Universidad de Chile
Departamento de Ingeniería Industrial
IN4232 – Finanzas

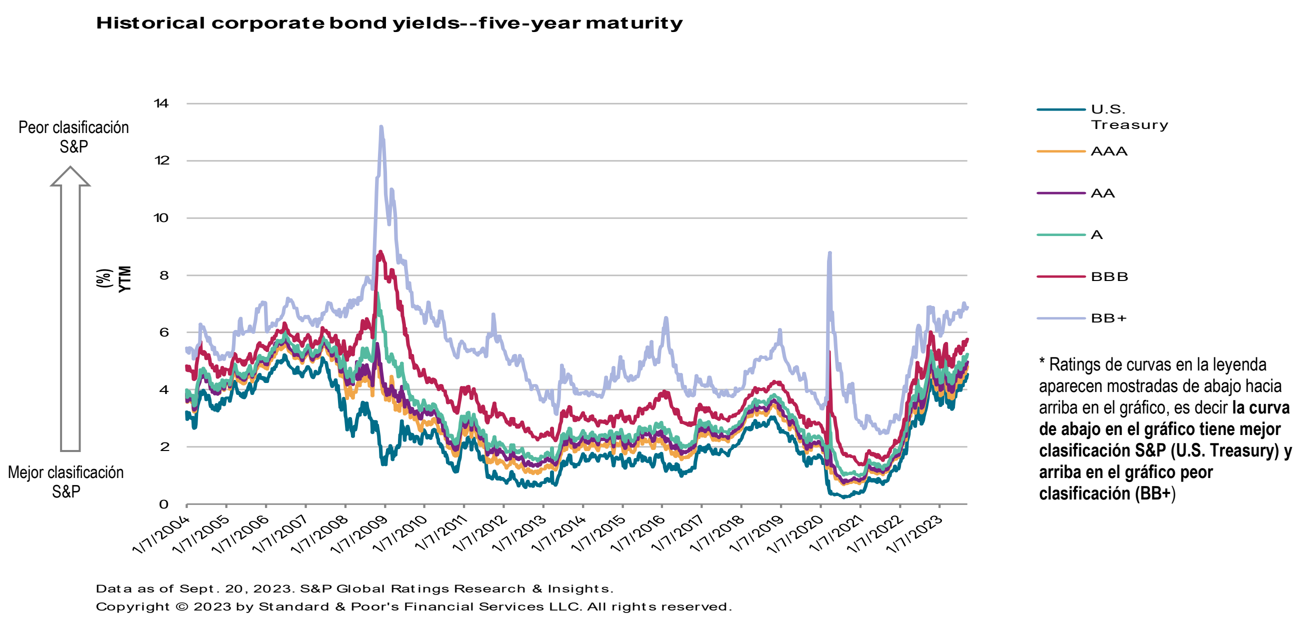
CTP 2

Profesor: Iván Álvarez
Auxiliares: Josue Guillen
Ayudantes: Javiera Núñez, Fernanda Saavedra, Enzo Savareces y Francisco Vilches

Pregunta 1 (20 puntos):

Comente la veracidad de la afirmación o responda la pregunta formulada. Justifique brevemente su respuesta de ser necesario.

a) En función del siguiente gráfico, indique las razones que pueden explicar la discrepancia entre la yield histórica de bonos corporativos a 5 años según la clasificación S&P. Mencione también por qué cree que el bono U.S. Treasury 5Y tiene una menor yield histórica a comparación de los demás bonos corporativos.



Las yield o rendimientos de los bonos, siempre se encuentran ajustadas a su riesgo, es decir siempre se cumple que a mayor riesgo de los flujos mayor rendimiento exigirá el inversionista en el bono, por tanto cuando las clasificadoras de riesgo crediticio como S&P clasifica con un rating AAA o mejor, significa que los inversores y el mercado en general confían en el emisor del bono y su capacidad de pago, por lo tanto la yield de este bono resulta ser baja, en cambio ante una peor clasificación como BB+ la yield será alta, tal cual se muestra en el gráfico.

