

## ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LOS BONOS: DURACIÓN Y DURACIÓN MODIFICADA

### ANALYSIS OF SENSITIVITY OF THE BONDS: DURATION AND MODIFIED DURATION

NICKO ALBERTO GOMERO GONZALES

Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Doctor en Ciencias Económicas, docente Principal de la Facultad de Ciencias Contables en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Correo electrónico: [ngomerog@unmsm.edu.pe](mailto:ngomerog@unmsm.edu.pe)

[Recibido: 22/06/2018 Aceptado: 08/08/2018]

#### RESUMEN

**Objetivo:** Determinar el grado de sensibilidad de un activo financiero ya que es de suma importancia para quienes asumen riesgos por invertir en los mercados de capitales. Llegar a cuantificar la Maduración (M) y la Maduración Modificada (DM) para estos tipos de activos financieros permitirá medir como cambian los precios de los bonos cuando cambia la Tasa de Rendimiento, por ello estos indicadores darán señales claras sobre la volatilidad de estos activos y con ello a los inversionistas les permitirá tomar posiciones ventajosa en estos mercados. **Método:** Para modelar estos casos, se utilizó información básica sobre el perfil de los bonos nacionales, específicamente en su tasa cupón, el periodo de vencimiento y la tasa de rendimiento. **Resultados:** Los resultados obtenidos demuestran claramente como los bonos llegan a sensibilizarse, que es un elemento de prioridad para tomar en cuenta en el momento de invertir con riesgos coberturados. **Conclusiones:** La variación de la tasa de retorno del bono, influye en la Maduración y Maduración Modificada y también en el precio de este activo.

**Palabras clave:** Mercado de capitales, bonos, sensibilidad, precio, riesgos, portafolio.

#### ABSTRACT

**Objective:** To determine the degree of sensitivity of a financial asset as it is of utmost importance for those who take risks for investing in the capital markets. Arriving to quantify the Maturation (M) and the Modified Maturity (DM) for these types of financial assets will allow investors to measure how the prices of the bonds change when the Rate of Return changes, therefore these indicators will give clear signals about the volatility of these assets and with it, investors will be able to take advantageous positions in these markets. **Method:** In order to model these cases, basic information about the profile of national bonds was used, specifically the information about their coupon rate, the expiration period and the rate of return. **Results:** The results obtained clearly demonstrate how the bonds become sensitized, which is a priority element to be taken into account when investing with hedged risks. **Conclusions:** The variation of the rate of return of a bond influences the Maturation and Modified Maturity as it also influences this asset price.

**Keywords:** Capital market, bonds, sensitivity, price, risks, portfolio.

## INTRODUCCIÓN

Los bonos es una alternativa que tienen los inversionistas cautelosos para estructurar su portafolio de activos. A diferencia de las acciones, que presentan mayor volatilidad o riesgo, este primer activo proyecta mayor grado de certidumbre en el mercado de capitales. Como se conoce, quien estructura un portafolio puede inclinar su preferencia hacia aquellos activos que le representen mayor riesgo, pero mayores rendimientos esperados o caso contrario podría tomar posiciones más cautelosas demandando activos que le representen menores riesgos, pero a la vez, no podrían esperar mayores ganancias, como si los podría obtener con activos riesgosos.

La alternativa de inversión con este tipo de activos no solo se puede realizar en el mercado doméstico, sino que existe la oportunidad de colocar capitales en mercados y monedas distintas tales como son los eurobonos. Revisando trabajos académicos sobre el tema nos tocamos con el estudio realizado por Juan Mascarenas en la universidad Complutense.

Mascarenas J.(2005) dice :

*“Las obligaciones o bonos de carácter internacional son unos títulos similares a los de carácter nacional, es decir, una parte alícuota de un préstamo a largo plazo reflejada en un título que puede ser endosado. Se diferencian en que la de tipo internacional puede venir denominada en moneda distinta de la del país emisor”. (p.320)*

Este instrumento de deuda muy potente para captar capitales en ultramar también lo utilizan países como EE. UU, y que el autor lo destaca cuando dice: “con la aparición del eurodólar, diversas instituciones de los Estados Unidos efectuaban emisiones en dólares y las colocaban en Europa para captar dólares a un precio inferior al que les hubiera costado adquirirlos en su propio país”.

