

Evaluación de Proyectos [CI4152-1]

Tasa Interna de Retorno y otros indicadores

Semestre de Primavera 2025

Profesor de Cátedra: Diego Gutiérrez Alegría.

Resumen Clase Anterior

- Cuotas VP y VF.
- Perpetuidades a VP.
- Cuotas con Crecimiento a VP.
- Perpetuidades con Crecimiento a VP.
- Periodos de Gracia.

Resumen Clase Anterior – Carga Anual Equivalente

Ejercicio: Calcular el dividendo mensual a pagar si pido un crédito hipotecario de UF 3.000 con un plazo de 30 años a una tasa de UF + 4,55%. Considerar que, en adición al pago del crédito, debe pagar un seguro de desgravamen de UF 0,318 y un seguro de incendio de UF 0,124.

1 UF = 38.934,20 CLP.

Respuesta, utilizando fórmula de cuotas a VP: UF 15,57 (**Suma de UF 15,13** + UF 0,318 + UF 0,124) o CLP 606.205.-

Además, **calcule el CAE** (Carga Anual Equivalente) **de tal crédito**.

CAE: La Carga Anual Equivalente (CAE) es un indicador porcentual, que incluye los intereses, gastos y seguros asociados al crédito expresados en forma anual que permiten comparar en forma objetiva el costo del crédito entre entidades. Mediante la CAE, las personas podrán comparar diferentes alternativas de crédito, sin importar las diferencias en las variables que cada entidad tenga establecidas.

Resumen Clase Anterior - Carga Anual Equivalente

$$3000 UF = 15,57 UF \cdot \frac{(1 + r)^{360} - 1}{r \cdot (1 + r)^{360}}$$

Despejando con TI, Análisis de Hipótesis o Solver en Ms. Excel:

$$r_m = 0,3922\%$$

$$CAE = r_a = 4,8089\% = 4,81\%$$

Resumen Clase Anterior - Carga Anual Equivalente

Instituciones que entregan este tipo de crédito:

Banco	Tipo Crédito	Dividendo mensual con seguro de desgravamen e incendio*	Moneda Crédito	Tipo Tasa	Tasa del Crédito	CAE*	Más información
Banco del Estado de Chile	Mutuo no Endosable	\$605.037	UF	Fija	4,55 %	4,81 %	Detalle
Banco Falabella	Mutuo no Endosable	\$621.000	UF	Fija	4,64 %	5,08 %	Detalle
Coopeuch	Mutuo no Endosable	\$618.664	UF	Fija	4,55 %	5,09 %	Detalle
Itaú Corpbanca	Mutuo no Endosable	\$657.599	UF	Fija	4,94 %	5,56 %	Detalle
Banco de Crédito e Inversiones	Mutuo no Endosable	\$682.127	UF	Fija	5,68 %	5,95 %	Detalle
Banco Santander-Chile	Mutuo no Endosable	\$761.553	UF	Fija	6,50 %	7,01 %	Detalle

Notar que Tasa del Crédito Coopeuch es menor a la Tasa del Crédito ofrecida por Banco Falabella, pero el CAE de este último es más conveniente.

Tasa Interna de Retorno - TIR

Recordar:

- $VAN > 0$ **Conviene hacer el proyecto**, porque aporta riqueza a los dueños del proyecto por sobre el costo de oportunidad del capital invertido.
- $VAN < 0$ **No conviene hacer el proyecto**. Es mejor destinar el capital a su uso alternativo determinado por la tasa de costo de oportunidad del capital.
- $VAN = 0$ **Me es indiferente hacer el proyecto o utilizar dicho capital en el mejor uso alternativo disponible** determinado por la tasa de costo de oportunidad del capital.

Tasa Interna de Retorno - TIR

Entonces, si el $VAN = 0$, podemos decir que la tasa asociada a la rentabilidad de mi proyecto es igual a la rentabilidad de mi mejor proyecto alternativo.

De esta forma, si imponemos que $VAN = 0$, al ya conocer la rentabilidad de mi mejor proyecto alternativo, ¿Cuál sería la rentabilidad del proyecto analizado?

A dicha rentabilidad, llamaremos **Tasa Interna de Retorno o TIR**.

