INGENIERIA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE CHILE

CTP 2 Finanzas I – IN4232
Profesores: Rafael Epstein y Luis Llanos
Profesor Auxiliar: Josué Guillen
Ayudantes: Axel Ballesteros, Nicole Galindo, Rubén Ortega, Fernanda Saavedra
Puntaje total: 60 puntos

Asegúrese de que su copia de este control contenga **6** 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 2,0 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.

¡Que les vaya bien!

Hoja de calificaciones

1.	/ 20
2.	/ 20
3.	/ 20
Total	/ 60

Pregunta 1 (20 puntos):

(a) ¿Cuáles de las siguientes afirmaciones es verdaderas en relación a la Yield to Maturity (YTM)?

I. Para su cálculo se supone que los pagos serán realizados en las fechas acordadas.
Verdadero, la YTM asume que el bono se mantendrá hasta su vencimiento y que los flujos de efectivo se recibirán en las fechas acordadas. Esto es importante porque cualquier cambio en la estructura de pagos del bono, ya sea por incumplimiento de pagos o pago anticipado del principal, afectaría el valor presente de los flujos de efectivo futuros del bono y, por lo tanto, su YTM.

II. Es una tasa de descuento que hace que el valor presente de los pagos del bono sea igual a su precio actual de mercado.
Verdadero, la YTM es aquella tasa tal que al descontar los flujos futuros se obtiene el precio actual del bono.

III. Es un promedio simple de las tasas spot de los períodos en los que hay pagos.
Falso, la YTM no es un promedio simple de las tasas spot de los períodos en los que hay pagos. Es una tasa única que iguala el valor presente de los flujos futuros al precio de mercado y que representa el costo de financiamiento de la inversión en el bono.

IV. Es la tasa de retorno que gana quien compra hoy el bono y se lo queda hasta su vencimiento.
Verdadero, la YMT se le conoce como tasa de rendimiento del bono e indica la tasa de retorno efectiva que un inversor puede esperar ganar si compra el bono al precio actual y lo mantiene hasta su vencimiento, recibiendo todos los pagos de intereses y el valor nominal en la fecha de vencimiento.

V. Cambiará en relación directa con el precio del bono
Falso, la YTM cambia en relación inversa con el precio del bono, si precio de bono baja entonces la YTM que corresponde al nuevo precio es más baja.

(b) Considere un bono con un valor de caratula (face value) de 100, una tasa cupón de un 8%, un YTM de un 6% y con dos años remanentes hasta su vencimiento. ¿Cuál es la duración de este bono?

Valor cupón = $8\% \times 100 = 8$

Sabemos que la fórmula de la MacD es:

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

Para ello, primero calculemos el precio ósea el present value (PV) de los flujos futuros del bono:

$$VP = \frac{8}{(1+6\%)^1} + \frac{108}{(1+6\%)^2} = 103{,}67$$

De esta ecuación se puede notar que:

$$VP_{t=1} = \frac{8}{(1+6\%)^1} = 7{,}55$$

$$VP_{t=2} = \frac{108}{(1+6\%)^2} = 96{,}12$$

Luego:

$$MacD = \frac{1 \times 7{,}55 + 2 \times 96{,}12}{103{,}67} = 1{,}93$$

(c) ¿Cómo denominamos la posibilidad de que el emisor de un bono no pueda pagar el principal y/o los intereses en el tiempo acordado? ¿Qué debiese ocurrir en ese caso?

La posibilidad de impago en el contexto de los bonos se conoce como riesgo de default o incumplimiento o riesgo de crédito. Si sucede esto, los tenedores de bonos pueden reclamar judicialmente el cumplimiento forzado por parte del emisor. El emisor puede intentar renegociar los términos del bono con los tenedores, como extender los plazos de pago o reducir las tasas de interés, en un esfuerzo por evitar el incumplimiento. Si el incumplimiento es inevitable, el emisor puede ser declarado en quiebra e iniciar un proceso de liquidación de sus activos para pagar sus acreencias. Dependiendo las cláusulas de protección incluidas en los contratos con que los bonos fueron emitidos (covenants), los tenedores de los bonos pueden tener cierta prioridad sobre otros acreedores, pero siempre por detrás de las acreencias al Estado y los trabajadores.