Es conveniente señalar que los gobiernos y corporaciones, hacen uso de este instrumento para conseguir fondos con características blandas o para buscar coberturas ante peligros de inestabilidad económica y financiera. Los bonos, por lo tanto, no solo es una alternativa importante para generar rendimientos en el mercado secundario de valores, sino que además se constituye en un importante instrumento para captar capitales de largo plazo. Para este fin no solo las empresas privadas, ante requerimientos de capitales de inversión, hacen emisiones importantes, sino

también los gobiernos por la necesidad de cubrir el déficit presupuestario o financiar sus proyectos de inversión. Estos últimos optan por entrar al mercado de deuda, emitiendo bonos soberanos o globales, que, dependiendo de la calidad de los mismos, va a tener una fuerte o débil demanda por parte de los inversionistas, mayormente institucionales. Es importante, antes de tomar una posición de compra, se de lectura a los reportes de las clasificadoras de riesgos importantes, cuyos reportes perfilarán el grado de riesgo que se estaría asumiendo por comprar un bono o estructurar un portafolio. Concepto válido para los bonos locales, globales o los llamados eurobonos.

Los bonos, son definidos como instrumentos de deuda de renta fija, ya que hasta la fecha de vencimiento va a pagar cupones periódicos, bien puede ser semestral o anualmente, dependiendo cual sea la característica de la emisión, cuyo monto va a depender básicamente de la tasa cupón que se comprometa a pagar el emisor. Cuando se hace la emisión por primera vez el bono entrará al mercado primario, que es básicamente en donde convergerán los inversionistas institucionales deseosos de obtener ganancias por la compra de este activo y el gobierno (emisor) bajo la expectativa de conseguir palanqueos financieros a bajos costos, y en mejores condiciones que el mercado del dinero. La profundidad de este mercado es muy importante para la oportunidad de inversiones, debido al comportamiento de ese indicador se tendrá mayor o menor cantidad de activos para la negociación. Por ello se argumenta que, cuando más profundo es este mercado mayores instrumentos son emitidos por los emisores de deuda y de capital para lograr palanqueos de corto o largo plazo, dinamizando por ende el mercado primario y secundario de valores.

Ross, Westerfield y Jaffe (2010) señalan lo siguiente: “Los bonos corporativos por lo general tienen un valor nominal de 1000 dólares. Este conoce como valor principal y se estipula en el certificado del bono. Por lo tanto, si una corporación quisiera pedir un préstamo de 1 millón de dólares tendría que vender 1000 bonos. El valor a la par de un bono es siempre a su valor nominal”. (p.747)

Ross, Westerfield y Jaffe (2010) señalan que el concepto clásico de un bono es el de renta fija, pero como se mencionó líneas arriba, los cupones que pagan los bonos pueden variar al ser indexado a un indicador. En el caso de la tasa flotante, los pagos del cupón son ajustables. Los ajustes se vinculan a un índice de la tasa de interés, como la tasa de interés de los Certificados del Tesoro o de la tasa

de los bonos de 30 años del tesoro de los Estados Unidos el valor de un bono a tasa flotante depende de cómo se definan exactamente los pagos del cupón.(p.478).

A la luz de este análisis se puede señalar que un inversionista para tomar la mejor posición en el mercado de capitales debe ponderar una serie de factores relevantes que tengan influencia en la rentabilidad del activo. Hay que tener en cuenta que la rentabilidad difiere de la tasa de rendimiento del bono. El primero de ello se obtiene utilizando la formula siguiente:

$$R = \frac{(P_1 - P_0) + I}{P_0}$$

Donde  $P_0$  es precio de compra del bono y  $P_1$  es precio de venta, que es la ganancia de capital el son los intereses, como se mencionó, bien pueden ser fijos o variables. De su magnitud va a depender la rentabilidad ( $R$ ) de la inversión.

