

EL RANKING Y LA DESCENTRALIZACIÓN EN LA SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE PROYECTOS, ANTE RACIONAMIENTO DE CAPITAL*

Héctor Gutiérrez L.**

Cuando las Oficinas de Planificación o Gerencias de Desarrollo de las empresas reportan anualmente al Directorio sobre los proyectos que postulan a financiamiento del próximo ejercicio, normalmente presentarán un listado ordenado con un *ranking de proyectos*. Pero previamente a ello se habrán tomado decisiones de dos tipos (incluso sin consultar al Directorio ni a la Gerencia que le reporta): 1) Descarte de proyectos por rentabilidad insuficiente o por tener estudios insuficientemente avanzados, lo que conduce a preseleccionar proyectos elegibles, y 2) Identificación de la mejor alternativa de cada proyecto elegible; lo último se hace con la finalidad de poder indicar cuánta inversión requiere cada proyecto del ranking, además de los respectivos indicadores de rentabilidad.

En esta Nota Técnica se discute sobre cómo hacer el ranking de proyectos y sobre la elección de alternativas. La elección se presenta en el contexto del proceso descentralizado descrito, en que primero se seleccionan alternativas de proyectos y después se confecciona el ranking. Esto corresponde a la práctica común en que proyectos independientes son analizados independientemente: la Gerencia de Ingeniería estudia su proyecto en forma autónoma del de la Gerencia de Personal, eligiendo cada gerencia la mejor alternativa de su proyecto; los proyectos sólo se juntan al momento de hacer el ranking, donde se compara la mejor alternativa del proyecto de una gerencia con la mejor alternativa del proyecto de la otra.

Por otra parte, la lógica para hacer el ranking es preguntarse qué proyectos hacer si no hubieran fondos para hacer todos los de la lista, que incluye sólo proyectos de Valor Actualizado Neto (VAN) positivo; si hubieran fondos para

* *Estudios de Economía*, publicación del Departamento de Economía de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad de Chile, vol.19, n°2, diciembre 1992.

** Profesor e investigador del Departamento de Economía de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad de Chile. Se agradecen los comentarios de dos referees de la revista que contribuyeron para corregir algunos errores.

todos los proyectos con $VAN > 0$, la lista no ayuda en nada pues convendría hacerlos todos. Consecuentemente, el contexto de esta Nota Técnica es cuando hay racionamiento de capital.

Además, mirando el mismo problema desde el punto de vista del Ministerio de Planificación, o de la Dirección de Presupuestos, en un contexto de selección de proyectos del sector público, el problema de la descentralización es más relevante todavía: en vez de considerar "algunos" proyectos (decenas, quizás), se deben considerar miles de proyectos. Ello conduce, naturalmente, a la *necesidad* de descentralizar la elección: el Ministerio de Obras Públicas elige sus proyectos independientemente de los del Ministerio de Vivienda, para lo cual se estipula un marco presupuestario para cada Ministerio, que viene a ser el monto máximo autorizado por gastar en proyectos (una cuota), de entre aquellos proyectos elegibles porque tienen rentabilidad suficiente.

La exposición se presenta en el siguiente orden: primero se discute cómo hacer el ranking de proyectos, para después analizar cómo seleccionar alternativas de proyectos. Para facilidad expositiva, la discusión se hará sobre la base de ejemplos numéricos.

1. EL RANKING DE PROYECTOS

Supóngase que se tienen los tres proyectos independientes tipificados en el cuadro 1 y que se desea ordenarlos de mejor a peor.

El cuadro 1 presenta los Flujos de Caja Netos (FCN) de tres proyectos de distinta vida; se agregan los indicadores de rentabilidad de cada uno de ellos donde se supone que los tres proyectos tienen el mismo riesgo no diversificable y que la tasa de descuento apropiada para descontar flujos es 8 por ciento. VAN y TIR son los indicadores que convencionalmente se calculan; VAE representa el equivalente financiero anual del VAN y VAN_{∞} representa el valor presente si el respectivo proyecto fuera replicable y se lo repitiera en forma idéntica *ad infinitum*.

Para confeccionar el *ranking* de proyectos resulta conveniente preguntar cuál o cuáles de los proyectos se realizarían si no hubieran fondos para hacerlos todos. Para ello se ordenan los proyectos de mayor a menor TIR y se construye "la curva de demanda por inversión"¹. Esta se muestra en el gráfico 1.

¹Sin embargo, esto es lógico sólo porque los proyectos son del mismo riesgo no diversificable; si no lo fueran, se requiere un ordenamiento previo por otro indicador de rentabilidad, tal como el que se presenta más adelante para hacer el ranking.

CUADRO 1

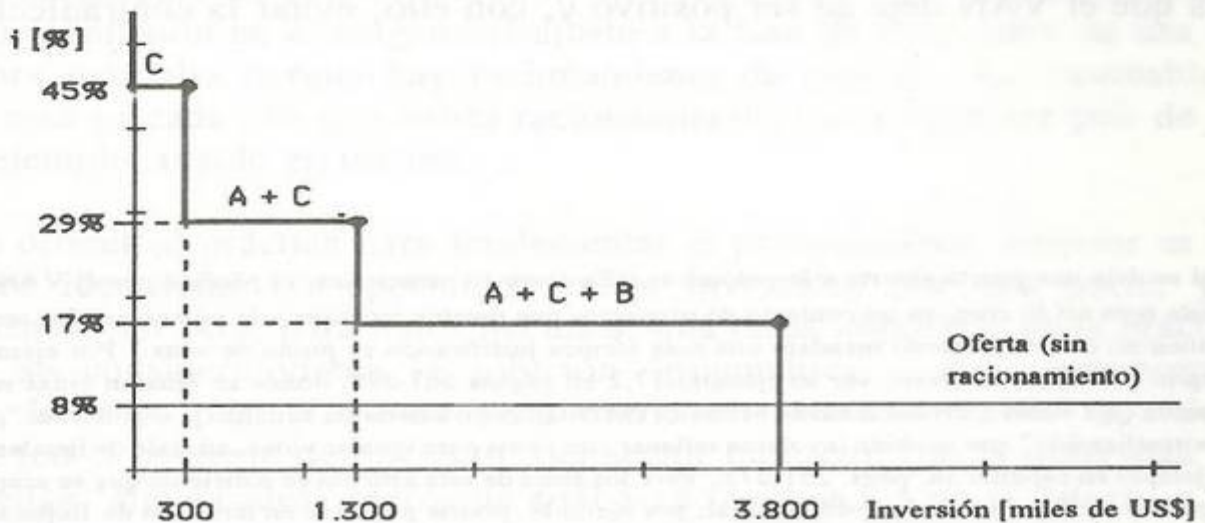
INFORMACIÓN SOBRE FLUJOS DE CAJA NETOS E INDICADORES DE RENTABILIDAD DE TRES PROYECTOS INDEPENDIENTES ENTRE SÍ (en miles de US\$, moneda del...)