(d) Respecto del valor de una acción, comente la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones:

I. Aumenta a medida que aumenta g

   Verdadero, Sabemos que el precio de una acción está dado por:

$$P_0 = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{D(1+g)^{k-1}}{(1+r)^k} = \frac{D}{r-g}\ ; r > g$$

Si aumenta g que es la tasa de crecimiento de los dividendos se espera un aumento en los flujos futuros y por tanto un mayor valor presente al mantener la tasa r constante. Si r aumenta lo mismo o más que g, entonces no se cumple la aseveración.

II. Aumenta a medida que aumenta el número de acciones

En general Falso. El valor de cada acción es simplemente una fracción del valor de la empresa. Si aumenta el número de acciones en circulación y el valor de la empresa no aumenta proporcionalmente, el valor de la acción individual caerá. Esto ocurre por ejemplo si se emiten acciones para financiar proyectos poco rentables, en donde el impacto en el PVGO i.e. el precio de las acciones puede ser negativo.

III. Aumenta a medida que disminuye r

Verdadero.

Si la tasa de descuento r disminuye, entonces el valor presente de los flujos de efectivo futuros esperados (dividendos) es mayor, a r también se le conoce como costo de capital de la empresa por lo que si este disminuye aumenta la capacidad de la empresa para financiar proyectos de inversión y aumentar el valor de la empresa y el precio de sus acciones si es que estos son rentables.

IV. Aumenta en la medida que la empresa ha tenido más utilidades

En general Verdadero, aunque depende de cuan sostenible es ese aumento y cuanto aumento ya está incorporado en el precio de la acción.

Si las utilidades del ejercicio aumentan de manera sostenible en una empresa, el EPS aumenta por lo que el precio aumentará considerando PVGO y r fijos.

$$P_0 = \frac{EPS_1}{r} + PVGO$$

Sin embargo, la pregunta más relevante es cuanto del incremento en las utilidades está ya incorporado en el precio de la acción y cuanto no. Por tanto, lo que importa es la parte “sorpresiva” de la utilidad. Si el aumento es considerado transitorio, el impacto en precio de la acción puede ser bajo. Si la acción tenía incorporado un crecimiento g importante, el no materializarlo puede ser negativo para su precio.

Pregunta 2 (20 puntos):

Un terminal de Bloomberg da los siguientes precios para los bonos cero-cupón (strips):

Vencimiento (años)	1	2	3
Precio (% del valor nominal)	94,563	89,846	85,772

Suponga que tiene un pasivo a corto plazo de $10 millones por cada año durante los próximos tres años.

(a) Calcule el valor presente del pasivo.

Como la estructura de pagos es un monto fijo de $10 millones anuales, podemos valorizar los flujos del pasivo usando las tasas cero cupón a 1, 2 y 3 años, para ello es importante notar que contamos con el precio de mercado de estos y su maduración, por tanto:

$$94{,}563 = \frac{100}{\left(1 + r_{0,1}\right)^1} \rightarrow r_{0,1} = 5{,}75\%$$

$$89{,}846 = \frac{100}{\left(1 + r_{0,2}\right)^2} \rightarrow r_{0,2} = 5{,}50\%$$

$$85{,}772 = \frac{100}{\left(1 + r_{0,3}\right)^3} \rightarrow r_{0,3} = 5{,}25\%$$

Podemos notar que esta estructura de tasas es no flat por lo que el valor presente del pasivo será:

$$VP = \frac{10.000.000}{(1 + 5{,}75\%)^1} + \frac{10.000.000}{(1 + 5{,}50\%)^2} + \frac{10.000.000}{(1 + 5{,}25\%)^3} = 27.018.100$$

(b) Calcule la duración de su pasivo.