Cabe destacar que, con la formula señalada se puede determinar la rentabilidad de los bonos soberanos, por ello debe ser importante que el inversionista opte por analizar una serie de hechos fundamentales que puedan afectar la cotización de estos activos, específicamente aquellos que afectan a la tasa de interés o la tasa de rendimiento, ya que la volatilidad de los precios va a depender del comportamiento de estos indicadores. La tasa de interés podría cambiar por políticas monetarias y fiscales que a la vez influenciaran en la cotización del bono, que al final de cuentas va afectar a la rentabilidad de este documento. Hay que tener en cuenta que el precio del bono esta inversamente relacionado a la tasa de interés.  $P = f(i)$ . Si la tasa se volatiliza con tendencia al alza castigará al precio del activo, pero si su comportamiento tiende a la baja, el precio experimentará una apreciación en el mercado de capitales. La volatilidad de las tasas va a depender del escenario macroeconómico y como se señaló, de las políticas que puedan ensayar la autoridad monetaria y el gobierno central. La fórmula ampliada se señala a continuación:

$$VPA = \sum_{n=1}^N \frac{I}{(1+r)^n} + \frac{VN}{(1+r)^N}$$

$$PA = \frac{I}{(1+r)^1} + \frac{I}{(1+r)^2} + \frac{I}{(1+r)^3} + \frac{I}{(1+r)^4} + \dots + \frac{VN}{(1+r)^N}$$

Donde:

Pa: valor actual o precio del bono

R: tasa de rendimiento del bono / tasa de mercado

Vn: valor nominal del bono (valor de emisión del bono)

I: intereses

Como se conoce, toda inversión, aunque se cuente con una renta fija, tal como paga un bono, implica asumir un riesgo, por ello aparte de evaluar cuanto será la rentabilidad a obtener, es importante determinar su grado de sensibilidad ante cambios no sólo de la tasa de interés sino de un conjunto de factores que muy bien lo señala Dumrauf (2015) que dice "la duración de un bono está influenciado por los siguientes factores: El plazo de vencimiento, el tamaño del cupón, la frecuencia del pago del cupón, la TIR exigida, el monto de intereses corridos, y el paso del tiempo". Entrar a este tipo de análisis implica determinar el tiempo en que se recuperará la inversión, que como es de entender debe ser de interés para todo tipo de inversionista.

Lara H. (2014) señala que:

*"La Duración es un es muy útil en el mercado del dinero, especialmente como un indicador de riesgo, la duración es el cambio en el valor de un bono e instrumento de mercado de dinero, cuando se registra un cambio en la tasa de interés del mercado"* (p.82).

Madura (2010) señala que:

*"Mientras más larga sea la duración de un bono mayor será su sensibilidad a los cambios de la tasa de interés. Claro está que no es igual un bono a 10 años u otro que se haya emitido a 30 años, el riesgo de cada activo es distinto, y tendrán diferentes sensibilidades cuando cambia la tasa de interés"* (p.175).

Bodie ,K.( 2004. P 254), referenciando a FrederickM (1938), llamó el concepto de vencimiento efectivo, la duración del bono. La duración de Macaulay se calcula como la media ponderada de los plazos actuales para cada cupón o pago principal realizado por el bono. La ponderación aplicada cada vez que se realiza el pago debería estar claramente relacionada con la importancia del pago dentro del valor del bono. Por tanto, la ponderación por cada momento de pago es la proporción del valor del bono por ese pago. Esta proporción es simplemente el valor actual de los flujos de caja dividido entre el precio del bono. Para

determinar la Duración de bono, estos autores señalan la siguiente formula:

$$w = \frac{FC_t/(1+y)^t}{\text{precio del bono}}$$

Donde  $y$  es el rendimiento del bono al vencimiento. El numerador es el valor actual del flujo de caja que ocurre en el tiempo, mientras que el denominador es el valor actual de todos los pagos futuros para el bono. Estas ponderaciones suman 1.0, porque la suma de los flujos de caja descontados al rendimiento son iguales al precio del bono.

