HERRAMIENTAS DE EXCEL PARA EL ANALISIS Y VALORACION DE PROYECTOS DE INVERSION (I)

JOSÉ MARI BERAZA GARMENDIA DPTO. ECONOMÍA FINANCIERA II- UPV/EHU

1. INTRODUCCION

La función financiera moderna llevada a la práctica empresarial incluye aspectos muy variados y con distintos grados de complejidad, cuya nota común es el uso intensivo de números y la necesidad de realizar numerosos cálculos.

La realización de estos cálculos, bien de forma manual o con calculadora suele convertirse en una operación pesada e incluso complicada.

Para resolver este problema existe una herramienta informática de cálculo como es Microsoft Excel, de gran importancia en el que hacer diario de todas las personas que están dentro del mundo de las finanzas.

El presente artículo no tiene por objeto explicar el manejo de la hoja de cálculo Excel, ni presentar hojas de cálculo que incluyan modelos para solucionar problemas relacionados con la valoración de las decisiones de financiación e inversión. Ya existen numerosos manuales en el mercado que cumplen esta función.

Se trata de explicar las herramientas que ofrece Excel¹ para facilitar el cálculo de los métodos del VAN y del TIR, tanto en condiciones de certeza como de riesgo, y realizar el análisis de sensibilidad de los resultados obtenidos.

¹ Para la comprensión y posterior utilización práctica de lo que sigue es necesario tener un cierto nivel de conocimiento de la hoja de cálculo Excel.

2. CALCULO DEL VAN Y DEL TIR

Una herramienta de Excel son las *funciones*. Una función es una fórmula predefinida que acepta valores y realiza una operación determinada devolviendo un resultado, que ha sido diseñada para realizar cálculos de una cierta complejidad.

Todas las funciones comparten la misma estructura básica:

= Nombre de la función (Lista de argumentos separados por ;)

Los argumentos² son las entradas para la función, los datos que utiliza para realizar los cálculos. Una vez procesados los datos de entrada, la función devuelve un resultado.

Para calcular el VAN se puede utilizar la función VNA, que calcula el valor neto presente de una inversión a partir de una tasa de descuento y una serie de pagos y cobros futuros (flujos netos de caja). Esta función tiene la estructura siguiente:

=VNA(tasa;valor 1;valor 2;...)

Siendo:

Tasa: el tipo de actualización.

Valor 1, 2, ...: los flujos netos de caja del período 1, 2, ...

Para calcular el VAN será necesario sumar al resultado de la fórmula el desembolso inicial³, es decir:

=VNA(tasa;valor 1;valor 2;...) + desembolso inicial.

Para calcular el TIR se puede utilizar la función TIR que tiene la estructura siguiente:

=TIR (valores; estimar)

Siendo:

Valores: el desembolso inicial y los flujos netos de caja del período 1, 2, ...

Para utilizar dichas funciones Excel dispone de una herramienta denominada Asistente para funciones⁴. Este asistente permite seleccionar dichas funciones a partir de una lista y asesorar a la hora de introducir los argumentos. El procedimiento es el siguiente:

² Un argumento puede contener direcciones de celdas separadas por ;, un rango determinado, un cálculo u operación aritmética o una referencia de un nombre de rango u otra función.

³ Supuesto que el dato de entrada del desembolso inicial se haya hecho con signo negativo.

⁴ Con la práctica normalmente las funciones se escriben a mano en la zona de fórmulas, sin utilizar el asistente.

61

- Seleccionar Insertar/Función. Excel activará la barra de fórmulas, introducirá el signo de igualdad y mostrará la ventana de diálogo Pegar función.
- 2. Seleccionar la categoría Financieras.
- 3. Seleccionar la función *VNA*, para el cálculo del VAN, o *TIR*, para el cálculo del TIR.
- Pulsar Aceptar para que Excel muestre la ventana de diálogo en la que aparecen los distintos argumentos disponibles para la función.
- Introducir un valor o celda de referencia para cada uno de los argumentos. Excel muestra el valor del argumento actual, así como el valor de la función.
- Pulsar Aceptar. Excel pegará la función y sus argumentos en la celda especificada.

