



# MERCADO DE DEUDA

Marcelo A. Delfino



# ¿Qué son los bonos?

- Activo financiero que concede a un inversor ciertos derechos que deberán ser satisfechos en el futuro a cargo del emisor (Estado o empresas).
- Esos derechos son la devolución del capital y los intereses.
- Representa una alternativa de financiación frente a otras formas tradicionales como préstamos bancarios, emisión de acciones (empresas) o el cobro de impuestos (Estado)



# Emisores de Bonos

## **Gobierno nacional, provincial o municipal**

- “Títulos públicos”
- Condiciones de emisión establecidas por **ley**

## **Empresas, organismos no gubernamentales, asociaciones, cooperativas o entidades financieras**

- “Títulos privados”
- Condiciones contractuales en el “**prospecto de emisión**”



# Características

- **Liquidez:** dependerá del monto de la emisión. A mayor monto, mayor oferta, mas operaciones y por lo tanto el precio será mas transparente
  
- Garantías
  - Con garantía (secured bonds)
  - Sin garantías (unsecured bonds)
  
- Forma de emisión
  - Cartulares (BONEX), laminas de cartulina
  - Escriturales: el comprador es registrado por VN



# Características

- **Tasa de interés:** conocida como tasa de renta o cupón.
  - Fija
  - Flotante
- **Amortización**
  - Intereses periódicos y amortización al final (sistema americano) se denominan *Bullet*
  - Intereses y amortizaciones periódicas (sistema Alemán o Francés) *Balloon*
  - Sin intereses periódicos y amortización al final se denominan *Cupón cero*
- **Plazo (Maturity)**
  - Corto plazo (con vencimientos hasta 1 año)
  - Largo plazo (con vencimientos de 2 a 10 años)



# Tasa Flotante

- Los pagos de los cupones son variables. Los ajustes a los pagos de cupones están vinculados a ***un índice de tasa de interés.***
- Un bono con tasa flotante paga aproximadamente las tasas corrientes en el mercado.
- El valor de este bono depende de cómo se definan los ajustes al pago de los cupones.
- La tasa del cupón tiene un nivel mínimo (piso) y uno máximo (techo), es decir, el cupón está sujeto a un pago mínimo y a un pago máximo. En este caso, la tasa del cupón o nominal está “cubierta”.



## Tasas de referencia mas usadas

- **LIBOR:** tasa interbancaria del mercado de Londres
- **PRIME:** tasa preferencial para préstamos en el mercado norteamericano
- **BAIBOR:** Tasa interbancaria del mercado de Buenos Aires
- **BADLAR:** Tasa promedio pagada por los bancos (Argentina) por plazos fijos en dólares a 30 días y por montos mayores a u\$s 1.000.000
- **ENCUESTA:** Tasa promedio pagada por los bancos en Argentina por plazos fijos en dólares para todos los plazos



# Características de los bonos corporativos

- Los bonos ***nominativos*** pueden tener cupones adheridos.
- Para obtener el pago de intereses, el propietario del bono debe enviar el cupón del bono al agente de registro designado por la empresa.
- Cuando los bonos son al ***portador*** el poseedor es el propietario y la empresa pagará a su tenedor los intereses.



## Otros tipos de bonos

- **Bonos de ingreso:** son similares a los convencionales, excepto que los pagos de los cupones dependen de las utilidades de la empresa. Esto significa que los cupones se pagan a los tenedores sólo si las utilidades de la empresa son suficientes.
- **Bonos convertibles:** son aquellos que se pueden intercambiar por un número convenido de acciones en cualquier momento antes de que se produzca su vencimiento, a elección del tenedor.
- **Bonos con redención anticipada (Putable):** son los que permiten al tenedor obligar al emisor a recomprarle el bono a un precio establecido y con fecha anterior al vencimiento del mismo (bond plus put option).



## Rescate, recuperación o reembolso

- Los bonos pueden redimirse o rescatarse (**Callable**) a su vencimiento o bien en forma parcial o total antes de esa fecha a opción del emisor
- Esta **Cláusula de redención anticipada** permite a la empresa emisora volver a comprar o "redimir" de forma parcial o total los bonos a precios previamente pactados y luego de transcurrido un cierto período desde la emisión (Refund provision)
- La diferencia entre el precio de redención anticipada y el valor nominal se denomina **prima de rescate anticipado**. Generalmente, son rescatables con una prima sobre la par.



## Riesgo de invertir en bonos

- **Riesgo crediticio:** probabilidad que el emisor presente dificultades financieras que le impidan cumplir con sus obligaciones
- **Riesgo de reinversión:** el inversor enfrenta el riesgo de tener que reinvertir los intereses periódicos y amortizaciones a una tasa de interés menor, resultando un rendimiento final inferior al prometido.
- **Riesgo de inflación**
- **Riesgo de rescate:** algunos bonos habilitan al emisor a cancelar su deuda en forma anticipada devolviendo el capital a los tenedores. Generalmente se ejerce este derecho cuando las tasas de mercado están bajas.



