

TEMA 6
SELECCIÓN DE INVERSIONES PRODUCTIVAS
CON RIESGO
(parte II)

Análisis del punto muerto o punto de equilibrio

A menudo, se plantea hasta qué punto pueden caer las ventas antes de que el proyecto comience a originar pérdidas. A este procedimiento se le conoce como Análisis Del Punto Muerto.

Siguiendo con el ejemplo del proyecto de vehículo eléctrico, en la tabla se muestra el VAN, en millones de euros, para diferentes supuestos sobre unidades vendidas.

VAN (en millones de €) para diferentes supuestos de unidades vendidas

		PAGOS						
		AÑO 0	AÑOS 1-10					
COCHES VENDIDOS (EN MILES)	COBROS AÑOS 1-10	INVERSIÓN	COSTES VBLES.	COSTES FIJOS	IMPUESTOS	VAN COBROS	VAN PAGOS	VAN
0	0	150	0	30	-22'5	0	196	-196*
100	375	150	300	30	15'0	2.304	2.270	34
200	750	150	600	30	52'5	4.608	4.344	264

* Cálculo del VAN = -196 millones de €

Cálculo IS		Cálculo FNC		
+INGRESOS	0	+COBROS	0	
-CF	-30	-CF	-30	
-CVT	0	-CVT	0	PAGOS _t
-A	-15	-IS	-22'5	
= BI	-45	= Fdi	-7'5	
= IS (t = 50%)	-22'5			

$$\text{VAN} = -150 - 7'5 a_{10|0'1} \approx -196$$

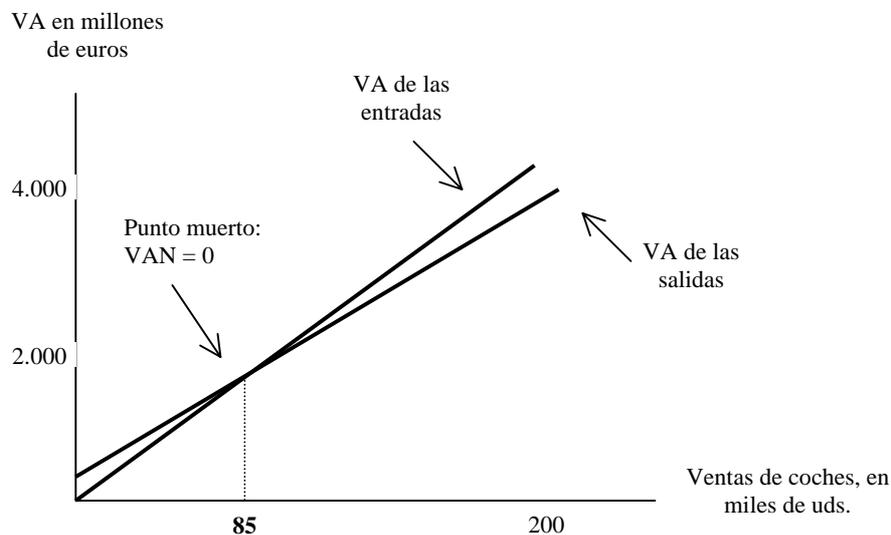
A la vista de la tabla, puede fácilmente deducirse que el VAN sería cero cuando las ventas fuesen un poco inferiores a 100.000 coches.

En la figura se muestra el Valor Actual de las entradas y salidas de dinero según diferentes supuestos sobre las cifras anuales de ventas.

Las dos líneas se cruzan cuando las ventas son de 85.000 coches. Éste es el punto en el que el proyecto tiene un VAN nulo, es el punto muerto o punto de equilibrio.

Si las ventas superasen las 85.000 unidades entonces se obtendría un VAN positivo (a partir del punto muerto la línea que recoge el valor actual de las entradas está por encima de la del valor actual de las salidas y si las ventas son inferiores a 85.000 unidades, el proyecto tiene VAN negativo, pues la línea del valor actual de las entradas está por debajo de la línea del valor actual de las salidas)

