

CTP 1 Finanzas I – IN4232

Profesores: Rafael Epstein y Luis Llanos

Profesor Auxiliar: Josué Guillen, Martín Leiva, Iván Meneses

Ayudantes: Camila Galindo, Diego Riveros, Gustavo Rodríguez, Fernanda Saavedra, Raúl Sandoval

Puntaje total: 60 puntos

Asegúrese de que su copia de este control contenga 7 páginas (incluida esta).

- La resolución del CTP es individual. Sin embargo, pueden estudiar en grupo y pueden comentar aspectos del CTP junto a sus compañeras y compañeros de curso. Con todo, la redacción de las respuestas y la entrega debe ser estrictamente individual.
- El Tiempo estimado de lectura y resolución del CTP es de **2,5** horas.
- El plazo final para subir el (los) archivo(s) será las 19:59 h del jueves **31 de agosto**.
- Durante el control se pueden hacer preguntas de aclaración de enunciado, pero de una forma que respete el trabajo de los demás estudiantes. Las preguntas se pueden hacer de la siguiente forma:
  - En el chat de u-cursos:
    - i. La pregunta debe estar dirigida a “Todos”
    - ii. Los mensajes privados no se aceptarán
- El desarrollo del CTP debe ser subido en el formato Excel (preferentemente) o Word o .jpg si es manuscrito (**no se aceptará archivos en formato pdf con la excepción de LaTeX en que obligatoriamente se debe subir el archivo .pdf y el archivo fuente .tex**).
- Es importante que en el nombre del archivo(s) y en cada hoja de sus respuestas venga contenido su nombre. Además, se deberá indicar claramente a qué número de problema corresponde cada desarrollo.

**Importante:** Cualquier problema o inconveniente no relacionado con consultas de enunciado antes y durante el CTP deberá ser informado al equipo docente usando sus respectivos correos.

Consejo general:

- ¡Muestre su trabajo! Las respuestas solo le dan crédito parcial. Si usa Excel debe explicitar su procedimiento
- Escriba las fórmulas que use y asegúrese de aplicarlas correctamente

¡Que les vaya bien!



Hoja de calificaciones

1. / 15

2. / 15

3. / 15

4. / 15

Total / 60



## Pregunta 1 (15 puntos):

<https://www.cmfchile.cl/institucional/mercados/entidad.php?mercado=V&rut=93007000&grupo=&tipoentidad=RVEMI&row=AAAwY2ACTAAAAAwdAAg&vig=VI&control=svs&pestanía=3>

Estados Consolidados de Situación Financiera		
(en millones de US\$)	31 de diciembre 2022	31 de diciembre 2021
<b>Activos corrientes totales</b>	<b>6.991,5</b>	<b>4.586,1</b>
Efectivo y equivalente al efectivo	2.655,2	1.515,1
Otros activos financieros corrientes	961,4	919,0
Cuentas por Cobrar (1)	1.169,0	740,2
Inventarios Corrientes	1.784,3	1.183,8
Otros activos corrientes	421,6	228,0
<b>Activos no corrientes totales</b>	<b>3.827,6</b>	<b>2.594,1</b>
Otros activos financieros no corrientes	32,1	9,3
Inversiones Empresas Relacionadas	54,4	39,8
Propiedades, plantas y equipos	2.726,8	2.012,2
Activos por derechos de uso	60,9	52,6
Otros activos no corrientes	953,4	480,2
<b>Total, Activos</b>	<b>10.819,1</b>	<b>7.180,2</b>
<b>Pasivos corrientes total</b>	<b>3.051,5</b>	<b>991,7</b>
Otros pasivos financieros corrientes	523,0	51,3
Pasivos por arrendamiento corrientes	12,1	7,7
Otros pasivos corrientes	2.516,4	932,7
<b>Total, pasivos no corrientes</b>	<b>2.835,6</b>	<b>2.972,5</b>
Otros pasivos financieros no corrientes	2.394,2	2.587,7
Pasivos por arrendamiento no corrientes	49,6	46,5
Otros pasivos no corrientes	391,8	338,3
<b>Total, Patrimonio</b>	<b>4.932,0</b>	<b>3.216,0</b>
Patrimonio atribuible a los propietarios de la controladora	4.896,6	3.181,5
Participaciones no controladoras	35,4	34,5
<b>Total, Pasivos y Patrimonio</b>	<b>10.819,1</b>	<b>7.180,2</b>
<b>Liquidez (2)</b>	<b>2,3</b>	<b>4,6</b>

(1) Deudores comerciales y otras cuentas por cobrar, corriente + Cuentas por cobrar a EERR, corriente

