entre sus clientes.

Forma de liquidación: mismo día , 24 , 48, 72, o 96 horas.

Regimen fiscal

Evolución y perspectivas: Muy útiles para cubrir necesidades de compañías aseguradoras afores, fondos de pensiones a largo plazo en tasa real.

### **Bonos de Protección al ahorro Bancario.**

Bonos de protección al ahorro bancario, de largo plazo que pagan cupón cada 28 días.

Emisor: Instituto de Protección al Ahorro Bancario, IPAB.

Plazo de tres años.

Rendimientos Pagan intereses cada 28 días (tasa mayor entre CETES 28 días ya la tasa bruta del PRLV al mismo plazo+ ganancia de capital ya que se colocan a descuento.

Forma de colocación Se colocan mediante subastas semanales a través del SIAC-BAnxico, en el cual los participantes presentan sus posturas por el monto que desean y el precio que están dispuestos a pagar.

Amortización Se liquidan a valor nominal \$100.00

Garantía el Gobierno Federal.

Posibles adquirentes: Personas física y morales de nacionalidad mexicana o extranjera.

Custodia Banxico

Sin comisión

Forma de liquidación: mismo día, 24, 48, 72, 96 horas.

Régimen fiscal: Físicas exentas y morales acumulables.

**Bonos de Regulación Monetaria (BREM'S).** El Banco de México, persona de derecho público con carácter autónomo, con fundamentos en los artículos 7 Fracción VI 17 de la Ley del Banco de México, artículos 12 y 17 de su reglamento interior y el acuerdo de la Junta de Gobierno de fecha 26 de junio de 2000, emitirá bonos de regulación monetaria (BREM'S) con el único objeto de regular la liquidez en el mercado y facilitar el manejo de las operaciones de mercado abierto. Sus características son:

- Naturaleza: Los BREM'S serán títulos de crédito a mediano y largo plazo a cargo del Banco de México.
- Valor Nominal de \$100.00
- Plazo: Los plazos serán los que el Banco de México determine en los anuncios correspondientes. El plazo de las primeras emisiones será de tres años.
- Colocación Primaria: Los títulos se colocaran exclusivamente a través del Banco de México.
- Periodo de intereses: Los intereses serán pagaderos cada 28 días o en el plazo que los sustituya en caso de días inhábiles.
- Tas de interés: La tasa de interés que devengarán los BREM'S será variable y se calculará capitalizando todos los días durante todo el periodo de interés la tasa a la cual las instituciones de crédito y casas de bolsa realizan operaciones de compra-venta y reporto a plazo de un día hábil con títulos bancarios, conocido en el mercado como "Tasa Ponderada de Fondeo Bancario", la cual se publicará diariamente por el Banco de México en su página de Internet.
- Pago de intereses: Los intereses que devenguen los BREM'S , serán pagaderos a las personas que aparezcan como titulares de los mismos en S. D. Indeval, al cierre de operaciones del día inmediato anterior al del vencimiento de cada periodo de interés.
- Forma de colocación: Los títulos se colocan por medio de subasta, en la cual los participantes presentan posturas por el monto que desean adquirir y el precio que están dispuestos a pagar. Las reglas para participar en dichas subastas se encuentran descritas en el Anexo 7 de la Circular 2019/95 emitida por el Banco de México y dirigida a las instituciones de crédito. En la actualidad dichas subastas se llevan a cabo semanalmente los días Jueves. Cabe destacar que en muchas ocasiones el Banco de México ofrece en las subastas títulos emitidos con anterioridad a su fecha de colocación. En estos casos, las subastas se realizan a precio limpio (sin intereses

devengados), por lo que para liquidar estos títulos, se tienen que sumar al precio de asignación resultante en la subasta los intereses devengados del cupón vigente de acuerdo a su fórmula de valuación.

**UDIBONOS.** Son instrumento de inversión que protegen al tenedor ante cambios inesperados en la tasa de inflación, pagan intereses cada seis meses en función de una tasa de interés real fija que se determinará a la fecha de emisión del título.

Son creados en 1995, su valor nominal es de 100 Udi's, Los pueden adquirir personas físicas y morales, no tienen comisiones y están libres de impuestos, excepto para las personas morales que los deben agregar a su base financiera y tienen una alta liquidez en el mercado secundario. Sus objetivos son para ofrecer al público inversionista un instrumento que ofrezca una tasa de rendimiento real, sus rendimientos se pagan cada seis meses. Son títulos a largo plazo de 3, 5 y 10 años.

Forma de liquidación: Mismo día, 24, 48, 72, o 96 horas.

Evolución y perspectivas: Muy útiles para cubrir necesidades de aseguradoras, pensiones afores, etc., ya que pagan una tasa de rendimiento real

El valor del cupón se calcula con la siguiente fórmula:

$$C = VN \left( \frac{(N)(TC)}{360} \right)$$

Donde:

$VN$  = Valor Nominal

$N$  = Plazo en días del cupón

$TC$  = Tasa de interés anual del cupón

$C$  = Cupón.

**Colocación Primaria.** Los títulos se colocan mediante subasta, en la cual los participantes presentan posturas por el monto que desean adquirir y el precio denominado en UDIS que están dispuestos a pagar. Las reglas para participar en dichas subastas se encuentran descritas en el anexo 6 de la Circular 2019/95 emitida por el Banco de México y dirigida a las instituciones de crédito.

**Mercado Secundario.** En la actualidad se pueden realizar operaciones de compra-venta en directo y en reporto con estos títulos, además son utilizados como activo subyacente en los mercados de instrumentos derivados (futuros). Las compra-ventas en directo de estos títulos se pueden realizar ya sea cotizando su precio o su rendimiento al vencimiento. De hecho, la convención actual del mercado es cotizarlos a través de su rendimiento al vencimiento.

**Identificación de los títulos.** Debido a que cada emisión de estos títulos cuenta con una tasa de interés real fija desde que nace hasta que vence. Los Udibonos no pueden ser fungibles entre sí a menos que pagarán la misma tasa de interés. Es por ello que la clave de identificación de la emisión está constituida por ocho caracteres, el primero de ellos para identificar el título, el segundo para el plazo en años de la emisión, y los seis restantes para

indicar su fecha de vencimiento (año, mes, día). Ejemplo: emisión el día 18 de enero de 2001, plazo de 10 años (3640 días) vencen el 6 de enero del 2011: S0110106.

## ANTECEDENTES

Antes de mencionar los trabajos anteriores de esta Tesis vale la pena mencionar el concepto de **Cartera de Inversión\***; es la estrategia en la adquisición de uno o varios activos financieros de uno o varios mercados financieros, con el objetivo de obtener una ganancia financiera y/o protegerse ante riesgos financieros.

Los dos trabajos principales de Valuación de activos son dos:

1. Capital Asset Pricing Model (CAPM, Modelo de Valuación de Activos de Capital). [46]
2. Arbitraje Theory of Capital Asset Pricing (APT, Teoría de la Fijación de los Precios de Arbitraje). [58]

Hay trabajos, en los cuales, los autores hacen una relación entre inflación y distintas inversiones en distintos países, véase: Atesoglu (2005), Ayuso (1996), Bodie (1976), Boudoukh (1993), Buraschi (2005), Cardoso (2001), Cornell (1989), Crockett (1998), DePrince (1998), Fama (1982), Fama(1977), Huizinga (1984), Kandel (1996), Laatsch (2003), Osorio (1994).

También hay trabajos que relacionan duración de la tasa líder con curva de rendimientos en E.U. ellos son: Amihud (1992), Balduzzi (2001), Barth (1998), Brand (2004), Breedon (1995), Brennan (2002), Cornell (1989), Duffee (1998), López (1997), Pilotte (2003). Para el caso de Chile: Marshall (1991).

Trabajos tomando únicamente tasas reales: Brewer (1994), Walker (2002).

Publicaciones que tienen un interés informativo sobre los CETES: El Mercado de Valores (1977), El Mercado de Valores (1978). Un artículo sobre rendimiento de CETES: Sánchez (1990).

La Tesis de Ciro Filemón Flores Rivera, utiliza Programación Lineal para la solución a una cartera de inversión en el Mercado Accionario de la BMV, pero no inserta inflación. Flores (1992).

Las revistas donde se buscó antecedentes del tema son: El Trimestre Económico, Economía Mexicana, Momento Económico, El Mercado de Valores, Investigaciones Económicas, Journal of Finance, Journal of Financial Economics, The Quarterly Review of Economic and Finance, Journal of Finance and Quantitative Analysis.

De tal manera que el tema de esta Tesis no ha sido abordado por algún autor.

\* Algunos autores a la Cartera de Inversión, también la llaman Portafolio de Inversión.

## **CAPÍTULO II**

### **CERTIFICADOS DE LA TESORERÍA DE LA FEDERACIÓN**

#### **Introducción**

En este Capítulo se expondrán las características principales de los Certificados de la Tesorería de la Federación; a los cuales, de hoy en adelante, se hará mención a ellos como **CETES**; tales como sus mecanismos de subasta, cálculos de rendimientos, objetivos de su emisión, etc., también se concentra la atención en el cálculo del precio de éstos, ya que la fórmula con que se calcula el precio constituye la base para construcción del modelo que se propone en esta tesis.

#### **Certificados de la Tesorería de la Federación**

Los CETES son el instrumento de deuda bursátil más antiguo emitido por el Gobierno Federal, los cuales son títulos de crédito al portador en el cual se consigna la obligación del Gobierno Federal a pagar una cantidad de dinero fijo en un plazo determinado. El Decreto mediante el cual la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) fue autorizada a emitir CETES apareció publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de noviembre de 1977, el cual fue abrogado por el Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 8 de julio de 1993. El Banco de México actuará como agente exclusivo del Gobierno Federal para la colocación, redención, compra, venta y, en su caso, pago de intereses de los CETES; estos instrumentos se emitieron por primera vez en enero de 1978 y desde entonces constituyen un pilar fundamental en el desarrollo del mercado de dinero en México.

Los CETES no contienen estipulación de pago de intereses, sino que se venden a los inversionistas por debajo de su valor nominal. Esto es, se colocan mediante una tasa de descuento<sup>1</sup>. La ganancia que recibe el inversionista es la diferencia entre el precio de compra y el valor nominal. Por tanto, el rendimiento obtenido es en realidad una ganancia de capital,<sup>2</sup> no un interés. Sin embargo en la práctica se refiere a los CETES como un instrumento que paga intereses.

La tasa de descuento aplicable a los CETES es variable de emisión a emisión; es la que corresponde a las condiciones que prevalecen en el momento en el mercado de dinero. En un principio, las tasas de descuento eran fijadas por el Banco de México. Sin embargo, a

---

<sup>1</sup> En la jerga bursátil se dice que los CETES son colocados bajo par.

<sup>2</sup> La ganancia de capital es la diferencia obtenida al comprar un título a determinado precio y venderlo tiempo después a un precio más alto.

partir de septiembre de 1982 se estableció un sistema de “subastas”, donde el Banco de México participa como vendedor y las casas de bolsa, instituciones de crédito, instituciones de finanzas y otras personas expresamente autorizadas participan como postores. De esta forma las tasas de descuento son fijadas de acuerdo con las solicitudes y posturas.

El procedimiento para realizar la subasta es el siguiente:

- Cada Viernes el Banco de México anuncia a las instituciones correspondientes el monto y plazo de las emisiones que se realizarán el jueves siguiente.
- El Martes antes de la 13:30 horas, los postores envían al Banco Central los montos, plazos y tasas que se van a subastar.
- El Miércoles el Banco Central informa a cada comprador el monto y la tasa asignados.
- El Jueves se emiten los CETES y los postores abonan a la cuenta de Banco de México los fondos respectivos.

### **Características principales de los CETES**

- Son títulos de crédito al portador a cargo del Gobierno Federal.
- El valor nominal de cada título es de 10 pesos.
- Estos títulos están garantizados por el Gobierno Federal, por lo que el riesgo es casi nulo y tienen seguridad total.
- Se pueden adquirir y negociar exclusivamente a través de las casas de bolsa e instituciones de crédito.
- Son pagaderos en la Ciudad de México, Distrito Federal, en las oficinas del Banco de México, por su valor nominal.
- Es una inversión de alta liquidez ya que los CETES se pueden comprar y vender en cualquier día hábil en lo que se llama el **Mercado Secundario**.

