



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**A LOS ASISTENTES A LOS CURSOS**

**L**as autoridades de la Facultad de Ingeniería, por conducto del jefe de la División de Educación Continua, otorgan una constancia de asistencia a quienes cumplan con los requisitos establecidos para cada curso.

El control de asistencia se llevará a cabo a través de la persona que le entregó las notas. Las inasistencias serán computadas por las autoridades de la División, con el fin de entregarle constancia solamente a los alumnos que tengan un mínimo de 80% de asistencias.

Pedimos a los asistentes recoger su constancia el día de la clausura. Estas se retendrán por el periodo de un año, pasado este tiempo la DECFI no se hará responsable de este documento.

Se recomienda a los asistentes participar activamente con sus ideas y experiencias, pues los cursos que ofrece la División están planeados para que los profesores expongan una tesis, pero sobre todo, para que coordinen las opiniones de todos los interesados, constituyendo verdaderos seminarios.

Es muy importante que todos los asistentes llenen y entreguen su hoja de inscripción al inicio del curso, información que servirá para integrar un directorio de asistentes, que se entregará oportunamente.

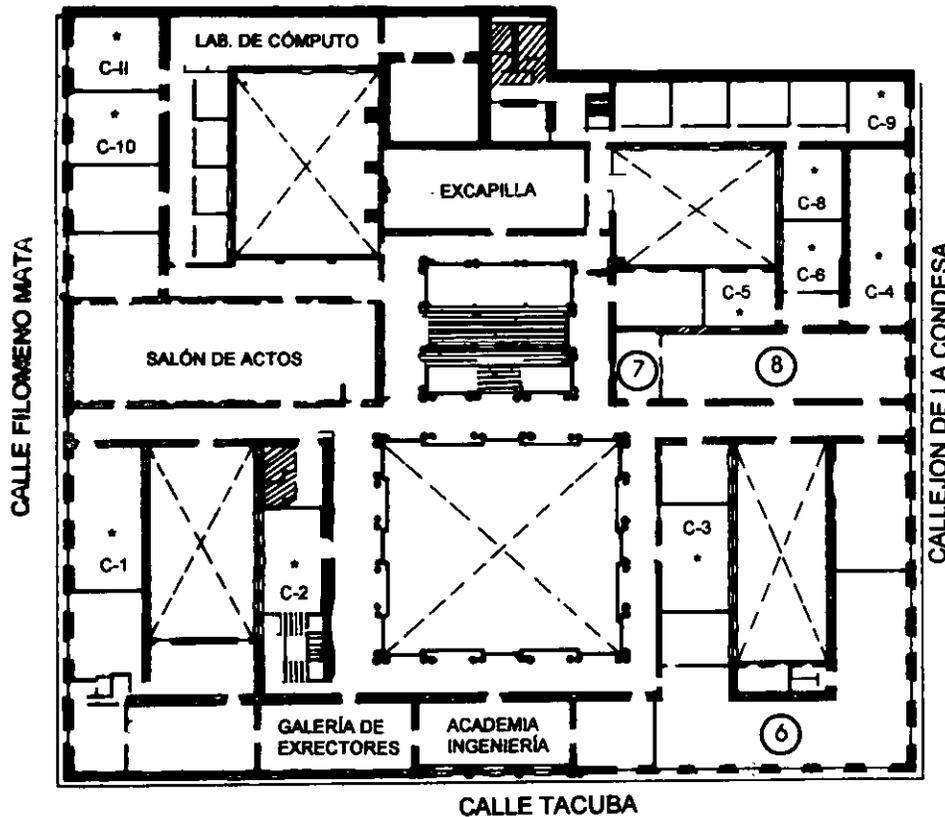
Con el objeto de mejorar los servicios que la División de Educación Continua ofrece, al final del curso deberán entregar la evaluación a través de un cuestionario diseñado para emitir juicios anónimos.

Se recomienda llenar dicha evaluación conforme los profesores impartan sus clases, a efecto de no llenar en la última sesión las evaluaciones y con esto sean más fehacientes sus apreciaciones.

**Atentamente**

**División de Educación Continua.**

# PALACIO DE MINERIA



## GUÍA DE LOCALIZACIÓN

1. ACCESO
  2. BIBLIOTECA HISTÓRICA
  3. LIBRERÍA UNAM
  4. CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN "ING. BRUNO MASCANZONI"
  5. PROGRAMA DE APOYO A LA TITULACIÓN
  6. OFICINAS GENERALES
  7. ENTREGA DE MATERIAL Y CONTROL DE ASISTENCIA
  8. SALA DE DESCANSO
- SANITARIOS
- \* AULAS

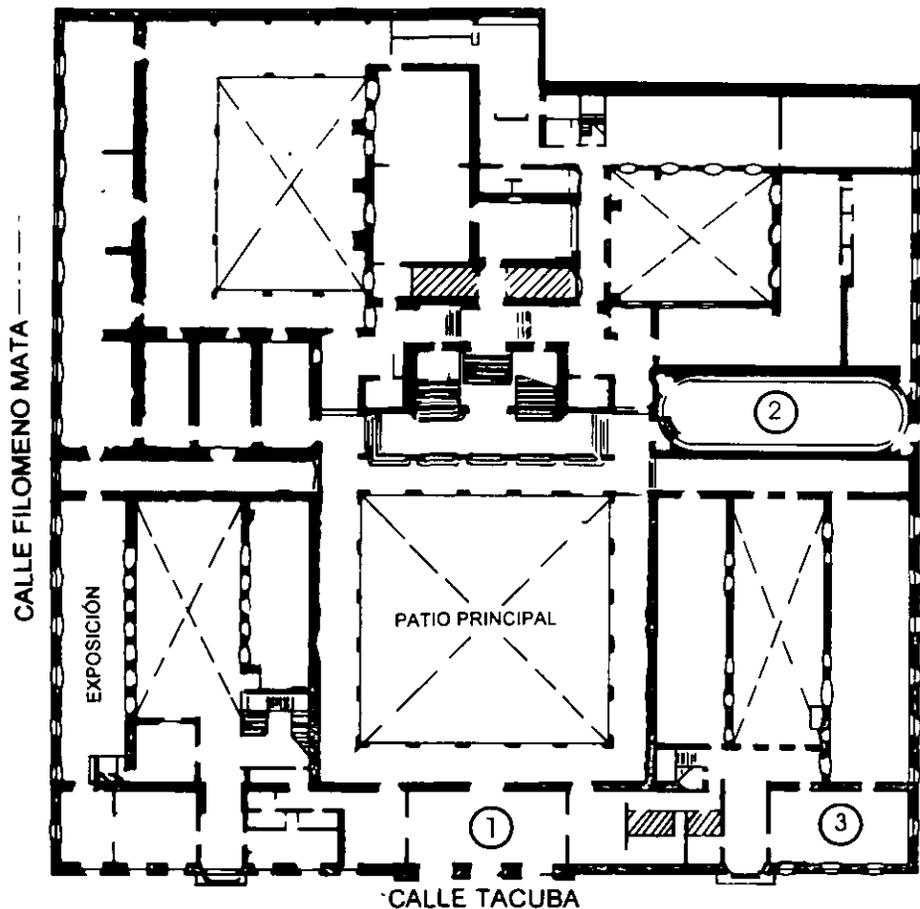
1er. PISO



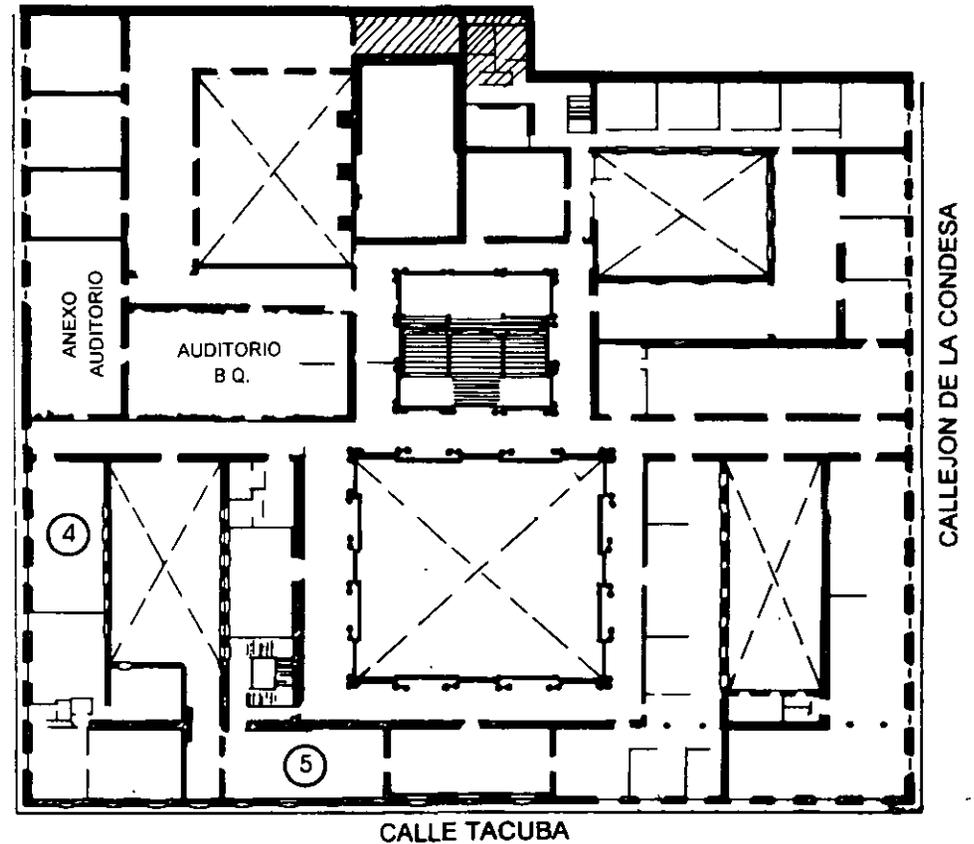
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA  
FACULTAD DE INGENIERÍA U.N.A.M.  
CURSOS ABIERTOS



# PALACIO DE MINERIA



**PLANTA BAJA**



**MEZZANINNE**



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**DESARROLLO EMPRESARIAL**

**INGENIERÍA FINANCIERA**

Del 6 de noviembre al 4 de diciembre de 1999.

*Apuntes Generales*

L. A. E. y M. A. Luis Ramón González Torres.  
C. P. y M. A. José Alberto Martínez Castillo.  
Palacio de Minería  
1999.



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSO: INGENIERIA FINANCIERA**

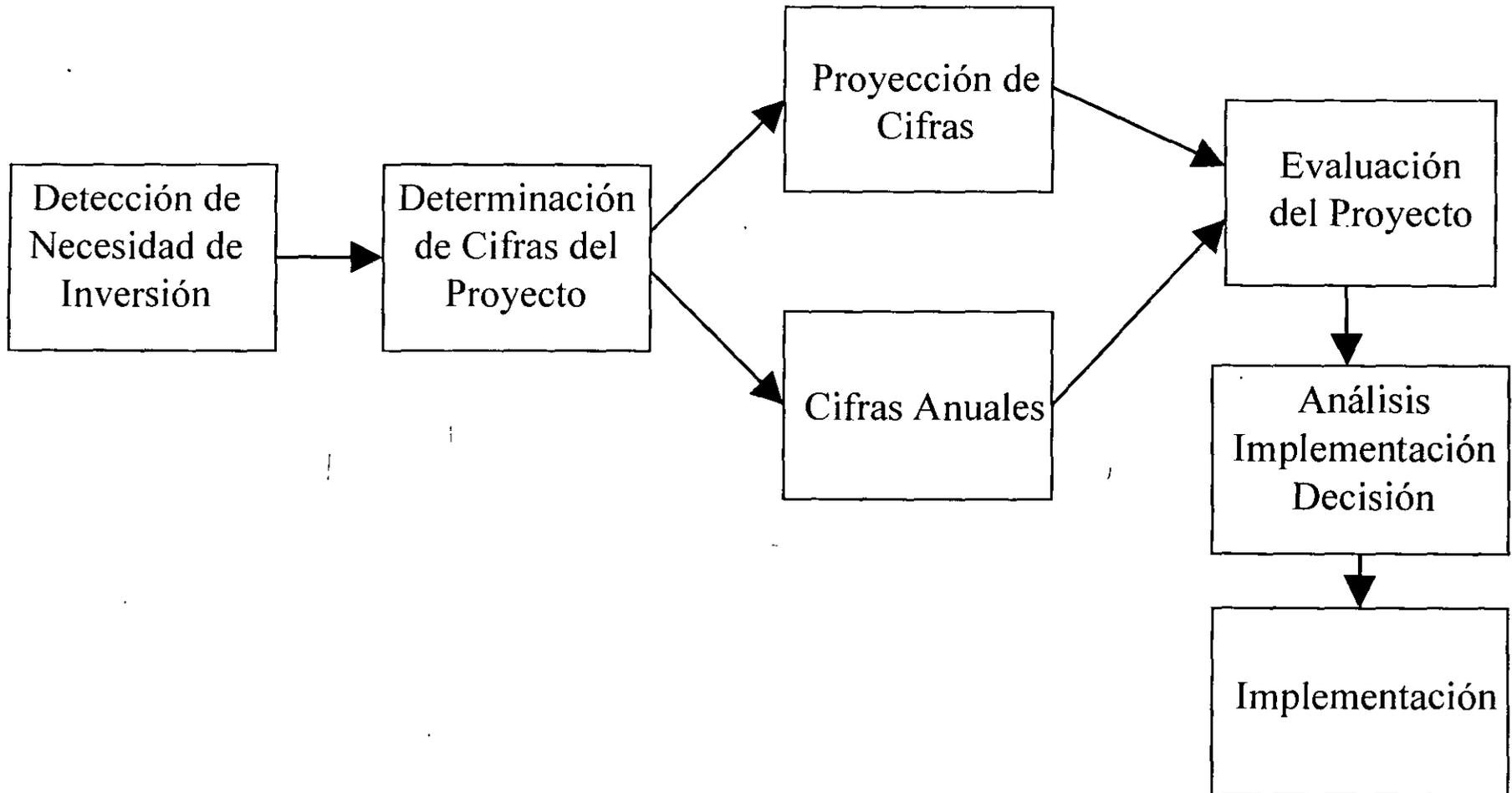
**TEMARIO**

- I. Escenarios económicos y financieros.**
  - Diagnóstico y proyecciones
  - Variables de riesgo
  - Evaluaciones de escenarios
  