Las figuras siguientes muestran un ejemplo de cálculo del VAN de una inversión: gráficos 1, 2, 3 y 4.

3. ANALISIS QUE OCURRIRIA SI...

Mediante este análisis se trata de ver la sensibilidad del resultado obtenido ante la variación de alguna de las magnitudes que definen la inversión (A, Q_t , k, etc.) y tener así una idea aproximada del grado de confianza de los resultados obtenidos.

La pregunta que nos hacemos es, ¿cómo variará el VAN o el TIR ante un cambio en alguna de estas magnitudes?

Excel permite resolver esta cuestión mediante una *tabla de datos* que calcula el efecto que producen distintos valores de una magnitud en una fórmula. Los pasos a seguir son los siguientes:

- 1. Introducir los distintos valores que puede tomar una magnitud. Existen dos posibilidades para especificar estos valores:
- Si se quieren escribir los valores en una fila, se empieza por la celda situada justo encima y a la derecha de la fórmula.
- Si se quieren escribir los valores en una columna, se empieza por la celda situada justo debajo y a la izquierda de la fórmula.
- 2. Seleccionar el rango donde se encuentran los valores de entrada y la fórmula.
- 3. Pulsar Datos/Tabla. Se abrirá la ventana de diálogo Tabla.

- 4. Si se introducen los valores de entrada en una fila, seleccionar el campo Celda de entrada (fila) y especificar la dirección de la celda de entrada. Si los valores están en una columna, escribir la dirección de la celda de entrada en el campo Celda de entrada (columna).
- 5. Pulsar Aceptar. Excel mostrará los resultados en la tabla de datos.

Las figuras siguientes muestran cómo se realiza este tipo de análisis siguiendo el ejemplo anterior para la variable Q_1 : gráficos 5 y 6.

4. BUSCAR UN OBJETIVO

Mediante este análisis se trata de ver el valor que puede tomar una variable para que el resultado sea uno previamente determinado.

La pregunta que nos hacemos en este caso es, ¿qué valor tiene que tomar A o Q_1 o Q_2 , etc. para que el VAN sea, por ejemplo, igual a 0?

Excel permite resolver esta cuestión mediante *Buscar objetivo*, que permite calcular el valor que tiene que tomar una variable supuesto que una fórmula tenga un resultado predeterminado. Los pasos a seguir son los siguientes:

- Seleccionar Herramientas/Buscar objetivo. Excel abrirá la ventana de diálogo Buscar objetivo.
- 2. En el campo *Definir la celda* especificar la celda que contiene la fórmula.
- 3. En el campo *con el valor* escribir el valor que se quiere que tome el VAN, por ejemplo, 0.
- 4. En el campo *para cambiar la celda* especificar la celda que contiene la variable cuyo valor cambiará para obtener el VAN objetivo.
- 5. Pulsar *Aceptar*. Excel mostrará la ventana de diálogo *Estado de la búsqueda de objetivo* que mostrará, en caso de existir, la solución.

Las figuras siguientes muestran cómo se realiza este tipo de análisis siguiendo el ejemplo anterior para la variable Q_1 y supuesto un VAN objetivo de 0: gráficos 7 y 8.

5. SOLVER

Muy a menudo puede ocurrir que una empresa se encuentre ante una serie de proyectos de inversión, que aun siendo todos ellos deseables, algunos no pueden ser emprendidos debido a que los recursos financieros disponibles son limitados.

En esta situación el problema de la selección de inversiones consiste en determinar qué inversiones deben llevarse a cabo, así como el momento en que deben realizarse, de manera que se maximice el VAN conjunto.

La programación matemática resulta una herramienta útil para seleccionar proyectos de inversión cuando la empresa se enfrenta a limitaciones de recursos financieros.

Excel permite resolver esta cuestión mediante *Solver* que permite optimizar y resolver problemas con ecuaciones usando métodos numéricos que obtienen una solución mediante el recálculo.

Para ello se irán probando distintos valores de entrada hasta encontrar una solución concreta que se adapte al valor objetivo introducido, a un máximo o a un mínimo según cada caso. A este proceso de pruebas de entrada repetitivas se le llama iteración. Por tanto, con *Solver* se puede buscar un valor óptimo para una celda concreta denominada celda objetivo ajustando los valores de las celdas cambiantes especificadas (valores de entrada).