De esta ecuación se puede notar que:

$$VP_{t=1} = \frac{10.000.000}{(1 + 5{,}75\%)^1} = 9.456.300$$

$$VP_{t=2} = \frac{10.000.000}{(1 + 5{,}50\%)^2} = 8.984.600$$

$$VP_{t=3} = \frac{10.000.000}{(1+5{,}25\%)^3} = 8.577.200$$

Luego:

$$MacD = \frac{1 \times 9.456.300 + 2 \times 8.984.600 + 3 \times 8.577.200}{27.018.100} = 1{,}97$$

(c) Suponga que desea reservar $20 millones para pagar parte del pasivo y que invertirá ese monto en una cartera de cobertura que será una combinación de los bonos cero-cupón indicados. Usted desea formar esa cartera de manera tal que le permita evitar el riesgo de variaciones en la tasa de interés en su balance, ¿qué vencimientos y montos invertidos debe elegir para cubrir el riesgo indicado? Si le es útil puede asumir que los YTM de los pasivos y de la cartera de cobertura serán muy parecidos. Explique su razonamiento.

Se pide evitar el riesgo de la tasa de interés en el balance. Esto implica generar una estrategia en que a un cambio en el valor del pasivo sea contrarrestada por un cambio equivalente en el valor del activo. Esto lo haremos con la cartera de cobertura (que es un activo). Como tenemos bonos cero cupón a 1, 2 y 3 años y queremos estructurar esos 20 millones de tal manera de que se cubra el riesgo a movimientos en las tasas de interés, podemos aplicar la estrategia de igualar la variación de valor en las carteras y los pasivos:

Esta estrategia consiste en igualar las variaciones en el valor de la cartera de activos (bonos) y el pasivo, para que el cambio del valor de ambas posiciones ante movimientos en las tasas de interés sea el mismo. Para ello si asumimos que la YTM para pasivos y activos es la misma, es decir:

$$\Delta V_{Pasivo} = \Delta V_{Cartera}$$

$$-ModD(cartera) \times Valor\ Cartera \times \Delta r = -ModD(Pasivo) \times Valor\ Pasivo \times \Delta r$$

$$\frac{MacD(cartera)}{1+\ YTM_c} = \frac{MacD(Pasivo)}{1+YTM_p} \times \frac{Valor\ Pasivo}{Valor\ Cartera}$$

Aplicando que *YTMc ≈YPMp* entonces:

$$MacD(cartera) = 1{,}97 \times \frac{27.018.100}{20.000.000} = 2{,}66$$

Sabemos que la MacD de cada bono es igual a su maduración, ya que se trata de bonos cero cupón por lo que la duración de la cartera simplemente será el promedio ponderado del monto invertido en la cartera y las duraciones de cada bono.

$$MacD(cartera) = \frac{x_1}{20.000.000} \times MacD_1 + \frac{x_2}{20.000.000} \times MacD_2 + \frac{x_3}{20.000.000} \times MacD_3$$

Donde x_i y $MacD_i$ es el monto invertido y la duración del bono a 1, 2 y 3 años respectivamente, es decir:

$$2{,}66 = \frac{x_1}{20.000.000} \times 1 + \frac{x_2}{20.000.000} \times 2 + \frac{x_3}{20.000.000} \times 3$$

Sabemos además que: $x_1 + x_2 + x_3 = 20.000.000$ ya que es el monto total que tengo para invertir en la cartera de bonos, como tengo 3 variables y 2 ecuaciones, necesito asumir algún monto de inversión x_i en algún bono cero. Como se requiere un MacD de 2,66, el bono cero a 1 año es el que menos duration aporta, por lo que es razonable invertir un monto menor monto en este, sea este monto 0, es decir:

$$x_1 = 0$$

[Matemáticamente para que una combinación x_1 , x_2 , x_3 no negativos satisfagan la ecuación planteada se debe tener que x_1 /20.000.000 ≤ 17%]

$$2{,}66 = \frac{x_2}{20.000.000} \times 2 + \frac{20.000.000 - x_2}{20.000.000} \times 3$$

Donde $x_3 = 20.000.000 - x_2$ ya que x_2 y x_3 deben sumar 20.000.000 ya que dispongo solo de 20.000.000 en total.

