



Ingeniería Civil

FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE

# Auxiliar 3 - Evaluación de Proyectos

PROFESOR DE CÁTEDRA: LEONARDO BASSO S.

PROFESOR AUXILIAR: DIEGO GUTIÉRREZ A.

28 DE ABRIL DE 2023

# Valor Futuro y Valor Presente

EL DINERO PRODUCE DINERO.

No podemos **comparar** un monto de dinero en **dos periodos de tiempo diferente**.

Si yo tengo 100 ahora, y pongo mi dinero en un depósito a plazo con un 8% de interés anual, en 1 año tendré 108.

¿Es lo mismo tener 100 ahora que 100 en 1 año más? (Por el momento, no tome en cuenta aspectos como inflación o riesgo)

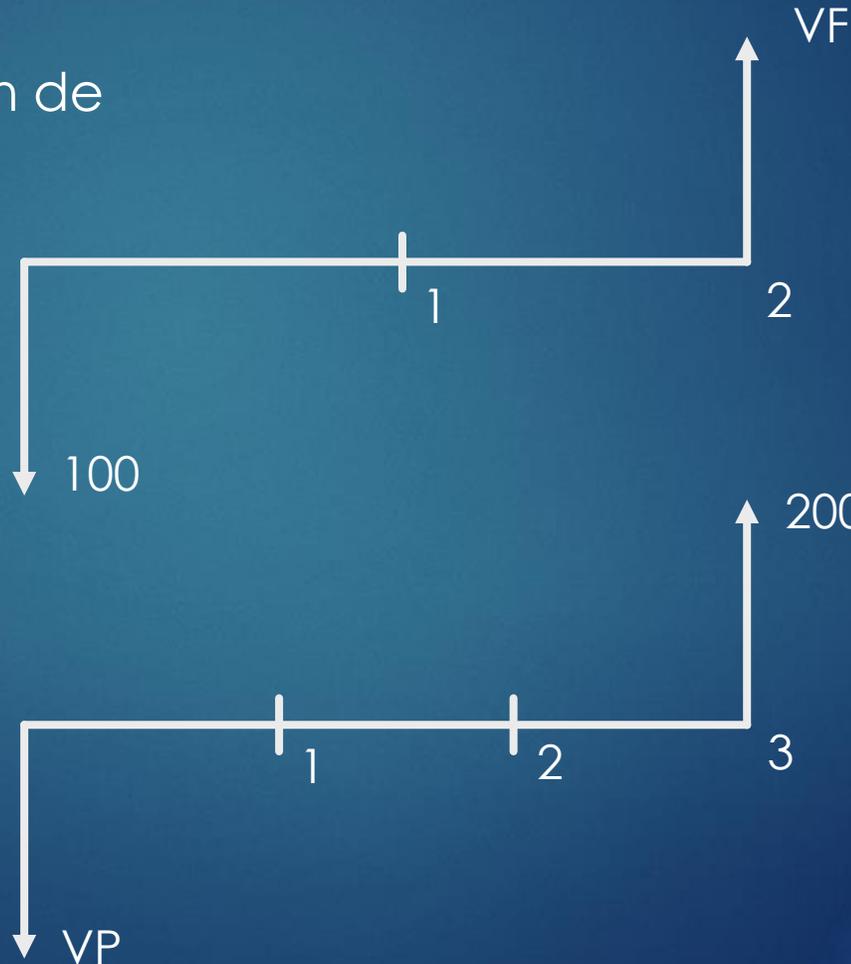
# Valor Futuro y Valor Presente

## Ecuaciones importantes

(provenientes de la ecuación de interés compuesto).