Para que *Solver* pueda resolver un problema tiene que presentar las siguientes características:

- 1. Una única celda objetivo que contiene una fórmula cuyo resultado va a maximizar, minimizar o intentar que llegue a un valor determinado.
- 2. La fórmula contenida en la celda objetivo tiene que hacer referencia a una o más celdas cambiantes (variables de decisión). Solver se encarga de modificar estas celdas con el fin de encontrar la solución óptima para la fórmula de la celda objetivo.
- Existen también una o más celdas condicionantes que obligan a satisfacer ciertos requisitos (restricciones).

Los pasos a seguir son los siguientes:

- 1. Pulsar *Herramientas/Solver*. Excel abrirá la ventana de diálogo *Parámetros de Solver*.
- 2. En el cuadro *Celda objetivo*, seleccionar la celda cuyo valor se desea que alcance un determinado valor o que se maximice o minimice (celda que contiene la fórmula que se quiere optimizar).
- 3. En Valor de la celda objetivo marcar la opción apropiada. Se marca la casilla Máximo para encontrar el valor máximo, se marca la casilla Mínimo para hallar el valor mínimo o se introduce el valor que se quiere que alcance la celda objetivo.

- 4. En el cuadro *Cambiando las celdas* seleccionar las celdas cambiantes, es decir, las celdas cuyo valor se debe modificar para resolver el problema.
- 5. En el cuadro *Sujetas a las siguientes restricciones* especificar las condiciones que se deben cumplir para la consecución del valor de la celda objetivo. Para ello:
- Pulsar Agregar. Excel abrirá la ventana de diálogo Agregar restricción. En el cuadro Referencia de celda⁵ seleccionar la celda o las celdas cuyo valor se desea restringir.
- 7. En la lista desplegable del cuadro del centro seleccionar el operador de comparación para especificar la restricción (>=, <=, =, etc.).
- En el cuadro *Restricción* introducir el número o celda elegida como restricción.
- 9. Pulsar *Agregar* para añadir otra restricción o pulsar *Aceptar* para que aparezcan las restricciones en el cuadro *Sujetas a las siguientes restricciones*.
- 10. Pulsar Resolver para que Excel empiece a buscar la solución.
- Tanto si Solver encuentra como si no una solución, lo indicará en el cuadro Resultados de Solver. En el caso de encontrar una solución, la misma figurará en la hoja de cálculo.

Veámoslo a través de un sencillo ejemplo⁶: A una empresa se le presentan tres alternativas de inversión con un VAN esperado de 600, 400 y 140 u.m. respectivamente. Las salidas de caja originadas por estas inversiones en los años 1 y 2 vienen recogidas en la siguiente tabla:

	<u>Años</u>	
Inversiones	<u>1</u>	<u>2</u>
1	2.000	400
2	4.000	1.000
3	3.000	100

⁵ La introducción de datos en *Solver* presenta algunas particularidades. Hay que dar un valor inicial a las celdas cambiantes (en el ejemplo 1, 2 y 3). El primer miembro de las restricciones se debe calcular previamente en la hoja de cálculo en base a los valores iniciales (en el ejemplo celdas B6, B7 y B8).

64

⁶ Suárez Suárez, Andrés S.:"Decisiones óptimas de inversión y financiación en la empresa". Ed. Pirámide. 1.984. 6ª ed. pág 273.

La empresa dispone de 6.000 u.m. para el año 1 y de 2.000 para el año 2. Las tres inversiones son fraccionables, pero sólo las inversiones 1 y 2 son repetitivas, en el sentido de que pueden realizarse a nivel 2,3,... Determinar qué proyectos se llevarán a cabo, así como el número de veces, de forma que se maximice el VAN conjunto. Gráficos 9, 10, 11 y 12.

Si Solver ha encontrado una solución, a través de la ventana de diálogo *Resultados de Solver*, es posible obtener tres tipos de informes *Respuestas, Sensibilidad y Límites*, los cuales resumen los resultados del proceso de solución y aportan información complementaria.

