OPTIMIZACION DE PROYECTOS

Sección: 01
Profesores: Andrés Kettlun
Cristián Bargsted

Contenido

- Objetivo
- Momento óptimo para iniciar el proyecto
- Tamaño óptimo de la inversión
- Momento óptimo para liquidar una inversión
- Momento óptimo de reemplazo
- Decisiones de localización
- Selección de proyectos en una cartera

Objetivo

Maximizar el aporte a la riqueza de un proyecto en particular seleccionando las mejores alternativas de inicio, tamaño, localización y momento óptimo de liquidar la inversión, reemplazo de equipos, selección de proyectos dentro de una cartera con restricciones de capital, proyectos independientes e interdependientes.

OPTIMIZACION DE PROYECTOS

CRITERIO GENERAL:

$\Delta VPN = VPN_1 - VPNo$

MAX VPN (t)

$\partial VPN / \partial t = 0 \implies \Delta VPN = 0$

Momento óptimo para iniciar el proyecto

Puede darse el caso en que, siendo rentable invertir hoy, convenga más postergar la iniciación del proyecto por uno o más años y obtener de esa manera beneficios netos mayores.

Esta conveniencia puede deberse a

i) cambios esperados en la tasa de descuento

ii) cambios esperados en el flujo de costos o beneficios

Metodología: comparar el proyecto de postergar el proyecto, versus la situación base que es no postergar.

SI Δ VPN > 0 ==> POSTERGO

Δ VPN < 0 ==> HAGO HOY

Δ VPN = 0 ==> MOMENTO ÓPTIMO

Si bien la metodología es la misma, hay simplificaciones importantes que justifican distinguir entre algunas situaciones

a) La inversión dura para siempre y los beneficios son función del tiempo calendario, independiente del momento en que se construye el proyecto. Tasa de descuento constante.

b) La inversión tiene una vida finita y los beneficios son exclusivamente función del tiempo calendario, independiente del momento en que se construya el proyecto. Tasa de descuento constante

c) La inversión tiene una vida de n años y los beneficios son función del tiempo y del momento en que se construye el proyecto

a) La inversión dura para siempre y los beneficios son función del tiempo calendario, independiente del momento en que se construye el proyecto. Tasa de descuento constante.

En este caso, se presupone que los beneficios son función exclusivamente del tiempo, de modo que ellos no se ven afectados por el hecho de construir el proyecto.

Puede ser el caso de una carretera, en donde los beneficios dependen de la cantidad de automóviles que usan la carretera, y la cantidad de automóviles es una función del tiempo: a medida que pasan los años habrá más de ellos. Es decir se supone que la construcción (ampliación) de la carretera no induce un mayor uso de ella por el sólo hecho de que se mejoró. O sea en este caso sólo se tiene en cuenta la tasa normal del crecimiento de la dotación de automóviles.
Este es también el caso de proyectos de agua potable, escuelas, electricidad, puertos, etc., en que la demanda por sus servicios es claramente una función del tiempo calendario.

Supongamos un proyecto que requiere una inversión de I, que existe una tasa de descuento r, que los beneficios dependen únicamente del tiempo, que la inversión dura permanentemente.

Comparemos en VAN de invertir hoy con el de invertir dentro de un período más. El VAN de invertir hoy es;

$$VAN_0 = -I + \frac{FC_1}{(1+r)} + \frac{FC_2}{(1+r)^2} + \ldots + \frac{FC_n}{(1+r)^n} + \ldots \qquad (1)$$

El VAN de invertir dentro de un período más es

$$VAN_1 = -\frac{I}{(1+r)} + \frac{FC_2}{(1+r)^2} + \ldots + \frac{FC_n}{(1+r)^n} + \ldots \qquad (2)$$

La ganancia en VAN de postergar la inversión se obtiene restando (1) de (2):

$$\Delta VAN = VAN_1 - VAN_0 = -\frac{I}{(1+r)} + I - \frac{FC_1}{(1+r)}$$

$$\Delta VAN = VAN_1 - VAN_0 = -\frac{I}{(1+r)} + I - \frac{FC_1}{(1+r)} = \frac{rI - FC_1}{(1+r)}$$

Si esta variación de VAN es positiva, conviene postergar el proyecto. Esta variación seguirá siendo positiva hasta que FC_t = r*I.

De modo que el momento óptimo para iniciar una inversión, cuyo costo no cambiará y cuyos beneficios netos anuales dependen única y exclusivamente del tiempo calendario, es aquel en que los beneficios netos del primer año de operación del proyecto son iguales al costo de capital de la inversión comprometida en el proyecto

$$\text{Si } I_0 = I_1 \text{ y n} \to \infty$$

$$F_t \leq Inv * r \to Postergar$$

$$F_t > Inv * r \to Invertir$$

Ejemplo:
Supongamos que la construcción de la carretera requiere una inversión de I=$200, que existe una tasa de descuento del 10%, que los beneficios dependen únicamente del tiempo, que la inversión dura permanentemente. Supongamos también que los beneficios anuales crecen a razón de 1$ por año indefinidamente, o sea, año 1, F1=1; año 2, F2=2,......; año n, Fn=n

