

## Riesgo de mercado en Portafolios mexicanos previo a la crisis COVID-19: Portafolio de renta fija vs Portafolio de capital

Gabriel Alberto Agudelo Torres - Instituto Tecnológico Metropolitano, Colombia  
Héctor Alonso Olivares Aguayo<sup>1</sup> - Universidad La Salle, México  
Julio Téllez Pérez - Universidad Anáhuac Norte, México

### Resumen

El objetivo de la investigación es mostrar las ventajas que tienen las inversiones en Portafolios de renta fija respecto a los de capital en el periodo de estudio. Se realiza un comparativo de ambos Portafolios de enero 2017 a mayo 2019, teniendo como métrica el VaR paramétrico al 99.9% de confianza para cada Portafolio. Los resultados, muestran que el inversionista obtiene una mayor cantidad de ganancias (\$9,778.14) en el Portafolio de renta fija al invertir \$1,000,000 a 28 días, por lo que previo a la crisis COVID-19 se observa que fue viable invertir en este tipo de Portafolio. Como limitación se asumen rendimientos gaussianos. El trabajo es original porque con datos reales del mercado mexicano empíricamente se muestra que previamente al periodo de crisis COVID-19 el Portafolio de renta fija fue mejor en rendimientos que los Portafolios de capitales. Finalmente se concluye que hoy en día lo anterior no ocurre, debido a la gran caída que han tenido las tasas de referencia en México derivada de la crisis sanitaria COVID-19, incluso se vislumbran a la brevedad tasas reales negativas.

*Clasificación JEL: G11, G12, I18.*

*Palabras clave: Teoría de Portafolios, COVID-19, rendimientos.*

## Market risk in Mexican Portfolios prior to the COVID-19 crisis: Fixed Income Portfolio vs Equity Portfolio

### Abstract

The objective of the research is to show the advantages that investments in fixed income portfolios have over capital investments in the study period. A comparison of both Portfolios is made from January 2017 to May 2019, having as a metric the parametric VaR at 99.9% confidence for each Portfolio. The results show that the investor obtains a greater amount of profits (\$ 9,778.14) in the fixed income Portfolio by investing \$ 1,000,000 at 28 days, so prior to the COVID-19 crisis it is observed that it was feasible to invest in this type of Portfolio. Gaussian returns are assumed as a limitation. The work is original because with real data from the Mexican market it is empirically shown that prior to the COVID-19 crisis period, fixed income portfolios was better in returns than capital portfolios. Finally, it is concluded that nowadays the above does not happen, due to the great fall that the reference rates have had in Mexico derived from the COVID-19 health crisis, even negative real rates are glimpsed soon.

*JEL Classification: G11, G12, I18.*

*Keywords: Portfolio Theory, COVID-19, returns.*

<sup>1</sup> Autor de correspondencia, Email: [hectoralonso.olivares@lasalle.mx](mailto:hectoralonso.olivares@lasalle.mx)  
Av. Benjamín Franklin 45, Colonia Condesa, Cuauhtémoc, 06140 Ciudad de México, CDMX  
\*Sin fuente de financiamiento para el desarrollo de la investigación



## 1. Introducción

Las inversiones en los mercados financieros tienen incertidumbre, es decir ninguna inversión garantiza rendimientos positivos o ganancias al agente económico racional; sin embargo, cada tipo de mercado tiene diferentes niveles de riesgo, el mercado de derivados posee el más alto, seguido del de capitales y finalmente el de renta fija. En este último se tiene la mayor probabilidad de que no haya incumplimiento por parte del Banco Central de México (Banxico) para llevar a cabo satisfactoriamente la inversión. Asimismo, la diversificación en distintos activos financieros busca brindar a este agente mayores beneficios económicos.

El mercado de renta fija es el más líquido, puesto que, se comercializan la mayor cantidad de transacciones entre los agentes económicos, los instrumentos financieros más comunes son los bonos, los cuales tienen la característica de ser de bajo riesgo.

El mercado de capitales al ser un mercado de mayor riesgo que el de renta fija, el agente económico racional tiene la expectativa de obtener rendimientos superiores a éste, pues la volatilidad que se tiene en las acciones regularmente es mayor que la que se muestra en los instrumentos de bajo riesgo. Esta volatilidad tradicionalmente se mide a través del parámetro de desviación estándar.

Los modelos macroeconómicos microfundamentados, desde una perspectiva neoclásica están asociados a la Teoría Moderna de Portafolios de inversión, donde se destaca la importancia de la diversificación de activos para dispersar el riesgo de mercado. No obstante, los supuestos de los que parte dicha teoría han sido muy cuestionados por la escuela keynesiana, principalmente el supuesto del agente representativo.

La principal contribución de este trabajo es que empíricamente con datos reales del mercado mexicano se muestra que previo a la crisis COVID-19 el Portafolio de renta fija fue una buena alternativa de inversión, pues los rendimientos analizados en este estudio son superiores a los de capitales. Particularmente, en esta investigación se comparan los Portafolios de capital (mínima varianza y equiponderado) integrado por los componentes del S&P BMV/IPC contra el Portafolio de renta fija conformado por bonos cupón cero a 28, 91 y 182 días considerando un periodo histórico de 2017-2019, adicionalmente se realiza un análisis del VaR paramétrico al 99.9% de confianza para todos los Portafolios. Se considera un nivel de confianza más restrictivo para la métrica VaR con base a la regulación establecida a partir de los acuerdos de Basilea II.

El trabajo está conformado de la siguiente manera, en la sección 2, se presenta la revisión de literatura, en la sección 3 la metodología usada, posteriormente en la sección 4 se obtiene el análisis de resultados, y finalmente en la sección 5 las Conclusiones y consideraciones finales de esta investigación.

## 2. Revisión de literatura

En cuanto a los portafolios de renta fija Madhavan y Sobczyk (2020) nos dicen que la inversión sostenible ha crecido enormemente. Los autores utilizan datos de existencias trimestrales para una amplia muestra de fondos de EE.UU. Encuentran que los fondos con fuertes atributos ambientales,

sociales y de gobernanza derivan una fracción significativa de su alfa de las exposiciones a factores estáticos, lo que refleja una inclinación hacia bonos de mayor calidad que son menos volátiles. Mientras que Laipply, *et al.* (2020) utilizan datos de existencias trimestrales para una amplia muestra de fondos de renta fija. Encuentran que, aunque los fondos de bonos en conjunto demostraron un alfa positiva, una cantidad no trivial de su desempeño fue impulsada por la exposición a factores estáticos en contraposición al momento dinámico o la selección de valores.

Para portafolios de renta fija y de capital Milanov, *et al.* (2020) desarrollan nuevos modelos de precios para los bonos convertibles contingentes. Estos modelos permiten el cálculo de delta y gamma, así como cualquier tipo de medida de la tasa de interés (es decir, duración y convexidad). También, Augustyniak, *et al.* (2020) desarrollan un modelo de fondos mixto de renta fija y renta variable en el que la rentabilidad del fondo está vinculada a los movimientos de la curva de rendimiento. Se propone un portafolio de bonos de horizonte rodante. Los resultados numéricos muestran que el ajuste del modelo a los datos canadienses es adecuado.