El informe de *Respuestas* muestra los valores originales y finales de la celda objetivo y de las celdas cambiantes, el valor final de las restricciones y la diferencia entre el valor final y el valor original de las restricciones (divergencia).

El informe de *Sensibilidad* muestra los valores finales de la celda objetivo y de las celdas cambiantes, el incremento del valor de la celda objetivo por unidad incrementada en cada una de las celdas cambiantes (gradiente reducido) y el incremento del valor de la celda objetivo por unidad incrementada en el término independiente de cada una de las restricciones (multiplicador de Lagrange). Gráficos 13 y 14.

6. ADMINISTRADOR DE ESCENARIOS

Cuando todas o algunas de las magnitudes que definen una inversión no son consideradas como ciertas, resulta interesante plantear más de una hipótesis sobre los valores que pueden tomar todas o algunas de ellas y analizar la sensibilidad de los resultados obtenidos.

Se puede plantear, por ejemplo, la posibilidad de analizar tres posibles hipótesis o escenarios: optimista, normal y pesimista.

Excel permite resolver esta cuestión mediante el *Administrador de escenarios*. Un escenario es un grupo de variables llamadas celdas cambiantes, que producen unos resultados diferentes en función del valor que adopten y que se presentan con un nombre determinado. Por tanto, cada conjunto de valores de las celdas cambiantes representa una hipótesis o escenario que da lugar a un resultado concreto.

Con los resultados obtenidos de las distintas hipótesis se genera un informe resumen que permite analizar la sensibilidad del resultado en función de la hipótesis considerada. Los pasos a seguir son los siguientes:

- 1. Pulsar *Herramientas/Escenarios*. Excel abrirá la ventana de diálogo *Administrador de escenarios*.
- 2. Pulsar Agregar y aparecerá la ventana de diálogo Agregar escenario.
- 3. En el campo *Nombre del escenario* escribir el nombre del nuevo escenario.
- 4. En el campo *Celdas cambiantes* introducir las referencias de las celdas cuyo valor se quiere cambiar.
- 5. En el campo *Comentarios* se puede escribir una descripción del escenario.
- 6. Pulsar *Aceptar*. Excel abrirá la ventana de diálogo *Valores del escenario*.
- 7. Introducir el valor que se desee para cada una de las celdas cambiantes.
- 8. Pulsar *Agregar* para añadir otro escenario o pulsar Aceptar al terminar de añadir escenarios.
- 9. Pulsar *Cerrar* para regresar a la hoja de cálculo. Si se desea visualizar los resultados en la hoja, pulsar *Mostrar*.
- 10. Si desea visualizar un informe de resumen, pulsar Resumen. Excel abrirá la ventana de diálogo Resumen del escenario.
- En el campo Celdas resultantes introducir la referencia de la celda que contiene la fórmula. Automáticamente se creará un informe de resumen.

Las figuras siguientes muestran cómo se realiza este tipo de análisis, siguiendo el primer ejemplo, bajo las siguientes tres hipótesis:

	Optimista	Normal	Pesimista
Q ₁	10.000	8.000	6.000
Q ₂	6.000	4.000	2.000
Q ₃	7.000	5.000	3.000
	Gráfico	s 15, 16, 17, 18	y 19.

BIBLIOGRAFÍA

Linares, Susana:"Excel Office 97". Paraninfo.1.997.

McFredies, Paul y otros:"Excel 97". Prentice Hall. 1998.

Blanco, F. y Ferrando, M.: "Dirección financiera de la empresa. Inversiones". Pirámide. 1.997.

66

De Kekety, A.: "Análisis y evaluación de inversiones". Eada Gestión. 1.992.

Fernández, Matilde: "Dirección financiera de la empresa". Pirámide. 1.992.

- Suárez, Andrés: "Decisiones óptimas de inversión y financiación en la empresa". Pirámide. 1.998.
- Termes, Rafael: "Inversión y coste del capital". McGraw-Hill. 1.997.

