

Examen Finanzas I – IN4232  
Profesor Auxiliar: Josué Guillen

Ayudantes: Axel Ballesteros, Nicole Galindo, Rubén Ortega, Fernanda Saavedra

Puntaje total: 60 puntos

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

- La resolución del Examen es estrictamente individual. Cualquier comunicación no autorizada será penalizada con la no corrección del examen.
- Puede utilizar una calculadora no programable. No se puede utilizar celulares, tablets, PDAs u otros equipos con conexión inalámbrica de alguna clase.
- El Tiempo estimado de lectura y resolución del Examen es de 2,0 horas.
- Durante el control se pueden hacer preguntas de aclaración de enunciado, pero de una forma que respete el trabajo de los demás estudiantes.
- 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.

¡Que les vaya bien!



Hoja de calificaciones

1. / 20

2. / 20

3. / 20

Total / 60

**Pregunta 1 (20 puntos):**

En el cuadro adjunto se muestran las obligaciones fijas de un plan de compensaciones que ha sido comprometido por Empresa SpA.

Beneficios anuales (MM UF)

18/01/2025	\$20,08
18/01/2026	\$ 25,90
18/01/2027	\$ 31,72
18/01/2028	\$ 37,55
Total	\$115,26

Suponga una tasa de interés el 4,5%,

a) Determine el valor presente de este flujo de obligaciones fijas y su duración (ModD)

$$VP(Obligaciones) = \frac{20,08}{(1 + 4,5\%)^1} + \frac{25,90}{(1 + 4,5\%)^2} + \frac{31,72}{(1 + 4,5\%)^3} + \frac{37,55}{(1 + 4,5\%)^4} = 102,23$$

$$MacD = \frac{1}{102,22} \left( \frac{20,08 \times 1}{(1 + 4,5\%)^1} + \frac{25,90 \times 2}{(1 + 4,5\%)^2} + \frac{31,72 \times 3}{(1 + 4,5\%)^3} + \frac{37,55 \times 4}{(1 + 4,5\%)^4} \right) = 2,70$$

$$ModD(Obligaciones) = \frac{2,70}{1 + 4,5\%} = 2,58$$

Si se toman las fechas indicadas respecto del día del examen, el VP es 100,00 y la MacD es 3,20.

b) Su jefe le indica que le entregará el monto del valor presente determinado en a) para invertir en bonos del Banco Central (BCP) con objeto de financiar el plan de compensaciones. Su jefe insiste en que solo invierta en bonos cero-cupón de 1 y 7 años. Su tarea es minimizar la exposición del fondo de compensación de Empresa SpA a cambios inesperados en el nivel de las tasas de interés. Su desempeño será evaluado después de un año.

Describe cómo elegiría y administraría la cartera de bonos cero-cupón a 1 y 7 años para minimizar la exposición al riesgo de tasa de interés.

Para minimizar la exposición al riesgo de interés el cambio de valor en los activos debe ser igual al cambio de valor en los pasivos, es decir:

$$\Delta(\text{Pasivos}) = \Delta(\text{Activos}) \rightarrow$$

$$-\text{ModD}(\text{Pasivos}) \times \text{Valor Pasivos} \times \Delta r = -\text{ModD}(\text{Activos}) \times \text{Valor Activos} \times \Delta r$$

$$-2,58 \times 102,22 \times \Delta r = -\text{ModD}(\text{Activos}) \times 102,23 \times \Delta r \rightarrow \text{ModD}(\text{Activos}) = 2,58$$

$$\frac{\text{MacD}(\text{Activos})}{1 + 4,5\%} = 2,58 \rightarrow \text{MacD}(\text{Activos}) = 2,70$$

Como el MacD del portafolio de activos es 2,70 debemos ver cuanto es el porcentaje que le invertiríamos a cada activo en este caso al bono cero a 1 año y a 7 años, recordando que la MacD individual de cada bono cero es igual a su madurez, por tanto:

$$2,70 = W_1 \times 1 + W_7 \times 7 = w \times 1 + (1 - w) \times 7 \rightarrow w = 71,67\%$$

Es decir, para minimizar el riesgo se tendría que invertir a priori 71,67% de 102,23 en el bono a 1 año y 28,33% en el bono a 7 años.

