

Precios de transferencia de fondos en bancos de México entre febrero de 2012 y mayo de 2021

Karina Valencia-Serpel - Universidad Panamericana, México

Fernando Cruz-Aranda - Universidad Nacional Autónoma de México, México

Francisco Ortiz-Arango¹ - Universidad Panamericana, México

Resumen

Objetivo: El trabajo sometido estima los Precios de Transferencia de Fondos (FTP) de siete bancos en México. **Metodología:** Se utiliza un bono que reproduce los flujos de efectivo del banco que permite estimar la estructura de plazos. El bono se valúa mediante el modelo de Nelson-Siegel. Se estiman las tasas de sus carteras de créditos y depósitos para calcular los FTP. Asimismo, se calcula el spread de la TIIE-28 y la tasa CETE-28 de cada banco para establecer la dinámica que han seguido, entre febrero de 2012 y mayo de 2021. **Resultados:** Los resultados obtenidos muestran una discrepancia inferior a 0.0006. **Recomendaciones:** La metodología FTP mejora al usar la mayor cantidad de datos disponibles. **Limitaciones e implicaciones:** Para obtener resultados más precisos se requiere de información de todas las líneas de negocio del banco, lo cual dificulta y retrasa la aplicación del modelo. **Originalidad:** Se demuestra que existe una relación positiva entre la aplicación de la metodología FTP y la rentabilidad. **Conclusiones:** El utilizar la metodología FTP puede crear valor al optimizar los márgenes de interés neto del banco.

Clasificación JEL: C13, G12, G21.

Palabras clave: Precios de Transferencia de Fondos, bonos, bancos.

Fund Transfer Pricing in banks of Mexico from February 2012 to May 2021

Abstract

Objective: The submitted work estimates the Funds Transfer Prices (FTP) of seven banks in Mexico. **Methodology:** A bond is used that reproduces the bank's cash flows, which allows estimating the term structure. The bond is valued utilizing the Nelson-Siegel model. Then, the rates of your loan portfolio and deposits are estimated to calculate the FTP. Likewise, we calculate each bank's spread of the TIIE-28 and the CETE-28 rate to establish their patterns between February 2012 and May 2021. **Results:** The results obtained show a discrepancy of less than 0.0006. **Recommendations:** The FTP methodology improves by using the most available data. **Limitations and implications:** To get better results, more information is required from all the bank's lines of business, making it difficult and delaying the application of the model. **Originality:** It shows a positive relationship between the application of the FTP methodology and profitability. **Conclusions:** Using the FTP methodology is possible to create value by optimizing the bank's net interest margins.

JEL Classification: C13, G12, G21.

Keywords: Fund Transfer Pricing, bonds, banks.

¹ Autor de correspondencia. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad Panamericana, México Augusto Rodin 498, Ciudad de México, 03920, e-mail: fortizar@up.edu.mx.

*Sin fuente de financiamiento para el desarrollo de la investigación.



1. Introducción

La estructura de los Precios de Transferencia de Fondos (FTP por sus siglas en inglés) es una herramienta importante en la gestión de activos y pasivos de los bancos, así como para el diseño de estrategias encaminadas a ofrecer mejores productos financieros a sus clientes. En el proceso del FTP se debe considerar cinco elementos importantes: la limitación para usar recursos provenientes del mercado interbancario, la creación de un fondo de contingencia de liquidez (Basilea I, II y III), la necesidad de ajustar el FTP al riesgo crediticio de los activos de las instituciones financieras, la necesidad de incluir una prima de liquidez en el caso del financiamiento a largo plazo y la elección de una metodología FTP para incorporar el diferencial de tasas en la deuda que contraigan las instituciones financieras debido al posible riesgo de incumplimiento (Dermine, 2013). La metodología de fijación FTP aplicados al análisis de la liquidez de una institución financiera se puede desagregar en dos componentes distintos: los costos de liquidez por el financiamiento y los costos de liquidez de contingencia, es decir, el costo de mantener exceso de liquidez. El FTP es un proceso central en las instituciones financieras, que permite centralizar la administración de los riesgos, como el riesgo de tasas de interés, así como implementar medidas ex ante de la rentabilidad de los productos tradicionales de las instituciones financieras, como los créditos y los depósitos (Skoglundt, 2013).

La principal función de las instituciones financieras, en particular los bancos, es administrar de manera adecuada los depósitos y dirigirlos a los prestatarios adecuados. Un principio fundamental en los bancos es que mientras mayor sea la diferencia de los costos de fondeo y la tasa de rendimiento de sus inversiones, mayores beneficios obtendrá el banco. Al pedir fondos deberá pagarse por estos fondos y al prestarlos obtener un beneficio, lo que implica un costo por fondearse y un beneficio al obtener un rendimiento por ellos. Por lo que, los Precios de Transferencia de Fondos constituyen un proceso esencial para el banco, así como para la regulación y la administración eficiente, la cual conduciría a una adecuada toma de decisiones futuras.

Asimismo, el cálculo de los FTP sobre el balance general de una institución financiera conduce a valorar la rentabilidad y los costos de los depósitos y los créditos con vencimientos fijos y productos con vencimiento indefinidos (Dermine, 2013, 2016). Al evaluar la rentabilidad de los depósitos, los costos son conocidos y se refieren a los intereses pagados por los depósitos a los clientes, así como a los gastos asociados con estos depósitos, como el trabajo de los empleados y la tecnología. Sin embargo, determinar la rentabilidad o el retorno de los depósitos es complicado porque los depósitos son utilizados para financiar varios tipos de activos como créditos al consumo, créditos corporativos, bonos, activos fijos, entre otros, por lo que los FTP, se utilizan para determinar la rentabilidad de estos depósitos. Respecto a los créditos, el problema es simétrico, la rentabilidad o retorno de los créditos es conocida, por los ingresos netos por intereses, pero los costos de fondeo no son conocidos. Esto se debe a que las instituciones financieras usan varias fuentes de fondeo para financiar los activos, como depósitos a la vista, depósitos a plazo, depósitos corporativos, depósitos interbancarios, deuda subordinada y capital. Por lo que existe la necesidad de establecer un sistema de FTP para realizar la valuación de los costos de los fondos de los créditos. La identificación de un sistema adecuado de FTP es fundamental para determinar los precios de los productos comerciales

de los bancos, la evaluación de desempeño, el diseño de la estrategia y establecer el nivel de competencia del mercado bancario.

Las instituciones financieras de alto rendimiento que desean crear una ventaja competitiva utilizan la información del FTP para crear valor y optimizar los márgenes de interés neto (Hanselman, 2009). Cabe señalar, que las instituciones deben tener un mecanismo de FTP basado en la tasa de referencia del mercado en forma de una curva de rendimiento (Dziwok, 2019).

Una gran parte de los estudios de FTP analizan los métodos y la asignación de las curvas de rendimiento o tasas para aplicar a los diferentes productos que conforman el balance, ya sea por la parte de créditos (activos del banco) o por la parte de depósitos (pasivos del banco), así como la relevancia que tienen en el manejo del balance, la administración de riesgos y la rentabilidad por la línea de negocio (Kawano, 2005; 5rwKimball, 1997; Kugiel, 2009 y Elliot, 2018). Un análisis de los cinco bancos más grandes de Austria y Polonia utilizaron un sistema FTP para calcular los costos para proveer liquidez interna y se apegaron a los requisitos regulatorios relativos a la liquidez a corto plazo, Coeficiente de Cobertura de Liquidez (Cech et al, 2019).

El objetivo de la presente investigación es estimar los Precios de Transferencia de Fondos, FTP, de siete bancos que operan en México: Citibanamex, BBVA², Banco Azteca, BanCoppel, Inbursa, Monex y Scotiabank y demostrar que ; para lo cual en primera instancia se analiza la dinámica que han venido siguiendo los bancos a través del spread de la TIIE 28 y la tasa del CETE 28 guiado por los flujos de efectivo equivalente en cada Banco, así como la estimación de la tasa de variación de los FTP en el periodo del 1 de febrero de 2012 al 1 de mayo de 2021, tanto en forma determinística como estocástica, y se calcula del 14 de octubre de 2020 y hacia adelante a distintos plazos (1, 28, 90, 360 días y 30 años) utilizando la información sobre depósitos y créditos de los bancos, obteniéndose la estructura de tasas de interés. En este proceso de valuación se estima la curva de rendimiento a través del modelo de Nelson y Siegel (1987), la cual sirve de base para calcular los FTP. Cabe señalar que la metodología de Nelson-Siegel es una técnica de calibración dado un conjunto de datos de tasas de rendimiento y que conduce a la estimación de la estructura de plazos de las tasas de interés; véase Venegas-Martínez (2008). El modelo Nelson-Siegel es un modelo parsimonioso y por lo mismo ampliamente utilizado en el entorno financiero vinculado en este caso con los precios de transferencia. A diferencia de los distintos modelos en el cálculo de FTP como se describe en la sección de revisión de la literatura, este trabajo se enfoca en la tasa de rendimiento de bonos cupón cero a distintos plazos así como en las tasas de depósitos y en la tasa de los créditos de cada banco obteniendo un FTP para depósitos y un FTP para créditos de cada banco y la tasa es guiada por el modelo de Nelson y Siegel (1987) cuya dinámica es muy particular para cada banco como puede observarse en los resultados obtenidos. De esta forma, contar con mayor conocimiento sobre las tasas a considerar en la toma de decisiones vinculadas con depósitos, créditos y sus FTP. Además, se calcula y se minimiza el error cuadrático medio entre las observaciones y el modelo ajustado. De este modo se presentan las ventajas y alcances que ofrece la metodología utilizada en este trabajo.