Sukuk es un instrumento financiero innovador con una estructura flexible basada en contratos financieros islámicos, a diferencia de un bono que se basa en la estructura de un préstamo impuesto con intereses. Con la noción de que el sukuk difiere considerablemente de los bonos convencionales en términos de riesgos relacionados con la inversión, el estudio de Bhuiyan, *et al.* (2020) tiene como objetivo examinar si el mercado de sukuk es diferente de los mercados de bonos convencionales basados en el enfoque de valor en riesgo (VaR). El VaR del portafolio propuesto consiste en índices sukuk y de bonos y se realiza para determinar si hay alguna reducción en el monto del VaR mediante la inclusión del índice sukuk en el portafolio. El análisis se realiza sobre la base de los índices de bonos y sukuk de mercados desarrollados y emergentes de enero de 2010 a diciembre de 2015. Se observó que la cantidad de VaR de los índices de sukuk es comparativamente mucho menor que el VaR de los índices de bonos en todos los casos. Este estudio utiliza esa metodología para enfatizar la reducción significativa de riesgos y beneficios de diversificación que la inversión sukuk podría ofrecer al incluirla en la inversión del portafolio. Mientras que Abdulkarim y Tabash (2020) investigan la presencia de los beneficios de la diversificación del portafolio para Sudáfrica, Nigeria, Ghana y Kenia a través de carteras de bonos en el mercado sostenible de Sukuk de Malasia. El artículo utiliza coherencia wavelet y un modelo heteroscedástico condicional autorregresivo generalizado multivariado (GARCH). Los datos cubren el período de septiembre de 2013 a enero de 2019. Los hallazgos obtenidos del modelo de coherencia wavelet revelan evidencia de oportunidades de diversificación del portafolio para africanos en el mercado de renta fija sostenible de Malasia de Sukuk. Estas oportunidades son más significativas en los horizontes de inversión a corto y mediano plazo que a largo plazo.

Por su parte Ewen y Rieger (2020) examinan la relación entre el tamaño del portafolio y la estabilidad de las medidas de riesgo de los fondos mutuos, presentando evidencia de economías de escala en la gestión del riesgo.

Los portafolios de inversión son modelos financieros microfundamentados, Hernández y Venegas (2012) analizan la evolución teórica y práctica de los procesos Markovianos en el modelado de procesos de toma de decisiones de agentes racionales. Byder, *et al.* (2019), examinan cómo los inversores en un mercado emergente reaccionan ante una crisis financiera interna. Conjeturan que la aversión al riesgo aumenta después de tales eventos y que el efecto es más pronunciado entre grupos específicos de inversores. Los resultados revelan que las mujeres y los trabajadores

independientes hacen los retiros más grandes de fondos de riesgo después de las crisis financieras. Preciado y Camacho (2009) aplican la metodología de Markowitz para encontrar portafolios óptimos creadas a partir de diferentes alternativas de inversión ofrecidas por los Fondos de pensiones voluntarias de Skandia, teniendo en cuenta los diferentes tipos de actitudes de riesgo y aversión al riesgo de los inversores. León, *et al.* (2015), comparan el método propuesto por Markowitz (media-varianza) contra el método propuesto por Estrada (media-semivarianza), para un portafolio de agricultura. Al realizar una prueba t se concluye que en promedio, el comportamiento de los portafolios con ambos métodos es el mismo. Mientras que Macías, *et al.* (2020), emplean el modelo tradicional de Markowitz con históricos diarios de los rendimientos de los índices S&P 500, Dow Jones Sustainability, Índice de Precios y Cotizaciones (IPC) e IPC sustentable. Encuentran que sobreponderar acciones de inversión socialmente responsables conlleva a mejores resultados en términos de eficiencia media-varianza en ambos países. Los resultados presentados contribuyen a refutar la posición teórica de que se pierden beneficios y rentabilidad si se da preferencia a la inversión socialmente responsable, en comparación a un portafolio o índice de mercado convencional. Mora, *et al.* (2010), utilizan cuatro métodos para obtener portafolios óptimos que comprenden inversiones en las siete Bolsas de Valores más representativas de América Latina entre 2001 y 2006 y estudia su composición y estabilidad a lo largo del tiempo. El primer método usa una matriz de varianza histórica - covarianza y el segundo emplea una matriz de semi - varianza - semi - covarianza. El tercer método consiste en un promedio móvil ponderado exponencialmente y el cuarto y último método aplica el remuestreo. El resultado es significativo porque un menor reequilibrio puede significar un mayor ahorro potencial. El trabajo también realiza un comparativo del rendimiento de los portafolios óptimos en comparación con los portafolios equiponderados. Los resultados de la aplicación de la relación de Sharpe en el periodo fuera de la muestra no proporcionaron evidencia de diferencias estadísticamente significativas entre los portafolios óptimos y los portafolios igualmente ponderados. Sin embargo, se proporciona evidencia a favor del remuestreo ya que los rendimientos obtenidos en el período fuera de la muestra, mostraron un dominio estocástico sobre los rendimientos de los portafolios estimados usando metodologías más tradicionales. Luna y Agudelo (2019) aplican el modelo Black-Litterman (BL) trimestralmente a los Portafolios de acciones de los países del MILA: Colombia, Chile, México y Perú, en función del universo de acciones de sus principales índices principales. Encuentran que los Portafolios se conformaron con el valor agregado BL en los países al índice de referencia respectivo, tanto en términos de rendimiento promedio como alfa. Restrepo, *et al.* (2020), estiman un panel de datos con efectos fijos, se descubre que, para la diversificación del riesgo de crédito, la liquidez, el índice actual y los días de rotación de las cuentas por cobrar son significativos. Se concluye que es posible diversificar el riesgo del mismo sector económico, contrario a lo que la teoría financiera respalda. Arévalo (2015) en un análisis de *Behavioral Finance*, estudia la influencia de los factores emocionales y psicológicos sobre las decisiones financieras. El enfoque tradicional de la teoría moderna de portafolios se contrasta con modelos de comportamiento. Como *Safety First*, *Security-Potential / Aspiration (SP/A)*, *Behavioral Portfolio* y *Maslowian Portfolio*, para concluir que la asignación óptima de varianza media no necesariamente corresponde a los encontrados bajo supuestos de comportamiento.

En cuanto al riesgo de mercado Ávila (2009) presenta diversas metodologías tradicionales para medir este riesgo. Los mejores resultados se obtuvieron con los métodos de simulación de varianza-covarianza y Montecarlo, y el peor resultado con el método de simulación histórica. Ramírez y Arias (2013) analizan los principales problemas relacionados con las distribuciones de rendimientos de activos de cola gruesa. Se considera una muestra del rendimiento de las acciones colombianas durante un período de tiempo comprendido entre 2001 y 2010. Concluyen que cualquier modelo que se enfrenta a la *leptokurtosis* debe tener en cuenta los problemas informativos particulares relacionados con las pruebas de normalidad estacionaria de las series de rendimiento del mercado de valores. Estrada y Toro (2014) mediante un sistema experto, intentan predecir la variabilidad del portafolio con dos o más activos, donde el ROI y la tasa de riesgo son vitales para definir el mercado fronterizo eficiente propuesto por Markowitz. Álvarez, *et al.* (2017), evalúan el desempeño de tres modelos de estructura de plazos dinámicos de tasas de interés para estimar el Valor en Riesgo (VaR) de los portafolios de renta fija. Encuentran que el modelo propuesto por Diebold, Rudebusch y Aruoba se desempeña adecuadamente en las pruebas estadísticas de *backtesting* para el VaR, mientras que el modelo de Diebold y Li y un modelo de estructura de término similar sin arbitraje muestran serios problemas. Gutiérrez, *et al.* (2017), resuelven el problema clásico de optimización de portafolios de inversión, utilizando el modelo de varianza promedio y proponiendo una forma de calcular la volatilidad a través de los modelos GARCH. El problema se resuelve a través de una metaheurística bioinspirada, llamada colonia de abejas artificiales (ABC). Los resultados fueron contrarrestados con multiplicadores de Lagrange, encontrando un límite de inversión similar, pero con una reducción notablemente menor en el tiempo de ejecución. Mientras que García, *et al.* (2019), analiza las medidas de riesgo tradicionales utilizadas en los modelos de optimización de Portafolio.