- II. Análisis y evaluación contingente de proyectos de inversión en activos reales e intangibles.**
  - Formulación y desarrollo de proyectos
  - Opciones de inversión y riesgo
  - Análisis de sensibilidad
  
- III. Diseño de portafolios de inversión en activos financieros.**
  - Teoría de portafolios y mercado de capitales
  - Cobertura ante incertidumbre y riesgo
  - Diseño de un portafolio óptimo
  
- IV. Fusiones y adquisiciones de negocios.**
  - Valuación de negocios
  - Alternativas estratégicas
  - Caso de fusión de un negocio
  
- V. Reestructuración financiera.**
  - Diagnóstico de salud financiera
  - Opciones operativas y estratégicas
  - Reestructuración integral de un negocio
  
- VI. Instrumentos derivados y complejidades.**
  - Teoría de opciones y productos derivados
  - Mercado de productos financieros derivados
  - Diseño de productos híbridos, sintéticos y complejidades
  
- VII. Caso para estudio.**
  - Aplicación de soluciones innovadoras en un contexto de riesgo

# EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN



# Esquema General



# Tipos de Proyectos

- Nuevos productos y/o expansión de los existentes
- Reemplazo de equipos o edificios
- Proyectos de Investigación o desarrollo
- Inversión de nuevas empresas (Adquisición o inversión de capital de riesgo)
- Otros (Exploraciones, etc.)

# Inversión Inicial

## **Aspectos a Considerar:**

- Precio de Adquisición
- Gastos de instalación asociados
- Incremento en capital de trabajo
- Importes recuperados por venta de activos reemplazados

# Elementos de un Proyecto de Inversión

- Valor activo fijo, proyecto, etc.
- Vida útil
- Inversión en capital de trabajo
- Ahorros en costos y gastos
- Tasa deseada en rentabilidad (Tasa de Descuento)

# Valor Terminal

## **Aspectos a Considerar:**

- Valor de rescate de los activos adquiridos
- Recuperación del capital de trabajo  
(vgr.: Inventarios, etc.)

# Flujo Neto de Operación

(+) Ingresos

(-) Costos Directos

(-) Gastos de Operación

(-) Depreciación y Amortización

---

(=) Ingreso Gravable

(-) Impuestos

---

(=) Ingreso Neto

(+) Depreciación y Amortización

(-) Inversión en Capital de Trabajo

(-) Inversiones en Activo Fijo

---

(=) Flujo Neto de Operación

# Etapas

Etapas	Comentarios
Cálculo de inversión inicial	Incluye gastos asociados y recuperación de equipos antiguos
Cálculo de flujos operativos	Incluye ahorros, depreciación y capital de trabajo, se recomienda basarse en un estado de resultados
Cálculo de valor terminal	Se refiere al valor de rescate
Calcular ingresos después de impuestos	Aplicar tasa de impuesto a ingreso generado
Calcular el flujo generado	Adicionar depreciación A(4)
Calcular el VPN, la TIR y el pay back del proyecto	Se recomienda calcular los tres indicadores
Aplicar reglas de decisión	Se recomienda analizar las implicaciones de la decisión

# Métodos de Evaluación

- Periodo de recuperación
- Rendimiento sobre la inversión
- Valor Presente Neto
- Tasa Interna de Rendimiento

# Regla Óptima para Selección de Método

- Mejorar riqueza de los accionistas
- Considerar todos los flujos de efectivo
- Descontar los flujos de efectivo en base a la tasa del mercado
- Considerar cada proyecto independiente  
(Aditividad de valor)

# Método del Periodo de Recuperación

- Es el periodo de recuperación, en número de años, que se requieren para recuperar el desembolso inicial del proyecto

# Método del Tiempo de Recuperación

- Conforme a este método se desea conocer en cuanto tiempo una inversión genera fondos suficientes para igualar al total de dicha inversión.

# Método del Tiempo de Recuperación

## **Ventajas:**

- Tiene significado cuando se comparan proyectos con vidas económicas iguales y con flujos de efectivo uniformes, por ser sencillos los cálculos involucrados y por ser fáciles de comprender los resultados obtenidos. De hecho es el más utilizado en la práctica

# Método del Tiempo de Recuperación

## **Desventajas:**

- Dos proyectos se consideran de igual calidad si se requieren en igual plazo, sin depender de cuantos años de vida útil les quedan a los proyectos después del periodo de recuperación
- Desconoce los beneficios en efectivo que genera un proyecto después de haber recuperado la inversión

# Rendimiento Sobre los Activos

- Se calcula promediando los flujos de efectivo esperados en la vida del proyecto y dividiendo estos entre el desembolso inicial efectuado

# Método del Valor Presente Neto

- El VPN es el método a través del cual se descuentan todos los flujos de efectivo a un costo de oportunidad determinado y se comparan con la inversión inicial
- Si el resultado es positivo indica que el proyecto es rentable, si es negativo significa que no es viable.

# Método del Valor Presente Neto

- Calcular el valor presente de los flujos esperados de efectivo descontados al costo de oportunidad, sustrayendo el desembolso inicial del costo del proyecto

# Valor Presente Neto Como Regla de Decisión

- Si el VPN es positivo, aceptar el proyecto
- Si el VPN es negativo, rechazar el proyecto
- En proyectos mutuamente excluyentes aceptar aquel que tenga mayor VPN

# Valor Presente Neto

## **Ventajas:**

- Considera el valor del dinero a través del tiempo
- Si se tiene una cantidad limitada de recursos disponibles para invertir, se deberán seleccionar los proyectos cuya mezcla logre el mayor valor presente neto de los flujos generados

# Valor Presente Neto

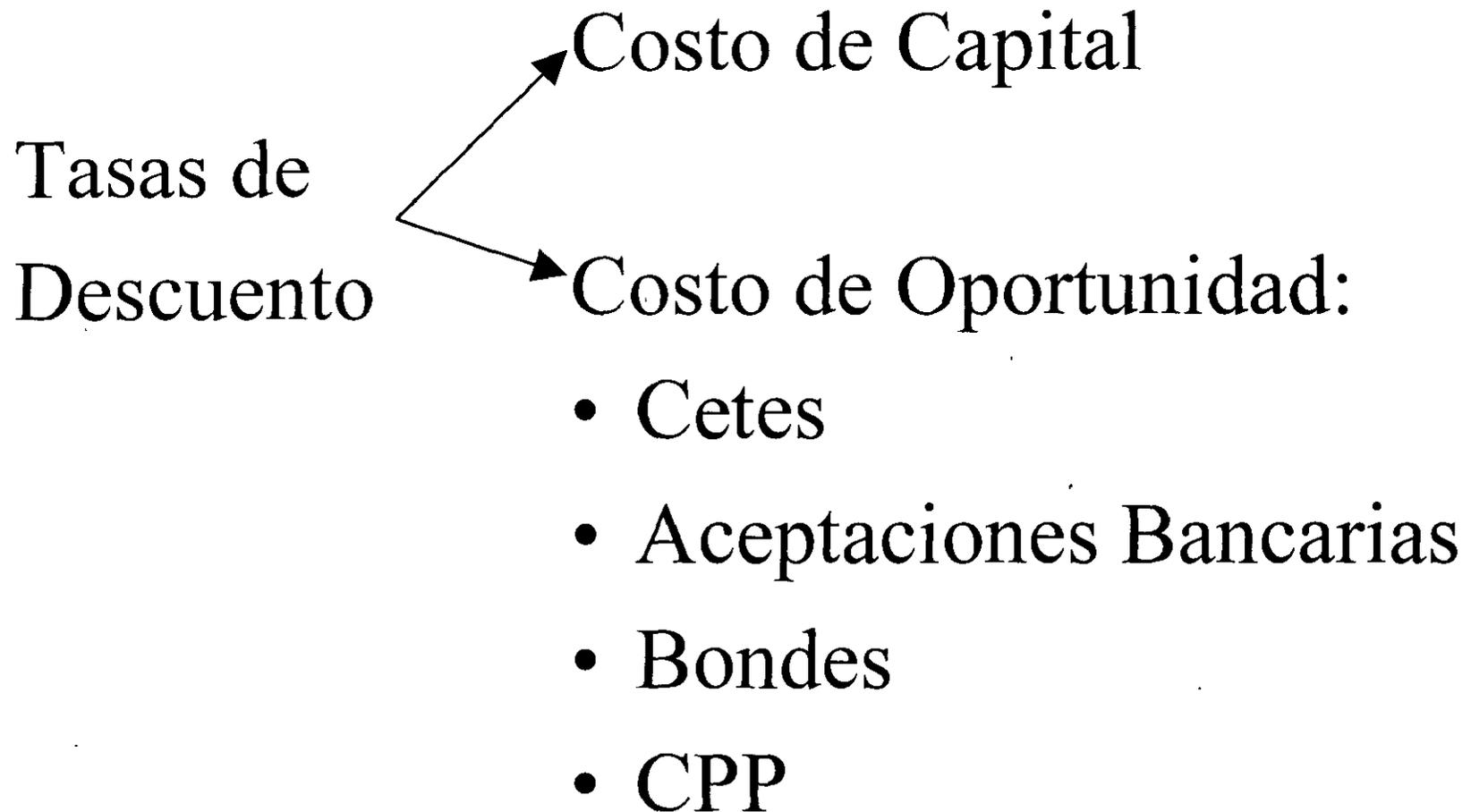
## Desventajas:

- Se requiere conocer la tasa de descuento para proceder a evaluar los proyectos
- Un error en su determinación repercute en la evaluación del proyecto
- Un aumento o una disminución en la tasa de descuento puede cambiar la jerarquización de los proyectos

# Tasa de Descuento

- Es el costo de capital o la tasa requerida de rentabilidad del proyecto

# Criterios para Seleccionar una Tasa de Descuento



# Método de la Tasa Interna de Rendimiento

- Es la tasa de interés que iguala el valor presente de los flujos de efectivo con el desembolso inicial efectuado

# Tasa Interna de Rendimiento

- Es la tasa de descuento que iguala el valor presente de los flujos de fondos del proyecto con el valor inicial de la inversión

# Tasa Interna de Rendimiento

- La TIR representa la tasa de rendimiento del proyecto, si los supuestos y premisas del mismo son respetados en la implementación de este

# Regla de Decisión de la Tasa Interna de Rendimiento

- Si la TIR es superior a la tasa requerida de rentabilidad y/o costo de capital, el proyecto debe aceptarse
- Si la TIR es inferior, el proyecto debe ser rechazado

# Tasa Interna de Retorno

## **Ventajas:**

- Permite jerarquizar los proyectos de inversión conforme a su tasa de rendimiento
- Considera el valor del dinero a través del tiempo, pero no requiere el conocimiento de la tasa de descuento para proseguir con los cálculos de su determinación

## **Desventajas:**

- Si no se dispone de un computador o calculadora de negocios, se requiere de muchos cálculos para su determinación

# EVALUACIÓN CONTINGENTE DE PROYECTOS DE INVERSIÓN

# El valor contingente de los proyectos de inversión

Para la evaluación de un proyecto de inversión ante riesgo e incertidumbre, podemos utilizar las técnicas de valuación de compromisos contingentes desarrolladas para el mercado de las opciones listadas de Chicago (CBOE) en el año de 1973 por Myron Scholes y Fischer Black y posteriormente aplicada a múltiples propósitos de inversión, financiamientos y diversas evaluaciones financieras en las finanzas corporativas

# El valor contingente de los proyectos de inversión

Un proyecto de inversión puede ser comparable con productos financieros derivados, como son las opciones de compra, (Call) y de este modo evaluarse en forma contingente ante incertidumbre y riesgo, definiendo perfiles específicos de riesgo ante las variables que impactan los proyectos de inversión.