Los FTP son un mecanismo muy importante en la administración o gestión de activos y pasivos de un banco y en consecuencia en la toma de decisiones sobre precios de los productos que ofrecen a sus clientes (Elliot, 2018), a fin de mantener al máximo la captación del ahorro del público y ofrecerle servicios de alta calidad, así como fomentar la inclusión financiera en las personas y las

² Banco Bilbao Vizcaya Argentaria.

empresas. La tasa de interés que establecen los bancos tanto en sus préstamos como sobre los depósitos generan un impacto sobre la actividad económica tanto en las decisiones de los prestatarios como de los ahorradores.

En el presente trabajo se establece como hipótesis, que es posible demostrar la existencia de una relación positiva entre la aplicación de la metodología FTP y la rentabilidad, con el objetivo de crear valor a largo plazo y obtener beneficios al aplicar un sistema de FTP adecuado. Esto constituye el principal impacto e innovación de este trabajo. Es así, que nuestra motivación de utilizar el modelo Nelson y Siegel está fuertemente vinculado por su aplicación práctica en el área financiera y estimación sencilla de sus parámetros y realizar una calibración acorde a la información disponible, nos lleva a poder reducir fuertemente los errores de ajuste en la estructura de plazos de tasas de interés y vincular éstas con las estimaciones de tasas de cartera y la tasa de depósitos del banco para poder determinar los precios de transferencia de fondos del banco que representan una parte medular en un balance y el estado de resultados de un banco.

Este trabajo está organizado de la siguiente manera, se hace una breve revisión de la literatura, en la segunda sección se presenta la curva de rendimiento a distintos plazos, se desarrolla el modelo de calibración de cuatro parámetros de Nelson y Siegel (1987), y se esquematiza el proceso de precios de transferencia; en la tercera sección se presentan los resultados y su análisis; para establecer las conclusiones en una cuarta sección.

1.1 Breve revisión de la literatura

El Precio de Transferencia de Fondos, FTP, es la tasa de interés interna utilizada para calcular los ingresos o costos de transferencia entre las distintas áreas de negocio de un banco, debido a un flujo interno de fondeo dentro de una institución financiera (Kugiel, 2009). El FTP como una herramienta analítica de los riesgos y los rendimientos permite a las instituciones financieras medir la rentabilidad de las unidades de negocio, medir y segregar los componentes del margen de interés neto (MIN) por unidad de negocio, y conduce a desarrollar un sistema de precios óptimo de créditos (activos) y depósitos (pasivos) basado en la administración de los riesgos (Hanselman, 2009). El FTP es el proceso mediante el cual las instituciones financieras asignan ganancias a las distintas líneas de negocio, como las áreas de captación de depósitos y la asignación de créditos (Wyle & Tsai, 2011). El FTP es similar al costo de oportunidad entre lo que una institución financiera obtiene de los beneficios de los préstamos a clientes y los préstamos que podría obtener en los mercados mayoristas (Woodward, 2007).

Se han estudiado y comparado cuatro aproximaciones o métodos para calcular los FTP (Kawano, 2005), (Tumasyan, 2012), (Hanselman, 2009) y (Ritchie, 2016). En el primero, la Tesorería paga la misma tasa de un crédito que proporciona a las unidades de negocio por los fondos, que la que cobra al usuario de los fondos; este método es el más sencillo y fácil de implementar, se recomienda cuando los bancos son chicos y tienen una fuente estable de fondeo con pocos proveedores y usuarios de los fondos. Con este método, las instituciones financieras utilizan una curva de precios de transferencia para todos los activos y para todos los pasivos. El segundo método es un enfoque múltiple, que utiliza por lo menos dos tasas, una para el usuario de los fondos y otra para el proveedor de estos fondos; este permite más flexibilidad en las tasas, es recomendado cuando

hay muchos proveedores y usuarios de los fondos, así como un portafolio de fondeo muy volátil. El tercer método se enfoca en igualar los vencimientos de los activos y los pasivos, buscando empatar los flujos de efectivo. Con este enfoque se pueden utilizar diferentes tasas para los depósitos y los créditos, así como una curva de rendimiento basada en los vencimientos (Kawano, 2005). En el cuarto método se pueden comparar dos técnicas para aplicar FTP, una es la técnica exacta que consiste en tomar los flujos de efectivo y asignarles las tasas de los fondos de precios de transferencia, y la otra es la técnica de duración, que calcula la duración de los portafolios y asigna la tasa de fondeo que corresponde a dichas duraciones (Skoglundt, 2013).

En la mayoría de los bancos, los ingresos netos por intereses representan entre el 60% y el 80% de los ingresos bancarios y el sistema FTP permite a los bancos dividir los ingresos netos por intereses en tres componentes básicos: el margen de fondeo, el margen de tasas de interés y el margen de crédito, lo que facilita el cálculo del balance y cuentas del estado de resultados a nivel de unidad de negocio o sucursal. Estudios aplicados a instituciones financieras sobre FTP a través de encuestas o entrevistas realizadas a bancos suecos indican que el FTP es percibido como un mecanismo clave para la administración de riesgos y es uno de los principales mecanismos de control dentro del banco que puede servir tanto como un dispositivo de señalización para las unidades de negocio como un medio para optimizar la rentabilidad del banco (Elliot, 2018), (Lindblom et al., 2013).

El FTP es un proceso interno que llevan a cabo los bancos como una función de sus tesorerías, las cuales actúan como un centro de gestión de riesgos para todas las líneas de negocio (Cadamagnani et al., 2015).

Los mecanismos de FTP a través de la modelación o construcción de las curvas de rendimiento o tasas de referencia a partir de los datos del mercado, tanto de valores como de derivados de tasas de interés aplicadas a los bancos, usan dos tipos de modelos: paramétricos como el modelo de Nelson-Siegel (1987) y Svensson (1994) y los basados en B-splines, y comparan los métodos de estimación según la metodología de bondad de ajuste, métodos de mínimos cuadrados basados en tasas y precios. A pesar de la importancia del tema sobre el uso de FTP como sistema de medición del rendimiento éste ha sido poco estudiado (De Castroa et al., 2019).

El banco Adriatic Bank Group, ABG, es un banco europeo de tamaño mediano con sede en Eslovenia, a través de su red de 56 sucursales, dos filiales y el sistema de banca electrónica con su nueva visión y la estrategia asociada, el ABG desarrolló una gama de nuevos servicios y productos digitales; esto requirió la transformación de los procesos existentes del banco y estableció un sistema de FTP para mejorar la rentabilidad a través de una eficiente asignación de precios entre líneas de negocio (Slapnicar et al., 2021).

Estudios recientes analizan el papel fundamental de los bancos comerciales como intermediarios financieros, los cuales canalizan fondos de los ahorradores a los prestatarios de manera eficiente (FTP). Al hacerlo, los bancos están expuestos a riesgos de mercado, crédito, liquidez y operativos. Estos riesgos deben gestionarse proactivamente con un enfoque en el apetito por el riesgo y los rendimientos ajustados al riesgo. Los miembros de la alta dirección de los bancos necesitan una visión empresarial de los riesgos para mejorar las decisiones de asignación de capital y liquidez. Durante la última década, se transita hacia un modelo de gestión de riesgo empresarial y los bancos han incrementado sus inversiones en la transformación de su modelo operativo

(Subramanian et al., 2022). Por lo anterior resulta de interés analizar la relación que existe entre la aplicación de FTP y la rentabilidad para los bancos, en particular los mexicanos.

