



# Valoración de empresas

---

## Análisis de sensibilidad

Ignacio Vélez-Pareja  
Politécnico Grancolombiano  
Bogotá



## ¿Qué es el análisis de sensibilidad?

---

- Es el primer paso para reconocer la incertidumbre. Nos interesa examinar cómo el cambio en una variable afecta un resultado. Esto permite identificar las variables más críticas o construir escenarios posibles que permitirán analizar el comportamiento de un resultado bajo diferentes supuestos. El análisis de sensibilidad permite medir el cambio en un resultado, dado un cambio en un conjunto de variables, tanto en términos relativos como en términos absolutos.



## Cuidados al hacer análisis de sensibilidad

- Reconocer que el cambio en el resultado depende de cómo se haya construido el modelo y de los valores iniciales de las variables por analizar.
- Que los cambios en las variables deben ser iguales para todas de manera que se puedan comparar los resultados.
- Reconocer la posibilidad de que las relaciones entre las variables y los resultados no sean lineales.
- Al analizar la sensibilidad de las variables hay que hacerlo de una en una si se desea determinar cuáles de las variables son las más críticas.



## ¿Para qué sirve?

- Identificar las variables más críticas
- Identificar dónde se debe dedicar más esfuerzos tanto en el proceso de planeación como en el de control y seguimiento de una decisión.
- Identificar las variables que deben ser incluidas en la creación de escenarios o en la simulación de Monte Carlo



## Sensibilidad en varios niveles

---

- **Análisis de sensibilidad de una variable**
  - ¿Qué pasa si?
    - Cambio relativo igual
    - Cambio probabilístico
  - Tabla de una variable
  - Análisis de sensibilidad en reversa (Buscar objetivo)
- **Más de una variable**
  - Tablas de dos variables
  - Más de dos variables en el análisis
    - Escenarios
    - Solver

10/12/2003

Ignacio Vélez Pareja Copyright 2003

5



## ¿Qué pasa si?

---

- **Análisis de sensibilidad de una variable**  
*(What if)*
- **Identificación de las variables más críticas**
- **Sensibilidad medida por la variación unitaria o elasticidad**
- **Análisis de sensibilidad con probabilidades**
- **El aspecto económico**

10/12/2003

Ignacio Vélez Pareja Copyright 2003

6



## Ejemplo simple para una variable


	Valor esperado
Aumento de precio	4,1%
Aumento de cantidad	5,8%
Precio inicial	10
Cantidad inicial	100,0
Tasa de descuento	7,5%



## Flujo de caja libre

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Flujo de caja*		1.101,4	1.146,5	1.193,5	1.242,5
Tasa de descuento	7,50%				
VP del flujo	4.808,7				

\*El aumento de cantidad sólo se aplicó al primer año.



## Cambio de 1% en variables

Variable	Valor	VP
Cantidad inicial	101,00	4.856,82
Precio inicial	10,1	4.856,82
Tasa de descuento	7,58%	4.798,90
Aumento de cantidad	5,86%	4.811,37
Aumento de precio	4,14%	4.814,30



## Sensibilidad del ejemplo flujoinsert.xls

Variable	Variación en VPN	Variación en valor absoluto
Precio de venta en el estudio de mercado	5,22%	5,22%
Política de pagos	-3,27%	3,27%
Política de cartera	2,71%	2,71%
Aumentos en precios de venta	2,67%	2,67%
Aumentos en precios de compra	-1,84%	1,84%
Valor de los activos fijos	-0,92%	0,92%
Aumentos en nivel de ventas	0,71%	0,71%
Tasa de inflación	-0,67%	0,67%
Tasa de descuento real	-0,64%	0,64%



## Tabla de una variable

- Nos permite examinar el comportamiento de un resultado en términos de una serie de posibles valores de una variable.