# Perfiles específicos del riesgo

- Flujos de ingresos
- Flujos de egresos (Costos e inversión)
- Tasa libre de riesgo
- Volatilidad de los flujos estimados
- Valor en el tiempo de los flujos de efectivo para su ejecución.

# Supuestos Teóricos

- Caminata aleatoria de precios
- Opción Europea
- Constante la volatilidad y la tasa de interés a corto plazo, hasta el vencimiento de la opción
- Ajuste logaritmico normal
- No incluye dividendos, ni impuestos
- Permite asumir ventas en corto a la tasa libre de riesgo
- Se aplica a enteros o fracciones de precio del valor de referencia

# Modelo de Black & Scholes & Merton

$$\text{Call Value} = S \exp^{-yt} N(d1) + X \exp^{-rt} N(d2)$$

$$d1 = [\ln S/X + t (r-y + \frac{1}{2} V^2)] / V\sqrt{t}$$

$$d2 = d1 - V\sqrt{t}$$

# COMPARANDO UNA OPORTUNIDAD DE INVERSIÓN SÓBRE UNA OPCIÓN DE COMPRA: (CALL OPTION)

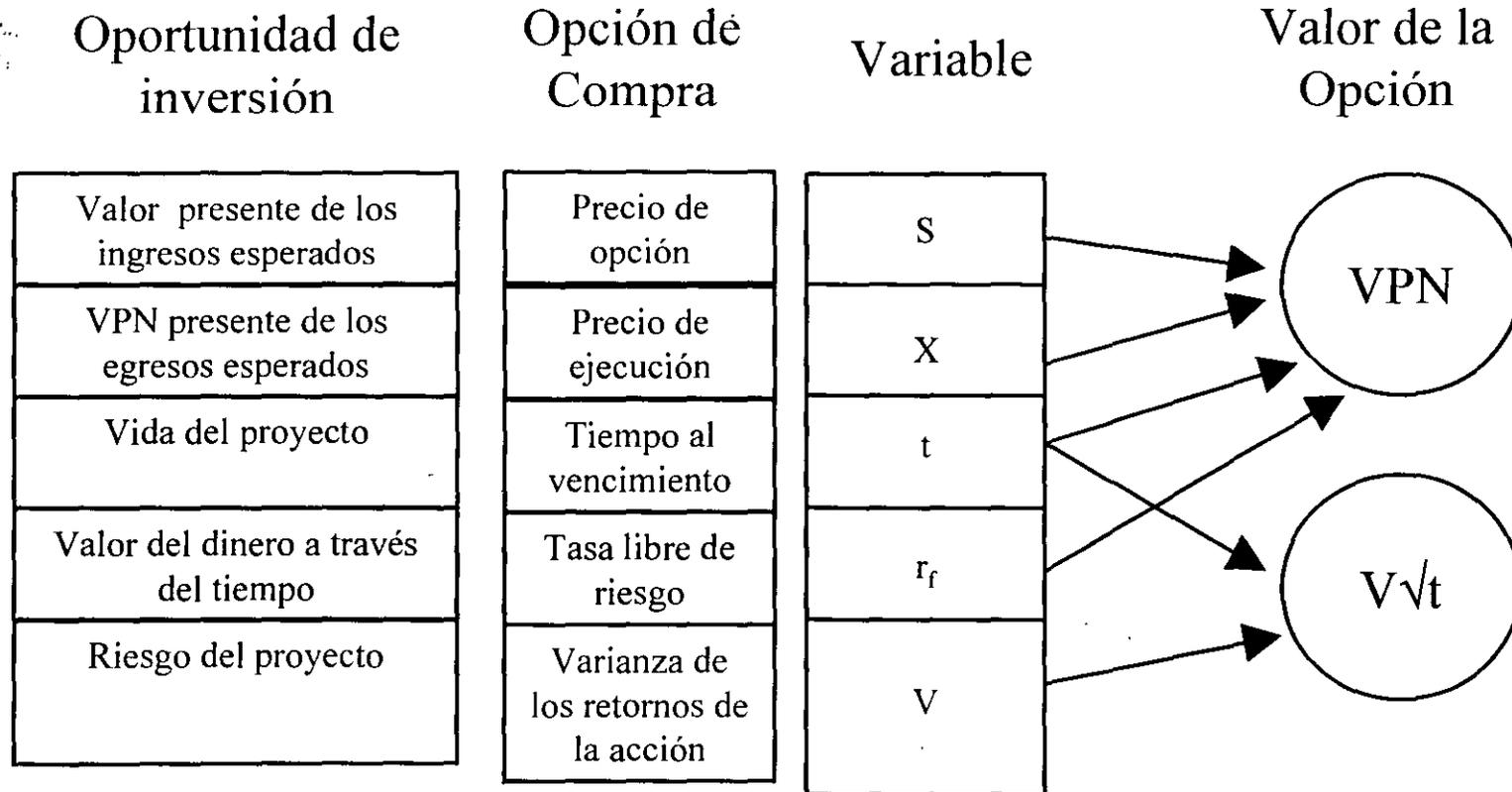
## OPCION DE COMPRA

## VARIABLE

## OPORTUNIDAD DE INVERSIÓN

PRIMA DE UNA OPCIÓN DE COMPRA (CALL OPTION)	$C$	→	VALOR DE LA INVERSIÓN
PRECIO LA ACCIÓN	$S$	→	VPN DE LOS INGRESOS ESPERADOS
PRECIO DE EJECUCIÓN DE LA OPCIÓN DE COMPRA	$X$	→	VPN DE LOS EGRESOS ESPERADOS
TASA DE RIESGO CORRESPONDIENTE A LA VIDA DE LA OPCIÓN	$r$	→	TASA LIBRE DE RIESGO CORRESPONDIENTE AL TIEMPO DE EJECUCION DEL PROYECTO
TIEMPO AL VENCIMIENTO DE LA OPCIÓN DE COMPRA	$t$	→	VIDA DEL PROYECTO
DESVIACIÓN ESTANDAR ANUAL	$V$	→	VARIANZA EN EL PRECIO DEL RECURSO NATURAL EVALUADO
DIVIDENDO DECRETADO (ANUALIZADO)	$y$	→	% DE ATRASO POR EL VALOR EN EL TIEMPO DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

# Buscando nuestra identificación hacia el modelo de Black and Scholes



# Ejemplo presentado por Brennan and Schwartz, aplicando la teoría “opción de precio” para valorar una mina de oro.

La información disponible es la siguiente:

Capacidad de extracción:	1,000,000 onzas
Capacidad de producción:	50,000 onzas / año
Tiempo de Extracción:	20 años
Precio de ORO:	375.00 USD/Onza
Costo de extracción:	250.00 USD/ONZA
Tasa Libre de Riesgo:	9%
Crecimiento en el precio del oro:	3%
Crecimiento en el costo de prod.:	5%
Desviación estándar del precio del oro:	20% volatilidad
Costo de Apertura:	10,000,000.00
Estimado por cada año de atraso:	5%
Tasa de ISR	35%

# CALCULO DE INGRESO

PERIODO	PRODUCCIÓN	PRECIO DEL ORO	CRECIMIENTO DEL PRECIO ORO %	INCREMENTO EN EL PRECIO DEL ORO	NUEVO PRECIO DEL ORO	INGRESO ANUAL
0		375.00			375.00	
1	50,000.00	375.00			375.00	18,750,000.00
2	50,000.00	375.00	3%	11.25	386.25	19,312,500.00
3	50,000.00	386.25	3%	11.59	397.84	19,891,875.00
4	50,000.00	397.84	3%	11.94	409.77	20,488,631.25
5	50,000.00	409.77	3%	12.29	422.07	21,103,290.19
6	50,000.00	422.07	3%	12.66	434.73	21,736,388.89
7	50,000.00	434.73	3%	13.04	447.77	22,388,480.56
8	50,000.00	447.77	3%	13.43	461.20	23,060,134.98
9	50,000.00	461.20	3%	13.84	475.04	23,751,939.03
10	50,000.00	475.04	3%	14.25	489.29	24,464,497.20
11	50,000.00	489.29	3%	14.68	503.97	25,198,432.11
12	50,000.00	503.97	3%	15.12	519.09	25,954,385.08
13	50,000.00	519.09	3%	15.57	534.66	26,733,016.63
14	50,000.00	534.66	3%	16.04	550.70	27,535,007.13
15	50,000.00	550.70	3%	16.52	567.22	28,361,057.34
16	50,000.00	567.22	3%	17.02	584.24	29,211,889.06
17	50,000.00	584.24	3%	17.53	601.76	30,088,245.73
18	50,000.00	601.76	3%	18.05	619.82	30,990,893.11
19	50,000.00	619.82	3%	18.59	638.41	31,920,619.90
20	50,000.00	638.41	3%	19.15	657.56	32,878,238.50
<b>TOTAL</b>						<b>\$ 503,819,521.67</b>
<b>VPN</b>						<b>\$ 211,791,864.17</b>

# CALCULO DE LOS EGRESOS

PERIODO	INVERSION INICIAL	PRODUCCION	COSTO DE EXTRACCION	CRECIMIENTO DEL COSTO DE EXTRACCION %	INCREMENTO AL COSTO DE EXTRACCION	NUEVO COSTO DE EXTRACCION	EGRESO ANUAL
0	10,000,000.00		250.00				10,000,000.00
1		50,000.00	250.00			250.00	12,500,000.00
2		50,000.00	250.00	5%	12.50	262.50	13,125,000.00
3		50,000.00	262.50	5%	13.13	275.63	13,781,250.00
4		50,000.00	275.63	5%	13.78	289.41	14,470,312.50
5		50,000.00	289.41	5%	14.47	303.88	15,193,828.13
6		50,000.00	303.88	5%	15.19	319.07	15,953,519.53
7		50,000.00	319.07	5%	15.95	335.02	16,751,195.51
8		50,000.00	335.02	5%	16.75	351.78	17,588,755.28
9		50,000.00	351.78	5%	17.59	369.36	18,468,193.05
10		50,000.00	369.36	5%	18.47	387.83	19,391,602.70
11		50,000.00	387.83	5%	19.39	407.22	20,361,182.83
12		50,000.00	407.22	5%	20.36	427.58	21,379,241.98
13		50,000.00	427.58	5%	21.38	448.96	22,448,204.08
14		50,000.00	448.96	5%	22.45	471.41	23,570,614.28
15		50,000.00	471.41	5%	23.57	494.98	24,749,144.99
16		50,000.00	494.98	5%	24.75	519.73	25,986,602.24
17		50,000.00	519.73	5%	25.99	545.72	27,285,932.35
18		50,000.00	545.72	5%	27.29	573.00	28,650,228.97
19		50,000.00	573.00	5%	28.65	601.65	30,082,740.42
20		50,000.00	601.65	5%	30.08	631.74	31,586,877.44
<b>TOTAL</b>							<b>\$423,324,426.29</b>
<b>VPN</b>							<b>\$174,553,040.60</b>

# Modelo de Black & Scholes

$$d1 = [\ln S/X + t (r-y + \frac{1}{2} V^2)] / V\sqrt{t}$$

$$d2 = d1 - V\sqrt{t}$$

$$\ln S/X \frac{\$211,791,864.17}{\$174,553,040.50} = 0.1934$$

$$d2 = 0.6634$$

$$(r-y) + 0.5 (V*V) = 0.06$$

$$N (d2) = 0.7465$$

$$t(r + 0.5 (V*V)) = 1.20$$

$$V \text{ (raíz cuadrada de } t) = 0.8944$$

$$d1 = 1.5578$$

$$N (d1) = 0.9404$$

$$\text{Call Value} = S \exp^{-yt} N(d1) + X \exp^{-rt} N(d2)$$

Call value = \$ 51,729,304.441 Presupuestación de Capital = \$ 37,238,823.668

# Black-Scholes and Merton Option Pricing Model

Stock Price	211.79
Exercise Price	174.55
Days Util Expiration	7300
Volatility (estándar deviation per year, e.g.,	0.20
Risk-Free Rate per Year (e.g., 0.06)	0.09
Annualized Dividend Yield (e.g., 0.03)	0.05

## OUTPUT AREA

Call Option		Put Option	
Price	51.7290	Price	2.6688
Delta	0.3459	Delta	-0.0219
Theta	1.5184	Theta	0.2195
Gamma	0.0002	Gamma	0.0002
Vega	41.3087	Vega	41.3087
Rho	430.7570	Rho	-146.3014



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

**CURSOS INSTITUCIONALES**

**DIPLOMADO  
FINANZAS CORPORATIVAS**

**MÓDULO VIII.- "INGENIERÍA FINANCIERA"**

*Apuntes Anexos.*

**M.A. María Luisa Saavedra García**  
**Palacio de Minería**  
**1999.**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**DIPLOMADO EN FINANZAS CORPORATIVAS  
MODULO DE INGENIERÍA FINANCIERA**

**TEMA : OPCIONES**

**EXPOSITOR : M.A. María Luisa Saavedra García**

## VALUACIÓN DE OPCIONES

SIEMPRE QUE UNA EMPRESA SE ENDEUDA CREA UNA OPCIÓN. LA RAZÓN SE DEBE A QUE EL PRESTATARIO NO ESTA OBLIGADO A PAGAR LA DEUDA EN LA FECHA DE VENCIMIENTO. SI OPTARA POR NO PAGAR LOS POSEEDORES DE LOS BONOS SE QUEDARÁN CON LOS ACTIVOS DE LA EMPRESA. POR TANTO, CUANDO UNA EMPRESA PIDE UN PRÉSTAMO, EL PRESTAMISTA ADQUIERE DE HECHO PARTE DE LA EMPRESA Y LOS ACCIONISTAS TIENEN LA OPCIÓN DE READQUIRIRLA PAGANDO LA DEUDA.