## Riesgo de invertir en bonos

- **Riesgo de tasa de interés:** si las tasas suben el precio de los bonos caen y por lo tanto el inversor experimenta una pérdida de capital.
- **Riesgo de tipo de cambio:** para aquellos títulos denominados en moneda extranjera existe la posibilidad que la cotización resulte desfavorable debido a una depreciación de la divisa, al momento de liquidación
- **Riesgo soberano:** riesgo inherente al país donde reside el emisor. Incluye no solo la situación económica sino también político e institucional



## Riesgo por incumplimiento o *default*

- Este riesgo se refiere a la incertidumbre de pago de los cupones de renta o amortización del bono.
- Las grandes consultoras financieras internacionales como ***Moody's y Standard and Poor's*** estiman el Riesgo de Default implícito en los papeles mediante la ***calificación (rating)*** que le otorgan
- Para esto utilizan información pública, de los estados financieros que miden la **capacidad para pagar sus deudas y generar fondos** de manera estable.



# Valuación de bonos

Marcelo A. Delfino



## Determinación del precio de un bono

- El precio o valor de un bono **depende del flujo de ingresos que proporcionará hasta su vencimiento, o maduración.**
- Para determinarlo es necesario conocer sus características, que se detallan en el contrato de emisión.
- Supongamos un bono con un valor nominal de \$ 100, plazo de vencimiento  $T = 30$  años y paga un cupón anual de \$10, la tasa de interés vigente en el mercado para operaciones similares es  $r = 10\%$ .



## Determinación del precio de un bono

Para determinar el valor de mercado se suma:

- El *Valor presente de los cupones* VPC que el emisor pagará al tenedor en cada uno de los 30 años hasta el vencimiento y
- El *Valor presente de su valor nominal* VPN, que es el que pagará a su tenedor al vencimiento:

$$P_B = VPB = VPC + VPN$$



## Determinación del precio de un bono

$$VPC = \frac{\text{Valor cupón} \left[ 1 - \frac{1}{(1+r)^T} \right]}{r} = \frac{10 \left[ 1 - \frac{1}{(1+0,10)^{30}} \right]}{0,10} = \$94,3$$

El valor presente del nominal (VPN) es el valor actual de un monto I, que se coloca a una tasa de interés r por un plazo de T períodos:

$$VPN = \frac{\text{Valor nominal bono}}{(1+r)^T} = \frac{100}{(1+0,10)^{30}} = \$5,7$$



## Determinación del precio de un bono

- Por lo tanto  $VPB = \$94,3 + \$5,7 = \$100$  e indica que este bono se ***emitirá a la par***.
- Este es el precio que está dispuesto a pagar hoy un inversor por el derecho a percibir ese flujo de fondos en el futuro.

$$P_B = \sum_{t=1}^T \frac{\text{Valor del cupón}}{(1+r)^t} + \frac{\text{Valor nominal bono}}{(1+r)^T}$$



# Paridad

- Los bonos en general se negocian por su precio expresado como paridad. Los precios se expresan como porcentaje del *valor nominal o principal*.
- Cuando el precio coincide con su valor al vencimiento es decir su precio es el 100% del VN, el bono cotiza a la par. Su paridad es del 100%
- Si el precio es inferior a su VN, el bono cotiza *bajo la par* o también se dice que cotiza a *descuento*
- Si el precio es superior a su VN, el bono cotiza *sobre la par* o también se dice que cotiza a *prima*



## Determinación del precio de un bono

- Cuando se emiten bonos generalmente se lo hace a la tasa de interés vigente en el mercado, lo que implica que son **emitidos a la par**.
- Por lo tanto, la tasa del cupón es igual a su rendimiento.
- Pero cuando después esos bonos se comercializan en los mercados de valores su precio fluctúa inversamente con la tasa de interés del mercado.

**Las fluctuaciones en la tasa de interés son la principal fuente de riesgo de valores que proporcionan ingresos fijos.**



# Impacto del cambio en la tasa de interés

<b><i>Detalles</i></b>	<b><i>Emisión (a la par)</i></b>	<b><i>Escenario 1 (bajo la par)</i></b>	<b><i>Escenario 2 (sobre la par)</i></b>
Valor nominal del bono	100	100	100
Tasa de interés anual	10%	14%	6%
Valor nominal del cupón	10	10	10
Años de maduración	30	30	30
Precio del bono	100	72	155
Valor presente cupones	94,3	70	137,6
Valor presente bono	5,7	2	17,4



# Impacto del cambio en la tasa de interés

<b>Plazo maduración</b>	<b>Interés</b>						
	<b>4%</b>	<b>6%</b>	<b>8%</b>	<b>10%</b>	<b>12%</b>	<b>14%</b>	<b>16%</b>
5 años	126,7	116,8	108,0	100	92,8	86,3	80,4
10 años	148,7	129,4	113,4	100	88,7	79,1	71,0
30 años	203,8	155,1	122,5	100	83,9	72,0	62,9



# Determinación del precio de un bono

- El riesgo de invertir en bonos medido por las variaciones en sus precios es mayor mientras mayor sea el plazo de maduración del bono
- Mayor es la *sensibilidad* del precio a fluctuaciones en la tasa de interés.
- ***Intuición:*** si uno compra un bono a la par con un cupón del 10% y luego la tasa de mercado aumenta sufre una pérdida porque pensaba tener un rendimiento del 10% cuando existen inversiones alternativas que ofrecen una tasa mas alta.
- Esto se refleja en una pérdida de capital en el bono, es decir, una caída en el precio.