La curva del bono US Treasury 5Y mantiene la misma madurez que los demás bonos, por lo que una menor yield se debe a la mayor confianza en la capacidad de pago del gobierno de los Estados Unidos (mejor credit rating) y a la percepción de menor riesgo de impago en comparación con las empresas privadas (bonos corporativos).

b) Sea un bono A con tasa cupón r_A y otro bono B con tasa cupón r_B, ambos con igual madurez, valor nominal y frecuencia de pago. Si supone que la tasa cupón $r_A < r_B$ ¿Qué bono será más afectado ante cambios en las tasas de interés? Argumente.

Dado que el bono A paga un menor cupón que B, el más afectado a un cambio en la yield será el bono A, esto pues cuando el cupón disminuye la duración de Macaulay (MacD) aumenta, por tanto el riesgo ante cambios en las tasas de interés también se incrementa, un ejemplo claro de esto son los bonos cero cupón, estos son mas riesgosos porque no paga flujos durante la madurez, solo al final lo que implica una MacD igual a la madurez y por tanto el riesgo ante cambios de interés es más alto respecto a los bonos bullet.

c) En general, ¿los bonos con mayor vencimiento forzosamente tienen mayores duraciones? Argumente.

Falso, un bono con mayor vencimiento podría tener una menor duración que otro bono con menor vencimiento, todo depende de cuan grandes son los flujos por recibir, es decir la duración depende no solo de la madurez o vencimiento sino de la tasa cupón o de la estructura de amortización de los flujos.

d) Suponga que cuenta con un bono bullet (que paga cupones) que se vende a la par (valor nominal), con pagos anuales, vencimiento a 4 años y un valor nominal de USD 1.000. ¿Qué tasa cupón tendrá este bono? (Asuma una estructura de tasas de interés plana al 5,5%).

Sea c la tasa cupón:

$$1.000 = \frac{1.000 \ \times \ c}{(1+5{,}5\%)} + \frac{1.000 \ \times \ c}{(1+5{,}5\%)^2} + \frac{1.000 \ \times \ c}{(1+5{,}5\%)^3} + \frac{1.000 \times (1+c)}{(1+5{,}5\%)^4} \rightarrow c = 5{,}50\%$$

Pregunta 2 (20 puntos)

Se tiene la siguiente información de bonos cero cupón US Treasury, cuyo valor nominal es de USD 1.000 en todos los plazos:

Maturity	Price (USD)
1	937,1
2	898,2
3	859,8
4	820,7

Suponga que Colbún S.A planea emitir 10.000 unidades de un bono AA- en dólares con madurez 4 años, tasa cupón 7% y valor nominal de USD 75.

a) Calcule el precio de este bono y el valor total recaudado de la emisión realizada.

Para realizar esta pregunta debemos conocer el cupón a pagar por el bono emitido por Colbún:

$$C \ = \ 75 \ \times 7\% \ = \ 5{,}25$$

Opción 1: Para calcular el precio del bono AA- se debe usar la curva cero cupón dada, para obtener las tasas spot respectivas, es decir:

$$937{,}1 = \frac{1.000}{\left(1+r_{0,1}\right)^1} \rightarrow r_{0,1} = 6{,}71\%$$

$$898{,}2 = \frac{1.000}{\left(1+r_{0,2}\right)^2} \rightarrow r_{0,2} = 5{,}51\%$$

$$859{,}8 = \frac{1.000}{\left(1+r_{0,3}\right)^3} \rightarrow r_{0,3} = 5{,}16\%$$

$$820{,}7 = \frac{1.000}{\left(1+r_{0,4}\right)^4} \rightarrow r_{0,4} = 5{,}06\%$$