Gráfico 1 Datos de entrada

licrot	offExeel		12101-01-5			East and a second	Section and the		-
chivo	Edición Yer	Insertar Ecrimoto	tionamientas C	hales vector	10 Z				
(a)	153 X B			• Balas					
25		***	5 0.0	· · · · · · · ·	Σ 5. 26	刻袍傻,	3 1000 ·		
tal .		- 10 - 11 .	8	徑面目	37	11 12 12	_ · & · A		
		X ~ =							
-	ie			all the second		STATISTICS.	Standard State	N. S.	-101
12.61	A	B	C	D	E	F	G	н	1
1	k	7%							
2	Q	8000							
3	0,	4000							
4	0,	5000							
5	A	-10000							
6	VAN								
7									
8									
9									
10									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19	a las Mater	/ HANNER / HANNER /	and and the second second	and a state of the	W	the later state			1 1
	P Pr (no)a	Y HUME & HUMES F				1.1			
dificar								NU	d
Inicia	1 58 0.	1 2 21 31	is documentos	100017	W Microsoft Wor	1-aticulo2	Microsoft Fac	-	CHURCH I

Gráfico 2 Seleccionar una función



67

D.	6 1	1 日日	- 100%	•					
-		1 V X 10 1	19日	· ci . 🦉 🔮	E 1. 24	計畫堂	A 100%	• 🗊	
y in		• 10 • H	NS -	日田田田	1% . to				
WN	and.	XJ ==VN	A@1:62:63	64)	CONTROL OF CONTROL		a state and sound		and the second s
					Contraction in the		a market and the second	A DAY COMMENT	let.
	c								-0
10015	A	8	U	U	E	F	6	H	
1	ĸ	/%	TIM	Tara	COLON ASIA		51	- 0.07	<u>•</u>
2	U1	8000	NAME	1000	DI	100000000	1	- 0,07	
3	Q	4000		Valor1	62		7	= 8000	RITER
4	Q1	5000	148749/	Valor2	b3		2	= 4000	
5	A	-10000		Valor3	ы		1	- 5000	
6	VAN	b2;b3;b4)	Martin M	Valor4	-		*	- Durbert	(157-3/2-2
/					esectedan.	1201010	SAMES OF DES		-
8			2.575					= 15051,8798	11
9 10			Devuelve el	valor neto presente	de una inversi	ón a partir de u	na tasa de desi	cuento y una ser	rie de pagos
11		1	futuros (vak	ores negativos) y er	itradas (valore	s positivos).		SGUSS	Elasa-
12			Part Logal	Ya	ior3t valor1;v	alor2; Valor1, te emariados y	Valor2, son	de I a 29 pago Boal de cada pe	s y entrades,
13			2 ASSAS				0.2310	1210000	
14									
15									and the state
16			0	Regultado de la 64	mala = 15/51	87981	and a start of	Acesta	Cancelar
17									
18			-		and and a second se				
19				-	-	the second second		Company of the local diversion of the local d	
	H \Hoja	1 / Hojaz / Hoja3		Sector Sector	H. Hereit	4			
cine to	Constant on	Company and an only one	complete to to the	sting schemes and	COLUMN TWO IS NOT	interior printentation		our photosic in products of	and a plant of the second s

Gráfico 3 Introducir los valores a los argumentos

Gráfico 4 Sumar el desembolso inicial

Mictor	oft Excel	and interest	1000000	and the second			ATT DO DO DO		-
onto	Edidón Yer 1	nsertar Earnata (jerramientas	Datos Venta	1 0				
D	8 × 10	B 2.000	100%						
CR.		. X Ba 193	0	0.0	EGAL	11 m 9.	· 2001 5	ลา	
and the second	Contraction of				D at 10	00 cim cim	8 4		
and the second	antional states		g = a		9 % · ob			JAN ZOUPLIS	19952310455
Bé		= =VNAR	91,82,83,84)+85					
- 01	Alexa Secure		1						-0
12. H	Α.	B	C	D	E	F	G	н	ALC: UNK
1	k	7%							
2	Qt	8000							
з	02	4000							
4	0,	5000							
5	A	-10000							
6	VAN	5051,88							
7									
8									
9									
10									
11									-
12									
13									
15									
16									
17									
18									
19									
4 4	H Hojal	(Hoja2 / Hoja3 /	11.558517.0	STATE STATE	S1122(2)(122())	14	1.1.1		2
319	CA COMP		VALUE NO.	102225	200	The second second		MP	
0.000	timesra		CONTRACTOR STATE	anteriore a			and the second se	1	Cuterica set
nicio	1 = 32	12 21 11	tis documento:	1.1.1.1.1.1.1	y Microsoft Was	3-atteuto2	Microsoft Exc	6	100 M 1