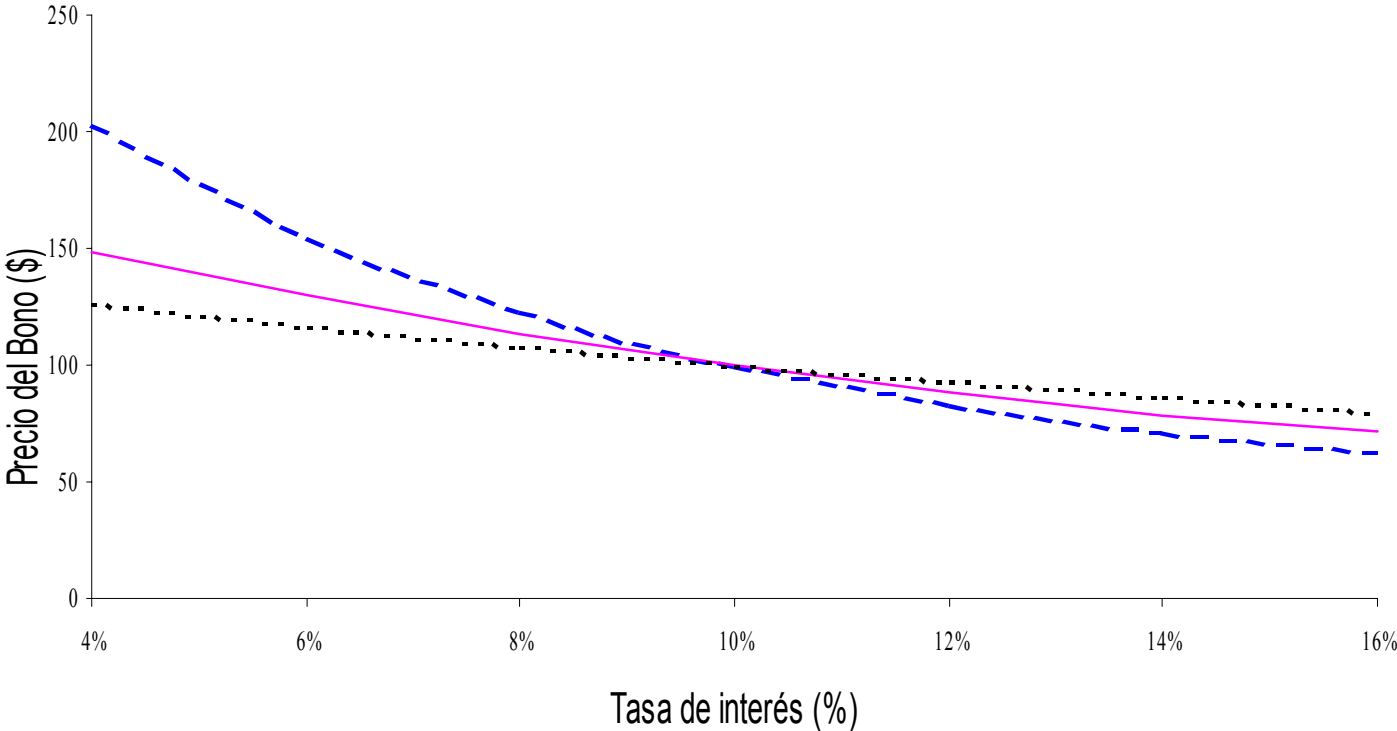


# Determinación del precio de un bono

- Mientras mayor sea el período que se mantiene ese bono, mayor es la pérdida y por consiguiente mayor la caída en su precio.
- Además, mientras mayor sea la tasa de interés menor será el precio de los bonos porque el valor presente de los ingresos futuros será menor.
- La Figura siguiente muestra la relación entre el precio de los bonos y la tasa de interés y también muestra que la fluctuación de los precios es mayor mientras mayor sea el período de maduración.



# Relación precio-tasa de interés



--- Precio Bono T=30    — Precio Bono T=10    ..... Precio Bono T=5



## Determinación del precio de un bono

- La curva es convexa con respecto al origen porque a medida que la tasa de interés aumenta en cantidades iguales la reducción en el precio del bono es cada vez menor.
- Esta propiedad del precio de los bonos se llama **convexidad** debido a esa forma de la curva de precios.



# Indicadores básicos

- VALOR RESIDUAL.
- MONTO EN CIRCULACION.
- RENTA ANNUAL. Rendimiento sobre el valor nominal. (Coupon Yield).
- YIELD ANNUAL (Current Yield):  $\text{Cupón/precio}$ .
- TIR (Yield to maturity):  $\text{Cupón/precio/Valor Actual}$



## Valor Residual

- Es la parte del título que aún no amortizó.