Comparemos en VAN de invertir hoy con el de invertir mañana. El VAN de invertir hoy es;

$$VAN_0 = -200 + \frac{1}{1{,}1} + \frac{2}{(1{,}1)^2} + \frac{3}{(1{,}1)^3} + \ldots\ldots \frac{n}{(1{,}1)^n} + \ldots\ldots$$

El VAN de invertir mañana es

$$VAN_1 = -\frac{200}{1{,}1} + \frac{2}{(1{,}1)^2} + \frac{3}{(1{,}1)^3} + \ldots\ldots \frac{n}{(1{,}1)^n} + \ldots\ldots$$

La ganancia en VAN de invertir mañana versus hoy:

$$\Delta VAN = VAN_1 - VAN_0 = 200 - \frac{200+1}{1{,}1}$$

Claramente el resultado es positivo; seguirá siendo positivo hasta que Ft=$20=rI

b) La inversión tiene una vida finita y los beneficios son exclusivamente función del tiempo calendario, independiente del momento en que se construya el proyecto. Tasa de descuento constante.

Este es el mismo caso anterior, pero ahora la vida útil de la inversión no es infinita. El VAN al construirlo hoy es :

$$VAN_0 = -Co + \frac{B_1}{1+r} + \frac{B_2}{(1+r)^2} + \frac{B_3}{(1+r)^3} + ...\frac{B_n}{(1+r)^n}$$

Mientras el valor actual de los beneficios netos de construirlo el año próximo es:

$$VAN_1 = -\frac{C_1}{1+r} + \frac{B_2}{(1+r)^2} + \frac{B_3}{(1+r)^3} + ...\frac{B_n}{(1+r)^n} + \frac{B_{n+1}}{(1+r)^{n+1}}$$

Se presume aquí que la vida útil de la inversión no se ve afectada por la fecha de iniciación del proyecto.
Restando VAN_0 de VAN_1 se obtiene el valor actual de postergar

$$\Delta VAN = C_0 - \frac{C_1}{1+r} - \frac{B_1}{(1+r)} + \frac{B_{n+1}}{(1+r)^{n+1}}$$

Si los costos de la inversión no cambian (Co=C1), la expresión se reduce a

$$\Delta VAN = \frac{rC_0 - B_1}{1+r} + \frac{B_{n+1}}{(1+r)^{n+1}}$$

Si la variación del valor actual de los flujos es positiva, será conveniente postergar la inversión; si la variación resulta negativa, es señal de que conviene iniciar de inmediato la construcción. En el caso de ser igual a cero, significa que se obtendría el mismo beneficio construyendo hoy o el próximo año; por consiguiente, esta será la fecha óptima de iniciación

El proceso de calcular ΔVAN debe hacerse año por año (si resulta ser positivo), y se habrá llegado al momento óptimo cuando ΔVAN =0. Reordenando los términos, se llega al momento óptimo cuando:

$$rCo = (\Delta C + B_1) - \frac{B_{n+1}}{(1+r)^n}$$

Mientras mayor sea el tipo de interés y mientras más larga sea la vida del proyecto, el segundo término de la ecuación se aproxima a cero, de modo que, en general, será cierto que conviene postergar la iniciación del proyecto hasta el momento en que los beneficios del primer año de vida, más el aumento en costos de construcción, son iguales al " costo de capital" del proyecto. Si la inversión no cambia, nuevamente llegamos a que convendrá postergar hasta que B_t= r*I.

c) La inversión tiene una vida de n años y los beneficios son función del tiempo y del momento en que se construye el proyecto

En este caso, se supone que los beneficios, además de ser función del tiempo, dependen también del momento en que se construye el proyecto; hay un beneficio adicional debido a la construcción misma del proyecto. Citando otra vez el caso de la carretera, donde los beneficios se miden por el volumen del tránsito, ocurre que la construcción (mejoramiento) de la carretera implicaría que, por el solo hecho de que ahora existe, se la use más y/o se desarrollen nuevos centros industriales que la utilizan. O sea, aquí se tiene en cuenta el crecimiento normal de la dotación de autos y además, el aumento adicional provocado por la realización del proyecto.

El criterio es el mismo: convendrá postergar un año si el VAN de postergar es mayor que el VAN de no postergar.

Tamaño óptimo de la inversión

Para determinar esta variable el concepto es el mismo que hemos visto en el momento óptimo. Es decir, calcular el VPN marginal de ampliar el proyecto, esto convendrá hasta que ΔVAN =0.

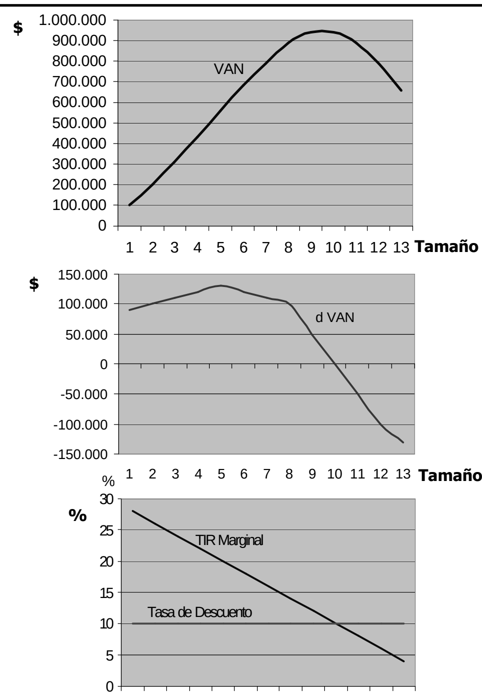
Esta condición se alcanzará cuando el aumento requerido en la inversión (costo) se hace igual al valor actual del aumento de los flujos de beneficios netos (ingreso):

$$\Delta Inversión = \sum_{t=1}^{n} \frac{\Delta F_t}{(1+r)^t}$$

Es decir, se trata de un proyecto marginal, en este caso, ampliar el tamaño de la inversión y, por lo tanto, podrá existir una TIR marginal de los flujos, **la que en la condición óptima será igual al costo de oportunidad del dinero.**

Recordemos que la tasa interna marginal de retorno es aquella que hace ΔVAN =0.