## En flujoincert.xls

	B	C	D	E	F
4		<i>AÑO 0</i>	<i>AÑO 1</i>	<i>AÑO 2</i>	<i>AÑO 3</i>
422					
423					
	Inflación		Utilidad neta	Utilidad Bruta	Utilidad
424	año 5	VPN	año 5	año 5	operacional
425		28.200,27	23.952,53	59.109,58	año 5
426	5%				
427	10%				
428	15%				
429	20%				
430	25%				
431	30%				

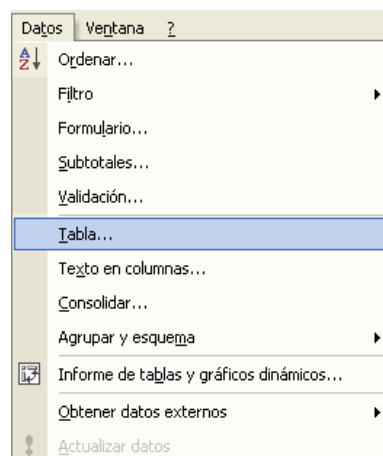


## ¿Cómo se hace?

- En las celdas de la fila 425 se escriben las referencias de las celdas correspondientes a los resultados indicados en la fila 424. En la columna B se escriben los datos posibles de la variable que se desea analizar (en este caso, la inflación).
- Se selecciona el rango B425 hasta F431. Hecho esto, se acude a la opción Datos y allí se selecciona Tabla.

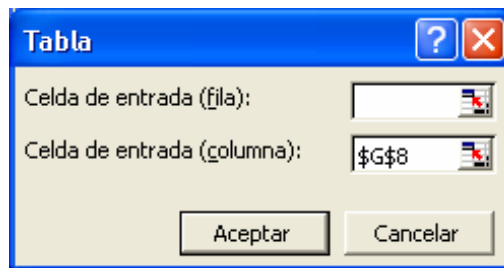


## En Menú de Excel



## Aparece este cuadro de diálogo

Aquí se indica cuál variable de entrada aparece en la fila o la columna (en nuestro caso será la inflación del año 5), la cual se indica en la imagen anterior. Al oprimir Aceptar se obtiene el resultado



10/12/2003

Ignacio Vélez Pareja Copyright 2003

15

## Resultados

Inflación año 5	VPN	Utilidad neta año 5	Utilidad Bruta año 5	Utilidad operacional año 5
	28.200,27	23.952,53	59.109,58	29.279,11
5%	51.721,79	17.668,17	53.900,95	24.511,39
10%	39.958,63	19.842,11	55.777,15	26.227,26
15%	32.931,05	21.934,04	57.508,18	27.811,90
20%	28.200,33	23.952,58	59.109,58	29.279,11
25%	24.761,78	25.905,27	60.594,90	30.640,97
30%	22.125,41	27.798,73	61.975,94	31.908,05

10/12/2003

Ignacio Vélez Pareja Copyright 2003

16



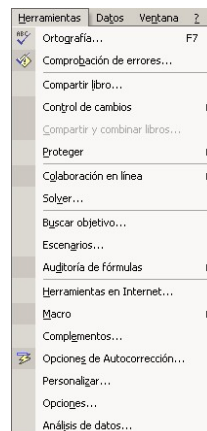
## Buscar objetivo

- Análisis de sensibilidad en reversa. Permite definir cuál debe ser el valor que debe tomar una variable para obtener un resultado previamente definido. Excel tiene dificultades cuando hay circularidad. Para evitar eso se puede usar Solver fijando un valor de un resultado y haciendo cambiar la variable.