A diferencia de otras metodologías, que buscan determinar los FTP analizando: la rentabilidad de los depósitos y prestamos por alguna líneas de negocio o las distintas líneas de negocio, el análisis de las tasas interbancarias, el riesgo de liquidez, la tasa de riesgo crediticio de determinadas líneas de negocio, la posible prima de riesgo de liquidez, la eficiencia sobre la asignación de precios en alguna o distintas líneas de negocio y a pesar de los diferentes estudios aun hoy en día se considera poco analizado y sobre todo porque el estudio está enfocado a un proceso interno de un banco y en consecuencia la información del banco es regularmente confidencial; por lo que comparando con nuestro estudio, se ha centrado en la tasa de referencia vinculado con un bono cupón cero reflejando los flujos de efectivo de un banco, así como el poder incorporar la tasa de depósitos del banco en la estimación de los FTP y la tasa sobre créditos en la estimación de los FTP y de esta manera contar con una ventaja competitiva para los tomadores de decisión que administran los FTP de un banco y en particular por la bondad que ofrece la metodología Nelson y Siegel en la estimación de la estructura de plazo y vinculado con los precios de transferencia de un banco.

2. Curva de rendimientos a través de la estructura de plazos de tasas de interés de bonos cupón cero.

Existe una gran variedad de modelos para describir la curva de rendimientos, James Weber (2000). Por ejemplo, los modelos de reversión a la media, así como el modelo de factores o también denominado paramétrico de Nelson y Siegel (1987), ampliamente usado por los bancos centrales, Jakas (2011), entre otros. Hoy en día la estimación y el pronóstico de la estructura de plazos de tasas de interés es de gran importancia para los profesionales en el entorno financiero y particularmente para la toma de decisiones en las inversiones de las empresas o corporativos, o bien en los bancos de inversión.

Asimismo, el pronóstico de la curva de rendimiento proporciona información relevante en términos de política monetaria, ya que constituye una base para la inversión y estrategias de ahorro. Cabe señalar, que para una gran cantidad de proyectos de inversión se requiere de disponer de liquidez ya sea para expansión en sus líneas de producción o mejoras de tecnología de alta calidad, lo que conduce a lanzar al mercado bonos con cupón o bonos cupón cero para su capitalización, lo cual se verá reflejado en los flujos de efectivo equivalentes de las instituciones emisoras. Disponer de curvas de rendimiento confiables les apoyará en tomar decisiones más adecuadas en las estrategias de coberturas que les permita mayor crecimiento y alcance a las instituciones, bancos y empresas exitosas.

El modelo parsimonioso paramétrico de Nelson y Siegel (1987), se ha considerado como un modelo óptimo, dado que es un modelo de calibración que ajusta los datos con errores cuadráticos bajos, y por tanto es apropiado para determinar los requerimientos de capital por riesgo de tasa de interés, es decir, apegado a Basilea III. Abeling y Molenaars et al. (2013), establecen que este es un modelo que permite realizar un análisis robusto, así como efectuar pronósticos y ayuda a gestionar mejores tomas de decisiones en un banco; Svensson (1994) implementa un término adicional, en el

modelo de Nelson y Siegel, que le permite dar “joroba” en la curva de rendimientos e incrementar su flexibilidad.

En el presente estudio, como ya se describió, se considera que un bono cupón cero representa los flujos de efectivo de un banco, por lo cual es factible calcular el valor del bono a través de una estructura de plazos o curva de rendimiento mediante el modelo de Nelson y Siegel. En la valuación del bono se toma como primer flujo el valor nominal traído a valor presente y el segundo flujo es el valor que se paga por el valor del bono al final del plazo, es decir, el valor nominal. El análisis se realiza para el periodo del 1 de febrero de 2012 al 1 de mayo de 2021 y se efectúan los cálculos del 14 de octubre de 2020 al 14 de abril de 2021, dada la disponibilidad de la información y plazos, calculándose la estructura de tasas de interés con el modelo de Nelson y Siegel para distintos plazos: a 1 día, 28 días, 90 días, 360 días y 30 años.

El mecanismo o proceso de los precios de transferencia de fondos está basado en las tasas de referencia y es factible utilizar las tasas que publica el Banco de México, tales como CETES a distinto plazo: 1, 28, 90, 360 días y las tasas de rendimiento de los Bonos a largo plazo: 3, 5, 10, 20 y 30 años. En la siguiente sección se describe el modelo de calibración de Nelson y Siegel de tasas de interés.

2.1 El modelo de Nelson y Siegel y los precios de transferencia

A continuación, se describe el modelo de calibración de Nelson y Siegel (1987), que es un modelo de calibración de cuatro parámetros. Para lo cual, primero recordemos que el precio de un bono está dado por la ecuación

$$B_{r_t,t;T} = FE_t \exp(-r_t(T - t)). \quad (1)$$

En la que FE_t es el flujo de efectivo al tiempo t , o bien el valor nominal al tiempo t ; r_t es la tasa spot al tiempo t , es decir, representa la tasa de retorno continuamente capitalizable e instantánea; siendo $\exp(-r_t(T - t))$ la función o factor de descuento. El bono cupón cero es un instrumento financiero con solo dos flujos de efectivo: el primero al inicio del periodo de inversión y el segundo flujo es el monto pagado en la fecha de maduración. Mientras que para un bono con pago de cupones se tendrán flujos periódicos c_i con $i = 1, 2, \dots, n$ traídos a valor presente, es decir,

$$B_{r_i,\delta_i} = \sum_{i=1}^n c_i e^{-r_i \delta t_i} + N_i e^{-r_i \delta t_n}.$$

Siendo δt_i el tiempo en el que se paga el cupón c_i ; el factor de descuento está dado por $\gamma_i = e^{-r_i \delta t_i}$.

De esta manera, el precio del bono es

$$B_{r_i,\delta_i} = \sum_{i=1}^n c_i \gamma_i + N_i e^{-r_i \delta t_n}. \quad (2)$$

Si se considera que $f(s) \equiv f_{s,s+\Delta s}$ es la tasa forward instantánea, ver de La Grandville, O. (2001), entonces la tasa está dada por $r_t \cong \frac{1}{T-t} \int_t^T f(s) ds$ y es tal que para $t = 0$ y $\tau = T$ la tasa es $r_t \cong r_t(\tau) = \frac{1}{\tau} \int_0^\tau f(s) ds$, en donde $\gamma_i = e^{-r_i \delta t_i}$ y $\delta t_i \rightarrow 0$; $\alpha(\tau) = e^{-\frac{1}{\tau} \int_0^\tau f(s) ds \tau} = e^{-\int_0^\tau f(s) ds}$. En el modelo de Nelson y Siegel la tasa forward con cuatro parámetros está dada por

$$f(\tau, \vartheta) = \beta_0 + \left(\beta_1 + \beta_2 \frac{\tau}{\vartheta} \right) e^{-\frac{\tau}{\vartheta}}. \quad (3)$$

Siendo $f(\tau, \vartheta)$ la tasa forward instantánea y $(\beta_0, \beta_1, \beta_2, \vartheta)$ es el vector de cuatro parámetros a estimar, el cual describe la curvatura de las tasas de rendimiento. El parámetro β_0 es la contribución de la componente de largo plazo y es tal que $\lim_{m \rightarrow \infty} f(\tau, \vartheta) = \beta_0$, con $\frac{\tau}{\vartheta} > 0$. Por otro lado β_1 es el negativo del premio por plazo; β_2 no juega un rol en estas tasas, pero le da flexibilidad al modelo para el resto de la curva; ϑ es el periodo de tiempo base para la realización de los cálculos. Entonces, el factor de descuento está dado por

$$\alpha(\tau) = e^{-\frac{1}{\tau} \int_0^\tau f(s) ds \tau} = e^{-\int_0^\tau \left[\beta_0 + \left(\beta_1 + \beta_2 \frac{\tau}{\vartheta} \right) e^{-\frac{\tau}{\vartheta}} \right] d\tau}. \quad (4)$$

Al considerar el cambio de variable $u = -\frac{\tau}{\vartheta}$ y resolver las integrales en la expresión anterior, se obtiene:

$$\alpha(\tau) = e^{-\frac{1}{\tau} \left[\beta_0 \tau + (\beta_1 + \beta_2) \vartheta \left[1 - e^{-\frac{\tau}{\vartheta}} \right] - \beta_2 \tau e^{-\frac{\tau}{\vartheta}} \right] \tau}. \quad (5)$$