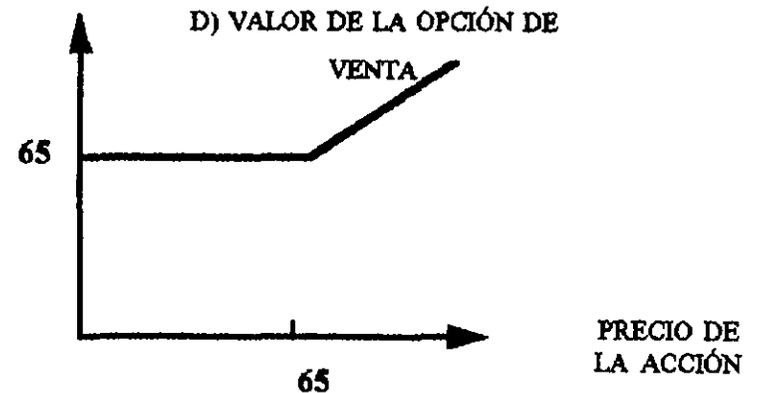
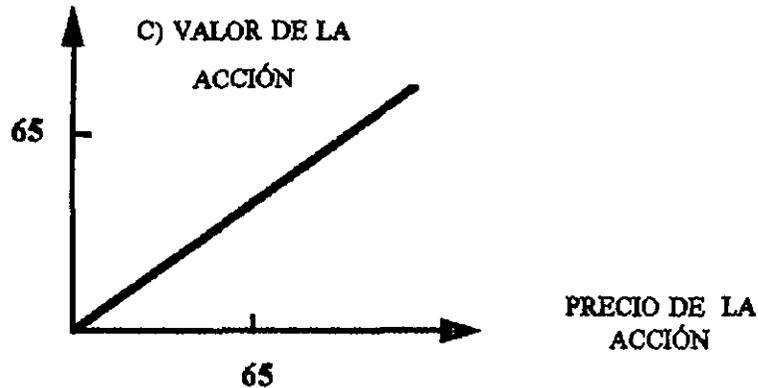
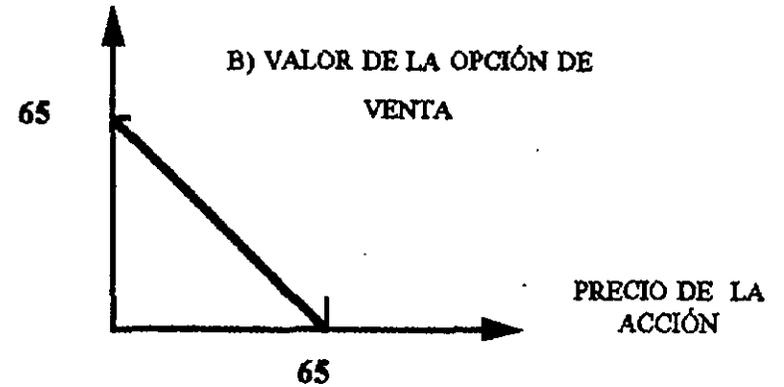
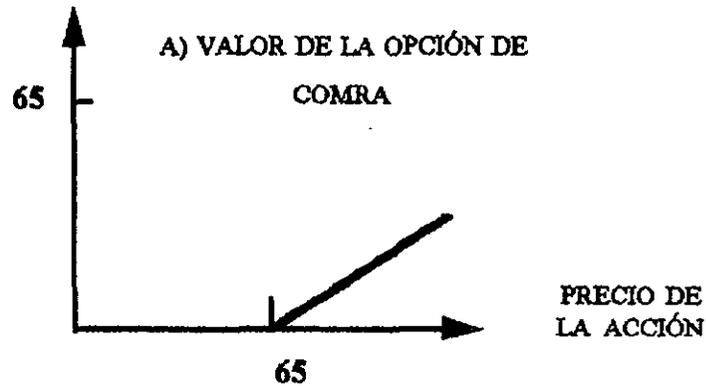
### OPCIONES DE COMPRA, OPCIONES DE VENTA Y ACCIONES

**OPCIÓN DE COMPRA :** OTORGA A SU PROPIETARIO EL DERECHO DE COMPRAR UNA ACCIÓN A UN PRECIO DE EJERCICIO O PRECIO DE COMPRA ESPECIFICADO. EN ALGUNOS CASOS LA OPCIÓN SÓLO PUEDE EJERCERSE EN UNA FECHA CONCRETA Y, CONVENCIONALMENTE, SE LE CONOCE COMO UNA OPCIÓN DE COMPRA EUROPEA; EN OTROS CASOS SE PUEDE EJERCER ANTES DE DICHA FECHA , Y ENTONCES, ES CONOCIDA COMO UNA OPCIÓN DE COMPRA AMERICANA.

EN PRINCIPIO, NOS CENTRAREMOS EN LA OPCIÓN DE COMPRA EUROPEA. OBSERVEMOS EL SIGUIENTE CUADRO :

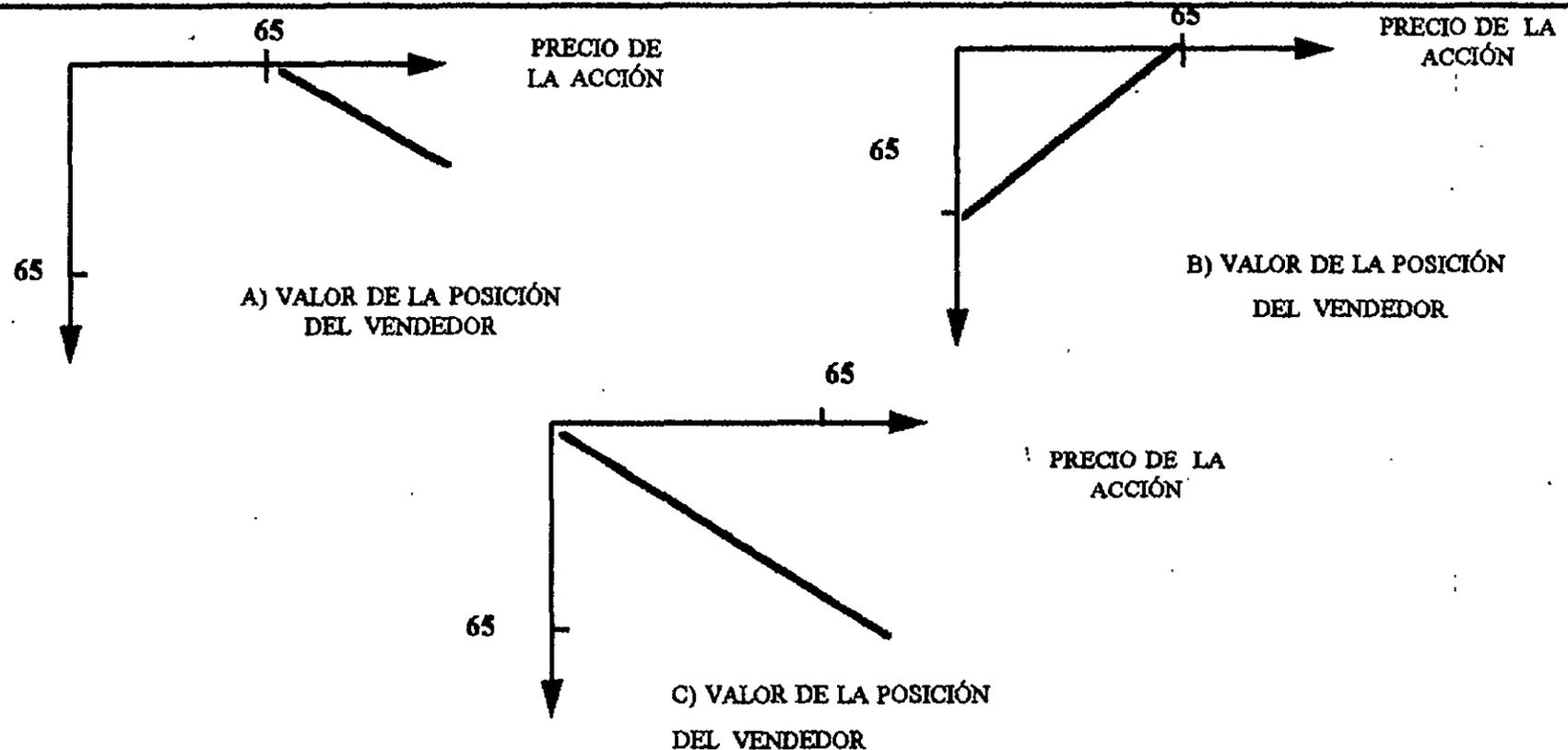
FECHA DE EJERCICIO	PRECIO DE EJERCICIO	PRECIO DE LA OPCIÓN DE COMPRA	PRECIO DE LA OPCIÓN DE VENTA
OCTUBRE 1995	65	6.25	4.625
ENERO 1996	65	8	5.875
ENERO	70	5.875	8.5

# DIAGRAMA DE POSICIÓN DE OPCIONES



- A) RESULTADO DE INVERTIR EN LAS OPCIONES DE COMPRA DE INTEL DE ENERO CON UN PRECIO DE 65.
- B) RESULTADO DE COMPRA DE UNA OPCIÓN DE VENTA EJERCITABLE POR 65
- C) RESULTADO DE LA COMPRA DE UNA ACCIÓN
- D) RESULTADO DE LA COMPRA DE UNA ACCIÓN Y UNA OPCIÓN DE VENTA EJERCITABLE POR 65, LO QUE ES EQUIVALENTE A ADQUIRIR UNA OPCIÓN DE COMPRA Y TENER 65 EN EL BANCO.