Utilizando estos valores para calcular la media ponderada de los plazos hasta la recepción de cada uno de los pagos de los bonos se obtiene la fórmula de Maculay para la duración denominada  $D$ .

$$D = \sum_{t=1}^n (T_x w_t)$$

Según Dumrauf (2015):

*“La fórmula para la duración nos dice que el numerador es una sumatoria de valores presentes de cada flujo de caja multiplicada por el momento en que se cobra, dividido por el precio del bono” (p.75).*

$$D = \frac{\sum_{T=1}^n \frac{FC_T * T}{(1+TIR)^n}}{p}$$

Dónde:

$FC$  = Flujo de caja del bono

$P$  = precio del bono

$TIR$  = Tasa de rendimiento del bono (Yield to Maturity)

Dumrauf (2015) señala que la inversión en bonos el significado más importantes es la Duración Modificada ( $DM$ ): es un coeficiente para establecer el cambio del precio del bono para un cambio en la tasa de interés, si un bono tiene una duración modificada de  $-5$ , una variación porcentual de un punto porcentual en la  $TIR$  exigida provocará una variación aproximada del 5% en el precio. (p.77).

Si el inversionista de este tipo de activo de renta fija deseará determinar la variación del precio ante una variación de la  $TIR$ , es necesario aplicar la siguiente formula:

$$\frac{dP}{dTir} = -DM \times dTir$$

Pero, para determinar el cambio del precio del bono en términos monetarios ( $dP$ ), quien toma la decisión de obtener este activo debe utilizar la formula siguiente:

$$dP = -DM \times P \times dTir$$

Para obtener la duración modificada ( $DM$ ) y así sensibilizar el precio del bono se debe tener en cuenta la duración o el tiempo de recuperación de este activo y la  $TIR$  o su tasa de rendimiento requerida. Bajo este criterio la fórmula a utilizar para determinar la  $DM$ , sería:

$$\frac{I}{DM} = \frac{D}{(1 + TIR)}$$

Donde:

$D$ , es duración del bono

$DM$ , duración modificada

$TIR$ , tasa de rendimiento o tasa de mercado

Dumrauf (2015) señala:

*“La Duración Modificada es un coeficiente que, multiplicado por la variación porcentual de la  $TIR$  exigida por el mercado, produce una estimación lineal de la variación porcentual del precio del bono” (p.77)*

Si se quiere tomar posiciones óptimas en el mercado de capitales, la duración modificada de un bono es una herramienta potente para lograr dicho propósito. El hecho de sensibilizar su cotización ante el cambio de una serie de factores, entre estos la  $TIR$ , permitiría realizar estimaciones, en un principio, el tiempo de recupero por la inversión de estos activos y segundo el impacto que tendría dentro de la cartera los cambios en la tasa de mercado. Estrategia financiera que podría seguir el inversionista para robustecer su portafolio.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Es un trabajo de tipo descriptivo, se utiliza información para bonos gubernamentales que se negocian en la Bolsa Peruana, específicamente la tasa cupón, la tasa de rendimiento, el plazo de emisión y vencimiento del activo, así como la periodicidad de pago de los cupones. La información se procesó con el Excel, cuyos resultados se presentan en la investigación y que será de utilidad para inversionistas institucionales que asumen riesgos en estos mercados.

## RESULTADOS

Como se mencionó, si un inversionista deseara determinar el tiempo en que recuperará la inversión realizada por la compra de bonos debe de calcular su duración (D) o también como se denomina la Duración de Macaulay, y si complementariamente se desea sensibilizar su precio con respecto a los cambios a la Tasa de Retorno, es necesario determinar la Maduración Modificada (DM), cuyo magnitud del coeficiente indicará el grado de riesgo que estará asumiendo el inversionista por este tipo de inversiones. Por ejemplo, si la duración de Macaulay, de un Bono Aes de 4,7 con una TIR de 8%, la duración modificada será de -4,35) y si otro bono B tiene una Duración de 4. 5 con una

TIR del 9% su Duración Modificada será de - 4,1. Si en ambos casos la Tasa de Retorno aumenta en 1%, los bonos aumentarán en un 4,5% y 4,1% su precio respectivamente, sucederá la inversa si la TIR aumenta en el mismo porcentaje. Como se puede apreciar el primer bono es más sensible o riesgoso que el segundo, ya que tiene mayor DM.

La Duración de un bono puede variar por muchos factores, cambiando por estos hechos su grado de sensibilidad, por ejemplo, la variación de la tasa de retorno, o la YieldtoMaturity, es un factor que sensibiliza en mayor o menor grado el precio de bono, como así también el periodo de vencimiento. A continuación, se explicará cómo los cambios en las tasas de retorno influyen en dicha sensibilización o los riesgos.