En la ecuación (5) se tiene que $\beta_0 > 0$, $\beta_0 + \beta_1 \geq 0$, $\vartheta > 0$, $\tau > 0$; en particular se considerará $\tau = \frac{1}{365}, \frac{2}{365}, \dots, \frac{10,950}{365}$; y acorde a la información obtenida. Note que la tasa de rendimiento queda descrita como

$$r_t(\tau) = \frac{1}{\tau} \int_0^\tau f(s) ds = \frac{1}{\tau} \left[\beta_0 \tau + (\beta_1 + \beta_2) \vartheta \left[1 - e^{-\frac{\tau}{\vartheta}} \right] - \beta_2 \tau e^{-\frac{\tau}{\vartheta}} \right]. \quad (6)$$

Por lo que el incorporar la tasa forward instantánea en la valuación del bono, se tiene que el valor del j -ésimo bono con cupones está dado por

$$B_{j,\tau_n} = \sum_{i=1}^n c_i e^{-\beta_0 \tau_i - (\beta_1 + \beta_2) \vartheta \left[1 - e^{-\frac{\tau_i}{\vartheta}} \right] + \beta_2 \tau_i e^{-\frac{\tau_i}{\vartheta}}} + N_j e^{-\beta_0 \tau_n - (\beta_1 + \beta_2) \vartheta \left[1 - e^{-\frac{\tau_n}{\vartheta}} \right] + \beta_2 \tau_n e^{-\frac{\tau_n}{\vartheta}}} + \varepsilon_{j,i,\tau} \quad (7)$$

Siendo $\varepsilon_{j,i,\tau}$ los errores aleatorios independientes e igualmente distribuidos para alguna función de distribución.

En este proceso de valuación se estima la curva de rendimiento a través del modelo de Nelson y Siegel (1987), que contempla 4 parámetros que permiten calibrar la curva, la cual sirve de base para calcular los FTP. Además, se calcula la suma del cuadrado de los errores provenientes de la diferencia que se tiene del dato observado y el dato estimado y en la que se minimiza el error. Es así como es factible estimar el valor del bono cupón cero siguiendo el modelo de calibración de Nelson y Siegel.

En caso de ser un bono cupón cero, se tiene

$$B_{r_t,t;T} = VN_t e^{-\beta_0 \tau - (\beta_1 + \beta_2) \vartheta \left[1 - e^{-\frac{\tau}{\vartheta}} \right] + \beta_2 \tau e^{-\frac{\tau}{\vartheta}}} \quad (8)$$

Donde VN_t es el valor nominal al tiempo t . Para obtener los FTP de los bancos, se puede considerar primero una tasa de referencia interbancaria o bien la tasa de rendimientos, *Yield*, de bonos cupón cero que publica el Banco de México en particular los CETES a corto plazo y los rendimientos de bonos a largo plazo o la tasa de la estructura de plazos de tasa de interés de algún proveedor de precios. Si se tienen tasas de rendimiento de bonos a distintos plazos es posible calcular la estructura de plazos de tasas de interés a través del modelo de calibración de Nelson y Siegel usando la ecuación (6), en la que se estima el vector con cuatro parámetros $(\beta_0, \beta_1, \beta_2, \vartheta)$. Los parámetros pueden ser estimados utilizando un algoritmo de optimización no lineal (Generalized Reduced Gradient, GRG, Nonlinear) cuya opción de búsqueda es el método de Quasi-Newton, una técnica basada en el gradiente, y la segunda opción, es por el gradiente conjugado (Muzzammil et al., 2015). Además, hay que incorporar el riesgo de liquidez establecido por Basilea III.

La historia nos recuerda la crisis financiera del periodo de 2007 a 2009 y que dejó en claro la importancia de un diseño transparente y acorde al sistema de FTP de los bancos, como lo destacan Grant (2011) y Tumasyan (2012). En este trabajo se considera la curva de rendimiento de bonos cupón cero estimada a través del modelo de Nelson y Siegel y el spread de depósitos, así como la tasa de la cartera de créditos, lo que representa la base para el cálculo de los FTP de cada uno de los bancos ya descritos. El modelo de Nelson y Siegel es calibrado y obtenido a través de un modelo de optimización no lineal, originando el vector de parámetros estimado y en el que se calcula el error cuadrático medio correspondiente.

De acuerdo con los planteamientos de Fisher (1995) y de Cox et al. (1985), la estructura de plazo puede presentar distintas formas, tales como tasas positivas, negativas, jorobas y/o forma plana; y es mediante el método de Nelson y Siegel, que dependiendo de los valores estimados de los parámetros es posible ajustar al conjunto de datos observados a alguna de estas formas. En particular se analiza el conjunto de datos en el periodo del 14 de octubre de 2020 al 14 de abril de 2021. Conocer de manera precisa la estructura de plazo de tasas de interés e incorporar el marco regulatorio de Basilea III, ayuda a los bancos a tomar decisiones estratégicas que les permita fomentar la inclusión financiera en las personas y las empresas.

En los precios de transferencia de fondos se considera además de la tasa de referencia, la tasa de cartera (crédito, costo) y la tasa de depósitos, es decir se obtiene una estimación de los FTP sobre depósitos y una estimación de los FTP sobre créditos. La información disponible sobre la tasa de cartera y la tasa de depósito se puede estimar a través de un modelo de regresión lineal dado por $Y_i = \beta_{0j} + \beta_{1j} t_i + \varepsilon_{i,j}$ donde $i =$ banco, con $j = d, c$; es decir $d =$ depósito y $c =$ cartera; los

parámetros del modelo de regresión se estiman por mínimos cuadrados ordinarios con la factibilidad de realizar pronósticos. Al obtener la estructura de plazos por medio de la metodología de Nelson y Siegel y sumar para cada fecha la tasa de cartera estimada y la tasa de depósitos estimada, se estiman los precios de transferencia al tiempo t_i y acorde al periodo de datos de interés. Es importante señalar que considerar un determinado valor en tasa para cubrir los riesgos y ligado a Basilea III estará fuertemente ligado a un consejo de administración de cada banco; y de conocer este valor se puede sumar como una constante “c” y lo que llevaría a determinar precios de transferencia de fondos con mayor respaldo o valores más robustos; sin embargo en este trabajo el cálculo de los precios de transferencia solo incluye la estructura de plazos de tasas de interés, la tasa de cartera y la tasa de depósitos.

2.2 Modelo de valuación de precios de transferencia de fondos en forma esquematizada

Los precios de transferencia de fondos constituyen un proceso a través de una unidad central interna del Banco que administra los fondos y los redistribuye entre las unidades de negocio del banco. En caso de exceso de fondos o escasez, la unidad central encargada invierte, o bien, pide prestado en el mercado de dinero. Es así como la unidad central se enfoca en el proceso de cobrar y pagar los precios de las transferencias de fondos del banco a una determinada tasa si pide prestado, o a otra tasa si presta los fondos.

Además, la unidad central gestiona las posiciones de liquidez del banco e invierte los excesos de reservas en valores. Se puede ilustrar el proceso de los precios de transferencia de fondos, FTP, de un banco mediante la figura 1:

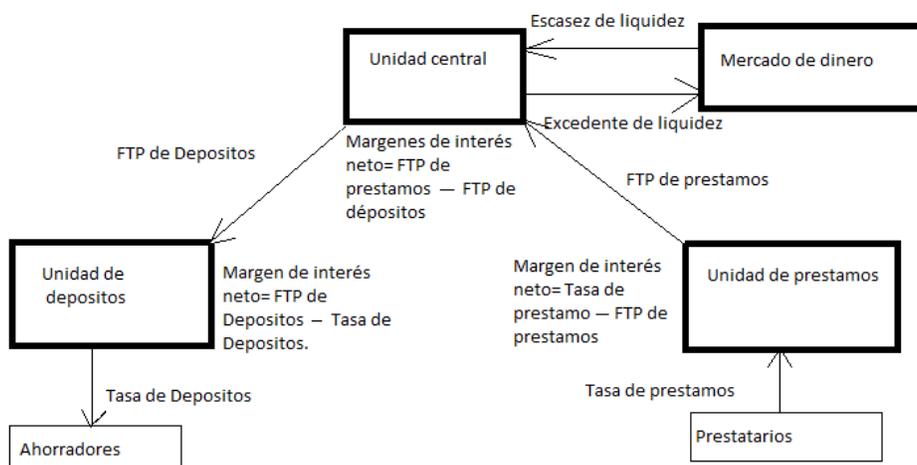


Figura 1. Mecanismo del proceso de los Precios de transferencia de fondos, FTP, en un banco.

Fuente: Elaboración propia de un esquema común de precios de transferencia en un Banco, vea Danielsson F. y Tajvidi (2014).