Punto Muerto



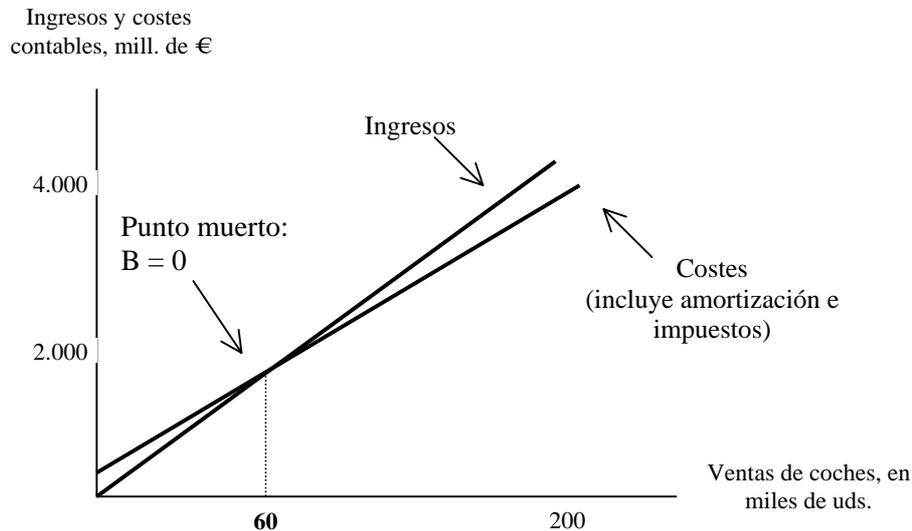
Las empresa suele calcular el punto muerto o de equilibrio en términos de beneficio contable, en vez de en términos de valores actuales. En la tabla siguiente se muestran los beneficios después de impuestos según distintos niveles de ventas.

Beneficio después de impuestos, en millones de euros, para diferentes supuestos de unidades vendidas

COCHES VENDIDOS (EN MILES)	INGRESOS	CVT	CF	AMORT	IS	CT	Bdi
0	0	0	30	15	-22'5	22'5	-22'5
100	375	300	30	15	15'0	360'0	15'0
200	750	600	30	15	52'5	697'5	52'5

En la figura se representan los ingresos y costes contables según las unidades vendidas. La figura muestra un punto muerto de 60.000 coches, mientras que la anterior figura, basada en valores actuales, mostraba un punto muerto de 85.000 unidades.

Punto Muerto contable



¿Por qué esa diferencia?

El PUNTO MUERTO CONTABLE informa de que si se venden 60.000 coches al año, los ingresos son suficientes tanto para pagar los costes operativos (CF, CVT e IS) como para recuperar la inversión inicial de 150 millones de €.

Sin embargo, los ingresos derivados de la venta de los 60.000 vehículos no serán suficientes para cubrir el coste de oportunidad de esos 150 millones de €.

Si se tiene en cuenta que los 150 millones de € podrían haber sido invertidos en una inversión financiera de riesgo similar que hubiera producido un rendimiento esperado del 10%, el coste anual de la inversión no es de 15 millones de € (amortización) sino de:

$$150 = CAE_{a_{10-0'1}} \Rightarrow CAE = 24'4 \text{ millones de €}$$

Por tanto, las empresas que deciden en función del punto muerto contable están incurriendo en una pérdida: el coste de oportunidad de su inversión.

En ejemplos, en el que todas las magnitudes se mantienen constantes año tras año y el valor residual del equipo al final de su vida es nulo y, por lo que todos los flujos netos de caja del proyecto son iguales, podemos obtener el punto de equilibrio simplemente igualando las entradas y las salidas que se producen en un año.

No hay que olvidar el importe del desembolso o inversión inicial. Para ello, vamos a imputar a cada año un coste anual equivalente (CAE). Es decir, se ha de dividir el desembolso entre el factor financiero de la anualidad correspondiente a la duración del proyecto:

$$CAE = \frac{\text{Desembolso}}{\text{Factor de la anualidad de 10 años al 10\%}} =$$

$$= \frac{150.000.000}{a_{10}^{-10\%}} = \frac{150.000.000}{6,14456711} = 24.411.809,11$$

Desde el punto de vista financiero no sería adecuado imputar a cada año únicamente la cuota de amortización, ya que no se estaría considerando que a esta inversión se le exige el coste de oportunidad del capital como rentabilidad mínima. Por tanto, las entradas de dinero que genere el proyecto no sólo deben permitir recuperar el desembolso, sino también obtener dicha rentabilidad.

Así pues, el punto de equilibrio se obtiene a partir de la igualdad siguiente:

$$CAE + CF \times (1 - t) - A \times t = (P - Cv) \times V \times (1 - t) \quad (7.10)$$

Siendo:

- CF*: costes fijos anuales
- t*: tipo impositivo del impuesto de sociedades
- A*: cuota de amortización anual
- P*: precio de venta unitario
- Cv*: coste variable unitario
- V*: ventas en unidades físicas

Despejando el nivel de ventas, se puede obtener el punto de equilibrio a partir de la siguiente expresión:

$$PE = V = \frac{CAE + CF \times (1 - t) - A \times t}{(P - Cv) \times (1 - t)} =$$

$$= \frac{24.411.809 + 30.000.000 \times (1 - 0,5) - 15.000.000 \times 0,5}{(3.750 - 3.000) \times (1 - 0,5)} = \frac{31.911.809}{375} = 85.098$$

Por lo tanto, si decide llevar a cabo el nuevo proyecto de inversión y bajo el supuesto de que las previsiones del resto de variables son correctas, la empresa deberá preocuparse por vender anualmente al menos 85.098 vehículos para evitar tener pérdidas con dicho proyecto. Con niveles de ventas superiores conseguirá que el proyecto tenga éxito.