AÑO	Proyecto A	Proyecto B	Proyecto C
0	(1.000)	(2.500)	(300)
1	400	600	200
2	400	600	200
3	400	600	200
4	400	600	
5	400	600	
6		600	
7		600	
8		600	
VAN (8%)	597	948	215
TIR	29%	17%	45%
VAE (8%)	150	165	84
VAN _∞ (8%)	1.869	2.062	1.045

Nota: VAN es Valor Actualizado Neto; TIR es Tasa Interna de Retorno; VAE es Valor Anual Equivalente y VAN_∞ es el VAN del proyecto si se repitiera hasta el infinito.

GRÁFICO 1

CURVA DE DEMANDA POR INVERSIÓN (moneda del ...)



La demanda por inversión se obtiene identificando la cantidad de recursos de inversión demandados en función de la tasa de costo de capital. Se la construye como cualquier curva de demanda: se identifica la cantidad máxima que se está dispuesto a invertir para cada tasa de interés; nótese que, al igual que para cualquier demanda, se debe especificar la fecha de valoración.

Como la mayor TIR de las tres que muestra el cuadro 1 es 45 por ciento, es claro que para $i > 45$ por ciento no se está dispuesto a invertir nada: con cada proyecto se obtendría un VAN negativo. Por convención supondremos que para $i = 45$ por ciento se está dispuesto a invertir en el proyecto C, a pesar que corresponde a un punto de indiferencia pues el $VAN_C(45\%) = 0$ (esto está remarcado en el gráfico 1). Ahora, si la tasa de costo de capital fuera mayor a 17 por ciento, el inversionista estaría dispuesto a invertir en los proyectos A y C. Y así sucesivamente, éste invertiría en los tres proyectos para $i \leq 17$ por ciento. Es importante destacar acá que en la construcción de la curva de demanda por inversión no se ha prestado ninguna atención a diferencias en las vidas de los proyectos. Ello ocurre porque las TIR no se alteran al repetir los proyectos.

La curva de demanda por inversión da una indicación precisa de cómo proceder en caso de racionamiento de capital: El ranking de proyectos se obtiene ordenando los proyectos de mayor TIR a menor TIR. Por otra parte, en el gráfico 2, se ilustra sobre las pérdidas de racionar y no hacer todos los proyectos de $VAN > 0$; se ha considerado como representativo de las pérdidas de un proyecto que no se hace a su $VAN_{\rightarrow\infty}$ ².

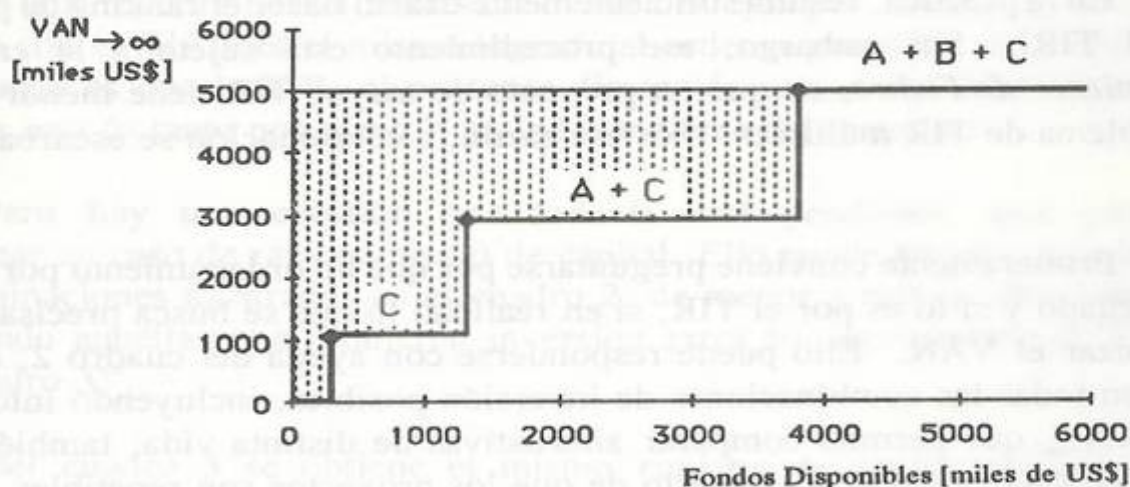
El hecho de que un proyecto de VAN positivo no se financie es en cierto sentido contradictorio, porque, al ser positivo, indica que el costo (8%) es inferior al beneficio y debiera financiarse. Luego es probable que la tasa de costo de capital sea mayor a la usada en el cálculo del VAN: lo suficientemente mayor para que el VAN deje de ser positivo y, con ello, evitar la contradicción.

² Aquí se deja una puerta abierta a la polémica: ¿Es correcto caracterizar la pérdida por el $VAN_{\rightarrow\infty}$? El autor de esta nota así lo cree, en un contexto de proyectos que pueden repetirse a la misma escala; sería interesante si quien no está de acuerdo mandara una nota técnica justificando su punto de vista. Por ejemplo, Blank & Tarquin (1991) no lo creen; ver su ejemplo 17,2 en página 367-368, donde se igualan vidas rellenando con flujos de caja nulos. Probablemente Mishan (1982) tampoco estaría de acuerdo y seguiría su "procedimiento de normalización" que también involucra rellenar con ceros para igualar vidas, además de igualar tamaños; ver su ejemplo en capítulo 38, págs. 261-272. Para los fines de este artículo es suficiente que se acepte el criterio, ya que no es el punto de discusión central; por ejemplo, podría pensarse en términos de flujos a perpetuidad, tal como la hace Fontaine (1992), sección III. L.b: págs. 119-126.