►  $VF = VP \cdot (1 + r)^n$

►  $VP = \frac{VF}{(1+r)^n}$



$$VF = 100 \cdot (1 + 0,1)^2$$

$$VF = 121$$

$$VP = \frac{200}{(1 + 0,1)^3}$$

$$VP = 150,3$$

# Tasa de descuento / oportunidad

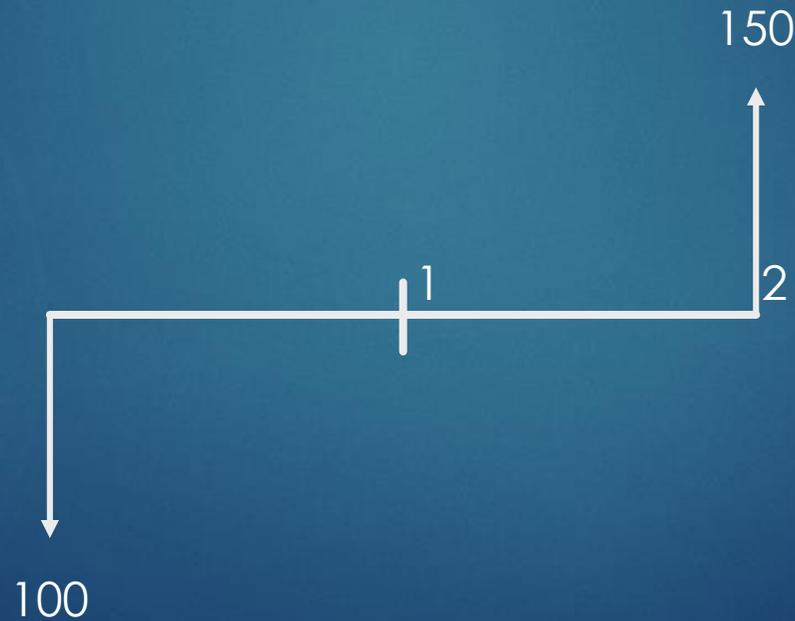
Cuando uno desarrolla un proyecto, invierte cierto capital para obtener réditos económicos asociados a ingresos de dinero a lo largo de toda la etapa de explotación / operación del proyecto.

El invertir capital en un proyecto, nos imposibilita invertir dicho capital en otros proyectos. **COSTO DE OPORTUNIDAD.**

Si nuestro mejor proyecto alternativo (de igual riesgo) tiene una rentabilidad del 10%, a este porcentaje le llamaremos **tasa de descuento o tasa de oportunidad.**

# VAN

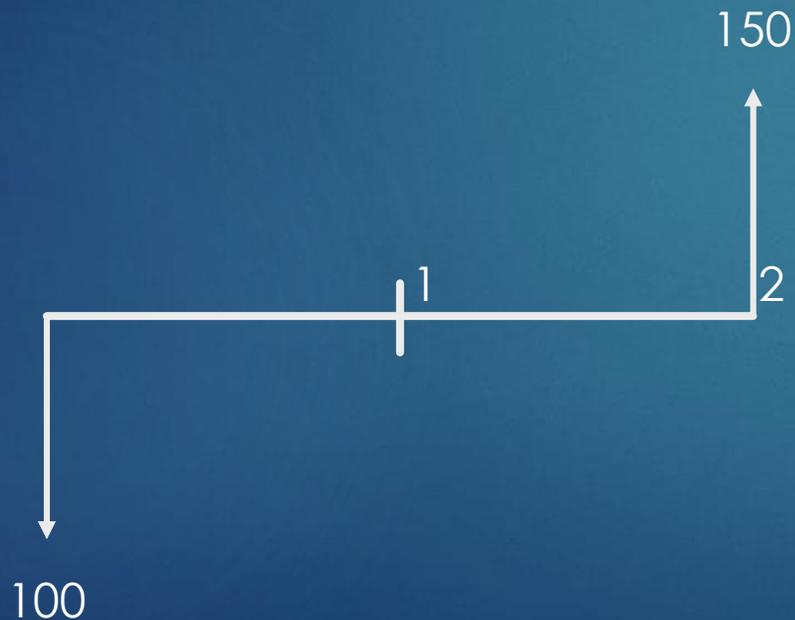
¿Qué prefiero, el flujo de capital del Proyecto 1 descrito a continuación, o el Proyecto 2 que me genera una rentabilidad anual del 10%?



Para responder a la pregunta, se debe calcular el VAN.

# VAN

Como la rentabilidad del Proyecto 2 (proyecto paralelo al que podríamos invertir nuestro dinero en vez del Proyecto 1) es del 10%, esta es nuestra tasa de descuento / oportunidad.