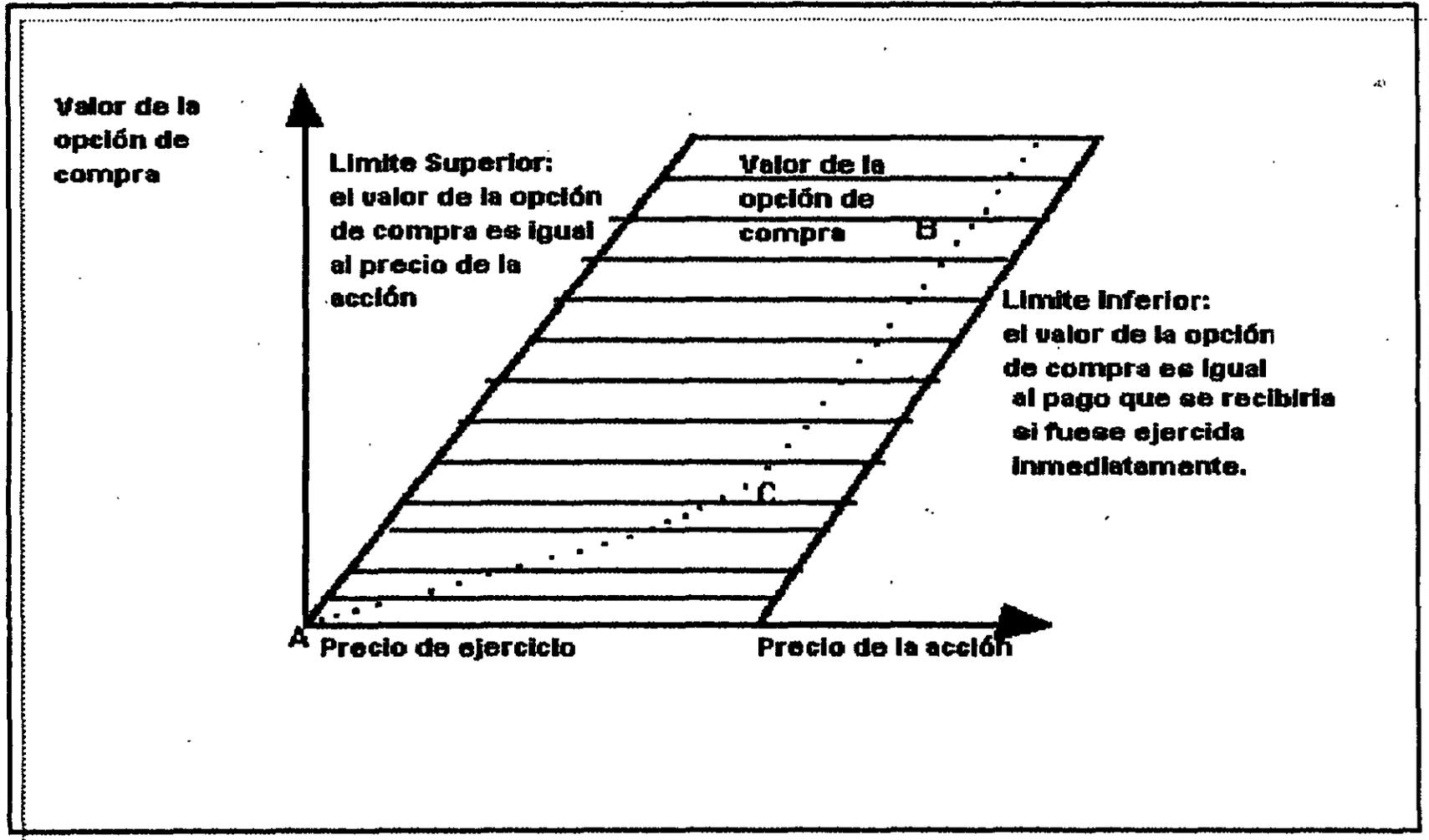
## DIAGRAMA DE POSICIÓN DE OPCIONES (VENTA)



LOS RESULTADOS PARA LOS VENDEDORES DE LAS OPCIONES DE COMPRA, OPCIONES DE VENTA Y ACCIONES, DEPENDEN DEL PRECIO DE LA ACCIÓN.

- A) RESULTADO DE VENTA DE UNA OPCIÓN DE COMPRA EJERCITABLE POR 65.
- B) RESULTADO DE LA VENTA DE UNA OPCIÓN DE VENTA EJERCITABLE POR 65.
- C) RESULTADO DE LA VENTA DE UNA ACCIÓN EN DESCUBIERTO.

## ¿ QUE DETERMINA EL VALOR DE UNA OPCIÓN ?



## UN MODELO DE VALORACIÓN DE OPCIONES

### POR QUÉ EL FLUJO DE EFECTIVO DESCONTADO NO ES ÚTIL PARA LAS OPCIONES ?

DETERMINAR EL COSTO DE OPORTUNIDAD DEL CAPITAL ES IMPOSIBLE, PORQUE EL RIESGO DE UNA OPCIÓN VARÍA CADA VEZ QUE EL PRECIO DE LA ACCIÓN FLUCTÚA, SABEMOS QUE SEGUIRÁ UN CAMINO ALEATORIO A LO LARGO DE LA VIDA DE LA OPCIÓN.

CUANDO SE ADQUIERE UNA OPCIÓN DE COMPRA, SE TOMA UNA POSICIÓN RESPECTO A LA ACCIÓN PERO PONIENDO MENOS DINERO QUE SI SE HUBIESE COMPRADO DIRECTAMENTE LA ACCIÓN. POR ELLO UNA OPCIÓN ES SIEMPRE MÁS ARRIESGADA QUE LA ACCIÓN SUBYACENTE. TIENE UNA BETA MAYOR Y UNA DESVIACIÓN TÍPICA DE LA RENTABILIDAD MAYOR.

CUANDO MÁS ARRIESGADA SEA LA OPCIÓN, DEPENDE DEL PRECIO DE LA ACCIÓN CON RESPECTO AL PRECIO DE EJERCICIO. UNA ACCIÓN QUE ESTE EN DINERO (EL PRECIO DE LA ACCIÓN ES MAYOR QUE EL PRECIO DE EJERCICIO) ES MÁS SEGURA QUE UNA QUE SEA SIN DINERO (EL PRECIO DE LA ACCIÓN ES MENOR QUE EL PRECIO DE EJERCICIO). POR TANTO, UN INCREMENTO DEL PRECIO DE LA ACCIÓN ELEVA EL PRECIO DE LA OPCIÓN Y REDUCE SU RIESGO. CUANDO EL PRECIO DE LA ACCIÓN CAE, EL PRECIO DE LA OPCIÓN BAJA Y SU RIESGO AUMENTA. ESTA ES LA RAZÓN POR LA QUE LA TASA ESPERADA DE RENTABILIDAD QUE LOS INVERSIONISTAS DEMANDAN DE UNA OPCIÓN VARÍA DÍA A DÍA, HORA A HORA, CADA VEZ QUE EL PRECIO DE LA ACCIÓN CAMBIA.

CUANTO MAYOR ES EL PRECIO DE LA ACCIÓN CON RESPECTO AL PRECIO DE EJERCICIO, MÁS SEGURA ES LA OPCIÓN, AUN CUANDO LA OPCIÓN SEA SIEMPRE MÁS ARRIESGADA QUE LA ACCIÓN. EL RIESGO DE LA OPCIÓN VARÍA SIEMPRE QUE VARÍA EL PRECIO DE LA ACCIÓN:

## ¿DE QUÉ DEPENDE EL PRECIO DE UNA OPCIÓN DE COMPRA

1. SI LAS SIGUIENTES VARIABLES CRECEN :	LAS VARIACIONES EN EL PRECIO DE LA OPCIÓN DE COMPRA SON :
<ul style="list-style-type: none"> <li>* PRECIO DE LA ACCIÓN ( P )</li> <li>* PRECIO DE EJERCICIO ( EX )</li> <li>* TIPO DE INTERÉS ( RF )</li> <li>* PERÍODO DE TIEMPO HASTA LA EXPIRACIÓN ( T )</li> <li>* VOLATILIDAD DEL PRECIO DE LA ACCIÓN ( S )</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>POSITIVAS</li> <li>NEGATIVAS</li> <li>POSITIVAS</li> <li>POSITIVAS</li> <li>POSITIVAS</li> </ul>
<p><b>2. OTRAS PROPIEDADES :</b></p> <p>A) LÍMITE SUPERIOR. EL PRECIO DE LA OPCIÓN SIEMPRE MENOR QUE EL PRECIO DE LA ACCIÓN.</p> <p>B) LÍMITE INFERIOR. EL PRECIO DE LA OPCIÓN NUNCA CAE POR DEBAJO DEL RESULTADO DE SU EJERCICIO INMEDIATO ( P - EX O CERO, EL QUE SEA MAYOR ).</p> <p>C) SI LA ACCIÓN CARECE DE VALOR, LA OPCIÓN NO VALE NADA.</p> <p>D) CUANDO EL PRECIO DE LA ACCIÓN PASA A SER MUY ALTO, EL PRECIO DE LA OPCIÓN SE APROXIMA AL PRECIO DE LA ACCIÓN MENOS EL VALOR ACTUAL DEL PRECIO DE EJERCICIO.</p>	

## OBTENCIÓN DE EQUIVALENTES DE OPCIONES A PARTIR DE ACCIONES ORDINARIAS Y ENDEUDAMIENTO

### MÉTODO DE CARTERA EQUIVALENTE

LA CLAVE PARA LA CORRECTA VALORACIÓN DE OPCIONES, CONSISTE EN ENCONTRAR UN EQUIVALENTE DE LA OPCIÓN COMBINANDO LA INVERSIÓN EN ACCIONES ORDINARIAS CON EL ENDEUDAMIENTO. EL COSTO NETO DE LA COMPRA DEL EQUIVALENTE DE LA ACCIÓN DEBE SER IGUAL AL VALOR DE LA OPCIÓN.

**EJEMPLO :** EL PRECIO DE EJERCICIO ES 65. EL INTERÉS SEMESTRAL ES 2.5%.

SÓLO PUEDEN SUCEDER DOS EVENTOS EN LOS SEIS MESES QUE FALTAN PARA EL EJERCICIO : CAER UN 20% A 52 Ó AUMENTAR UN 25% A 81.25

SI EL PRECIO SUBE A 81.25, LA OPCIÓN DE COMPRA = 16.25

SI EL PRECIO DE LAS ACCIONES CAEN HASTA 52, LA OPCIÓN DE COMPRA = 0

AHORA COMPAREMOS ESTOS RESULTADOS CON AQUELLOS QUE SE OBTENDRÍAN SI SE COMPRASEN 5/9 DE ACCIÓN Y PIDIESE EN PRÉSTAMO 28.18 A UN BANCO :

$$52 \cdot 5/9 = 28.89$$

$$81.25 \cdot 5/9 = 45.14$$

$$VA = 28.89 / 1.025 = 28.18$$

	PRECIO DE LA ACCIÓN = 52	PRECIO DE LA ACCIÓN = 81.25
5/9 ACCIÓN	28.89	45.14
DEVOLUCIÓN DEL PRÉSTAMO + INTERÉS	-28.89	-28.89
<b>RESULTADO TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>16.25</b>

LOS RESULTADOS DE LA INVERSIÓN CON PRÉSTAMO EN LA ACCIÓN SON IDÉNTICOS A LAS OPCIONES DE COMPRA ( 0 Y 16.25). POR TANTO AMBAS INVERSIONES DEBEN TENER EL MISMO VALOR :

**VALOR DE UNA OPCIÓN DE COMPRA = VALOR DE 5/9 LA ACCIÓN - 28.18 DEL PRÉSTAMO BANCARIO**

$$VOCC = 65 \cdot 5/9 - 28.18 = 36.11 - 28.18 = 7.93$$

EL NÚMERO DE ACCIONES NECESARIOS PARA REPRODUCIR UNA OPCIÓN DE COMPRA ES NORMALMENTE CONOCIDO COMO RATIO DE COBERTURA O DELTA DE LA OPCIÓN.

$$\text{Delta de la opción} = \frac{\text{dispersión de los precios de opción posibles} \quad (16.25 - 0)}{\text{dispersión de los precios de acción posibles} \quad (81.25 - 52)} = \frac{16.25}{69.25} = 0.5555 = 5/9$$

LA INVERSIÓN EN LA OPCIÓN PUEDE SER EQUIVALENTE A UNA INVERSIÓN CON ENDEUDAMIENTO EN EL ACTIVO SUSCRITO.

### EL MÉTODO NEUTRO AL RIESGO

AHORA SUPONGAMOS QUE LOS INVERSIONISTAS SON INDIFERENTES AL RIESGO, LA RENTABILIDAD ESPERADA DEBERÁ SER IGUAL AL TIPO DE INTERÉS :

RENTABILIDAD ESPERADA DE UNA ACCIÓN = 2.5% EN SEIS MESES

BAJO EL MISMO SUPUESTO QUE LAS ACCIONES PUEDEN SUBIR UN 25% A 81.25 O BAJAR 20% A 52. PODEMOS CALCULAR LA PROBABILIDAD DE UN AUMENTO DE PRECIOS EN NUESTRO MUNDO HIPOTÉTICO NEUTRAL AL RIESGO :

X = probabilidad de aumento

$$\text{Rentabilidad esperada} = X * 25 + (1 - X) * (-20)$$

$$2.5 = 25X + (-20 + 20X)$$

$$2.5 = 45X - 20 \rightarrow 22.5 = 45X \rightarrow X = 22.5 / 45 = 0.50$$

SI EL PRECIO DE LA OPCIÓN SUBE, LA OPCIÓN DE COMPRA VALDRÁ 16.25, SI CAE NO VALDRÁ NADA. POR TANTO EL VALOR ESPERADO DE LA OPCIÓN DE COMPRA ES :

$$\text{RENTABILIDAD ESPERADA} = 0.50 (16.25) + 0.50 (0) = 8.125$$

EL VALOR CORRIENTE DE LA OPCIÓN DE COMPRA ES :

$$\frac{\text{Valor esperado futuro}}{(1 + \text{interés})} = \frac{8.125}{1.025} = 7.93$$

**ENTONCES PARA CALCULAR EL VALOR DE UNA OPCIÓN DEBEMOS :**

1° ENCONTRAR LA COMBINACIÓN ENTRE ACCIONES Y PRÉSTAMOS QUE SON EQUIVALENTES A UNA INVERSIÓN EN LA OPCIÓN. DEBIDO A QUE LAS DOS ESTRATEGIAS DAN IDÉNTICOS RESULTADOS EN EL FUTURO, DEBEN SER VENDIDAS AL MISMO PRECIO HOY.