Gráfico 5 Introducir los valores en una fila y seleccionar el rango

Gráfico 6 Resultados del análisis qué ocurriría si

	H G L	~ X @ @	Q 17.		Σ fm 24	X+ 20 24	6 100% - Q	3		
BS	5 *	- 10 - N A = -10000			× % • 08	+3 14 14	Q. V	•	EV. EU.	8. 40)
91 at	Te -	and the second second								Int
	A	B	С	D	E	F	G	Н	I	
1	k	7%								
2	Q	8000								
3	Q ₂	4000								
4	Qa	5000	Q1							
5	A	-10000	6000	7000	8010	9000	10000			
6	VAN		D 52 72080	4117 30037	6051 87981	5956 46925	6921.00669			
7										
8										
9										
11										
12										
13										
14										
15										
10										
18										-
19										
	h h Hotat /	Hola? / Hola? /	STREET WITH O'R'S	CONTRACTOR OF STREET,	PADAGEDN OF MERCENCI	TE La Improve			0.000 7.53	- 11

Gráfico 7
Seleccionar Buscar objetivo

1		* * G 🛍	\$ n.	~~ @ @	E f= ĝ↓	₹↓ @L	∰ 🚯 100% •	2	
4		• 10 • M K	<u>s</u> 📧 :	三国 日本	8 % • *8	羽库	#		
Bź	-	= =VNA(1	31;B2;B3;B	4)+B5				instant and	International Contents of
art	ic								_10
	A	B	C	D	E	F	G	н	9.67% 1 632
1	k	7%							
2	Q1	8000							
3	Q2	4000							
4	Q ₃	5000		Busca	objetivo	-	? X		
5	A	-10000		DeBete	la salidar	-	=		
6	VAN	5051,88		Point	10 00000	IBP			
7				con el y	<u>Yalor:</u>	0			
q				Dara co	ambiar la celda:	\$8\$2	7		
10							course 1		
11					Ace	lar	Cancelar		
12					-				
13									
14									
16					1				
17					1				
18									
19		for a former f	and the second set of	terine the state of the p					1
4	Hoja1	(Hoja2 / Hoja3 /				4			

Gráfico 8 Resultado de la búsqueda de objetivo

家	6 × 10	© 5.00 ∛ X ® ®	1 200%		E /* 2	計値 愛	B 100% -	1	
A. (1		• 10 • H R	s	2 開始	9 % . *3	8 . 18 (HE HE	1 8-6	2.	
B	6	= =VNA(1	B1;B2;	B3;B4)+B5		-			
art	ic								
1018	A	B	С	D	E	F	G	Н	1
1	k	7%							
2	Q1	2594				_			
3	Q ₂	4000		Contraction and the local	States and Party in the		-	Call .	
4	Q3	5000		Estado de la busi	jueda do obj	elivo	Y		
6	A	-10000		La búsqueda con la	celda B6		Aceptar		
7	VAN	0,001		ha encontrado una :	solución.		Cancelar		
8				Valor del objetivo:	3				
9				Valor actual:	3,00		Paso a paso		
10				States States			TAURA	1000	
11				a stand of the stand of the		C. LANSALLA	Facisa		
12									
13							1		
15									
16									
17									
18									
19									
	H\Hoja1	Hojaz / Hoja3 /				1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1			