Durante el año, se tendrá que administrar la cartera más en el bono a 1 año es decir aumentando el porcentaje que tengo invertido en este y por tanto reduciendo la posición en el bono a 7 años, esto ya que un bono cero con una madurez mayor i.e mayor MacD i.e mayor ModD tendrá una mayor sensibilidad a los movimientos en la tasa de interés dentro del año.

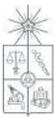
### Pregunta 2 (20 puntos):

Una institución financiera SURE le ofrece invertir en una nota estructurada. Estos instrumentos funcionan como un contrato donde los pagos sobre la inversión inicial se determinan en función de las variaciones de ciertos activos financieros. En este caso, SURE ofrece la nota denominada DÓLAR 107. En este caso, para una inversión hoy de 100, en 2 años se ofrece pagar 107,0 más el 50% de la variación del índice S&P500 si la variación es positiva con un tope de 30% de variación. Por tanto, el pago de la nota puede ir de 107,0 a 122,0, esto es, al final del plazo señalado, la nota tiene un retorno fijo asegurado de 7% más un precio por el 50% de la rentabilidad del índice.

Un bono del tesoro de Estados Unidos a 2 años tiene un rendimiento (YTM) de 4,59% anual. Hoy el índice S&P500 está a 4.500, y su volatilidad reciente es un 18,2% anual. En el mercado se ofrecen opciones call y put sobre el índice. Una opción call a 2 años, con un precio de ejecución de 4.500, vale 594,6 (13,21%). Una opción call sobre el mismo índice, al mismo plazo y a un precio de ejecución de 5.850, vale 55,3 (1,23%). El futuro a 2 años del índice está a 4806,6.

a) Dibuje los pagos y determine cómo puede emular la nota con instrumentos de mercado.

Los pagos de la nota, para una inversión de 100,0 son consistentes con:



- 1) Invertir en un bono a 2 años con VF 57 (para pagar la parte fija de la nota)
- 2) Vender un call a 2 años a 5.850 (= 4.500 \*1,3) por un valor nocional de 50
- 3) Comprar una put a 2 años a 4500 por un valor nocional de 50
- 4) Comprar un forward por un valor nocional de 50 a 2 años en el índice a 4.500
- 5) Invertir en un bono un VF de 50 (para poder pagar el forward de 4)).

b) ¿Le conviene invertir en esta nota estructurada?

Para esto se debe valorar las componentes vistas en a)

1) Invertir para tener un VF de 57 implica:  $-57/(1+4,59\%)^2 = -52,107$

2) Vender un call a 2 años con K=5850:  $55,3/4500*50 = 0,614$

3) Comprar una put a 2 años con K=4.500. Tenemos el valor de la call (594,6). Usaremos la ecuación put-call parity:

$$C_t - P_t = D(F_t - S_t)$$

Sabemos que a 2 años  $F=4.806,6$ , entonces:  $Put (K=4500) = 594,6 + 4113,70 - 4394,0 = 314,30$

Comprar la put con un nocional de 50 implica  $-314,30/4500*50 = -3,49$

4) Comprar un forward a un precio 4500 a 2 años con nocional de 50:

Este forward tiene VP positivo (se debe pagar por el):  $-(4806,6-4500)/(1+4,59\%)^2 = -28,03$

Para un nocional de 50:  $-28,03/450*50 = -3,11$

5) Invertir con VF = 50:  $-50/(1+4,59\%)^2 = -45,71$

Sumado las partes:  $-52,107+0,614-3,49-3,11-45,71 = -103,81$

Si conviene. Se compra en 100 algo que vale replicarlo 103,81

c) ¿A qué rendimiento fijo asegurado está en indiferencia entre invertir o no en la nota?