Tasa Interna de Retorno - TIR

La **Tasa Interna de Retorno o TIR** es un valor o un conjunto de valores tales que:

$$VAN = \{r \mid VAN(r) = 0\}$$

Es decir, son todas aquellas **tasas de descuento que hacen que el VAN del proyecto en análisis sea cero**. Es decir, es la tasa de descuento límite entre la aceptación y rechazo de un proyecto y representa la rentabilidad media intrínseca del proyecto evaluado.

Tasa Interna de Retorno - TIR

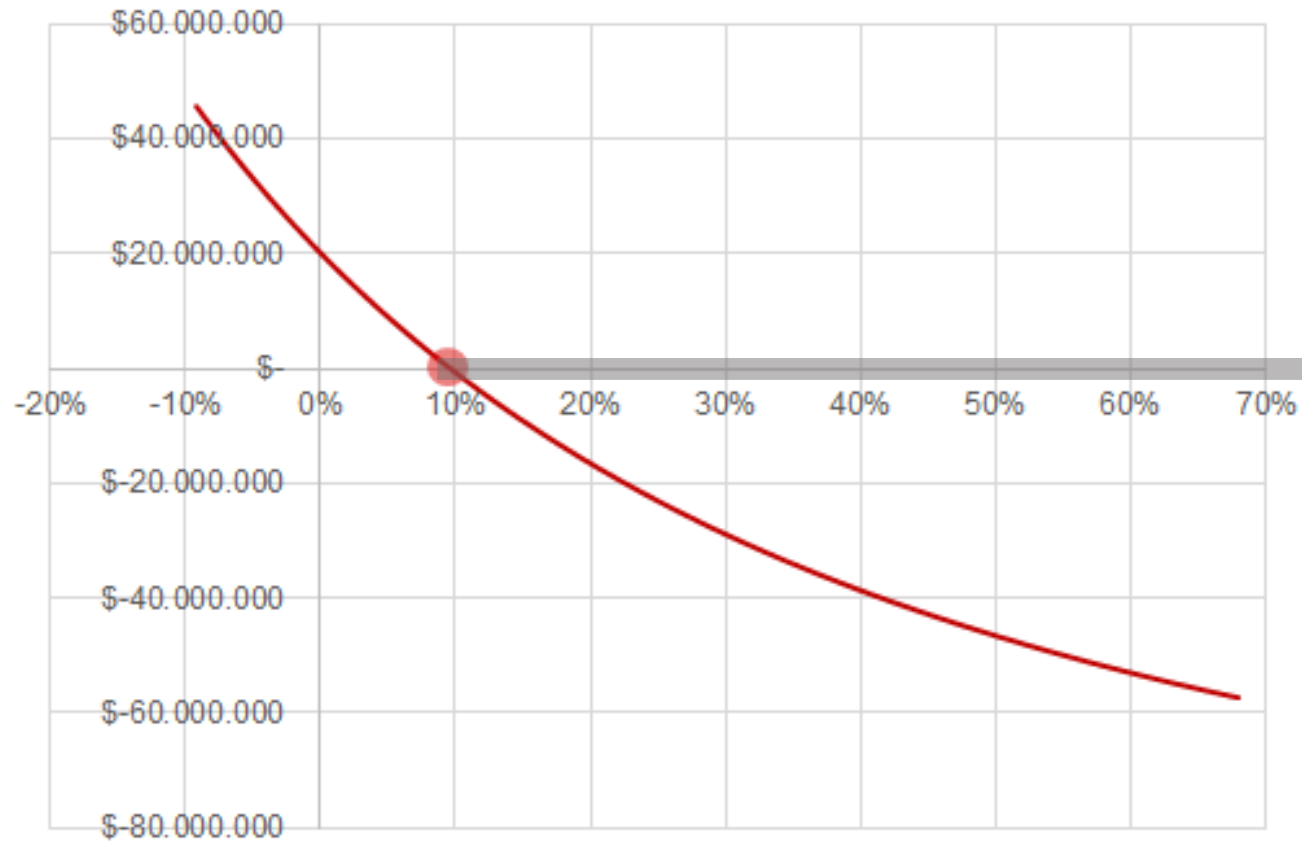
Por ejemplo: Calcular la Tasa Interna de Retorno del siguiente flujo:



$$VAN(TIR) = 0 = -100.000.000 + \frac{120.000.000}{(1 + TIR)^2}$$

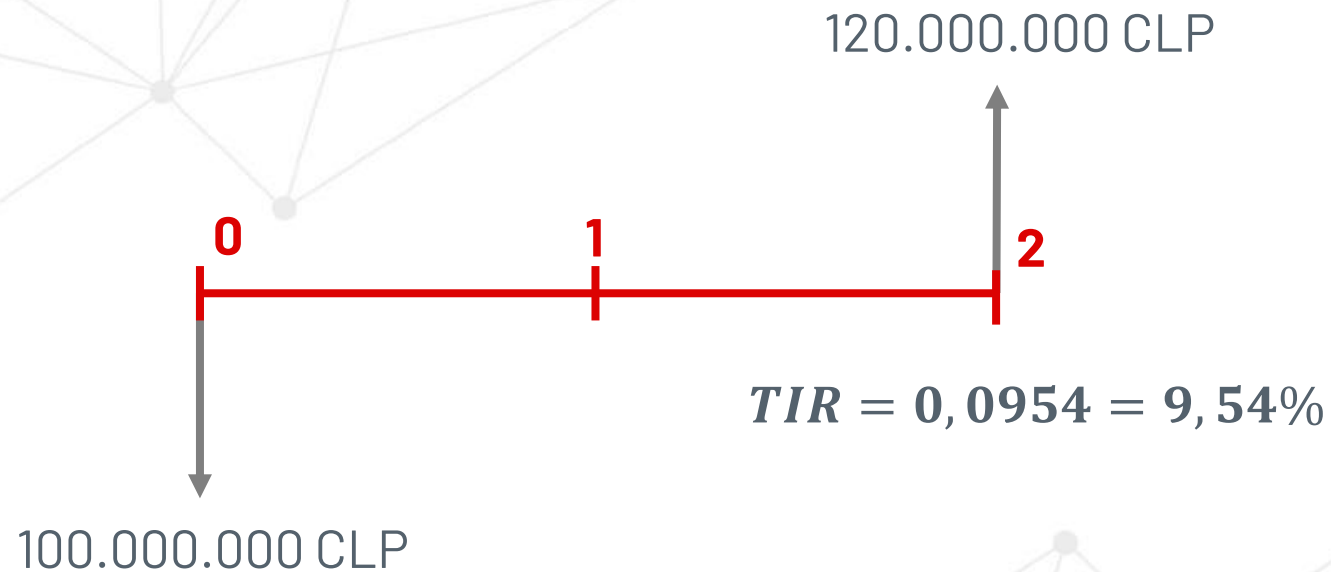
$$TIR = 0,0954 = 9,54\%$$

Tasa Interna de Retorno - TIR



TIR = 9,54%

Tasa Interna de Retorno - TIR



Entonces un proyecto alternativo con una rentabilidad anual nominal de un 9,54% me genera el mismo beneficio que el flujo de mi proyecto. Luego, podemos afirmar que la rentabilidad de nuestro proyecto es de un 9,54%.

Tasa Interna de Retorno - TIR

Es importante entender que la TIR, a diferencia del VAN, es una propiedad únicamente del flujo, y no depende de la tasa de descuento. Así, es propia de las características del proyecto y no se ve influida por el costo de oportunidad del proyecto.

Independientemente de lo anterior, **la TIR, el VAN y la Tasa de Descuento conversan entre sí.**

Digamos que la TIR de mi proyecto es de un 10%, y la tasa de mi Costo de Oportunidad es de un 12%.

¿Puedo saber si mi VAN es mayor o menor a cero? Ergo, ¿Puedo saber si mi proyecto es o no conveniente?