DECISIONES SECUENCIALES. LOS ÁRBOLES DE DECISIÓN

UNA DECISIÓN DE INVERSIÓN EN UN MOMENTO CONCRETO DEL TIEMPO CONDICIONA A LAS DECISIONES DE INVERSIÓN FUTURAS Y A SU VEZ ELLA VIENE CONDICIONADA POR LAS DECISIONES QUE SE HAN ADOPTADO CON ANTERIORIDAD Y POR LA EVOLUCIÓN DE COMPORTAMIENTO DEL ENTORNO ECONÓMICO

DECISIONES DE INVERSIÓN SECUENCIALES

ÁRBOL DE DECISIÓN O DIAGRAMA DE FLUJOS

Instrumento ilustrativo de las distintas alternativas de inversión que a lo largo del período de tiempo considerado (horizonte económico) se puede presentar en la empresa.

EJEMPLO:

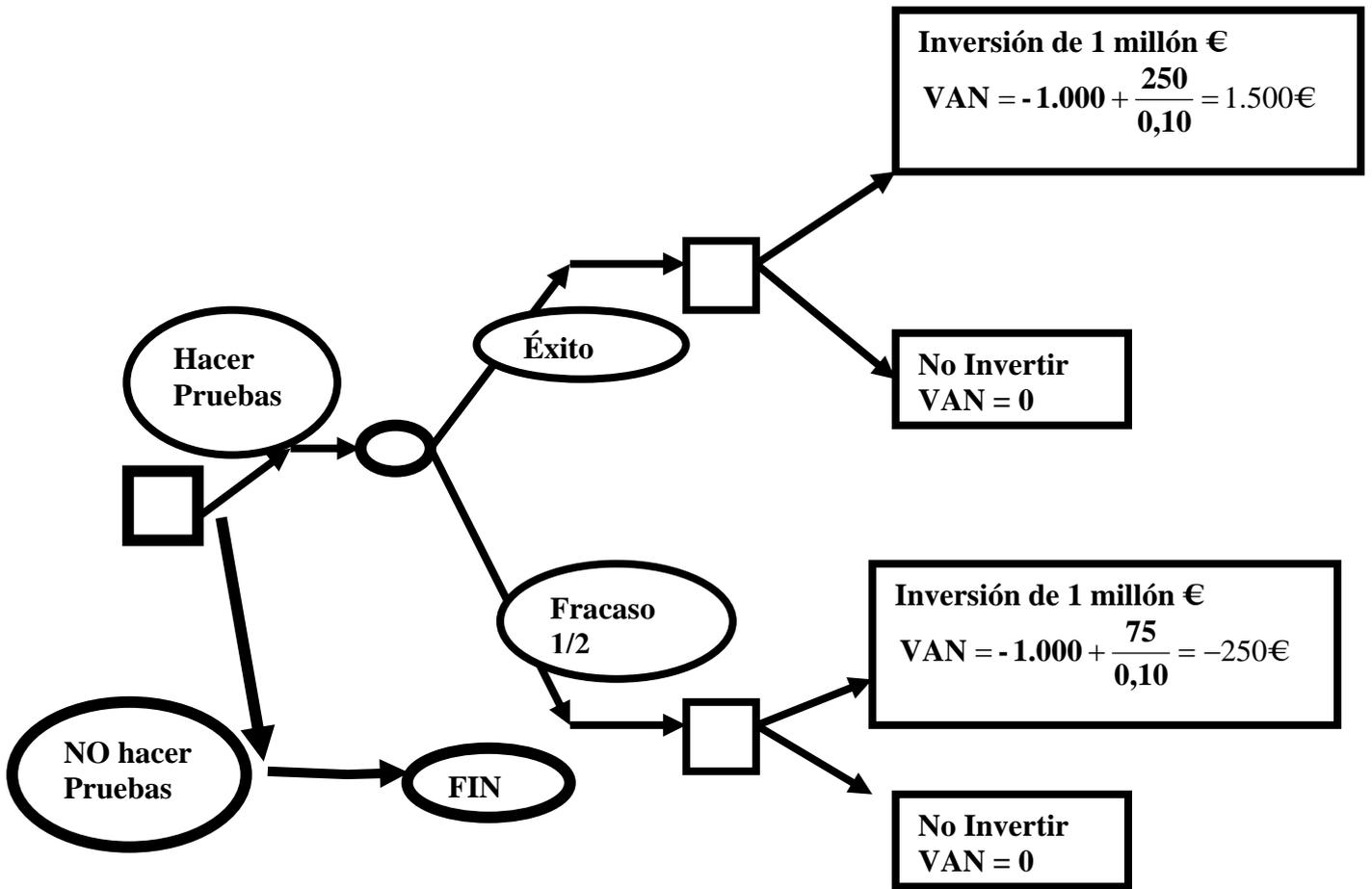
Los técnicos de una compañía dedicada a fabricar enseres de limpieza han diseñado una enceradora eléctrica, estando la dirección dispuesta a llevar a cabo una producción piloto y unas pruebas comerciales.