Se trata de un bono con un valor nominal de S/1000, con una Tasa Cupón del 5,7% anual y que paga cupones anualmente. Son bonos no indexados con un vencimiento de 5 años. Se emiten en el 2018, según cronograma su vencimiento es el 2023. Se entiende que la colocación del bono se hizo mediante subasta holandesa, que es la más conocida para este tipo de operaciones financieras. Es un bono con características cuasi similares a los que emite el gobierno peruano en el mercado de capitales para captar fondos de largo plazo.

Tabla 1.

*Cuando la tasa de cupón coincide con la tasa de mercado o la tasa de retorno del bono (YieldtoMaturity) y el bono se negocia al 100% del valor nominal.*

<b>VN</b>	<b>1000</b>			
<b>TIN</b>	5,70%			
<b>TIR</b>	5,70%			
<b>CUPON</b>	6			
			<b>VPB</b>	<b>VPB*t</b>
<b>0</b>	<b>01/01/2018</b>	-1000	0	
<b>1</b>	01/01/2019	57	53,93	53,93
<b>2</b>	01/01/2020	57	51,02	102,04
<b>3</b>	01/01/2021	57	48,27	144,80
<b>4</b>	01/01/2022	57	45,66	182,66
<b>5</b>	01/01/2023	1057	801,12	4005,62
<b>D*</b>	4,49		1000	4489,043
<b>DM**</b>	-4,25		<b>D = VP*t/P</b>	<b>4,49</b>
			<b>DM =</b>	<b>- 4,25</b>
			<b>DM/(1+TIR)</b>	

Fuente: MEF PERÚ / Elaboración propia.

Para obtener la D y la DM, se ha utilizado dos métodos. Mediante el Excel D\* y D\*\* y siguiendo el procedimiento que de la fórmula matemática, en ambos casos coinciden, en 4.49 años para recuperar la inversión y en - 4.25% de variación en el precio por cada punto que cambia la tasa de interés, o en todo caso si la tasa cae en 1%

el bono cambiará en su valor:  $dP = -4.25 * 1000 * (-0.01) = S/45.00$ . Si la tasa de retorno aumenta en 1% su valor bajará en esta cantidad. En este caso además se aprecia la relación inversa entre la tasa y el precio del bono, que es un concepto básico para este activo financiero.

Tabla 2.

*Cuando la tasa de cupón es menor que la tasa de mercado o la tasa de retorno del bono (Yield to Maturity). Se negocia el bono al 90% de su valor nominal.*

<b>VN</b>			1000	
<b>TIN</b>			5,70%	
<b>TIR</b>			8,22%	
<b>CUPON</b>			100	

  

			VPB	VPB*t
<b>0</b>	<b>01/01/2018</b>	-900	0	
<b>1</b>	01/01/2019	57	52,67	52,670
<b>2</b>	01/01/2020	57	48,67	97,340
<b>3</b>	01/01/2021	57	44,97	134,919
<b>4</b>	01/01/2022	57	41,56	166,228
<b>5</b>	01/01/2023	1057	712,09	3560,470
<b>D*</b>	4,46		900	4011,63
<b>DM**</b>	4,12		<b><math>D = VP*t/P</math></b>	<b>4,46</b>
			<b><math>DM = DM/(1+TIR)</math></b>	<b>- 4,12</b>

Fuente: MEF PERÚ / Elaboración propia.

Cuando la Tasa de Retorno se ubica por encima de la tasa cupón, tal como se aprecia en la figura 2, el bono pierde valor, por lo que se ubicará por debajo de su valor nominal, es decir en el mercado de capitales este activo tenderá a infravalorarse o a perder valor, ante esta situación, el periodo de recupero de la inversión será menor, siendo de 4.46 años, con un coeficiente de sensibilidad o Duración Modificada de -4.12%, 0,13 puntos menos que en el

caso anterior. Es conveniente precisar que se mantiene la tasa cupón o nominal del bono y el periodo de vigencia de 5 años. Si la Tasa de Retorno aumentara de 8.22% a 9,22%, el precio del bono caerá en:  $dp = -4,46 * 900 * 0.01 = -S/40.14$ . Como se puede apreciar la menor sensibilidad del bono se verá reflejado en el menor cambio de su precio ante un cambio en la tasa de retorno, bajando por lo tanto su grado de riesgo.