- Los CETES pertenecen al mercado de dinero ya que son a corto plazo. Se pueden emitir a cualquier plazo siempre y cuando su fecha de vencimiento coincida con un Jueves o la fecha que sustituya a éste en caso de que fuera inhábil. De hecho, estos títulos se han llegado a emitir a plazos mínimos de 1 ó 7 días y a plazos máximos de 728 días. En la actualidad los CETES se emiten y colocan a plazos de 28 y 91 días, y a plazos cercanos a los seis meses y un año<sup>3</sup>.
- Son títulos de crédito nominativos y negociables denominados en moneda nacional emitidos por el Gobierno Federal y colocados a descuento por el Banco de México a un plazo no menor de un año. Estos títulos pueden o no devengar intereses, quedando facultada la SHCP para colocarlos a descuento o bajo par (por debajo de su valor nominal), por lo cual no devengan intereses en el transcurso de su vida y liquidan su valor nominal en la fecha del vencimiento.
- Los rendimientos que obtienen las personas físicas por compra-venta de CETES están exentos del impuesto sobre la renta (ISR) (ya que son considerados como ganancias de capital), en tanto que las personas morales las deben acumular a su resultado fiscal.
- En todos los cálculos sobre CETES se considera el año comercial; esto es, el año de 360 días.
- Se emiten semanalmente los días Jueves, excepto cuando el Jueves es día de descanso obligatorio. Asimismo ese día se publica un anuncio de colocación de los CETES en los principales diarios del país. El anuncio muestra los siguientes datos:
  - Número de la emisión.
  - Monto de la emisión.
  - Fecha de la emisión.
  - Fecha de vencimiento
  - Plazo.
  - Valor nominal.
  - Tasa de descuento promedio ponderado a la que se coloca la emisión.
  - Tasa de rendimiento promedio ponderado equivalente a la tasa de descuento.

---

<sup>3</sup> Con el fin de incrementar la bursatilidad de estos títulos, el Gobierno Federal a buscado reducir el número de emisiones vigentes en el mercado e incrementar el valor de las mismas. Para ello, en los últimos años la SHCP ha colocado una misma emisión de CETES a plazos cercanos a seis meses y a plazos cercanos de un año en varias ocasiones. Por lo anterior, en las subastas semanales se emiten y colocan CETES de entre 335 y 364 días para el caso de los de un año y de entre 182 y 153 días para el caso de los seis meses.

## Cálculo del precio de los CETES

El precio de un CETE se calcula a partir de su tasa de descuento, el precio final puede variar ligeramente en función del número de cifras decimales que se ocupen.

La fórmula para conocer el precio de un CETE al inicio de su vida es:

$$P = VN \left( 1 - \frac{TD}{360} \right). \quad (1.1)$$

Donde

P = Precio al inicio de su vida.

VN = Valor Nominal = \$10.00.

T = Número de días que le resta de vida para amortizarse.

D = Tasa de descuento.

## Cálculo del precio de CETES vendidos antes de su fecha de amortización

Cuando un inversionista desea vender su posesión en CETES antes de su fecha de amortización, puede acudir al Mercado Secundario y vender sus instrumentos gubernamentales prácticamente de cualquier emisión y en cualquier día hábil. El precio al cual venderá sus títulos dependerá de factores **cuantitativos** y **cualitativos**:

### Cuantitativos

- Tasa de descuento de la última emisión de CETES.
- Serie histórica de la tasa de descuento de los CETES.
- Serie histórica de la inflación.
- Expectativa de la inflación.
- Tipo de cambio del peso mexicano frente a otras divisas
- Etc.

### Cualitativos

- Política económica del Gobierno Federal.
- Riesgo país.
- Necesidad de liquidez por parte del vendedor.
- Etc.

Una vez habiéndose identificado la tasa de descuento a la cual se venderá o se comprará el título, se calcula el precio del título con la Ecuación (1.1), es decir, se calcula el precio de la misma manera que en su primera colocación, pero en la sustitución de los datos en la

fórmula, se indica el número de días que faltan para la redención del título y por supuesto su respectiva tasa de descuento, así de esta manera se calcula el precio de los CETES en el Mercado Secundario.

Este precio calculado en el Mercado Secundario es un **Precio de Referencia**, ya que al final de cuentas el precio al cual se intercambien dichos títulos quedará a la Ley de la oferta y la demanda, llamándosele a éste **Precio de Mercado**.

### **Sistema de emisión de los CETES en el Mercado Primario**

Desde la introducción del instrumento hasta 1982 las tasas de emisión de los CETES eran fijadas por el Banco de México. Sin embargo, en septiembre de 1982 se estableció un sistema de “subastas” de CETES, donde el Banco de México participaba como vendedor y las casas de bolsa, instituciones de crédito, instituciones de finanzas y otras personas expresamente autorizadas participan como postores o compradores. De esta forma las tasas de descuento son fijadas de acuerdo con las solicitudes y posturas.

En octubre de 1985, se regresó al sistema original de emisión eliminándose el sistema de subastas. El cambio fue una baja inmediata de las tasas de rendimiento de los CETES y con ello una baja de colocación de CETES.

Para reactivar la colocación de CETES, el sistema de subastas se restableció en julio de 1986. Cada Viernes, el Banco de México anuncia el monto y plazo de las emisiones que emitirá el Jueves siguiente a casas de bolsa y otras instituciones autorizadas para comprar CETES directamente al Banco de México. Antes de las 13:30 horas del día martes, los compradores autorizados tienen que presentar ante el Banco de México las posiciones de montos, plazos y tasas de descuento que están dispuestos a apostar (las “posturas”). El Miércoles el Banco de México informa a cada comprador la asignación del monto a la tasa de rendimiento apostada, en el caso de que su postura caiga dentro del rango de posturas ganadoras, y, en su caso, del monto asegurado.

El día Jueves, esto es, en la fecha de emisión, la institución compradora abona a la cuenta del Banco de México los fondos que representan el costo de la compra de cada emisión. El Banco de México, por su parte, lleva el registro de la cantidad de CETES correspondientes con el nombre de cada institución que los ha comprado, y publica en los periódicos más importantes el anuncio oficial de la emisión (o emisiones, en su caso), con su plazo, monto de la emisión, número de la misma, fecha de vencimiento y tasa promedio ponderada a la que se coloca así como la tasa de rendimiento promedio ponderada equivalente a la tasa de descuento.

La publicación del prospecto el día de la emisión es con fines de difusión y un requisito legal indispensable para cualquier valor emitido a través de la bolsa.

Siempre existen por lo menos cuatro emisiones vigentes de CETES (una para cada semana en 28 días). Al emitirse también CETES de 91 ó 182 días, hay todavía más emisiones en circulación.

Actualmente el aviso de la oferta pública son los Martes.

### **Reporto de CETES**

En las operaciones de reporto sobre certificados un cliente de una casa de bolsa adquiere en ésta, los títulos a un precio determinado, pactando con ella revertir la operación al mismo precio, en determinada fecha futura. El reportador, que es la casa de bolsa, paga al reportado, que es el cliente, un premio que constituye un rendimiento.

El plazo al que pueden celebrarse estas operaciones va de 3 a 45 días y son renovables. Los certificados que sean propiedad de los inversionistas pueden ser dados en préstamos a las casas de bolsa, con el objeto de que éstas los vendan o realicen reportos sobre ellos. Por estas operaciones, las casas de bolsa cubren a los inversionistas intereses, que aunque son reducidos. Les permiten ganar rendimientos adicionales sobre su inversión original.

Todas las transacciones con CETES se realizan únicamente en libros, como asientos contables, y no mediante títulos físicos, el Banco de México es el encargado de llevar estas operaciones.

### **Préstamos de CETES**

Los certificados propiedad de inversionistas pueden ser dados en préstamos a las casas de bolsa, los cuales utilizan los títulos así adquiridos para hacer ventas de los mismos o reportos sobre ellos. Por tales operaciones, las casas de bolsa cubren a los inversionistas intereses que aunque usualmente son reducidos, permiten a éstos obtener rendimientos adicionales.

La finalidad principal que tienen las operaciones de reporto y préstamos de CETES, es para darle mayor liquidez al Mercado Secundario.

### **Mercado Secundario de CETES**

Existe un mercado secundario amplio para estos títulos. En la actualidad se pueden realizar operaciones de compra-venta en directo y en reporto, así como operaciones de préstamo de valores, como se mencionó anteriormente. En adición, pueden ser utilizados como activo subyacente en el Mercado de Derivados, Mexder.

El precio al cual se venderán los CETES antes de su fecha redención dependerá de:

- El tiempo faltante para la redención del título.
- Necesidad de liquidez del vendedor.
- Tasa de descuento al que fueron colocados en el Mercado Primario.
- Tasa de descuento de las emisiones anteriores, y muy particularmente de la última.
- Demanda de los títulos en el Mercado Secundario.
- Expectativa de la política monetaria en el futuro.
- Variables macroeconómicas como: inflación, tipo de cambio, PIB, etc.<sup>4</sup>

La compra-venta en directo de estos títulos se pueden realizar ya sea cotizando su precio, su tasa de descuento o su tasa de rendimiento. Sin embargo, la convención actual del mercado es cotizarlos a través de su tasa de rendimiento.

Los CETES vendidos en las casas de bolsa e inversionistas institucionales vienen siendo la primera colocación, llamándosele Mercado Primario. Ahora bien, cuando el público inversionista poseedor de CETES desea venderlos a las casas de bolsa antes de su vencimiento, la tasa de descuento a que venderá sus CETES dependerá de las condiciones del mercado en ese momento, a esta segunda venta y subsiguientes ventas se le llama MERCADO SECUNDARIO DE CETES, proporcionando liquidez entre los inversionistas sin que el emisor intervenga.

La SHCP determina el monto de colocación y plazo de CETES considerando los objetivos y posibilidades de:

- Regulación monetaria.
- Financiamiento de la inversión productiva del Gobierno Federal.
- Influencia de las tasas de interés.
- Propiciar un sano desarrollo del mercado de valores.
- Demanda de los títulos.

---

<sup>4</sup> No solamente el dato inmediato anterior, sino también su serie histórica y sus expectativas para el futuro.

## Razones por las cuales los CETES a 28 días es la Tasa Líder del Sistema Financiero Mexicano

**Primera.** Supóngase que una empresa tiene varios proyectos de inversión, que pueden ser de expansión, remodelación, adquisición, fusión, etc. Estos proyectos de inversión tienen una tasa de rentabilidad anual esperada, dicha tasa puede ser calculada por medios sofisticados o empíricos.

Estas tasas de rentabilidad, que será en forma neta<sup>5</sup> y anual, las designaremos por  $i_j$ ,  $j = 1, 2, \dots, n$ ; donde  $n$  es igual al número de proyectos de inversión de la empresa, estas tasas de rendimiento netas y anuales esperadas las podemos ordenar de mayor a menor como sigue:

$$i_n > i_{n-1} > i_{n-2} > \dots > i_2 > i_1 > 0. \quad (1.2)$$

Donde  $i_n$  es el proyecto que tiene mayor tasa de rendimiento.

Designaremos por  $i_{cetes}$  la tasa que se ofrece el invertir en CETES 28 días anualizada.

Supóngase que  $i_{cetes}$  se coloca de la siguiente manera:

$$i_n > i_{n-1} > \dots > i_{s+1} > i_s > i_{cetes} > i_{s-1} > i_{s-2} > \dots > i_2 > i_1 > 0. \quad (1.3)$$

Para algún  $s$  desde 1 hasta  $n$ .

La desigualdad anterior indica que los proyectos de inversión que están hacia la derecha de la tasa de CETES 28 días no se llevarán a cabo, porque su rendimiento es menor que la tasa de CETES, y los proyectos que están hacia la izquierda sí se pueden llevar a cabo, porque ofrecen una tasa de rentabilidad mas alta que la de CETES,<sup>6</sup> entonces, a medida que se mueva  $i_{cetes}$  se moverán las decisiones acerca de cuáles proyectos de inversión se llevarán a cabo por parte del empresario.

Ahora bien, en la desigualdad (1.3) si la suponemos que representa todas las tasas de rentabilidad esperada netas y anuales de todos los proyectos inversión de todos los empresarios que deseen realizar proyectos de inversión directa o especulativa en México,

---

<sup>5</sup> Se entenderá por la tasa de rentabilidad neta a aquella tasa después de haberle quitado gastos de operación, impuestos, comisiones y otros gastos.