GRÁFICO 2

EFFECTOS DEL RACIONAMIENTO DE CAPITAL CUANDO SE UTILIZA EL RANKING DE PROYECTOS SEGÚN TIR PARA RACIONAR

(en moneda del...)



■ Costos de oportunidad al no poder financiar todos los proyectos de VAN positivo.

El gráfico 2 muestra con línea gruesa, para cada nivel de fondos disponibles (que implica a su vez un racionamiento de capital si fuera inferior a US\$4.000 miles), el nivel de ganancias que sería viable obtener. Consecuentemente, una distancia vertical en la zona sombreada representa la pérdida que ocasiona el racionamiento.

Una manera de resolver el problema de racionamiento de capital es calcular la tasa de descuento que induce a querer invertir exactamente la cantidad que se puede invertir: ésa es una tasa de interés sombra. Con ese procedimiento se evita la contradicción, pues se invertiría en todos los proyectos independientes con VAN positivo (o nulo); ésa es la solución propuesta en Fontaine [1992], *loc.cit.*, y en Hirshleifer [1970], sección 7.B: págs. 205-210. Sin embargo, no debe haber confusión en el origen del ajuste a la tasa de descuento: se usa una tasa sombra más alta porque hay racionamiento de capital. Lo razonable es ajustar la tasa en cada año que exista racionamiento, que podría ser más de una vez, por ejemplo, o sólo en un año.

La dificultad práctica para implementar el procedimiento anterior es que se requiere identificar las oportunidades de inversión, por una parte, y el racionamiento, por otra, para todos los años: una tarea imposible en la práctica. Tampoco se considera viable la solución "pragmática y útil" que propone Fontaine, *loc.cit.*, pág. 124, de preguntarle al Ministro de la repartición pertinente (en el contexto de proyectos del sector público), con la esperanza que "tal vez tenga 'alguna idea' acerca de cuál será la situación en el futuro, y con

ello... imputar valores de \hat{p}_i marginal (la tasa de descuento sombra del año i) para siquiera dos o tres años". Todo ello hace que, en definitiva, se desestime el procedimiento de identificar tasas de descuento sombras para evaluar proyectos independientes.

En la práctica, resulta suficientemente exacto hacer el ranking de proyectos por el TIR. Sin embargo, ese procedimiento está sujeto a la crítica *del cruzamiento de Fisher*, en que un proyecto de mayor TIR tiene menor VAN, o al problema de TIR múltiples. Por esa razón, a continuación se escarba un poco más.

Primeramente conviene preguntarse por qué un ordenamiento por VAN no es adecuado y sí lo es por el TIR, si en realidad lo que se busca precisamente es maximizar el VAN. Ello puede responderse con ayuda del cuadro 2, donde se exponen todas las combinaciones de inversión posibles, incluyendo información del $VAN_{-\infty}$ que permite comparar alternativas de distinta vida; también podría usarse el VAE, debido al supuesto de que los proyectos son repetibles. Para el cálculo del $VAN_{-\infty}(8\%)$ que se muestra en el cuadro, se procedió tal como es usual para el caso de proyectos individuales y se sumaron éstos para el caso de combinaciones de proyectos; esa simple suma se origina en la *aditividad* de ese indicador.

CUADRO 2

COMBINACIONES DE TRES PROYECTOS INDEPENDIENTES

(en miles de US\$, moneda del...)

Combinación	Inversión	$VAN_{-\infty}(8\%)$
ningún proyecto	0	0
proyecto A	1.000	1.869
proyecto B	2.500	2.062
proyecto C	300	1.045
proyectos A y B	3.500	3.931
proyectos A y C	1.300	2.914
proyectos B y C	2.800	3.107
proyectos A, B y C	3.800	4.976

Analícemos ahora por qué el ordenamiento por $VAN_{-\infty}$ (equivalente a ordenar por VAE) no es conveniente. El ranking obtenido sería: primero el proyecto B, después el A y finalmente el C; ello es inconveniente porque si se dispusiera de US\$2.500 miles para inversión es mejor invertir en los proyectos A y C que en B. El error se produce porque el proyecto B es el que menos

reditúa por dólar invertido, a pesar de ser el que permite obtener mayores ganancias; lo último se produce porque es más grande.

El razonamiento anterior conduce a definir un indicador que refleje exactamente las ganancias por dólar invertido. Eso se logra con el indicador conocido como índice del VAN o IVAN, y se calcula dividiendo el VAN del proyecto (sin repetir) por la inversión³. Para el ejemplo estudiado, el ranking obtenido con el IVAN es el mismo logrado al ordenar por TIR. El origen de la coincidencia es que la TIR, al no tener dimensión monetaria, pues se mide en tanto por uno (o tanto por ciento), es independiente del tamaño.

Pero hay una cuestión que todavía está pendiente: qué proyectos seleccionar en caso de racionamiento de capital. Ello puede hacerse reordenando las combinaciones mostradas en el cuadro 2, de menor a mayor inversión, pero descartando aquéllas que requieren inversión extra sin incrementar el VAN_∞. (Ver cuadro 3)⁴.

Del cuadro 3 se obtiene el mismo *ranking* de proyectos deducido al ordenar por IVAN: primero está el proyecto C, después el proyecto A y finalmente el proyecto B; pero se obtiene información adicional. Por ejemplo, si se tuvieran US\$3 millones para invertir con un costo de capital del 8 por ciento, conviene hacer los proyectos B y C que requieren US\$2.800 miles (en vez de C y A), y dejar de invertir US\$200 miles que se destinarían a los usos alternativos que redituán 8 por ciento (en el "sin proyecto"). Esta situación es singular porque conviene dejar de invertir US\$1.000 miles en el proyecto A para invertir US\$2.500 miles en B, a pesar que A está primero en el *ranking*; ello se produce porque conviene hacer un proyecto más grande a pesar que reditúe menos por dólar invertido. Ese es un importante ejemplo que ilustra sobre algo que ha causado más de una confusión: es cierto que el ranking conviene hacerlo ubicando primero los proyectos que dan más rendimiento por dólar invertido; pero el objetivo que se persigue es maximizar la riqueza y a veces convendrá hacer un proyecto que reditúe menos por unidad de inversión, al ser más grande. En otras

³Si hubiera inversiones en más de un año, se divide el VAN por la inversión actualizada.

