Pontificia Universidad Católica de Chile
Ingeniería Industrial y de Sistemas
ICS-3413 FINANZAS
Prof. G. Cortázar

PAUTA INTERROGACIÓN 2

PREGUNTA 1
[Puntaje Máximo: 20 puntos]

Clase Ejecutiva

a) Falso (la volatilidad de uno bono es directamente proporcional a su duración)
b) Verdadero
c) Verdadero
d) Falso (*short sale* se produce cuando un inversionista vende un activo adquirido en préstamo, con la obligación de revertir el préstamo a futuro)
e) Falso (se habla de *share repurchase* cuando la firma usa los excedentes en comprar sus propias accionas)
f) Verdadero

Libro

g) Falso (TPP, sigla en inglés para Acuerdo Transpacífico)
h) Falso (S&P mantuvo la clasificación de deuda soberana de Chile en A+, y destacó que tiene la mejor clasificación en la región)
i) Falso (el objetivo del proyecto inicial consideraba un plazo de 30 días, la administración actual propone no fijar un plazo sino respetar las fechas pactadas en la factura)
j) Verdadero

PREGUNTA 2

[Puntaje Máximo: 12 puntos]

a) [2 puntos] Para el proyecto A se tiene

$$VAN(A) = -100 + \sum_{t=1}^{10} \frac{10}{(1+0{,}1)^t} \cdot 0{,}27 = -83{,}40967$$

Por su parte, para el proyecto B se tiene

$$VAN(B) = -\sum_{t=1}^{10} \frac{X}{(1+0{,}1)^t} \cdot (1-0{,}27) = -4{,}48553 \cdot X$$

Igualando $VAN(A) = VAN(B)$ se obtiene $X = 18{,}59526$

b) [2 puntos] El WACC bajo impuestos está dado por

$$r_{WACC} = \frac{1000}{1000+2000} \cdot 0{,}20 + \frac{2000}{1000+2000} \cdot 0{,}10 \cdot (1-0{,}27) = 11{,}53333\%$$

Con esta tasa se pueden descontar los flujos del nuevo proyecto. De este modo se debe cumplir

$$VAN = -X + \frac{100}{(1+r_{WACC})} \cdot (1-0{,}27) = 0$$
$$X = 65{,}45129$$

c) [2 puntos] El precio de la acción en este caso está dado por

$$P = \frac{D}{r-x}$$
$$20 = \frac{1}{0{,}10-x}$$
$$x = 5\%$$

d) [2 puntos] Se cumple $r_1 = TIR(B) = 0{,}05$ y $r_2 = TIR(C)$. De este modo, para el bono A se cumple (normalizando flujos)

$$B(A) = \frac{10}{(1+r_1)} + \frac{110}{(1+r_2)^2} = \frac{10}{(1+TIR(A))} + \frac{110}{(1+TIR(A))^2}$$

Dado $TIR(A) = 10\%$, se tiene $r_2 = TIR(C) = 10{,}26284$

e) [2 puntos] Para los escenarios planteados se tiene:

i. Sería preferible invertir en el bono II. Si la tasa de interés baja más de lo esperado, entonces el precio de los bonos aumentará. El alza en el precio del bono II será mayor dado que su plazo para el vencimiento es mayor y, por lo tanto, su precio es más sensible a cambios en la tasa de interés (mayor duración y convexidad).

ii. Sería preferible invertir en el bono II. En bonos de descuento, una disminución en la tasa genera un mayor cambio en el precio que un aumento equivalente en la tasa. Dado que el bono II tiene mayor duración y convexidad, su precio es más sensible a cambios en la tasa de interés.

f) [2 puntos] Para que ambas alternativas sean equivalentes se debe cumplir

$$U(100) = 0{,}5 \cdot U(120) + 0{,}5 \cdot U(X)$$
$$\ln(100) = 0{,}5 \cdot \ln(120) + 0{,}5 \cdot \ln(X)$$
$$100 = \sqrt{120 \cdot X}$$
$$X = 83{,}33333$$

PREGUNTA 3

[Puntaje Máximo: 10 puntos]

a) [2 puntos] Dado $f_{12} < 0$, se desprende

$$(1+r_1)(1+f_{12}) = (1+r_2)^2$$
$$\frac{(1+r_2)^2}{1+r_1} - 1 = f_{12} < 0$$
$$(1+r_2)^2 < (1+r_1)$$