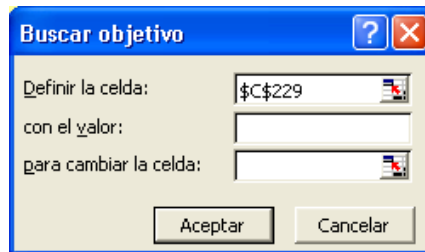
## En el Menú de Excel

- Seleccione Buscar objetivo



## Y aparece este cuadro de diálogo

- En la casilla Definir la celda oprimimos la celda o la dirección de la celda para la cual deseamos fijar un valor. En la casilla “con el valor” escribimos el valor que deseamos que resulte en la casilla anterior. En la casilla “para cambiar la celda” señalamos o escribimos el nombre de la celda que se desea cambiar hasta encontrar el resultado deseado, en este ejemplo usaremos la inflación del año 1.

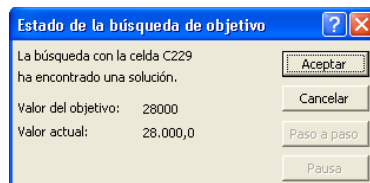
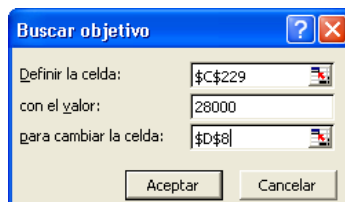


10/12/2003

Ignacio Vélez Pareja Copyright 2003

19

## Resultado de Buscar objetivo



- Y oprimimos Aceptar en el cuadro de la izquierda
- Y listo. Oprimimos aceptar y podemos ir a la celda C229 a verificar el resultado. La celda D8 habrá cambiado al valor necesario para lograr el resultado deseado en C229.

10/12/2003

Ignacio Vélez Pareja Copyright 2003

20



## Tabla de dos variables

---

- Nos permite examinar el valor de un resultado en términos de la combinación de dos variables.



## Construcción de tablas de dos variables

---

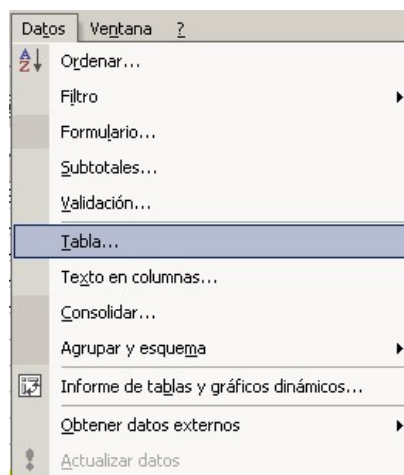
- Seleccionamos una celda con suficiente espacio hacia la derecha y hacia abajo, por ejemplo, B435 en nuestro ejemplo. Allí escribimos el resultado que deseamos analizar (en este ejemplo, el VPN en =C229). A la derecha escribimos los valores posibles de una variable o parámetro de entrada (para este ejemplo la política de cartera o porcentaje de las ventas recibidas en el año en que se factura). En la columna, debajo de donde escribimos la celda de resultado (debajo de la celda B435) escribimos los posibles valores de otra variable de entrada (por ejemplo, la política de pagos).

## Así...

	A	B	C	D	E	F	G	
434			Política de cartera					
435		28.200,27	90,0%	92,5%	95,0%	97,5%	100,0%	
436		85,0%						
437	Política de pagos	90,0%						
438		95,0%						
439		100,0%						
440								

## Selección de rango y Tabla

- Hecho esto, seleccionamos el rango desde B435 hasta G439. Allí seleccionamos la opción Datos del menú y aparecerá este cuadro de diálogo.





## Similar a una variable

- Se indican las celdas donde están las variables de entrada. Al oprimir aceptar, aparece el resultado.