### 3. Metodología

La metodología a usar en esta investigación es del tipo cuantitativa experimental, la cual considera al VaR paramétrico como la medida del riesgo de mercado tanto para Portafolios de capital como de renta fija.

#### 3.1 VaR paramétrico en Portafolios de capital

La economía y las finanzas van de la mano; ya que, un agente económico racional busca satisfacer sus necesidades de consumo con la mayor cantidad de bienes y servicios, este tipo de consumidor no tiene un punto de saciedad, es decir siempre desea que su utilidad (satisfacción o felicidad) sea lo más grande posible. En general se piensa que este tipo de agente quiere maximizar su utilidad, sujeto a los diversos instrumentos donde puede invertir su dinero; buscando siempre la mayor cantidad de rendimiento, relacionada con su horizonte de inversión establecido. Sin embargo, estos agentes pueden tener un perfil de riesgo conservador o agresivo; de acuerdo a la satisfacción de sus necesidades al momento de realizar sus inversiones; es decir los agentes conservadores son aversos al riesgo y por lo general se conforman con obtener poco rendimiento ya que su preocupación es mayor por evitar las pérdidas potenciales que pudieran tener debido a la incertidumbre que existe

en los mercados financieros. Por otro lado, los agentes agresivos; son propensos al riesgo, incluso invierten más dinero en instrumentos con alta volatilidad; la cual tradicionalmente en finanzas es medida mediante la desviación estándar de los rendimientos. Por lo anterior se vislumbra que mediante modelos matemáticos se relacionan las finanzas con la economía, principalmente logrando una relación entre riesgo, rendimiento y utilidad. Dichos modelos son utilizados tanto para agentes conservadores como agresivos. Si son conservadores elaboran estrategias, donde puedan cubrirse del riesgo; por ejemplo, mediante techos y pisos. Mientras que los agresivos pueden elaborar productos estructurados tan complejos como imaginación tengan, a través de la ingeniería financiera buscan el mayor rendimiento posible, diversificando riesgos. Es decir, al diversificar el riesgo se tiene la expectativa que la volatilidad de los instrumentos financieros disminuya de manera conjunta; puesto que éstos comparten el riesgo; ya que si se realizaran las inversiones por separado se tendría un riesgo mayor. Lo anterior es un principio de los modelos VaR, ya que en conjunto se espera que las pérdidas si llegaran a ocurrir fueran menores que de manera individual.

En cuanto a los Portafolios de capitales el modelo tradicional es el de Markowitz (1952).

El cual es un modelo que optimiza el portafolio de mínima varianza dado un rendimiento, el planteamiento matemático de este modelo se muestra a continuación.

$$\text{Minimizar } \sigma_p^2 = (w_1, w_2, \dots, w_n) \begin{pmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1n} \\ \sigma_{21} & \sigma_2^2 & \dots & \sigma_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{n1} & \sigma_{n2} & \dots & \sigma_n^2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{pmatrix}$$

sujeto a:

$$\bar{R}_p = w_1 E(R_1) + w_2 E(R_2) + \dots + w_n E(R_n)$$

$$w_1 + w_2 + \dots + w_n = 1, w_i \geq 0 \text{ para } i = 1, 2, \dots, n$$

Markowitz; pondera el riesgo del portafolio. Es decir, encuentra los valores  $w_i$  óptimos. Es importante señalar que en el caso de un Portafolio equiponderado es un promedio aritmético.

$$\bar{R}_p = \frac{E(R_1) + E(R_2) + \dots + E(R_n)}{n} \quad (1)$$

Donde,

$\sigma_p^2$ : Varianza de los rendimientos del Portafolio p.

$\bar{R}_p$  : Rendimiento esperado del Portafolio p.

p: Portafolio de activos.

$w_i$  : Ponderación de la inversión realizada en el activo i-ésimo.

$E(R_i)$  : Rendimiento esperado del activo i-ésimo.

n: Número de activos.

De lo anterior se desprende que la desviación estándar del Portafolio (el riesgo) matemáticamente se expresa de la siguiente forma:

$$\sigma_p = \pm \sqrt{\sigma_p^2} \quad (2)$$

Al encontrar el parámetro de riesgo a través de los portafolios de inversión del tipo Markowitz se determina la base para calcular el VaR paramétrico, como se muestra en Olivares, *et al.* (2017).

$$VaR_z^{(1-\alpha)\%} = Z_{(1-\alpha)\%} \left\{ (w_1, w_2, \dots, w_n) \left[ \begin{array}{cccc} \sigma^2_1 & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1n} \\ \sigma_{21} & \sigma^2_2 & \dots & \sigma_{2n} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \sigma_{n1} & \sigma_{n2} & \dots & \sigma^2_n \end{array} \right] \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix} * t \right\}^{\frac{1}{2}}$$

Donde,

$\sigma_{ij}$ : Varianza entre los rendimientos de los activos  $i$  y  $j$  si  $i = j$  o bien Covarianza si  $i \neq j$ .

$Z_{(1-\alpha)\%}$ : Cuantil de una distribución gaussiana con nivel de confianza de  $(1 - \alpha)\%$ .

$\alpha$ : Nivel de significancia,  $0 \leq \alpha \leq 1$ .

$t$ : Horizonte temporal.

### 3.2 VaR paramétrico en Portafolios de renta fija

Siguiendo a De Lara (2005) se muestra la forma de valuación de los instrumentos de renta fija, particularmente de los bonos cupón cero y de su medida de sensibilidad Duración Modificada (DM), variables con las cuales se determina el VaR paramétrico de un Portafolio de renta fija.

En México Los Certificados de Tesorería (CETES) son los instrumentos financieros más comunes en el mercado de renta fija, sus plazos de inversión pueden ser a 28, 91, 182 y 364 días. Para el cálculo del precio de estos bonos, simplemente se trae a valor presente el Valor Nominal (VN) del bono.

$$P = \frac{VN}{\left[1+i\left(\frac{t}{360}\right)\right]} \quad (3)$$

Donde,

$P$ : Precio del bono cupón cero.

$VN$ : Valor Nominal.

$i$ : Tasa de rendimiento.

$t$ : Plazo en días de la inversión.

Un bono es sensible a cambios en la tasa de rendimiento o a la estructura de plazo con la que fue calculado. Una medida convencional es la Duración ( $D$ ) de Maculay (1938) o en su versión modificada ( $DM$ ) por Hicks (1939), donde este tipo de cambio se puede ver en términos económicos como elasticidades. Para el caso de un bono cupón cero la Duración se expresa matemáticamente de la siguiente forma.

$$D = \frac{t}{360} \quad (4)$$

Mientras que la Duración Modificada es calculada por la expresión:

$$DM = \frac{\frac{t}{360}}{1+i\left(\frac{t}{360}\right)} \quad (5)$$

Con lo anterior se puede llevar a cabo el cálculo del VaR paramétrico de un portafolio de bonos a través de la siguiente ecuación:

$$VaR_z^{(1-\alpha)\%} = -Z_{(1-\alpha)\%} PDMi\sigma\sqrt{t} \quad (6)$$

Donde  $\sigma$ , representa la volatilidad de los rendimientos de los bonos.