Dado que en la práctica, generalmente el número de opciones de tamaño es limitado, lo que se hace es calcular en VAN asociado a cada opción y elegir la de mayor VAN.



Ejemplo:

Doña Juanita vende mermelada en bolsas de 1/4 de kg a $350 por kg. Su capacidad de producción actual es de 1.000 kg por año.

Su principal cliente le ofrece comprar toda la mermelada que pueda producir doña Juanita hasta un máximo de 5.000 Kg por año.

Llegar a este nuevo nivel de producción significa una inversión adicional en maquinaria de $5.000.000. El costo marginal de producción es de $50 por bolsa. En estas condiciones determine la rentabilidad del proyecto marginal (tasa marginal interna de retorno) y haga una recomendación para doña Juanita.

17

Este es un problema de tamaño optimo: debemos evaluar el proyecto marginal

$$\Delta Inversión = 5.000.000$$

$$BN \text{ Incremental} = 350 * 4.000 - \text{Costos Incrementales}$$

$$\text{Costos incrementales} = 50 * 4 * 4000 = 800.000$$

$$\Delta \text{BN} = 1.400.000 - 800.000 = 600.000$$

$$\Delta VPN = -5.000.000 + \sum_{t=1}^{\infty} \frac{600.000}{(1,1)^t}$$

$$= -5.000.000 + \frac{600.000}{0,1} = 1.000.000 > 0$$

Conviene aumentar la escala de producción

Comprobando con la TIR marginal

$$-5.000.000 + \frac{600.000}{\text{TIR}_m} = 0$$

$$TIR_m = 12\% > 10\%$$

18

Momento óptimo para liquidar una inversión

Hay una cantidad de inversiones que tienen implícita una determinada tasa de crecimiento del stock del capital invertido (plantaciones de árboles, añejamiento de vinos, engorda o cría de animales y aves, etc). De allí es que surge el problema de determinar cuál es el momento óptimo de liquidar la inversión (cuándo cortar los árboles, cuándo vender el vino, cuándo vender el ganado de engorda, etc)

Veamos un ejemplo:

El valor de la madera de un bosque aumenta año a año debido al crecimiento de los árboles. Por otra parte, el costo de plantar los árboles es de $ 100 MM. Si el costo de oportunidad del dinero es 5% y el valor del bosque evoluciona según la siguiente tabla:

Año	VBt
0	100,00
1	106,00
2	113,00
3	123,59
4	139,65
5	153,85
6	167,69
7	181,00
8	191,98
9	201,58
10	210,65
11	218,79
12	225,22

Valor de venta del bosque si se cosecha en t

¿Cuándo se debería vender el bosque si el proyecto no es repetible? (momento óptimo de liquidar la inversión).

¿Cada cuantos períodos es más conveniente repetir el proyecto?

$$VPN_t = -VB_0 + \frac{VB_t}{1{,}05^t}$$

$$TIR_t = \left(\frac{VB_t}{VB_0}\right)^{\frac{1}{t}} - 1$$

Año	VBt	VPNt	TIRMgt	t liquidación	TIRt	BAUEt	t ciclo
0	100,00	0,00		aumentar			
1	106,00	0,95	6,00%	aumentar	6,00%	1,000	aumentar
2	113,00	2,49	6,60%	aumentar	6,30%	1,341	aumentar
3	123,59	6,76	9,37%	aumentar	7,32%	2,483	aumentar
4	139,65	14,89	12,99%	aumentar	8,71%	4,199	aumentar
5	153,85	20,55	10,17%	aumentar	9,00%	4,745	aumentar
6	167,69	25,13	**9,00%**	aumentar	**9,00%**	**4,952**	**óptimo**
7	181,00	28,63	7,94%	aumentar	8,85%	4,948	disminuir
8	191,98	29,94	6,07%	indiferente	8,49%	4,632	disminuir
9	201,58	**29,94**	**5,00%**	**óptimo**	8,10%	4,212	disminuir
10	210,65	29,32	4,50%	disminuir	7,73%	3,797	disminuir
11	218,79	27,92	3,86%	disminuir	7,38%	3,361	disminuir
12	225,22	25,41	2,94%	disminuir	7,00%	2,867	disminuir

$$TIRMg_t = \frac{VB_t}{VB_{t-1}} - 1$$

$$BAUE_t = VPN_t \frac{(1+r)^t * r}{(1+r)^t - 1}$$

La TIR para el año t es la tasa interna de retorno promedio para todos los años, desde el año 0 hasta el año t, ya que si se descuentan al año 0 los beneficios netos de 0 a t se obtendrá un VPN igual a 0.