La indiferencia está en un premio garantizado 2,84% en lugar de 7% ( $7\% - 3,81\%*1,4,59\%^2$ ).

**Pregunta 3 (20 puntos):**

Una empresa productora de celulosa está evaluando la construcción de una nueva planta en un país en desarrollo. La planta tiene un costo de \$1.000 millones (mil millones de dólares). Se estima que la planta tiene una vida útil de 50 años y que el beneficio esperado es de \$120 millones antes de impuesto.

Es difícil calcular el beta de la industria, pero sabemos que una empresa en esta industria localizada en USA, que tiene una deuda del 20%, presenta un beta de 1,05 (con la deuda incluida). Considere que la tasa de impuesto a las empresas en USA es de 21%. La deuda de esta empresa está a la tasa libre de riesgo + 1%. La tasa libre de riesgo es de 3,5%. La rentabilidad del SP500, que es un proxy del mercado, se estima en 7% (5,5% proviene del aumento del valor de las acciones y 1,5% de los dividendos que reparte).

El país donde se localizaría el eventual proyecto tiene un “riesgo país” de 1,2%, que corresponde al riesgo inherente al país en cuestión.

- i) Calcule la tasa de impuesto máximo que permite hacer viable este proyecto. Evalúe el proyecto sin deuda para responder esta pregunta.

Para ver si el proyecto es viable el VAN debe ser mayor a 0, es decir:

$$VAN = -1.000 + \frac{120(1 - \tau_{proyecto})}{r_{proyecto}} \left( 1 - \frac{1}{(1 + r_{proyecto})^{50}} \right) > 0$$

Notemos que contamos con datos de una empresa de USA por lo que los usaremos mediante MMII, en efecto:

Sabemos primero que para la empresa comparable en USA:

$$r_E = 3,5\% + 1,05 \times (7\% - 3,5\%) = 7,18\%$$

$$r_D = 4,5\%$$

Ahora bien, sabemos que por MMII:

$$r_E = r_A^U + \frac{D}{E} \times (r_A^U - r_D)(1 - \tau_{empresa})$$

$$7,18\% = r_A^U + \frac{20\%}{80\%} \times (r_A^U - 4,5\%)(1 - 21\%) \rightarrow r_A^U = 6,64\%$$



Ahora que tenemos el retorno de los activos sin deuda y nos piden evaluar el proyecto sin deuda entonces  $r_A^U = 6,64\%$  para el proyecto sin embargo dado que el riesgo país en donde se encuentra el proyecto es 1,2% entonces  $r_{proyecto} = 6,64\% + 1,2\% = 7,84\%$

Luego para el proyecto en cuestión:

$$VAN = -1.000 + \frac{120(1 - \tau_{proyecto})}{7,84\%} \left(1 - \frac{1}{(1 + 7,84\%)^{50}}\right) > 0$$
$$\rightarrow \tau_{proyecto} < 33,13\%$$

De la ecuación anterior la tasa de impuestos máxima a soportar por este proyecto para ser viable será 33,13%.

Considere que la empresa está tratando de mejorar el proyecto. Tiene la opción de construir una caldera adicional, con lo que la fábrica podría vender 10 megas de energía al sistema eléctrico del país. La ampliación tendría un costo de \$200 millones y podría generar una utilidad adicional de \$35 millones antes de impuesto. El beta de la industria productora de energía eléctrica en USA es de 0,7 (sin deuda). La tasa de impuesto a las empresas en USA es de 21%.

ii) Calcule la tasa de impuesto máximo que permite hacer la ampliación. Evalúe el proyecto sin deuda para responder esta pregunta.