(2) Activos corrientes / Pasivos corrientes

Estados Consolidados de Resultados				
(en millones de US\$)	cuarto trimestre		Acumulado al 31 de diciembre	
	2022	2021	2022	2021
<b>Ingresos</b>	<b>3.133,6</b>	<b>1.084,3</b>	<b>10.710,6</b>	<b>2.862,3</b>
Litio y Derivados	2.525,1	452,7	8.152,9	936,1
Nutrición Vegetal de Especialidad <sup>(4)</sup>	274,2	268,4	1.172,3	908,8
Yodo y Derivados	212,6	109,8	754,3	437,9
Cloruro de Potasio & Sulfato de Potasio	80,5	208,6	437,2	416,6
Químicos Industriales	34,0	37,6	165,2	132,0
Otros Ingresos	7,2	7,2	28,7	30,9
<b>Costo de Ventas</b>	<b>(1.426,10)</b>	<b>(489,8)</b>	<b>(4.729,5)</b>	<b>(1.558,0)</b>
Depreciación y amortización	(65,6)	(51,7)	(244,5)	(214,2)
<b>Ganancia Bruta</b>	<b>1.641,9</b>	<b>542,8</b>	<b>5.736,6</b>	<b>1.090,1</b>
Gastos de administración	(40,3)	(35,0)	(142,6)	(118,9)
Costos Financieros	(21,2)	(26,0)	(86,7)	(84,6)
Ingresos Financieros	29,1	1,8	47,0	4,7
Diferencia de cambio	0,9	(4,4)	(25,4)	(17,2)
Otros	(5,3)	(13,1)	(42,4)	(32,9)
<b>Ganancia antes de impuesto</b>	<b>1.605,1</b>	<b>466,1</b>	<b>5.486,5</b>	<b>841,2</b>
Gasto por impuestos a las ganancias	(452,6)	(143,1)	(1.572,2)	(249,0)
<b>Ganancia neta</b>	<b>1.152,5</b>	<b>323,0</b>	<b>3.914,3</b>	<b>592,2</b>
Ganancia atribuible a participaciones no controladoras	(1,5)	(1,4)	(8,0)	(6,8)
<b>Ganancia atribuible a los propietarios de la controladora</b>	<b>1.151,0</b>	<b>321,6</b>	<b>3.906,3</b>	<b>585,4</b>
<b>Utilidad por acción (US\$)</b>	<b>4,03</b>	<b>0,37</b>	<b>13,68</b>	<b>2,05</b>

<sup>(4)</sup> Incluye otros nutrientes vegetales de especialidad



Las tablas de la página anterior presentan el balance y estados de resultados abreviados de SQM al 31/12/2022. Calcule los siguientes indicadores para los años 2022 y 2021:

a) EBITDA

Existen dos formas de obtener el EBITDA:

1° Forma:

A partir del EBT:

Podemos notar que en el estado de resultados adjunto se encuentra la cuenta “Ganancia antes de impuesto” mejor conocido como EBT, para obtener el EBITDA a partir del EBT basta sumarle los gastos en intereses, depreciación y amortización.

$$EBITDA = EBT + Gastos financieros netos + Depreciación + Amortización$$

$$EBITDA(2021) = 841,2 + (84,6 - 4,7) + 214,2 = 1.135,3$$

Análogamente para 2022:

$$EBITDA(2022) = 5.486,5 + (86,7 - 47,0) + 244,5 = 5.770,7$$

2° Forma:

A partir de la ganancia neta:

$$EBITDA = Ganancia neta + Impuestos + Gastos financieros netos + Depreciación + Amortización$$

$$EBITDA(2021) = 592,2 + 249,0 + (84,6 - 4,7) + 214,2 = 1.135,3$$

$$EBITDA(2022) = 3.914,3 + 1.572,2 + (86,7 - 47,0) + 244,5 = 5.770,7$$

b) Margen de utilidad neto

$$\text{Margen de utilidad neto} = \frac{\text{Ganancia neta}}{\text{Ingresos}}$$

Los ítems para este ratio, se obtienen a partir del estado de resultados, para los años de ejercicio 2021 y 2022:

$$\text{Margen de utilidad neto (2021)} = \frac{592,2}{2.862,3} = 20,69\%$$

$$\text{Margen de utilidad neto (2022)} = \frac{3.914,3}{10.710,6} = 36,55\%$$

### c) Rendimiento de los Activos

El ROA o retorno sobre activos, se puede obtener de dos formas

1° Forma:

$$ROA = \frac{\text{Net Income} + (1 - \text{Tax}) \times \text{Intereses} + \text{Intereses minoritarios}}{\text{Promedio Activos}}$$

Considerando que solo tenemos información de 2021 y 2022, por simplicidad se calcula el ROA considerando los activos al año de ejercicio, por lo que:

$$ROA (2021) = \frac{592,2 + (1 - 29,6\%) \times (84,6 - 4,7) - 6,8}{7.180,2} = 8,94\%$$

$$ROA (2022) = \frac{3.914,3 + (1 - 28,66\%) \times (86,7 - 47,0) - 8,0}{(10.819,1 + 7.180,2)/2} = 43,72\%$$

En donde la tasa impositiva marginal se obtuvo de dividir los gastos impositivos del año del ejercicio y el resultado antes de impuestos (EBT), los intereses resultan de los gastos financieros netos, los intereses minoritarios se pueden obtener de la cuenta “ganancia atribuible a participaciones no controladoras”.