Con esto, se obtiene que $x_2 = 6.842.900\ y\ x_3 = 13.157.100$

Por tanto, el razonamiento sería invertir los montos calculados x_i de tal manera que la variación de mis activos y pasivos sea la misma y el riesgo ante movimientos de las tasas de interés en el valor del balance sea mínimo.

[Nota: Se puede calcular la YTM del pasivo siendo esta $YTM_{Pasivo} = 5{,}45\%$, con esto el $ModD_{Pasivo} = \frac{1{,}97}{1+5{,}45\%} = 1{,}87$. Usando este valor se sigue el procedimiento anterior quedando la cartera de cobertura con $ModD_{Cartera} = 2{,}52$ y por tanto al asumir YTM iguales $MacD_{Cartera} = 2{,}66$. En este caso $x_2 = 6.897.722\ y\ x_3 = 13.102.278$]

(d) Si las tasas de interés se mueven hacia abajo en 0,1% a todos los plazos, ¿cómo cambiará el saldo neto de la cartera de cobertura construida en (c) menos el valor del pasivo?

$$\Delta V_{Pasivo} \approx -\mathrm{V}_{Pasivo} \times \Delta r \times ModD_{Pasivo}$$

$$\Delta V_{Pasivo} = -27.018.100 \times -0{,}1\% \times \frac{1{,}97}{1 + YTM_p}$$

$$\Delta V_{Pasivo} = \frac{53.157}{1 + YTM_p}$$

Veamos ahora la cartera de cobertura:

$$\Delta V_{Cartera} \approx -\mathrm{V}_{Cartera} \times \Delta r \times ModD_{Cartera}$$

$$\Delta V_{Cartera} = -20.000.000 \times -0{,}1\% \times \frac{2{,}66}{1 + YTM_C}$$

$$\Delta V_{Cartera} = \frac{53.157}{1 + YTM_C}$$

Por enunciado si *YTMc ≈YPMp* entonces la variación de valor del pasivo y de la carta de cobertura son iguales y se cancelan entre ellos ($\Delta V_{Pasivo} = \Delta V_{Cartera}$). Por lo que no hay perdidas o ganancias para la empresa en ese movimiento de tasa (que era el objetivo buscado con la cartera de cobertura).

Nota: Si en (c) el alumno usó la estrategia de equilibrar la diferencia de variación de valor del pasivo y la cartera es decir igualar ModD (Pasivo) = ModD (Cartera) i.e. MacD (Pasivo) = MacD (Cartera) = 1,97, entonces al plantear quedará con una variación del pasivo igual a la determinada arriba $\Delta V_{Pasivo} = \frac{53.157}{1+YTM_p}$ y una variación de valor de cartera de cobertura de $\Delta V_{Cartera} = \frac{39.349}{1+YTM_C}$ que es menor a la calculada, por lo que si *YTMc ≈YPMp* habría una perdida para la empresa. No habrá castigo de puntaje si se es consistente.

Pregunta 3 (20 puntos):

(a) El viernes 21/04 la acción de SQM cayó en su precio un 14,69% (de $62.100 a $52.979 por acción) respecto de su cierre el jueves, con un volumen de acciones transado ese viernes aproximadamente equivalente a los 10 días hábiles anteriores. El precio de la acción ha estado cerca de $100.000 entre noviembre y febrero.

Usted es algo escéptico acerca de algunas de las materias vistas en el IN4232. Por ejemplo, si la fórmula de flujo de efectivo descontado para valorizar acciones es correcta, ¿cómo podría ocurrir una caída de valor de SQM de esa magnitud?