Tabla

Celda de entrada (fila): \$D\$56

Celda de entrada (columna): \$D\$58

Aceptar Cancelar



## Resultado

	Política de cartera					
Política de pago	28.200,27	90,0%	92,5%	95,0%	97,5%	100,0%
	85,0%	29.221,95	31.314,86	33.379,86	35.414,21	37.414,77
	90,0%	24.104,41	26.166,18	28.200,27	30.203,88	32.173,88
	95,0%	19.067,34	21.098,80	23.102,99	25.077,10	27.017,95
	100,0%	14.110,74	16.112,52	18.087,64	20.033,26	21.946,20



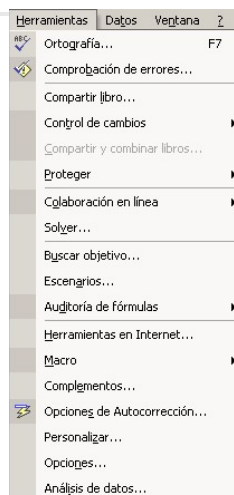
## Escenarios

- Nos permite definir niveles para cierto número de variables (32) y comparar el resultado con el obtenido antes de haber realizado el cambio en las variables. Es útil cuando hay varias opiniones o posibles escenarios en el futuro. Por ejemplo, las posiciones de los miembros de una junta o escenarios de diferente nivel de optimismo.



## En Herramientas..

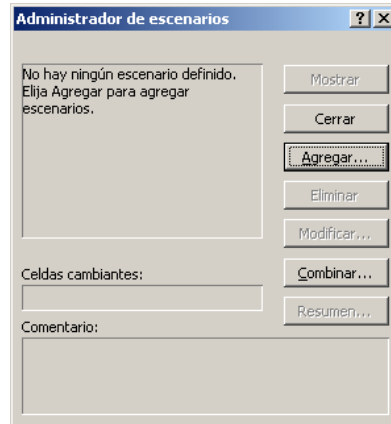
- Escogemos la opción Escenarios. Esta opción consiste de una secuencia de instrucciones y comandos que aprovechan la posibilidad de *What if?*. Lo interesante es que el programa toma los valores y ejecuta las operaciones sin que el modelo construido sufra modificaciones. Permite analizar hasta 251 escenarios hasta con 32 variables (depende de la memoria de la máquina).





## Al oprimir Escenarios...

- ... aparece el siguiente cuadro de diálogo y allí se escoge Agregar. Esto nos permite asignarle nombre al escenario y definir las variables que se desea analizar.



10/12/2003

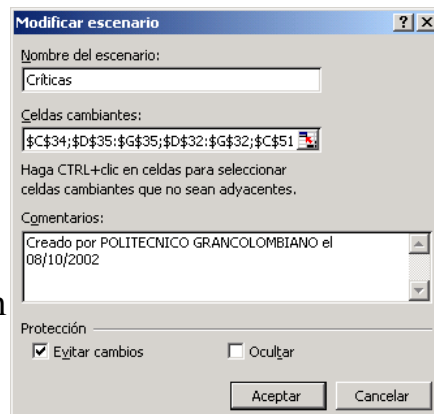
Ignacio Vélez Pareja Copyright 2003

29



## Nombre y variables

- Se introducen el nombre del escenario y las variables que se van a analizar. Se oprime Aceptar y aparecen las variables con sus valores actuales. Debajo de Celdas cambiantes se ven las instrucciones para introducir variables.



10/12/2003

Ignacio Vélez Pareja Copyright 2003

30



## Valores actuales

- Aquí aparecen los valores que las variables escogidas, tienen en el modelo

Valores del escenario

Introduzca un valor para cada celda cambiante.

1:	precio_vta_sim_	5,6
2:	AUM_PV1	0,26
3:	AUM_PV2	0,25
4:	AUM_PV3	0,23
5:	AUM_PV4	0,21

Buttons: Aceptar, Cancelar, Agregar

10/12/2003

Ignacio Vélez Pareja Copyright 2003

31



## Nuevos valores

- Aquí introducimos los nuevos valores que deseamos que tomen las variables. Por ejemplo,

Valores del escenario

Introduzca un valor para cada celda cambiante.