## 4. Análisis de resultados

En esta investigación se consideran rendimientos históricos diarios de los componentes del índice del mercado mexicano (S&P/BMV IPC) y del mismo S&P/BMV IPC, valuados en un horizonte temporal de 28 días para la construcción de los Portafolios de capitales (equiponderado y mínima varianza); y para el Portafolio de renta fija el histórico de los rendimientos de cada activo (bono CETE a 28, 91 y 182 días), también con un horizonte temporal de inversión de 28 días. Para ambos mercados el periodo de análisis de este estudio es de enero de 2017 a mayo de 2019. Para cada Portafolio se estiman, estadísticos descriptivos básicos de rendimiento esperado y desviación estándar. Seguido a ello, se calcula el VaR con un nivel de confianza del 99.9%. Finalmente se comparan los resultados obtenidos en todos los Portafolios y se contrastan con el S&P/BMV IPC.

Cada Portafolio supone una inversión de \$1,000,000 de pesos mexicanos. En la Tabla 1. Se muestran las ponderaciones del Portafolio equiponderado y su Beta.

**Tabla 1.** Ponderaciones y Beta del Portafolio equiponderado

Empresa	Ponderación	Rendimiento esperado a 28 Días	Beta
AC	0.03125	-3.24004E-06	5.55112E-01
ALFAA	0.03125	-6.98933E-05	8.91324E-01
ALPEKA	0.03125	-1.68124E-05	5.89831E-01

ALSEA	0.03125	-7.54586E-05	8.65991E-01
AMXL	0.03125	1.38773E-05	1.13462E+00
BIMBOA	0.03125	-3.17366E-05	9.29059E-01
BOLSAA	0.03125	5.71503E-05	5.72820E-01
CEMEXCPO	0.03125	-1.23657E-04	1.27078E+00
ELEKTRA	0.03125	2.78623E-04	5.02828E-01
FEMSAUBD	0.03125	2.65251E-05	8.10506E-01
GAPB	0.03125	2.64128E-05	9.21112E-01
GCARSOA1	0.03125	-2.73600E-05	9.36902E-01
GENTERA	0.03125	-1.17932E-04	1.00028E+00
GFINBURO	0.03125	-3.06912E-05	9.87495E-01
GFNORTEO	0.03125	1.98062E-05	1.55536E+00
RA	0.03125	-2.49074E-05	6.95029E-01
GMEXICOB	0.03125	-2.77708E-05	1.10582E+00
GRUMAB	0.03125	-6.36686E-05	5.51601E-01
IENOVA	0.03125	-1.83438E-05	8.47008E-01
KOFUBL	0.03125	-1.39100E-05	7.56337E-01
LALAB	0.03125	-5.07795E-05	6.06930E-01
LIVEPOLC1	0.03125	-5.33134E-05	1.00440E+00
NEMAKA	0.03125	-1.35724E-04	4.84918E-01
OMAB	0.03125	5.86852E-05	1.01557E+00
PENOLES	0.03125	-1.03953E-04	1.15537E+00
PINFRA	0.03125	1.44367E-05	6.31738E-01
BSMXB	0.03125	-6.72389E-06	1.05621E+00
TLEVISACPO	0.03125	-1.64207E-04	8.54314E-01
VOLARA	0.03125	-1.05813E-04	6.01337E-01
WALMEX	0.03125	7.76703E-05	9.14678E-01
ASURB	0.03125	4.14817E-06	9.83608E-01
KIMBERA	0.03125	1.43214E-06	8.18848E-01
Suma	1.00000	Beta del portafolio equiponderado	0.86274

Fuente: Elaboración propia mediante Excel 2016 y con datos extraídos del sitio web de Investing, 2019.

Con las ponderaciones mostradas en la Tabla 1, son calculados los resultados mostrados en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Resultados resumen con el Portafolio equiponderado

Rendimiento real del Portafolio equiponderado	Rendimiento esperado del Portafolio equiponderado	Ganancia monetaria al término del plazo	Varianza del Portafolio equiponderado	Desviación estándar del Portafolio equiponderado	VaR al 99.9%
0.00067	-0.00002	\$672.28068	0.00001	0.00263	- \$8,113.24528

Fuente: Elaboración propia mediante Excel 2016 y con datos extraídos del sitio web de Investing, 2019.

En la Tabla 2. Los resultados resumen muestran, el valor esperado del rendimiento del Portafolio equiponderado, el cual es negativo, es decir se tenía la expectativa de tener pérdidas a un considerando su riesgo a favor determinado por la desviación estándar, su VaR al 99.9% de confianza indica que la máxima pérdida esperada en la inversión es \$8,113.24528 pesos mexicanos, sin embargo, para este Portafolio se tuvo una ganancia real de \$672.28068 pesos mexicanos al término de 28 días.

Análogamente se muestran los resultados obtenidos para el Portafolio de mínima varianza en las Tablas 3 y 4.

**Tabla 3.** Ponderaciones y Beta del Portafolio de mínima varianza

<b>Empresa</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Rendimiento esperado a 28 Días</b>	<b>Beta</b>
AC	0.10916	-3.24004E-06	5.55112E-01
ALFAA	0.00000	-6.98933E-05	8.91324E-01
ALPEKA	0.05344	-1.68124E-05	5.89831E-01
ALSEA	0.00000	-7.54586E-05	8.65991E-01
AMXL	0.02003	1.38773E-05	1.13462E+00
BIMBOA	0.00000	-3.17366E-05	9.29059E-01
BOLSAA	0.07039	5.71503E-05	5.72820E-01
CEMEXCPO	0.00000	-1.23657E-04	1.27078E+00
ELEKTRA	0.03801	2.78623E-04	5.02828E-01
FEMSAUBD	0.13067	2.65251E-05	8.10506E-01
GAPB	0.01047	2.64128E-05	9.21112E-01
GCARSOA1	0.00000	-2.73600E-05	9.36902E-01
GENTERA	0.00000	-1.17932E-04	1.00028E+00
GFINBURO	0.00000	-3.06912E-05	9.87495E-01
GFNORTEO	0.00000	1.98062E-05	1.55536E+00
RA	0.06456	-2.49074E-05	6.95029E-01
GMEXICOB	0.00000	-2.77708E-05	1.10582E+00
GRUMAB	0.11692	-6.36686E-05	5.51601E-01
IENOVA	0.01462	-1.83438E-05	8.47008E-01
KOFUBL	0.03601	-1.39100E-05	7.56337E-01
LALAB	0.03996	-5.07795E-05	6.06930E-01
LIVEPOLC1	0.00000	-5.33134E-05	1.00440E+00
NEMAKA	0.06282	-1.35724E-04	4.84918E-01
OMAB	0.00000	5.86852E-05	1.01557E+00
PENOLES	0.00000	-1.03953E-04	1.15537E+00
PINFRA	0.07113	1.44367E-05	6.31738E-01
BSMXB	0.00000	-6.72389E-06	1.05621E+00
TLEVISACPO	0.06246	-1.64207E-04	8.54314E-01
VOLARA	0.02244	-1.05813E-04	6.01337E-01
WALMEX	0.04701	7.76703E-05	9.14678E-01
ASURB	0.00000	4.14817E-06	9.83608E-01

KIMBERA	0.02991	1.43214E-06	8.18848E-01
Suma	1.00000	Beta del Portafolio de mínima varianza	0.67280

Fuente: Elaboración propia mediante Excel 2016 y con datos extraídos del sitio web de Investing, 2019.