Trate de convencerse a usted (y a nosotros) de que tal evento es posible y todo lo que necesita es solo un ligero cambio de expectativas.

[SUGERENCIA: recuerde el modelo de descuento de dividendos: P0=D1/(r-g). Explica qué significa cada variable de la fórmula. Ahora coloque algunos números razonables para las variables del lado derecho para el caso del SQM: digamos D1 = 8000, r = 14 % y g = 6 %.

Tomando cada variable a su vez en el lado derecho de la ecuación y manteniendo constantes las otras variables en el lado derecho de la ecuación, estime cuánto debería cambiar para causar la caída de valor en P0. ¿Es esto sólo un ligero cambio? Explique su respuesta.]

En clase vimos que el modelo de descuento de dividendos es una metodología válida para explicar como el precio de una acción podría desempeñarse a lo largo del tiempo, sabemos que el precio de SQM disminuyó luego del anuncio de la nueva estrategia del litio impulsado por el gobierno de Chile, la caída del 14,69% en el precio de la acción puede deberse a un cambio en las expectativas de los inversionistas sobre el desempeño futuro de la empresa. Si los inversionistas esperan que la empresa tenga problemas para mantener su tasa de crecimiento de dividendos o para mantener su rentabilidad, esto puede llevar a una reducción en el precio de la acción.

En la ecuación dada: $P_0 = \frac{D_1}{r-g}$

D_1: Es el dividendo esperado para el próximo periodo. Es decir, el dividendo que se espera que la empresa pague a sus accionistas en el siguiente periodo a la valorización de la acción.

r: Es la tasa de descuento utilizada en el modelo. Esta tasa representa la tasa de retorno requerida por los inversionistas para invertir en la acción. Por lo tanto, representa el costo de oportunidad de invertir en la acción en lugar de invertir en una alternativa de inversión similar.

g: Es la tasa de crecimiento esperada de los dividendos en el futuro. Esta tasa se utiliza para proyectar los dividendos futuros en la fórmula.

Asumiendo los datos dados:

$$P_0 = \frac{8000}{14\% - 6\%} = 100.000$$

Para tener una disminución de 14,69% en el precio de la acción basta reducir de 6% a 4,62% la tasa de crecimiento de dividendos g, manteniendo el resto constante o aumentar la tasa de rendimiento exigida r de 14% a 15,38%, podemos notar que un aumento o disminución significativa del precio de la acción requiere una variación pequeña en la tasa de crecimiento de dividendos g o tasa de descuento r. Se puede apreciar por ejemplo que una disminución de 100 bps en la tasa de crecimiento de dividendos g afecta en -11,11% al precio de la acción y un aumento de 100 bps en la tasa r afecta también en -11,11%.

Por lo tanto, la caída del precio de SQM el 21/04 en el mercado accionario sugiere incertidumbre en las expectativas de crecimiento por parte de los inversores, ya sea por las nuevas políticas gubernamentales respecto al uso del litio, una disminución esperada en la demanda de sus productos o una mayor exposición a los riesgos del tipo de cambio, los puede llevar a reducir sus expectativas de crecimiento de dividendos o a exigir un mayor retorno por su inversión, lo que a su vez dado el modelo de descuento de dividendo puede reducir el precio de la acción.

También, la información de la creación de una empresa estatal del litio Chile y la entrada en el negocio de CODELCO, así como la incorporación a la explotación del litio en otros salares del país en adición al de San Pedro de Atacama, puede implicar una mayor oferta futura del producto y por tanto menores expectativas de precio del litio en el largo plazo. Esto impactaría negativamente el precio de las acciones de todos los productores actuales.

(b) El precio de la acción Albemarle cayó el viernes en la bolsa de New York (NYSE) un 10% en dólares. Albemarle también tiene operaciones de extracción de litio en el salar de Atacama, pero su concesión es hasta el 2043 (la de SQM es hasta el 2030). ¿Cómo puede explicarse este efecto de precio en la cotización de la acción de Albemarle?