Valor residual = Valor nominal - amortizaciones

- Necesario para el cálculo del valor técnico.

<i>Pago</i>	<i>Cupón N°</i>	<i>Amortización</i>	<i>Valor residual</i>
21/11/99			
21/05/00	1	20	100
21/11/00	2	20	80
21/05/01	3	20	60
21/11/01	4	20	40
21/05/02	5	20	20
		100	



## Valor Residual

- Se utiliza para calcular el monto efectivo de la inversión en caso que se tome la cotización de la BCBA.

### Ejemplo

Precio del PRE 2 al 31/3/2000 US\$ 131,20. Valor residual al 31/3/2000 25,12%

Monto efectivo de la inversión= US\$ 32,96



# Cotización de bonos e intereses corridos

- Al leer la cotización de un bono en una publicación financiera hay que observar si se trata del *precio sucio* o *precio limpio*
- ***Precio sucio (dirty price)***: es el precio del bono calculado como el valor actual de los flujos de fondos futuros que promete el bono.
- ***Precio limpio (clean price)***: es igual al precio sucio menos los intereses devengados del cupón de renta vigente denominados intereses corridos

$$\text{Precio limpio} = \text{Precio sucio} - \text{intereses corridos}$$



## Intereses corridos

- Los bonos típicamente tienen períodos fraccionales de tiempo.
- Cuando se compra un bono, se paga el precio de cotización más una parte proporcional de los intereses del último cupón (intereses acumulados o corridos; "accrued interest").
- La forma de computar los días influye en cómo los precios y el yield son calculados.
- El precio pagado (invoice price) es igual al precio de cotización más los intereses acumulados.



## Detalles de cálculo

Precio = Precio de cotización + Intereses acumulados

$$\text{Interés acumulado} = \frac{u}{u + v} \text{ interés del período}$$

$u$  = días desde el último cupón

$v$  = días hasta el próximo cupón



# Intereses corridos

## Ejemplo

Calculamos los intereses corridos del Bonte 2002, 120 días después del último vencimiento del cupón.

- Interés del período:  $8,75\% * 100/2 = 4,375$
- Días corridos = 120
- Días del período corriente = 180

***Intereses corridos*** =  $4,375 * 120 / 180 = 2,91$



## Valor técnico

- Una forma común de indicar la paridad de un bono es en función de su *valor técnico* en lugar de VN
- El valor técnico es el valor de rescate del título al momento actual.

Valor técnico = Valor residual + Intereses corridos

### Ejemplo

Bonte 2002:

Valor residual= 100 ; Intereses corridos=2,91

Valor técnico= 102,91



## Paridad técnica

- Es la relación del precio del bono con su valor técnico.

$$\text{Paridad técnica (\%)} = \frac{\text{Precio Sucio}}{\text{Valor técnico}} * 100$$

- Si la Paridad = 100% cotiza a la par.
- Si la Paridad > 100% cotiza sobre la par
- Si la Paridad < 100% cotiza bajo la par



# Paridad técnica

## Ejemplo

➤ Precio del Bonte 2002 = 101,20

$$\text{Paridad} = \frac{101,20}{102,91} = 98$$

El bono cotiza bajo la par.



# Indicadores de rentabilidad

Marcelo A. Delfino



## El rendimiento de los bonos

- Independientemente de la paridad a la que cotiza un bono el inversor debe elegir entre varios bonos por su tasa de rentabilidad y no por su precio.
- Un bono puede estar cotizando a prima y ofrecer un rendimiento mayor que otro que se negocia a descuento.
- A igual plazo y riesgo elegirá aquel que prometa **mayor rendimiento** (no confundir con la tasa de cupón).



## Current yield

- ***Current yield (rendimiento corriente)***: es una medida de rendimiento que relaciona el cupón anual con el precio de mercado del bono.

$$\text{Current yield} = \frac{\text{Cupón anual}}{\text{Precio de bolsa} \times \text{VR}(\%) - \text{Int. corrido}}$$

- Permite una aproximación rápida de la rentabilidad del bono pero no tiene en cuenta la ganancia o pérdida de capital entre la compra y la venta.
- Tampoco tiene en cuenta la reinversión de los cupones cobrados



# Current yield

## Ejemplo

- Bonte 2002

$$\text{Current yield} = \frac{8,75}{101,20 \times 100\% - 2,91} = 90\%$$

- Desventajas:
  - el valor del dinero en el tiempo no es tenido en cuenta
  - sólo considera el rendimiento del próximo cupón.



# Tasa de rendimiento hasta el vencimiento

- La ***tasa de rendimiento hasta el vencimiento*** TRV (o yield to maturity YTM) de un bono es la que se obtiene desde que se compra hasta su amortización final o rescate.
- El rendimiento de un bono hasta su vencimiento es la ***tasa interna de retorno (TIR)*** de la inversión en ese valor suponiendo que los cupones cobrados se reinvierten a la misma tasa de interés.