Luego,

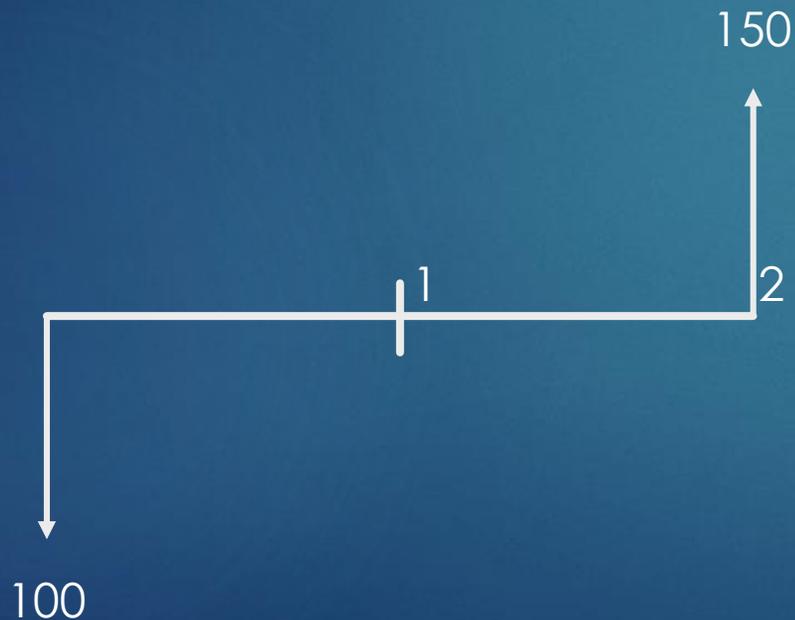
$$VAN = -100 + \frac{150}{(1+r)^2}$$

$$VAN = -100 + \frac{150}{(1+0,1)^2} = 23,96$$

VAN positivo implica que el Proyecto 1 (asociado al flujo de la izquierda) es mejor que un proyecto que me genere una rentabilidad del 10%.

# VAN

¿Por qué? Porque se invirtió un total de 100 al comienzo, y en 2 años a una tasa del 10% esos 100 darían un total de:



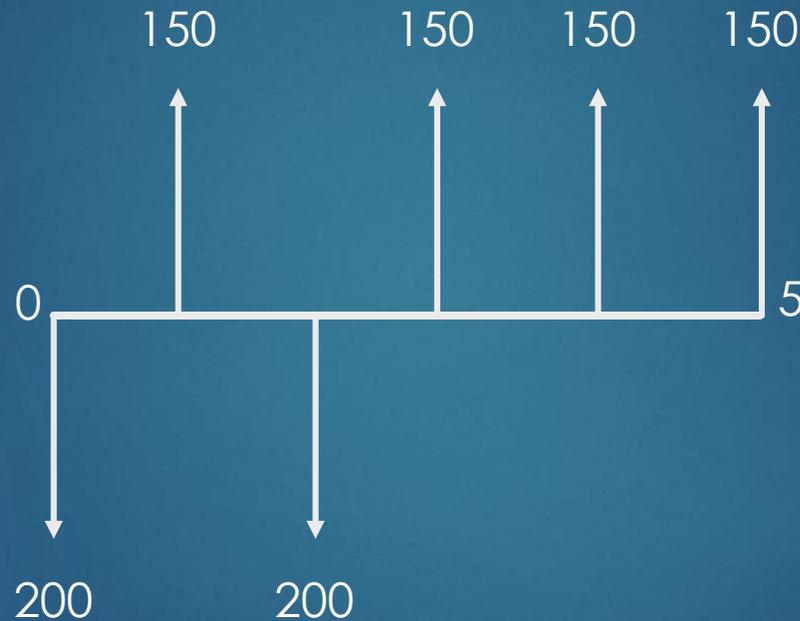
$$VF = 100 \cdot (1 + 0,1)^2$$

$$VF = 121$$

Mucho menor al flujo de 150 del Proyecto 1. Por eso nos conviene dicho proyecto.

# VAN

Ejemplos básicos:



Y si  $t = 25\%$

$VAN = -20,61$  (no conviene).