Lo anterior implica que la deuda a 2 años es más barata que la deuda a 1 año. Esto se podría aprovechar al endeudarse en $x en T=1, pagando solo $0,98x en T=2, obteniendo una ganancia de $0,02x sin riesgo. Por lo tanto, una tasa forward negativa implica la existencia de una oportunidad de arbitraje.

b) [4 puntos] El precio del bono queda expresado como

$$P(B) = \frac{300}{(1+r_1)} + \frac{500}{(1+r_1)(1+f_{12})} = \frac{300}{1{,}05} + \frac{500}{(1{,}05)\cdot(1+f_{12})}$$

Note que para que $P(B)$ sea máximo, la tasa f_{12} tiene que ser mínima. De la parte a), para evitar oportunidades de arbitraje se establece que dicha tasa mínima es $f_{12} = 0$, por lo tanto

$$P(B)_{max} = \frac{300}{1{,}05} + \frac{500}{(1{,}05)\cdot(1)} = 761{,}90476$$

c) [4 puntos] Para que $P(B)$ sea mínimo se necesita que f_{12} sea máximo. Utilizando la información para el Bono A se tiene

$$200 = \frac{300}{(1+r_3)^3}$$
$$r_3 = 14{,}47142\%$$

Además, por definición

$$(1+r_3)^3 = (1+r_1)(1+f_{12})(1+f_{23})$$

Se sabe que $r_1 = 5\%$ y que se requiere $f_{23} \geq 0$ para evitar oportunidades de arbitraje. Con esto se puede llegar a

$$(1+r_3)^3 \geq (1+r_1)(1+f_{12})$$
$$f_{12} \leq \frac{(1+r_3)^3}{1+r_1} - 1$$
$$f_{12} \leq 42{,}85714\%$$

Con lo que obtiene una cota superior para f_{12} y con ello es posible calcular el precio mínimo para B

$$P(B)_{min} = \frac{300}{1{,}05} + \frac{500}{(1{,}05)\cdot(1{,}42857)} = 619{,}04762$$

PREGUNTA 4

[Puntaje Máximo: 8 puntos]

a) [2 puntos] Para que la persona sea racional se debe cumplir $U'(W) > 0$. Entonces

$$U'(W) = ABe^{-BW} > 0$$

Lo que se cumple si $AB > 0$

b) [2 puntos] Para que la persona sea aversa al riesgo se debe cumplir $U''(W) < 0$. Entonces

$$U''(W) = -AB^2e^{-BW} < 0$$

Lo que se cumple si $A > 0$. Adicionalmente, para que la persona sea racional se debe cumplir la condición de la parte a). Entonces, $B > 0$.

c) [2 puntos] De a) y b) se sabe que para una persona racional y aversa al riesgo se debe cumplir $A, B > 0$. Además, se tiene

$$ARA = -\frac{U''(W)}{U'(W)} = -\left(\frac{-AB^2e^{-BW}}{ABe^{-BW}}\right) = B$$

Dado que el ARA es constante e independiente del nivel de riqueza, sí es posible determinar lo indicado en el enunciado. Sea x la prima a pagar hoy, entonces se debe cumplir

$$\begin{gathered} U(W-x) = 0{,}5 \cdot U(W+100) + 0{,}5 \cdot U(W-100) \\ -ABe^{-B(W-x)} = -0{,}5 \cdot ABe^{-B(W+100)} - 0{,}5 \cdot ABe^{-B(W-100)} \\ 2e^{-B(W-x)} = e^{-B(W+100)} + e^{-B(W-100)} \\ 2e^{Bx} = e^{-100B} + e^{100B} \\ x = \frac{1}{B}\ln\left(\frac{e^{-100B} + e^{100B}}{2}\right) \end{gathered}$$

d) [2 puntos] De a) y b) se sabe que para una persona racional y aversa al riesgo se debe cumplir $A, B > 0$. Además, se tiene

$$RRA = -W\frac{U''(W)}{U'(W)} = -W\left(\frac{-AB^2e^{-BW}}{ABe^{-BW}}\right) = WB$$

Dado que el ARA depende del nivel de riqueza, no es posible determinar una prima constante ya que esta sería creciente en el nivel de riqueza de la persona.