La fase preliminar durará un año y su coste será de 125.000 €. La dirección estima que sólo existe un 50% de probabilidad de que la producción piloto y las pruebas comerciales tengan éxito.

Si así fuere, entonces la Compañía construirá una planta de 1 millón de €, que generará perpetuamente unos flujos de caja de 250.000 € después de impuestos.

Si no tuviera éxito, la empresa no continuará con el proyecto.

Si las pruebas fallaran, la compañía podría continuar con el proyecto. En este caso se estima que la inversión en la nueva planta sólo generará unos ingresos de 75.000 €.



Los árboles de decisión representan una técnica para analizar proyectos que implican decisiones secuenciales.

Cada **CUADRO** representa un punto de decisión distinto y cada **CÍRCULO** un punto de decisión del destino

PRIMERA FASE decisión llevar a cabo o no llevar las pruebas.

SEGUNDA FASE ejecutar en un ambiente de éxito o fracaso

TERCERA FASE invertir o no invertir en cada uno de los respectivos ambientes.

El VAN de existir es nulo, por lo que el problema se reduce a tomar la decisión de invertir 125.000€, para obtener dentro de un año 1,5 millones de €, con una probabilidad del 50%.

Otro ejemplo:

Se desea fundar una compañía de vuelos privados, en base a la existencia de una presumible demanda por parte de aquellas empresas que por su volumen de negocio no se justifica disponer de avión en propiedad y a tiempo completo, pero que sí exige este tener cubierto este tipo de servicio de vez en cuando.

La inversión no es algo seguro, pues los datos que a priori que maneja la empresa son los siguientes:

Demanda Primer año	PROBABILIDAD	Tendencia resto vida Inversión (probabilidad)
Baja	40%	60% de que la Dda. se mantenga Baja durante la vida del proyecto.
Alta	60%	80% de que la Dda. se mantenga Alta durante la vida del proyecto.

La cuestión a decidir es el modelo de aeronave a adquirir, siendo las probabilidades las siguientes:

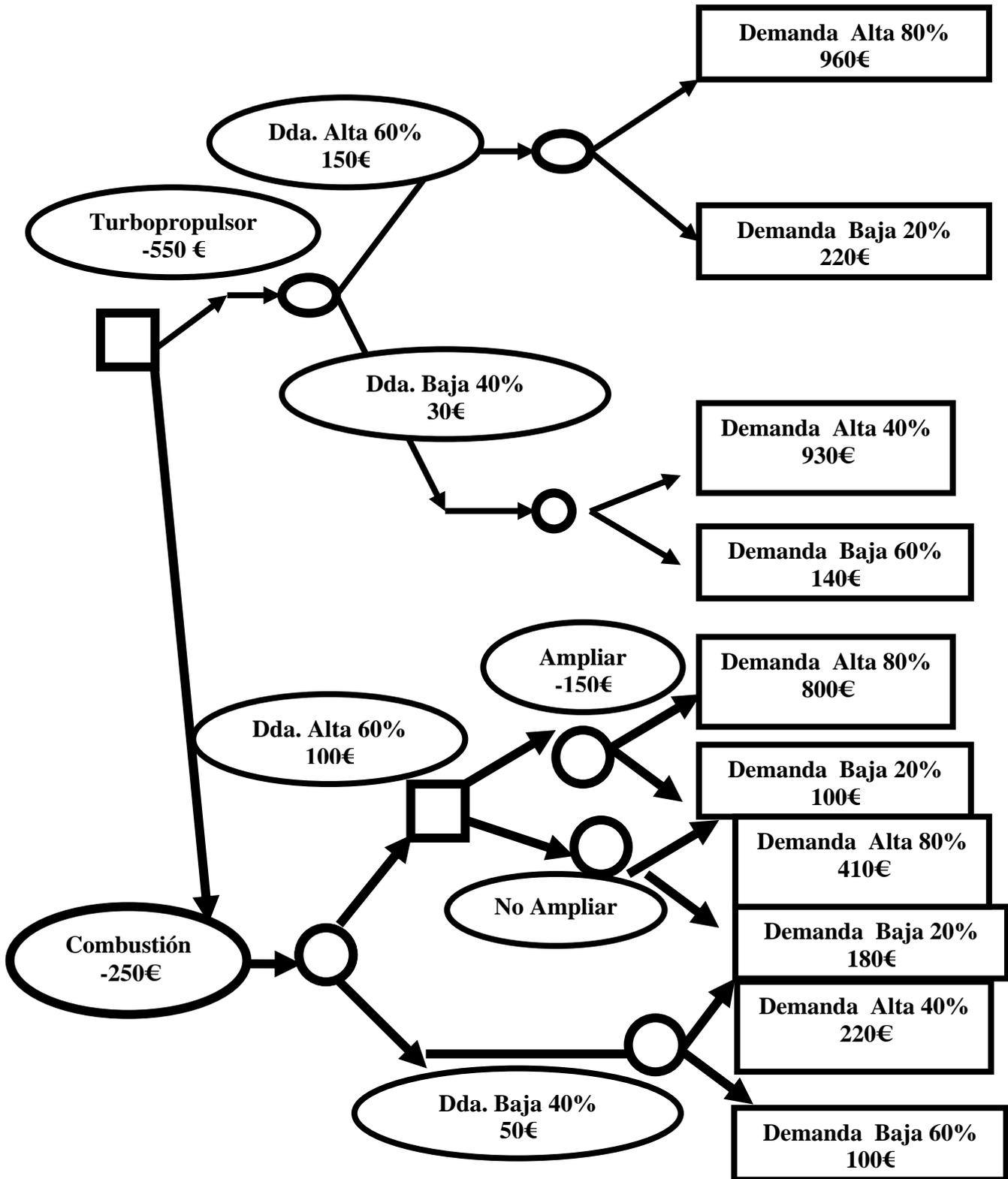
OPCIONES	Modelo de avión	Precio €	Observaciones
A	Turbo propulsor nuevo	550.000	
B	Avión de 2ª mano con motor de combustión	250.000	Menor capacidad, menos atractivo que el turbo propulsor, y diseño anticuado, lo que supondrá una pérdida de valor rápida.
C	Aeronave de 2ª mano más pequeña con motor de combustión	125.000	