En la Tabla 3 a diferencia de la 1. Se observa que el mismo modelo de Markowitz al optimizar el portafolio descarta inversiones en varias empresas, seleccionando únicamente las menos riesgosas es por ello que también al comparar las Betas de cada Portafolio, se observa que la del modelo de mínima varianza es menos que el equiponderado.

**Tabla 4.** Resultados resumen con el Portafolio de mínima varianza

Rendimiento real del Portafolio de mínima varianza	Rendimiento esperado del Portafolio de mínima varianza	Pérdida monetaria al término del plazo	Varianza del Portafolio de mínima varianza	Desviación estándar del Portafolio de mínima varianza	VaR al 99.9%
-0.00917	-0.00001	- \$9,170.16016	0.00001	0.00228	- \$7,035.15700

Fuente: Elaboración propia mediante Excel 2016 y con datos extraídos del sitio web de Investing, 2019.

En la Tabla 4. Los resultados resumen muestran, el valor esperado del rendimiento del Portafolio de mínima varianza, el cual es negativo, es decir el inversionista esperaba tener pérdidas, su VaR al 99.9% de confianza indica que la máxima pérdida estimada es de \$7,035.15700 pesos mexicanos, sin embargo, para este Portafolio se tuvo una pérdida real de \$9,170.16016 pesos mexicanos al término de 28 días, es decir la pérdida excedió el VaR, por lo cual es claro que los resultados en los Portafolios de capitales son mejores en el Portafolio equiponderado.

Al comparar ambos Portafolios con los rendimientos ofrecidos por el mercado mexicano, es decir mediante el índice S&P/BMV IPC vemos que los resultados resumen se muestran en la Tabla 5.

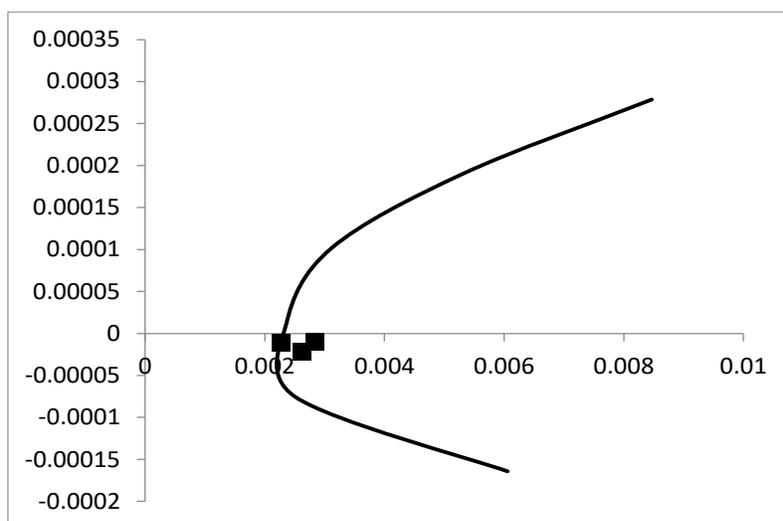
**Tabla 5.** Resultados resumen del S&P/BMV IPC

Rendimiento real del S&P BMV/IPC	-0.00427
Pérdida real	- \$4,269.02567
Rendimiento esperado del S&P BMV/IPC	-0.00001
Desviación estándar del S&P BMV/IPC	0.00284

Fuente: Elaboración propia mediante Excel 2016 y con datos extraídos del sitio web de Investing, 2019.

En la Tabla 5. Los resultados resumen muestran, el valor esperado del rendimiento del S&P/BMV IPC, el cual es negativo, es decir el inversionista tenía una expectativa de pérdida, al no

diversificar, es decir al invertir la totalidad de la inversión en este índice se tiene una pérdida real de \$4,269.02567 pesos mexicanos al término de 28 días. Al comparar este resultado con los anteriores, se observa que la opción de invertir directamente en el mercado mexicano en vez de la diversificación de activos en el Portafolio de mínima varianza, es viable, puesto que la pérdida real es menor, sin embargo, la diversificación en el Portafolio equiponderado genera ganancias, por lo cual invertir en este Portafolio es la mejor decisión para el inversionista en el mercado de capitales. Los tres escenarios en términos esperados son mostrados en la Gráfica 1.



**Gráfica 1.** Portafolios de Capitales equiponderado y de mínima varianza respecto al S&P/BMV IPC  
 Fuente: Elaboración propia mediante Excel 2016 y con datos extraídos del sitio web de Investing, 2019.

En la Gráfica 1, se muestra en el vértice de la parábola el Portafolio de mínima varianza, en seguida a su derecha el riesgo y rendimiento esperado por el S&P/BMV IPC y finalmente el portafolio equiponderado. Es importante notar que todos están por debajo de la frontera eficiente del modelo de Markowitz (parte superior de la parábola) por lo que aún los rendimientos reales obtenidos por el Portafolio equiponderado son poco significativos. Para un mejor detalle del comportamiento real de los precios y rendimientos de las empresas analizadas se puede apreciar en el Anexo 1 Tabla 1A.

Ahora bien, analizando los resultados obtenidos por el Portafolio de renta fija, con el fin de compararlos con los de capitales, tenemos que inicialmente se calculó el VaR de cada activo individualmente para cada bono (CETE a 28, 91 y 182 días), ver Anexo 1 Tablas 2A, 3A y 4A. Para posteriormente obtener el VaR sin diversificación como se muestra en la Tabla 6.

**Tabla 6.** VaR al 99.9% de confianza para los bonos (CETE a 28, 91 y 182 días)

Bono	VaR al 99.9%
CETE a 28 días	-0.03208
CETE a 91 días	-0.02667
CETE a 182 días	-0.03034

VaR sin diversificación al 99.9%	-0.08909
----------------------------------	----------

Fuente: Elaboración propia mediante Excel 2016 y con datos extraídos del sitio web de Banxico, 2019.

Con las ponderaciones y rendimientos esperados a 28 días para cada bono mostrados en las Tablas 7, se obtienen los resultados mostrados en la Tabla 8.

**Tabla 7.** Ponderaciones y cálculos para el Portafolio de renta fija

Bono	Ponderaciones	Rendimiento esperado a 28 días
CETE a 28 días	0.33336	0.01161
CETE a 91 días	0.33332	0.00979
CETE a 182 días	0.33332	0.00830
Total	1.00000	

Fuente: Elaboración propia mediante Excel 2016 y con datos extraídos del sitio web de Banxico, 2019

**Tabla 8.** Resultados resumen con el Portafolio de renta fija

Rendimiento real del Portafolio de renta fija	Rendimiento esperado del Portafolio de renta fija	Ganancia monetaria al término del plazo de inversión	Varianza del Portafolio de renta fija	Desviación estándar del Portafolio de renta fija	VaR al 99.9%
0.00978	0.00990	\$9,778.14325	7.45479E-09	8.63411E-05	- \$795.40000

Fuente: Elaboración propia mediante Excel 2016 y con datos extraídos del sitio web de Banxico, 2019

En la Tabla 8. Los resultados resumen muestran, el valor esperado del rendimiento del Portafolio de renta fija, el cual es positivo y casi del 1% a 28 días, es decir el inversionista tiene la expectativa de tener una ganancia, con una pequeña desviación estándar. El VaR al 99.9% de confianza indica que a lo más se puede perder \$795.40000 pesos mexicanos al término de la inversión realizada, sin embargo, este Portafolio realmente tuvo una ganancia de \$9,778.14325 pesos mexicanos. Este resultado refleja rendimientos más significativos que en el mercado de capitales. Por lo que se ha mostrado empíricamente que en el periodo analizado fue más conveniente para el inversionista invertir en Portafolios de renta fija que de capitales. Para un mejor detalle del comportamiento real de los precios y rendimientos de los bonos analizadas se puede apreciar en el Anexo 1 Tabla5A.