Bajo el mismo argumento usado para SQM el anunció reciente de la estrategia de litio impulsada por el gobierno pudo provocar la disminución en el precio de este, ya que las expectativas de crecimiento o incertidumbre del mercado pueden haber cambiado, lo que provocó una disminución en la tasa de crecimiento de los dividendos o aumento en la tasa de descuento.

Ahora bien, un argumento por la cual el precio puede haber disminuido más en SQM que Albemarle es debido a las expectativas de crecimiento PVGO, ya que si bien estas tuvieron que disminuir para así disminuir el precio actual, seguramente las expectativas de crecimiento PVGO para Albemarle no se redujeron tanto, lo que provocó que el precio no disminuya tanto en valor a comparación de SQM, esto puede deberse a muchos aspectos como fortalezas y aspectos internos de la empresa o su posición estratégica en el mercado.

Otro argumento igualmente válido sería fijarnos en los plazos de duración de las concesiones, sabemos que a futuro el litio es y será un mineral muy usado por las industrias, sabiendo esto y sabiendo que el precio de la acción con un crecimiento g y tasa de descuento r a un plazo T es:

$$P_0 = \sum_{k=1}^{T} \frac{D(1+g)^{k-1}}{(1+r)^k} = \frac{D}{r-g}\left[1 - \left(\frac{1+g}{1+r}\right)^k\right]$$

Si asumimos que las empresas SQM y Albemarle recibirán a futuro su mayor parte de ganancias debido a la explotación del litio (durante la concesión), la que tenga mayor tiempo de concesión tendrá mayor tiempo para explotar dicho mineral lo que provocará un aumento sostenido en las EPS i.e. el precio de la acción, por lo que si asumimos que estas empresas pagan dividendos similares y cuentan con una tasa de crecimiento de dividendos y tasa de rendimiento acorde a la industria minera entonces valorizando la acción hasta el periodo de concesión de cada empresa, podemos notar que:

$$P_0\,(SQM) = \sum_{k=1}^{7} \frac{D(1+g)^{k-1}}{(1+r)^k} = \frac{D}{r\,-\,g}\left[1-\left(\frac{1+g}{1+r}\right)^7\right]$$

$$P_0\,(Albemarle) = \sum_{k=1}^{20} \frac{D(1+g)^{k-1}}{(1+r)^k} = \frac{D}{r\,-\,g}\left[1-\left(\frac{1+g}{1+r}\right)^{20}\right]$$

Es decir, la acción de Albemarle es mayor lo que involucra según la ecuación de PVGO mayores expectativas de crecimiento futuros para Albemarle, esto es razonable ya que se espera mayor tiempo para explotar el litio aprovechando que en el futuro el mercado de este mineral puede ser muy rentable.

$$P_0 = \frac{EPS_1}{r} + PVGO$$

Por lo que, si el PVGO es mayor en Albemarle, entonces las expectativas de crecimiento futuros pueden haber disminuido menos para Albemarle que SQM lo que lleva a una menor variación porcentual del precio de las acciones.

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

$$\text{NPV} = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{c}{(1+r)^k} = \frac{c}{r}$$

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

$$y = \text{YTM} \Rightarrow V_0 = \sum_{t=1}^{T} \frac{CF_t}{(1+y)^t}$$

$$MacD = \sum_{t=1}^{T} \frac{t \times PV_t}{PV} = \frac{1}{\sum_{t=1}^{T} CF_t/(1+y)^t} \sum_{t=1}^{T} t \times \frac{CF_t}{(1+y)^t}$$

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

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

$$P_0 = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{D(1+g)^{k-1}}{(1+r)^k} = \frac{D}{r-g}\ ; r > g$$

$$P_0 = \frac{EPS_1}{r} + PVGO$$