En cambio, la TIR marginal indica el retorno o rentabilidad obtenida en un año en particular, respecto del año anterior.

El VPN del proyecto liquidando la inversión en diferentes períodos, se hace máximo cuando la TIR marginal iguala el costo de oportunidad del inversionista (TIRMg=r).

Esto ocurre porque en un período cualquiera, digamos t, el inversionista debe preguntarse ¿corto ahora el bosque o no? La respuesta es ver cuál es el VPN o la TIR del proyecto marginal de postergar el corte de la madera. Si ΔVPN>0 o, equivalentemente, TIRMg>r, entonces la recomendación es postergar el corte. En el ejemplo, estas condiciones se mantienen hasta el año 9. Luego ese es el año óptimo de liquidar la inversión.

$$VPN_t = -VB_0 + \frac{VB_t}{1{,}05^t}$$

$$TIR_t = \left(\frac{VB_t}{VB_0}\right)^{\frac{1}{t}} - 1$$

Año	VBt	VPNt	TIRMgt	t liquidación	TIRt	BAUEt	t ciclo
0	100,00	0,00		aumentar			
1	106,00	0,95	6,00%	aumentar	6,00%	1,000	aumentar
2	113,00	2,49	6,60%	aumentar	6,30%	1,341	aumentar
3	123,59	6,76	9,37%	aumentar	7,32%	2,483	aumentar
4	139,65	14,89	12,99%	aumentar	8,71%	4,199	aumentar
5	153,85	20,55	10,17%	aumentar	9,00%	4,745	aumentar
6	167,69	25,13	**9,00%**	aumentar	**9,00%**	**4,952**	**óptimo**
7	181,00	28,63	7,94%	aumentar	8,85%	4,948	disminuir
8	191,98	29,94	6,07%	indiferente	8,49%	4,632	disminuir
9	201,58	**29,94**	**5,00%**	**óptimo**	8,10%	4,212	disminuir
10	210,65	29,32	4,50%	disminuir	7,73%	3,797	disminuir
11	218,79	27,92	3,86%	disminuir	7,38%	3,361	disminuir
12	225,22	25,41	2,94%	disminuir	7,00%	2,867	disminuir

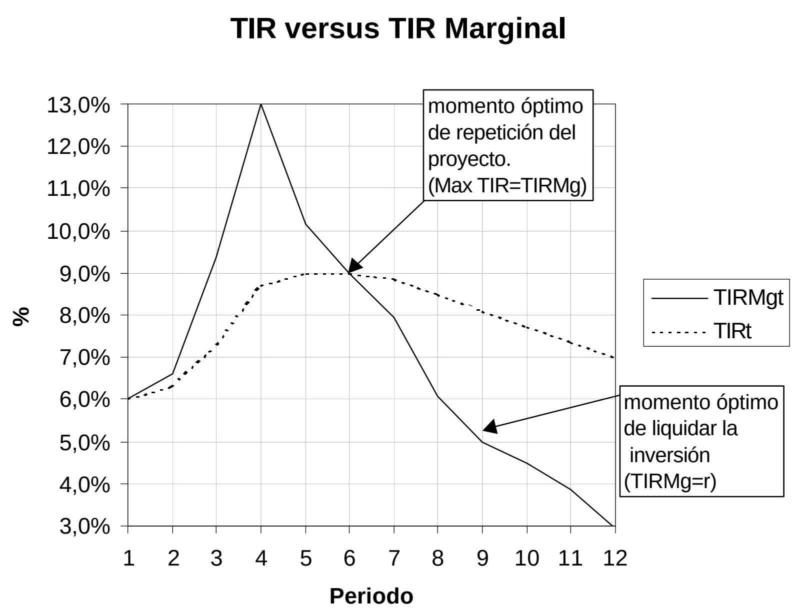
$$TIRMg_t = \frac{VB_t}{VB_{t-1}} - 1$$

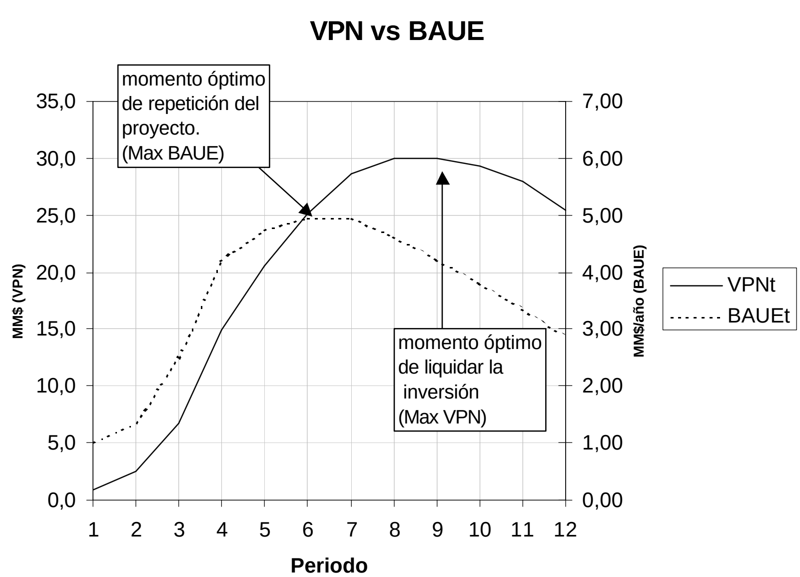
$$BAUE_t = VPN_t \frac{(1+r)^t * r}{(1+r)^t - 1}$$

El VPN o BAUE del proyecto repitiendo el proyecto en diferentes periodos, se hace máximo cuando la TIR es máxima e igual a la TIR Marginal.