2° Forma:

$$ROA = \text{Margen Utilidad neta operativa} \times \text{Rotación de Activos}$$

$$ROA (2021) = \frac{592,2 + (1 - 29,6\%) \times (84,6 - 4,7) - 6,8}{2.862,3} \times \frac{2.862,3}{7.180,2} = 8,94\%$$

$$ROA (2022) = \frac{3.914,3 + (1 - 28,66\%) \times (86,7 - 47,0) - 8,0}{10.710,6} \times \frac{10.710,6}{(10.819,1 + 7.180,2)/2}$$

$$ROA (2022) = 43,72\%$$

### d) Rotación de activos

$$\text{Rotación de activos (2021)} = \frac{2.862,3}{7.180,2} = 0,4$$

$$\text{Rotación de activos (2022)} = \frac{10.710,6}{(10.819,1 + 7.180,2)/2} = 1,19$$

### e) Retorno del Patrimonio

El ROE se puede obtener de dos formas:



1° Forma:

$$ROE = \frac{\text{Net Income} - \text{Dividendos Preferentes}}{\text{Patrimonio Promedio}}$$

Considerando que solo tenemos información de 2021 y 2022, por simplicidad se calcula el ROE considerando el patrimonio al año de ejercicio, por lo que:

$$ROE (2021) = \frac{592,2}{3.216,0} = 18,41\%$$

$$ROE (2022) = \frac{3.914,3}{(4.932,0 + 3.216,0)/2} = 96,08\%$$

2° Forma:

$$ROE = \text{Margen neto} \times \text{Rotacion de activos} \times \text{Leverage (Asset to Equity Ratio)}$$

$$ROE (2021) = \frac{592,2}{2.862,3} \times \frac{2.862,3}{7.180,2} \times \frac{7.180,2}{3.216,0} = 18,41\%$$

$$ROE (2022) = \frac{3.914,3}{10.710,6} \times \frac{10.710,6}{(10.819,1 + 7.180,2)/2} \times \frac{(10.819,1 + 7.180,2)/2}{4.932,0} = 79,37\%$$

Otra forma de escribir el ROE es considerando en el leverage (Asset to Equity Ratio) el patrimonio promedio:

$$ROE (2022) \approx \frac{3.914,3}{10.710,6} \times \frac{10.710,6}{(10.819,1 + 7.180,2)/2} \times \frac{10.819,1}{(4.932,0 + 3.216,0)/2} = 115,50\%$$

f) Periodo de cobranza de cuentas por cobrar

$$A/R \text{ Turnover} = \frac{\text{Ventas}}{\text{Cuentas por cobrar promedio}}$$

$$A/R \text{ Turnover (2021)} = \frac{2.862,3}{740,2} = 3,87$$

$$A/R \text{ Turnover (2022)} = \frac{10.710,6}{(1.169,0 + 740,2)/2} = 11,22$$

Luego el periodo de cobranza de cuentas por cobrar será:

$$A/R \text{ Turnover in days (2021)} = \frac{365}{3,87} = 94,39 \text{ días}$$



$$A/R \text{ Turnover in days (2022)} = \frac{365}{11,22} = 32,53 \text{ días}$$

g) Razón rápida (Quick ratio)

El quick ratio es similar al current ratio, pero solo considera activos muy líquidos (fácilmente convertibles en efectivo), existen dos fórmulas vistas en clases ambas igualmente válidas:

$$\text{Quick ratio} = \frac{\text{Caja} + \text{Cuentas por cobrar} + \text{Valores negociables}}{\text{Pasivos corrientes}}$$

$$\text{Quick ratio} = \frac{\text{Activos corrientes} - \text{Inventario}}{\text{Pasivos corrientes}}$$

Dado que no se cuenta con una apertura de las cuentas: otros activos financieros corrientes y otros activos corrientes, para establecer la liquidez de los valores negociables, se usará la segunda fórmula por simplicidad:

$$\text{Quick ratio (2021)} = \frac{4.586,1 - 1,183,8}{991,7} = 3,43$$

$$\text{Quick ratio (2022)} = \frac{6.991,5 - 1,784,3}{3.051,5} = 1,71$$

h) Rotación de inventario

$$\text{Inventory Turnover (Rotación de inventario)} = \frac{\text{COGS (Costo de venta)}}{\text{Inventario}}$$

$$\text{Inventory Turnover (2021)} = \frac{1.558,0}{1.183,8} = 1,32$$

$$\text{Inventory Turnover (2022)} = \frac{4.729,5}{(1.784,3 + 1.183,8)/2} = 3,19$$

i) Razón de deuda a patrimonio

$$\text{Razón deuda a patrimonio (Leverage)} = \frac{\text{Pasivos totales}}{\text{Patrimonio}}$$