⁴A esta misma solución se llegaría siguiendo la estrategia de análisis propuesta por los siguientes autores, excepto por el procedimiento para igualar vidas, tal como se indica en la nota de pie de página 2:1) Blank & Tarquin, loc. cit.; y 2) Sapag & Sapag (1991), sección 17.9.

Otros autores que proponen un procedimiento que permite llegar a los mismos resultados, aunque sin tocar el problema de proyectos independientes con distinta vida, son: 1) Copeland & Weston (1988), sección 3.D; 2) Brealey & Myers (1991), sección 6-4; 3) Taylor (1976), sección 9.11; y 4) Van Horne (1986), capítulo 13, págs. 317-318. Por otra parte, Bierman & Smidt (1984), capítulo 8, consideran aceptable un procedimiento como el seguido aunque señalan que se está en presencia de un problema que es tan científicamente exacto como elegir a "Miss Universo".

Mishan, loc. cit., propone un "procedimiento de normalización" que no necesariamente lleva a estos resultados, al igual que el procedimiento de identificar "tasas de interés sombra" de Fontaine, loc. cit. y de Hirshleifer (1970), loc. cit.

palabras, se prefiere hacer un proyecto de US\$1.000 que permita ganar un modesto 5 por ciento que invertir solamente US\$1 para ganar un espectacular 100 por ciento.

CUADRO 3

COMBINACIONES ORDENADAS DE TRES PROYECTOS INDEPENDIENTES (en miles de US\$, moneda de...)

Inversión	$VAN_{\infty}(8\%)$	Combinación
0	0	ningún proyecto
300	1.045	proyecto C
1.000	1.869	proyecto A
1.300	2.914	proyecto A y C
se descarta 2.500	2.062	proyecto B
2.800	3.107	proyectos B y C
3.500	3.931	proyectos A y B
3.800	4.976	proyectos A, B y C

La información del cuadro 3 da una indicación precisa sobre qué hacer para cada nivel de racionamiento de capital, lo que se reproduce en el gráfico 3. En ese mismo gráfico se representan las ventajas con respecto a usar el ranking para racionar.

Hasta ahora se ha presentado una estrategia *descentralizada* para elegir proyectos:

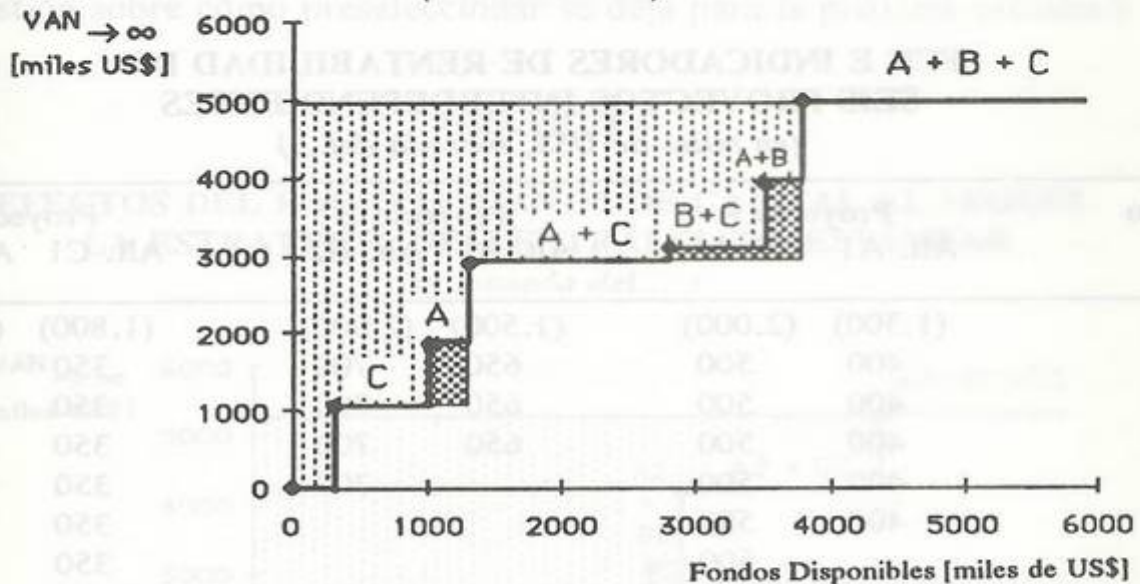
- Paso 1: Estudiar, todos los proyectos independientes, independientemente; identificar las alternativas de cada uno de ellos y elegir una, por ejemplo, aquella que maximiza el VAN calculado sobre períodos de igual vida tal como con VAN_{∞} . En este paso se preseleccionan alternativas, descentralizadamente.
- Paso 2: Hacer un *ranking* de los proyectos independientes, ordenando por el IVAN de las alternativas preseleccionadas.
- Paso 3: (Opcional) Intentar una mejora en los efectos de un racionamiento, identificando todas las combinaciones de proyectos.

Esto es, hasta el paso 2 se tiene un proceso *heurístico* para elegir entre proyectos independientes, después de preseleccionar alternativas en cada uno de ellos; es un procedimiento heurístico en el sentido que conduce usualmente a estar cerca del óptimo, pero no necesariamente en él. El procedimiento *exacto* es más complicado e involucra el paso 3.

GRÁFICO 3

EFFECTOS DEL RACIONAMIENTO DE CAPITAL AL ESTUDIAR TODAS LAS COMBINACIONES DE INVERSIÓN EN PROYECTOS INDEPENDIENTES

(en moneda ...)



▨ Costos de oportunidad al no poder financiar todos los proyectos de VAN positivo.

▣ Ventaja con respecto a usar el ranking de proyectos para racionar.

El gráfico muestra con línea gruesa, para cada nivel de fondos disponibles (que implica un racionamiento si fuera inferior a US\$4.000 miles), el nivel de ganancias que sería viable obtener; consecuentemente, una distancia vertical en la zona sombreada representa la pérdida que ocasiona el racionamiento. Pero el gráfico también muestra que al estudiar todas las combinaciones de inversión centralizadamente, en dos rangos de racionamiento se identifica una estrategia de inversión que atenúa la pérdida.

2. LA PRESELECCIÓN DE ALTERNATIVAS EN FORMA DESCENTRALIZADA

En la sección anterior se discutió como hacer un *ranking* después de preseleccionar alternativas descentralizadamente. En esta sección se discute que ello es un procedimiento heurístico solamente y que el "óptimo" requiere la centralización. Para motivar la discusión, supóngase que se tienen tres proyectos independientes entre sí, cada uno con dos alternativas de proyecto. La información se presenta en el cuadro 4.