Con esto el precio del bono AA- emitido por Colbún será:

$$P_0 = \frac{5{,}25}{\left(1+r_{0,1}\right)^1} + \frac{5{,}25}{\left(1+r_{0,2}\right)^2} + \frac{5{,}25}{\left(1+r_{0,3}\right)^3} + \frac{75\ +5{,}25}{\left(1+r_{0,4}\right)^4}$$

$$P_0 = \frac{5{,}25}{(1+6{,}71\%)^1} + \frac{5{,}25}{(1+5{,}51\%)^2} + \frac{5{,}25}{(1+5{,}16\%)^3} + \frac{75\ +5{,}25}{(1+5{,}06\%)^4} = 80{,}0105$$

Por tanto, el valor total recaudado por Colbún tras la emisión de 10.000 bonos AA- será de:

$$V\ =\ 80{,}0105 \times 10.000\ =\ 800.105$$

Opción 2: Para los que usaron la curva cero antigua, antes del cambio anunciado durante el CTP se tendría la siguiente tabla:

Maturity	Price (USD)
1	817,9
2	800,5
3	786,2
4	716,3

$$817{,}9 = \frac{1.000}{\left(1+r_{0,1}\right)^1} \rightarrow r_{0,1} = 22{,}26\%$$

$$800{,}5 = \frac{1.000}{\left(1+r_{0,2}\right)^2} \rightarrow r_{0,2} = 11{,}77\%$$

$$786{,}2 = \frac{1.000}{\left(1+r_{0,3}\right)^3} \rightarrow r_{0,3} = 8{,}35\%$$

$$716{,}3 = \frac{1.000}{\left(1+r_{0,4}\right)^4} \rightarrow r_{0,4} = 8{,}70\%$$

Con esto el precio del bono AA- emitido por Colbún será:

$$P_0 = \frac{5{,}25}{(1+22{,}26\%)^1} + \frac{5{,}25}{(1+11{,}77\%)^2} + \frac{5{,}25}{(1+8{,}35\%)^3} + \frac{75\ +5{,}25}{(1+8{,}70\%)^4} = 70{,}1072$$

Por tanto, el valor total recaudado por Colbún tras la emisión de 10.000 bonos AA- será de:

$$V\ =\ 70{,}1072 \times 10.000\ =\ 701.072$$

Importante: Para los que usaron la curva cero antigua, la yield del enunciado en la parte b) deberá ser de 9,01%

b) Calcule la MacD (Duración de Macaulay) y ModD (Duración Modificada) del bono. Asuma que la yield al momento de emisión fue de 5,11%.

Opción 1: Para los que realizaron la parte a) mediante la opción 1, el cálculo de la MacD y ModD se desarrolla de la siguiente forma:

$$MacD = \sum_{t=1}^{T} \frac{t \times VP_t}{P} = \frac{1 \times 4{,}92 + 2 \times 4{,}72 + 3 \times 4{,}51 + 4 \times 65{,}86}{80{,}0105} = 3{,}6412$$

$$ModD = \frac{3{,}6412}{1+5{,}11\%} = 3{,}4642$$

También es posible usar la yield de 5,11% para el VP_t en la fórmula de la MacD, en este caso el VP_t sería un poco distinto, sin embargo, los resultados obtenidos no deberían ser tan distintos.

Opción 2: Para los que realizaron la parte a) mediante la opción 2, el cálculo de la MacD y ModD se desarrolla de la siguiente forma:

$$MacD = \sum_{t=1}^{T} \frac{t \times VP_t}{P} = \frac{1 \times 4{,}29 + 2 \times 4{,}20 + 3 \times 4{,}13 + 4 \times 57{,}48}{70{,}1072} = 3{,}6375$$

$$ModD = \frac{3{,}6375}{1 + 9{,}01\%} = 3{,}3367$$

También es posible usar la yield de 9,01% para el VP_t en la fórmula de la MacD sin embargo, los resultados obtenidos no deberían ser tan distintos.