Para describir la figura 1, suponga que la Unidad de depósitos paga la tasa r_d a los ahorradores y recibe la tasa r_{pt} de precios de transferencia de fondos FTP, sobre depósitos de la Unidad central; por lo que la Unidad de depósitos genera un margen de interés neto del $MIN_{Depositos} = r_{pt} - r_d$. Por otra parte, la unidad de negocio de préstamos del banco pide prestado a la tasa de precios de transferencia de fondos sobre préstamos r_{FTPp} y aplica al cliente (prestatarios) la tasa de préstamos del r_{prest} , por lo que se tiene un margen de interés neto $MIN_{Préstamos} = r_{prest} - r_{FTPp}$. Entonces, el margen de interés neto de la Unidad central es la diferencia de los precios de transferencia de fondos sobre Préstamos r_{FTPp} y la tasa de precios de transferencia de fondos sobre depósitos r_{pt} , es decir, $MIN_{U\ central} = r_{FTPp} - r_{pt}$. El margen de interés neto del banco es la suma de los márgenes de las unidades de depósitos y préstamos más el margen de la unidad central, es decir,

$$MIN_{Banco} = MIN_{Depositos} + MIN_{Préstamos} + MIN_{U\ central}$$

O bien, $MIN_{Banco} = Tasa\ de\ préstamos - Tasa\ de\ depósitos$.

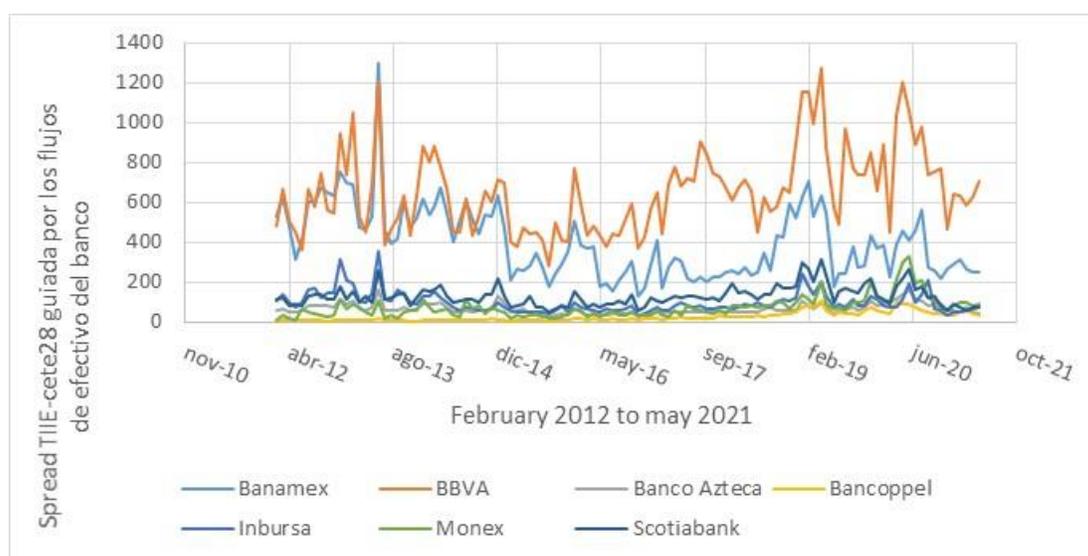
La descomposición de los márgenes de interés neto es uno de los objetivos primordiales de los procesos de precios de transferencia de fondos pues permite al Banco analizar el desempeño de las unidades de negocio. Así mismo los FTP permiten al banco incrementar la rentabilidad, transferir el riesgo a la unidad central y orientar la gestión en la toma de decisiones. Existen distintas metodologías o mecanismos de precios de transferencia de fondos dentro de las que figuran: Promedio agrupado (Pooled Average), vencimientos igualados (Matched Maturity), o bien FTP avanzados, en los que la tasa de interés es modelada con procesos estocásticos o modelos de calibración de parámetros.

3. Resultados y análisis

A continuación, se presentan tres apartados: en la sección 3.1 se describe el comportamiento de los flujos de efectivo de cada banco, guiado por el spread de TIIE 28 y el CETE 28. En la sección 3.2 se presenta la dinámica que han seguido las tasas de depósitos y crédito de cada uno de los bancos. En la sección 3.3 se muestran los precios de transferencia de fondos estimados de cada banco.

3.1 Spread de TIIE 28, CETE 28 y flujos de efectivo de cada banco

En esta sección se describe como los flujos de efectivo equivalente de cada banco son guiados por el spread de la TIIE 28 y la tasa del CETE 28, mostrando la dinámica que han seguido los bancos en el periodo del 1 de febrero de 2012 al 1 de mayo de 2021 en un entorno inmerso en una crisis financiera impactada fuertemente en los últimos dos años por la pandemia de COVID 19.



Gráfica 1. Estimación del spread TIE 28-CETE 28 guiado por los flujos de efectivo equivalente de cada uno de los 7 bancos.

Fuente: Elaboración propia con datos de: Banco de México, Comisión Bancaria y de Valores.

En la Gráfica 1 se observa la dinámica de los flujos de efectivo que han registrado cada uno de los bancos. Por ejemplo, para el banco BBVA registra 1206.51 millones de pesos en junio de 2013 y cayendo a 388.68 millones unos días después. Otra subida importante aparece en abril de 2019 alcanzando 1274.84 millones y en julio de 2019 cae a 489.94; mientras que en mayo de 2020 alcanza 1204.82 y en diciembre del mismo año cae a 463.13 millones de pesos mexicanos. Como se puede observar en la gráfica, este comportamiento se replica para el resto de los bancos, aunque en menores proporciones, las cuales se pueden revisar en el cuadro 1.

A continuación, se presentan el spread TIE 28-CETE 28 guiado por los flujos de efectivo equivalente de los 7 bancos en el que se muestran los valores de los diferentes picos que resaltan en la gráfica 2 en el periodo del 1 de febrero 2012 al 1 de mayo de 2021. Se aprecia que en mayo de 2021 van a la baja excepto BBVA que empieza a aumentar. Recordemos que se tiene como ancla en este seguimiento el spread de la TIE 28 y la tasa del CETE 28.

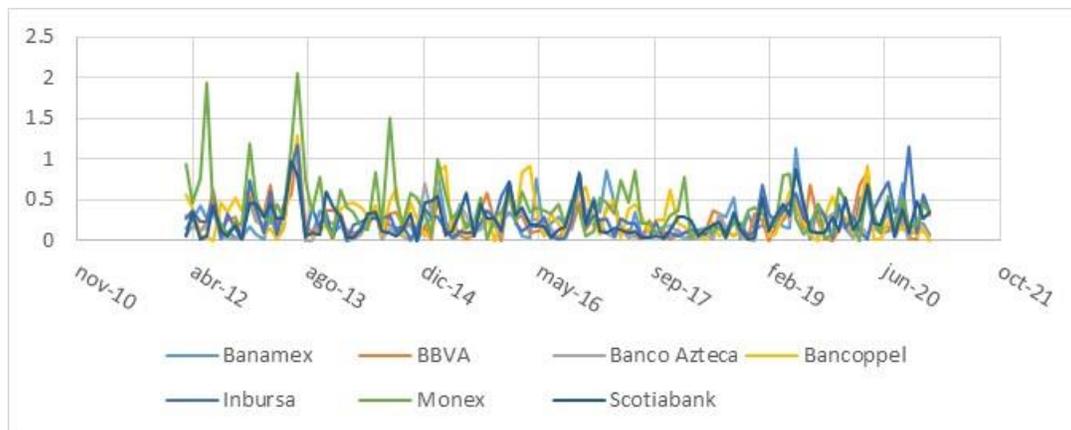
Cuadro 1. Spread TIE 28-Cete 28-Flujos de efectivo de siete bancos

	En millones de pesos							
	may-12	jun-13	jul-13	mar-14	sep-15	ene-16	nov-16	oct-17
Banamex	313.986	695.223	459.885	578.970	181.172	505.428	130.364	225.007
BBVA	450.759	1206.518	388.680	879.888	279.702	771.659	371.453	904.977
Banco Azteca	45.957	161.429	56.344	88.365	24.117	67.204	22.081	49.132
BanCoppel	5.869	19.691	5.450	6.414	5.131	18.260	9.416	18.807
Inbursa	75.996	353.649	109.330	153.230	41.743	94.252	35.750	77.686
Monex	9.561	107.114	13.828	50.323	20.330	67.296	33.355	53.399
Scotiabank	86.607	260.986	116.089	162.156	49.340	154.232	59.475	123.256

	jun-18	abr-19	jul-19	mar-20	may-20	dic-20	may-21	
Banamex	248.364	634.516	237.505	225.185	454.831	269.037	248.583	
BBVA	449.046	1274.836	489.936	448.764	1204.818	463.131	707.727	
Banco Azteca	46.585	99.247	53.770	103.719	137.633	60.446	44.972	
BanCoppel	30.810	101.966	45.567	37.564	91.149	36.503	32.791	
Inbursa	97.115	201.073	92.810	74.941	112.142	33.666	71.068	
Monex	71.413	204.798	73.880	104.148	296.900	55.276	92.889	
Scotiabank	110.714	316.483	152.727	87.031	216.789	60.617	75.198	

Fuente: Elaboración propia con datos de: Banco de México y Comisión Bancaria y de Valores.