Si se sigue la estrategia descentralizada estándar se optaría *primero* por postular a financiamiento a los proyectos A2, B2 y C2 (que tienen mayor $VAN_{\rightarrow\infty}$ ⁵), los que *después* se ordenarían en un ranking con A2 primero, seguido

⁵Ello coincide con el ordenamiento por VAN (sin repetir); pero es sólo una casualidad.

por C2 y terminando con B2. Además, las combinaciones ordenadas de esos tres proyectos independientes serían las mostradas en el cuadro 5; en el gráfico 4 se ilustra esta nueva situación.

CUADRO 4

FCN E INDICADORES DE RENTABILIDAD DE SEIS PROYECTOS INTERDEPENDIENTES

(en miles de US\$, moneda del...)

Año	Proyecto A		Proyecto B		Proyecto C	
	Alt. A1	Alt. A2	Alt. B1	Alt. B2	Alt. C1	Alt. C2
0	(1.300)	(2.000)	(1.500)	(2.000)	(1.800)	(2.300)
1	400	500	650	700	350	505
2	400	500	650	700	350	505
3	400	500	650	700	350	505
4	400	500		700	350	625
5	400	500			350	625
6		500			350	625
7		500			350	625
8		500			350	625
VAN(8%)	297	873	175	318	211	982
VAE(8%)	74	152	68	96	37	171
IVAN(8%)	0,23	0,44	0,12	0,16	0,12	0,43
VAN _∞ (8%)	930	1.900	849	1.202	460	2.137

CUADRO 5

COMBINACIONES ORDENADAS AL SEGUIR LA ESTRATEGIA DESCENTRALIZADA ESTÁNDAR

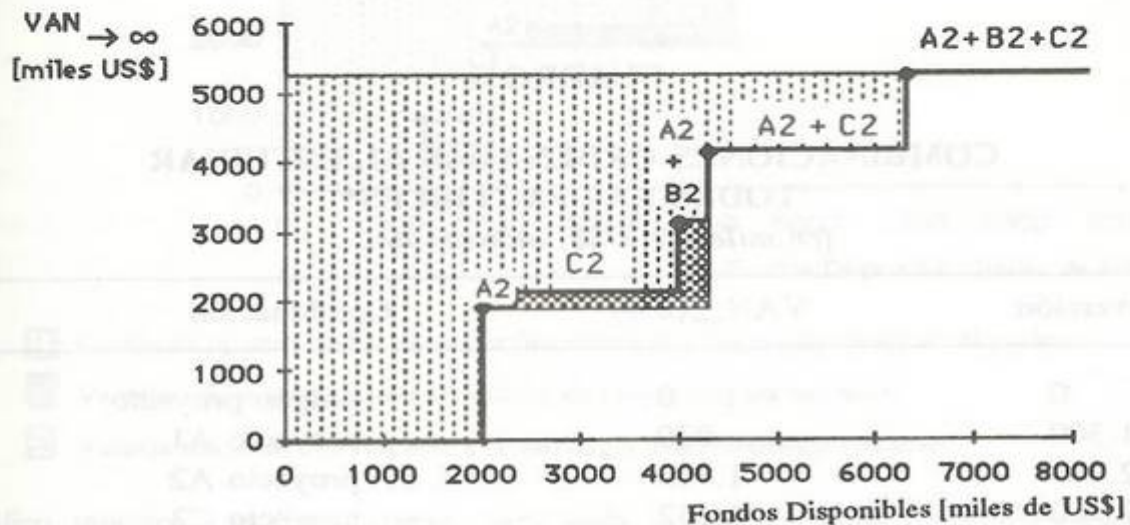
(en miles de US\$, moneda del...)

	Inversión	VAN _∞ (8%)	Combinación
	0	0	ningún proyecto
	2.000	1.900	proyecto A2
Se descarta	2.000	1.202	proyecto B2
	2.300	2.137	proyecto C2
	4.000	3.102	proyectos A2 y B2
	4.300	4.037	proyectos A2 y C2
Se descarta	4.300	3.339	proyectos B2 y C2
	6.300	5.239	proyectos A2, B2 y C2

El gráfico 4 se obtuvo de seguir la estrategia descentralizada estándar, donde se preseleccionan por $VAN_{\rightarrow \infty}$ a las alternativas de proyectos independientes. (Aquí conviene constatar que casualmente se habría llegado a lo mismo si se siguiera una estrategia *opcional*: preseleccionar en cada proyecto independiente aquella alternativa de mayor IVAN en vez de la de mayor $VAN_{\rightarrow \infty}$; esta cuestión sobre cómo preseleccionar se deja para la próxima sección.)

GRÁFICO 4

EFFECTOS DEL RACIONAMIENTO DE CAPITAL AL SEGUIR LA ESTRATEGIA DESCENTRALIZADA ESTÁNDAR
(en moneda del...)



- Costos de oportunidad al no poder financiar todos los proyectos de VAN positivo.
- Ventaja con respecto a usar el ranking de proyectos para racionar.

Este gráfico es similar al 3 de la sección anterior: Con línea gruesa se muestra el nivel de ganancias que sería viable obtener, donde una distancia vertical en la zona sombreada representa la pérdida que ocasiona el racionamiento. También se muestra que al estudiar todas las combinaciones de inversión centralizadamente, en un rango de racionamiento se identifica una estrategia de inversión que atenúa la pérdida.

Ahora, y tal como antes, el siguiente paso es identificar a todas las combinaciones entre proyectos que sean factibles de combinar, con la finalidad de constatar si es posible mejorar respecto a la estrategia descentralizada. Ello conduce a considerar posibilidades de inversión adicionales a las mostradas en el cuadro 5. El resultado se muestra en el cuadro 6, donde se presentan todas las combinaciones ordenadamente.