1:	precio_vta_sim_	6
2:	AUM_PV1	0,22
3:	AUM_PV2	0,23
4:	AUM_PV3	0,20
5:	AUM_PV4	0,19

Buttons: Aceptar, Cancelar, Agregar

10/12/2003

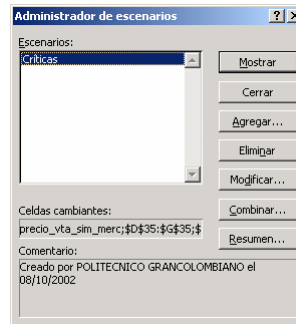
Ignacio Vélez Pareja Copyright 2003

32



## Finalizar el proceso

- Al oprimir Aceptar aparece este cuadro. Allí se oprime Resumen y se escoge el resultado (o resultados que nos interesan). En este caso se escoge la celda donde está el VPN.



10/12/2003

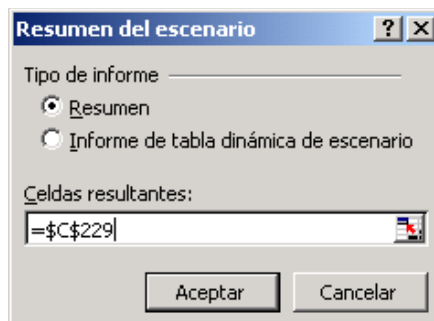
Ignacio Vélez Pareja Copyright 2003

33



## Escoger celda de resultado

- Se escogió la celda C229. Al oprimir Aceptar, el programa abre una nueva hoja con los valores (no hay fórmulas en esta hoja).



10/12/2003

Ignacio Vélez Pareja Copyright 2003

34



## Resultado de Escenario

Resumen de escenario			
	Valores actuales:	Críticas	Críticas2
<b>Celdas cambiantes:</b>			
precio vta sim merc	\$ 5,60	\$ 6,00	\$ 5,00
AUM_PV1	26,00%	22,00%	20,00%
AUM_PV2	25,00%	23,00%	21,00%
AUM_PV3	23,00%	20,00%	22,00%
AUM_PV4	21,00%	19,00%	20,00%
AUM_PC1	23,00%	24,00%	22,00%
AUM_PC2	24,00%	23,00%	25,00%
AUM_PC3	22,00%	23,00%	20,00%
AUM_PC4	22,00%	23,00%	24,00%
Política cartera	95,00%	93,00%	90,00%
Política pagos	90,00%	92,00%	94,00%
<b>Celdas de resultado:</b>			
VPN	28.200,3	25.591,0	-2.755,3

10/12/2003

Ignacio Vélez Pareja Copyright 2003

35



## Comparación porcentual

<b>Celdas cambiantes:</b>		
precio vta sim merc	7,14%	-16,67%
AUM_PV1	-15,38%	-9,09%
AUM_PV2	-8,00%	-8,70%
AUM_PV3	-13,04%	10,00%
AUM_PV4	-9,52%	5,26%
AUM_PC1	4,35%	-8,33%
AUM_PC2	-4,17%	8,70%
AUM_PC3	4,55%	-13,04%
AUM_PC4	4,55%	4,35%
Política cartera	-2,11%	-3,23%
Política pagos	2,22%	2,17%
<b>Celdas de resultado:</b>		
VPN	-9,25%	-110,77%

10/12/2003

Ignacio Vélez Pareja Copyright 2003

36



## Solver

---

- Es una herramienta de optimización que permite manejar cientos de variables y restricciones. Solver (el programa de optimización) permite hacer este tipo de análisis con 200 variables y 100 restricciones.



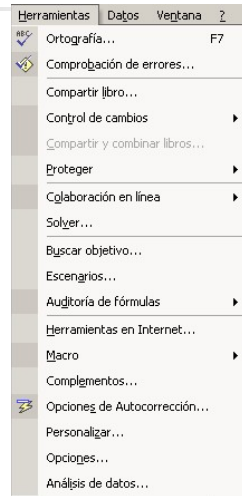
## Por ejemplo...

