INGENIERIA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE CHILE

CTP 2 Finanzas I – IN4232

Profesores: Rafael Epstein y Luis Llanos

Profesor Auxiliar: Josefina Keymer, Josué Guillen

Ayudantes: Daniela Castillo, Paula Navarro, Gustavo Rodríguez, Fernanda Saavedra, Antonia Villegas y Sayaka Yamaguchi

Puntaje total: 60 puntos

Asegúrese de que su copia de este control contenga **5** páginas (incluida esta).

- Puede utilizar una calculadora no programable. No se puede utilizar celulares, tablets, PDAs u otros equipos con conexión inalámbrica de alguna clase.
- La resolución del CTP es individual y, a diferencias de otras actividades del curso, no puede comentar las respuestas a este CTP con nadie.
- El Tiempo estimado de lectura y resolución del CTP es de 1,5 horas.
- Los puntajes de cada pregunta son proporcionales a su dificultad y tiempo para responder.
- Es importante que cada hoja de sus respuestas venga contenido su nombre. Además, se deberá indicar claramente a qué número de problema corresponde cada desarrollo.
- Las respuestas numéricas solo le dan crédito parcial. Debe explicitar su procedimiento y las fórmulas que use para llegar a sus cálculos.
- Por simplicidad, considere para los bonos que los pagos de cupones ocurren anualmente (1 vez al año) no semestralmente como es la convención del mercado.

Consejo general:

- ¡Muestre su trabajo! Las respuestas sin desarrollo solo le dan crédito parcial.
- Escriba las fórmulas que use y asegúrese de aplicarlas correctamente

¡Que les vaya bien!

Calificaciones:

1. / 20

2. / 20

3. / 20

Total / 60

Pregunta 1 (20 puntos):

El precio de mercado de bonos emitidos por una empresa a diferentes plazos son los siguientes (asuma en este caso que el pago de cupones es anual y un nominal de 100):

Bono	Plazo	Cupón	Precio
B1	1	3,0%	99,038
B2	2	4,0%	99,082
B3	3	5,0%	100,090

a) Calcule lasa tasa spot (cero-cupón) a 1, 2 y 3 años. (10 puntos)

En primer lugar calculamos para el primer año la tasa spot:

$$99{,}038 = \frac{100 + 100 \text{ x } 3\%}{(1 + r_{0,1})}$$

Despejando se obtiene que:

$$r_{0,1} = 4{,}00\%$$

Para calcular la tasa spot a 2 años usamos la tasa ya calculada:

$$99{,}082 = \frac{100 \text{ x } 4\%}{(1 + r_{0,1})} + \frac{100 + 100 \text{ x } 4\%}{(1 + r_{0,2})^2}$$

$$99{,}082 = \frac{100 \text{ x } 4\%}{(1 + 4\%)} + \frac{100 + 100 \text{ x } 4\%}{(1 + r_{0,2})^2}$$

Despejando se obtiene que:

$$r_{0,2} = 4{,}50\%$$

Finalmente para el año 3 usamos las dos tasas calculadas anteriormente:

$$100{,}090 = \frac{100 \text{ x } 5\%}{(1 + r_{0,1})} + \frac{100 \text{ x } 5\%}{(1 + r_{0,2})^2} + \frac{100 + 100 \text{ x } 5\%}{(1 + r_{0,3})^3}$$

$$100{,}090 = \frac{100 \text{ x } 5\%}{(1 + 4\%)} + \frac{100 \text{ x } 5\%}{(1 + 4{,}5\%)^2} + \frac{100 + 100 \text{ x } 5\%}{(1 + r_{0,3})^3}$$

Despejando se obtiene que:

$$r_{0,3} = 5{,}00\%$$

b) Calcule la tasa forward entre el año 2 y 3. (5 puntos)