Los ítems para este ratio, se obtienen a partir del balance general, para los años de ejercicio 2021 y 2022:

$$\text{Razón deuda a patrimonio (2021)} = \frac{991,7 + 2.972,5}{3.126,0} = 1,23$$



$$\text{Razón deuda a patrimonio (2022)} = \frac{3.051,5 + 2.835,6}{4.932,0} = 1,19$$

j) Cobertura de intereses

$$IC = \frac{\text{Net Income} + \text{Gastos Financieros} + \text{Gastos por impuestos corporativos}}{\text{Gastos Financieros}}$$

$$IC(2021) = \frac{592,2 + (84,6 - 4,7) + 249,0}{(84,6 - 4,7)} = 11,53$$

$$IC(2022) = \frac{3.914,3 + (86,7 - 47,0) + 1.572,2}{(86,7 - 47,0)} = 139,2$$



**Pregunta 2 (15 puntos):**

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

a) Tanto el ROE como el ROA miden la rentabilidad. Sin embargo, para comparar y determinar en qué empresas invertir es mejor usar el ROE.

Falso. El ROE es un ratio que muestra cuanta utilidad neta genera un dólar de patrimonio, es decir mide cuan buena es la empresa convirtiendo su patrimonio en flujos de utilidades. Sin embargo, se debe considerar que este ratio se ve influenciado por el nivel de apalancamiento de la empresa, por lo que para una decisión mucho más informada de inversión en una empresa es útil fijarse en otros ratios como el ROA o la evolución del Margen EBITDA para medir la capacidad de la empresa de generar flujos de utilidad en términos netamente operativos.

b) La utilidad neta de la empresa es de \$59,4, los activos totales son de \$458,0, las ventas totales son de \$380,1 y la relación deuda-capital (D/E) es de 2,81 veces. ¿Cuál es el ROE de la empresa?

$$ROE = \text{Margen neto} \times \text{Rotacion de activos} \times \text{Leverage (Asset to Equity Ratio)}$$

$$ROE = \frac{59,4}{380,1} \times \frac{380,1}{458,0} \times \frac{458,0}{120,21} = 49,41\%$$

Donde el patrimonio resulta de:  $D + E = A = 3,81 \times E = 458,0 \rightarrow E = 120,21$

c) Rotación de inventario = ventas/inventario promedio

Falso,

$$\text{Inventory Turnover (Rotación de inventario)} = \frac{\text{COGS (Costo de venta)}}{\text{Inventario}}$$

d) Las llamadas “ventas de las mismas tiendas” (o SSS, Same Store Sales) son una medida muy importante de empresas tan diversas como McDonald’s y Falabella. Como su nombre lo indica, el SSS significa comparar los ingresos provenientes de las mismas tiendas o restaurantes en dos momentos diferentes. ¿Por qué las compañías suelen centrarse en las ventas de las mismas tiendas en lugar de hacerlo en las ventas totales?

Las empresas se centran en las ventas de las mismas tiendas (SSS) en lugar de las ventas totales por varias razones fundamentales. En primer lugar, esta métrica proporciona una evaluación más precisa del desempeño real de la empresa al eliminar la influencia de la expansión o reducción de su red de tiendas o restaurantes. Esto permite un enfoque en la eficiencia



operacional y el desempeño de cada ubicación existente, en lugar de simplemente medir el crecimiento basado en nuevas aperturas o nivel agregado. En segundo lugar, las ventas de las mismas tiendas son una herramienta valiosa para la toma de decisiones estratégicas, ya que ayudan a identificar problemas operativos o de marketing en las ubicaciones existentes y validan estrategias exitosas que pueden impulsar el crecimiento futuro.

e) Si un proyecto avanza lentamente hacia su rentabilidad plena, es probable que la depreciación en línea recta arroje una subestimación de sus utilidades en los primeros años.

Verdad, la depreciación en línea recta se considera una buena estimación de los costos económicos, siempre que la empresa esté operando a plena capacidad. Este tipo de depreciación distribuye el costo del activo de manera uniforme a lo largo de su vida útil, sin considerar la tasa real de utilización de este. En los primeros años de un proyecto, cuando el activo fijo se utiliza menos, la depreciación en línea recta resulta en una sobrestimación de los gastos/costos por este ítem, lo que a su vez aumenta las utilidades netas, generando una sobreestimación de las utilidades hasta que el proyectado alcance una estabilidad en su margen operativo.

f) Una empresa tiene inventario de 100 unidades valuado en un total de \$30 000. Si esto representa las ventas de 30 días, entonces el costo anual de sus ventas es \$300.000 y la razón de rotación de inventarios es 10.

Falso, para conocer el costo anual de las ventas, se necesita conocer el movimiento del inventario durante todo el período contable, no solo durante un período de 30 días. Es necesario conocer tanto el inventario inicial como el inventario final, y el costo de las compras realizadas durante el período contable.