Una alternativa sería iniciar la actividad con un avión de combustión y adquirir otro si la demanda es alta. Esta ampliación tendría un coste de 150.000 €.

Si la demanda es baja, la actividad se continuaría con una aeronave pequeña y barata.

Tras la prueba al finalizar el primer año, la empresa tendrá que tomar una nueva decisión si se decidió por una Aeronave de 2ª mano más pequeña con motor de combustión, pudiendo ampliar o seguir como inició la actividad.

Las probabilidades en el segundo año dependen de lo que ocurra el primero (si la demanda es alta en el primero, existe una probabilidad del 80% de que también lo sea en el segundo - $60\% \times 80\% = 48\%$ - y a continuación se muestra el rendimiento del proyecto para cada combinación de aeronave y nivel de demanda. Cada cifra se puede interpretar como el VAN al finalizar el 2º año de los flujos de caja de ese año y todos los siguientes.



El problema de decidir qué hacer hoy se soluciona pensando qué se haría en el 2º y los siguientes. La única decisión a tomar en el 2º año es si se debe ampliar en caso de que se adquiriera el avión a combustión y dicha compra vaya seguida de una demanda alta.

Si amplía invierte 150.000€ y recibe una entrada de tesorería de 800.000€, en caso de seguir la demanda alta y 100.000€ si cae. La entrada esperada de tesorería sería:

$$\begin{aligned} & \text{(Probabilidad de Demanda Alta} \times \text{Entrada de Caja con Dda Alta)} + \\ & + \text{(Probabilidad de Dda Baja} \times \text{Entrada de Caja con Dda. Baja)} = \\ & = (0,80 \times 800) + (0,20 \times 100) = 660 \text{ (660.000€)} \end{aligned}$$

Si el coste de oportunidad del capital para la inversión es del 10%, el VAN de ampliación calculado en el año 1 es:

$$VAN = -150 + \frac{660}{(1+0,10)} = 450 \text{ (450.000€)}$$

Si no se produjera la ampliación la entrada esperada de caja sería:

$$\begin{aligned} & \text{(Probabilidad de Demanda Alta} \times \text{Entrada de Caja con Dda Alta)} + \\ & + \text{(Probabilidad de Dda Baja} \times \text{Entrada de Caja con Dda. Baja)} = \\ & = (0,80 \times 410) + (0,20 \times 180) = 364 \text{ (364.000 €)} \end{aligned}$$