<sup>6</sup> Estos proyectos de inversión se llevarán a cabo siempre y cuando aprueben otros requisitos: como por ejemplo: Tasa de Rendimiento Mínima Aceptable (TREMA), riesgo máximo, capital mínimo requerido, requisitos ecológicos, etc.

entonces, a medida que se mueva  $i_{cetes}$  se moverán las decisiones de inversión de los empresarios mexicanos.

**Segunda.** La tasa de CETES anualizada se utiliza para la valuación de activos financieros en México, entre los modelos más utilizados y reconocidos para tal valuación son:

1. APT.
2. CAPM.
3. Black y Scholes.

También se pueden utilizar algunas variantes de los anteriores.

**Tercera.** Supóngase que un grupo de inversionistas desean invertir en algún país, ya sea en inversión directa<sup>7</sup> o en inversión especulativa, este grupo de inversionistas desearán maximizar su ganancia; un obstáculo para esta ganancia es la tasa de rendimiento real, la cual, es igual a la tasa de rendimiento nominal y quitándole el efecto inflacionario. Dicha tasa de rendimiento nominal es precisamente la Tasa Líder del Sistema Financiero Mexicano. Si la tasa de rendimiento real mexicana es baja con respecto a la tasa de rendimiento real de otro país la decisión será invertir en el otro país; peor aun, si la tasa de rendimiento real mexicana es negativa. De tal manera el Gobierno Federal a tenido que hacer mas atractiva la tasa de rendimiento real con respecto a otros países, manteniendo a la inflación por debajo del rendimiento; para que así los inversionistas decidan invertir en nuestro país, en lugar de que dicha inversión esté en otros países.

**Cuarta.** Ya se ha mencionado que el emisor de estos instrumentos financieros es el Gobierno Federal Mexicano y las garantías que ofrece son respaldadas por los activos del mismo, como ejemplo se pueden mencionar las paraestatales en el sector energético: PEMEX y sector eléctrico. De tal manera que esta garantía da mayor confianza a los inversionistas, puesto que cuenta con el mínimo de riesgo que se puede tener en la economía mexicana.

**Quinta.** La economía mexicana no tiene condiciones macro-económicas y micro-económicas estables en el mediano y largo plazo<sup>8</sup>, esto trae como consecuencia que las condiciones financieras en dichos plazos tampoco son estables.

**Sexta.** Si alguna empresa privada doméstica desea emitir deuda, o en su caso, emisión de acciones en la Bolsa Mexicana de Valores S. A. de C. V. a través de alguna casa de bolsa y con previa autorización de la Comisión Nacional Bancaria y de Valores; a fin de cuentas, la

---

<sup>7</sup> La inversión directa es aquella inversión en la cual se generan empleos directos y permanentes, tales como un centro comercial, una unidad habitacional, aeropuertos, autopistas, etc., ya que al invertir en dicho proyecto se abre la posibilidad de que más gente participe haciendo que la economía del país crezca. La inversión especulativa es aquella inversión en la que se solo se compra un bien para después venderlo más caro, para así obtener una ganancia de capital, tales como compra venta de acciones, divisas, etc.

<sup>8</sup> Las razones por las cuales la economía mexicana no tiene condiciones estables en el largo y mediano plazo están fuera del alcance de esta Tesis.

tasa de rendimiento a los cuales coloque su deuda tendrá que ser mayor a la Tasa Líder debido al riesgo de impago por parte del emisor. Es claro que el riesgo de impago por parte del Gobierno Federal Mexicano es menor al de cualquier empresa privada doméstica mexicana, debido principalmente al valor de sus activos.

Por lo que se refiere a la emisión de acciones, la tasa de rendimiento esperada que ofrezcan éstas deberá estar muy por arriba de la Tasa Líder, esto es para compensar el riesgo que estos instrumentos financieros tienen.

**Por estas seis razones la Tasa Líder del Sistema Financiero Mexicano es CETES a 28 días.**

Otra pregunta que surge a consecuencia de los párrafos anteriores es: cuál es el rumbo que debe seguir la tasa de rendimiento de los CETES.<sup>9</sup>

**Utilización de la Tasa Líder como una tasa de interés compuesta o tasa de interés simple en el Sistema Financiero Mexicano**

La utilización de una tasa de interés compuesto en el Sistema Financiero Mexicano es debido a que vivimos en una economía de mercado, en la cual para un mismo bien o servicio existen muchos oferentes y demandantes del mismo.

Para el caso de servicios bancarios, un depositante de ahorros querrá siempre una mejor tasa de rendimiento y que genere interés compuesto, ya que el capital invertido a este tipo de interés crece más rápido que el capital invertido bajo interés simple<sup>10</sup>, para ello, si el ahorrador vive en un sistema financiero que no ofrezca interés compuesto, el ahorrador puede generar interés compuesto de la siguiente manera:

Supóngase que el plazo de la inversión es un año y un capital inicial de  $C$ , el ahorrador depositará su capital  $C$  en el plazo de un año en el banco A; al término de un año obtiene como resultado un interés más su capital inicial y retira su inversión. Con este dinero asiste a otro banco, pero ahora su capital inicial es  $C$  más el interés del banco A, y el interés generado en el segundo año en el segundo banco es: el interés generado del capital  $C$  más el interés generado del banco A.

Entonces, si el ahorrador puede invertir bajo interés compuesto, esto trae como consecuencia que las instituciones financieras pueden y deben cobrar bajo interés compuesto.

---

<sup>9</sup> El rumbo que debe seguir la Tasa Líder queda fuera de esta Tesis.

<sup>10</sup> El interés simple es aquel en el que se genera el interés solo a partir de su capital inicial, mientras que el interés compuesto es aquel en el que se genera interés sobre interés.

De tal manera, que al comparar diversas inversiones especulativas o de inversión directa se debe hacer con interés compuesto y no con interés simple.

Por otro lado, el interés moratorio, es aquel cuando una persona adquiere un bien o servicio a crédito o al contado, y éste se demora en algún pago, y por lo cual se hará acreedor a una multa o recargo por no pagar a tiempo su deuda; tal multa puede ser que se actualice a algún índice como: Inflación, Salarios Mínimos, etc. De tal manera que el interés compuesto es muy diferente al interés moratorio.

La excepción a lo dicho anteriormente es cuando el artículo se adquiere mediante tarjeta de crédito.

## CAPÍTULO III

### INFLACIÓN Y TASA DE RENDIMIENTO REAL

La **inflación**<sup>1</sup> es el incremento generalizado y sostenido de los precios de los bienes y servicios producidos y/o vendidos en una región económica de un periodo a otro. Esto trae como consecuencia la pérdida del poder de compra del dinero, también llamado, poder adquisitivo de la moneda. La inflación tiene como origen diversos fenómenos económicos, entre se ellos destacan, para el caso mexicano:

1. Aumento de circulante (monedas y billetes).
2. Nivel de la Tasa Líder real neta y anual en el Sistema Financiero Mexicano.
3. Disminución en la producción de bienes y servicios.
4. Cuando un gobierno recurre a la emisión de dinero con el fin de cubrir su déficit presupuestal<sup>2</sup>.
5. Aumento de tipo de cambio principalmente respecto al Dólar Americano.
6. Inflación de los Estados Unidos.
7. Cantidad y fuente<sup>3</sup> de las reservas del Banco de México.
8. Balanza comercial, principalmente con nuestros principales socios comerciales.
9. Series históricas y expectativas de las anteriores variables.
10. Otros factores.

El cambio del nivel inflacionario de un periodo a otro se mide con el **Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC)**, tal índice es un indicador que mide el crecimiento (disminución) promedio que sufren los precios de los bienes y servicios en la región económica.

El Banco de México inició en 1927 la elaboración del INPC. En ese año el índice se obtuvo con los precios mensuales de 16 artículos alimenticios de la Ciudad de México. Actualmente el INPC se calcula recopilando cada mes 170,000 cotizaciones directas en 46 ciudades del país, sobre los precios de aproximadamente 1,200 artículos y servicios específicos. Estos productos se promedian de manera ponderada para conformar 8 grupos, tales grupos contienen a su vez precios de los siguientes productos:

---

<sup>1</sup> No es el objetivo, en este Capítulo y esta Tesis, de hacer un análisis profundo de las causas y efectos de la inflación.

<sup>2</sup> Actualmente el Gobierno Mexicano no incurre en esta práctica, pero en el sexenio del Presidente Lic. Miguel de la Madrid, sí se incurrió en dicha práctica y en otros sexenios.

<sup>3</sup> Se distinguen cinco fuentes de la reserva en Dólares Americanos: a) La inversión extranjera especulativa que entra a México, b) La inversión extranjera directa que entra a México, c) Las exportaciones que realiza el sector público y privado, d) Remesas de trabajadores que trabajan principalmente en E. U. y e) Emisión de deuda por parte del Gobierno Federal.

1. Alimentos, bebidas y tabaco.
2. Ropa y calzado.
3. Vivienda (renta, electricidad, gas, teléfono, etc.).
4. Muebles y enseres domésticos.
5. Salud y cuidado personal.
6. Transporte.
7. Educación y esparcimiento.
8. Otros servicios.

El periodo de la inflación se da en términos de un porcentaje quincenal, mensual, anual o sexenal, que representa la tasa a la cual los precios de la quincena, del mes, del año o del sexenio han aumentado (disminuido) en relación con los precios de la quincena, del mes, del año o del sexenio anterior; de tal manera que **la inflación muestra un efecto compuesto**<sup>4</sup>. Por ejemplo, si el incremento del INPC en el año del 2003 fue del 54.67%; esto significa que a principios de enero de 2004 se necesitaron \$154.67 para comprar un conjunto de mercancías que a principios de enero de 2003 costaron \$100.00. El INPC mide el aumento **promedio** de los bienes y servicios; de tal manera que algunos bienes y servicios tuvieron incrementos por arriba del 54.67% y otros disminuyeron sus precios por debajo de 54.67%<sup>5</sup>.

Desde el sexenio del Presidente Lic. Carlos Salinas de Gortari la política económica se ha enfocado a la estabilidad de precios, y con ello, en el objetivo fundamental del Banco de México. Tal es la importancia de este hecho que académicos, políticos, empresarios, sindicatos de trabajadores tienen un énfasis en particular sobre el análisis de este tema por sus repercusiones en la vida económica de México.

Son dos los mecanismos que utiliza el Banco de México para mantener la inflación por debajo de los niveles requeridos, estos son:

- **Compra-venta de CETES.** Cuando el Banco de México vende CETES a tasas altas, los inversionistas preferirán comprarlos en lugar de encausar tal dinero en la creación de empresas, con esto, el Banco de México retira circulante de la economía y esto lleva a que la inflación baje en el siguiente periodo.
- **Compra-venta de dólares americanos.** Cuando el Banco de México vende dólares en la economía mexicana, retira como consecuencia moneda nacional, y así mantiene la inflación a los niveles requeridos. Esta estrategia es la que ha venido

---

<sup>4</sup> Más adelante en este mismo Capítulo se demostrará que la inflación se acumula en forma geométrica y no en forma aritmética.

<sup>5</sup> Existen algunos productos, que al subir éstos de precio, inciden a que otros productos también suban de precio. Un ejemplo de ello, son los precios de los energéticos; al subir el precio de un energético, otros productos, los cuales se producían con tal energía, ahora entonces el precio final aumenta.

utilizando el Banco de México los últimos años, comúnmente llamado **CORTO**. También esta estrategia sirve para mantener el tipo de cambio en el rango deseado<sup>6</sup>.

Para que los inversionistas no vean disminuido su rendimiento por causas de la inflación, el Gobierno Federal ha creado un tipo de bonos, llamados **Udibonos**<sup>7</sup>, el cual paga un interés real.

Antes de probar la fórmula de Fisher procederemos a demostrar que la inflación se acumula en forma geométrica.

**Teorema 2.1.** La inflación se acumula en forma geométrica.

Hipótesis:

- Periodo base: un año.
- Precio de la canasta básica de \$1.00.
- No se debe cambiar de canasta básica<sup>8</sup> de un periodo a otro.

Supóngase que en  $t = 0$  se compra la canasta básica con \$1.00; un año después la inflación es de  $\pi_1$ , entonces en  $t = 1$  año la canasta se compra con  $\$1.00(1 + \pi_1) = \$(1 + \pi_1)$ .

Ahora supóngase que durante el segundo año la inflación es de  $\pi_2$ , entonces la canasta básica se compra en  $t = 2$  con  $\$(1 + \pi_1)(1 + \pi_2)$ .