---

- En el modelo de valoración, donde hay circularidad, podemos verificar los valores de las políticas de recaudos, de pagos y de reparto de dividendos y que además, el valor total de la firma tome un valor determinado, por ejemplo, \$44.500 o bien que se maximice el valor de la firma.

## En Herramientas..

- Escogemos la opción Solver.

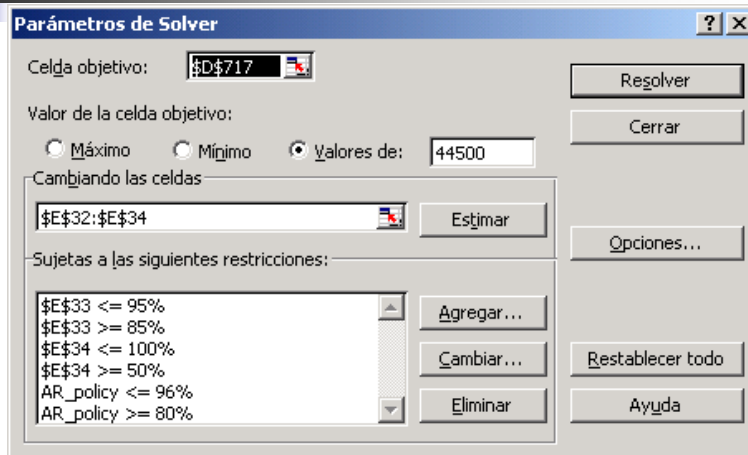


10/12/2003

Ignacio Vélez Pareja Copyright 2003

39

## Solver con restricciones



10/12/2003

Ignacio Vélez Pareja Copyright 2003

40



## Resultados

Variable	Valor
Porcentaje de recaudos recibido el mismo año	96,0%
Porcentaje de facturas pagadas el mismo año	87,5%
Payout ratio (fracción de utilidades repartidas)	71,2%

10/12/2003

Ignacio Vélez Pareja Copyright 2003

41



## Maximizando

**Parámetros de Solver** [?] [X]

Celda objetivo:

Valor de la celda objetivo:

Máximo  Mínimo  Valores de:

Cambiando las celdas:

Sujetas a las siguientes restricciones:

- 
- 
- 
- 
- 
- 

10/12/2003

Ignacio Vélez Pareja Copyright 2003

42



## Resultados de maximizar

Variable o resultado	Valor
Porcentaje de recaudos recibido el mismo año	96,0%
Porcentaje de facturas pagadas el mismo año	85,0%
Payout ratio (fracción de utilidades repartidas)	100,0%
Valor total	45.242,69



## Resultados previsibles

- En este caso simple los resultados eran previsibles porque sabemos que un peso vale más que un peso futuro, entonces la solución es maximizar la cantidad recaudada el mismo año, minimizar el pago de proveedores el mismo año y aumentar el FCA ya que eso aumenta el FCL y, por lo tanto, el valor.



## Análisis de sensibilidad con probabilidades

- Calcular la sensibilidad probabilística aplicando un cambio en la variable igual a su desviación estándar y calculando la variación en el resultado para cada variable.
- Como la situación más frecuente es la carencia de información estadística suficiente, nuestra propuesta es muy simple y aproximada. Debemos calcular (estimar) para cada variable valores máximos y mínimos posibles y razonables. Con esto calculamos la desviación estándar



## Dos variables con rango

- Para entender esta idea supongamos que se tienen dos variables: inflación y devaluación. La devaluación la estimamos en 8% y creemos que puede variar entre 6% y 10%. La inflación la estimamos en 5% y creemos que varía entre 2% y 8%. Para la devaluación tenemos un rango de valores de 4% para la devaluación y de 6% para la inflación.