Tabla 3.

Cuando la tasa de cupón es mayor que la tasa de mercado o la tasa de retorno del bono (Yield to Maturity). Se negocia el bono al 110% de su valor nominal.

<b>VN</b>	<b>1000</b>			
<b>TIN</b>	5,70%			
<b>TIR</b>	3,49%			
<b>CUPON</b>	100			
		<b>FCB</b>	<b>VPB</b>	<b>VPB*t</b>
<b>0</b>	43101	-1100	0	
<b>1</b>	43466	57	55,08	55,08
<b>2</b>	43831	57	53,22	106,44
<b>3</b>	44197	57	51,43	154,28
<b>4</b>	44562	57	49,69	198,77
<b>5</b>	44927	1057	890,40	4451,98
<b>D*</b>	4,52		1100	4966,54
<b>DM**</b>	<b>4,36</b>		<b>D</b>	<b>4,52</b>
			<b>DM</b>	<b>- 4,36</b>

Fuente: MEF PERÚ / Elaboración propia.

En este caso, tal como se presenta la tabla N° 3, en donde la tasa cupón está por encima de la Tasa de Mercado o de Retorno, el precio del bono tenderá a apreciarse ubicándose por encima de su valor nominal (sobre la par). Como este activo se encarece, el tiempo de recupero medido por su Duración aumentará, que ahora será de 4,52 años para recuperar la inversión y por cada punto porcentual que aumente la Tasa de Retorno, el precio del

bono bajará en  $dp = -4.36 \times 1100 \times 0.01 = -S/47.96$ . En esta magnitud se sensibilizará el precio del bono, aumentando por ello el grado de riesgo de la inversión. Cuanto menor sea la Tasa de Retorno, el precio del bono será más sensible a los cambios de esta tasa. Este caso se puede evidenciar al contrastar el escenario 2 y 3.

Tabla 4.

*Cuando aumenta la tasa cupón, y es igual a la tasa de retorno del bono (Yield to Maturity).*

<b>VN</b>	<b>1000</b>
<b>TIN</b>	6,50%
<b>TIR</b>	6,50%
<b>CUPON</b>	65

		<i>FCB</i>	<i>VPB</i>	<i>VPB*t</i>
<b>0</b>	<b>01/01/2018</b>	-1000	0	
<b>1</b>	01/01/2019	65	61,03	61,03
<b>2</b>	01/01/2020	65	57,31	114,62
<b>3</b>	01/01/2021	65	53,81	161,43
<b>4</b>	01/01/2022	65	50,53	202,10
<b>5</b>	01/01/2023	1065	777,32	3886,62
<b>D"</b>	<b>4,43</b>		1000,00	4425,80
<b>DM++</b>	<b>4,16</b>		<b>D</b>	<b>4,43</b>
			<b>DM</b>	<b>- 4,16</b>

*Fuente: MEF PERÚ / Elaboración propia.*

Un hecho favorable que influye el grado a la sensibilización del bono, es el aumento de la tasa cupón o de contrato, que por cierto elevará los pagos de intereses hasta su vencimiento. En este caso, con el nuevo flujo de caja, bajo el supuesto de la igualdad de tasas de contrato y de retorno, la Duración del bono será de 4.43 con una duración modificada de (DM) de -4.16 lo cual significa que por cada punto que cambie la tasa de retorno, el bono cambiará en +- 4.16% o en términos monetarios será  $dP = -4.16 \times 1000 \times 0.01 = S/41.6$ . Si se contrasta este resultado

con el de la tabla N° 1, en donde la tasa cupón es del 5.7%, el grado de sensibilidad o riesgo del bono será menor.

En el nuevo caso que se presentase rompe el supuesto de los 5 años, ahora la vigencia de este activo será de 10 años, que por cierto influenciará en su grado de sensibilización o riesgo. Hay un principio básico con respecto al bono: cuanto más tiempo sea su vencimiento el inversionista asumirá mayor riesgo y por lo tanto exigirá una mayor compensación.

Tabla 5.

Cuando aumenta el periodo de vigencia del bono de 5 a 10 años.