A continuación, se muestra la dinámica de los rendimientos de TIIE-CETE 28 guiados por los flujos de efectivo de los siete bancos descritos anteriormente.



Gráfica 2. Dinámica de los rendimientos a través del spread TIIE 28-CETE 28 guiado por los flujos de efectivo equivalente de los 7 bancos.

Fuente: Elaboración propia con datos de: Banco de México y Comisión Bancaria y de Valores.

En la gráfica 2 se observa la tasa de variación del spread TIIE 28-CETE 28 guiado por los flujos de efectivo equivalente estimados de siete bancos. Se puede observar que las mayores tasas de variación de los flujos de efectivo guiados por el spread de la tasa TIIE 28 y el CETE 28 corresponden a Monex, el periodo del 01 de febrero de 2012 al 01 de mayo de 2021, con los siguientes valores: 193% en junio de 2012, en diciembre de 2013, 119%; en julio de 2013, 205%, mientras que en diciembre de 2021 cae a 64.45% y en mayo 2021 en 17.54%. A continuación, se muestra en el cuadro 2 algunos valores de estas tasas en determinadas fechas, en la cual resaltan ciertos picos de la gráfica 2 para los 7 bancos.

En el cuadro 2 se observan los valores máximos y mínimos del valor absoluto del logaritmo natural de la razón de los flujos de efectivo guiados por el spread TIIE 28-CETE 28 al tiempo t y $t - 1$, es decir, $\left| \ln \left(\frac{FE_t}{FE_{t-1}} \right) \right|$.

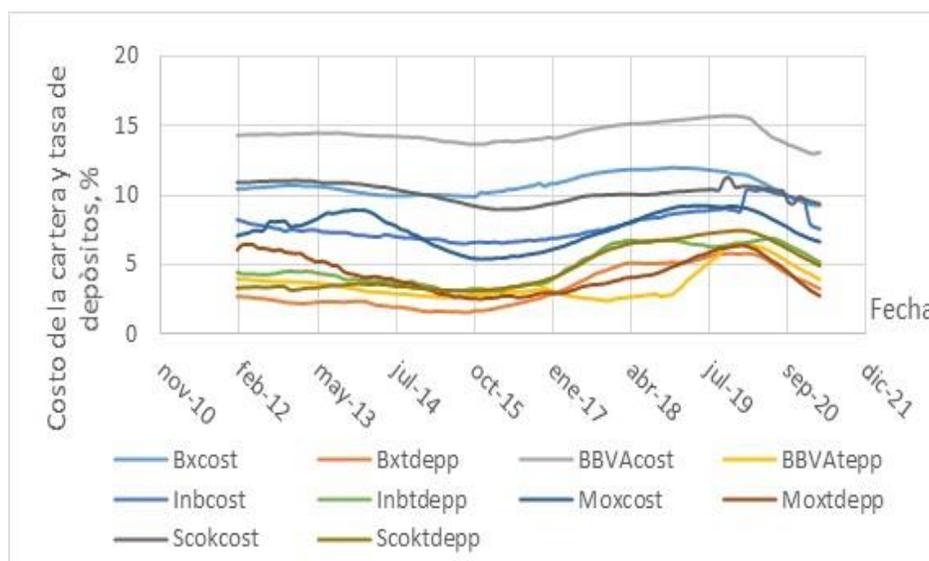
Cuadro 2. Máximos y mínimos de los rendimientos que producen el spread TIIE 28-CETE 28 guiado por los flujos de efectivo equivalente en el periodo de febrero de 2012 a mayo de 2021.

	Banco						
	Banamex	BBVA	Azteca	BanCoppel	Inbursa	Monex	Scotiabank
Max:	113.07%	113.27%	105.26%	128.46%	117.39%	204.72%	98.75%
Min:	0.74%	0.11%	0.05%	0.11%	0.01%	0.06%	0.81%

Fuente: Elaboración propia con datos de: Banco de México y Comisión Bancaria y de Valores.

3.2 Tasas de depósito, ahorradores, y tasas de préstamos y otros costos en el cálculo de Precios de Transferencia de Fondos.

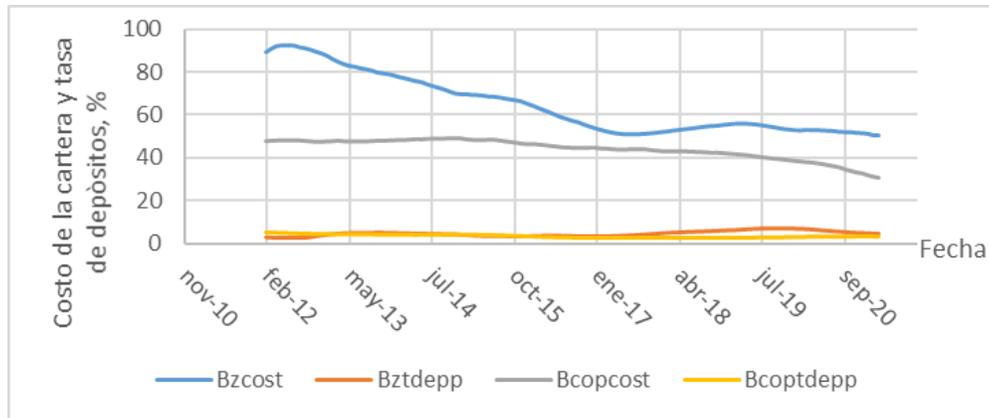
Ahora se presentan las tasas de cartera que incluyen otros costos, así como la tasa de depósitos que fondearán al banco. Los costos de cartera y las tasas de depósitos se consideran en el análisis de precios de transferencia, así como la tasa de referencia considerando las tasas de CETES a distintos plazos, en particular el análisis para el periodo del 14 de octubre de 2020 al 14 de abril de 2021. En la gráfica 3 se muestra la evolución de las tasas de depósitos a plazo y las tasas de préstamos con periodicidad mensual en el intervalo de tiempo del 1 de febrero de 2012 al 1 de mayo de 2021.



Gráfica 3. Tasa de cartera que incluye otros costos y tasa de depósitos de: Banamex, BBVA, Inbursa, Monex y Scotiabank.

Fuente: Elaboración propia con datos de: Banco de México y Comisión Bancaria y de Valores.

En la gráfica 3 se puede observar que la tasa de costos del Banco BBVA esta entre el 15.66% y el 12.994%; mientras que para Monex se encuentra entre el 5.45% y 8.84%.



Gráfica 4. Tasa de cartera que incluye otros costos y tasa de depósitos: Banco Azteca y BanCoppel
 Fuente: Elaboración propia con datos de: Banco de México y Comisión Bancaria y de Valores.

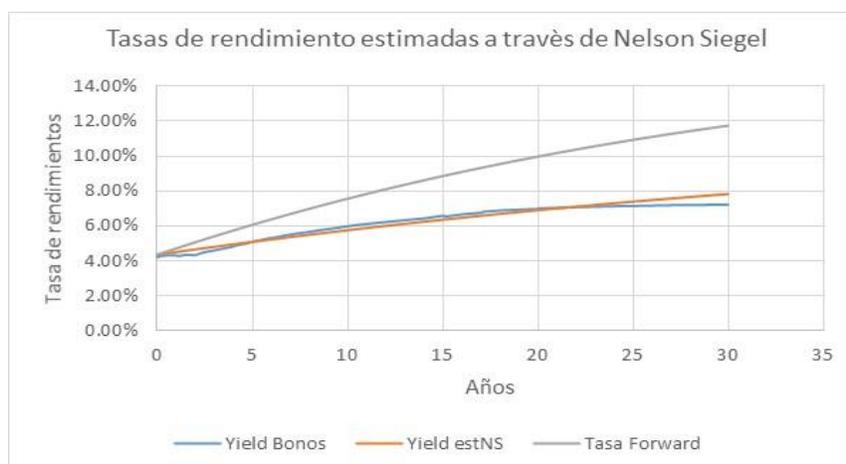
En la gráfica 4 se puede observar que la tasa de costos del Banco Azteca esta entre el 92.33% y el 50.56% y para BanCoppel están entre el 49.14% y 30.89%, a diferencia de los otros bancos que se encuentran entre el 4% y el 16%.