Formula tasa forward:

$$f_t = \frac{(1 + r_{0,t})^t}{(1 + r_{0,t-1})^{t-1}} - 1$$

Reemplazando con las tasas obtenidas en a) se tiene que:

$$f_3 = \frac{(1 + 5{,}00\%)^3}{(1 + 4{,}50\%)^2} - 1$$

$$f_3 = 6{,}01\%$$

c) ¿Cuánto valdría un instrumento de este mismo emisor que paga 50 en el año 1 y 50 en el año 2? (5 puntos)

$$V = \frac{50}{(1 + r_{0,1})} + \frac{50}{(1 + r_{0,2})^2}$$

Reemplazando lo obtenido en a):

$$V = \frac{50}{(1 + 4{,}00\%)} + \frac{50}{(1 + 4{,}50\%)^2}$$

$$V = 93{,}864$$

Pregunta 2 (20 puntos):

La estructura de tasas de bonos del gobierno está plana en el 5,75% (es la misma a todos los plazos de 0,5 a 20 años). Un bono tiene su vencimiento a 5 años, un valor nominal de $100 y una tasa de cupón del 4,0% anual. Como es usual el bono paga cupones semestralmente. Las tasas de interés se expresan como EAR.

a) Calcule el precio del bono. (8 puntos)

En primer lugar calcularemos las tasas como ESR:

$$(1 + r_{EAR}) = (1 + r_{ESR})^2$$

$$(1 + 5{,}75\%) = (1 + r_{ESR})^2$$

$$\sqrt{(1 + 5{,}75\%} - 1 = r_{ESR}$$

$$r_{ESR} = 2{,}83\%$$

Para la tasa cupón es análogo y se obtiene:

$Cupón = 1{,}98\%$ (también se acepta como válido usar un cupón semestral de 2%)

$$V = \sum_{t=1}^{10} \frac{100\ x\ 1{,}98\%}{(1+2{,}83\%)^t} + \frac{100}{(1+2{,}83\%)^{10}}$$

Como la tasa es plana, el pago de los cupones son una anualidad sin crecimiento.

$$\mathrm{NPV} = \sum_{k=1}^{n} \frac{\mathrm{c}}{(1+\mathrm{r})^{\mathrm{k}}} = \frac{\mathrm{c}}{\mathrm{r}}\left[1 - \frac{1}{(1+\mathrm{r})^{\mathrm{n}}}\right]$$

$$\mathrm{NPV} = \frac{1{,}98}{2{,}83\%}\left[1 - \frac{1}{(1+\mathrm{r})^{10}}\right]$$

$$\mathrm{NPV} = 17{,}04$$

$$\frac{100}{(1+2{,}83\%)^{10}} = 75{,}61$$

$$\mathrm{V} = 17{,}04 + 75{,}61$$

$$\mathrm{V} = 92{,}65$$

b) Calcule la duración del bono y la duración modificada. (8 puntos)

Para calcular la duración del bono usamos la fórmula de MacD:

$$\mathrm{MacD} = \sum_{t=1}^{T} \frac{\mathrm{t} \times \mathrm{PV_t}}{\mathrm{PV}}$$

En primer lugar llevamos los flujos de caja de los 10 periodos a valor presente y el resultado lo multiplicamos por el periodo correspondiente:

$$\mathrm{PV_t} = \frac{1{,}98}{(1+2{,}83\%)^{\mathrm{t}}}$$

$$1\ x\ VP_1 = 1\ x \frac{1{,}98}{(1+2{,}83)^1} = 1{,}93$$

$$2\ x\ PV_2 = 2\ x \frac{1{,}98}{(1+2{,}83)^2} = 2\ x\ 1{,}87 = 3{,}75$$

$$3\ x\ PV_3 = 3\ x\ \frac{1{,}98}{(1+2{,}83)^3} = 3\ x\ 1{,}82 = 5{,}46$$

$$4\ x\ PV_4 = 4\ x\ \frac{1{,}98}{(1+2{,}83)^4} = 4\ x\ 1{,}77 = 7{,}08$$

$$5\ x\ PV_5 = 5\ x\ \frac{1{,}98}{(1+2{,}83)^5} = 5\ x\ 1{,}72 = 8{,}61$$

$$6\ x\ PV_6 = 6\ x\ \frac{1{,}98}{(1+2{,}83)^6} = 6\ x\ 1{,}67 = 10{,}05$$

$$7\ x\ PV_7 = 7\ x\ \frac{1{,}98}{(1+2{,}83)^7} = 7\ x\ 1{,}63 = 11{,}4$$

$$8\ x\ PV_8 = 8\ x\ \frac{1{,}98}{(1+2{,}83)^8} = 8\ x\ 1{,}58 = 12{,}67$$

$$9\ x\ PV_9 = 9\ x\ \frac{1{,}98}{(1+2{,}83)^9} = 9\ x\ 1{,}54 = \ 13{,}86$$

$$10\ x\ PV_{10} = \frac{101{,}98}{(1+2{,}83)^{10}} = 10\ x\ 77{,}11 = 771{,}11$$

$$MacD = \sum_{t=1}^{T} \frac{t \times PV_t}{PV}$$

$$= \frac{(1{,}93 + 3{,}75 + 5{,}46 + 7{,}08 + 8{,}61 + 10{,}05 + 11{,}4 + 12{,}67 + 13{,}86 + 771{,}11)}{92{,}65}$$

$$= \frac{845{,}91}{92{,}65}$$

$$MacD = 9{,}13\ Semestres \Longrightarrow 4{,}57\ años$$

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

$$ModD = \frac{9{,}13}{(1+2{,}83\%)} = 8{,}88\ Semestres \Longrightarrow 4{,}44\ años$$

c) Supongamos que la estructura de tasas de intereses sube hasta el 6,0% en forma paralela a todos los plazos. Calcule el cambio de precio aproximado. (4 puntos)

$$\mathrm{r}' = 6\%$$

$$\mathrm{r}'_{\mathrm{ESR}} = \sqrt{1+6\%} - 1 = 2{,}96\%$$

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

Como la convexidad es nula se obtiene que:

$\Delta\mathrm{V} \approx (-\mathrm{ModD} \times \Delta\mathrm{y})\ \mathrm{x}\ \mathrm{V} = \left(-8{,}88\ \mathrm{x}\ (2{,}96\% - 2{,}83\%)\right)\ \mathrm{x}\ 92{,}65 = -1{,}06$

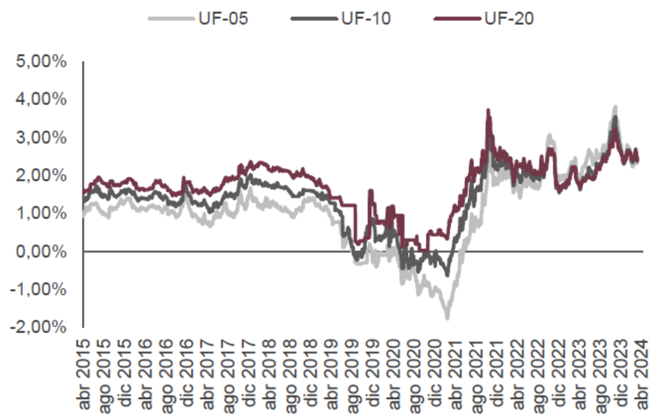
También puede usarse: $\Delta\mathrm{V} \approx \left(-4{,}44\ \mathrm{x}\ (6{,}00\% - 5{,}75\%)\right)\ \mathrm{x}\ 92{,}65 = -1{,}03$

Este resultado puede variar por diferencia de aproximación entre -0,99 y -1,07.