## Tasa interna de rendimiento

- El rendimiento de un bono con cupones satisface la siguiente ecuación:

$$\text{Precio} = \frac{C_1}{1 + y} + \frac{C_2}{(1 + y)^2} + \dots + \frac{C_n}{(1 + y)^n}$$

Precio=90      TIR=17,3%

Precio=100      TIR= 9,5%

Precio=110      TIR= 2,6%

$$100 = \frac{4,75}{(1 + y)} + \frac{4,75}{(1 + y)^2} + \frac{104,75}{(1 + y)^3}$$



# Tasa interna de rendimiento

## **Ventajas:**

- No sólo tiene en cuenta el cupón corriente sino también las ganancias y pérdidas de capital
- Tiene en cuenta el valor tiempo del dinero

## Dos condiciones:

- Se debe mantener el bono hasta el vencimiento - RIESGO DE TASA DE INTERES
- Todos los cupones deben ser reinvertidos a la misma tasa - RIESGO DE REINVERSION



## Rendimiento total

El rendimiento total de un bono proviene de:

1. El pago de intereses periódicos de los cupones
2. La ganancia de capital de la venta del bono
3. Ingresos provenientes de la reinversión de los cupones de interés

Donde 1+3 se obtiene:

$$C \left[ \frac{(1+r)^n - 1}{r} \right]$$

- El inversor, basado en su experiencia y en las curvas de rendimiento estimará las tasas futuras a las que podrá reinvertir los flujos de fondos que promete el bono.



## Rendimiento total

- Para obtener el rendimiento total del bono se hace

$$\text{Rendimiento Total} = \left[ \frac{\text{Total } 1 + 2 + 3}{\text{Precio de compra del bono}} \right]^{1/h} - 1$$

- Donde h es el número de períodos de 6 meses en el horizonte de la inversión



## Empresas con riesgo de default

- Para compensar la posibilidad de default las empresas con dificultades deben emitir bonos ofreciendo un *premio por default*.
- Este premio es la diferencia entre el rendimiento prometido por la firma y el rendimiento de un bono idéntico del gobierno que se considera libre de riesgo en términos de default.
- Mientras mayor sea el riesgo de incumplimiento mayor será el premio por default.



## Premio por default

- La variación en los rendimientos parece estar relacionada con los ciclos económicos.
- La diferencia tiende a ser mayor cuando la economía se encuentra en situaciones recesivas.
- Como en este caso los inversores perciben una mayor probabilidad de quiebra requieren premios por default mas alto.
- Si no pueden obtener esos premios los inversores se mueven hacia bonos más seguros.



## Rendimiento al vencimiento y esperado

Supongamos que una firma emitió un bono hace 20 años con un cupón del 9% que paga \$9 anuales. En la actualidad quedan 10 años para el vencimiento, el precio de mercado es \$75 y la firma tiene dificultades financieras que hace pensar que pagará los cupones restantes pero solo pagará el 70% del VN

	<b><i>Escenario Original</i></b>	<b><i>Escenario con default</i></b>
Importe del cupón anual	9	9
Cantidad de períodos (semestrales)	20	20
Valor de rescate (faltan 10 años)	100	70
Precio	75	75
Tasa de rendimiento anual	13,75%	11,61%



# Duration

- Cuando los bonos hacen muchos pagos es útil contar con el promedio de maduración de todos esos flujos de fondos como una aproximación a su maduración efectiva (o media).
- Esta medida también puede emplearse para medir la sensibilidad del precio de un bono ante cambios en la tasa de interés,
- Aquella tiende a aumentar con el tiempo que falta para la maduración.
- Esta medida se denomina ***Duration de un bono*** y se calcula como un promedio ponderado del tiempo de pago de cada cupón y del principal.



# Precio de los bonos, periodo de maduración y tasas de interés

<b><i>Tasa de Interés</i></b>	<b><i>T = 1 año</i></b>	<b><i>T = 10 años</i></b>	<b><i>T = 20 años</i></b>
	Con Cupón		
8%	100,00	100,00	100,00
9%	99,06	93,49	90,79
Cambio en el precio (%)	0,94%	6,50%	9,20%
	Cupón Cero		
8%	92,45	45,63	20,82
9%	91,57	41,46	17,19
Cambio en el precio (%)	0,96%	9,15%	17,46%



# Duration

- El ponderador  $w_t$  asociado con cada pago es el valor presente del pago  $VPF_t$  dividido por el precio del bono.

$$W_t = \frac{VPF_t / (1 + y)^t}{P_B}$$

- Se calcula el promedio ponderado del tiempo hasta el cobro de cada uno de los pagos que hace el bono hasta su rescate, obteniéndose la duración media:

$$D = \sum_{t=1}^T t \times W_t$$



# Duration de un bono

<i>Tasa anual</i>	<i>Período de tiempo hasta el pago (t)</i>	<i>Pagos (\$)</i>	<i>Pagos (\$) descontados 4% semestralmente</i>	$w_t$	$D = \sum t \cdot w_t$
P <sub>B</sub> Bono A					
10%	0,5	5	4,807	0,0464	0,0232
10%	1,0	5	4,622	0,0446	0,0446
10%	1,5	5	4,445	0,0429	0,0643
10%	2,0	105	89,754	0,8661	1,7322
Total			<b>103,63</b>	1,0000	<b>1,8644</b>
P <sub>B</sub> Bono B					
Cupón cero	0,5 – 1,5	0	0	0	0
Cupón cero	2,0	100	82,27	1,0	2
Total			<b>82,27</b>	1,0	<b>2</b>