Si bien sería interesante replicar este comparativo de Portafolios justo en el periodo de crisis COVID-19, el cual inició a finales del año pasado, la realidad es que actualmente se tiene una limitación en el histórico de datos (menor a un año), sin embargo, de forma intuitiva se visualiza el panorama en el mercado de renta fija mostrando los indicadores al día martes 10 de noviembre de 2020 publicadas por Banxico en la Imagen 1.

Tasa objetivo <b>4.25</b> 11 - NOV - 2020	TIIE Fondeo <b>4.25</b> 10 - NOV - 2020	TIIE 28 <b>4.4987</b> 11 - NOV - 2020
Cetes 28 <b>4.14</b> 10 - NOV - 2020	Tipo de cambio FIX <b>20.5772</b> 11 - NOV - 2020	Reservas intl. (mmd) <b>194</b> 06 - NOV - 2020
Inflación <b>4.09</b> 01 - OCT - 2020	Inflación subyacente <b>3.98</b> 01 - OCT - 2020	UDIS <b>6.590999</b> 11 - NOV - 2020

**Imagen 1.** Indicadores de Banxico al 10 de noviembre de 2020

Fuente: Banxico, 2020

En la Imagen 1. se observa que el valor de la tasa de referencia CETES 28 y la inflación actualmente son muy cercanas, por lo que se vislumbra a la brevedad rendimientos negativos en el mercado de renta fija.

## 5. Conclusiones y consideraciones finales

En esta investigación se realizó un análisis de diversificación en empresas y en bonos, tanto para el mercado de capitales y de renta fija respectivamente. Se consideraron tres Portafolios de inversión; el de renta fija compuesto por bonos CETES a 28, 91 y 182 días. Mientras que en el mercado de capitales la composición es a través de las empresas que conforman el S&P BMV/ IPC, para ello se consideran ponderaciones equiponderadas y de optimización de mínima varianza bajo el modelo de Markowitz. Se contrastaron los tres tipos de Portafolios y al realizar un comparativo con el índice del mercado mexicano se concluye que las pérdidas son mayores en el Portafolio de mínima varianza, este portafolio muestra el peor resultado de la investigación, ya que excede el VaR paramétrico al 99.9% de confianza; es decir el modelo subestimó el riesgo de mercado. Por otro lado se obtuvieron ganancias tanto con el Portafolio equiponderado como con el de renta fija, sin embargo, se observa que las ganancias otorgadas por el de renta fija son mucho más significativas ya que se obtienen casi \$9,800 pesos mexicanos en la inversión a 28 días, lo anterior se esperaba ya que con los datos analizados el Portafolio de renta fija fue el único que tuvo un rendimiento esperado positivo y una desviación muy pequeña, adicionalmente su VaR al 99.9% también fue el más pequeño. La evidencia empírica nos muestra que los resultados de los Portafolios analizados, el más viable es sin duda el de renta fija porque fue el que otorgó mayor ganancia al inversionista en el corto plazo al 28 de junio de 2019, es decir es el mejor resultado de la investigación.

Finalmente podemos decir que en esta investigación se ha mostrado que el modelo más viable fue el menos robusto y de fácil implementación. Sin embargo, se tiene como limitación el supuesto

clásico de rendimientos gaussianos en los datos financieros analizados, por lo que para futuras investigaciones se recomienda romper dicho supuesto a través de la construcción de Portafolios de inversión mediante metodologías más robustas, por ejemplo durante el periodo de crisis sanitaria por la COVID-19 considerando una cantidad estadísticamente suficiente de datos, ya que actualmente al ser el histórico menor a un año, esta falta de datos sesgaría los resultados de cualquier modelo propuesto y por ende los resultados no serían confiables. Sin embargo, con base en los indicadores actuales publicados por Banco de México podemos apreciar de manera intuitiva que realizar inversiones en Portafolios de renta fija sería poco atractivo al inversionista.

## Referencias

- [1] Abdulkarim, F.M., y Tabash, M. I. (2020). El poder de la diversificación: ¿Tienen los inversores africanos de renta fija alguna oportunidad en el mercado malayo de Sukuk?. *Revista africana de estudios económicos y de gestión*, Artículo en impresión. <https://doi.org/10.1108/AJEMS-07-2020-0338>
- [2] Álvarez, S., Restrepo, D., y Velásquez, M. (2017). Medición del valor en riesgo de portafolios de renta fija usando modelos multifactoriales dinámicos de tasas de interés. *Estudios Gerenciales*, vol. 33, num. 142, pp. 52-63. <https://doi.org/10.1016/j.estger.2017.02.003>
- [3] Arévalo, A. (2015). Construcción de portafolios de inversión desde las finanzas del comportamiento: una revisión crítica. *Cuadernos de Administración*, vol. 28, num. 51, pp. 11-43. <https://doi.org/10.11144/javeriana.cao28-51.cpi>
- [4] Augustyniak, M., Godin, F., Hamel, E. (2020). Modelo de fondo mixto de bonos y patrimonio para la valoración de anualidad variable. *Boletín ASTIN*, Artículo en impresión. <https://doi.org/10.1017/asb.2020.37>
- [5] Ávila, J. (2009). Metodologías de medición del riesgo de mercado. *Innovador*, vol. 19, num. 34, pp. 187-199.
- [6] Banxico. (10 de Noviembre de 2020). Indicadores. Recuperado de <https://www.banxico.org.mx/>
- [7] Banxico. (6 de Junio de 2019). Bonos de Desarrollo del Gobierno Federal con Tasa de Interés Fija. Recuperado de <https://www.banxico.org.mx/>
- [8] Basel Committee on Banking Supervision, (2006), International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards. A Revised Framework. Comprehensive version, Bank for International Settlements, Basel, Switzerland
- [9] Bhuiyan, R.A., Puspa, M., Saiti, B., Ghani, y G.M (2020). Análisis comparativo entre índices globales de bonos y sukuk: enfoque de valor en riesgo. *Revista de investigación empresarial y contable islámica*, vol. 11, num. 6, pp. 1245-1256. <https://doi.org/10.1108/JIABR-02-2018-0019>
- [10] Byder, J., Agudelo, D., y Arango, I. (2019). El género es lo más importante. El impacto en la aversión al riesgo a corto plazo tras una crisis financiera. *Revista de Economía Financiera*, vol. 37, num. 1, pp. 106-117. <https://doi.org/10.1002/rfe.1038>
- [11] De Lara, A. (2005). *Productos financieros derivados: valuación y cobertura de riesgos*. México, Limusa.
- [12] Estrada, E., y Toro, C. (2014). Valor y riesgo en carteras de inversión, variables críticas calculadas a partir de un sistema híbrido inteligente basado en CBR. *Conferencia Ibérica sobre Sistemas y Tecnologías de la Información, CISTI*.
- [13] Ewen, M., y Rieger, M.O. (2020). Tamaño del fondo y estabilidad del riesgo de la cartera. *Revista de riesgo*, vol. 22, num. 6, pp. 65-87. <https://doi.org/10.21314/JOR.2020.439>
- [14] García, F., González, J., Oliver, J., y Rueda, G. (2019). Medidas de riesgo en la selección de cartera. *Espacios*, vol. 40, num. 38, pp. 18-30.