PREGUNTA 5

[Puntaje Máximo: 10 puntos]

a) [7 puntos] Con la información del bono de gobierno de EEUU se puede obtener la tasa libre de riesgo para los dos años siguientes (dado que las tasas de interés spot a 1 y 2 años son iguales)

$$80 = \frac{5}{1+r_f} + \frac{105}{\left(1+r_f\right)^2} \qquad \rightarrow \qquad r_f = 0{,}17732$$

Si la TIR de transacción del bono del país 2 es 31%, entonces su precio de mercado es

$$P_2 = \frac{5}{1+0{,}31} + \frac{105}{(1+0{,}31)^2} \qquad \rightarrow \qquad P_2 = 65{,}00204$$

La probabilidad de default para el segundo cupón de cada bono se puede calcular de la siguiente forma:

Bono País 1: $$70 = \frac{5}{1+r_f} + \frac{105}{\left(1+r_f\right)^2} \cdot \left(1 - p_{default,1}\right) \quad \rightarrow \quad p_{default,1} = 0{,}132008$$

Bono País 2: $$P_2 = \frac{5}{1+r_f} + \frac{105}{\left(1+r_f\right)^2} \cdot \left(1 - p_{default_2}\right) \quad \rightarrow \quad p_{default,2} = 0{,}197985$$

b) [3 puntos] Ahora la tasa libre de riesgo compuesta continua para los 2 próximos años es $r_f^* = 0{,}2$. Entonces

Bono País 1: $$P_1^* = 5 \cdot e^{-r_f^* \cdot 1} + 105 \cdot e^{-r_f^* \cdot 2} \cdot \left(1 - p_{default,1}\right) = 65{,}186$$

Bono País 2: $$P_2^* = 5 \cdot e^{-r_f^* \cdot 1} + 105 \cdot e^{-r_f^* \cdot 2} \cdot \left(1 - p_{default,2}\right) = 60.542$$

PREGUNTA 6

[Puntaje Máximo: 10 puntos]

a) [5 puntos] Al momento de la constitución de la empresa (T=0) se invirtió \$100, para obtener al término del año una utilidad de \$20. Por lo tanto, el ROE antes del anuncio es:

$$ROE = \frac{Utilidades}{Capital\ Contable}$$
$$ROE = \frac{20}{100} = 0{,}2$$

Por otro lado, como la política de dividendos de la compañía consiste en repartir el 100% de las utilidades, entonces la empresa no presenta crecimiento.

$$g = b \cdot ROE$$
$$g = 0 \cdot 0{,}2 = 0$$

Sabemos que en T=1 (antes del anuncio, pero después del primer pago de dividendos de la compañía) el precio de la acción era $200 y los dividendos ($D$) correspondían al 100% de las utilidades. Entonces, el precio de la acción corresponde al valor presente de una perpetuidad:

$$Precio\ Acción = \frac{D}{r - g}$$
$$200 = \frac{20}{r - 0} \rightarrow r = 0{,}1$$

Después del anuncio cambia la valorización de las acciones de la empresa. Desde ahora se reinvertirá un 30% de las utilidades, por lo que el próximo dividendo (en T=2) será:

$$D^* = 0{,}7 \cdot 20 = 14$$

Sin embargo, esta inversión generará crecimiento:

$$g = b \cdot ROE$$
$$g = 0{,}3 \cdot 0{,}2 = 0{,}06$$

Por lo tanto, el precio de la acción después del anuncio es:

$$Precio\ Acción = \frac{D^*}{r - g}$$
$$Precio\ Acción = \frac{14}{0{,}1 - 0{,}06} = 350$$

b) [5 puntos] En T=2 se comienza a reinvertir parte de las utilidades, por lo que entre T=2 y T=4 las utilidades crecerán a una tasa g. Posteriormente la compañía no presentará crecimiento. Se deben considerar dos políticas de dividendo: una cuando la empresa crece y otra cuando no. Entonces, el precio en T=1 estaría dado por:

$$Precio\ Acción = \frac{D_2}{1 + r} + \frac{D_3}{(1 + r)^2} + \frac{1}{(1 + r)^2} \cdot \left(\frac{D_4}{r}\right)$$
$$Precio\ Acción = \frac{(1 - b_1) \cdot 20}{1 + r} + \frac{(1 - b_1) \cdot 20 \cdot (1 + g)}{(1 + r)^2} + \frac{(1 - b_2) \cdot 20 \cdot (1 + g)^2}{r \cdot (1 + r)^2}$$

Donde b_1 y b_2 es la política de distribución de dividendos mientras la empresa crece y mientras no, respectivamente. El resto del ejercicio se puede resolver de 2 formas:

Alternativa 1:

Dado que $TIR > r$, mientras la empresa pueda crecer es óptimo reinvertir todas las utilidades. Luego, cuando la empresa no crezca es óptimo repartir todas las utilidades en forma de dividendos. Por lo tanto, $b_1 = 1$ y $b_2 = 0$. Entonces, dado $g = 20\%$, se tiene

$$Precio\ Acción = \frac{0}{1+r} + \frac{0}{(1+r)^2} + \frac{20 \cdot (1+0{,}2)^2}{r \cdot (1+r)^2} = 238{,}017$$

Alternativa 2:

Se puede notar que el precio de la acción es decreciente en b_2 para cualquier valor de b_1. Luego el precio máximo necesariamente requiere $b_2 = 0$. Entonces el precio de la acción se reduce a

$$Precio\ Acción = \frac{(1-b_1) \cdot 20}{1+r} + \frac{(1-b_1) \cdot 20 \cdot (1 + b_1 \cdot ROE)}{(1+r)^2} + \frac{20 \cdot (1 + b_1 \cdot ROE)^2}{r \cdot (1+r)^2}$$

$$Precio\ Acción = 200 + 34{,}7107 \cdot b_1 + 3{,}30579 \cdot b_1^2$$

Notar que la función es creciente en el intervalo $[0,1]$ y por lo tanto se obtiene un óptimo en $b_1 = 1$. De este modo el precio de la acción es

$$Precio\ Acción = \frac{0}{1+r} + \frac{0}{(1+r)^2} + \frac{20 \cdot (1+0{,}2)^2}{r \cdot (1+r)^2} = 238{,}017$$

PREGUNTA 7

[Puntaje Máximo: 10 puntos]

a. [4 puntos] El WACC bajo impuestos está dado por

$$r_{WACC} = \frac{E}{E+D} \cdot r_E + \frac{D}{E+D} \cdot r_D \cdot (1-\tau)$$

En este caso se tiene

$$E = 30 \cdot 100 = 3000$$
$$D = \frac{100}{0.1} = 1000$$
$$r_E = 20\%$$
$$r_D = 10\%$$
$$\tau = 30\%$$

Por lo tanto, se tiene

$$r_{WACC} = 16{,}75\%$$

b. [6 puntos] A continuación, se calcula un ciclo de operación para cada máquina, para luego perpetuar ese flujo y obtener el VAN asociado a cada una de las alternativas.

Máquina del operador A. Se considera un ciclo de 3 años

$$(VPN)_A^{1\ ciclo} = -100 + \left(\frac{15}{(1 + r_{WACC})^3} - \sum_{t=1}^{3} \frac{50}{(1 + r_{WACC})^t}\right) \cdot (1 - \tau)$$
$$+ \left(\sum_{t=1}^{3} \frac{20}{(1 + r_{WACC})^t}\right) \cdot \tau + \frac{Libro}{(1 + r_{WACC})^3} \cdot \tau$$
$$(VPN)_A^{1\ ciclo} = -150{,}19965$$

Donde el valor libro es $Libro = 100 - 60 = 40$ (depreciación remanente). Al perpetuar la operación se obtiene

$$(VPN)_A = \sum_{t=0}^{\infty} \frac{(VPN)_A^{1\ ciclo}}{(1 + r_{WACC})^{3t}} = -404{,}18636$$

Máquina del operador B. Se considera un ciclo de 2 años

$$(VPN)_B^{1\ ciclo} = -100 + \left(\frac{10}{(1 + r_{WACC})^2} - \sum_{t=1}^{2} \frac{25}{(1 + r_{WACC})^t}\right) \cdot (1 - \tau)$$
$$+ \left(\sum_{t=1}^{2} \frac{20}{(1 + r_{WACC})^t}\right) \cdot \tau + \frac{Libro}{(1 + r_{WACC})^2} \cdot \tau$$
$$(VPN)_B^{1\ ciclo} = -99{,}94589$$

Donde el valor libro es $Libro = 100 - 40 = 60$ (depreciación remanente). Adicionalmente se debe considerar que la máquina B requiere unos pagos adicionales por un monto $X* los que se incurren sólo la primera vez que se compre esta maquinaria en T=0 y se contabilizan como gastos en T=0 (no son inversiones por lo que no se deprecian). De este modo, al perpetuar la operación se obtiene

$$(VPN)_B = -X \cdot (1 - \tau) + \sum_{t=0}^{\infty} \frac{(VPN)_B^{1\ ciclo}}{(1 + r_{WACC})^{2t}} = -0{,}7 \cdot X - 375{,}23628$$

Finalmente, para que ambos proveedores sean igualmente atractivos se debe cumplir $(VPN)_A = (VPN)_B$, de lo que se desprende

$$X^* = 41{,}3573$$