## Como se obtiene la Duration?

- El cambio en el precio del bono provocado por un pequeño cambio en el rendimiento se calcula

$$\frac{dP}{dy} = \frac{(-1)C}{(1+y)^2} + \frac{(-2)C}{(1+y)^3} + \dots + \frac{(-n)C}{(1+y)^{n+1}} + \frac{(-n)VNB}{(1+y)^{n+1}}$$

reordenando y dividiendo ambos miembros por P se obtiene el cambio porcentual en el precio

$$\frac{dP}{dy} \frac{1}{P} = -\frac{1}{1+y} \left[ \frac{1C}{(1+y)} + \frac{2C}{(1+y)^2} + \dots + \frac{nC}{(1+y)^n} + \frac{nVNB}{(1+y)^n} \right] \frac{1}{P}$$



## Como se obtiene la Duration?

La expresión entre paréntesis dividida por el precio es comúnmente conocida como *Macaulay duration* ( $D$ )

$$D = \frac{\sum_{t=1}^T \frac{tC}{(1+y)^t} + \frac{nVNP}{(1+y)^n}}{P}$$

si se reemplaza este resultado en la ecuación anterior resulta:

$$\frac{dP}{P} = -D \left[ \frac{dy}{(1+y)} \right] = -D^M dy$$

Donde  $D^M = D / (1+y)$  se denomina duración modificada.



## Como se obtiene la Duration?

Ese resultado dice que el cambio porcentual en el precio del bono ( $dP/P$ ) es igual a su ***duración modificada*** multiplicado por el cambio en el YTM o rendimiento del bono.

Este resultado muestra que la **sensibilidad de los bonos a cambios en la tasa de interés** depende principalmente de tres factores:

- 1) El tiempo hasta el vencimiento del bono  $t$ ,
- 2) La tasa del cupón  $C$  y
- 3) El YTM o TRV simbolizada por  $y$ .



# Duration (D) según rendimiento, cupón y tiempo de maduración

<b><i>Años hasta el vencimiento</i></b>	<b><i>6%</i></b>	<b><i>Tasa del cupón 8%</i></b>	<b><i>10%</i></b>
1	0,985	0,980	0,976
2	1,913	1,888	1,864
5	4,361	4,218	4,095
10	7,454	7,067	6,772
20	10,922	10,292	9,870
Infinito (perpetuidad)	13,000	13,000	13,000

Nota: Valor nominal del bono \$100, yield 4%



# Conclusiones

- La duration de un bono cupón cero es igual a su tiempo hasta la maduración.
- Si se mantiene constante el plazo de maduración, la duration de un bono es mayor cuando la tasa del cupón es menor.
- Si se mantiene constante la tasa del cupón, la duration se incrementa con el tiempo hasta el vencimiento.
- Si los otros factores se mantienen constantes, la duration de un bono con cupón es mayor mientras menor sea su YTM.



# Convexidad

- La duration es sólo una aproximación de la volatilidad en el precio de un bono para pequeños cambios en el yield o tasa de interés,
- El problema que se presenta es que la duration intenta estimar una relación convexa (precio – yield) con una línea recta (la línea tangente).
- Por lo tanto puede ser suplementada con una medida adicional que captura la curvatura o convexidad de un bono.
- Generalmente, se calcula la derivada segunda del precio con respecto a la yield, como aproximación a la convexidad precio del bono.



# Convexidad

$$\frac{d^2P}{dy^2} = \sum_{t=1}^n \frac{t(t+1)\text{Cupón}}{(1+y)^{t+2}} + \frac{n(n+1)\text{VNB}}{(1+y)^{n+2}}$$

➤ La *convexidad* C se representa por:

$$C = \frac{d^2P}{dy^2} \frac{1}{P}$$

y el cambio porcentual debido a la convexidad es

$$\frac{dP}{P} = \frac{1}{2} \times C \times dy^2$$



# Relación entre precio de un bono y tasa de rendimiento

<b>Período (t)</b>	<b>Flujo de fondos (C, VNB)</b>	<b>VP = <math>1/(1+y)^{t+2}</math></b>	<b><math>t \cdot (1+t) \cdot C</math></b>	<b><math>t(t+1)C /</math> <math>(1+y)^{t+2}</math></b>
1	4,50	0,876296	9	7,89
2	4,50	0,838561	27	22,64
3	4,50	0,802451	54	43,33
4	4,50	0,767895	90	69,11
5	4,50	0,734828	135	99,20
6	4,50	0,703185	189	132,90
7	4,50	0,672904	252	169,57
8	4,50	0,643927	324	208,63
9	4,50	0,616198	405	249,56
10	104,50	0,589663	11.495	6.778,19
Totales			12.980	7.781,02

Nota: Valor nominal del bono \$100, cupón 9%, tiempo 5 años, yield 9%



## Conclusiones

- Por lo tanto utilizando la duration y convexidad juntas se obtiene una mejor aproximación al cambio actual en el precio del bono debido a un movimiento considerable en el yield
- Lo que significa que la convexidad mejora la estimación del cambio en el precio de un bono para un determinado cambio en la tasa de interés.