Supóngase ahora que durante el tercer año la inflación es de  $\pi_3$ , la canasta básica se compra en  $t = 3$  con  $\$[(1 + \pi_1)(1 + \pi_2)](1 + \pi_3)$ .

Supóngase ahora que durante el año n-ésimo la inflación es de  $\pi_n$ , la canasta básica se compra en  $t=n$  con  $\$[(1 + \pi_1)(1 + \pi_2)(1 + \pi_3)\dots(1 + \pi_n)]$ .

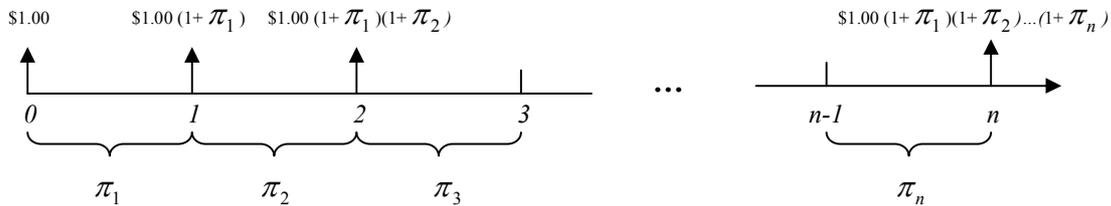
---

<sup>6</sup> Esta estrategia es efectiva mientras el Banco de México tenga las suficientes reservas en dólares americanos y estas reservas deberán ser en su mayoría capitales no especulativos.

<sup>7</sup> Las Udi's son **Unidades de Inversión**, éste es un índice el cual aumenta o disminuye en forma directa y en la misma proporción que lo hace el INPC. Su fecha de creación fue el 4 de abril de 1995 con valor de 1.00. Las Udi's se crearon con el objetivo de indexar a las operaciones financieras y económicas el efecto de la inflación.

<sup>8</sup> Es un poco subjetivo esta suposición, ya que en realidad hay productos que al pasar el tiempo cambian o se introducen nuevos productos, tales como la computadoras.

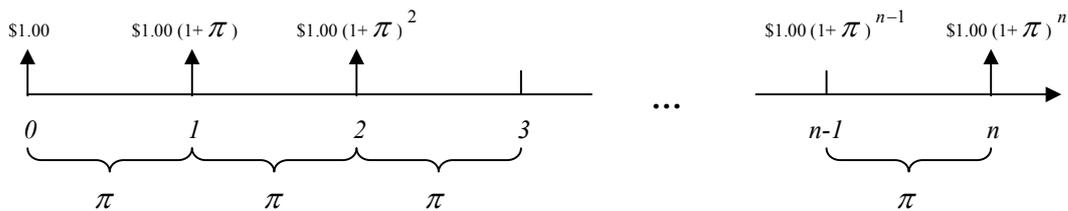
Haciendo una línea de tiempo, se tiene que:



De tal manera que si  $\pi_1 = \pi_2 = \pi_3 = \dots = \pi_n$ .

$$\$[(1 + \pi_1)(1 + \pi_2)(1 + \pi_3)\dots(1 + \pi_n)] = \$1.00(1 + \pi)^n$$

Haciendo una línea de tiempo, se tiene que:



Por lo tanto la inflación se acumula en forma geométrica. ●

Esto trae como consecuencia que si se necesita saber la **inflación promedio mensual** de un año, por ejemplo; habrá que obtener la raíz doceava y restarle uno, finalmente se multiplica por cien para obtener tal porcentaje. Si se necesita saber la inflación promedio diaria de una quincena en específico, se tendrá que obtener de está última, la raíz 15ava. Restarle la unidad y finalmente multiplicarla por cien.

El siguiente teorema sirve para obtener la tasa de rendimiento real dada las tasas de inflación y la tasa de rendimiento nominal de una inversión.

**Teorema 2.2.** Fórmula de Fisher.

Hipótesis:

- Periodo Base: un año

- Periodo de la tasa de inflación : un año.
- Periodo de la tasa nominal: un año.

El capital inicial será de \$1.00, y el precio de la canasta básica es de \$1.00; éstas últimas cantidades tienen la misma fecha de inicio.

Inicio

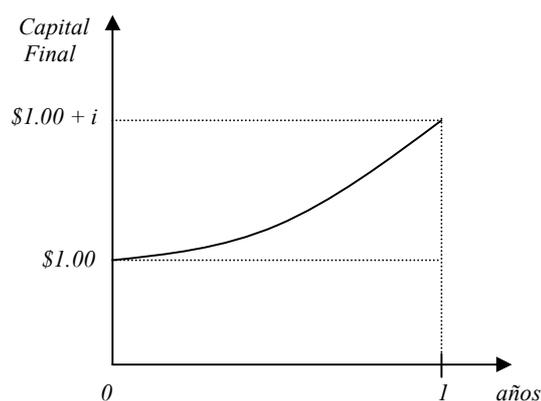
Si se invierte la cantidad de \$1.00 a una tasa efectiva anual de  $i$  durante un año, se tiene entonces como capital final  $C_f$ :

$$C_f = C_o(1+i)^n.$$

$$$(1.00+i) = $1.00 (1+i)^1$.$$

Gráficamente tenemos:

Gráfica 3.1



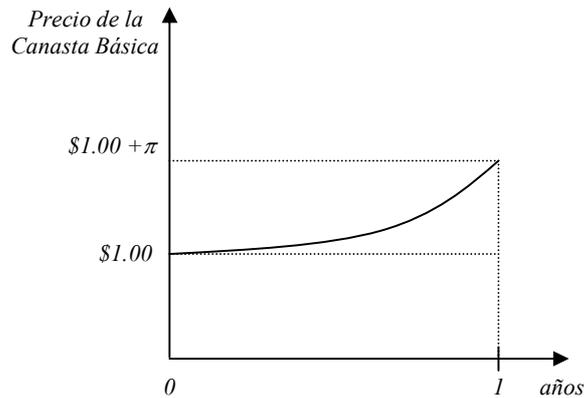
Ahora bien, si se compra una canasta básica con \$1.00 en  $t = 0$ , y si durante el próximo año la tasa de inflación anual es de  $\pi$ , entonces la misma canasta básica se comprará un año después con:

$$C_f = C_o(1+\pi)^n.$$

$$$(1.00+\pi) = $1.00(1+\pi)^1$.$$

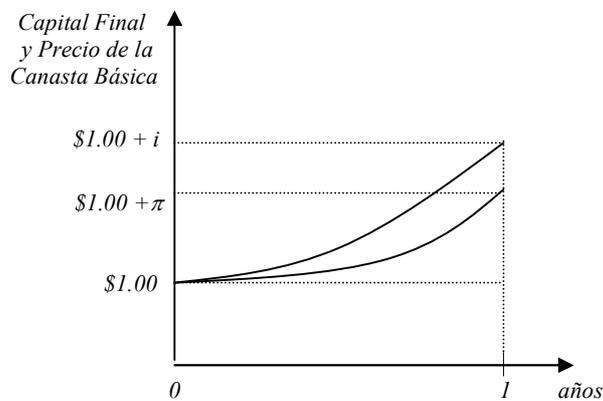
Gráficamente tenemos que:

Gráfica 3.2



Ahora bien, si convenimos en que  $i > \pi$ ,<sup>9</sup> traslapando ambas gráficas en una sola gráfica, y teniendo en cuenta que el eje vertical significan dos cosas: Valor de la Canasta Básica y Dinero Acumulado, se tiene que:

Gráfica 3.3



Por economía básica se sabe que la tasa real de interés ( $r$ ) y la tasa de inflación ( $\pi$ ) están contenidas en la tasa nominal de interés<sup>10</sup> ( $i$ ), es decir,  $r < i$ ,  $\pi < i$  y  $r \neq \pi$ .

<sup>9</sup> De hecho se pueden tener los siguientes casos:  $i > \pi$ ,  $i < \pi$  y  $i = \pi$ . La prueba de los dos casos posteriores es similar al primer caso.

<sup>10</sup> En el medio económico se entiende a la palabra **real** a cantidades a los cuales se les ha quitado el efecto inflacionario con una fecha dada como base, pero en el medio actuarial se le conoce a la palabra **real** como aquella tasa de interés que genera interés sobre interés. También, en el medio económico la palabra **nominal**

Y como las tasas de inflación y la de rendimiento nominal se acumulan en forma geométrica, se tiene entonces que:

$$(1+r)(1+\pi) = (1+i). \quad (3.1)$$

Despejando  $r$  se tiene que:

$$r = \frac{(1+i)}{(1+\pi)} - 1 = \frac{(1+i)}{(1+\pi)} - \frac{(1+\pi)}{(1+\pi)} = \frac{i - \pi}{1 + \pi}. \quad (3.2)$$

A manera de reseña histórica se presenta la inflación anual desde 1980-2004.

Tabla 3.1

Año	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Inflación en %	26.24	27.93	57.49	104.15	66.16	57.68	84.47	128.89	125.43

Año	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Inflación en %	20.32	26.54	22.84	15.58	9.77	6.97	43.77	35.26	20.82

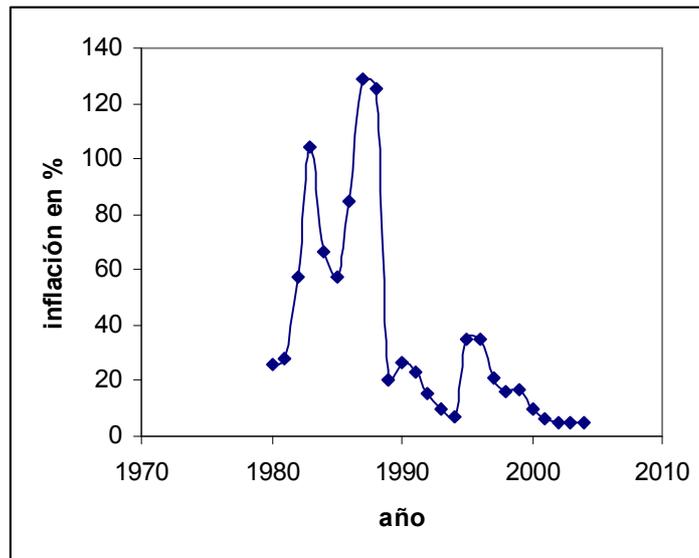
Año	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Inflación en %	15.9	16.67	9.51	6.39	5.03	4.56	4.68

Fuente: Banco de México

---

significa que a cantidades no se les han quitado el efecto inflacionario, y en el medio actuarial, la misma palabra significa tasas de interés pagaderas  $m$  veces al año.

Gráfica 3.1



A continuación hay que decidir, estadísticamente hablando y a partir de los datos muestrales, cómo se distribuye la inflación quincenal. Para ello se tomarán únicamente los datos de inflación en forma quincenal y desde el año 2000.

Para responder lo anterior procederemos a realizar la prueba estadística llamada **Prueba de Bondad de Ajuste**  $\chi^2$ . Tal prueba sirve para decidir si un conjunto de datos muestrales se apegan a una distribución específica.

Tomaremos los datos de la inflación en forma quincenal, ya que si se toman los datos de la inflación en forma mensual, trimestral o anual, éstos son los acumulados de los observados en la economía, que son por supuesto, quincenales.

Supondremos que la inflación es una variable aleatoria Normal con media y varianza muestral

Procederemos a realizar la Prueba de Bondad de Ajuste  $\chi^2$ .

Sus estadísticos son:  $\bar{x} = 0.00222032520325203$  y  $s = 0.00214430084710243$

Los datos de la inflación en forma quincenal se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 3.2

Inflación en el año (%)						
Quincena	2000	2001	2002	2003	2004	2005
1	0.75	0.28	0.73	0.32	0.33	0.08
2	0.54	0.07	0.39	0.04	0.32	-0.02
3	0.49	-0.13	-0.26	0.15	0.32	0.17
4	0.25	0.07	0	0.22	0.23	<b>.34</b>
5	0.32	0.34	0.29	0.39	0.18	<b>.20</b>
6	0.22	0.52	0.44	0.26	0.07	<b>.16</b>
7	0.34	0.15	0.45	0.01	0	<b>.08</b>
8	0.23	0.19	-0.25	0.06	0.23	<b>.40</b>
9	0.16	0.02	0.27	-0.41	-0.37	<b>-.42</b>
10	0.2	0.22	0.11	0.12	0.02	<b>-.06</b>
11	0.38	0.11	0.35	-0.02	0.09	<b>-.15</b>
12	0.23	0.04	0.17	0.09	0.12	
13	0.21	-0.36	0.13	0.09	0.15	
14	0.13	0.16	0.15	0.03	0.11	
15	0.26	0.35	0.25	0.18	0.38	
16	0.45	0.33	0.12	0.21	0.36	
17	0.45	0.67	0.49	0.47	0.55	
18	0.11	0.18	0.1	0.04	0.18	
19	0.44	0.25	0.34	0.28	0.51	
20	0.38	0.23	0.11	0.13	0.17	
21	0.54	0.28	0.61	0.69	0.64	
22	0.24	-0.03	0.28	0.15	0.25	
23	0.72	0.16	0.23	0.22	0.15	
24	0.48	0	0.13	0.26	-0.14	

Fuente: Banco de México.