3.3 Precios de Transferencia de Fondos a través del modelo Nelson y Siegel.

Para calcular los FTP se inicia determinando la estructura de plazos de la tasa de rendimientos a través del modelo de Nelson y Siegel, por lo que primero se estima el vector de parámetros $(\beta_0, \beta_1, \beta_2, \vartheta)$ utilizando la ecuación (6), a través de un algoritmo de optimización no lineal. La estimación fue calculada considerando un valor semilla o inicial y al llegar al mejor valor generado se obtiene la suma del cuadrado de los errores.

Los valores obtenidos para la tasa de rendimiento de los bonos cupón cero se presentan en la gráfica 5, al considerar la ecuación (6). Los valores estimados de los parámetros son $\beta_0 = 0.000009$, $\beta_1 = 0.043568$, $\beta_2 = 0.277430631$, $\vartheta = 76$. Se puede apreciar en la curva calibrada obtenida, características como flexibilidad, estabilidad y suavidad a lo largo de la curva de rendimiento, Anderson, Sleath (2001).

A continuación, se muestra el valor estimado de los bonos cupón cero a distintos plazos.



Gráfica 5. Tasa de rendimiento a distintos plazos a través del modelo Nelson Siegel.

Fuente: Elaboración propia, utilizando tasas de rendimiento a distintos plazos.

En este proceso el error cuadrático medio es 0.0006%. La estructura de plazos comprende del 14 de octubre de 2020 al 14 de abril del 2021. Es decir, se determina una tasa que va desde un plazo de 1, 2, ..., 28, 91, días y así sucesivamente hasta un plazo de 30 años.

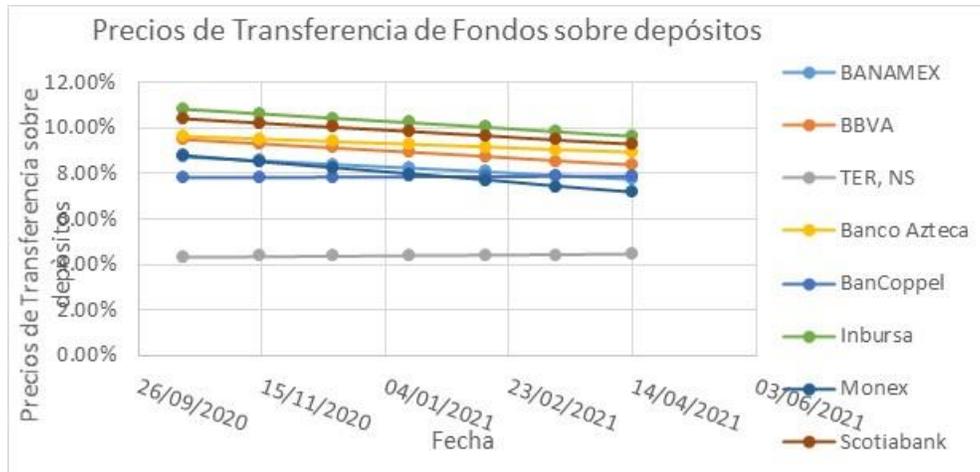
La tasa de cartera y la tasa de depósitos es estimada a través de un modelo de regresión lineal como se describió en la metodología de la estimación de los FTP, en la que, el valor de los parámetros estimados para cada banco se muestran en el cuadro 3.

Cuadro 3. Valor estimado de los parámetros de regresión de orden uno sobre depósitos y créditos en el periodo de octubre de 2020 a abril de 2021 de cada banco

	Banco						
	Banamex	BBVA	Azteca	BanCoppel	Inbursa	Monex	Scotiabank
$\widehat{\beta}_{0d}$	0.0136	0.0535	0.0541	0.0347	0.0667	0.0469	0.0626
$\widehat{\beta}_{1d}$	0.0361	-0.0020	-0.0014	4.35E-06	-0.0021	-0.0028	-0.0020
$\widehat{\beta}_{0c}$	0.1027	0.1368	0.5259	0.3537	0.1075	0.0776	0.0966
$\widehat{\beta}_{1c}$	0.0085	-0.0011	-0.0028	-0.0064	-0.0047	-0.0017	-0.0002

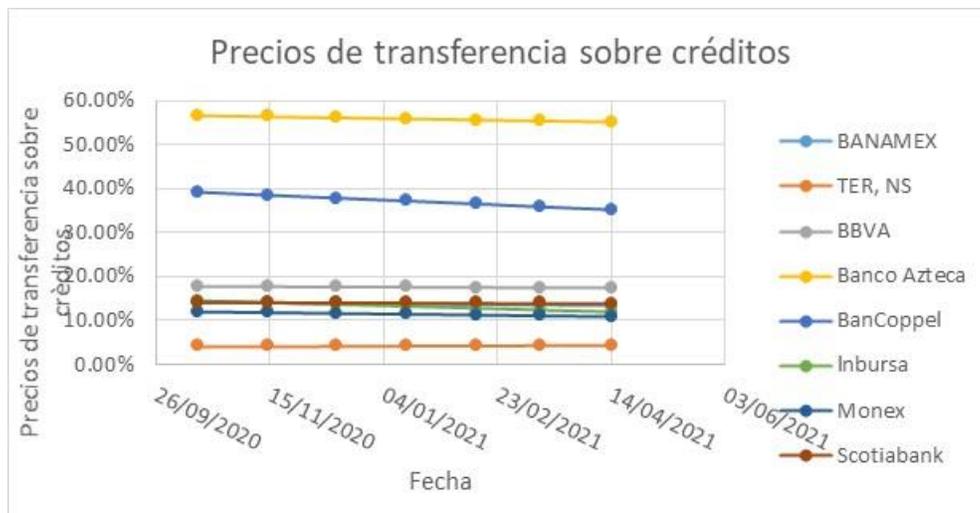
Fuente: Elaboración propia con datos de la Comisión Bancaria y de Valores.

Al incorporar en la estructura de plazos de tasas de interés el marco regulatorio establecido por Basilea III, relacionado con el riesgo de liquidez del banco, es posible determinar los precios de transferencia de los fondos de manera más robusta; esto implicaría tener la información interna de cada banco como parte de su toma de decisiones. Para ello se consideró prudente incorporar las tasas de rendimiento estimadas a través de Nelson y Siegel, en particular, la tasa de cartera debida a otros costos y la tasa de depósitos, lo que conduce a el cálculo de los precios de transferencia de fondos sobre depósitos, como se muestra en la gráfica 6. De manera equivalente se incorpora la tasa de créditos, lo que permite obtener los precios de transferencia sobre créditos, como se muestra en la gráfica 7.



Gráfica 6. Precios de transferencia de fondos sobre depósitos de dos Bancos extranjeros y dos Bancos Mexicanos.

Fuente: Elaboración propia. Precios de transferencia utilizando tasas de rendimiento estimada por Nelson y Siegel y las tasas de depósitos de los bancos con datos de la Comisión de Valores y con errores típicos de los valores estimados en el periodo del 14 de octubre de 2020 al 14 de abril de 2021.



Gráfica 7. Precios de transferencia sobre créditos de dos Bancos extranjeros y dos Bancos Mexicanos.

Fuente: Elaboración propia. Precios de transferencia utilizando tasas de rendimiento estimada por Nelson y Siegel y las tasas de créditos de los bancos con datos de la Comisión de Valores y con errores típicos de los valores estimados en el periodo del 14 de octubre de 2020 al 14 de abril de 2021.

El modelo de Nelson y Siegel es un modelo de calibración muy sensible a los valores de los parámetros y puede presentar distintas formas, tales como tasas positivas, negativas, jorobas y/o forma plana, es por ello que conforme se va teniendo nueva información, resulta conveniente ir actualizando los cálculos y de esta forma se puede tener un análisis actualizado que permita describir el comportamiento de los precios de transferencia de fondos, con el que los bancos deben tomar decisiones. De este modo se podría conocer la estructura de plazos de las tasas de interés a lo largo

del periodo del 1 de febrero de 2012 al 1 de diciembre de 2021 y valores posteriores, lo que daría una mayor visión del comportamiento de cada banco.