Gráfico 9 Pasos 1 a 4

	8 % 6	n - ca	- 100%						
1		发励目	王 学 」 い・い	- 🧠 🔮	$\Sigma f_{\mathcal{F}} \stackrel{\text{all } Z}{\to} \stackrel{\text{all } Z}{\to}$	1 豐 毛	3 100% - 1	0	
	•	10 • H	<i>K</i> ≦ 座 ≊	= 四 5	7 % · * * *	9 6 6 1	- Ø - A		
	85 💌	= 2000							
10	rtic1								-10
121	A	В	С	D	E	F	G	Н	1
1	Proyectos	1	2	3					
2	VAN	600	400	140 1	Disponibilidad				
3	Salidas 1	2000	4000	3000	6000				
4	Salidas 2	400	1000	100	2000				
5	Max VAN	1820	Parámetros de S	Solver				7 X	
6	Restricción 1	19000		Inne		and the second		-	1
7	Restricción 2	2700	Cel <u>d</u> a objetivo:	<u>19825</u>			Resolv	er	
8	Restricción 3	3	Valor de la ceida	obietivo:			and the second sec		
9			G Miliana	Car	Custoreda		Сегта	r	
10			Cambiando las o	e Magano	• <u>v</u> aiores de:	lo		Ste Start	
11			Caligia iou las c	ciuas				Gelfalsing	
12			\$B\$1:\$D\$1		21	Estimar	The second second second		
13			Suletas a las sig	uientes restri	ciones:		Opcione	5	
14									
15					2	Agregar	Carl San Ser		
17			1			Cambles	Destablish	1	
18						Campiar	Kestablece	1 0000	
19			Contract of Contra		-1	Eliminar	Ayuda	a	
20			E ZARBANDSZARBUCKE		TAU STREAM STREAM			ANTIBOTOL	
	> > Hojat /H	loja2 / Hoja3	-			1.1			A VIIII
-	,		the second s		the second s			in the second second	

Gráfico 10 Pasos 5 a 10

Agregar restricci	ón		? X	Agregar restric	? ×		
<u>R</u> eferencia de la c	elda:	Restricción:		<u>R</u> eferencia de la	celda:	Restricción:	
\$B\$6	<u></u>	▼ =\$E\$3	N	\$B\$7	<u></u> <=	▼ =\$E\$4	2
Aceptar	Cancelar	Agregar	Ayuda	Aceptar	Cancelar	<u>Ag</u> regar	Ay <u>u</u> da

Agregar restric	ción		? ×	Agregar restrice	? X		
<u>R</u> eferencia de la	celda:	Restricción:		<u>R</u> eferencia de la	celda:	Restricción:	
\$B\$8	->	↓ 1		\$B\$1:\$D\$1	<u>=</u>	- 0	N
Aceptar	Cancelar	Agregar	Ayuda	Aceptar	Cancelar	Agregar	Ay <u>u</u> da

Gráfico 11 Pasos 10 y 11

	?
	Resolver
	Cerrar
0	
Estimar	Opciones
Agregar	Restablecer todo
Conservation of the second second second	
	0 Estimar Agregar

Gráfico 12 Paso 12⁷

<u> _ </u>
_

⁷ La solución es realizar el proyecto 1 tres veces, obteniendo un VAN máximo de 1.800 u.m.

Gráfico 13 Informe de Respuestas

) e		B × E		- 66	Σ f= 2↓		3 100% -	2	
lai		• 10 •	N X 8 = =	幸国 切	% • *.8	·** ·	&-	▲ -	
	A1	× =	Microsoft Excel 8.0e	Informe de res	spuestas				
57	ntic1	12							-0
	A B	С	D	E	F	G	Н		J
5									
6	Celda obj	etivo (Máximo)	1						
7	Celda	Nombre	Valor original	Valor final	10.0				
8	\$B\$5	Max VAN	1820	1800					
9									
10									
11	Celdas ca	ambiantes							
12	Celda	Nombre	Valor original	Valor final					
13	\$B\$1	Proyectos	1	3					
14	\$C\$1	Proyectos	2	0					
15	\$D\$1	Proyectos	3	0					
16									
17	_								
18	Restriccio	ones							
19	Celda	Nombre	Valor de la celda	tormula	Estado	Divergencia	-		
20	\$8\$6	Restricción 1	6000	\$B\$6<=\$E\$3	Obligatorio	0			
21	\$8\$7	Restricción 2	1200	\$B\$/<=\$E\$4	Opcional	800	-		
22	\$858	Restricción 3	0	SB\$8<=1	Opcional	1	-		
	SHS1	Provoctoc		SHSISEII	Incional				