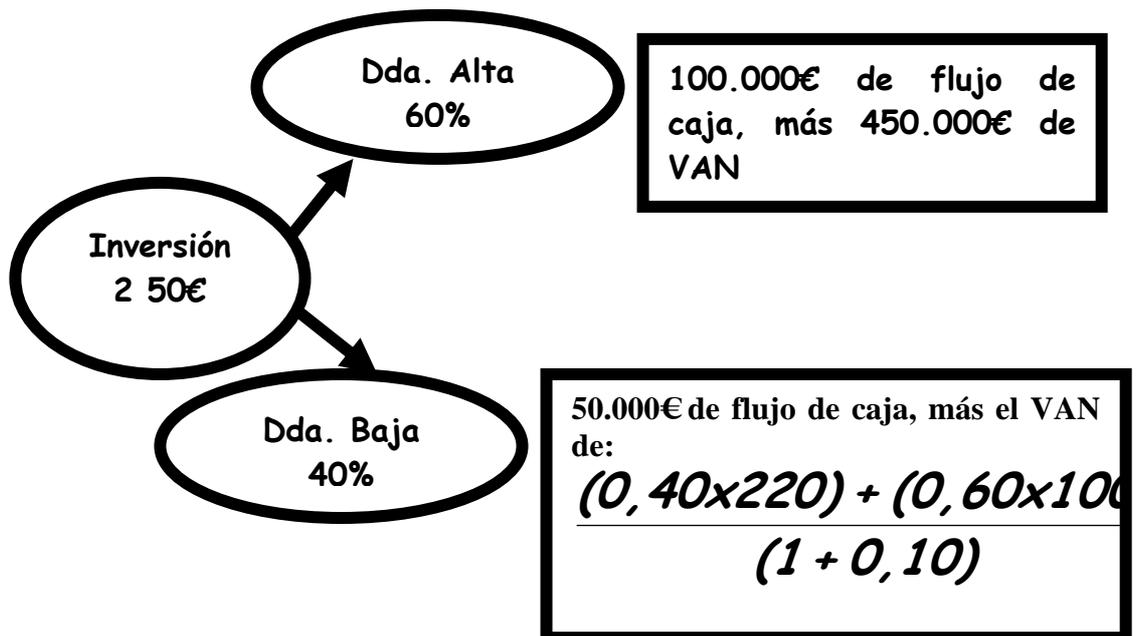
El VAN de la no ampliación calculado en el año 1 es:

$$VAN = 0 + \frac{364}{(1+0,10)} = 331 \text{ (331.000€)}$$

El VAN en el aparato de combustión es:

$$VAN = -250 + \frac{0,60 \times 550 + 0,40 \times 185}{(1 + 0,10)} = 117.000\text{€}$$

La expansión es rentable sin la demanda es alta. Si el decisor se enfrenta a la decisión de expansión, se puede remontar a la decisión actual. Si se compra el primer aparato de combustión, la compañía puede esperar a recibir entradas en el primer año, por valor de 550000€, si la demanda es alta y de 185.000€ si es baja:



Si la compañía adquiere el turbopropulsor, no hay ninguna decisión futura que analizar, por lo que no se necesita volver atrás, sólo habrá que calcular los flujos de caja esperados y descontarlos:

$$\begin{aligned} VAN &= -550 + \frac{0,60 \times 150 + 0,40 \times 30}{(1+0,10)} + \frac{0,60[0,80 \times 960 + 0,20 \times 220] + 0,40[0,40 \times 930 + 0,60 \times 140]}{(1+0,10)^2} = \\ &= -550 + \frac{102}{1,10} + \frac{670}{1,10^2} = +96 \equiv 96.000\text{€} \end{aligned}$$

La inversión en el aparato de combustión tiene un VAN de 117.000€ y la del turbopropulsor de 96.000€, siendo la alternativa del avión de combustión la mejor.

Diferente sería la elección si no se considera la opción de ampliar, pues en ese caso el VAN de la inversión en el avión de combustión pasaría a ser de 52.000€

$$\begin{aligned} VAN &= -250 + \frac{0,60 \times 100 + 0,40 \times 50}{(1+0,10)} + \frac{0,60[0,80 \times 410 + 0,20 \times 180] + 0,40[0,40 \times 220 + 0,60 \times 100]}{(1+0,10)^2} = \\ &= +52 \equiv 52.000\text{€} \end{aligned}$$

Por tanto el valor de la opción de ampliar es: 117.000 - 52.000 = 65.000€

Alternativa de Abandono

La opción de reducir o abandonar la inversión tiene un valor

Se ha supuesto que al finalizar el primer año, la compañía puede comprar otro aparato de combustión, también se puede suponer que se podría vender el primer aparato de este tipo a dicho precio.

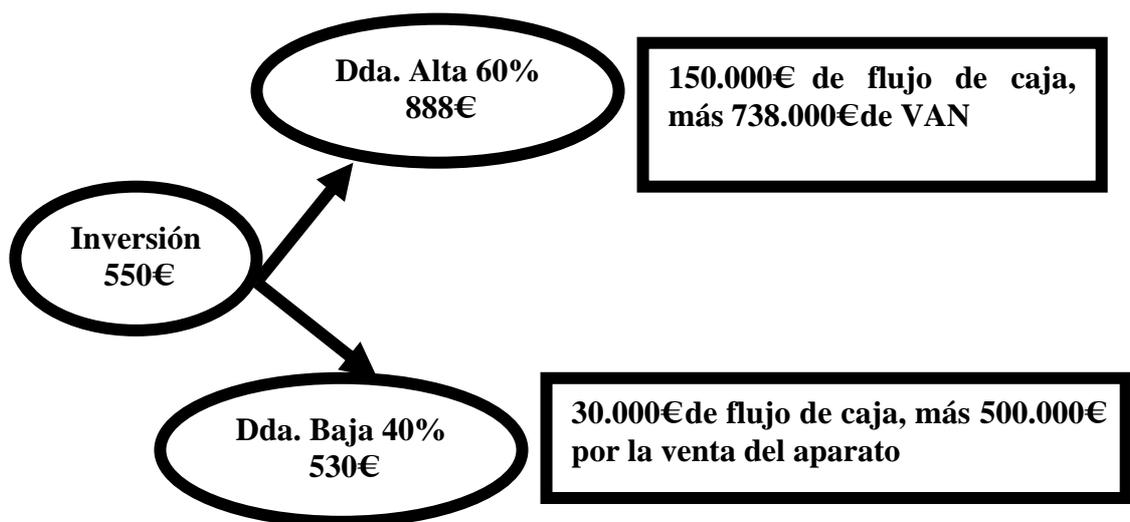
Esta decisión se tomaría si se adquiere un aparato de combustión y se encuentra con una demanda baja, aparecería al final del primer año una entrada de caja de 150.000€ por la