A manera de ejemplo de la utilidad del método, se utilizó el periodo del 14 de octubre de 2020 al 14 de abril de 2021 para calcular los FTP, en donde se muestra la bondad del modelo de Nelson y Siegel. Las instituciones financieras de alto rendimiento que desean crear una ventaja competitiva utilizan los FTP para crear valor y optimizar los márgenes de interés neto. Las tasas de interés que establecen los bancos tanto en préstamos como en los depósitos generan un impacto sobre la actividad económica tanto en las decisiones de los prestatarios como de los ahorradores y así administrar de manera competitiva sus inversiones.

Como resultado del presente análisis se tiene que los márgenes de interés neto descritos en la figura 1, así como las estimaciones obtenidas de la tasa de rendimiento de referencia estimada y las tasas de depósitos y de préstamos, son al menos del orden de la tasa de referencia del banco. Cabe señalar que cada banco puede considerar algún costo adicional debido al manejo o administración interna del banco, por lo que los márgenes de interés neto podrían estar ligeramente por arriba de la tasa de referencia del banco.

4. Conclusiones

Conocer con claridad los precios de transferencia de fondos permite determinar las tasas a las cuales la Tesorería provee fondos a las distintas líneas de negocio del banco y poder hacer diferentes tipos de préstamos, así como las tasas a las cuales le permitan al banco incrementar los depósitos y poder fondearse para los proyectos que tenga contemplados en sus líneas de negocio. Si no se consideran los precios de transferencia de fondos, la unidad de negocio de préstamos podría incurrir en tasas más bajas, originando préstamos más baratos a sus clientes, pero que impacten de manera directa en los beneficios netos del banco, es decir, en su rentabilidad; por ello, precisar el diseño de las estrategias a seguir en cada banco permitirá ofrecer los mejores productos financieros a sus clientes y permitirle ser rentable. Asimismo, mantener al máximo la captación del ahorro del público y ofrecerle servicios de alta calidad, que conlleve a fomentar la inclusión financiera en las personas y las empresas.

Los FTP que los bancos fijan en sus productos de crédito y captación tienen un impacto en las decisiones de sus clientes. Es recomendable para los bancos comerciales de cualquier tamaño o sector contar con un proceso de FTP, ya que el entorno económico presenta desafíos para los márgenes de interés netos de los bancos principalmente en escenarios de crisis, cuando los bancos centrales tienden a reducir las tasas de interés significativamente. Es decir, los mecanismos FTP de los bancos deben reflejar el nuevo entorno para proteger el riesgo de baja en el margen de interés neto, respaldando las decisiones comerciales de los productos bancarios.

En este estudio se ha utilizado el modelo de Nelson y Siegel y ha sido factible calibrarlo, es decir, estimar los valores de sus parámetros utilizando un modelo de optimización no lineal. La calibración del modelo indica que el error cuadrático medio es del orden del 0.0006%. La estimación de parámetros ha permitido determinar un modelo de la estructura de plazos de tasas de interés, calcular el precio del bono cupón cero; elaborar pronósticos sobre la tasa a distintos plazos y en consecuencia conocer el precio del bono.

Así mismo se estimaron los precios de transferencia de fondos durante el periodo del 14 de octubre de 2020 al 14 de abril de 2021, dada la bondad que muestra el modelo de Nelson y Siegel, así las instituciones financieras de alto rendimiento que deseen crear una ventaja competitiva, pueden utilizar los FTP para crear valor y optimizar los márgenes de interés neto.

Cabe mencionar, que poder disponer de información a detalle sobre las líneas de negocio de cada banco permitiría realizar un análisis con mayor profundidad y detalle de los precios de transferencia de fondos enfocados en préstamos y depósitos, para de este modo mejorar la rentabilidad y calidad de los productos financieros que ofrece el banco a sus clientes, dando apertura a futuras líneas de investigación.

Referencias

- [1] Cadamagnani, F., Harimohan, R., & Tangri, K. (2015). A bank within a bank: how a commercial bank's treasury function affects the interest rates set for loans and deposits. *Bank of England Quarterly Bulletin*, Q2. <https://doi.org/10.1787/888933156360>
- [2] Cech, C., y Dziwok, E. (2019). Fund Transfer Pricing and Its Impact on Bank Liquidity Measures. In *Multiple Perspectives in Risk and Risk Management* (pp. 291-299). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-16045-6_15
- [3] Cox, J. C., Ingersoll y Ross, S. A. (1985). A theory of the term structure of interest rates. *Econometrica*. 53. Núm 3, 385-407 <https://doi.org/10.2307/1911242>
- [4] Danielsson, F. (2014). Implementation of a Funds Transfer Pricing model with stochastic interest rates.
- [5] De Castroa, V. B., Leoteb, T., y Safaric, M. (2019). Using Fund Transfer Pricing as a Performance Measurement System in the Financial Service Industry. *Management Accounting*, 2, 13-30.
- [6] De La Grandville, O. (2001). *Bond Pricing and Portfolio Analysis*. MIT Press. Cambridge, Massachusetts.
- [7] Dermine, J. (2013). Fund transfer pricing for deposits and loans, foundation and advanced. *Journal of Financial Perspectives*, 1(1). <https://doi.org/10.2139/ssrn.1944129>
- [8] Dermine, J. (2016). Fund Transfer Pricing for Bank Deposits. The Case of Products with Undefined Maturity. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2722392>
- [9] Dziwok, E. (2019). The role of a reference yield fitting technique in the fund transfer pricing mechanism. In *Contemporary Trends and Challenges in Finance* (pp. 3-10). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15581-0_1
- [10] Elliot, V. (2018). Funds Transfer Pricing in Swedish Savings Banks: An Exploratory Survey. *Scandinavian Journal of Management*, 34(3), 289-302. <https://doi.org/10.1016/j.scaman.2018.06.006>
- [11] Fisher M., Nychka D., Zervos D. (1995), Fitting the term structure of interest rates with smoothing splines, *Finance and Economics Discussion Series*, 95-1, Federal Reserve Board.
- [12] Hanselman, O. B. (2009). Best practices & strategic value of funds transfer pricing. *Journal of Performance Management*, 22(2), 3.
- [13] James J., Weber N. (2000). *Interest Rate Modelling*, John Wiley & Sons, Inc., Chichester, West Sussex, England.
- [14] Kawano, R. T. (2005). Funds transfer pricing. *Journal of Performance Management*, 18(2).
- [15] Kimball, R. C. (1997). Innovations in performance measurement in banking. *New England Economic Review*, 23-38.

- [16] Kugiel, L., y Jakobsen, M. (2009). Fund transfer pricing in a commercial bank. *Master's thesis, MSC in Finance and International Business*.
- [17] Lindblom, T., y Willeson, M. (2013). Financial crisis and EU banks' performance. In *Crisis, Risk and Stability in Financial Markets* (pp. 24-48). Palgrave Macmillan, London. https://doi.org/10.1057/9781137001832_3
- [18] Muzzammil, M., Alam, J., & Zakwan, M. (2015). An optimization technique for estimation of rating curve parameters. In *National Symposium on Hydrology* (Vol. 2015).
- [19] Nelson, C.R., Siegel, A.F. (1987), Parsimonious modeling of yield curves, *Journal of Business*, vol. 60, pp. 473-489. <https://doi.org/10.1086/296409>
- [20] Ritchie, I. F. (2016). *Funding liquidity risk and fund transfer pricing in banking* (Doctoral dissertation, Heriot-Watt University).
- [21] Skoglundt, J. (2013). Modern Risk-Based Funds Transfer Pricing. *Journal of Performance Management*, 25(2), 3-24.
- [22] Slapnicar, S., & King, R. (2021). Funds Transfer Pricing and Segment Profitability—The Case of Adriatic Bank. <https://doi.org/10.4135/9781529796278>
- [23] Subramanian R, K., & Kumar Kattumannil, D. (2022). Commercial Banks, Banking Systems, and Basel Recommendations. In *Event-and Data-Centric Enterprise Risk-Adjusted Return Management* (pp. 1-84). Apress, Berkeley, CA. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-7440-8_1
- [24] Svensson L.E.O. (1994), Estimating and interpreting forward interest rates: Sweden 1992-1994, *NBER Working Paper Series #4871*. <https://doi.org/10.3386/w4871>
- [25] Venegas-Martínez, F. (2008). Riesgos financieros y económicos: Productos derivados y decisiones económicas bajo incertidumbre, 2da. Edición. Cengage Learning, México.
- [26] Woodward, V. (2007). An introduction to risk transfer pricing. *Journal of Performance Management*, 20(3), 3.
- [27] Wyle, J. R., y Tsaig, Y. (2011). *Implementing high value funds transfer pricing systems*. Moody's Analytics.