Además, aunque la razón de rotación de inventarios está relacionada con la cantidad de días que el inventario tarda en venderse, no se puede calcular directamente a partir del valor del inventario y los días en ventas. Se necesitan los costos de ventas para calcular la razón de rotación de inventarios.

**Pregunta 3 (15 puntos):**

En el cierre de mercado del día 25/08/2023, la curva de tasas (YTM) de bonos del Tesoro de los EEUU en dólares fue la siguiente:

<a href="#">U.S. 1Y</a>	5,455%
<a href="#">U.S. 2Y</a>	5,078%
<a href="#">U.S. 3Y</a>	4,737%
<a href="#">U.S. 4Y</a>	4,587%
<a href="#">U.S. 5Y</a>	4,437%
<a href="#">U.S. 6Y</a>	4,398%
<a href="#">U.S. 7Y</a>	4,358%
<a href="#">U.S. 10Y</a>	4,231%
<a href="#">U.S. 20Y</a>	4,488%
<a href="#">U.S. 30Y</a>	4,279%

Por simplicidad, asuma que los bonos pagan cupones en forma **anual**.

a) Determine la tasa de bonos cero-cupón a 2 y 3 años, respectivamente.

**Forma 1:**

Una forma de realizar este problema es asumir la yield como la tasa cupón y asumir un nocional igual al precio, con esto a partir de las tasas indicadas, se puede construir bonos a 2 años y 3 años a 5,078% y 4,737% respectivamente, por lo que si asumimos un nocional de 100, se tendrá cupones de 5,078 y 4,737 respectivamente para cada bono, por lo tanto:

Para el bono US 1Y se tiene una yield (YMT) de 5,455% que es igual a la yield de un bono cero cupón a 1 año esto pues este bono tiene solo un flujo y por tanto también tendremos la tasa spot a 1 año  $r_{0,1} = 5,455\%$ .

Para el bono US 2Y se tiene una yield (YTM) de 5,078% por lo que conociendo los flujos de este bono se puede encontrar el precio, es decir:

$$100 = \frac{5,078}{(1 + y)} + \frac{105,078}{(1 + y)^2} \Rightarrow y = 5,078\%$$

Para determinar  $r_{0,2}$  hay dos opciones:

- Se puede construir un bono cero-cupón a 2 años. Si tenemos una posición larga en un bono 2 años con nocional 100 y le sumamos una posición corta de (5,078/105,455) de un bono a 1 año queda:



$$100 - \frac{5,078}{105,455} = \frac{5,078 - 5,078}{(1 + r_{0,1})} + \frac{105,078}{(1 + r_{0,2})^2} = 95,185 = \frac{105,078}{(1 + r_{0,2})^2} \rightarrow r_{0,2} = 5,068\%$$

- También se puede calcular usando la información de  $r_{0,1}$ :

$$100 = \frac{5,078}{(1 + r_{0,1})} + \frac{105,078}{(1 + r_{0,2})^2} = \frac{5,078}{(1 + 5,455\%)} + \frac{105,078}{(1 + r_{0,2})^2} \rightarrow r_{0,2} = 5,068\%$$

Análogamente, para el bono US 3Y se tiene una yield (YTM) de 4,737% y por tanto asumiendo también una tasa cupón igual a la YTM, con un nocional de 100 igual al precio se tendrá:

$$100 = \frac{4,737}{(1 + 5,455\%)} + \frac{4,737}{(1 + 5,068\%)^2} + \frac{104,737}{(1 + r_{0,3})^3} \rightarrow r_{0,3} = 4,715\%$$

Finalmente, las tasas cero cupón a 2 y 3 años serán las tasas spot ( $r_{0,2} = 5,068\%$  y  $r_{0,3} = 4,715\%$ ) ya que estas consideran el VP de un solo flujo a 2 y 3 años (sin cupones dentro de la madurez).

### Forma 2:

Otra forma, de realizar este problema es usar los cupones referenciales para estimar las tasas cero cupón a 2 y 3 años, usando la información brindada en los links, por tanto tiene que la tasa cupón referencial para el bono US a 2 años y 3 años es 5,00% y 4,375% respectivamente, por lo que asumiendo un nocional de 100, se tendrá cupones de 5 y 4,375 respectivamente para cada bono, por lo tanto:

Para el bono US 1Y se tiene una yield (YMT) de 5,455% ya que la tasa yield de un bono cero cupón a 1 año esto pues este bono tiene solo un flujo y por tanto tendríamos la tasa spot a 1 año  $r_{0,1} = 5,455\%$

Para el bono US 2Y se tiene una yield (YTM) de 5,078% por lo que conociendo los flujos de este bono se puede encontrar el precio, es decir:

$$P = \frac{5}{(1 + y)} + \frac{105}{(1 + y)^2} = \frac{5}{(1 + 5,078\%)} + \frac{105}{(1 + 5,078\%)^2} = 99,86$$