$\Downarrow$

Esto ocurre porque en un periodo cualquiera, el inversionista decide si aumentar el ciclo o no determinando el aumento en su riqueza, medido en el ΔVPN o Δ BAUE, este aumentará mientras TIRMg>TIR, ya que la rentabilidad marginal obtenida por alargar ciclo es mayor que la rentabilidad media obtenida en el periodo, que es lo que se obtendría si se repite el proyecto.


TIR versus TIR Marginal
13,0%
12,0%
11,0%
10,0%
9,0%
8,0%
7,0%
6,0%
5,0%
4,0%
3,0%
%
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
Periodo
momento óptimo de repetición del proyecto. (Max TIR=TIRMg)
momento óptimo de liquidar la inversión (TIRMg=r)
TIRMgt
TIRt


VPN vs BAUE
35,0
30,0
25,0
20,0
15,0
10,0
5,0
0,0
MM$ (VPN)
7,00
6,00
5,00
4,00
3,00
2,00
1,00
0,00
MM$/año (BAUE)
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
Periodo
momento óptimo de repetición del proyecto. (Max BAUE)
momento óptimo de liquidar la inversión (Max VPN)
VPNt
BAUEt

$$VPN_t = -VB_0 + \frac{VB_t}{1{,}05^t}$$

$$TIR_t = \left(\frac{VB_t}{VB_0}\right)^{\frac{1}{t}} - 1$$

Año	VBt	VPNt	TIRMgt	t liquidación	TIRt	BAUEt	t ciclo
0	100,00	0,00		aumentar			
1	106,00	0,95	6,00%	aumentar	6,00%	1,000	aumentar
2	113,00	2,49	6,60%	aumentar	6,30%	1,341	aumentar
3	123,59	6,76	9,37%	aumentar	7,32%	2,483	aumentar
4	139,65	14,89	12,99%	aumentar	8,71%	4,199	aumentar
5	153,85	20,55	10,17%	aumentar	9,00%	4,745	aumentar
6	167,69	25,13	**9,00%**	aumentar	**9,00%**	**4,952**	**óptimo**
7	181,00	28,63	7,94%	aumentar	8,85%	4,948	disminuir
8	191,98	29,94	6,07%	indiferente	8,49%	4,632	disminuir
9	201,58	**29,94**	**5,00%**	**óptimo**	8,10%	4,212	disminuir
10	210,65	29,32	4,50%	disminuir	7,73%	3,797	disminuir
11	218,79	27,92	3,86%	disminuir	7,38%	3,361	disminuir
12	225,22	25,41	2,94%	disminuir	7,00%	2,867	disminuir

$$TIRMg_t = \frac{VB_t}{VB_{t-1}} - 1$$

$$BAUE_t = VPN_t \frac{(1+r)^t * r}{(1+r)^t - 1}$$

Si el inversionista pudiera comprar y vender árboles repetidamente en cualquier momento al valor señalado en VBt, el mejor negocio sería comprarlos al final del año 3 y venderlos al final del año 4, ya que con eso estaría obteniendo una rentabilidad promedio de 13%.

¿Le convendrá cortar los árboles para vender la madera o tal vez le conviene más vender el bosque a otra persona para que ésta lo corte más adelante?

Hemos determinado que para el inversionista es mejor cortar el bosque al final del periodo 6 si es que piensa reinvertir su dinero plantando árboles nuevamente. Sin embargo, la opción puede ser vender el bosque en ese periodo a una tercera persona, cuya única alternativa sea poner su dinero al banco al 5%.

Si le cobrará un precio igual al que podría obtener la persona si corta el bosque (VB6=167,69) sería un buen negocio para el comprador, ya que después podría venderlo al final del año 8 en 191,98 (su mejor opción); obteniendo con ello una rentabilidad de 7%:

$$TIR = \left(\frac{VB_8}{VB_6}\right)^{\frac{1}{2}} - 1 = \left(\frac{191{,}98}{167{,}69}\right)^{\frac{1}{2}} - 1 = 0{,}07 = 7\%$$

Si el costo de oportunidad del dinero del comprador es 5%, entonces el precio de venta máximo que puede obtener el dueño del proyecto es igual a:

$$VB_6^{\ max} = \frac{VB_8}{(1+r)^2} = \frac{191{,}98}{1{,}05^2} = 174{,}13$$

A este precio de venta el VPN del comprador es igual a cero, y por lo tanto estaría indiferente entre comprar el bosque a ese precio o dejar sus recursos rindiendo un 5% en su mejor alternativa (su costo de oportunidad del dinero).