Realizando la Prueba de Bondad de Ajuste  $\chi^2$ .

$H_0: F(x) = F_0(x)$ ; (Donde  $F_0(x)$  es el modelo de probabilidad normal con media  $0.0022203$  y desviación estándar  $0.0021443$ )

vs.

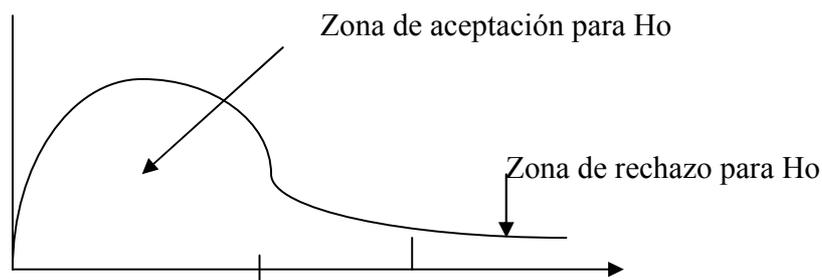
$$H_1: F(x) \neq F_0(x)$$

$$\alpha = 0.001$$

Tabla 3.2

Intervalo	Observada (Fo)	Esperada (Fe)	$(Fo-Fe)^2/Fe$
1	5	8.21	1.25506699
2	15	29.73	7.29811302
3	63	47.09	5.37541092
4	29	29.73	0.01792466
5	11	8.21	0.94812424
		suma	14.8946398

Gráfica 3.5



Estadístico de Decisión = 14.89

18.47 = Valor de Tablas con g. l. = 5-1=4

Como el estadístico de prueba cae en la zona de aceptación para la  $H_0$ <sup>11</sup>, entonces no se puede rechazar  $H_0$ , de tal manera que la serie histórica de la inflación quincenal, desde el año del 2000 hasta la fecha, se comporta como una  $N_{(0.0022203, (0.0021443)^2)}$ .

De tal manera que podemos concluir que la inflación quincenal se comporta como un Normal con media igual a 0.0022203 y desviación estándar igual a 0.0021443.

<sup>11</sup> El error Tipo I es cuando se rechaza  $H_0$  cuando en realidad es cierta y el error Tipo II es cuando deberíamos rechazar  $H_0$  porque en realidad  $H_0$  es falsa. De tal manera que en esta prueba de Hipótesis se puede incurrir en el error de Tipo II.

## CAPÍTULO IV

### FORMULACIÓN DEL MODELO PROPUESTO

La fórmula para encontrar el capital final  $C_f$  de una inversión, con capital inicial  $C_o$ , a una tasa de interés  $i$ , durante  $n$  periodos es:

$$C_o (1+i)^n = C_f. \quad (4.1)$$

Utilizando la Ecuación (1.1) del Capítulo I de la página 4.

De lo anterior es claro que  $P = C_o$ ,  $n = 1$  y  $C_f = VN = \$10.00$ . Igualando ambas ecuaciones se tiene que:

$$\frac{C_f}{(1+i)} = VN \left( 1 - \frac{TD}{360} \right). \quad (4.2)$$

Despejando  $i$  se tiene que:

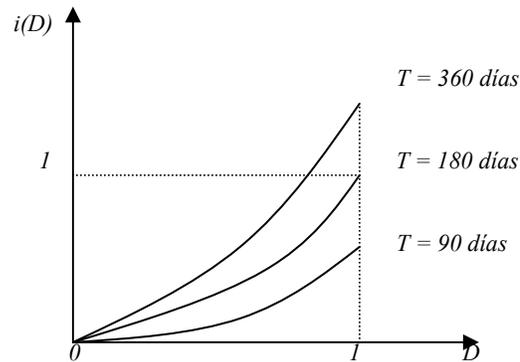
$$i = \frac{TD}{360 - TD}. \quad (4.3)$$

La anterior ecuación la podemos interpretar como sigue: **La tasa de interés al invertir en CETES depende de la tasa de descuento  $D$  y los días que le restan por vencer al título  $T$ .**

No es lineal para la variable  $T$ . Esto es que a un cambio en la variable  $T$  no le corresponde un cambio proporcional en  $i$ . La misma situación es para  $D$ . Aunque como ya se mencionó anteriormente, los valores que pueden tomar  $T$  y  $D$  son distintos.

Si graficamos la Ecuación (4.3) con respecto a la tasa de descuento  $D$  se tiene  $i(D)$ , con varios valores de  $T$ , tenemos la siguiente grafica:

Gráfica 4.1



La Gráfica 4.1 la podemos interpretar que a mayor tasa de descuento implica mayor tasa de rendimiento, manteniendo constante los días que le restan de vida al título. También se preferirán CETES que tengan mayor plazo al vencimiento.

Por otro lado, utilizando la ecuación (2.2) que es la Fórmula de Fisher demostrada en el Capítulo II de la página 15, e igualándola con la Ecuación (4.3) con respecto a la tasa de interés nominal  $i$ .

$$\frac{TD}{360 - TD} = (1 + \pi)(1 + r) - 1. \quad (4.4)$$

De esta última ecuación despejando a la tasa de rendimiento real  $r$ .

$$r = \frac{360}{(1 + \pi)(360 - TD)} - 1. \quad (4.5)$$

La ecuación (4.5) se puede interpretar que el rendimiento real está en función de tres variables:

1. Tasa de inflación.
2. Número de días que le resta al título.
3. Tasa de descuento del mismo.

Es claro que la tasa de rendimiento real  $r$  tiene el mismo plazo que la tasa de inflación, y a su vez, coincide con los días que le restan de vida al título. Para analizar la tasa de rendimiento real  $r$  procederemos de la siguiente manera:

Del tema de tasas equivalentes de Matemáticas Financieras se sabe \$1.00 invertido a una tasa anual durante un año es igual a \$1.00 invertido a una tasa *al periodo* invertido durante  $n$  periodos, donde  $n$  es igual al número de veces que el *periodo* cabe en el año, es decir:

$$(1+r_{\text{al periodo}})^n = (1+r_{\text{anual}})^1. \quad (4.6)$$

Por ejemplo, si el periodo es *mensual* entonces  $n = 12$ , si el periodo es *trimestral* entonces  $n = 4$ . Despejando la tasa de rendimiento real anual  $r_{\text{anual}}$ , de (4.6).

$$r_{\text{anual}} = (1+r_{\text{al plazo}})^n - 1. \quad (4.7)$$

Sustituyendo la Ecuación (4.5) en la Ecuación (4.7), con respecto a  $r_{\text{al periodo}}$ . Tenemos entonces:

$$r_{\text{anual}} = \left[ 1 + \left( \frac{360}{(1+\pi)(360-TD)} - 1 \right) \right]^n - 1. \quad (4.8)$$

$$r_{\text{anual}} = \left[ \frac{360}{(1+\pi)(360-TD)} \right]^n - 1. \quad (4.9)$$

Ahora bien,  $n$  es igual al número de veces que los días que le restan de vida al título caben en el año de 360 días. Finalmente la Ecuación (4.9) queda:

$$r_{\text{anual}} = \left[ \frac{360}{(1+\pi)(360-TD)} \right]^{\frac{360}{T}} - 1. \quad (4.10)$$

Entonces surge la siguiente pregunta: **Dada una expectativa de la tasa anual de inflación, y dado que se encuentran en oferta muchos CETES, tanto en el Mercado Primario como en el Secundario; qué Certificado de la Tesorería de la Federación debe escoger un inversionista para maximizar su tasa de rendimiento real anual, conociendo de antemano que cada Certificado tiene una tasa de descuento,  $D$ ; y plazo de vencimiento,  $T$ .**

De tal manera que el problema financiero queda de la siguiente manera:

$$f. o. \quad \text{Max } r_{\text{anual}} = \left[ \frac{360}{(1 + \pi)(360 - TD)} \right]^{\frac{360}{T}} - 1. \quad (4.11)$$

s.a.

$$T = 1, 2, \dots, 719, 720 \text{ días}$$

$$-1 < \pi < 1$$

$$0 < D < 1$$

Para insertar el factor de riesgo del modelo propuesto de (4.11) consideraremos a la Función Objetivo como una función de variable aleatoria, tal variable será la inflación ( $\pi$ ) y las demás variables  $T$  y  $D$  serán constantes.

Para encontrar tal función de densidad aplicaremos el siguiente teorema<sup>1</sup>:

Teorema 4.1. Sea  $X$  una variable aleatoria continua con función de densidad de probabilidad  $f_X(x)$  y definase  $Y = g(X)$ . Si  $y = g(x)$  y  $x = g^{-1}(y)$  son funciones univaluadas, continuas y diferenciables y si  $y = g(x)$  es una función creciente o decreciente de  $x$ , la función de densidad de probabilidad de  $Y$  está determinada por:

$$f_Y(y) = f_X(g^{-1}(y)) \left| \frac{dx}{dy} \right| \quad (4.12)$$

Lo que está entre barras verticales es el Jacobiano de la transformación.

Del Capítulo III de la página 26, se aplicó la Prueba de Bondad de Ajuste  $\chi^2$  concluyéndose que la serie histórica de la inflación se comporta como una *Normal* con media  $\mu$  y desviación estándar  $\sigma$ , ambas conocidas, y su función de densidad es:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right] \quad (4.13)$$

Aplicando el teorema de (4.1), la función inversa de la Función Objetivo de (4.11) es:

$$\pi(r) = \left[ \frac{360}{360 - TD} \right] \left[ \frac{1}{(r+1)^{\frac{T}{360}}} \right] - 1 \quad (4.14)$$

---

<sup>1</sup> La demostración de este teorema es muy conocida y está dada en la página 168 del Canavos y en la página 658 del Apostol volumen II.

y su derivada es:

$$\pi'(r) = -\frac{T(r+1)^{-\left(\frac{T+360}{360}\right)}}{360-TD} \quad (4.15)$$

evaluando en la función de densidad de  $\pi(r)$ :

$$f_R(r) = \left( \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp \left[ -\frac{\left( \left[ \frac{360}{360-TD} \right] \left[ \frac{1}{(r+1)^{\frac{T}{360}}} \right] - 1 \right) - \mu}{2\sigma^2} \right]^2 \right) \left( -\frac{T(r+1)^{-\left(\frac{T+360}{360}\right)}}{360-TD} \right) \quad (4.16)$$

Es claro que para distintos valores de  $T$  y  $D$ , se debe tener que la función de densidad:

$$\int_{-1}^1 f_R(r) dr = 1 \quad (4.17)$$

Se menciona de manera muy importante que para cada terna de valores de  $T$ ,  $D$  y  $\pi$  distinta se tiene una función de densidad distinta dada por (4.16), siempre y cuando la inflación se comporte como una Normal; si la inflación se comporta con otra función de densidad distinta a la Normal, se tendrá que aplicar nuevamente el Teorema dado por (4.12).

Procederemos a maximizar la Función Objetivo de (4.11) desde una perspectiva financiera para que su implementación sea satisfactoria.

1. Los valores de las variables  $\pi$ ,  $T$  y  $D$  en las que se pueden mover bajo condiciones normales del mercado son: (-1,1); 1, 2, 3,...,719, 720 días y (0,1) respectivamente.
2. Para la inflación se han registrado tasas anuales superiores al 100%.
3. Es importante mencionar que el inversionista que desee utilizar la Ecuación (4.11) para maximizar su rendimiento real anual, deberá primeramente fijarse una expectativa en el nivel de la tasa de inflación<sup>2</sup> y su correspondiente plazo de la misma, para que de ahí pueda escoger la tasa de descuento.