Gráfico 14 Informe de Sensibilidad

Micro	isolt Exce	1	1					1		144100			Total Sta	_16
Archivo	Edición	Yer Insertar Et	ormato H	erramientas Datos	Ventana	2						1	15.11	
20		B B B	+ Cd +	100% -										
1 12		DA 199 X I		d march	01 00	5 6	- AL 2.	L din	QA	1005	6 - 1	2		
			us us				+0.0		<u>-</u>	-	Statistics	~		
rial	- Anne-Mai	- 10 -	H X	8 = = =	田名	%	00 +	õ	ъ р .	0	· • @			
	A1	- =	Microsof	ft Excel 8.0e Info	rme de s	ensibil	idad	-	and the local division of	-	Cash Dela Marcala	-		
310	utic l								A STRA		B	Praint P		_0
23456	A B Ileja de Informe Celdas c	C cálculo: [artic creado: 08/03 ambiantes	D :1.xls]Ho /02 11:1	E oja1 4:40	F		G		Η		1		J	-X-
7	Celda	Nombre	Valor Igual	Gradiente reducido										
9	\$B\$1	Proyectos	3	0										
10	\$C51	Proyectos	0	-800										
11	\$D\$1	Proyectos	0	-760										
12 13	Restricci	ones												
14	Celda	Nombre	Valor Igual	Multiplicador de Lagrange										
16	\$B\$6	Restricción 1	6000	0,3										
17	\$B\$7	Restricción 2	1200	0										
18	\$B\$8	Restricción 3	0	0										
19 20														
14 4	A H	Informe de respu	estas 1	Informe de sen	sibilidad 1	Hoja	1 / Hoja	2 4					States Party	1 1
-	and a state of the			and the second sec	-				-	-	-			Contractor of the
to							1201 (1233)					100	NUM	

73

Administrador de escenarios	? >
	Mostrar
No hay ningún escenario definido. Elija Agregar para agregar escenarios.	Cerrar
	Agregar
	Eliminar
	Modificar
	<u>C</u> ombinar
Celdas cambiantes:	Resumen
Comentario:	

Gráfico 15 Administrador de escenarios

Gráfico 16 Introducción de datos

Agregar escenario	? X	Well		ol.
Nombre del escenario:	_ Aceptar	Valores (jel escenario	
Normal	Cancelar	Introduzc	a un valor para cada celda cambiante.	Aceptar
Celdas cambiantes:		1:	\$B\$2 8000	Cancelar
\$8\$2:\$8\$4		<u>2</u> ;	\$B\$3 4000	
Haga CTRL+clic en celdas para seleccionar celdas cambiantes que no sean adyacentes.		<u>3</u> :	\$8\$4 5000	Agregar
Comentarios:				
	<u>~</u>			
Protección	7			
I Evitar cambios ☐ Ocultar	Para and a second			
Agregar escenario	?×	Valores	del escenario	? ×
Nombre del escenario:	Aceptar	Introduz	ca un valor para cada celda cambiante.	Austra
Optimista	Capcelar	1.	4842 10000	Aceptar
Celdas cambiantes:			4040 (6000	Cancelar
B2:B4	5 C	2:	\$8\$3 10000	provide the second
Haga CTRL+clic en celdas para seleccionar celdas cambiantes que no sean adyacentes.		3:	\$8\$4 7000	Agregar
Comentarios:				
	<u>*</u>			
	<u>*</u>			
Protección				
	ALL CONTRACTOR CONTRACTOR AND A STREET			
I Evitar cambios □ Ocultar				

Agregar escenario	? ×	Valores	del escenario	? X
Nombre del escenario: Pesinista Celdas cambiantes: B2:B4 Haga CTRL+clic en celdas para seleccionar celdas cambiantes que no sean adyacentes. Cgmentarios:	Aceptar Cancelar	Introduz 1: 2: 3:	tca un valor para cada celda cambiante. \$8\$2 2000 \$8\$3 2000 \$8\$4 3000	Aceptar Cancelar
Protección I⊽ Eyltar cambios I [™] Ocultar	<u></u>			

Gráfico 16 Introducción de datos

Gráfico 17 Mostrar resultados



75

Gráfico 18 Seleccionar escenario



Gráfico 19 Informe Resumen