Luego, al inversionista maderero le conviene más vender el bosque al final del año 6 en vez de cortar el bosque y vender la madera, ya que 174,13>167,69, por lo que obtiene una ganancia adicional de 6,44 y una TIR de 9,7%:

$$TIR = \left(\frac{VB_6^{\ max}}{VB_0}\right)^{\frac{1}{6}} - 1 = \left(\frac{174{,}13}{100}\right)^{\frac{1}{6}} - 1 = 0{,}097 = 9{,}7\%$$

Momento óptimo de reemplazo

Hay que maximizar el VPN al infinito de los diferentes periodos posibles de reemplazo, o lo que es equivalente, maximizar el Beneficio Anual Uniforme Equivalente (BAUE), o minimizar el CAUE si los beneficios no dependen del ciclo óptimo de reemplazo.

Es decir se debe elegir como momento óptimo de reemplazo lo siguiente:

$$N^* = n / Max_n \left\{ BAUE_n = \frac{(1+r)^n * r}{(1+r)^n - 1} * \sum_{t=1}^{n} \frac{F_t}{(1+r)^t} \right\}$$

$$N^* = n / Min_n \left\{ CAUE_n = \frac{(1+r)^n * r}{(1+r)^n - 1} * \sum_{t=1}^{n} \frac{C_t}{(1+r)^t} \right\}$$

<u>Ejemplo</u>:

Supongamos que la empresa se ve obligada a elegir entre dos máquinas, A y B. Las máquinas tienen un diseño distinto, pero tienen idénticas capacidades y hacen el mismo trabajo. La máquina A cuesta 15.000 y dura tres años. Su costo de funcionamiento es de $5.000 al año. La máquina B es un modelo "económico" que cuesta únicamente $10.000, pero que dura dos años y su costo de funcionamiento es de $6.000 al año. Dado que ambas producen lo mismo, la única manera de elegir es en base a costos.

Máquina	Costos				VAN al 6%
	C0	C1	C2	C3	
A	15	5	5	5	28,37
B	10	6	6		21,00

¿Se elige B por tener VAN de costos menor? No necesariamente, porque hay que reemplazarla un año antes que A.

Para resolver el problema, se calcula el Costo Anual Uniforme Equivalente (CAUE) que expresa un perfil de costos irregular en forma de un pago anual uniforme y equivalente en términos de VAN. Para la máquina A:

$$\left\{ CAUE_A = \frac{(1+6\%)^3 * 6\%}{(1+6\%)^3 - 1} * 28{,}37 = 10{,}61 \right\}$$

Entonces, tenemos:

	Costos				VAN al 6%
	C0	C1	C2	C3	
Máquina A	15	5	5	5	28,37
$CAUE_A$		10,61	10,61	10,61	28,37

Para la máquina B:

$$\left\{ CAUE_B = \frac{(1+6\%)^2 * 6\%}{(1+6\%)^2 - 1} * 21{,}00 = 11{,}45 \right\}$$

Por lo tanto:

	Costos				VAN al 6%
	C0	C1	C2	C3	
Máquina A	10	6	6		21,00
$CAUE_B$		11,45	11,45		21,00

Vemos que la máquina A es mejor, ya que su costo anual equivalente es menor.

Decisiones de localización

Al igual que en puntos anteriores, la elección de la ubicación se debe hacer a través de VPN marginales (ΔVPN) respecto a una situación base. O, alternativamente, calculando los VPN de cada alternativa (más engorroso)

En la generación de alternativas posibles de ubicación se debe tener en cuenta algunos factores determinantes en los beneficios y costos de cada alternativa. Entre ellas:

•Medios y costos de transporte
Ejemplos: cercanías a puertos de embarque en el caso de packaging de frutas, a aeropuertos de cultivos en el caso de flores para exportación, etc.

•Disponibilidad y costo de la mano de obra
Ejemplos: empresas de servicios de consultoría están en Santiago y grandes ciudades, aunque muchas veces los clientes son de fuera de Santiago.

•Cercanía de proveedores
Ejemplos: plantas recolectoras de leche fluida (Soprole), de madera aserrable (Rosen) o pulpable (Celulosa Arauco), plantas de fabricación de mezcla de hormigón (Premix), etc.

•Factores ambientales
Ejemplos: refinería de cobre de Ventanas.

•Cercanía a los distribuidores y consumidores
Ejemplos: Supermercados, cines, mueblerías, etc,

•Costo y disponibilidad de terrenos
Ejemplos: Empresas industriales que se han llevado las plantas a las afueras de Santiago: Quilicura, San Bernardo, Puente Alto, etc.

•Estructura impositiva y legal.
Ejemplo: Exenciones tributarias de pago de aranceles a importadores en Zona Franca de Iquique

Selección de proyectos en una cartera

En este punto se analizan cómo establecer, teniendo una cierta cartera de proyectos factibles de realizar, un orden que indique cuáles son más convenientes de ejecutar, o bien, cuáles se deben llevar a cabo en primer lugar.

La utilidad de la jerarquización dependerá de las limitaciones financieras de la organización, ausencia o presencia de racionamiento de capital, y del grado de dependencia que puedan tener los proyectos incluidos en la cartera.

Los proyectos de acuerdo con el grado en que la ejecución de uno afecte los beneficios netos del otro pueden ser

Dependientes Independientes

- Priorización de Inversiones:
  - Sin restricciones de capital:
    - Proyectos independientes
    - Proyectos dependientes (sustitutos o complementarios)
  - Con restricciones de capital:
    - Proyectos independientes (IR).
    - Proyectos dependientes (Modelos de Optimización)

•Los proyectos A y B son **independientes** cuando la ejecución de un proyecto no afecta en nada los flujos de beneficios netos del otro.