Tasa Interna de Retorno - TIR

Proyecto es
conveniente y
se ejecuta

$$VAN > 0$$

$$TIR > r$$

Proyecto no es
conveniente y
no se ejecuta

$$VAN < 0$$

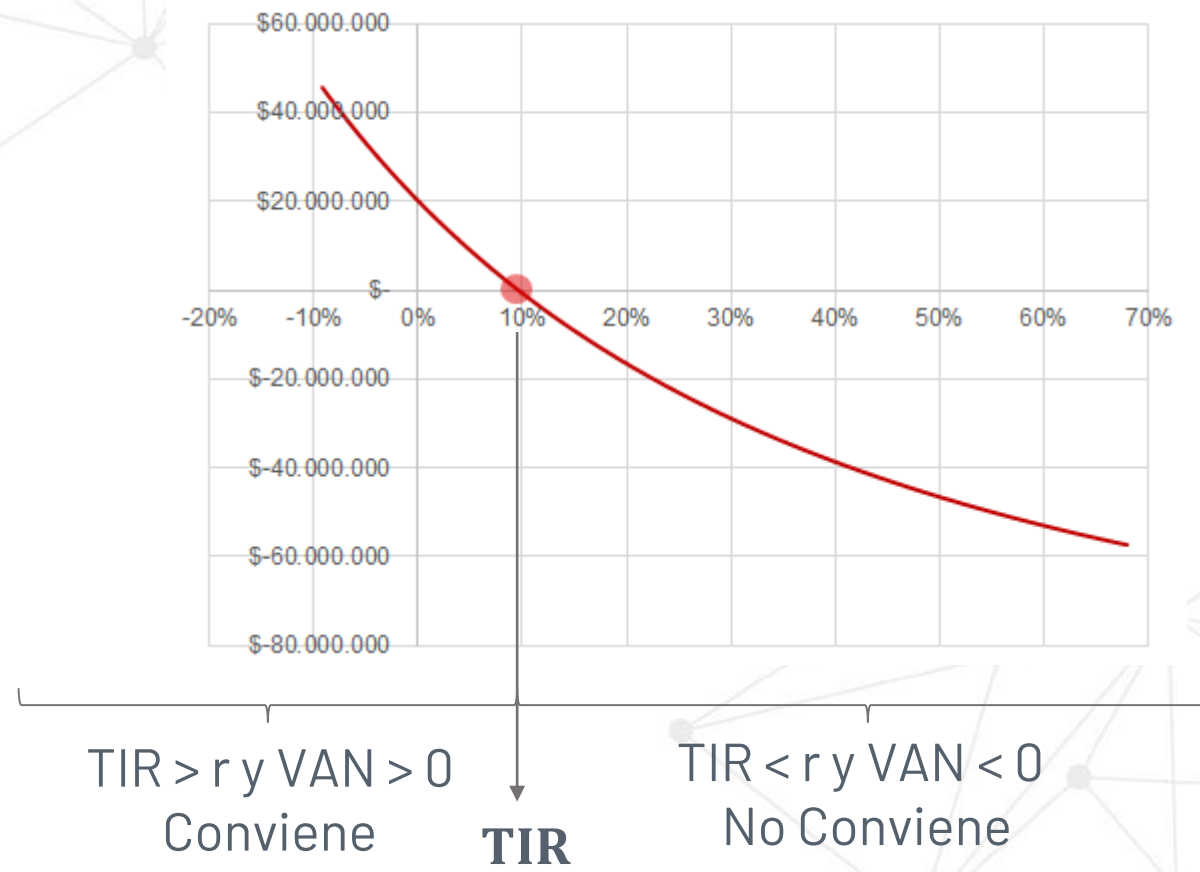
$$TIR < r$$

Indiferencia
entre ejecutar
y no ejecutar

$$VAN = 0$$

$$TIR = r$$

Tasa Interna de Retorno - TIR



Tasa Interna de Retorno - TIR

Problemas con la TIR:

- Pueden existir múltiples soluciones.
- No compara bien proyectos con escalas diferentes.
- No compara bien proyectos con distintos horizontes de evaluación.