venta del avión, que es mejor que un 40% de la probabilidad de ingresar 220.000€ una año después y un 60% de ingresar 100.000€.

Supongamos que el turbopropulsor podría venderse por 500.000€ el año 1. Evidentemente es lógico venderlo si la demanda es baja.

Pero ahora lo que se replantea es la decisión de comprar el avión de combustión. Si la empresa puede abandonar cualquier inversión, porqué no invertir en el turbopropulsor y buscar el mejor resultado?

En primer lugar se calculará el VAN de la compra del turbopropulsor:

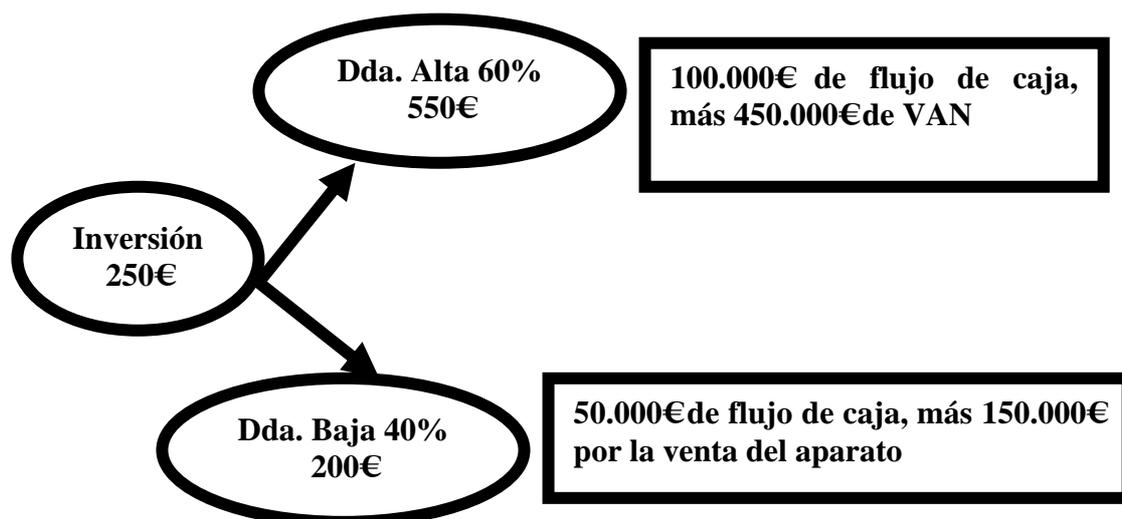


$$VAN = - 550 + \frac{0,60 \times 888 + 0,40 \times 530}{(1 + 0,10)} = + 127 \quad (127.000€)$$

Cuando se considera la posibilidad de abandono el VAN de la inversión aumenta de 96.000€ a 127.000€ y el valor de la opción de abandonar es:

$VAN \text{ opción abandono} = VAN \text{ con abandono} - VAN \text{ sin abandono} = 127.000 - 96.000 = 31.000 \text{ €}.$