Por tanto, estructurando el precio en función de las tasas spot tendremos:

$$99,86 = \frac{5}{(1 + r_{0,1})} + \frac{105}{(1 + r_{0,2})^2} = \frac{5}{(1 + 5,455\%)} + \frac{105}{(1 + r_{0,2})^2} \rightarrow r_{0,2} = 5,069\%$$



Análogamente, para el bono US 3Y se tiene una yield (YTM) de 4,737% por lo que conociendo los flujos de este bono se puede encontrar el precio, es decir:

$$P = \frac{4,375}{(1+y)} + \frac{4,375}{(1+y)^2} + \frac{104,375}{(1+y)^3}$$

$$P = \frac{4,375}{(1+4,737\%)} + \frac{4,375}{(1+4,737\%)^2} + \frac{104,375}{(1+4,737\%)^3} = 99,01$$

Por tanto, estructurando el precio en función de las tasas spot:

$$99,01 = \frac{4,375}{(1+r_{0,1})} + \frac{4,375}{(1+r_{0,2})^2} + \frac{104,375}{(1+r_{0,3})^3}$$

$$99,01 = \frac{4,375}{(1+5,455\%)} + \frac{4,375}{(1+5,069\%)^2} + \frac{104,375}{(1+r_{0,3})^3} \rightarrow r_{0,3} = 4,716\%$$

Finalmente, las tasas cero cupón a 2 y 3 años serán las tasas spot ( $r_{0,2} = 5,069\%$  y  $r_{0,3} = 4,716\%$ ) al mismo plazo ya que estas consideran el VP de un solo flujo a 2 y 3 años (sin cupones dentro de la madurez).

b) ¿Cuál es la YTM esperada de un bono a 2 años a emitirse en 1 año?

Emitir un bono en 1 año a un plazo de 2 años es equivalente a emitir ahora un bono a 3 años con una posición corta de un bono a 1 año, de tal forma que no haya flujos hoy. Es decir:

Año	0	1	2	3
Bono 1Y	100	-105,455		
Bono 3Y	-100	4,737	4,737	104,737
Total	0	-100,718	4,737	104,737

Entonces:

$$100,718 = \frac{4,737}{(1+y)} + \frac{104,737}{(1+y)^2} \Rightarrow y = 4,354\%$$

Nota: Si interpretan que las tasas dadas fueran cero-cupón (que en este caso no lo son), entonces se podría usar

$$f_{1,2} = \left( \frac{(1+y_3)^3}{(1+y_1)^1} \right)^{\frac{1}{2}} - 1 = \left( \frac{(1+4,737\%)^3}{(1+5,455\%)^1} \right)^{\frac{1}{2}} - 1 = 4,380$$



c) ¿Cuál es el YTM esperada de un bono a 3 años a emitirse en 7 años?

Emitir un bono en 7 año a un plazo 3, implica encontrar una combinación de bono que anulen todos los flujos entre hoy y el año 6 para solo dejar flujos en los años del 7 al 10. Esto se hace recursivamente determinado los pesos de las posiciones en bonos con vencimiento a cada año tal que anulen los flujos remanentes a ese año específico. Es decir:

Bono	Posición	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1Y	0,12367	-0,1237	0,1304									
2Y	0,13042	-0,1304	0,0066	0,1370								
3Y	0,13704	-0,1370	0,0065	0,0065	0,1435							
4Y	0,14354	-0,1435	0,0066	0,0066	0,0066	0,1501						
5Y	0,15012	-0,1501	0,0067	0,0067	0,0067	0,0067	0,1568					
6Y	0,15678	-0,1568	0,0069	0,0069	0,0069	0,0069	0,0069	0,1637				
7Y	-100,84158	100,8416	-4,3947	-4,3947	-4,3947	-4,3947	-4,3947	-4,3947	-105,2363			
10Y	100,00000	-100,0000	4,2310	4,2310	4,2310	4,2310	4,2310	4,2310	4,2310	4,2310	4,2310	104,2310
Suma	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	-101,00525	4,23100	4,23100	104,23100

Entonces:

$$101,00525 = \frac{4,231}{(1+y)} + \frac{4,231}{(1+y)^2} + \frac{104,231}{(1+y)^3} \Rightarrow y = 3,870\%$$

Nota: Si interpretan que las tasas dadas fueran cero-cupón (que en este caso no lo son), entonces se podría usar:

$$f_{7,3} = \left( \frac{(1+y_{10})^{10}}{(1+y_7)^7} \right)^{\frac{1}{3}} - 1 = \left( \frac{(1+4,231\%)^{10}}{(1+4,358\%)^7} \right)^{\frac{1}{3}} - 1 = 3,935\%$$

d) El Tesoro planea emitir un bono que paga USD 100 en los 4 años siguientes a su emisión, ¿A qué precio se debería vender ese bono para que no exista arbitraje, si hubiese sido subastado en el cierre del 25/08/2023?