•Los proyectos A y B son **complementariamente dependientes** cuando la ejecución de un proyecto afecta positivamente los flujos de beneficios netos del otro.

•Los proyectos A y B son **sustitutos** cuando la ejecución de un proyecto afecta negativamente los flujos de beneficios netos del otro.

•El grado de dependencia influirá sobre la necesidad y conveniencia de separar proyectos integrales en sus diversos componentes o subproyectos separables.

Priorización de inversiones <u>sin</u> restricciones de capital

<u>Proyectos Independientes:</u>

Se deben realizar todos los proyectos con VPN>0, descontando los flujos a la tasa de descuento que representa el costo de oportunidad del dinero del inversionista.

Si el capital disponible alcanza para financiar a todos los proyectos que aportan riqueza al inversionista y aún así sobra capital, entonces éste debería invertirse en la alternativa que determina el costo de oportunidad del dinero.

<u>Proyectos mutuamente excluyentes</u>

El mayor grado de dependencia entre proyectos ocurrirá cuando éstos son perfectamente sustitutos o mutuamente excluyentes. Es decir, que la realización de un proyecto afecta de forma tal a los flujos de beneficios netos de otro que los anula.

Por ejemplo, construir una carretera con cemento o con asfalto, al realizar la carretera con una alternativa elimina completamente la posibilidad de realizarla con la otra.

En este caso debe elegirse el proyecto con mayor VPN. Pero tal como se indicó en la sección referida a los defectos de la TIR, la priorización de los proyectos puede depender de la tasa de descuento: a tasa bajas puede convenir uno y a tasas altas puede convenir más el otro.

Veamos el ejemplo de las dos alternativas para la carretera, dado que ambas tienen los mismos beneficios. Supóngase que el flujo de costos para cada una es (indefinidamente):

	0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**...**
Cemento	100	10	10	10	10	10	...
Asfalto	50	20	20	20	20	20	...

La carretera de asfalto tiene una menor inversión pero un mayor costo de mantenimiento. Si la tasa de descuento relevante es 10%, vemos cuales serían los valores actuales netos de ambas alternativas:

$$VPN_{\cos tos}^{asfalto} = 50 + \sum_{t=1}^{\infty} \frac{20}{1{,}1^t} = 50 + \frac{20}{0{,}1} = 250$$

$$VPN_{\cos tos}^{cemento} = 100 + \sum_{t=1}^{\infty} \frac{10}{1{,}1^t} = 100 + \frac{10}{0{,}1} = 200$$

De modo que conviene más la alternativa de cemento, ya que arroja un menor VPN de los costos, es decir un menor VAC.

En tanto que si el costo de oportunidad del dinero es 20% el resultado es:

$$VPN_{\cos tos}^{asfalto} = 50 + \sum_{t=1}^{\infty} \frac{20}{1{,}2^t} = 50 + \frac{20}{0{,}2} = 150$$

$$VPN_{\cos tos}^{cemento} = 100 + \sum_{t=1}^{\infty} \frac{10}{1{,}2^t} = 100 + \frac{10}{0{,}2} = 150$$

En este caso se está indiferente entre realizar la carretera de asfalto o de cemento.

A costos de oportunidad mayores a 20%, la decisión recomendada cambia, ya que se hace más conveniente realizar la carretera con asfalto.

Es decir, el ranking u ordenamiento prioritario de estos proyectos depende de la tasa de descuento

Por lo tanto es incorrecto ordenar los proyectos de acuerdo a su TIR.

En este ejemplo no pueden incluirse ambos proyectos ya que son mutuamente excluyentes y su conveniencia depende de la tasa de descuento relevante.

Proyectos dependientes

Veamos las distintas posibilidades que pueden ocurrir entre dos proyectos A y B que tienen algún grado de dependencia entre ambos.

•Supongamos que VPN_A>0 y hay que decidir si hacer o no el proyecto complementario B

Ejemplo: un proyecto de agua potable (A) que es complementado con un proyecto de alcantarillado (B).

Supongamos que VPN_A=30 en caso que no se ejecute B. Si B es complementario con A, es imposible que la ejecución de B altere la decisión de realizar A.

Es decir, todos los beneficios adicionales que B le causa A deben ser considerados como beneficios de B, ya que el proyecto A se hubiera ejecutado de todas maneras, aun en el caso en B no se realice.

Por ejemplo, si la construcción de B induce a que el VPN de A llegue a 46, entonces los 16 adicionales (46-30) deben asignarse como beneficios del proyecto B. El que se ejecutará si su VPN, incluyendo los 16, es mayor que 0.

•**Supongamos que VPN_A>0 (VPN=30); hay que decidir si hacer o no el proyecto sustituto B; y la reducción que B causa en VPN_A en menor que VPN_A.**

Ejemplo: un proyecto de desarrollo turístico (proyecto A) y un proyecto sustituto de explotación ganadera (proyecto B), para Isla de Pascua.

Si la ejecución de B disminuye los beneficios netos de A, en menos que 30, seguirá siendo rentable realizar el proyecto A. Pero deberá cargarse como costo del proyecto B la disminución de VPN del proyecto A.