Tasa Interna de Retorno - TIR

Problemas con la TIR: **Pueden existir múltiples soluciones.**

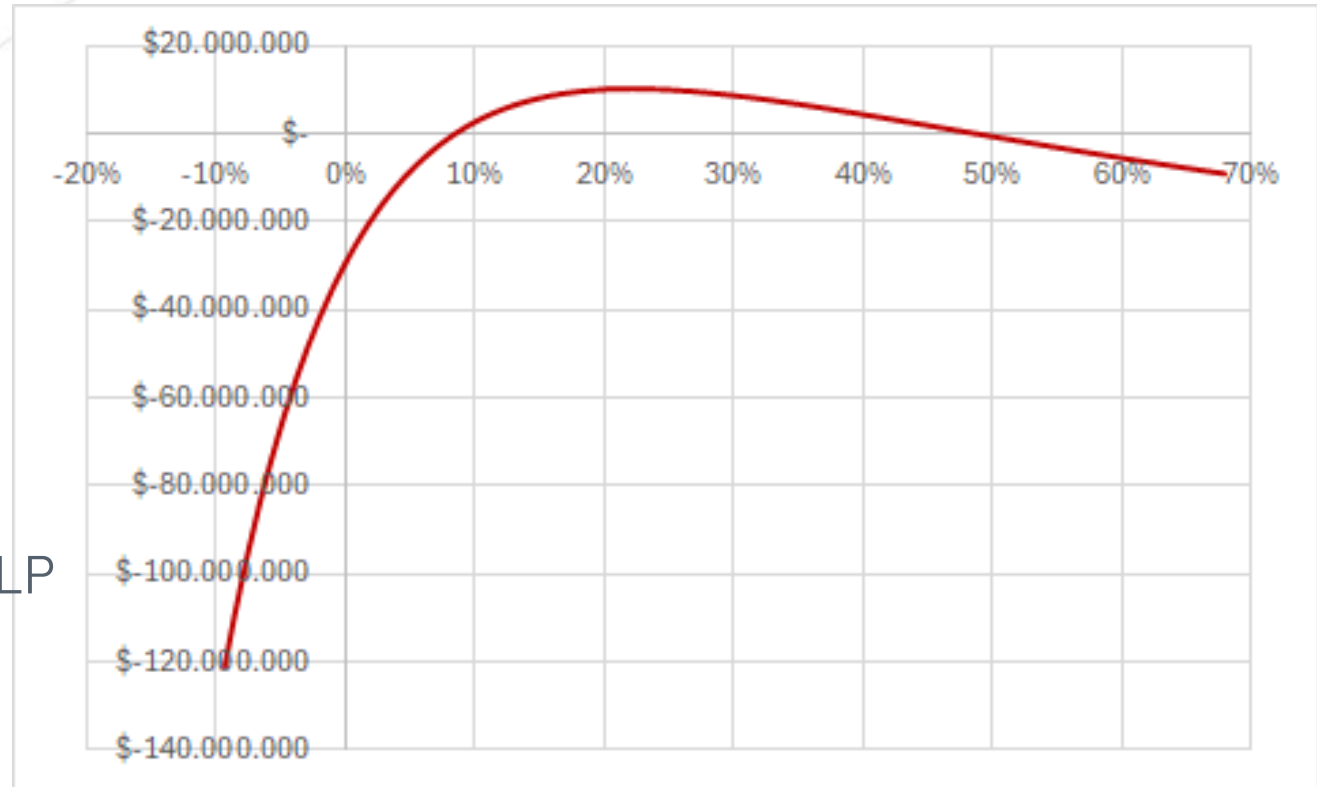
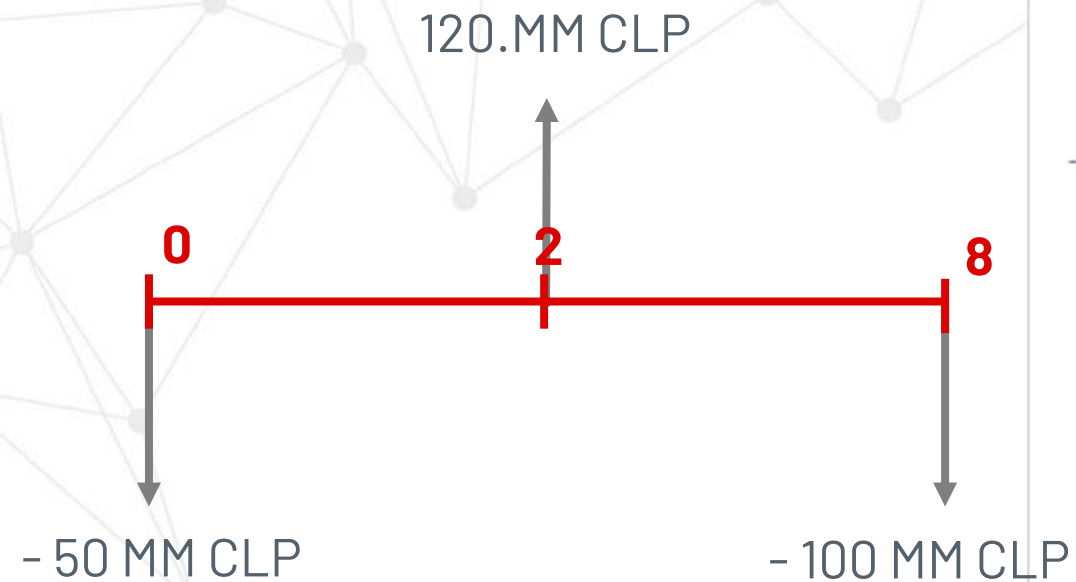
Matemáticamente, las **TIR son las raíces del polinomio al que llamamos VAN**, en donde la variable x del polinomio sería $1/(1+r)$.