La comparación del cuadro 5 con el 6 conduce a concluir que el procedimiento estándar no equivoca el correcto orden de las combinaciones, pero omite algunas. Por ejemplo, si hubiera racionamiento de capital, y se dispusiera

sólo de US\$3.550 miles para inversión, convendría invertirlos del siguiente modo (de acuerdo a lo que se deduce del cuadro 6):

- Invertir US\$ 2.000 miles en el proyecto A2
- Invertir US\$ 1.500 miles en el proyecto B1
- Invertir US\$ 50 miles en el "sin proyecto"

Pero si se siguiera la estrategia heurística estándar, se optaría por lo siguiente (ver cuadro 5):

- Invertir US\$ 2.300 miles en el proyecto C2
- Invertir US\$ 1.250 miles en el "sin proyecto".

CUADRO 6

COMBINACIONES ORDENADAS AL ESTUDIAR TODAS LAS FACTIBLES* (en miles de US\$, moneda del...)

Inversión	$VAN_{\infty}(8\%)$	Combinación
0	0	ningún proyecto
1.300	930	proyecto A1
2.000	1.900	proyecto A2
2.300	2.137	proyecto C2
3.500	2.749	proyectos A2 y B1
3.600	3.067	proyectos A1 y C2
4.000	3.102	proyectos A2 y B2
4.300	4.037	proyectos A2 y C2
5.600	4.269	proyectos A1, B2 y C2
5.800	4.886	proyectos A2, B1 y C2
6.300	5.239	proyectos A2, B2 y C2

* Se omiten las combinaciones descartadas por requerir más inversión (o la misma pero sin incrementar el VAN_{∞}). La omisión es para economizar espacio.

Finalmente, si se usara el *ranking* de proyectos para racionar, simplemente se habría concluido que los fondos alcanzan sólo para la mejor alternativa del proyecto A, es decir, se optaría por:

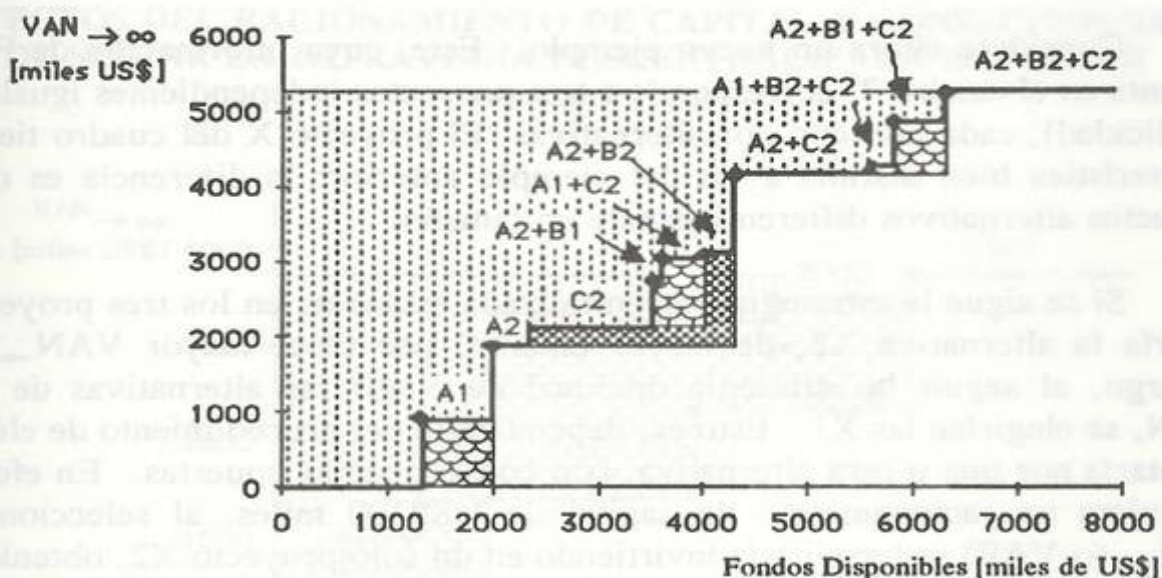
- Invertir US\$ 2.000 miles en el proyecto A2
- Invertir US\$ 1.550 miles en el "sin proyecto".




Estos y otros detalles pueden visualizarse en el gráfico 5.

GRÁFICO 5

EFFECTOS DEL RACIONAMIENTO DE CAPITAL AL CONSIDERAR CONJUNTAMENTE LAS COMBINACIONES DE PROYECTOS INDEPENDIENTES Y ALTERNATIVOS

(en moneda del ...)



-  Costos de oportunidad al no poder financiar todos los proyectos de VAN positivo.
-  Ventaja con respecto a usar el ranking de proyectos para racionar.
-  Ventaja adicional con respecto a la estrategia descentralizada estándar.

El gráfico muestra con línea gruesa, para cada nivel de fondos disponibles (que implica racionamiento si fuera inferior a US\$6.300 miles), el nivel de ganancias que sería viable obtener, dependiendo de la estrategia que se siga; una distancia vertical en la zona sombreada representa la pérdida que ocasiona el racionamiento.

El gráfico ilustra que, para un rango de racionamiento, la estrategia descentralizada estándar (donde se estudian combinaciones de proyectos independientes centralizadamente) supera a la simple ordenación de proyectos de un ranking. También muestra que esa estrategia descentralizada es superada para tres rangos de racionamiento al estudiar todas las combinaciones de inversión centralizadamente.

El origen de las discrepancias que originan las tres estrategias para racionar es simple de reconocer: conviene invertir más en proyectos que en el "sin proyecto", aunque sea a costa de dejar de hacerlo en la mejor alternativa de proyecto, si es que ello permite "dejar espacio" para invertir en un segundo proyecto. Naturalmente, al seguir la estrategia de olvidarse de los proyectos alternativos, se puede estar dejando pasar oportunidades de mejorar frente a un problema de racionamiento de capital.

Lo anterior ilustra sobre la primera lección que se obtiene: que la descentralización en la preselección de alternativas de proyectos puede conducir a decisiones subóptimas, si hubiera racionamiento de capital.

3. LA DESCENTRALIZACIÓN COMO PROCEDIMIENTO HEURÍSTICO

La segunda lección que se desea obtener tiene relación con la búsqueda de un procedimiento descentralizado que conduzca a estar lo más cerca posible del óptimo; tal como se anunció antes, ese procedimiento puede involucrar a la preselección de alternativas de proyectos por IVAN en vez del usual $VAN_{-\infty}$.

Considere ahora un nuevo ejemplo. Este, cuya información de FCN se presenta en el cuadro 7, corresponde a tres proyectos independientes iguales (por simplicidad), cada uno con dos alternativas. El proyecto X del cuadro tiene una característica bien distinta a los del ejemplo anterior: la diferencia es que los proyectos alternativos difieren bastante en tamaño.