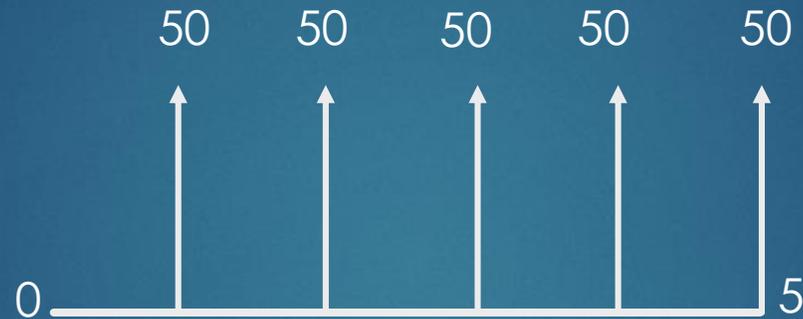
$VAN$  para  $t = 20\%$ .

$$VAN = -200 + \frac{150}{1,2} - \frac{200}{(1,2)^2} + \frac{150}{(1,2)^3} + \frac{150}{(1,2)^4} + \frac{150}{(1,2)^5} = 5,54$$

El proyecto alternativo tiene tan alta rentabilidad, que es preferible ese al proyecto cuyo flujo se ve en esta lámina.

# VAN – Cuotas

► Y que tal si...



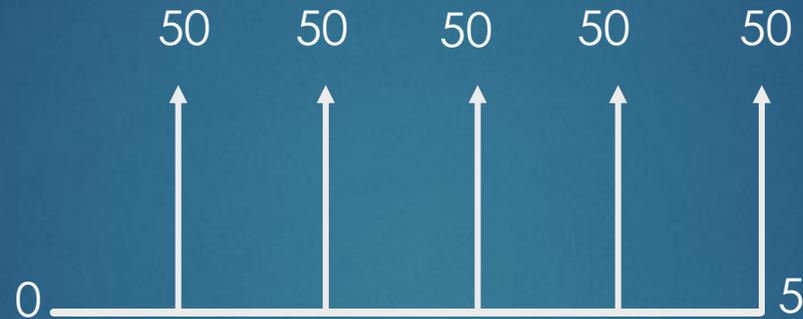
Cuotas Iguales

VAN para  $t = 10\%$ .

$$VAN = \frac{50}{1,1} + \frac{50}{(1,1)^2} + \frac{50}{(1,1)^3} + \frac{50}{(1,1)^4} + \frac{50}{(1,1)^5} = 189,54$$

# VAN – Cuotas

► Y que tal si...



Cuotas Iguales

Pero:

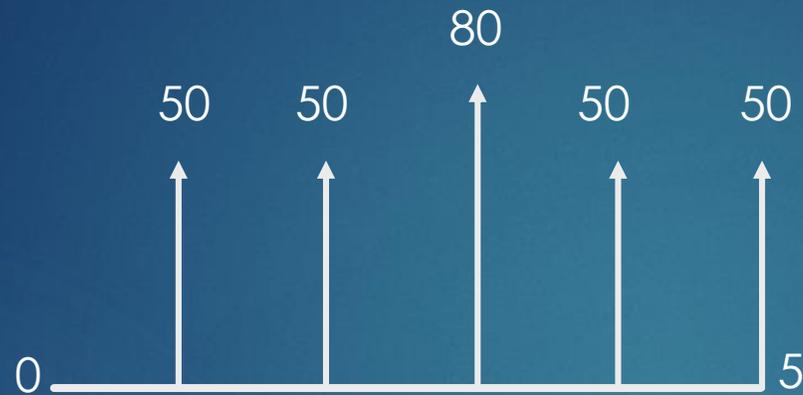
$$VAN = \frac{c}{(1+r)^1} + \frac{c}{(1+r)^2} + \dots + \frac{c}{(1+r)^n} = \frac{c((1+r)^n - 1)}{(1+r)^n r}$$

Y aplicado a nuestro flujo:

$$VAN = \frac{50((1+0,1)^5 - 1)}{(1+0,1)^5 \cdot 0,1} = 189,54$$

# VAN – Cuotas

Y si ...



Entonces ...