Nota I: Si el alumno realizó el cálculo de la ModD en la P2b) Opción 2, usando una yield de 5,11% en vez de una yield de 9,01%, la ModD debería dar 3,4606 y la MacD se mantendría en 3,6375, sin embargo, si se calculó también la MacD con la yield de 5,11% en vez de 9,01% el $\boldsymbol{VP_t}$ cambiará y por tanto el valor de la MacD y la ModD también, si los resultados y el desarrollo son consistentes no descontar puntaje en este caso.

Pregunta 3 (20 puntos)

Considerando **toda** la información y resultados obtenidos de la pregunta anterior, responda lo siguiente:

a) ¿Cuál será el valor total recaudado de la emisión realizada luego de un incremento de 15 pbs o 15 puntos básicos en la yield? (1pbs $= 0{,}01\%$) (Hint: Puede aproximar el cambio ΔP usando la ModD obtenida en la pregunta anterior)

Hay 3 formas de hacer este problema:

Valorización directa:

En este caso, dado que la yield aumenta en 15 pbs entonces se tendrá un incremento de 0,15% en la yield, es decir:

Opción 1: Para los que en la P2b) consideraron la opción 1 con una yield de 5,11% (antes del incremento) se tendrá que $y' = 5{,}11\% + 0{,}15\% = 5{,}26\%$ y, por tanto:

$$P' = \frac{5{,}25}{(1+5{,}26\%)^1} + \frac{5{,}25}{(1+5{,}26\%)^2} + \frac{5{,}25}{(1+5{,}26\%)^3} + \frac{75\ + 5{,}25}{(1+5{,}26\%)^4} = 79{,}5966$$

Finalmente, el valor total recaudado de la emisión tendrá que disminuir respecto al cálculo realizado en la parte P2a) luego de este incremento en la yield, es decir:

$$V' = 79{,}5966 \times 10.000 = 795.966$$

Nota II: Es posible utilizar las tasas spot usadas en la Opción 1 de la P2a) en ese caso se deberá considerar que las tasas spot sufren un incremento de 15 pbs, por lo que el precio luego del aumento será de $\boldsymbol{P' = 79{,}5961}$ y por tanto el valor total recaudado de la emisión luego de este incrementó será $\boldsymbol{V' = 795.961}$.

Opción 2: Para los que en la P2b) consideraron la opción 2 con una yield de 9,01% (antes del incremento) se tendrá que $y' = 9{,}01\% + 0{,}15\% = 9{,}16\%$ y, por tanto:

$$P' = \frac{5{,}25}{(1+9{,}16\%)^1} + \frac{5{,}25}{(1+9{,}16\%)^2} + \frac{5{,}25}{(1+9{,}16\%)^3} + \frac{75\ + 5{,}25}{(1+9{,}16\%)^4} = 69{,}7601$$

Finalmente, el valor total recaudado de la emisión luego de este incremento será:

$$V' = 69{,}7601 \times 10.000 = 697.601$$

Nota III: Es posible utilizar las tasas spot usadas en la Opción 2 de la P2a) en ese caso se deberá considerar que las tasas spot sufren un incremento de 15 pbs, por lo que el precio luego del aumento será de $P' = 69{,}7574$ y por tanto el valor total recaudado de la emisión luego de este incrementó será $V' = 697.574$

Nota IV: Si el alumno utilizó para la opción 2 de la valorización directa, una yield de 5,11% en vez de 9,01% no descontar puntaje siempre y cuando el procedimiento sea consistente a lo realizado.

Usando ModD

Opción 1: Si se realizó la P2a y P2b con la opción 1, entonces el procedimiento será de la siguiente manera:

$$\Delta P \approx -ModD \times \Delta y \times P = -3{,}4642 \times 0{,}15\% \times 80{,}0105 = -0{,}4158$$

Con esto el nuevo precio será $P' \approx 80{,}0105 - 0{,}4158 = 79{,}5947$ y por tanto la totalidad de la emisión recaudada disminuirá a: $V' = 79{,}5947 \times 10.000 = 795.947$

Opción 2: Si se realizó la P2a y P2b con la opción 2, entonces el procedimiento será de la siguiente manera:

$$\Delta P \approx -ModD \times \Delta y \times P = -3{,}3367 \times 0{,}15\% \times 70{,}1072 = -0{,}3509$$