Si se sigue la estrategia descentralizada estándar, en los tres proyectos se elegiría la alternativa X2, de mayor tamaño, por tener mayor $VAN_{-\infty}$. Sin embargo, al seguir la estrategia opcional de elegir las alternativas de mayor IVAN, se elegirían las X1. Esto es, dependiendo del procedimiento de elección, se optaría por una u otra alternativa, con consecuencias opuestas. En efecto, si se tuviera un racionamiento de capital de US\$300 miles, al seleccionar por $VAN_{-\infty}$ (o VAE) se terminaría invirtiendo en un solo proyecto X2, obteniéndose un $VAN_{-\infty}(8\%) = US\$1.222$ miles. Sin embargo, al seleccionar por IVAN se optaría por invertir en tres proyectos X1, con un $VAN_{-\infty}(8\%) = US\$3.045$ miles. Claramente, sería mejor elegir proyectos alternativos por el IVAN y no por el $VAN_{-\infty}$ (o VAE).

CUADRO 7

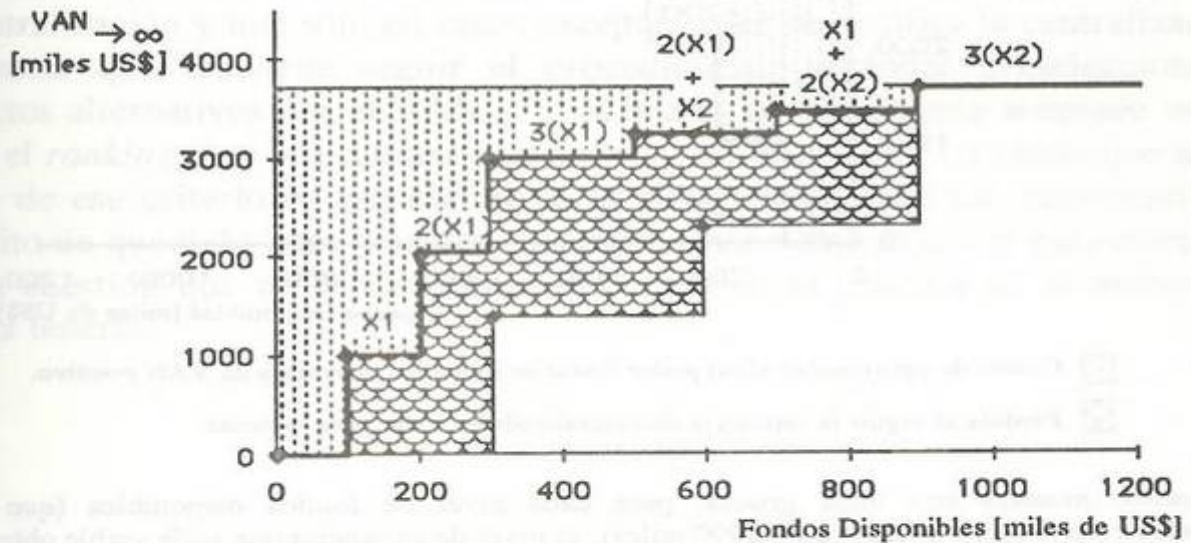
FCN DE TRES PROYECTOS INDEPENDIENTES IGUALES
(en miles de US\$, moneda del...)

Año	Alternativa X1	Alternativa X2
0	(100)	(300)
1	120	150
2	120	150
3	120	150
4		150
5		150
6		150
7		150
8		150
<hr/>		
VAN (8%)	209	562
VAE (8%)	81	98
IVAN (8%)	2,09	1,87
$VAN_{-\infty}$ (8%)	1.015	1.222

En el gráfico 6 se presentan las pérdidas por seguir la estrategia descentralizada estándar de preseleccionar por $VAN_{\rightarrow\infty}$, para cada nivel de racionamiento.

GRÁFICO 6

EFFECTOS DEL RACIONAMIENTO DE CAPITAL Y CONSECUENCIAS DE SEGUIR LA ESTRATEGIA DESCENTRALIZADA ESTÁNDAR
(moneda del ...)



- Costos de oportunidad al no poder financiar todos los proyectos de VAN positivo.
- Pérdida al seguir la estrategia descentralizada estándar para racionar.

El gráfico muestra con línea gruesa, para cada nivel de fondos disponibles (que implica racionamiento si fuera inferior a US\$900 miles), el nivel de ganancias que sería viable obtener; una distancia vertical en la zona sombreada representa la pérdida que ocasiona el racionamiento. Pero el gráfico también muestra que al estudiar todas las combinaciones de inversión centralizadamente, incluyendo la selección de alternativas, para casi cualquier nivel de racionamiento se puede identificar una estrategia de inversión que atenúe la pérdida con respecto a simplemente seguir la estrategia descentralizada estándar de preseleccionar alternativas por $VAN_{\rightarrow\infty}$.

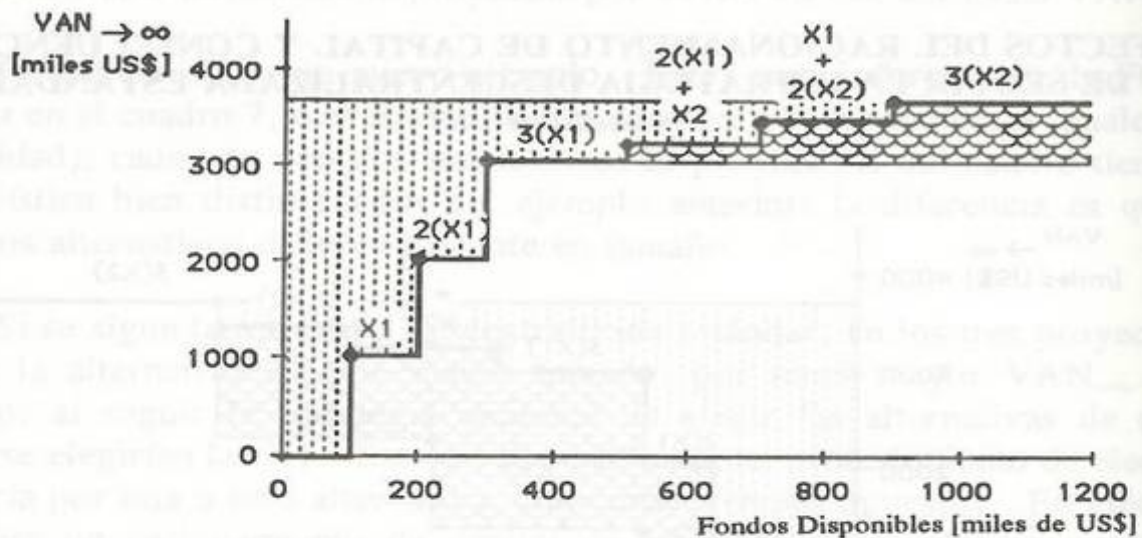
En el gráfico 7 se presentan los efectos de seguir la estrategia descentralizada opcional de preseleccionar por IVAN.