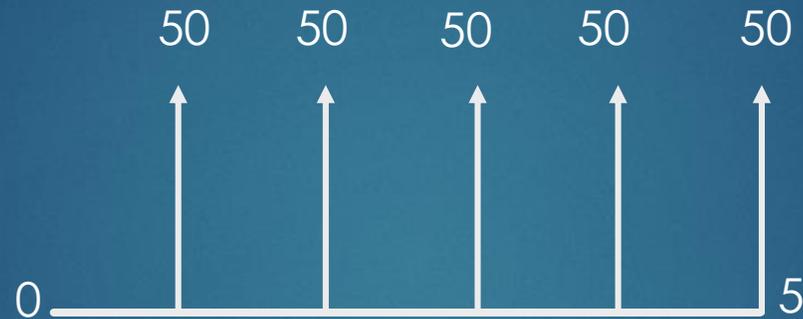
VAN para  $t = 10\%$ .

$$VAN = \frac{50((1+0,1)^5-1)}{(1+0,1)^{50,1}} + \frac{30}{(1+0,1)^3} = 212,08$$

Calculen el VAN componente por componente para que vean que da lo mismo.

# VAN – Cuotas

Lo mismo para valor futuro.



Cuotas Iguales

VF para  $t = 10\%$ .

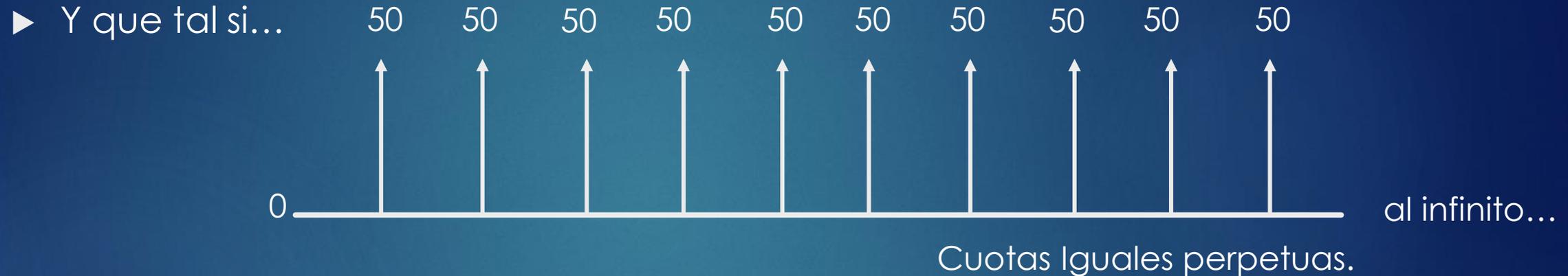
$$VF = 50(1,1)^4 + 50(1,1)^3 + 50(1,1)^2 + 50(1,1) + 50 = 305,255$$

$$\text{Pero: } VF = C(1+r)^{n-1} + C(1+r)^{n-2} + \dots + C(1+r) + C = \frac{C((1+r)^n - 1)}{r}$$

Y aplicado a nuestro flujo:

$$VF = \frac{50((1+0,1)^5 - 1)}{0,1} = 305,255$$

# VAN – Perpetuidades



Sabemos que  $VAN = \frac{C((1+r)^n - 1)}{(1+r)^n r}$

Calculando el límite cuando  $n \rightarrow \infty$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{C((1+r)^n - 1)}{(1+r)^n r} = \frac{C}{r}$$

Y aplicado a nuestro flujo:

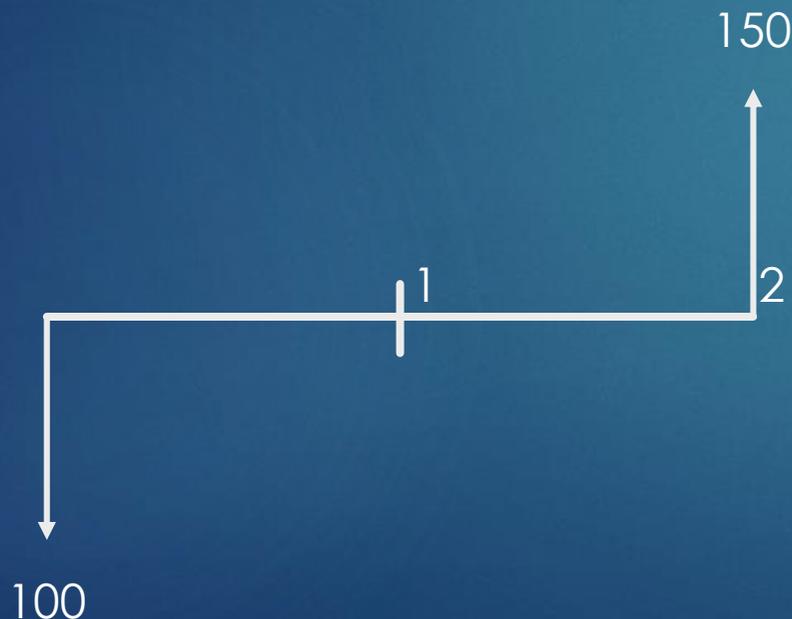
$$VAN = \frac{50}{0,1} = 500$$

# Tasa Interna de Retorno - TIR

Es el segundo indicador más importante después del VAN.

La TIR mide la rentabilidad media anual del proyecto.

Se calcula como la tasa de descuento que hace cero al VAN (ergo, es la tasa de descuento límite entre la aceptación y rechazo de un proyecto, por lo que representa la rentabilidad media del proyecto evaluado.



Luego,

$$VAN = -100 + \frac{150}{(1+r)^2}$$

Y como la TIR es la tasa de descuento que hace cero al VAN:

$$0 = -100 + \frac{150}{(1+TIR)^2}$$

Finalmente, resolviendo la ecuación:

$$TIR = 0,2247 = 22,47\%$$

# Tasa Interna de Retorno - TIR

¿Rentabilidad media anual del proyecto?