Opción a): Proyecto solo de caldera

Sabemos que para la tasa de activos sin deuda para la industria productora de energía eléctrica en USA sería:

$$r_A^U = 3,5\% + 0,7 \times (7\% - 3,5\%) = 5,95\%$$

Con esto, dado que nos solicitan evaluar el proyecto de construcción de la caldera sin deuda entonces por Modigliani y Miller II podemos verificar que la tasa del proyecto será simplemente la tasa de descuento de la industria sin deuda en USA más el riesgo país dado que el proyecto lo estamos haciendo en un país en desarrollo por lo que hay que considerar ese spread, es decir:

$$r_{proyecto} = 5,95\% + 1,2\% = 7,15\%$$

Con esto y razonando análogamente, el proyecto de producción de energía eléctrica mediante la construcción de una caldera adicional tendría que ser viable para un impuesto que cumpla:



$$VAN = -20 + \frac{35(1 - \tau_{proyecto})}{7,15\%} \left(1 - \frac{1}{(1 + 7,15\%)^{50}}\right) > 0$$
$$\tau_{proyecto} < 57,81\%$$

Para que esto pase la tasa de impuestos para este proyecto de producción de energía eléctrica tendría que ser a lo más 57,81%

Opción b): Proyecto planta + caldera

$$VAN = -1.000 + \frac{120(1 - \tau_{proyecto})}{7,84\%} \left(1 - \frac{1}{(1 + 7,84\%)^{50}}\right) - 20 + \frac{35(1 - \tau_{proyecto})}{7,15\%} \left(1 - \frac{1}{(1 + 7,15\%)^{50}}\right) > 0$$

Para que el VAN del proyecto y caldera sea mayor a 0, la tasa de impuesto que considera este proyecto conjunto sería 39,07%

iii) Si decide hacer el proyecto de la planta de celulosa junto con la ampliación, estime el beta del complejo industrial integrado que contempla esta inversión.

Dado que contamos con las tasas de descuento de cada proyecto por separado podemos estimar el beta de cada proyecto por separado y luego hacer un promedio ponderado considerando la inversión que se haría en cada uno:

Para el proyecto de la planta se tendría que:

$$7,84\% = 3,5\% + \beta_A \times (7\% - 3,5\%) \rightarrow \beta_A = 1,24$$

Para la construcción de la caldera adicional que produciría energía eléctrica se tendría:

$$7,15\% = 3,5\% + \beta_A \times (7\% - 3,5\%) \rightarrow \beta_A = 1,04$$

Finalmente, el beta combinado sería considerando la inversión que se tendría que hacer en cada uno que era 1.000 millones para la planta y 200 millones para la caldera, por tanto:

$$\beta_{proyecto\ conjunto} = \frac{1.000}{1.200} \times 1,24 + \frac{200}{1.200} \times 1,04 = 1,207$$



Algunas Formulas Útiles:

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

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

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

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

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

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

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

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

$$E[r_p] = \omega_1 \mu_1 + \omega_2 \mu_2 + \dots + \omega_n \mu_n$$

$$Var[r_p] = \sum_{i=1}^n \omega_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i \neq j} \omega_i \omega_j Cov[r_i, r_j]$$

$$\beta_i \equiv \frac{Cov[r_i, r_m]}{Var[r_m]}$$

$$E[r_i] = r_f + \beta_i (E[r_m] - r_f)$$

$$MMII: r_E = r_U + \frac{D}{E} (r_U - r_D); V_L = V_U + PV(\text{ahorro imp. por deuda})$$

$$WACC: r_A = \frac{E}{E+D} r_E + \frac{D}{E+D} r_D (1 - \tau_C)$$



$$F_{t,T} \approx H_{t,T} = (1 + r_f)^{T-t} S_t + FV_T(\text{costo de tener el activo subyacente de } t \text{ a } T)$$

$$C(S_t, t) = N(d_1) \cdot S_t - N(d_2) \cdot PV(K)$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_t}{PV(K)}\right)}{\sigma\sqrt{T-t}} + \frac{1}{2}\sigma\sqrt{T-t}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T-t}$$

$$PV(K) = Ke^{-r(T-t)}$$

$$C_t - P_t = S_t - Ke^{-r_c(T-t)} - D_{t,T}$$