2° PRETENDER QUE A LOS INVERSIONISTAS NO LES PREOCUPA EL RIESGO, CON LO QUE LA TASA DE RENTABILIDAD DE LA ACCIÓN ES IGUAL AL TIPO DE INTERÉS. CALCULAR EL VALOR ESPERADO FUTURO DE LA ACCIÓN Y DESCONTARLO AL TIPO DE INTERÉS.

## VALORACIÓN DE LA OPCIÓN DE VENTA

### MÉTODO DE CARTERA EQUIVALENTE

SI EL PRECIO AUMENTA A 81.25 LA OPCIÓN DE VENTA = 0  
SI EL PRECIO CAE A 52 LA OPCIÓN DE VENTA VALDRÁ 65-52 = 13

$$\text{Delta de la opción : } \frac{0 - 13}{81.25 - 52} = - 0.4444 = - 4/9$$

CÁLCULO DEL PRÉSTAMO :  $81.25 \times 4/9 = 36.11$   
 $36.11 / 1.025 = 35.23$

	PRECIO DE LA ACCIÓN = 52	PRECIO DE LA ACCIÓN = 81.25
4/9 ACCIÓN	-23.11	-36.11
DEVOLUCIÓN DEL PRÉSTAMO + INTERÉS	+36.11	+36.11
RESULTADO TOTAL	13	0

VALOR DE UNA OPCIÓN DE VENTA = - 4/9 de una acción + 35.23 del préstamo bancario  
=  $65 \times -4/9 + 35.23 = 6.34$

### MÉTODO DE RIESGO NEUTRAL

VALOR ESPERADO DE UNA OPCIÓN DE VENTA ES :

$$(0.50 \times 0) + (0.50 \times 13) = 6.5$$

EL VALOR CORRIENTE DE LA OPCIÓN ES :  $6.5 / 1.025 = 6.34$

RELACIÓN ENTRE LOS PRECIOS DE VENTA Y COMPRA :

VALOR DELA OPCIÓN DE VENTA = VALOR DE LA OPCIÓN DE COMPRA - (PRECIO DE LA ACCIÓN - VALOR ACTUAL DEL PRECIO DE EJERCICIO)

$$\text{VALOR DE LA OPCIÓN DE VENTA} = 7.93 - (65 - 65/1.025) = 6.34$$

# LA FÓRMULA DE BLACK & SCHOLES

EL PUNTO RESULTANTE EN EL CÁLCULO DE LOS PRECIOS DE CUALQUIER OPCIÓN ES FIJAR UN PAQUETE DE INVERSIÓN DE ACCIONES Y UN PRÉSTAMO QUE REPRODUCIRÁ EXACTAMENTE LOS RESULTADOS DE LA OPCIÓN. SI PODEMOS PONERLE UN PRECIO AL CAPITAL Y AL PRÉSTAMO, TAMBIÉN LO PODEMOS HACER CON LA OPCIÓN.

EL MÉTODO BINOMIAL REDUCE LOS POSIBLES CAMBIOS EN LOS PRECIOS DE LA ACCIÓN A LO LARGO DEL PERÍODO SIGUIENTE A DOS, UN MOVIMIENTO HACIA ARRIBA O UN MOVIMIENTO HACIA ABAJO. ESTA SIMPLIFICACIÓN ES CORRECTA SI EL PERÍODO DE TIEMPO ES MUY CORTO DE TAL FORMA QUE UN GRAN NÚMERO DE PEQUEÑAS FLUCTUACIONES SE ACUMULA A LO LARGO DE LA VIDA DE LA OPCIÓN. PERO RESULTA ILUSO ASUMIR SOLO DOS POSIBLES PRECIOS DE LA ACCIÓN DESPUÉS DE SEIS MESES.

SE PUEDE HACER EL PROBLEMA UN POCO MÁS REALISTA ASUMIENDO QUE HAY DOS POSIBLES CAMBIOS EN EL PRECIO DE LA ACCIÓN EN CADA PERÍODO DE TRES MESES. ESTO PROPORCIONARÁ UNA FLUCTUACIÓN AMPLIA DE LOS PRECIOS A SEIS MESES. CONTINUARÁ SIENDO POSIBLE CONSTRUIR UNA SERIE DE INVERSIONES APALANCADAS DE LA ACCIÓN QUE OFRECERÍAN EXACTAMENTE LAS MISMAS EXPECTATIVAS QUE LA OPCIÓN.

NO HAY RAZÓN PARA QUEDARSE CON PERÍODOS DE TRES MESES. PODRÍAMOS SEGUIR HACIENDO LOS INTERVALOS CADA VEZ MÁS CORTOS CON DOS POSIBLES CAMBIOS EN CADA INTERVALO DEL PRECIO DE LA ACCIÓN.

CON EL TIEMPO SE ALCANZARÍA UNA SITUACIÓN EN LA QUE EL PRECIO DE LA ACCIÓN ESTÉ CAMBIANDO CONTINUAMENTE Y GENERANDO UNA SECUENCIA CONTINUA DE POSIBLES

PRECIOS DE FINAL DE AÑO. PODRÍAMOS CONTINUAR REPLICANDO LA OPCIÓN DE COMPRA MEDIANTE UNA INVERSIÓN APALANCADA EN ACCIONES, PERO NECESITARÍAMOS AJUSTAR EL GRADO DE APALANCAMIENTO CONTINUAMENTE SEGÚN VAYA PASANDO EL AÑO.

LA FÓRMULA DE BLACK & SHOLES NOS DA LA RESPUESTA :

$$\begin{aligned} \text{VALOR DE LA OPCIÓN DE COMPRA} &= (\text{DELTA} \times \text{PRECIO DE LA ACCIÓN}) - \text{PRÉSTAMO BANCARIO} \\ &= [(N(d_1) \times P)] - [Nd_2 \times VA(EX)] \end{aligned}$$

DONDE :

$$d_1 = \frac{\text{LOG} [P / VA(EX)]}{S \sqrt{t}} + \frac{S \sqrt{t}}{2}$$

$$d_2 = d_1 - S \sqrt{t}$$

$N(d)$  = FUNCIÓN DE DENSIDAD ACUMULADA DE LA PROBABILIDAD NORMAL

EX = PRECIO DE EJERCICIO DE LA OPCIÓN; VA (EX) SE CALCULA DESCONTÁNDOLO A UN TIPO DE INTERÉS LIBRE DE RIESGO CONTINUAMENTE COMPUESTO POR RF

t = NÚMERO DE PERÍODOS PARA LA FECHA DE EJERCICIO

P = PRECIO ACTUAL DE LA ACCIÓN

S = DESVIACIÓN TÍPICA POR PERÍODO DE TASA DE RENTABILIDAD DE LA ACCIÓN (COMPUESTA CONTINUA)

**APLICACIÓN :**

**PASO 1 :** Multiplique la desviación típica de los cambios proporcionales en el valor del activo por la raíz cuadrada del tiempo (medido en años) hasta la expiración de la opción.

**Ejemplo :** Tiempo 6 meses, desviación típica 32% anual  
 $0.32 \times \sqrt{0.5} = 0.226$

**PASO 2 :** Calcule el ratio entre el valor del activo y el valor actual del precio de ejercicio de la opción.

**Ejemplo :** Precio de la acción y el precio de ejercicio es 65, la tasa de interés es 2.5% durante 6 meses

$$65 / (65/1.025) = 1.025$$

**PASO 3 :** Buscar en el cuadro 6 la entrada que corresponda al ratio anterior la respuesta será el valor de la opción como porcentaje de la acción.

El cuadro muestra :

	1.02	1.04
0.20	8.9	9.9
0.25	10.9	11.8

Interpolando tenemos = 10.2

Interpolación :

	1.02	1.04
0.20	8.9	9.9
0.226	1	2
0.25	10.9	11.8

$$1 \frac{0.026}{0.05} = \frac{X}{2} \quad \implies X = 1.04 + 8.9 = 9.94$$

$$2 \frac{0.026}{0.05} = \frac{X}{1.9} \quad \implies X = 0.988 + 9.9 = 10.888$$

Ahora contamos con los siguientes datos :

	1.02	1.025	1.04
0.20	8.9		9.9
0.226	9.94	3	10.888
0.25	10.9		11.8

Arreglamos los datos para proceder a interpolar nuevamente :

$$\left[ \begin{array}{cc} 1.02 & 9.94 \\ 1.025 & 3 \\ 1.04 & 10.888 \end{array} \right]$$

$$\frac{3 - 0.005}{0.020} = \frac{X}{0.988} \quad \implies X = 0.247 + 9.94 = 10.187 \text{ redondeando} = 10.2$$

Entonces :

$$65 \times 10.2 = 6.63$$

El valor de la opción de venta se calcularía así :

$$VOV = 6.63 - 65/1.025 - 65 = 5.04$$

PASO 4 : El apéndice 7 recoge la delta de la opción. La opción de compra de Intel tiene una delta de 59 (también se halló interpolando). Esto significa que en lugar de comprar una opción de compra por 6.63, podría conseguir el mismo resultado comprado 0.59 acciones ( a un costo de  $0.59 \times 65 = 38.35$ ) y pedir prestado el resto ( $38.35 - 6.63 = 31.72$ ).

Para hallar la delta de la opción de venta basta con restar 1 al valor de la entrada en el cuadro 7.

$$\text{Delta de la opción de venta} = \text{opción de compra delta} - 1 = 0.59 - 1 = -0.41$$

En otras palabras en lugar de pagar 5.04 para comprar una opción de venta Intel, podría vender 0.41 acciones ( por una entrada en efectivo de  $0.41 \times 65 = 26.65$ ) y comprar letras del tesoro con el efectivo disponible ( $5.04 + 26.65 = 31.69$ ).

**PRÁCTICA OPCIONES :**

1. El próximo precio de la acción de RG disminuirá \$ 50 a la mitad de su precio actual de \$100 o aumentará a \$ 200. El tipo de interés a un año es 10%

- a) ¿Cuál es la delta de una opción de compra a un año de la acción de RG con un precio de ejercicio de \$100?
- b) Valore la opción de compra con el método de cartera equivalente
- c) Valore la opción de compra con el método de riesgo neutral
- d) ¿Cuál sería el valor de la opción de venta ?

2. Utilice el modelo de Black & Sholes para valorar las opciones siguientes :

- a) Una opción de compra sobre una acción que cotiza a \$60 con un precio de ejercicio de \$60.  
La desviación típica de la acción es 6% mensual. La opción vence dentro de 3 meses.  
El tipo de interés libre de riesgo es 1% mensual.
- b) Una opción de venta sobre la misma acción en idéntica fecha, con iguales períodos de vencimiento y precio de ejercicio.
- c) Usando el cuadro 7 calcule la combinación de acciones y activos libres de riesgo que equivaldría a la opción.