- [15] Gutiérrez, M., Gálvez, P., Eltit B., y Reinoso, H. (2017). Resolviendo el problema de carteras de inversión utilizando la heurística de colonia artificial de abejas. *Estudios Gerenciales*, vol. 33, num. 145, pp. 391-399. <https://doi.org/10.1016/j.estger.2017.11.001>
- [16] Hernández, O., y Venegas, F. (2012). Toma de decisiones de agentes racionales con procesos markovianos. *Avances recientes en economía y finanzas. Trimestre Económico*, vol. 79, num. 316, pp. 733-779. <https://doi.org/10.20430/ete.v79i316.75>
- [17] Hicks, J. (1939). *Value and Capital*. Clarendon Press, Oxford UK.
- [18] Investing. (10 de Junio de 2019). Datos históricos, Recuperado de: <https://mx.investing.com/>
- [19] Laipply, S., Madhavan, A., Sobczyk, A., y Tucker, M. (2020). Fuentes de rendimiento excesivo e implicaciones para la construcción activa de carteras de renta fija. *Revista de gestión de carteras*, vol. 46, num. 2, pp. 106-120. <https://doi.org/10.3905/jpm.2019.1.119>
- [20] León, A., Martínez, M., y Garza, L. (2015). Comparación de los enfoques de media-varianza y media-semivariancia para elegir una cartera agrícola. *Revista Chapingo, Serie Horticultura*, vol. 21, num. 1, pp. 71-80. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2014.04.020>
- [21] Luna, S., y Agudelo, D. (2019). ¿El modelo Black-Litterman agrega valor en las carteras del mercado latinoamericano integrado (MILA)? Evaluación empírica 2008-2016. *Revista de Metodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, vol. 27, num. 1, pp. 55-73. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3297111>
- [22] Macías, L., López, F., y De La Torre, O. (2020). La eficiencia media-varianza de un portafolio sobreponderado en acciones socialmente responsables de México y Estados Unidos. *Estudios Gerenciales*, vol. 36, num. 154, pp. 91-99. <https://doi.org/10.18046/j.estger.2020.154.3476>
- [23] Macaulay, F. (1938). *Some Theoretical Problems Suggested by the Movements of Interest Rates, bond Yields and Stock Prices Since 1856*. New York, Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.2307/2143533>
- [24] Madhavan, A., y Sobczyk, A. (2020). Sobre las implicaciones de los factores de la inversión sostenible en fondos activos de renta fija. *Revista de gestión de carteras*, vol. 46, num. 3, pp. 141-152. <https://doi.org/10.3905/jpm.2020.46.3.141>
- [25] Markowitz, Harry M. (1952). Portfolio Selection. *Journal of Finance*, vol. 7, pp. 77-91. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1952.tb01525.x>
- [26] Milanov, K., Kounchev, O., y Fabozzi, F. J. (2020). Un modelo completo para fijar el precio de los bonos de CoCo. *Revista de renta fija*, vol. 29, num. 3, pp. 53-67. <https://doi.org/10.3905/jfi.2019.1.077>
- [27] Mora, M., Franco, J., y Preciado, L. (2010). Asignación óptima de cartera para índices bursátiles latinoamericanos. *Cuadernos de Administración*, vol. 23, num. 40, pp. 191-214.
- [28] Olivares, H., Bucio, C., Agudelo, G., Franco, L., y Franco, L. (2017). Valor en Riesgo: Un análisis del modelo de cópulas elípticas para el sector de vivienda en México. *Espacios*, vol. 38, num. 31, 27-52.
- [29] Preciado, L., y Camacho, V. (2009). Cómo desarrollar una cartera de inversiones considerando las diferentes alternativas que ofrecen los fondos de pensiones voluntarias en Colombia: el caso de Skandia. *Estudios Gerenciales*, vol. 25, num. 113, pp. 229-241. [https://doi.org/10.1016/s0123-5923\(09\)70097-x](https://doi.org/10.1016/s0123-5923(09)70097-x)
- [30] Ramírez, J., y Arias, O. (2013). El riesgo de no ser normal en las finanzas: un ensayo sobre el comportamiento leptokurtico de las series de acciones en Colombia. *Economía Mexicana, Nueva Época*, vol. 22, num. 3, pp. 165-201.
- [31] Restrepo, M., Arroyave, E., Fernández, H., y Marín, N. (2020). Diversificación de riesgos para empresas que brindan servicios a entidades promotoras de salud en Colombia. *Espacios*, vol. 41, num. 3, pp. 25-36.

## Anexo 1

**Tabla 1A.** Comportamiento de las empresas que componen el S&P BMV/IPC

<b>Empresa</b>	<b>Último precio del activo subyacente</b>	<b>Precio al término del plazo de la inversión</b>	<b>Rendimiento real</b>
AC	105.98000	103.85000	-0.02030
ALFAA	17.69000	18.86000	0.06404
ALPEKA	22.61000	24.11000	0.06423
ALSEA	39.44000	37.78000	-0.04300
AMXL	14.06000	13.97000	-0.00642
BIMBOA	39.69000	40.03000	0.00853
BOLSAA	37.05000	36.33000	-0.01962
CEMEXCPO	8.09000	8.09000	0.00000
ELEKTRA	1196.33000	1256.01000	0.04868
FEMSAUBD	183.56000	185.96000	0.01299
GAPB	191.10000	199.88000	0.04492
GCARSOA1	71.28000	71.56000	0.00392
GENTERA	17.49000	16.59000	-0.05283
GFINBURO	26.54000	27.76000	0.04494
GFNORTEO	113.43000	111.36000	-0.01842
RA	99.70000	98.93000	-0.00775
GMEXICOB	48.69000	50.97000	0.04576
GRUMAB	186.85000	180.14000	-0.03657
IENOVA	81.49000	75.39000	-0.07781
KOFUBL	121.41000	119.11000	-0.01913
LALAB	23.07000	23.59000	0.02229
LIVEPOLC1	112.03000	106.87000	-0.04715
NEMAKA	8.90000	9.00000	0.01117
OMAB	121.10000	117.22000	-0.03256
PENOLES	218.43000	248.30000	0.12817
PINFRA	190.16000	190.73000	0.00299
BSMXB	29.06000	29.37000	0.01061
TLEVISACPO	35.69000	32.45000	-0.09517
VOLARA	17.35000	18.00000	0.03678
WALMEX	55.61000	52.40000	-0.05946
ASURB	306.82000	311.09000	0.01382
KIMBERA	35.52000	35.30200	-0.00616
S&P BMV/IPC	43345.82000	43161.17000	-0.00427

Fuente: Elaboración propia mediante Excel 2016 y con datos extraídos del sitio web de Investing, 2019.