<sup>2</sup> Esto quiere decir que la tasa de inflación es una variable de estado, es decir, que no depende del inversionista. En cambio la tasa de descuento  $D$  y el plazo  $T$  son variables de control, es decir, éstas últimas están bajo la decisión del inversionista.

De (4.11), si el inversionista es del extranjero, antes de comprar sus paquetes de CETES, deberá cambiar sus dólares americanos, euros o cualquier otra divisa a pesos mexicanos; con lo anterior su rendimiento también dependerá del tipo de cambio inicial y final.

Si el tipo de cambio inicial y final son:  $T_o$  y  $T_f$  respectivamente y la tasa de interés real es  $r$ , entonces la tasa de rendimiento ( $R$ ) para el inversionista extranjero viene dado por:

$$R = \frac{T_o}{T_f}(1 + r) - 1. \quad (4.17)$$

De tal manera que el modelo propuesto en esta Tesis tiene funcionalidad para el mercado doméstico y externo.

## CAPÍTULO V

### APLICACIÓN Y ANÁLISIS DEL MODELO PROPUESTO

Es bien sabido que uno de los objetivos<sup>1</sup> del Banco de México es el de mantener la tasa de inflación anual por debajo de ciertos niveles, en los últimos años se han manejado cifras de 3%, 4% ó 5%.

Aplicando el Teorema 2.1 del Capítulo II, se tiene que la inflación quincenal esperada para cada quincena del año si la inflación anual esperada es de 3% es:

$$\pi_{quincenal} = \sqrt[24]{(1 + 0.03)} - 1 = (1 + 0.03)^{\frac{1}{24}} - 1 = 0.1233\% \quad (5.1)$$

La inflación mensual esperada para cada mes del año es:

$$\pi_{mensual} = \sqrt[12]{(1 + 0.03)} - 1 = (1 + 0.03)^{\frac{1}{12}} - 1 = 0.2466\% \quad (5.2)$$

La inflación trimestral esperada para cada trimestre del año es:

$$\pi_{trimestral} = \sqrt[4]{(1 + 0.03)} - 1 = (1 + 0.03)^{\frac{1}{4}} - 1 = 0.7417\% \quad (5.3)$$

La inflación semestral esperada para cada semestre del año es:

$$\pi_{semestral} = \sqrt[2]{(1 + 0.03)} - 1 = (1 + 0.03)^{\frac{1}{2}} - 1 = \quad (5.4)$$

La inflación *al periodo* esperada para cada *periodo* del año es:

$$\pi_{periodo} = \sqrt[n]{(1 + 0.03)} - 1 = (1 + 0.03)^{\frac{1}{n}} - 1 = \quad (5.5)$$

Donde  $n$  = número de veces que *el periodo* cabe en el año de 360 días.

Cabe mencionar que la política que ha venido mostrando el Banco de México es de que si aumenta la *tasa de inflación quincenal observada* más que la *tasa de inflación quincenal esperada*, entonces, aumentará el corto, y con ello, las siguientes quincenas tendrán que bajar la tasa de inflación esperada; lo anterior con el fin de que al acumular las tasas de inflación quincenal, éstas no rebasen la tasa de inflación anual del 3%.

---

<sup>1</sup> Otros de los objetivos del Banco de México son: Política Cambiaria, agente colocador de los instrumentos financieros emitidos por el Gobierno Federal (bonos).

El párrafo anterior es muy importante para nuestro modelo de optimización, ya que si la tasa de inflación esperada a un cierto periodo disminuye, entonces, la tasa de rendimiento real anual aumenta.

Para aplicar el modelo propuesto se utilizan dos software: EXCEL y Scientific Work Place. Para calcular las áreas bajo las distintas funciones de densidad de (4.16) se realiza un programa que suma las áreas de los rectángulos, cuya base de cada rectángulo es de longitud 0.0001, y es evidente que tal suma, en todos los casos, debe ser 1.0.

### Ejemplo 1

El Miércoles 8 de marzo de 2005 la tasa de descuento de CETES a 28 días es de 9.32% y a 91 días es de 9.59%, la media y desviación estándar de la inflación quincenal esperada de estas dos opciones es:  $\bar{x} = 0.00222032520325203$  y  $s = 0.00214430084710243$  respectivamente. Sustituyendo estos datos en (4.17) y utilizando los dos software mencionados; también se va a considerar un riesgo máximo del 2.5%, o lo que es lo mismo, una certeza del 97.5%. Se tiene que **la tasa de rendimiento real mínima esperada anual** de estas dos opciones es: -5.81% y -5.35% respectivamente, es claro que son más atractivos los CETES a 91 días, porque aunque ambos son negativos la tasa de rendimiento real anual esperada a 91 días es mayor que la tasa de rendimiento real anual esperada a 28 días considerando, en ambos casos, que se corre un riesgo del 2.5 %.

Con los datos del Ejemplo 1, pero con una certeza del 95%, Se tiene que **la tasa de rendimiento real mínima esperada anual** de estas dos opciones es: -4.28% y -3.85%, es claro que bajo este modelo la decisión es comprar los CETES a 91 días, porque se maximiza la tasa de rendimiento real anual esperada.

Continuando con los datos del Ejemplo 1, contrastemos la **tasa de rendimiento real anual esperada** con la **tasa de rendimiento real anual observada**. Si un inversionista hubiera comprado estos dos títulos y tenido hasta la fecha de su vencimiento, utilizando el Teorema 2.1, (4.10) y la Tabla 2.2, su tasa de rendimiento real anual observada es: 6.252% y 9.7106% respectivamente. Es claro que estos dos últimos valores están dentro del intervalo al 2.5% y 5% de riesgo.

Resumiendo el Ejemplo 1 se tiene la Tabla 5.1

Tabla 5.1

Plazo del título en días	Tasa de descuento otorgada por el título en %	Tasa de rendimiento real anual mínima esperada en %		Tasa de rendimiento real anual observada en %
		Con riesgo de 2.5%	Con riesgo de 5%	
28	9.32	-5.81	-4.28	6.252
91	9.59	-5.35	-3.85	9.7106

## Análisis del modelo propuesto

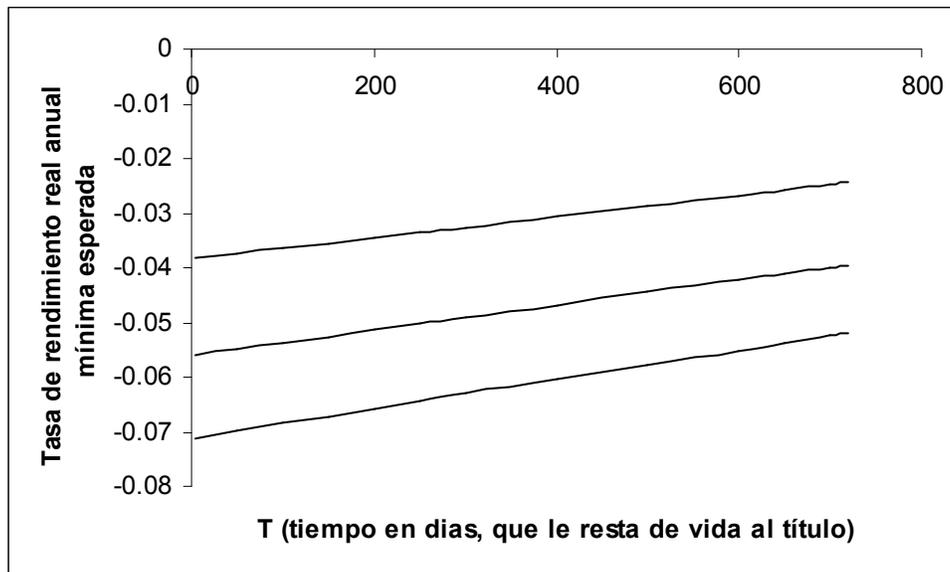
En el siguiente análisis se encontrará como cambia la **Tasa de Rendimiento Real Anual Mínima Esperada** cuando cambia los **días que les restan de vida al título,  $T$** , manteniendo la tasa de descuento constante a 8% y con tres niveles de riesgo: a) 10%, b) 5% y c) 2.5%. La tabla de valores es la siguiente:

Tabla 5.2

$T$	riesgo=2.5%	riesgo=5%	riesgo=10%
5	-0.0712	-0.056	-0.0383
50	-0.0699	-0.055	-0.0374
100	-0.0685	-0.0538	-0.0364
150	-0.0671	-0.0526	-0.0355
200	-0.0657	-0.0514	-0.0345
250	-0.0644	-0.0503	-0.0336
300	-0.063	-0.0491	-0.0326
400	-0.0603	-0.0468	-0.0307
500	-0.0577	-0.0445	-0.0288
600	-0.0551	-0.0422	-0.0269
650	-0.0538	-0.0411	-0.0259
700	-0.0525	-0.04	-0.0249
720	-0.052	-0.0395	-0.0245

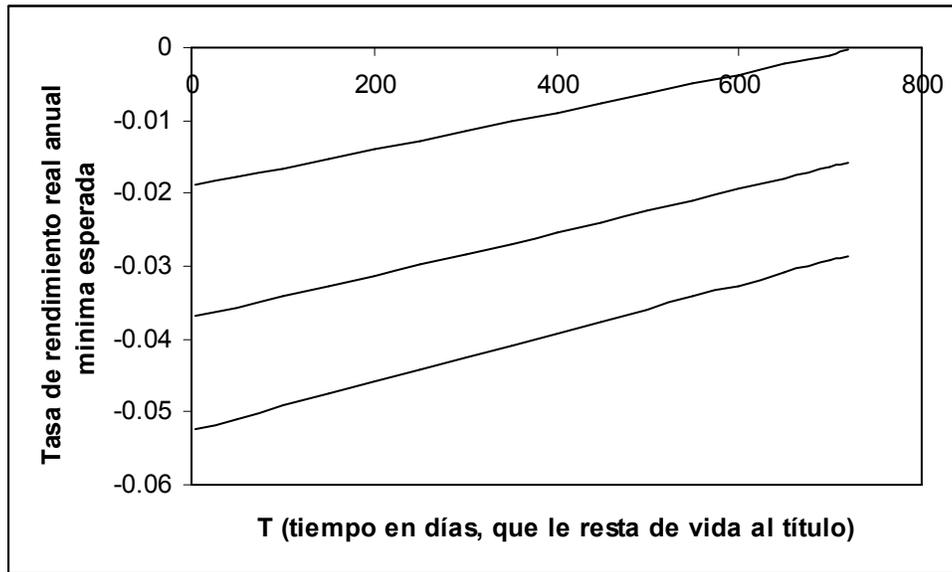
Y su grafica es:

Gráfica 5.1



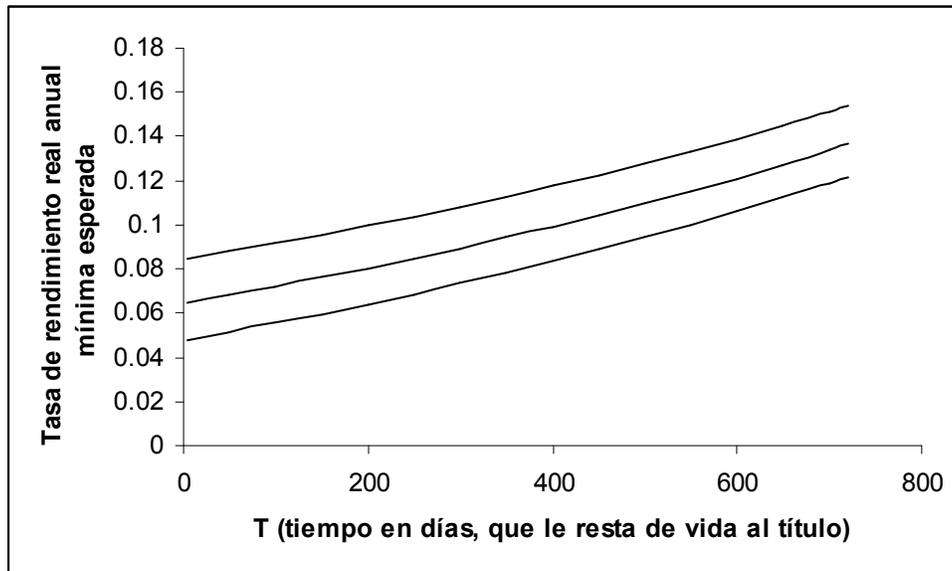
La Tabla 5.2 y la Gráfica 5.1 son interpretadas de la siguiente manera: Son más atractivos los CETES que tienen mayor plazo que los que tienen menor plazo. La de arriba le corresponde un riesgo de 10%. La del medio riesgo del 5% y la de abajo con riesgo del 2.5 %.