## Diferencia entre 1% y probabilidad

- Si aplicamos 1% a cada valor estimado, tendremos un valor de 8,08% para la devaluación y de 5,05% para la inflación.
- Si dividimos los rangos en pequeños intervalos de 0,01% obtendremos la siguiente distribución

	Devaluación	Inflación
Rango total	400	600
Rango de 1%	8	5
Proporción	2,00%	0,83%



## La variación de 1% es diferente

- Al examinar la tabla anterior observamos la importancia relativa de 1% en cada variable en relación con su rango de variación. Para la devaluación un cambio de 1% en el valor base significa mucho más en términos de la variación posible (0,08%/4%) que un cambio de 1% en la inflación en términos de su variación posible (0,05%/6%).



## Cálculo de la desviación estándar

$$\sigma = \frac{V_{\max} - V_{\min}}{6}$$



## El ejemplo sencillo otra vez

Variable	$V_e$	$V_{\max}$	$V_{\min}$	Rango	$\sigma = \text{Rango}/6$
Aumento de precio	4,1%	7,1%	1,1%	6,0%	1,0%
Aumento de cantidad	5,8%	11,8%	-0,2%	12,0%	2,0%
Precio inicial	10,00	16,10	4,10	12,00	2,0
Cantidad inicial	100,0	130,00	70,00	60,00	10,0
Tasa de descuento	7,5%	9,0%	6,0%	3,0%	0,5%



## Cambios en las variables y valor presente

Variable	Valor	VP
Precio inicial	12,00	6.042,95
Cantidad inicial	110,00	5.539,37
Aumento de precio	5,10%	5.180,77
Aumento de cantidad	7,80%	5.130,98
Tasa de descuento	8,00%	4.967,21



## Comparación de los métodos\*

Variable	Método de 1%	Método de Probabilidad
Precio inicial	1,00%	20,00%
Cantidad inicial	1,00%	10,00%
Aumento de precio	0,12%	2,86%
Aumento de cantidad	0,05%	1,89%
Tasa de descuento	- 0,20%	- 1,35%

\* Los datos en la tabla no son probabilidades sino variación del resultado



## En flujoincert.xls

Variable	$V_{\max}$	$V_{\min}$	Rango	$\sigma = \text{Rango}/6$
Precio de venta en el estudio de mercado	5,8	5,2	0,6	0,1
Aumentos en precios de venta	32,0%	20,0%	12,0%	2,0%
Aumentos en precios de compra	35,0%	17,0%	18,0%	3,0%
Política de pagos	97,5%	82,5%	15,0%	2,5%
Política de cartera	98,0%	89,0%	9,0%	1,5%



## Comparación \*

Variable	Probabilidad	1%
Aumentos en precios de compra	- 24,99%	-1,84%
Aumentos en precios de venta	22,46%	2,67%
Precio de venta en el estudio de mercado	9,30%	5,22%
Política de pagos	- 9,07%	-3,27%
Política de cartera	4,28%	2,71%

\* Los datos en la tabla no son probabilidades sino variación del resultado



## El aspecto económico

- El criterio final de análisis debe incluir el aspecto económico. Por ejemplo, si dos variables se consideran iguales en términos de su importancia en el modelo, se deberá escoger aquella que cueste menos mejorar en el sentido de lograr un cálculo más preciso de ella.



## ¿Cómo medir esto?

- Una forma de replantear el ordenamiento de las variables críticas de manera que se incluya la dimensión económica es construir un índice que muestre en el numerador el valor absoluto del cambio en el resultado por cada 1% y en el denominador el costo de mejorar el cálculo de la variable en 1%. Con este índice se ordenan las variables y la mejor será la que tenga mayor índice. Un criterio para escoger ahora las variables para mejorar su cálculo podría ser definir como críticas aquellas cuyo índice sea mayor que 1.



## Conclusión

- Se puede hacer análisis de sensibilidad mucho más allá de cambiar una variable en un cierto porcentaje o utilizar los tradicionales criterios de optimista, promedio y pesimista.
- La tecnología nos brinda muchas posibilidades que debemos utilizar.

Esta presentación está basada en Vélez, I., *Decisiones empresariales bajo riesgo e incertidumbre*, Norma, 2003