De esta forma, al tener un polinomio de grado n , **este tendrá a lo más 'n' raíces reales**, por lo que **la TIR no siempre sería única**. Lo anterior genera un problema al momento de seleccionar cuál de estas representa de mejor manera la rentabilidad media del proyecto analizado.

La TIR es única y **puede ser utilizada como indicador fiable cuando:**

- Sólo existe un solo cambio de signo entre los flujos del proyecto.
- Que la suma simple de todos los flujos sea mayor que cero.

Tasa Interna de Retorno - TIR



Tasa Interna de Retorno - TIR

Problemas con la TIR: **No compara bien proyectos con escalas diferentes.**

Ejemplo 1: ¿Qué me generará más riqueza: Un proyecto inmobiliario de un Strip Center de 1.000 metros cuadrados para arriendo de locales con una TIR anual de un 30% o una central hidroeléctrica con una capacidad de 18.000 GWh y una TIR anual de un 25%?

Ejemplo 2:

Proyecto	Año 0	Año 1	TIR	VAN(10%)
A	-10.000	15.000	50%	3.636
B	-20.000	28.000	40%	5.455

Tasa Interna de Retorno - TIR

Problemas con la TIR: **No compara bien proyectos con distintos horizontes de evaluación.**

Ejemplo 1: ¿Qué me generará más riqueza: Un proyecto inmobiliario de un Strip Center cuya vida útil será de 30 años con una TIR anual de un 30% o un Strip Center cuya vida útil será de 60 años con una TIR anual de un 25%?

Ejemplo 2:

Proyecto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	TIR	VAN(10%)
A	-9.000	6.000	5.000	4.000	0	0	33%	3.592
B	-9.000	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	27%	4.268

Ejercicio

Una empresa inmobiliaria en la que usted trabaja está evaluando la ejecución de un proyecto habitacional en la comuna de San Miguel. Este consiste en la construcción de dos edificios residenciales de 20 pisos por torre y 15 departamentos por piso, los que serán destinados para arriendo.

La construcción del complejo habitacional, según la empresa de ingeniería y construcción contratada para la materialización del proyecto, tiene una duración de 1 año con un costo de inversión de \$20.000.000.000 que será pagado en su totalidad en el año 0. Además, los flujos de ingreso por departamento se estiman en \$300.000 mensuales en promedio, comenzando con estos en el año 1 pues, debido al déficit habitacional en Santiago, se espera que todos los departamentos se arrienden apenas termine la fase de construcción del complejo. Se estima además que los departamentos permanecerán ocupados permanentemente.

Ejercicio

Considere que la empresa inmobiliaria tiene la opción de invertir en un proyecto alternativo con una rentabilidad anual esperada de un 10 % y que se tiene un horizonte infinito de evaluación. Finalmente, para esta evaluación sólo considere los flujos mensuales por departamento mencionados anteriormente, no considerando impuestos, valor residual, capital de trabajo, etc.