Así obtenemos el nuevo precio:

$$\mathrm{V}' = \mathrm{V} + \ \Delta\mathrm{V} = 92{,}65 - 1{,}06 = 91{,}59$$

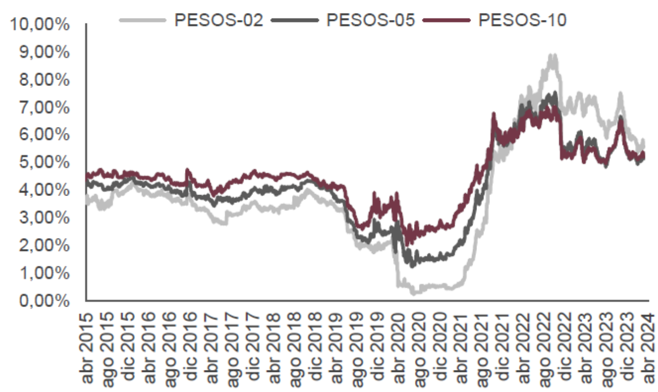
Pregunta 3 (20 puntos):



	UF-05	UF-10	UF-20
12 Abr	2,64%	2,79%	2,69%
Promedio*	1,39%	1,64%	1,91%

- Desde el 01-03-2015 al 12-04-2024

Nota: Benchmarks ajustados según BTU más líquido



	PESOS-02	PESOS-05	PESOS-10
12 Abr	5,87%	5,66%	5,71%
Promedio*	4,25%	4,43%	4,73%

* Desde el 01-03-2015 al 12-04-2024

Nota: Benchmarks ajustados según BTP más líquido

La información de mercado se refiere las tasas de instrumentos emitidos por el Gobierno de Chile para su financiamiento (a través del Ministerio de Hacienda y la Tesorería General de la República), tanto en UF como en pesos nominales.

a) ¿Qué estimación tendría para la inflación en Chile, en promedio, en los próximo 10 años? Justique brevemente su respuesta. (10 puntos)

Como la UF es una unidad que se reajusta a la inflación en Chile, podemos usar la ecuación de Fisher con las tasas de la UF y PESOS a 10 años:

$$1 + i = \frac{1 + j}{1 + \pi}$$

Donde i es la tasa de interés real, j la tasa nominal y π *la inflación*

$$\pi = \frac{1 + 5{,}71\%}{1 + 2{,}69\%} - 1$$

$$\pi = 2{,}84\%$$

b) Según el programa de licitaciones de instrumentos publicado por el Ministerio de Hacienda, el 16 de abril espera emitir un bono en pesos (BTP-2040) con vencimiento bullet en el 2040 y pagos de cupón semestrales. Espera recaudar 80.000 millones con la emisión. Con lo que hemos revisado en el curso y la información de mercado de arriba, ¿qué YTM tendría esta colocación? ¿Qué tasa de cupón aconsejaría a Hacienda fijar para la licitación? (10 puntos)

Para recaudar 80.000 millones la tasa de carátula del bono tiene que ser igual a la tasa de colocación. Si la rasa de colocación es mayor a la tasa cupón, entonces el monto recaudado será menor. Para esto debemos calcular la tasa a 16 años de peso.

Como no hay tasas a 16 años, debemos usar la interpolación lineal entre las tasas de 10 y 20 años de la UF obteniendo:

$$r_{0,16} = 2{,}79\% + \frac{2{,}69\% - 2{,}79\%}{20 - 10} \times (16 - 10)$$

$$r_{0,16} = 2{,}73\%$$

Como no tenemos la tasa de PESOS a 20 años, lo que hacemos es usar la de la inflación a 10 años calculada en la parte a) y la meta del Banco Central, que sería una inflación de 3% y luego usar la ecuación de Fisher.

$$\pi_{0,16} = 2{,}84\% + \frac{3\% - 2{,}84\%}{20 - 10} \times (16 - 10)$$

$$\pi_{0,16} = 2{,}94\%$$

Otra opción es asumir que del año 10 al 16 habrá una inflación en el rango meta del BCCh (3%). Así, la inflación promedio de los 16 años será_

$$\pi_{0,16} \approx [(1 + 2{,}84\%)^{10} \times (1 + 3\%)^{6}]^{\frac{1}{16}} - 1 = 2{,}90\%$$

Usando la ecuación de Fisher:

$$j = (1 - 2{,}73\%) \times (1 - 2{,}94\%) - 1$$

$$j = 5{,}75\%$$

Este valor puede ser variable en un rango entre 5,68% y 5,76%