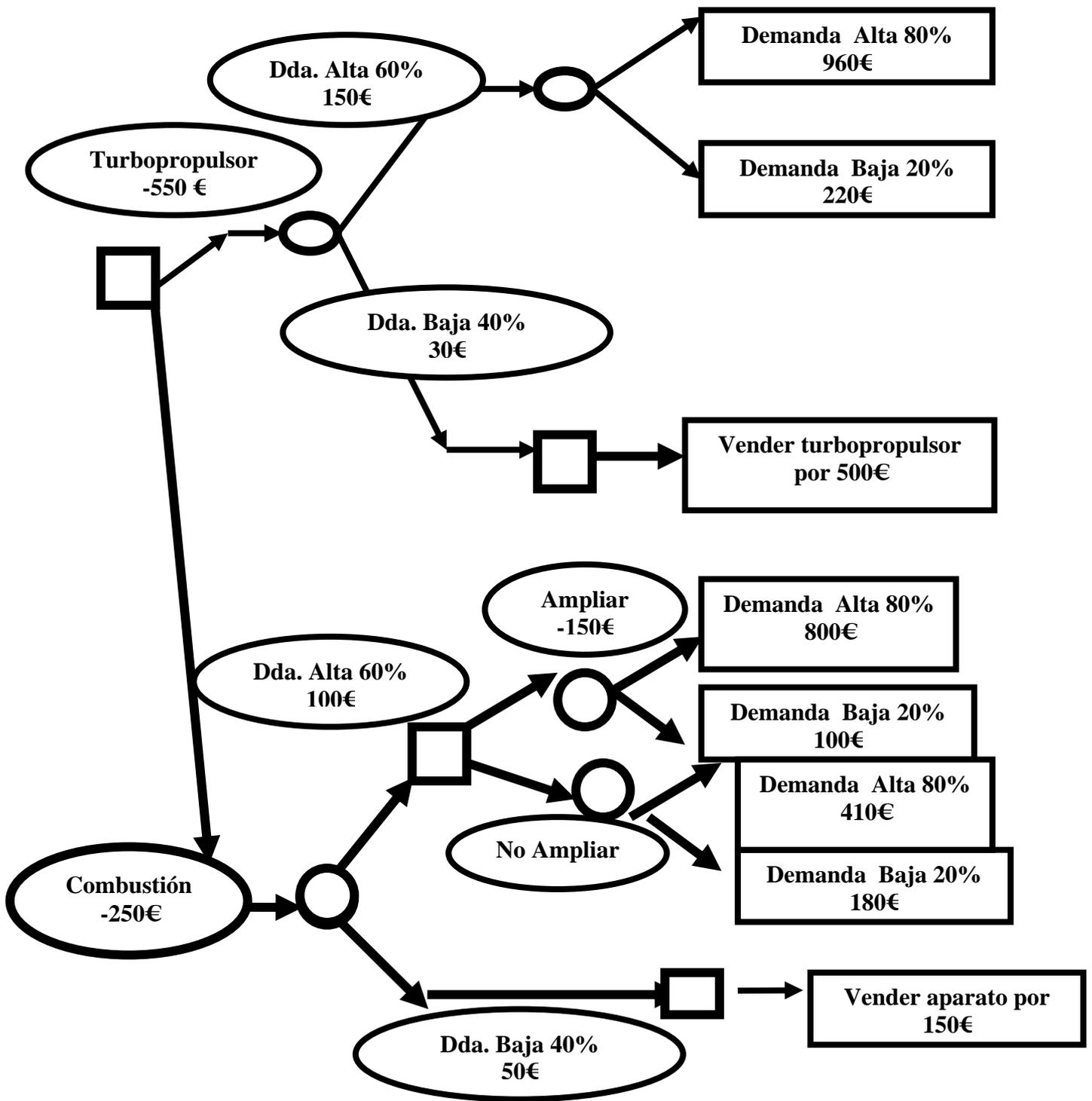
Ahora hay que calcular el VAN de la compra del aparato de combustión con la opción de abandono incluida. Las entradas de caja con este aparato son:



$$VAN = -250 + \frac{0,60 \times 550 + 0,40 \times 200}{(1 + 0,10)} = +123 \text{ (123.000€)}$$

Con la opción de abandono el VAN del aparato de combustión es de 123.000€, y sin ella es de 117.000€, por lo que el valor de la opción de abandono es: $123.000 - 117.000 = 6.000 \text{ €}$

Por lo que considerar la posibilidad de revender es un acierto. Cuando se incluye el VAN de la opción de abandono, el VAN del turbopropulsor es de 183.000€ y el del aparato de combustión es sólo de 123.000€.



Ventajas e Inconvenientes de los Árboles de Decisión

Cualquier previsión de flujos de tesorería se apoya sobre en algún supuesto sobre futuras inversiones de la empresa y su estrategia operativa. A menudo dichos supuestos están implícitos.

Los árboles de decisión obligan a hacer explícita la estrategia subyacente de la empresa. Al exponer las relaciones entre las decisiones del presente y del futuro, ayudan a la dirección a encontrar la estrategia con el mayor VAN.

El INCONVENIENTE de los árboles es que pueden llegar a ser tan complejos como se desee.

Se podría diseñar un árbol que viniera a cubrir este conjunto de circunstancias y posibilidades.

Es decir aumentar el nivel de detalle en un árbol, indudablemente aumenta su complejidad, pero ello no debe de ser motivo de crítica.

La VENTAJA, por tanto, de los árboles de decisión es que permiten hacer explícito el análisis de posibles acontecimientos futuros y de las consiguientes decisiones, por lo que deben de ser juzgados no por su facilidad para ser entendidos, sino por el nivel de explicitación que muestren los enlaces más importantes entre las decisiones del presente y las del futuro.