De la comparación entre ambas estrategias descentralizadas se puede obtener una interesante conclusión: si se quisiera elegir una estrategia descentralizada y preseleccionar proyectos, no existe una que sea superior a la otra. En efecto, cuando existe racionamiento y éste es relativamente severo, la estrategia opcional resulta mejor, pero lo contrario ocurre cuando no hay racionamiento o éste es relativamente pequeño.

GRÁFICO 7

EFFECTOS DEL RACIONAMIENTO DE CAPITAL Y CONSECUENCIAS DE SEGUIR LA ESTRATEGIA DESCENTRALIZADA OPCIONAL

(moneda del ...)



- ▤ Costos de oportunidad al no poder financiar todos los proyectos de VAN positivo.
- ▨ Pérdida al seguir la estrategia descentralizada estándar para racionar.

El gráfico muestra con línea gruesa, para cada nivel de fondos disponibles (que implica racionamiento si fuera inferior a US\$900 milés), el nivel de ganancias que sería viable obtener: una distancia vertical en la zona sombreada representa la pérdida que ocasiona el racionamiento. El gráfico también muestra que al estudiar todas las combinaciones de inversión centralizadamente, incluyendo la selección de alternativas, para nulo o relativamente poco nivel de racionamiento se puede identificar una estrategia de inversión que atenúe la pérdida con respecto a simplemente seguir la estrategia descentralizada opcional de preseleccionar alternativas por IVAN.

4. CONCLUSIONES

En esta Nota Técnica se han presentado tres ejemplos numéricos que ayudaron a concluir sobre cómo construir un *ranking* de proyectos descentralizadamente y usarlo para racionar, sobre cómo pueden mejorarse los resultados del racionamiento al estudiar todas las combinaciones de proyectos, y sobre las consecuencias de descentralizar la elección de alternativas de proyectos.

La intuición puede ayudar a resolver sobre cómo seleccionar una estrategia descentralizada y sobre la conveniencia o inconveniencia de centralizar. Primero, debiera preguntarse por qué razón existe el racionamiento; tal vez existe un error en la identificación de la tasa de descuento y se ha usado una muy "baja": si se usara una mayor disminuiría la cantidad demandada de fondos para inversión y, quizás, el racionamiento dejaría de existir.

Segundo, tal vez el problema no es grave, ya que cuando las alternativas de proyecto no difieren en tamaño, el problema está ausente e, incluso, las ganancias por centralizar la elección de alternativas de proyecto pueden ser "poco importantes", en el sentido de que pueden estar incluidas en el rango de error del cinco a diez por ciento en la inversión que típicamente tienen las estimaciones del monto a invertir de los proyectos. Además, los aspectos estratégicos "no cuantificables" pueden ser de mayor magnitud que las potenciales ganancias de centralizar. Recuérdese que el problema parece ser severo sólo cuando existe "mucho" diferencia en el tamaño de los proyectos alternativos.

La experiencia sugiere, por otra parte, que sí es conveniente la descentralización y que sólo en casos excepcionales se justifica la centralización. Y además que conviene seguir el procedimiento estándar preseleccionando proyectos alternativos por el $VAN_{-\infty}$ ⁶. Más aún, lo usualmente aceptado es que se use el *ranking* para seleccionar cuando hay racionamiento. La razón que apoya el uso de ese criterio es esencialmente la simplicidad, más un reconocimiento implícito de que todo buen proyecto obtendrá financiamiento, y el racionamiento es una cuestión que no tendrá tanta incidencia en la práctica o, al menos, no debiera tenerla.

⁶Una interesante situación donde se optó por seguir la estrategia descentralizada opcional es con los proyectos de mantenimiento vial urbano en Chile; ver el manual de ODEPLAN (1990), hoy Ministerio de Planificación (MIDEPLAN): pp.175-208, especialmente pág. 198. (Sin embargo, en el mismo manual se menciona (pág. 240) que el tamaño óptimo de proyectos de riego corresponde al de mayor VAN).

REFERENCIAS

- BIERMAN, H. y S. SMIDT (1984): *The capital budgeting decision. Economic analysis of investment projects*, 6a. edición de Macmillan Publishing, EE.UU.
- BLANK, L. y A. TARQUIN (1991): *Ingeniería económica*, 3a. edición de McGraw-Hill, Colombia.
- BREALEY, R. y S. MYERS (1991): *Principles of corporate finance*, 3a. edición de McGraw-Hill, EE.UU.
- COPELAND, T. y J. WESTON (1988): *Financial theory and corporate policy*, 3a.edición de Addison-Wesley Publishing, EE.UU.
- FONTAINE, E. (1992): *Evaluación social de proyectos*, 8a. edición revisada, Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago.
- HIRSHLEIFER, J. (1970): *Investment, interest, and capital*, Prentice-Hall, EE.UU.
- MISHAN, E. (1982): *Cost-benefit analysis. An informal introduction*, 3a. edición de George Allen & Unwin Ltd., Londres.
- ODEPLAN (1990): *Inversión pública eficiente. Un continuo desafío*, editado por su Departamento de Inversiones, Santiago.
- SAPAG, N. y R. SAPAG (1991): *Preparación y evaluación de proyectos*, 2a. edición de McGraw-Hill Interamericana de México, México.
- TAYLOR, G. (1976): *Ingeniería económica. Toma de Decisiones Económicas*, 7a. reimpresión de Limusa, México.
- VAN HORNE, J. (1986): *Fundamentals of financial management*, 6a. edición de Prentice-Hall, EE.UU.