# **Estrategias pasivas con bonos**

Marcelo A. Delfino



# Protección contra shocks en la tasa de interés

- Los cambios en la estructura de las tasas de interés constituyen la mayor fuente de riesgo en los portafolios de bonos.
- Las dos técnicas que protegen el valor de un portafolio de bonos ante cambios en la tasa de interés son:
  - ***Cash flow matching***
  - ***Inmunización***



# Cash Flow matching

- Se construye el portafolio de costo mínimo que genera los flujos de fondos necesarios para atender exactamente los compromisos del inversor.
- Se construye un portafolio utilizando bonos a uno, dos, tres años y así sucesivamente de manera que mediante el pago de cupones mas el reintegro del principal alcance exactamente para cancelar las obligaciones.
- Los compromisos se atienden mediante:
  - Pago de cupones y
  - reintegro de principal, pero
  - no por la venta de bonos



## Cash Flow matching

- Por lo tanto, cambios en las tasas de interés no afectan la habilidad del portafolio para atender las obligaciones del inversor.
- No existe *riesgo de tasa*
- Solo hay *riesgo de default*



# Inmunization

- Esta estrategia intenta igualar la duration de un portafolio de bonos con la duration promedio de las obligaciones a cancelar.
- El matching de duration difiere de aquel de cash flows ya que existe una gran variedad de combinaciones de bonos que pueden replicar la duration de las obligaciones.



# Inmunization

- Intenta eliminar la sensibilidad de un portafolio de bonos a cambios en la tasa de interés mediante un trade-off entre ***riesgo de tasa y riesgo de reinvertir***
- Si la tasa de interés aumenta  $\Rightarrow$  El precio de los bonos cae..... pero el pago de los cupones puede ser reinvertido a una tasa de interés mayor.
- Si la tasa de interés disminuye  $\Rightarrow$  El precio de los bonos sube..... pero el pago de los cupones debe ser reinvertido a una tasa de interés menor.
- Por lo tanto, la solución es construir un portafolio de manera que su duration coincida con la duration de las obligaciones.



# Inmunization

- Pero si la tasa de interés ....
  - Aumenta, la duration disminuye y
  - Disminuye, la duration aumenta
- Por lo tanto un portafolio que inicialmente cubría la duration de las obligaciones del inversor necesitará ser rebalanceado si la tasa de interés cambia.
- Además.... La duration cambia con el tiempo hasta la maduración  $\Rightarrow$  el portafolio debe ser continuamente rebalanceado para asegurar que su duration cubra aquella de las obligaciones.
- Sin embargo, el rebalanceo del portafolio incurre en costos de transacción



# **Estructura temporal de las tasas de interés**

Marcelo A. Delfino



## La curva de rendimiento (Yield curve)

- Una de las limitaciones en la valuación de activos proviene de la falta de información cierta respecto de las tasas de interés que estarán vigentes en el futuro.
- Para ver el posible comportamiento futuro de las tasas se puede realizar un gráfico de los rendimientos que el activo promete en el futuro en función de cada plazo de vencimiento y nivel de riesgo.
- El resultado de este gráfico es lo que se conoce como *curva de rendimiento*
- La curva de rendimiento de los bonos del tesoro se utiliza como base para fijar el rendimiento de los demás activo y en particular de los bonos.



## La curva de rendimiento (Yield curve)

- Las tasas de rendimiento de bonos cupón cero del tesoro para distintos períodos de maduración se denominan ***tasa spot***.
- Sin embargo, no existen bonos cupón cero del tesoro para plazos superiores al año, por lo tanto
- Se deducen los rendimientos implícitos de otros títulos del tesoro que se negocien en el mercado.
- A la curva de rendimientos obtenida se la llama ***curva teórica de tasas spot*** y su gráfica representa la ***estructura temporal de las tasas de interés***



# Bootstrapping

- Es el proceso mediante el cual, a partir de rendimientos de bonos de plazos mayores, se extraen valores de rendimientos teóricos para plazos menores (*curva de tasas spot teóricas*)



# La curva de rendimiento en Argentina

- La confección de esta curva, si bien es simple para el caso de los bonos del Tesoro Norteamericano, (igual riesgo crediticio y condiciones de emisión, con la excepción de la *maturity*), se complica en el caso argentino.
- En la práctica, la curva de rendimientos de bonos argentinos no presenta la forma regular que muestra la de los bonos del Tesoro Norteamericano.
- Debido a la diversidad de condiciones de emisión que presentan los títulos de deuda argentinos, se hace necesario hacer ciertas diferenciaciones en la confección de la Curva de *Yield* argentina.