VN		1000			
TIN		5,70%			
TIR		3,863%			
CUPON		57			
		FCB	VPB	$W_t$	$W_t * T$
0	01/01/2018	-1000		0	
1	01/01/2019	57	54,88	0,048	0,048
2	01/01/2020	57	52,84	0,046	0,092
3	01/01/2021	57	50,87	0,044	0,133
4	01/01/2022	57	48,98	0,043	0,170
5	01/01/2023	57	47,16	0,041	0,205
6	01/01/2024	57	45,41	0,039	0,237
7	01/01/2025	57	43,72	0,038	0,266
8	01/01/2026	57	42,09	0,037	0,293
9	01/01/2027	57	40,53	0,035	0,317
10	01/01/2028	1057	723,55	0,629	6,292
				1	
			1150	$D=W_t*T$	8,05
$D^*$	8,05			$DM=$	7,75
				$D/(1+TIR)$	
$DM^{**}$	7,75				

Fuente: MEF PERÚ/ Elaboración propia.

En este caso, por el periodo de vencimiento del bono, que ahora es de 10 años, aumentará su grado de sensibilidad o riesgo, que se evidencia con su Duración, cuyo resultado 8,05 implica que el inversionista necesita este periodo de tiempo para recuperar su inversión, y por otro lado la duración modificada de - 7,75, indica que por cada punto porcentual que aumente la tasa el precio de bono bajará en  $-S/77.5 = -7,75*1000*0,01$ .

Como se ha podido demostrar en los casos presentados, la sensibilidad del bono, medido por la Duración y Duración Modificada puede cambiar por una serie de factores, entre estos esta la Tasa de Retorno y el periodo de vigencia, resultados que influye en los cambios en la cotización o precio de estos activos financieros y que a la vez afectarán su rentabilidad. La D y la DM, son indicadores que un inversionista toma en cuenta para elegir la

mejor opción de inversión con estos activos financieros de renta fija y que se constituye en parte de su estrategia para estructurar sus portafolios financieros. Si bien, el mercado de capitales es bastante volatilizado, pero existen herramientas como los señalados para obtener resultados ventajosos por la inversión realizada.

## DISCUSIÓN

La Duración y Duración Modificada de los bonos permiten determinar el grado de sensibilidad o riesgo de los bonos. Cuanto mayor sea este coeficiente mayor será el grado de riesgo del activo de renta fija.

La variación de la tasa de retorno del bono, influye en la Maduración y Maduración Modificada del bono, influenciando por tanto en el grado de sensibilidad del activo. El precio del bono variará en función del resultado de estos indicadores, por lo que será de utilidad para el inversionista tomar posiciones favorables en el mercado.

La variación de la tasa de retorno del bono (Yieldto-maturity), influye en el precio de este activo, ubicándola por debajo, sobre e igual a la par, situación que además influyen en el grado de sensibilidad del bono, ya que afectará la Duración y Duración Modificada de este activo.

La mayor vigencia del bono influye en su maduración, por lo que el inversionista necesitará mayor tiempo para recuperar su inversión, el cual se hace evidente con el aumento de su Duración y además en la Duración Modificada,

que sensibiliza aún más el precio del bono.

¿Qué otros factores deben tener en cuenta los inversionistas para terminar el grado de riesgo de los bonos que demandan en el mercado de capitales? ¿Cuál será su grado de sensibilidad? ¿Cómo se podría determinar su convexidad? Estas interrogantes se plantean para un siguiente trabajo de investigación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bodie, Z., Kane, A. & Marcus, A. (2004). *Principios de Inversiones.*, Madrid. Mc Graw Hill.
- Dumrauf, G. (2015). *Análisis cuantitativo de bonos.* Buenos Aires: Editorial Alfa omega
- Elbaum, M. (2006). *Administración de carteras de inversión.* Buenos Aires: Ediciones Macchi.
- Lara, H (2014). *Medición y Control de Riesgos Financieros.* México DF . Editorial Limusa
- Madura, J (2010). *Mercados de Instituciones Financieras.* Mexico DF Editorial GENGAGE Learning.
- Ross, S., Jordan, B., & Westerfield, R. (2010). *Fundamentos de finanzas corporativas.* México D.F.: Ediciones McGraw-Hill.