Con esto el nuevo precio será $P' \approx 70{,}1072 - 0{,}3509 = 69{,}7563$ y por tanto la totalidad de la emisión recaudada disminuirá a: $V' = 69{,}7563 \times 10.000 = 697.563$

Nota V: Si el alumno realizó la P2b Opción 2 de la manera descrita en la Nota I, entonces obtendrá resultados un poco distintos al actual, sin embargo, el procedimiento deberá ser el mismo y concordante con la pauta.

Usando ModD y Convexidad:

Para cada opción descrita en la parte anterior, se puede incorporar la convexidad en la fórmula ΔP es decir:

$$\Delta P \approx \left[-ModD \times \Delta y + Convexity \times \frac{1}{2}(\Delta y)^2\right] \times P$$

Con esto se deberá calcular $P' = P + \Delta P$ y por tanto $V' = P' \times 10.000$ para cada opción respectiva, los resultados deberán ser parecidos a lo obtenido anteriormente.

b) Si un año antes del vencimiento (cuando ya se realizó el 3er pago) un inversor ofrece comprarle la totalidad de la emisión. ¿Cuál sería el precio de venta de esta transacción futura?

Dado que queremos evaluar la transacción futura tendremos que valorizar el bono en el año 3 usando la tasa forward efectiva que comienza en el año 3 hasta el año 4, por lo que dependiendo de las tasas spot usadas en cada opción de la P2a, se tendrá el siguiente desarrollo:

Opción 1:

Si en la P2a se usaron las tasas spot de la Opción 1:

$$f_{3,1} = \left(\frac{(1 + r_{0,4})^4}{(1 + r_{0,3})^3}\right)^{\frac{1}{1}} - 1 = 4{,}76\%$$

$$P_3 = \frac{75 + 5{,}25}{(1 + 4{,}76\%)^1} = 76{,}6006$$

Y por tanto el precio de venta de la transacción a realizar el año 3 (considerando la totalidad de la emisión) será: $V_3 = P_3 \times 10.000 = 766.006$

Opción 2:

Si en la P2a se usaron las tasas spot de la Opción 2:

$$f_{3,1} = \left(\frac{\left(1 + r_{0,4}\right)^4}{\left(1 + r_{0,3}\right)^3}\right)^{\frac{1}{1}} - 1 = 9{,}76\%$$

$$P_3 = \frac{75 \ + 5{,}25}{(1 + 9{,}76\%)^1} = 73{,}1151$$

Y por tanto el precio de venta de la transacción a realizar el año 3 (considerando la totalidad de la emisión) será: $V_3 = P_3 \times 10.000 = 731.151$

$$P_0 = \sum_{t=1}^{T} \frac{FC_t}{\left(1 + r_{0,t}\right)^t}$$

$$y = YTM \Rightarrow P_0 = \sum_{t=1}^{T} \frac{FC_t}{(1 + y)^t}$$

$$MacD = \sum_{t=1}^{T} \frac{t \times VP_t}{P} = \frac{1}{\sum_{t=1}^{T} FC_t/(1 + y)^t} \sum_{t=1}^{T} t \times \frac{FC_t}{(1 + y)^t}$$

$$ModD \equiv -\frac{1}{V}\frac{\partial V}{\partial y} = \frac{MacD}{(1 + y)}$$

$$Cv = \frac{1}{P_0(1 + y)^2} \sum_{t=1}^{T} \frac{FC_t}{(1 + y)^t} (t^2 + t)$$

$$\frac{\Delta P}{P} \approx \left(-ModD \times \Delta y + Convexity \times \frac{1}{2} (\Delta y)^2\right)$$

$$f_{n,t} = \left(\frac{\left(1 + r_{0,n+t}\right)^{n+t}}{\left(1 + r_{0,n}\right)^n}\right)^{\frac{1}{t}} - 1$$