# La curva de rendimiento en Argentina

- Se toman los títulos en pesos por un lado, y los títulos en dólares por otro lado ya que representan riesgos diferentes y por tanto no pueden ser considerados en la misma curva.
- En el caso de los títulos en dólares, es común una subclasificación entre los BONEX y los GLOBALES, por un lado; y los BOCON, BONTES y Brady, por otro.
- Los primeros representan un riesgo de *default* menor, debido a que se trata de títulos que nunca han sufrido de incumplimiento en sus pagos.
- En resumen, hay tres curvas diferentes para los títulos públicos argentinos: la de títulos denominados en pesos, la de Bontes, Bocones, y Brady; y la de Bonex y Globales.



# Tasas Forward

- Como los inversores no conocen las tasas de interés que existirán en los próximos años deben tomar sus decisiones empleando los precios de los bonos y sus rendimientos YTM, que se obtienen a partir de la información periodística.
- Así como las tasas spot son las tasas vigentes hoy para operaciones a distintos plazos, las tasas futuras (forward) son las que se negocian hoy para operaciones que comenzarán en el futuro.
- Existe un conjunto de tasas forward asociado con un conjunto de tasas spot.



# Tasas Forward

Por ejemplo, si se consideran las siguientes estrategias.

- Estrategia A: comprar a un precio  $P$  letras del tesoro a un año con un valor nominal de 100.
- Estrategia B: Comprar letras del tesoro a seis meses y cuando maduran comprar otras similares a seis meses.
- El inversor será indiferente entre las alternativas si producen el mismo rendimiento o la misma cantidad de dinero por cada peso invertido.
- Los inversores conocen la tasa spot de las letras del tesoro a seis meses y un año pero **NO** conocen la tasa spot a seis meses que estará disponible en seis meses.



## Tasas Forward

- A y B son equivalentes ya que B pagará 100 al final del año.

$$\frac{100}{(1 + y_2)^2} = \frac{100}{(1 + y_1)(1 + f)}$$

$$f = \frac{(1 + y_2)^2}{(1 + y_1)} - 1$$

Si esta ecuación no se cumple



**Oportunidad de arbitraje**

Marcelo A. Delfino



# Tasas Forward

- Como se usan las tasas spot teóricas para calcular las tasas forward, estas se llaman *tasas forward implícitas*
- La **Yield curve** puede ser utilizada para calcular las *tasas forward implícitas* para cualquier período de tiempo futuro y para cualquier horizonte de inversión.

${}_n f_t$  = tasa forward n períodos desde ahora por t período

${}_4 f_1$  = tasa forward de 6 meses, dos años desde ahora



## Tasas Forward

- La fórmula para las tasas forward implícitas es:

$${}_n f_t = \left[ \frac{(1 + y_{n+t})^{n+t}}{(1 + y_n)^n} \right]^{1/t} - 1$$

Donde  $y_n$  = tasa spot de seis meses



# Determinantes de la forma de la curva de rendimientos

Dos teorías que explican la forma de la *yield curve*:

- **Teoría de las expectativas**
  - Teoría de las expectativas locales
  - Teoría de la preferencia por la liquidez
  - Teoría del habitat preferido
  
- **Teoría de la segmentación de mercado**



# Teoría de las expectativas locales

- Las tasas forward son iguales a las expectativas que la gente tiene sobre las tasas de interés que regirán en el futuro, es decir,  $f_2 = E(r_2)$
- Todos los bonos tienen el mismo retorno realizado
- La yield curve refleja las expectativas corrientes del mercado acerca de las tasas de interés a corto plazo que regirán en el futuro
- Rechazada por los datos bonos largos rinden más que bonos cortos, y tienen mayor volatilidad.



# Teoría de la preferencia por la liquidez

- Los inversores de corto plazo no querrán bonos de LP a menos que las tasas forward sean mayores que las esperadas  $f_2 > E(r_2)$
- Requieren un premio para ser inducidos a invertir en bonos con maduración distinta a la de su horizonte de inversión.
- Los inversores en general son corto placistas
- La yield curve tiene pendiente positiva porque los inversores prefieren activos más líquidos (cortos).
- En la práctica, la curva se invierte a menudo.



# Teoría del habitat preferido

- Los inversores tienen bien definidas sus preferencias de inversión (corto o largo plazo)
- Pueden ser inducidos a cambiar su patrón de inversión si la recompensa (premio por la liquidez) es suficientemente atractiva.
- Los mercados no están tan segmentados que un premio apropiado no atraiga a los inversores de un segmento en detrimento del otro



# Teoría de la segmentación de mercado

- Difiere de la anterior (habitat preferido) en que los inversores no están dispuestos a cambiar sus hábitos de inversión para aprovechar oportunidades
- La forma de la yield curve se determina por la oferta y demanda dentro de cada sector de maduración.
- Diferentes agentes para diferentes activos (ej., bancos con letras y fondos de pensión con bonos largos).
- En suma: Cada hipótesis aporta lo suyo, pero la pregunta sigue abierta.