**Tabla 2A. Comportamiento del bono CETE a 182 días**

Fecha	Tasa de rendimiento del bono CETE a 182 días	Precio del bono CETE a 182 días	Duración Modificada	Rendimientos
enero de 2017	0.06540	99.49391	0.07738	-
febrero de 2017	0.06640	99.48621	0.07738	0.01517
marzo de 2017	0.06740	99.47851	0.07737	0.01495
abril de 2017	0.06790	99.47466	0.07737	0.00739
mayo de 2017	0.06970	99.46081	0.07736	0.02616
junio de 2017	0.07200	99.44312	0.07734	0.03247
julio de 2017	0.07170	99.44543	0.07735	-0.00418
agosto de 2017	0.07160	99.44620	0.07735	-0.00140
septiembre de 2017	0.07150	99.44696	0.07735	-0.00140
octubre de 2017	0.07190	99.44389	0.07735	0.00558
noviembre de 2017	0.07230	99.44081	0.07734	0.00555
diciembre de 2017	0.07410	99.42697	0.07733	0.02459
enero de 2018	0.07560	99.41544	0.07732	0.02004
febrero de 2018	0.07740	99.40160	0.07731	0.02353
marzo de 2018	0.07790	99.39776	0.07731	0.00644
abril de 2018	0.07640	99.40929	0.07732	-0.01944
mayo de 2018	0.07800	99.39699	0.07731	0.02073
junio de 2018	0.07990	99.38239	0.07730	0.02407
julio de 2018	0.08060	99.37702	0.07729	0.00872
agosto de 2018	0.08020	99.38009	0.07730	-0.00498
septiembre de 2018	0.08090	99.37471	0.07729	0.00869
octubre de 2018	0.08050	99.37778	0.07729	-0.00496
noviembre de 2018	0.08300	99.35859	0.07728	0.03058
diciembre de 2018	0.08550	99.33939	0.07726	0.02968
enero de 2019	0.08450	99.34707	0.07727	-0.01176
febrero de 2019	0.08230	99.36396	0.07728	-0.02638
marzo de 2019	0.08180	99.36780	0.07729	-0.00609
abril de 2019	0.08140	99.37087	0.07729	-0.00490
mayo de 2019	0.08250	99.36242	0.07728	0.01342
<b>Desviación Estándar</b>	<b>Cuantil al 99.9%</b>		<b>VaR</b>	
0.01550	3.09023		-0.03034	

Fuente: Elaboración propia mediante Excel 2016 y con datos extraídos del sitio web de Investing, 2019.

**Tabla 3A.** Comportamiento del bono a 91 días

Fecha	Tasa de rendimiento del bono CETE a 91 días	Precio del bono CETE a 91 días	Duración Modificada	Rendimientos
enero de 2017	0.0625	99.5162	0.0774	-
febrero de 2017	0.0637	99.5070	0.0774	0.0190
marzo de 2017	0.0656	99.4924	0.0774	0.0294
abril de 2017	0.0666	99.4847	0.0774	0.0151
mayo de 2017	0.0682	99.4724	0.0774	0.0237
junio de 2017	0.0705	99.4547	0.0774	0.0332
julio de 2017	0.0708	99.4523	0.0774	0.0042
agosto de 2017	0.0711	99.4500	0.0774	0.0042
septiembre de 2017	0.0709	99.4516	0.0774	-0.0028
octubre de 2017	0.0709	99.4516	0.0774	0.0000
noviembre de 2017	0.0713	99.4485	0.0773	0.0056
diciembre de 2017	0.0731	99.4347	0.0773	0.0249
enero de 2018	0.0736	99.4308	0.0773	0.0068
febrero de 2018	0.0756	99.4154	0.0773	0.0268
marzo de 2018	0.0765	99.4085	0.0773	0.0118
abril de 2018	0.0764	99.4093	0.0773	-0.0013
mayo de 2018	0.0774	99.4016	0.0773	0.0130
junio de 2018	0.0788	99.3908	0.0773	0.0179
julio de 2018	0.0790	99.3893	0.0773	0.0025
agosto de 2018	0.0789	99.3901	0.0773	-0.0013
septiembre de 2018	0.0792	99.3878	0.0773	0.0038
octubre de 2018	0.0789	99.3901	0.0773	-0.0038
noviembre de 2018	0.0823	99.3640	0.0773	0.0422
diciembre de 2018	0.0829	99.3594	0.0773	0.0073
enero de 2019	0.0823	99.3640	0.0773	-0.0073
febrero de 2019	0.0812	99.3724	0.0773	-0.0135
marzo de 2019	0.0809	99.3747	0.0773	-0.0037
abril de 2019	0.0806	99.3770	0.0773	-0.0037
mayo de 2019	0.0822	99.3647	0.0773	0.0197
<b>Desviación estándar</b>	<b>Cuantil al 99.9%</b>	<b>VaR</b>		
0.0137	3.0902	-0.0267		

Fuente: Elaboración propia mediante Excel 2016 y con datos extraídos del sitio web de Investing, 2019.

**Tabla 4A.** Comportamiento del bono a 28 días

Fecha	Tasa de rendimiento del bono CETE a 28 días	Precio del bono CETE a 28 días	Duración Modificada	Rendimientos
enero de 2017	0.05830	99.54860	0.07743	-
febrero de 2017	0.06060	99.53088	0.07741	0.03869
marzo de 2017	0.06320	99.51085	0.07740	0.04201
abril de 2017	0.06500	99.49699	0.07739	0.02808
mayo de 2017	0.06560	99.49237	0.07738	0.00919
junio de 2017	0.06820	99.47235	0.07737	0.03887
julio de 2017	0.06990	99.45927	0.07736	0.02462
agosto de 2017	0.06940	99.46312	0.07736	-0.00718
septiembre de 2017	0.06990	99.45927	0.07736	0.00718
octubre de 2017	0.07030	99.45620	0.07735	0.00571
noviembre de 2017	0.07020	99.45696	0.07736	-0.00142
diciembre de 2017	0.07170	99.44543	0.07735	0.02114
enero de 2018	0.07250	99.43927	0.07734	0.01110
febrero de 2018	0.07400	99.42774	0.07733	0.02048
marzo de 2018	0.07470	99.42236	0.07733	0.00941
abril de 2018	0.07460	99.42312	0.07733	-0.00134
mayo de 2018	0.07510	99.41928	0.07733	0.00668
junio de 2018	0.07640	99.40929	0.07732	0.01716
julio de 2018	0.07730	99.40237	0.07731	0.01171
agosto de 2018	0.07730	99.40237	0.07731	0.00000
septiembre de 2018	0.07690	99.40544	0.07732	-0.00519
octubre de 2018	0.07690	99.40544	0.07732	0.00000
noviembre de 2018	0.07830	99.39469	0.07731	0.01804
diciembre de 2018	0.08020	99.38009	0.07730	0.02398
enero de 2019	0.07950	99.38547	0.07730	-0.00877
febrero de 2019	0.07930	99.38700	0.07730	-0.00252
marzo de 2019	0.08020	99.38009	0.07730	0.01129
abril de 2019	0.07780	99.39853	0.07731	-0.03038
mayo de 2019	0.08070	99.37625	0.07729	0.03660
<b>Desviación estándar</b>	<b>Cuantil al 99.9%</b>		<b>VaR</b>	
0.01674	3.09023		-0.03208	

Fuente: Elaboración propia mediante Excel 2016 y con datos extraídos del sitio web de Banxico, 2019

**Tabla 5A.** Rendimiento real de los bonos que conforman el Portafolio de renta fija

Fecha	Último valor del activo subyacente	Valor al término del plazo de la inversión	Rendimiento real
Bono CETE a 28 días	.08070	.08270	0.02448
Bono CETE a 91 días	.08220	.08270	0.00606
Bono CETE a 182 días	.08250	.08240	-0.00121

Fuente: Elaboración propia mediante Excel 2016 y con datos extraídos del sitio web de Banxico, 2019