En base a lo anterior, responda:

a) Haga un diagrama con todos los flujos anuales del proyecto descrito en el enunciado, a lo largo de todo el horizonte. Calcule el VAN del proyecto utilizando flujos anuales, explique qué representa ese VAN y concluya con respecto a la conveniencia del proyecto desde un punto de vista privado.

Ejercicio

b) Luego de verificar la posible conveniencia del proyecto, la empresa constructora le notifica que la fase de construcción del proyecto durará 2 años, teniendo el mismo costo de inversión y pagando la totalidad todavía en el año 0, pero la inmobiliaria estará obligada a arrendar desde el año 2 pues recién ahí las obras estarían terminadas.

Calcule el VAN del proyecto y concluya con respecto a la conveniencia del proyecto desde un punto de vista privado. Explique, sin realizar cálculos, por qué el VAN es mayor o menor al VAN anterior y por qué es más o menos conveniente el proyecto con respecto a la situación anterior. Además, calcule la TIR, analice este resultado en conjunto con el VAN calculado y explique qué significa que esta tasa calculada sea mayor o menor a la tasa de descuento.

Ejercicio

c) Considere ahora que, en un anexo de contrato y para el caso anterior de 2 años de fase de construcción, se estipula que el costo de inversión del complejo será prorrateado en 2 estados de pago equivalentes a la mitad de la inversión total para el año 0 y la otra mitad de la inversión total para el año 1.

Calcule el nuevo VAN del proyecto y concluya con respecto a la conveniencia del proyecto desde un punto de vista privado. Además, explique intuitivamente la importancia de esta modificación del contrato y cómo esta afecta la conveniencia económica del proyecto. Finalmente, calcule la TIR para este caso, analice este resultado en conjunto con el VAN calculado y explique qué significa que esta tasa calculada sea mayor o menor a la tasa de descuento y mayor o menor a la TIR calculada en la parte b).

Otros Indicadores

Periodo de Recuperación del Capital o Pay Back: Tiempo que debe transcurrir entre el inicio del proyecto y el momento en el que la suma de beneficios netos iguala a la inversión inicial.

El indicador no informa cuánta riqueza se termina acumulando, pero el criterio de decisión para evaluar el proyecto podría ser 'Realizar el proyecto si el Periodo de Recuperación del Capital es menor a X años, que podría ser la cantidad de años que el dueño está dispuesto a esperar para empezar a recuperar los fondos invertidos'. Es un indicador complementario.

¿Qué inconvenientes tiene este indicador?

Otros Indicadores

$$PRC = \text{Min} \left\{ T \mid \sum_{t=0}^T F_t \geq 0 \right\}$$

Proyecto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	PayBack
A	-10.000	5.000	6.000	7.000	2 años

Luego, para que sea útil, se debe cumplir que F_t sea mayor a cero para todo t mayor PRC.

Este indicador **sólo se utiliza como referencia**, pero no aporta tanta información como el VAN o la TIR. Sirve para resultados de corto plazo y permite saber cuándo se empezarán a ver los resultados del proyecto.

Otros Indicadores

Razón Costo-Beneficio: Cociente entre los ingresos actualizados del proyecto y los gastos actualizados, necesarios para su instalación y operación.

$$\text{Razón } \frac{B}{C} = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\left| \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t} \right|}$$

Proyecto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Razón B/C(10%)
A	-10.000	5.000	6.000	7.000	1,47

Otros Indicadores

Luego, es claro que, **si la Razón B/C es mayor a uno**, el proyecto es conveniente, pues **el VAN sí o sí será mayor a cero**.

Ahora, es importante destacar que, si bien el proyecto nos permite saber si es o no conveniente con respecto al costo de oportunidad del capital, este **no nos permite maximizar la riqueza** ni tampoco permite conocer cuál de las alternativas que se están evaluando en paralelo nos genera una mayor riqueza.

Próxima Clase (última del C1)

- Proyectos Repetibles
- Valor Presente Neto al Infinito de flujos cíclicos.
- Beneficio Anual Uniforme Equivalente (BAUE) / Costo Anual Uniforme Equivalente (CAUE).
- VAN al Infinito de flujos cíclicos, utilizando BAUE.



dic INGENIERÍA CIVIL
UNIVERSIDAD DE CHILE



SECCIÓN INGENIERÍA CIVIL