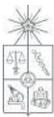
Tenemos las tasas spot a 1,2,3 años, por lo que nos falta calcular tasa spot a 4 años, es decir  $r_{0,4}$  por tanto:

### Forma 1

Para el bono con yield US 4Y si asumimos nocional igual al precio 100 y yield igual a la tasa cupón, se tendría la siguiente estructura de flujos:

$$100 = \frac{4,587}{(1+4,587\%)} + \frac{4,587}{(1+4,587\%)^2} + \frac{4,587}{(1+4,587\%)^3} + \frac{104,587}{(1+4,587\%)^4}$$

Por tanto, si estimamos la tasa  $r_{0,4}$  mediante tasas cero cupón o spot obtenidas en la Forma 1 de la parte a) tendríamos:



$$100 = \frac{4,587}{(1 + r_{0,1})} + \frac{4,587}{(1 + r_{0,2})^2} + \frac{4,587}{(1 + r_{0,3})^3} + \frac{104,587}{(1 + r_{0,4})^4}$$

$$100 = \frac{4,587}{(1 + 5,455\%)} + \frac{4,587}{(1 + 5,068\%)^2} + \frac{4,587}{(1 + 4,715\%)^3} + \frac{104,587}{(1 + r_{0,4})^4}$$

$$\rightarrow r_{0,4} = 4,560\%$$

Por tanto, para el bono con flujos constantes de 100 USD, se tiene que el precio:

$$P = \frac{100}{(1 + 5,455\%)} + \frac{100}{(1 + 5,068\%)^2} + \frac{100}{(1 + 4,715\%)^3} + \frac{100}{(1 + 4,560\%)^4} = 356,17$$

Por tanto, para que no exista oportunidad de arbitraje al 25/08/23 se debe tener un precio implícito igual a 356,17. Esto es, igual al precio actual.

### Forma 2:

Podemos estructurar el precio del bono de la curva yield US 4Y de la misma forma anterior sin embargo, debemos considerar que no se tiene información de cupón referencial por lo que tomaremos el promedio de la tasa cupón a 3Y y 5Y, es decir  $i = \frac{4,375\% + 4,375\%}{2} = 4,375\%$ .

Finalmente, estimando el precio mediante la yield US 4Y y asumiendo notional 100:

$$P = \frac{4,375}{(1 + 4,587\%)} + \frac{4,375}{(1 + 4,587\%)^2} + \frac{4,375}{(1 + 4,587\%)^3} + \frac{104,375}{(1 + 4,587\%)^4} = 99,24$$

Si usamos las tasas cero cupón es decir las spot obtenidas en la Forma 2 de la parte a):

$$99,24 = \frac{4,375}{(1 + r_{0,1})} + \frac{4,375}{(1 + r_{0,2})^2} + \frac{4,375}{(1 + r_{0,3})^3} + \frac{104,375}{(1 + r_{0,4})^4}$$

$$99,24 = \frac{4,375}{(1 + 5,455\%)} + \frac{4,375}{(1 + 5,069\%)^2} + \frac{4,375}{(1 + 4,716\%)^3} + \frac{104,375}{(1 + r_{0,4})^4}$$

$$\rightarrow r_{0,4} = 4,561\%$$

Por tanto, para el bono con flujos constantes de 100 USD, se tiene que el precio:

$$P = \frac{100}{(1 + 5,455\%)} + \frac{100}{(1 + 5,069\%)^2} + \frac{100}{(1 + 4,716\%)^3} + \frac{100}{(1 + 4,561\%)^4} = 356,16$$

Por tanto, para que no exista oportunidad de arbitraje al 25/08/23 se debe tener un precio implícito igual a 356,16 es decir igual al precio actual.

#### Pregunta 4 (15 puntos):

En 1860, en las postrimerías de la segunda guerra del opio, la empresa comercial Jardine Matheson & Co. (JM&Co), basada en Hong Kong (HK), saludó la partida a Inglaterra de Joseph Jardine, su ejecutivo principal (su “taipán” por el título en chino), con 21 salvas de cañón disparadas desde los muelles de la compañía, ubicada en el barrio de East Point, en la costa norte de la isla de HK. Un oficial naval británico, que era nuevo en HK y no conocía tal tradición, se molestó. Esto, porque ese saludo de 21 salvas normalmente estaba reservado para funcionarios del gobierno y militares de muy alto rango. Como resultado, a JM&Co se le ordenó, como sanción, disparar una salva de cañón todos los días, al mediodía, a perpetuidad. Esto como servicio público a la ciudad HK para marcar esa hora, cosa se sigue haciendo hasta hoy. La invasión japonesa de HK interrumpió el servicio entre 1941 y 1945. Acabada la guerra, ante la desaparición del cañón original, la marina británica prestó un cañón naval a JM&Co, con el que se continuó efectuando la salva de mediodía. JM&Co es hoy un conglomerado que, entre otros activos, controla la cadena de hoteles Mandarin Oriental.

El costo total de cada munición de salva es de aproximadamente USD 100. Asuma que ese costo ha sido constante en términos reales (esto es, ajustado por inflación), en los últimos 163 años. Ignore otros costos.

a) ¿Cuál sería su estimación más razonable del valor actual que ha costado la sanción impuesta a JM&Co a la fecha?