Si el VPN de B menos la reducción del VPN de A es menor que cero entonces sólo deberá realizarse el proyecto A y no hacer el B.

Al contrario, si la diferencia entre el VPN de B y la reducción de VPN de A es positiva, entonces se deberán realizar ambos proyectos.

¿Que sucede si el proyecto B es tan sustituto de A que hace que el VPN de este último sea negativo?.

Supóngase que al construir el proyecto B disminuye el VPN de A en 40, entonces VPN_A=-10 si se ejecuta B, entonces ahora no es rentable A. En este caso, debe cargarse como costo del proyecto B sólo los beneficios netos que pudo haber rendido el proyecto A, o sea deben cargarse los 30 que podría haber dado A.

Si VPN_B menos los 30 que se dejó de obtener por no realizar el proyecto A, es positivo, entonces conviene realizar el proyecto B, en caso contrario se realizará el proyecto A. Nunca será conveniente realizar los dos proyectos.

•$VPN_A<0$ y hay que decidir si hacer o no el proyecto sustituto B.

Si el proyecto A no es rentable por si sólo (sin B) y el proyecto B es sustituto, entonces menos rentable será el proyecto A si se ejecuta B. Por lo que el proyecto A es irrelevante para determinar la conveniencia del proyecto B. Y, por lo tanto, no se debe cargar al proyecto B la disminución del VPN del proyecto A.

Sería diferente si el proyecto A ya se realizó y estamos determinando la conveniencia de B. En ese caso, si se debería considerar en la evaluación de B la disminución del VPN del proyecto A.

•$VPN_A<0$ y hay que decidir si hacer o no el proyecto complementario B.

En ese caso pueden pasar dos cosas:

i) que el aumento de VPN de A no sea lo suficiente y $VPN_A<0$ aún después de realizado el proyecto B.

Como A no se iba a realizar inicialmente, ni tampoco en caso de realizarse B, entonces es irrelevante el aumento de VPN de A, y por lo tanto no debería ser considerado como un aumento de beneficios del VPN del proyecto B. Salvo en el caso en que el proyecto A ya estuviese construido, ahí si se debería considerar el beneficio señalado.

ii) al construir el proyecto B aumentan los beneficios netos de A y lo hacen conveniente ($VPN_A>0$). Los beneficios que se deben sumar al VPN de B es sólo el nuevo VPN_A, ya que la alternativa pertinente es no realizar el proyecto A, y no su diferencia con el VPN_A anterior (sólo en el caso en que el proyecto A ya estuviese construido).

Para el caso de proyectos complementarios, puede darse la situación extrema de que ninguno de los proyectos sea conveniente individualmente, mientras que la realización de ambos proyectos si lo sea.

En este caso conviene considerarlos como un solo proyecto.

Ej: túnel y pavimentar una carretera, puede que ambos sean no rentables, pero que combinados si lo sean.

Aunque, en general, hay que tratar de evaluar separadamente los subproyectos, ya que un buen subproyecto puede ocultar uno malo.

Ejemplo: ensanchar carretera entre dos ciudades puede ser rentable, pero puede ser que el ensanchamiento de los accesos a las ciudades y en los tramos de las pendientes fuertes (donde hay mayor congestión) sea muy rentable, en tanto que el ensanchamiento de los otros tramos de la carretera sean no rentables.

Priorización de inversiones <u>sin</u> restricciones de capital

Receta:

– Calcular VPNa, VPNb, VPNab

– Elegir el mayor

- Ejemplo

	Comple-mentarios	Indepen-dientes	Sustitutos	Sustitutos
VPNa	30	30	30	30
VPNb	10	10	10	10
VPNab	50	40	36	27

Priorización de inversiones <u>con</u> restricciones de capital

En este caso se supone que el inversionista tiene un capital fijo para distribuir entre un conjunto de proyectos de inversión, de modo que la cantidad de fondos puede no ser suficiente para emprender todos los proyectos que tienen un VPN positivo.

El problema aquí es determinar cuáles proyectos emprender con ese presupuesto dado; vale decir, el problema es establecer un orden de prioridades (ranking) para el conjunto de proyectos

Priorización de inversiones <u>con</u> restricciones de capital

- Caso de proyectos independientes
  - Criterio: Seleccionar las inversiones tales que su VPN conjunto sea el máximo.
  - Ejemplo:

Proy.	F0	F1	F2	VP	VPN	IR
A	-10	30	2	31	21	3,1
B	-5	5	20	21	16	4,2
C	-5	5	15	17	12	3,4

    - IR = VP / I
    - VP: Valor presente de beneficios

Priorización de inversiones <u>con</u> restricciones de capital

- Restricción: 10 UM, Criterio ordenar por VPN hasta agotar capital => Hacer sólo A
- Pero si hacemos B+C => VPNbc = 28, ¡Mejor que A!
- Solución para evitar el análisis combinatorio: IR
  - 1º : B
  - 2º : C
  - 3º : A

Priorización de inversiones <u>con</u> restricciones de capital

- Observación:
  - Cuando la combinación seleccionada según IR no agota todo el capital disponible, se llega a contradicciones (respecto a la última inversión)
  - Se utiliza indicador equivalente al IR denominado IVAN = VPN / I