Con Tasa de descuento =  $D = 10\%$  se tiene la siguiente Gráfica  
Gráfica 5.2



Con Tasa de Descuento =  $D = 20\%$

Gráfica 5.3



Por las anteriores tres gráficas podemos hacer la siguiente afirmación:

Se maximiza la Tasa de Rendimiento Real Anual Mínima Esperada, para una inversión en CETES, con mayor plazo al vencimiento,  $T$ , y mayor Tasa de Descuento,  $D$ , manteniendo el nivel máximo de riesgo constante.

Si se lee la Tabla 5.2 en forma horizontal, se puede observar que **a mayor rendimiento real anual esperado, entonces se tiene un riesgo mayor**; de tal manera que objetivo número tres de esta Tesis se ha cumplido. Esta situación es probada por los modelos CAPM y APT, para inversiones en acciones.

## CONCLUSIONES

### Con respecto a la fórmula de Fisher.

Se incluyó esta fórmula en esta Tesis porque es de esencial importancia su utilización en las operaciones financieras y comerciales por las siguientes razones:

1. Existe un nuevo impuesto a las ganancias con rendimiento real y este es del 5%.
2. Los inversionistas internacionales no realizan inversiones especulativas en países donde las tasas nominales son altas, ya que generalmente si un país ofrece una tasa de rendimiento nominal alta es porque su tasa de inflación, histórica y esperada, es alta también, y en algunos casos la tasa de inflación es más alta que de la tasa de rendimiento nominal. Más bien, los inversionistas depositan su dinero en el país donde las tasas reales son más altas.<sup>1</sup>
3. Muchas instituciones crediticias cobran sus comisiones con respecto a la ganancia real, por ejemplo AFORES, de tal manera que es de crucial importancia saber cómo se relaciona ésta con la tasa de inversión nominal.
4. En México han existido periodos en que la tasa de inflación anual rebasa el 100%, de tal manera que se debe considerar a la inflación en las operaciones financieras y comerciales que se lleven en el país.
5. Se le debe tener un seguimiento y control riguroso a la tasa de inflación, entre otras variables, para tener un sano desarrollo de la economía y finanzas del país.
6. Desde mi particular experiencia laboral, hay algunas instituciones públicas y privadas, que acumulan a la tasa de inflación en forma aritmética, esto lleva a errores en las operaciones financieras.
7. Para realizar análisis comparativos sobre distintas inversiones especulativas o directas, se tienen que comparar sus tasas reales anuales incluyendo impuestos y comisiones, para de ahí tomar la máxima; hay que considerar que también habrá otros parámetros para aprobar una inversión como: Capital mínimo, riesgo, permisos gubernamentales, etc.
8. Tal fórmula también se puede utilizar para análisis de inversiones internacionales, tomando también en consideración el tipo de cambio, riesgo país, impuestos, comisiones, etc.

---

<sup>1</sup> También hay que tomar otras consideraciones, como por ejemplo: riesgo país, tipo de cambio, historia y expectativas de crecimiento, política monetaria, etc.

9. La fórmula de Fisher se le puede tratar como una función de dos variables aleatorias, con procesos estocásticos, series de tiempo, estadística bayesiana u otros, para hacer un pronóstico de la tasa de rendimiento real.

### **Con respecto a la Tasa Líder del Sistema Financiero Mexicano.**

En la literatura de Finanzas se habla mucho de la tasa mínima libre de riesgo, en su versión continua, esa tasa, para el caso mexicano es la tasa de CETES 28 días y debe ser convertida a Fuerza de Interés.

La Tasa Líder es muy importante en una economía porque de ella depende en gran medida la producción, el desempleo, el nivel de inflación, el nivel de inversión en bolsa, etc., entre otros factores.

Cuando la Tasa Líder es alta,<sup>2</sup> por arriba del 30%, lo que busca el gobierno es recoger circulante de la economía<sup>3</sup>, así de esta manera disminuir la inflación, pero con el problema que desalienta la creación de empresas y con esto aumentar el desempleo.

Cuando la Tasa Líder es baja, como en los días actuales de la economía mexicana, lo que se busca es alentar la producción y con ello disminuir el desempleo, esta es una receta clásica de la Teoría Keynesiana, pero en el caso mexicano, tal receta no ha dado resultados buenos.

### **Con respecto al modelo de optimización al invertir en CETES:**

El modelo propuesto tiene una gran aplicabilidad para maximizar la ganancia real anual al invertir en CETES. Tal modelo es un ejemplo de que si se sigue únicamente la línea matemática entonces se pierde la aplicación real, más bien es una combinación entre la realidad financiera y la herramienta matemática para llegar a la maximización.

La construcción del modelo tiene una secuencia lógica con respecto a la teoría financiera y se realizó bajo el contexto mexicano.

Tal modelo puede ser utilizado por las siguientes instituciones privadas con sus respectivos fines:

**Compañías aseguradoras.** Sus reservas deben ser invertidas en instrumentos de bajo riesgo y a su vez, obtener el máximo beneficio. Dichas reservas sirven para dar cumplimiento a sus responsabilidades futuras en el pago de sus siniestros.

---

<sup>2</sup> Decir que la Tasa Líder es alta es muy relativo, ya que hay que diferenciar entre las economías emergentes como la mexicana y las economías desarrolladas.

<sup>3</sup> Para controlar la inflación la Secretaría de Hacienda y Crédito Público tiene otras herramientas, a saber son: control de los salarios, cortos (a través del tipo de cambio), principalmente.

**Bancos.** Este tipo de empresas tienen diversos productos para sus clientes, a los cuales deberá ofrecer un máximo de beneficio con distintos niveles de riesgo. Si un cliente desea un mínimo de riesgo al depositar su dinero en un banco, el banco deseará darle el máximo beneficio, y así captar más clientes, y con ello el banco ganará más y mayor cantidad de comisiones.

**Sociedades de inversión de renta fija.** Estas agrupaciones necesitan una cartera de inversión distribuida en bonos y obligaciones que les de el máximo de beneficio para sus clientes.

**Afores.** Estas compañías necesitan invertir los depósitos de sus ahorradores (trabajadores) en instrumentos de bajo riesgo para darles el mayor rendimiento en términos reales, y así cobrar su respectiva comisión.

**Personas físicas.** Cualquier inversionista privado puede tener un rendimiento extra y con bajo riesgo.

**Empresas privadas.** Cualquier tipo de empresa con finanzas sanas siempre tendrá liquidez de corto plazo, este dinero puede ser invertido en CETES a corto plazo, y con ello ganar un interés.

**Gobierno Federal.** Podrá tener un modelo guía para que la Tasa Líder esté siempre por encima de la tasa de inflación en el mismo periodo, a su vez, la tasa de rendimiento real será siempre positiva; y de esta manera fijar políticas gubernamentales.

**Mercado Bursátil Mexicano.** Si la tasa de rendimiento real anual es positiva, entonces el Mercado Mexicano será atractivo, no solo para el inversionista local, sino también para el inversionista extranjero.

**Inversión en acciones.** Este tipo de inversiones tienen un gran factor de riesgo, de tal manera que el mínimo de rendimiento que deban ofrecer estos activos será la tasa de rendimiento real anual más *algunos puntos* como compensación al riesgo. La cantidad de esos puntos más estará a cargo del inversionista en el mercado accionario.

**Fondos de pensiones privadas y gubernamentales.** Estos fondos pueden tener ganancias por encima de la inflación y además maximizarlas, dándole certidumbre al ahorro de los trabajadores, y con ello, certidumbre al ahorro nacional.

Por lo anterior, se puede decir que la **Tasa Líder** del Mercado Mexicano es muy importante para la vida nacional porque de ella depende factores como: Inversión Directa, Inversión en bolsa, Política Monetaria, tasas de interés que ofrecen los bancos por préstamos, Desempleo, etc.

Agenda para investigaciones futuras:

Las ventajas y desventajas del modelo propuesto frente a otros modelos.

### **Ventajas**

1. Las ventajas del modelo propuesto: Se optimiza con respecto a la Tasa de Descuento (D), los días que le faltan por vencer al título (T) y a la Tasa de Inflación en el periodo de la inflación. Otros modelos hacen la optimización con respecto a varios bonos, obligaciones y acciones y la mayoría, en términos nominales.
2. La prueba de hipótesis para decidir que la inflación quincenal se comporta como una Normal le da mayor solidez al modelo.
3. El modelo propuesto tiene una construcción consistente a todo lo largo de su desarrollo.
4. Se comprueba en el modelo propuesto que: si se desea mayor rendimiento real esperado entonces existirá mayor riesgo.
5. Fácil manipulación, previo desarrollo de varios programas de cómputo<sup>4</sup>.

### **Desventajas**

1. Si en algún momento la inflación quincenal deja de comportarse como una normal, se tiene que buscar otra función de variable aleatoria.
2. El modelo propuesto es estático, es decir, no toma en consideración que las variables se mueven a través del tiempo.
3. No toma en consideración otras variables exógenas del modelo propuesto, como son: Tipo de cambio, Tasa de interés en el mercado, etc.
4. No toma en consideración el precio de compra y su valor nominal, ni el monto total a invertir.
5. No considera el riesgo de impago por parte del Gobierno Federal.
6. No separa el riesgo de inflación con otras variables.

---

<sup>4</sup> Se utilizó básicamente dos tipos de software para la implementación: EXCELL y Scientific Work Place. Aunque se puede utilizar cualquier otro.

## Bibliografía

1. Alvarez, Fernando; Jermann, Urban J. Efficiency, Equilibrium and Asset Pricing with Risk of Default. *Econometrica*. Pag. 775. Vol. 68. Nom. 4. July 2000.
2. Amihud, Y.; Mendelson, H. Liquidity, Maturity and the Yields on U. S. on Treasury Securities. *Journal of Finance*. 46. Pag. 31-53. 1991.
3. Andrzej, Ruszczynski; Vanderbei, Robert J. *Econometrica*. Frontiers of Stochastically No-Dominated Portfolios. Pag. 1287. Vol. 71. Nom. 4. July 2003.
4. Apostol, Tom M. *Calculus*. Editorial Reverté. Volumen II. 2da. Edición. 1980.
5. Atesoglu, H. Sonmez. Inflation and Investment in the United States. *Investigación Económica*. Vol. LXV 252. Abril-Junio 2005.
6. Ayuso Huertas, Juan. Un Análisis Empírico de los Tipos de Interés Reales Exante en España. *Investigaciones Económicas*. Vol. XX(3). Septiembre 1996.
7. Balduzzi Pierluigi, Edwin J. Elton; Green, T. Clifton. Economics News and Bond Prices: Evidence from the U. S. Treasury Markets. *Journal of Finance and Quantitative Analysis*. 36. pag. 523-543. 2001.
8. Barth, James R.; Bradley, Michael D. On Interest Rates, Inflationary Expectations and Tax Rates. *Journal of Banking and Finance*. 12. Pag. 215-220. 1998.
9. Bodie, Zvi. Common Stocks as a hedge Against Inflation. *Journal of Finance*. 31. pag. 459- 470. 1976.
10. Boudoukh, Jacob; Richardson, Matthew. Stock Returns and Inflation: A Long-Horizons Perspective. *American Economic Review*. 83. pag. 1346-1355. 1993.
11. Brealey, Richard A., Myers, Stewart C. *Principios de Finanzas Corporativas*. MacGraw-Hill. Séptima Edición. 2003.
12. Brand, Michael W.; Kavajecz, Kenneth A. Price Discovery in the U. S. Treasury Market: The Impact of Order Flow and Liquidity on the Yield Curve. *The Journal of Finance*. Vol. 59. December 2004.
13. Breedon, F. Bond Prices and Market Expectations of Inflation. *Bank of England Quarterly Bulletin*. Pag. 160-165. May. 1995.
14. Brennan, Michael J. ; Xia, Yihong. Dynamic Asset Allocation under Inflation. *The Journal of Finance*. Vol.LVII. Nom. 3. June 2002.