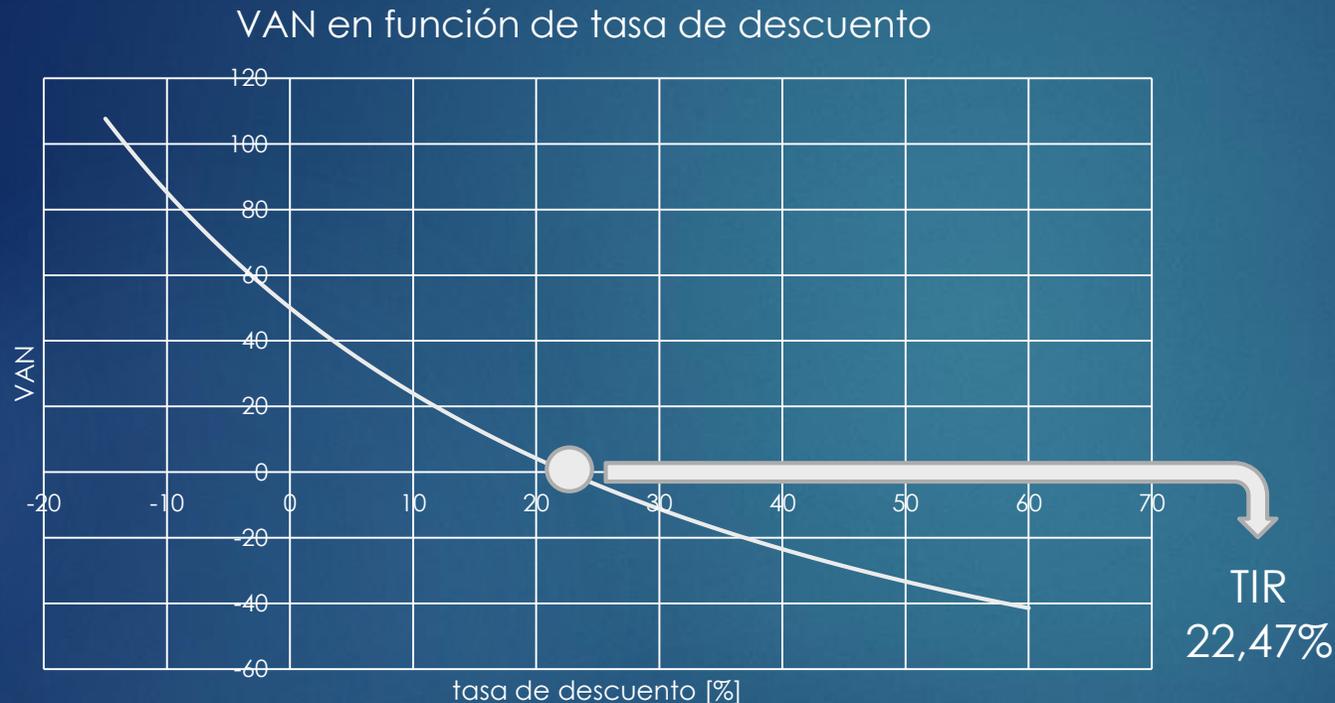
$$t = \text{TIR} = 22,47\% = 0,2247$$

$$\text{Inversión} = 100$$

$$VF = 100 \cdot (1 + 0,2247)^2$$

$$VF = 150$$

# Tasa Interna de Retorno - TIR



Si la TIR > tasa de descuento  $t$

- VAN es positivo (conviene)
- Rentabilidad del proyecto es **MAYOR** que la rentabilidad del mejor proyecto alternativo.

Si la TIR < tasa de descuento  $t$

- VAN es negativo (no conviene)
- Rentabilidad del proyecto es **MENOR** que la rentabilidad del mejor proyecto alternativo.

Recordar que si la TIR =  $t$ , entonces VAN = 0 (ni conviene ni no conviene. Indiferente).

# Beneficio / Costo Anual Uniforme Equivalente – BAUE / CAUE

Indicador útil para las decisiones de reemplazo y proyectos con diferente duración del ciclo, cuando estos se repiten indefinidamente.

BAUE / CAUE homogeniza los flujos dispares en flujos constantes. La gracia es que el VAN calculado en ambas alternativas es el mismo. Son equivalentes.

$$BAUE/CAUE = VAN_1 \frac{r(1+r)^n}{(1+r)^n - 1}$$

Viene de la fórmula de anualidades y cuotas, donde la cuota sería el BAUE / CAUE:

$$VAN = \frac{c}{(1+r)^1} + \frac{c}{(1+r)^2} + \dots + \frac{c}{(1+r)^n} = \frac{c((1+r)^n - 1)}{(1+r)^n r}$$

# Beneficio / Costo Anual Uniforme Equivalente – BAUE / CAUE

Año	0	1	2	3	4	5
Flujo	\$ -500	\$ 100	\$ 100	\$ 200	\$ 200	\$ 300

$VAN =$

$CAUE =$

Año	0	1	2	3	4	5
Flujo	\$ -	\$ 39	\$ 39	\$ 39	\$ 39	\$ 39

$VAN =$

# Beneficio / Costo Anual Uniforme Equivalente – BAUE / CAUE

Año	0	1	2	3	4	5
Flujo	\$ -500	\$ 100	\$ 100	\$ 200	\$ 200	\$ 300

$$VAN = \$147$$

$$CAUE = \$39$$

Año	0	1	2	3	4	5
Flujo	\$ -	\$ 39	\$ 39	\$ 39	\$ 39	\$ 39

$$VAN =$$

# Beneficio / Costo Anual Uniforme Equivalente – BAUE / CAUE

Ejemplo visto en clases:

Maquinaria	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	VAN
A	\$ -8.500	\$ -480	\$ -480	\$ -480	\$ -480	\$ 20	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -10.009
B	\$ -15.000	\$ -120	\$ -120	\$ -120	\$ -120	\$ -120	\$ -120	\$ -120	\$ -120	\$ -120	\$ -120	\$ -120	\$ -120	\$ -120	\$ -120	\$ 80	\$ -15.865

VAN de costos de una sola repetición, con tasa de descuento = 10%

**VAN de sólo una repetición Maquinaria A: -10.009,12**

**VAN de sólo una repetición Maquinaria B: -15.864,85**

$$\text{CAUE Maquinaria A: } -10009,12 * \frac{0,1*(1+0,1)^5}{(1+0,1)^5-1} = -2640,38$$

$$\text{CAUE Maquinaria B: } -15864,85 * \frac{0,1*(1+0,1)^{15}}{(1+0,1)^{15}-1} = -2085,81$$

**CONVIENE B (tiene un CAUE menor).**



# Otras fórmulas importantes para el C1.

Entra sí o sí:

Tasas de interés con diferentes periodos de tiempo.

$$1 + r_{anual} = (1 + r_{mensual})^{12}$$

$$1 + r_{anual} = (1 + r_{diario})^{365}$$

Puede que entre: Interés real y nominal.

No entra: Interés spot y forward.

Entra en el C1: Materia de Cátedras, materia de Auxiliares y contenidos del Informe 1.

# Ejercicios