APÉNDICE CUADRO 6

Valor de una opción de compra, como porcentaje del precio de la acción

PRECIO DE LA ACCIÓN DIVIDIDO POR VA (PRECIO DE EJERCICIO)

	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.82	0.84	0.86	0.88	0.90	0.92	0.94	0.96	0.98	1.00
0.05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.6	1.2	2.0
0.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.5	0.8	1.2	1.7	2.3	3.1	4.0
0.15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.5	0.7	1.0	1.3	1.7	2.2	2.8	3.5	4.2	5.1	6.0
0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	0.8	1.5	1.9	2.3	2.8	3.4	4.0	4.7	5.4	6.2	7.1	8.0
0.25	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.5	1.0	1.8	2.8	3.3	3.9	4.5	5.2	5.9	6.6	7.4	8.2	9.1	9.9
0.30	0.0	0.1	0.1	0.3	0.7	1.2	2.0	3.1	4.4	5.0	5.7	6.3	7.0	7.8	8.6	9.4	10.2	11.1	11.9
0.35	0.1	0.2	0.4	0.8	1.4	2.3	3.3	4.6	6.2	6.8	7.5	8.2	9.0	9.8	10.6	11.4	12.2	13.0	13.9
0.40	0.2	0.5	0.9	1.6	2.4	3.5	4.8	6.3	8.0	8.7	9.4	10.2	11.0	11.7	12.5	13.4	14.2	15.0	15.9
0.45	0.5	1.0	1.7	2.6	3.7	5.0	6.5	8.1	9.9	10.6	11.4	12.2	12.9	13.7	14.5	15.3	16.2	17.0	17.8
0.50	1.0	1.7	2.6	3.7	5.1	6.6	8.2	10.0	11.8	12.6	13.4	14.2	14.9	15.7	16.5	17.3	18.1	18.9	19.7
0.55	1.7	2.6	3.8	5.1	6.6	8.3	10.0	11.9	13.8	14.6	15.4	16.1	16.9	17.7	18.5	19.3	20.1	20.9	21.7
0.60	2.5	3.7	5.1	6.6	8.3	10.1	11.9	13.8	15.8	16.6	17.4	18.1	18.9	19.7	20.5	21.3	22.0	22.8	23.6
0.65	3.6	4.9	6.5	8.2	10.0	11.9	13.8	15.8	17.8	18.6	19.3	20.1	20.9	21.7	22.5	23.2	24.0	24.7	25.5
0.70	4.7	6.3	8.1	9.9	11.9	13.8	15.8	17.8	19.8	20.6	21.3	22.1	22.9	23.6	24.4	25.2	25.9	26.6	27.4
0.75	6.1	7.9	9.8	11.7	13.7	15.8	17.8	19.8	21.8	22.5	23.3	24.1	24.8	25.6	26.3	27.1	27.8	28.5	29.2
0.80	7.5	9.5	11.5	13.6	15.7	17.7	19.8	21.8	23.7	24.5	25.3	26.0	26.8	27.5	28.3	29.0	29.7	30.4	31.1
0.85	9.1	11.2	13.3	15.5	17.6	19.7	21.8	23.8	25.7	26.5	27.2	28.0	28.7	29.4	30.2	30.9	31.6	32.2	32.9
0.90	10.7	13.0	15.2	17.4	19.6	21.7	23.8	25.8	27.7	28.4	29.2	29.9	30.6	31.3	32.0	32.7	33.4	34.1	34.7
0.95	12.5	14.8	17.1	19.4	21.6	23.7	25.7	27.7	29.6	30.4	31.1	31.8	32.5	33.2	33.9	34.6	35.2	35.9	36.5
1.00	14.3	16.7	19.1	21.4	23.6	25.7	27.7	29.7	31.6	32.3	33.0	33.7	34.4	35.1	35.7	36.4	37.0	37.7	38.3
1.05	16.1	18.6	21.0	23.3	25.6	27.7	29.7	31.6	33.5	34.2	34.9	35.6	36.2	36.9	37.6	38.2	38.8	39.4	40.0
1.10	18.0	20.6	23.0	25.3	27.5	29.6	31.6	33.5	35.4	36.1	36.7	37.4	38.1	38.7	39.3	40.0	40.6	41.2	41.8
1.15	20.0	22.5	25.0	27.3	29.5	31.6	33.6	35.4	37.2	37.9	38.6	39.2	39.9	40.5	41.1	41.7	42.3	42.9	43.5
1.20	21.9	24.5	27.0	29.3	31.5	33.6	35.5	37.3	39.1	39.7	40.4	41.0	41.7	42.3	42.9	43.5	44.0	44.6	45.1
1.25	23.9	26.5	29.0	31.3	33.5	35.5	37.4	39.2	40.9	41.5	42.2	42.8	43.4	44.0	44.6	45.2	45.7	46.3	46.8
1.30	25.9	28.5	31.0	33.3	35.4	37.4	39.3	41.0	42.7	43.3	43.9	44.5	45.1	45.7	46.3	46.8	47.4	47.9	48.4
1.35	27.9	30.5	33.0	35.2	37.3	39.3	41.1	42.8	44.4	45.1	45.7	46.3	46.8	47.4	47.9	48.5	49.0	49.5	50.0
1.40	29.9	32.5	34.9	37.1	39.2	41.1	42.9	44.6	46.2	46.8	47.4	47.9	48.5	49.0	49.6	50.1	50.6	51.1	51.6
1.45	31.9	34.5	36.9	39.1	41.1	43.0	44.7	46.4	47.9	48.5	49.0	49.6	50.1	50.7	51.2	51.7	52.2	52.7	53.2
1.50	33.8	36.4	38.8	40.9	42.9	44.8	46.5	48.1	49.6	50.1	50.7	51.2	51.8	52.3	52.8	53.3	53.7	54.2	54.7
1.55	35.8	38.4	40.7	42.8	44.8	46.6	48.2	49.8	51.2	51.8	52.3	52.8	53.3	53.8	54.3	54.8	55.3	55.7	56.2
1.60	37.8	40.3	42.6	44.6	46.5	48.3	49.9	51.4	52.8	53.4	53.9	54.4	54.9	55.4	55.9	56.3	56.8	57.2	57.6
1.65	39.7	42.2	44.4	46.4	48.3	50.0	51.6	53.1	54.4	54.9	55.4	55.9	56.4	56.9	57.3	57.8	58.2	58.6	59.1
1.70	41.6	44.0	46.2	48.2	50.0	51.7	53.2	54.7	56.0	56.5	57.0	57.5	57.9	58.4	58.8	59.2	59.7	60.1	60.5
1.75	43.5	45.9	48.0	50.0	51.7	53.4	54.8	56.2	57.5	58.0	58.5	58.9	59.4	59.8	60.2	60.7	61.1	61.5	61.8
2.00	52.5	54.6	56.5	58.2	59.7	61.1	62.4	63.6	64.6	65.0	65.4	65.8	66.2	66.6	66.9	67.3	67.6	67.9	68.3
2.25	60.7	62.5	64.1	65.6	66.8	68.0	69.1	70.0	70.9	71.3	71.6	71.9	72.2	72.5	72.8	73.1	73.1	73.7	73.9
2.50	67.9	69.4	70.8	72.0	73.1	74.0	74.9	75.7	76.4	76.7	77.0	77.2	77.5	77.7	78.0	78.2	78.4	78.7	78.9
2.75	74.2	75.4	76.6	77.5	78.5	79.2	79.9	80.5	81.1	81.4	81.6	81.8	82.0	82.2	82.4	82.6	82.7	82.9	83.1
3.00	79.5	80.7	81.4	82.2	82.9	83.5	84.1	84.6	85.1	85.3	85.4	85.6	85.8	85.9	86.1	86.2	86.3	86.5	86.6
3.50	87.6	88.3	88.8	89.3	89.7	90.1	90.5	90.8	91.1	91.2	91.3	91.4	91.5	91.6	91.6	91.7	91.8	91.9	92.0
4.00	92.9	93.3	93.6	93.9	94.2	94.4	94.6	94.8	94.9	95.0	95.0	95.1	95.2	95.2	95.3	95.3	95.4	95.4	95.4
4.50	96.2	96.4	96.6	96.7	96.9	97.0	97.1	97.2	97.2	97.3	97.3	97.3	97.4	97.4	97.5	97.5	97.5	97.5	97.6
5.00	98.1	98.2	98.3	98.3	98.4	98.5	98.5	98.6	98.6	98.6	98.6	98.7	98.7	98.7	98.7	98.7	98.7	98.7	98.8

Nota: Basado en el modelo de Black-Scholes. Para obtener los valores correspondientes a opciones de ventas europeas, sùmese el valor actual del precio del ejercicio y restárgese el precio de la acción

15

PRECIO DE LA ACCION DIVIDIDO POR VA																PRECIO DE EJERCICIO			
1.02	1.04	1.06	1.08	1.10	1.12	1.14	1.16	1.18	1.20	1.25	1.30	1.35	1.40	1.45	1.50	1.75	2.00	2.50	
3.1	4.5	6.0	7.5	9.1	10.7	12.3	13.8	15.3	16.7	20.0	23.1	25.9	28.6	31.0	33.3	42.9	50.0	60.0	0.05
5.0	6.1	7.3	8.6	10.0	11.3	12.7	14.1	15.4	16.8	20.0	23.1	25.9	28.6	31.0	33.3	42.9	50.0	60.0	0.10
7.0	8.0	9.1	10.2	11.4	12.6	13.8	15.0	16.2	17.4	20.4	23.3	26.0	28.6	31.1	33.3	42.9	50.0	60.0	0.15
8.9	9.9	10.9	11.9	13.0	14.1	15.2	16.3	17.4	18.5	21.2	23.9	26.4	28.9	31.2	33.5	42.9	50.0	60.0	0.20
10.9	11.8	12.8	13.7	14.7	15.7	16.7	17.7	18.7	19.8	22.3	24.7	27.1	29.4	31.7	33.8	42.9	50.0	60.0	0.25
12.8	13.7	14.6	15.6	16.5	17.4	18.4	19.3	20.3	21.2	23.5	25.8	28.1	30.2	32.3	34.3	43.1	50.1	60.0	0.30
14.8	15.6	16.5	17.4	18.3	19.2	20.1	21.0	21.9	22.7	24.9	27.1	29.2	31.2	33.2	35.1	43.5	50.2	60.0	0.35
16.7	17.5	18.4	19.2	20.1	20.9	21.8	22.6	23.5	24.3	26.4	28.4	30.4	32.3	34.2	36.0	44.0	50.5	60.1	0.40
18.6	19.4	20.3	21.1	21.9	22.7	23.5	24.3	25.1	25.9	27.9	29.8	31.7	33.5	35.3	37.0	44.6	50.8	60.2	0.45
20.5	21.3	22.1	22.9	23.7	24.5	25.3	26.1	26.8	27.6	29.5	31.3	33.1	34.8	36.4	38.1	45.3	51.3	60.4	0.50
22.4	23.2	24.0	24.8	25.5	26.3	27.0	27.8	28.5	29.2	31.0	32.8	34.5	36.1	37.7	39.2	46.1	51.9	60.7	0.55
24.3	25.1	25.8	26.6	27.3	28.1	28.8	29.5	30.2	30.9	32.6	34.3	35.9	37.5	39.0	40.4	47.0	52.5	61.0	0.60
26.2	27.0	27.7	28.4	29.1	29.8	30.5	31.2	31.9	32.6	34.2	35.8	37.4	38.9	40.3	41.7	48.0	53.3	61.4	0.65
28.1	28.8	29.5	30.2	30.9	31.6	32.3	32.9	33.6	34.2	35.8	37.3	38.8	40.3	41.6	43.0	49.0	54.0	61.9	0.70
29.9	30.6	31.3	32.0	32.7	33.3	34.0	34.6	35.3	35.9	37.4	38.9	40.3	41.7	43.0	44.3	50.0	54.9	62.4	0.75
31.8	32.4	33.1	33.8	34.4	35.1	35.7	36.3	36.9	37.5	39.0	40.4	41.8	43.1	44.4	45.6	51.1	55.8	63.0	0.80
33.6	34.2	34.9	35.5	36.2	36.8	37.4	38.0	38.6	39.2	40.6	41.9	43.3	44.5	45.8	46.9	52.2	56.7	63.6	0.85
35.4	36.0	36.6	37.3	37.9	38.5	39.1	39.6	40.2	40.8	42.1	43.5	44.7	46.0	47.1	48.3	53.3	57.6	64.3	0.90
37.2	37.8	38.4	39.0	39.6	40.1	40.7	41.3	41.8	42.4	43.7	45.0	46.2	47.4	48.5	49.6	54.5	58.6	65.0	0.95
38.9	39.5	40.1	40.7	41.2	41.8	42.4	42.9	43.4	44.0	45.2	46.5	47.6	48.8	49.9	50.9	55.6	59.5	65.7	1.00
40.6	41.2	41.8	42.4	42.9	43.5	44.0	44.5	45.0	45.5	46.8	48.0	49.1	50.2	51.2	52.2	56.7	60.5	66.5	1.05
42.3	42.9	43.5	44.0	44.5	45.1	45.6	46.1	46.6	47.1	48.3	49.4	50.5	51.6	52.6	53.5	57.9	61.5	67.2	1.10
44.0	44.6	45.1	45.6	46.2	46.7	47.2	47.7	48.2	48.6	49.8	50.9	51.9	52.9	53.9	54.9	59.0	62.5	68.0	1.15
45.7	46.2	46.7	47.3	47.8	48.3	48.7	49.2	49.7	50.1	51.3	52.3	53.3	54.3	55.2	56.1	60.2	63.5	68.8	1.20
47.3	47.8	48.4	48.8	49.3	49.8	50.3	50.7	51.2	51.6	52.7	53.7	54.7	55.7	56.6	57.4	61.3	64.5	69.6	1.25
48.9	49.4	49.9	50.4	50.9	51.3	51.8	52.2	52.7	53.1	54.1	55.1	56.1	57.0	57.9	58.7	62.4	65.5	70.4	1.30
50.5	51.0	51.5	52.0	52.4	52.9	53.3	53.7	54.1	54.6	55.6	56.5	57.4	58.3	59.1	59.9	63.5	66.5	71.1	1.35
52.1	52.6	53.0	53.5	53.9	54.3	54.8	55.2	55.6	56.0	56.9	57.9	58.7	59.6	60.4	61.2	64.6	67.5	71.9	1.40
53.6	54.1	54.5	55.0	55.4	55.8	56.2	56.6	57.0	57.4	58.3	59.2	60.0	60.9	61.6	62.4	65.7	68.4	72.7	1.45
55.1	55.6	56.0	56.4	56.8	57.2	57.6	58.0	58.4	58.8	59.7	60.5	61.3	62.1	62.9	63.6	66.8	69.4	73.5	1.50
56.6	57.0	57.4	57.8	58.2	58.6	59.0	59.4	59.7	60.1	61.0	61.8	62.6	63.3	64.1	64.7	67.8	70.3	74.3	1.55
58.0	58.5	58.9	59.2	59.6	60.0	60.4	60.7	61.1	61.4	62.3	63.1	63.8	64.5	65.2	65.9	68.8	71.3	75.1	1.60
59.5	59.9	60.2	60.6	61.0	61.4	61.7	62.1	62.4	62.7	63.5	64.3	65.0	65.7	66.4	67.0	69.9	72.2	75.9	1.65
60.9	61.2	61.6	62.0	62.3	62.7	63.0	63.4	63.7	64.0	64.8	65.5	66.2	66.9	67.5	68.2	70.9	73.1	76.6	1.70
62.2	62.6	62.9	63.3	63.6	64.0	64.3	64.6	64.9	65.3	66.0	66.7	67.4	68.0	68.7	69.2	71.9	74.0	77.4	1.75
68.6	68.9	69.2	69.5	69.8	70.0	70.3	70.6	70.8	71.1	71.7	72.3	72.9	73.4	73.9	74.4	76.5	78.3	81.0	2.00
74.2	74.4	74.7	74.9	75.2	75.4	75.6	75.8	76.0	76.3	76.8	77.2	77.7	78.1	78.5	78.9	80.6	82.1	84.3	2.25
79.1	79.3	79.5	79.7	79.9	80.0	80.2	80.4	80.6	80.7	81.1	81.5	81.9	82.2	82.6	82.9	84.3	85.4	87.2	2.50
83.3	83.4	83.6	83.7	83.9	84.0	84.2	84.3	84.4	84.6	84.9	85.2	85.5	85.8	86.0	86.3	87.4	88.3	89.7	2.75
86.8	86.9	87.0	87.1	87.3	87.4	87.5	87.6	87.7	87.8	88.1	88.3	88.5	88.8	89.0	89.2	90.0	90.7	91.8	3.00
92.1	92.1	92.2	92.3	92.4	92.4	92.5	92.6	92.6	92.7	92.8	93.0	93.1	93.3	93.4	93.5	94.0	94.4	95.1	3.50
95.5	95.5	95.6	95.6	95.7	95.7	95.7	95.8	95.8	95.8	95.9	96.0	96.1	96.2	96.2	96.3	96.6	96.8	97.2	4.00
97.6	97.6	97.6	97.6	97.7	97.7	97.7	97.7	97.8	97.8	97.8	97.9	97.9	97.9	98.0	98.0	98.2	98.3	98.5	4.50
98.8	98.8	98.8	98.8	98.8	98.8	98.8	98.8	98.9	98.9	98.9	98.9	98.9	99.0	99.0	99.0	99.1	99.1	99.2	5.00