15. Brewer, Elijah III; Kaufman, George G. Exploring the Real Interest Rate Puzzle. *The Quarterly Review of Economic and Finance*. The Quarterly Review of Economic and Finance. Vol. 34. Nom. 4. Winter 1994.
16. Buraschi, Andrea; Jiltsov, Alexei. Inflation Risk Premia and the Expectation Hypothesis. *Journal of Financial Economics*. Vol. 75. Issue 2. February 2005. Pag. 429.
17. Canavos, George C.. *Probabilidad y Estadística, aplicaciones y métodos*. MacGraw-Hill. 1988.
18. Cardoso Sánchez, Roberto. *Modelos Estocásticos de Tasas de Interés. Una Aplicación Empírica al caso de México*. Tesis del Instituto Tecnológico Autónomo de México. 2001.
19. Castellanos, Sara; Camero G., Eduardo. ¿Qué información acerca de expectativas de inflación contiene la estructura temporal de tasas de interés en México?. *El Trimestre Económico*. Vol. LXIX(3). Julio-septiembre 2002. Num. 275.
20. Cornell, B.; Shapiro, A. The Mispricing of U. S. Treasury Bonds: A case Study. *Review of Financial Studies*. 2. Pag. 297-310. 1989.
21. Correa Villegas, Yadira. *La Relación entre la Tasa de Interés Real y la Inflación*. Tesis del Instituto Tecnológico Autónomo de México. 2000.
22. Crockett, J. A. Rational Expectation Inflation and the Nominal Interest Rate. *Journal of Econometrics*. 83. Pag. 349-363. 1998.
23. De Lara Haro, Alfonso. *Medición y Control de Riesgos Financieros*. Editorial Limusa. 2da. Edición. 2002.
24. DePrince, A. E. Jr.; Ford, W. F. The U.S. Treasury is Inflation-Protected Securities (TIPS): Market Reaction and Policy Effects. *Business Economics*. Pag. 47-53. 1998.
25. Diez de Castro, Luis; Mascareñas, Juan. *Ingeniería Financiera. La gestión de los mercados financieros internacionales*. 2da edic. McGraw-Hill. 1994.
26. Dornbuch, Rudiger; Fischer Stanley. *Economía Mexicana. La Inflación Moderada*. Vol. I. Enero-Junio. 1992. Num.1.
27. Duffee, G. The Relation between Treasury Yields and Corporate Bond Yield Spreads. *Journal of Finance*. 54. pag. 2225-2241. 1998.

28. El Mercado de Valores. Pag.795. Año XXXVII. Num. 41. Octubre 10 de 1977. Habla de la iniciativa de Ley que manda el Mandatario a la Cámara para la creación de CETES.
29. El Mercado de Valores. Pag. 93. Año XXXVIII. Num. 6. Febrero 6 de 1978. Primera colocación de CETES el 19 de enero de 1978 por 4,000 millones de pesos.
30. Fabozzi, Frank J. Bond Markets, Analysis and Strategies. Prentice Hall. Upper Saddle River. N. J. 2000
31. Fama, Eugene F.; Gobbons, Michael R. Inflation, Real Returns and Capital Investment. Journal of Monetary Economic. 9. pag. 297-323. 1982
32. Fama, Eugene F.; Frech, Kenneth R. Business Conditions and Expected Returns on Stocks and Bonds. Journal of Financial Economics. 25. pag. 23-29. 1989.
33. Fama, Eugene F.; Schwert, G. William. Asset Returns and Inflation. Journal of Financial Economics. 5. pag. 115-146. 1977.
34. Fernández, Viviana. Interest Rate Risk in an Emerging Economy. The Quarterly Review of Economic and Finance. Vol. 44. ISSU 5. Pag. 659. 2004.
35. Fleming, Michael J.; Remolona, Eli M. Price Formation and Liquidity in the U. S. Treasury Market: The Response to Public Information. Journal of Finance. 54. Pag. 1901-1915. 1999.
36. Fortuno Hernández, Josefa Carolina. El Modelo de Determinación del Precio de los Activos de Capital (CAPM) para el Mercado de CETES de México. Tesis de Maestría en Economía. Facultad de Economía. Posgrado de Economía. UNAM. 2003. FHJC. MAE. 20003.
37. Flores Rivera, Ciro Filemón. Un Modelo de Optimización para Carteras de Inversión. Tesis de Maestría en Ingeniería. Facultad de Ingeniería. Posgrado de Ingeniería. UNAM. 1992. FLO. 1992.
38. Galindo, Luis Miguel; Guerrero, Carlos. Elementos para modelar la Inflación en México: un Enfoque GARCH. Momento Económico. Num. 101. Enero Febrero 1999.
39. Grier, Robin. M.; Grier, Kevin B. Inflación e incertidumbre inflacionaria en México 1960-1997. El Trimestre Económico. Vol. LXV(3). Julio-septiembre 1998. Nom. 259.
40. Ho Eom, Young; Helwege, Jean; Huang, Jing-Zhi. Structural Models of Corporate Bond Pricing: An Empirical Analysis. The Review of Financial Studies.

41. Huizinga, John; Mishkin, Frederic S. Inflation and Real Interest Rates on Assets with Different Risk Characteristics. *Journal of Finance*. 39. Pag. 697-712. 1984.
42. Kandel, S.; Ofer A.; Sarig, O. Real Interest Rates and Inflation: An Ex ante Empirical Analysis. *Journal of Finance*. 51 (1). Pag. 205-225. 1996.
43. López Esparza, Víctor. Calidad Total para la Administración de Portafolios de Inversión. *El Mercado de Valores*. Año LVII. Agosto de 1997.
44. Lothian, R. James; Mccarty, Cornelio. Currency Union and Real Exchange Rate Behavior. *Momento Económico*. Num 114. Marzo Abril 2001. pag. 29.
45. Laatsch, Francis E.; Klein, Daniel P. Nominal Rates, Real Rates and Expected Inflation: Results from a Study of U. S. Treasury Inflation Protected Securities. *The Quarterly Review of Economic and Finance*. Vol. 43. Nom. 3. Pag. 405. 2003.
46. Markowitz, H. M. Portfolio Selection. *Journal of Finance*. Marzo 1952
47. Marshall R., Enrique. *El Sistema Financiero y el Mercado de Valores en Chile*. Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos (CEMLA). 1991.
48. Mundell, Robert. Inflation and Real Interest. *Journal of Political Economy*. 71. pag. 280-283. 1963.
49. Ortiz, E.,. 1995. Mercados de Capital y el Desarrollo e Integración Financiera de México. En Girón, Alicia; Correa Eugenia, comps. *TLC e Integración Financiera: Retos y Perspectivas*. México D. F. Siglo XXI.
50. Ortiz, E.; y V. R. Errunza 1995b. Los Mercados de Capital Emergentes y la Globalización Financiera: Retos y para las finanzas Modernas. En Girón, Alicia; Edgar Ortiz y Eugenia Correa, comps. *TLC e Integración Financiera: Retos y Perspectivas*. México D. F. Siglo XXI.
51. Ortiz, E.; 2000a. La inversión extranjera de Portafolios en los Mercados de Dinero y Capital de México y su impacto en la Crisis Mexicana. En Irma Manrique, Coord., *Arquitectura de la Crisis Financiera*. México. D. F. Miguel Ángel Porrúa.
52. Ortiz, E.y A. Lewis 1996. Contestable Markets and the Mexican Banking Sector in the Contexto of NAFTA. En Ghosh. Dilip K. Ghosh y Ortiz, Edgar. Eds., *The Global Structure of International Financial Markets*. London: Routledge. 1996.
53. Ortiz, E.y J-P. Gueyie 2001. *Banking, Economic Development and Integration*. En Meric, Ilhan y Meri, Gulser, eds. *Global Financial Markets at the End of the Century*. London: Elsevier.

54. Osorio Barrientos, Arturo. Modelo para el Análisis y Evaluación del Capital de Riesgo en un contexto Inflacionario. Tesis de Maestría en Administración. Posgrado de Contaduría y Administración. UNAM. 1994.
55. Parisi, Franco; Parisi, Antonio. Modelos GARCH y la tasa de interés nominal de corto plazo en Chile: una evidencia empírica. El Trimestre Económico. Vol. LXV(4). Octubre-diciembre 1998. Nom. 260.
56. Parzen, Emanuel. Modern Probability Theory and its applications. John Wiley and Sons, Inc. 1992.
57. Pérez, Ana; Ruiz, Esther. Modelos de Memoria Larga para Series Económicas y Financieras. Investigaciones Económicas. Vol. XXVI. Septiembre 2002
58. Piazzesi, Monika. Bonds Yields and the Federal Reserve. Journal of Political Economy. Forth-coming. 2003.
59. Pilote, Eugene A. Capital Gains, Dividend Yields and Expected Inflation. The Journal of Finance. Vol. LVIII. Nom. 1. February 2003.
60. Ramírez Villanueva, Lilián Dolores. La Aplicación de los Modelos de Optimización de Rendimientos y de Riesgo para un portafolio de sociedades de Inversión común (acciones). Tesis de Maestría en Finanzas. Posgrado de Contaduría y Administración. UNAM. 1998.
61. Romero Castillo, Martín. Teoría de la Cartera Aplicada a Bonos. Tesis de Maestría en Ingeniería. Facultad de Ingeniería. Posgrado de Ingeniería. UNAM. 1991. ROM. 1991.
62. Ross, Stephen A., Westerfield, Randolph W., Jaffe, Jeffrey. Finanzas Corporativas. MacGraw-Hill. Quinta Edición. 1996.
63. Ross, Stephen A. The Arbitraje Theory of Capital Asset Pricing. Journal of Economic Theory. 1976
64. Rublo Kaiser, Federico; Pérez Velazco, Juna Carlos. Flujos de Recursos Intersectados: su corrección debido ala Inflación y a los movimientos del Tipo de Cambio. El Mercado de Valores. Año LVII. Julio de 1997.
65. Samuelson, Paul A. Lifetime Portfolio Selection by Dynamic Stochastic Programming. Review of Economic and Statistics. 51. pag. 239-246. 1969.
66. Sánchez Cerón, Carlos. Las Señales en el Mercado de Dinero y la Eficiencia en el Mercado de CETES. El Mercado de Valores. Septiembre de 1990, año L, página 25.

67. Santaella Pérez, María Itandehui. Análisis de Rendimiento de Activos de la Cartera de Siefore Tepeyac en el 2002 y su medición de riesgo mercado con los principales indicadores en México. Tesis de Maestría en Finanzas. Posgrado de Contaduría y Administración. UNAM. 2004. 001.667.S1.2004.
68. Serrat, Ángel. A Dynamic Equilibrium Model of International Portfolio Holdings. *Econometrica*. Pag. 467. Vol. 69. Nom. 6. November 2001.
69. Silva Haro, Jorge Luis. Propuesta Alternativa para la Determinación del Algoritmos de Precios de los Certificados de la Tesorería de la Federación (CETES). Tesis de Licenciatura en la Facultad de Ciencias de la UNAM. 1997.
70. Stampfli, Joseph; Goodman, Victor. *Las Matemáticas para las Finanzas. Modelado y Cobertura*. Thomson. 2002.
71. Tapia Maruri, Joaquín. La Reacción de Algunas Tasas de Interés ante Cambios de la Tasa Líder en una Economía Abierta. Un Análisis para México, abril 1984-noviembre 1992. *Economía Mexicana*. Vol. I <num. 2. Julio-Diciembre. 1992.
72. Vidaurri Aguirre, Héctor Manuel. *Matemáticas Financieras*. Editorial ECAFSA. 2da. Edición. México. 2000.
73. Villegas Morán, Felipe Antonio. *Modelos Cuantitativos para la Selección de Portafolios de Inversión*. Tesis de Maestría en Ingeniería. Facultad de Ingeniería. Posgrado de Ingeniería. UNAM. 1996. VII. 1996.
74. Walker, Eduardo; Lefort, Fernando. Premios por plazo, tasas reales y catástrofes, evidencia de Chile 1987, 2002. *El Trimestre Económico*. Vol. LXIX. Enero-marzo, México 2002. Num. 273.

Análisis de los Fondos de Inversión de Renta Fija en España 1991-1993. *Investigaciones Económicas*. Vol. XIX (3). Septiembre 1995.

Sitios web:

1. [www.banxico.org.mx](http://www.banxico.org.mx)
  2. [www.shcp.gob.mx](http://www.shcp.gob.mx)
- [www.nafin.gob.mx](http://www.nafin.gob.mx)