Este es un problema que implica pensar en los flujos, en el costo de oportunidad de dinero sobre largos periodos de tiempo y formas de actualizarlo.

Al tener el costo de la salva en USD reales, es razonable actualizar el costo utilizando una tasa de interés real. Hay varias fuentes que se pueden citar y los rangos para la tasa de interés en el periodo variaran ente 1,5% y 3,5%. Asumiendo una tasa de interés real promedio histórica en USA de 2% anual (a mí me da 2,24% pero admito que es debatible):

**Fuente:** <https://www.bankofengland.co.uk/working-paper/2020/eight-centuries-of-global-real-interest-rates-r-g-and-the-suprasecular-decline-1311-2018>

Se tendría una suma de flujos pasados que hay que llevar a VF de la siguiente manera:

$$VF = \sum_{t=1}^{163} 100 \times 365 \times (1 + 2\%)^t - \sum_{t=78}^{82} 100 \times 365 \times (1 + 2\%)^t$$

Notemos que tenemos una suma de VF a hoy 2023 de los flujos desde 1860 hasta el flujo de 2022, a esto se le tiene que restar los días en los que se interrumpió el servicio, es decir entre los flujos de 1941 y 1945, ósea los flujos que componen de 78 a 82 años respectivamente a 2023.

$$VF = USD 43.505.304$$



### Forma 2:

Un análisis más detenido nos lleva a considerar que los años no tienen exactamente 365 días. Hay años bisiestos (los años divisibles por 4 a excepción del 2000). También podemos considerar que la fecha de partida de la tradición fue en medio del año 1860; que HK cayó en control de Japón el 25/12/1941; y que, si bien la guerra en el Pacífico terminó el 15/08/1945, la recuperación del control británico solo se concretó el 30/08/1945. Por tanto, posiblemente la tradición no se recuperó hasta varios meses después (01/01/1946 por ejemplo). Con esto se llega a un valor hoy de USD 44,1 millones (a la misma tasa de 2% real).

b) ¿Cuál sería valor presente de la obligación (pasivo) que JM&Co debería anotar en sus balances por concepto de esta sanción?

Asumiendo un crecimiento real de los flujos de acuerdo con la tasa de inflación a LP (largo plazo) de aproximadamente 2% para USA

**Fuente:** [International Monetary Fund, World Economic Outlook Database, April 2022 \(2028 Inflation, end of period consumer prices percent change\)](#)

Y considerando una perpetuidad con crecimiento, donde la tasa de descuento es el costo de deuda de 4,35%. (En un rango entre 4,5-5% +/- 0,5% se considera correcto)

**Fuente:** <https://valueinvesting.io/J36.SI/valuation/wacc>

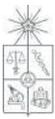
Se considera el costo de deuda ya que se quiere valorizar el pasivo o deuda que tiene la empresa, por lo que tomar la tasa de endeudamiento representativa de la empresa es ideal para descontar flujos de pasivos. Por lo tanto, se tiene el siguiente VP del pasivo:

### Forma 1:

$$VP(\text{Pasivo}) = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{(365 \times 100) \times (1 + 2\%)^{t-1}}{(1 + 4,35\%)^t} = \frac{365 \times 100}{4,35\% - 2\%} = USD 1.553.191,49$$

### Forma 2:

Con todo, si analizamos con más cuidado, vemos que los flujos son diarios por lo que si es que queremos usar flujos anuales, estos están mejor representados si los ubicamos a 6 meses, 1,5 años, 2,5 años etc, a esto se le llama descuento Mid Year y es usado para representar mejor los flujos de efectivo que se efectúan dentro de cada año, esto pues la forma en que sabemos descontar asume que los flujos se recibirán al final del año, en cambio el Mid Year discount



brinda una mejor estimación del valor presente, ya que tratamos todos los flujos de efectivo como si ocurrieran en el punto medio, en lugar de al final, del período del tiempo dado.

Por tanto:

$$Tasa Real = \frac{1 + 4,35\%}{1 + 2\%} - 1 = 2,304\%$$

$$VP(Pasivo) = \frac{365,2425 \times 100}{(1 + 2,304\%)^{0,5}} \times \left( 1 + \sum_{t=1}^{\infty} \frac{1}{(1 + 2,304\%)^t} \right) = USD 1.567.356$$

Donde 365,2425 resulta de obtener los días por año, calculando la cantidad de días entre 1860 y 2023 y dividiendo por la cantidad de años, considerando efectos de años bisiestos y los supuestos mencionados en la Forma 2 de la pregunta P4a.

### Forma 3:

Otra forma, es considerar flujos diarios y tratar las tasas en términos diarios, para ello habría que pasar la tasa de  $g=2\%$  y el costo de deuda anual a diario, con ello se calcularía la perpetuidad con la Forma 1 pudiendo obtener resultados similares a los obtenidos.