DESVIACION TIPICA MULTIPLICADA POR LA RAIZ CUADRADA DEL TIEMPO

APÉNDICE CUADRO 7

Ratios de cobertura para opciones de compra, en porcentaje del precio de la acción

PRECIO DE LA ACCIÓN DIVIDIDO POR VA (PRECIO DE EJERCICIO)

	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,82	0,84	0,86	0,88	0,90	0,92	0,94	0,96	0,98	1,00
0,05	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,6	1,9	5,0	11,3	21,4	35,2	51,0
0,10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,5	2,7	4,5	7,2	11,0	15,8	21,7	28,5	36,0	44,0	52,0
0,15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,1	3,3	7,9	10,6	13,8	17,6	21,9	26,5	31,5	36,8	42,2	47,6	53,0
0,20	0,0	0,0	0,0	0,2	0,7	2,0	4,6	9,0	15,5	18,6	22,0	25,7	29,5	33,5	37,6	41,7	45,9	50,0	54,0
0,25	0,0	0,1	0,4	1,2	2,8	5,5	9,7	15,3	22,1	25,2	28,4	31,6	35,0	38,3	41,7	45,1	48,5	51,8	55,0
0,30	0,2	0,6	1,5	3,3	6,0	9,9	14,9	20,9	27,6	30,4	33,3	36,2	39,1	42,0	44,9	47,8	50,6	53,3	56,0
0,35	0,7	1,8	3,6	6,3	9,9	14,6	19,9	25,9	32,2	34,8	37,3	39,9	42,5	45,0	47,5	49,9	52,3	54,7	56,9
0,40	1,8	3,6	6,3	9,8	14,1	19,0	24,5	30,2	36,0	38,4	40,7	43,0	45,2	47,5	49,7	51,8	53,9	55,9	57,9
0,45	3,5	6,1	9,4	13,5	18,1	23,2	28,5	33,9	39,3	41,4	43,5	45,6	47,6	49,6	51,6	53,5	55,3	57,1	58,9
0,50	5,7	8,9	12,8	17,2	22,0	27,0	32,2	37,2	42,2	44,2	46,1	47,9	49,8	51,6	53,3	55,0	56,7	58,3	59,9
0,55	8,2	12,0	16,2	20,8	25,7	30,6	35,4	40,2	44,8	46,6	48,3	50,0	51,7	53,3	54,9	56,5	58,0	59,4	60,8
0,60	11,0	15,1	19,6	24,3	29,1	33,8	38,4	42,9	47,1	48,8	50,4	51,9	53,5	55,0	56,4	57,8	59,2	60,5	61,8
0,65	13,9	18,3	22,9	27,6	32,2	36,8	41,1	45,3	49,3	50,8	52,3	53,7	55,1	56,5	57,8	59,1	60,3	61,6	62,7
0,70	16,9	21,5	26,1	30,7	35,2	39,5	43,7	47,6	51,2	52,7	54,0	55,4	56,6	57,9	59,1	60,3	61,5	62,6	63,7
0,75	19,9	24,5	29,1	33,6	38,0	42,1	46,0	49,7	53,1	54,4	55,7	56,9	58,1	59,3	60,4	61,5	62,6	63,6	64,6
0,80	22,8	27,5	32,0	36,4	40,6	44,5	48,2	51,6	54,8	56,0	57,2	58,4	59,5	60,6	61,6	62,7	63,6	64,6	65,5
0,85	25,7	30,3	34,8	39,0	43,0	46,7	50,2	53,4	56,5	57,6	58,7	59,8	60,8	61,8	62,8	63,8	64,7	65,6	66,6
0,90	28,5	33,1	37,4	41,5	45,3	48,9	52,1	55,2	58,0	59,1	60,1	61,1	62,1	63,0	64,0	64,8	65,7	66,6	67,4
0,95	31,2	35,7	40,0	43,9	47,5	50,9	54,0	56,8	59,5	60,5	61,5	62,4	63,3	64,2	65,1	65,9	66,7	67,5	68,3
1,00	33,9	38,3	42,3	46,1	49,6	52,8	55,7	58,4	60,9	61,9	62,8	63,7	64,5	65,3	66,2	66,9	67,7	68,4	69,1
1,05	36,4	40,7	44,6	48,2	51,5	54,6	57,4	59,9	62,3	63,2	64,0	64,9	65,7	66,4	67,2	67,9	68,7	69,3	70,0
1,10	38,9	43,0	46,8	50,3	53,4	56,3	58,9	61,4	63,6	64,4	65,2	66,0	66,8	67,5	68,2	68,9	69,6	70,3	70,9
1,15	41,2	45,2	48,9	52,2	55,2	57,9	60,4	62,7	64,8	65,6	66,4	67,1	67,9	68,6	69,2	69,9	70,5	71,1	71,7
1,20	43,5	47,4	50,9	54,1	56,9	59,5	61,9	64,1	66,1	66,8	67,5	68,2	68,9	69,6	70,2	70,8	71,4	72,0	72,6
1,25	45,7	49,4	52,8	55,8	58,6	61,0	63,3	65,4	67,2	67,9	68,6	69,3	69,9	70,6	71,2	71,8	72,3	72,9	73,4
1,30	47,8	51,4	54,6	57,5	60,1	62,5	64,6	66,6	68,4	69,1	69,7	70,3	70,9	71,5	72,1	72,7	73,2	73,7	74,2
1,35	49,9	53,3	56,4	59,2	61,7	63,9	65,9	67,8	69,5	70,1	70,7	71,3	71,9	72,5	73,0	73,5	74,0	74,5	75,0
1,40	51,8	55,2	58,1	60,8	63,1	65,3	67,2	69,0	70,6	71,2	71,8	72,3	72,9	73,4	73,9	74,4	74,9	75,4	75,8
1,45	53,7	56,9	59,8	62,3	64,5	66,6	68,4	70,1	71,6	72,2	72,7	73,3	73,8	74,3	74,8	75,2	75,7	76,1	76,6
1,50	55,5	58,6	61,3	63,7	65,9	67,8	69,6	71,2	72,6	73,2	73,7	74,2	74,7	75,2	75,6	76,1	76,5	76,9	77,3
1,55	57,3	60,3	62,8	65,1	67,2	69,0	70,7	72,2	73,6	74,1	74,6	75,1	75,6	76,0	76,5	76,9	77,3	77,7	78,1
1,60	59,0	61,9	64,2	66,5	68,5	70,2	71,8	73,2	74,6	75,0	75,5	76,0	76,4	76,9	77,3	77,7	78,1	78,4	78,8
1,65	60,6	63,5	65,7	67,9	69,7	71,4	72,9	74,2	75,5	76,0	76,4	76,8	77,3	77,7	78,1	78,5	78,8	79,2	79,5
1,70	62,1	65,0	67,1	69,1	70,9	72,5	73,9	75,2	76,4	76,8	77,3	77,7	78,1	78,5	78,8	79,2	79,6	79,9	80,2
1,75	63,5	66,4	68,4	70,3	72,0	73,5	74,9	76,1	77,3	77,7	78,1	78,5	78,9	79,2	79,6	79,9	80,3	80,6	80,9
2,00	70,6	72,6	74,3	75,8	77,2	78,4	79,4	80,4	81,3	81,6	81,9	82,2	82,5	82,8	83,1	83,4	83,6	83,9	84,1
2,25	76,4	77,9	79,3	80,5	81,5	82,5	83,3	84,1	84,8	85,0	85,3	85,5	85,7	86,0	86,2	86,4	86,6	86,8	87,0
2,50	81,1	82,4	83,5	84,4	85,2	85,9	86,6	87,2	87,7	87,9	88,1	88,3	88,5	88,6	88,8	89,0	89,1	89,3	89,4
2,75	85,1	86,1	86,9	87,6	88,2	88,7	89,1	89,5	89,8	90,0	90,1	90,2	90,3	90,4	90,5	90,6	90,7	90,8	90,9
3,00	88,7	89,5	89,9	90,3	90,6	90,8	91,0	91,2	91,3	91,4	91,5	91,6	91,7	91,8	91,9	92,0	92,1	92,2	92,3
3,25	92,1	92,7	93,1	93,4	93,6	93,8	93,9	94,0	94,1	94,2	94,3	94,4	94,5	94,6	94,7	94,8	94,9	95,0	95,1
3,50	95,3	95,7	96,0	96,2	96,4	96,5	96,6	96,7	96,8	96,9	97,0	97,1	97,2	97,3	97,4	97,5	97,6	97,7	97,8
4,00	98,0	98,2	98,3	98,4	98,5	98,5	98,6	98,6	98,6	98,6	98,6	98,7	98,7	98,7	98,7	98,7	98,7	98,7	98,8
5,00	99,0	99,1	99,1	99,2	99,2	99,2	99,3	99,3	99,3	99,3	99,3	99,3	99,3	99,3	99,3	99,4	99,4	99,4	99,4

DESVIACIÓN TÍPICA MULTIPLICADA POR LA RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO

12

Nota: Bases de datos de la Bolsa de Valores de Nueva York para obtener el ratio de cobertura correspondiente a opciones de

