

Programa de Formación de Gestión Integral de Riesgos

Riesgo de Mercado

Junio 2020

Prof. Víctor J. Reyes, CFA



Contenido

- Concepto de riesgo, etapas de la gestión de riesgos
- Riesgo de Mercado
 - Instrumentos de Renta Fija
 - Instrumentos de Renta Variable
 - Value at Risk

Concepto de Riesgo y Etapas de la Gestión de Riesgos



El Concepto de Riesgo

- Es la posibilidad de pérdida o el grado de probabilidad de pérdida.
- Peligro, contingencia de un daño.
- Probabilidad de que una situación tenga un resultado indeseable.

El Concepto de Riesgo

- La presencia del riesgo significa que mas de un resultado es posible.
- Un activo es mas riesgoso mientras mayor sea el rango de sus posibles resultados futuros.
- El concepto debe entenderse en sentido amplio, incluyendo la posibilidad de que los resultados financieros sean mayores o menores de los esperados en función de los movimientos de muchos factores (tipo de cambio, tasa de interés, liquidez de un determinado activo, etc.).



Conceptos Claves

- **Posición Larga:** Comprar un activo (acciones, commodity, o moneda extranjera) con la expectativa de que su precio aumente.
- **Posición Corta:** Es la venta de un activo prestado (acciones, commodity, o moneda extranjera) con la expectativa de que su precio disminuya.
- **Activo:** es el conjunto de bienes tangibles o intangibles que posee una empresa.
- **Pasivo:** es el financiamiento (obligaciones provisto por un acreedor y representa lo que la empresa debe a terceros).

Principales Riesgos Financieros

Entre los riesgos que afectan a las instituciones financieras podemos diferenciar entre:

- Riesgo de crédito (préstamos, bonos, créditos)
- Riesgo de liquidez o de fondeo (descalce de plazos entre depósitos y préstamos)
- Riesgo de descalce de tasas de interés (plazos)
- Riesgo de Mercado o de precio de activos y pasivos
 - Tipo de cambio
 - Riesgo de precios de activos
 - Tasa de interés
 - Riesgo crediticio
 - Derivados



Principales riesgos

- Riesgo operativo
 - Falla en los sistemas
 - Falla en los controles
 - Fraude
 - Legal
 - Lavado de dinero
- Riesgo de contraparte: (incumplimiento de contrato de entrega de bonos, divisas, etc.)
- Settlement risk y el concepto de netting (gross settlement y net settlement)
- Cumplimiento de márgenes en operaciones de derivados

Otros riesgos

Riesgo de Negocios

Involucra las eventuales divergencias entre el plan de negocios y los resultados efectivos.

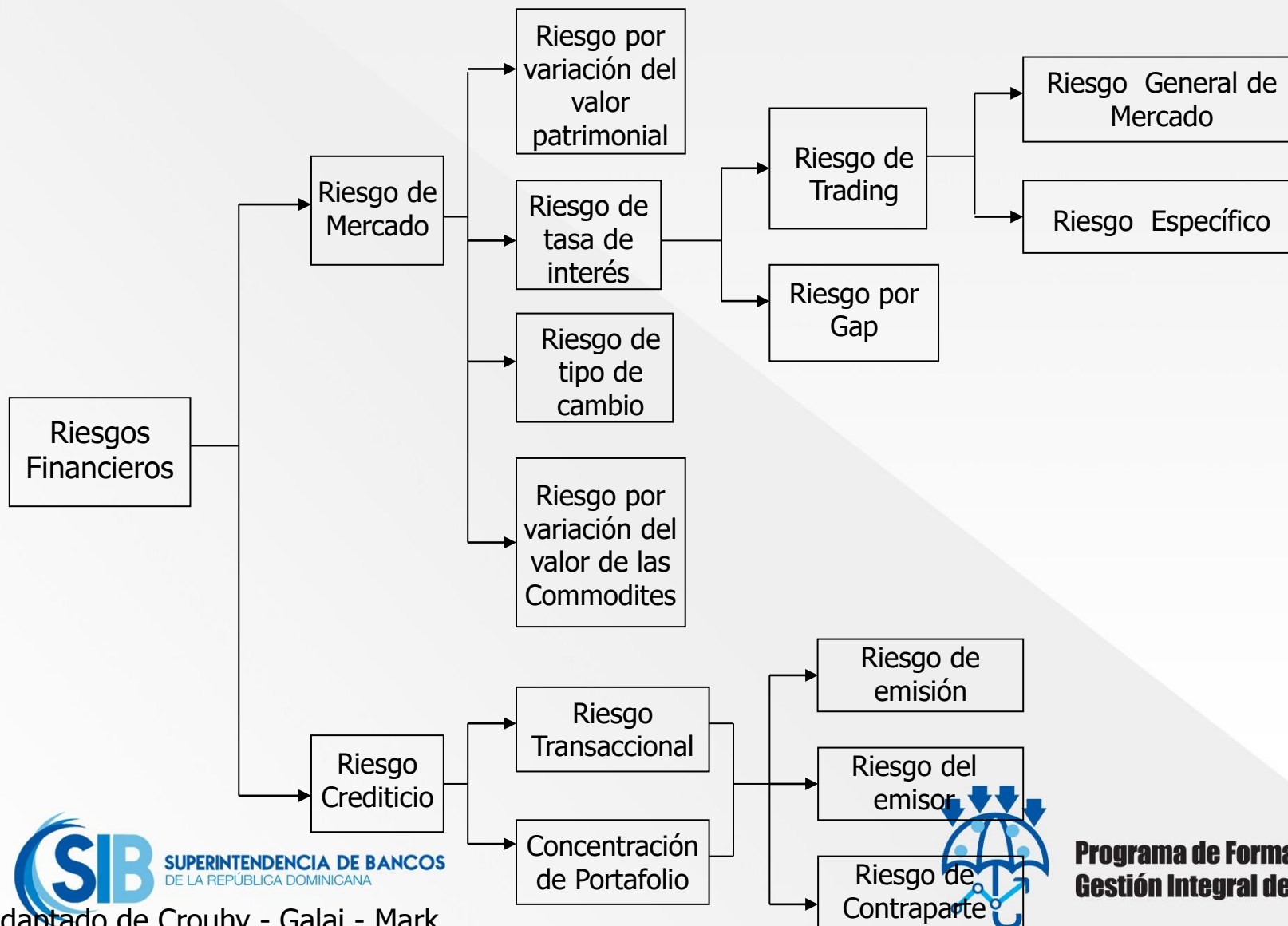
Riesgo Estratégico

Se refiere al resultado eventual de apuestas muy fuertes, de mediano y largo plazo por parte de la empresa, que usualmente demandan grandes inversiones e involucran un alto nivel de incertidumbre acerca de sus chances de éxito y su retorno.

Riesgo Reputacional

Se relaciona con eventuales pérdidas de reputación (lo que es sinónimo de credibilidad) por parte de la empresa a causa de episodios “escandalosos”. Ejemplo: ENRON. Este riesgo es de especial importancia para las entidades financieras en la construcción y mantenimiento de la confianza por parte de los depositantes.

Tipología de riesgos financieros



Importancia de Administrar el Riesgo

- Mientras más alta sea la volatilidad variables económicas, obliga a administrar las posiciones que permitan evitar las posibles pérdidas que esas variables pueden generar para inversionistas.
- Es importante el control de las posiciones y una adecuada y oportuna información sobre las tendencias económicas de los mercados.

Administración de Riesgos (Risk Management)

¿Qué se hace para controlar los riesgos?

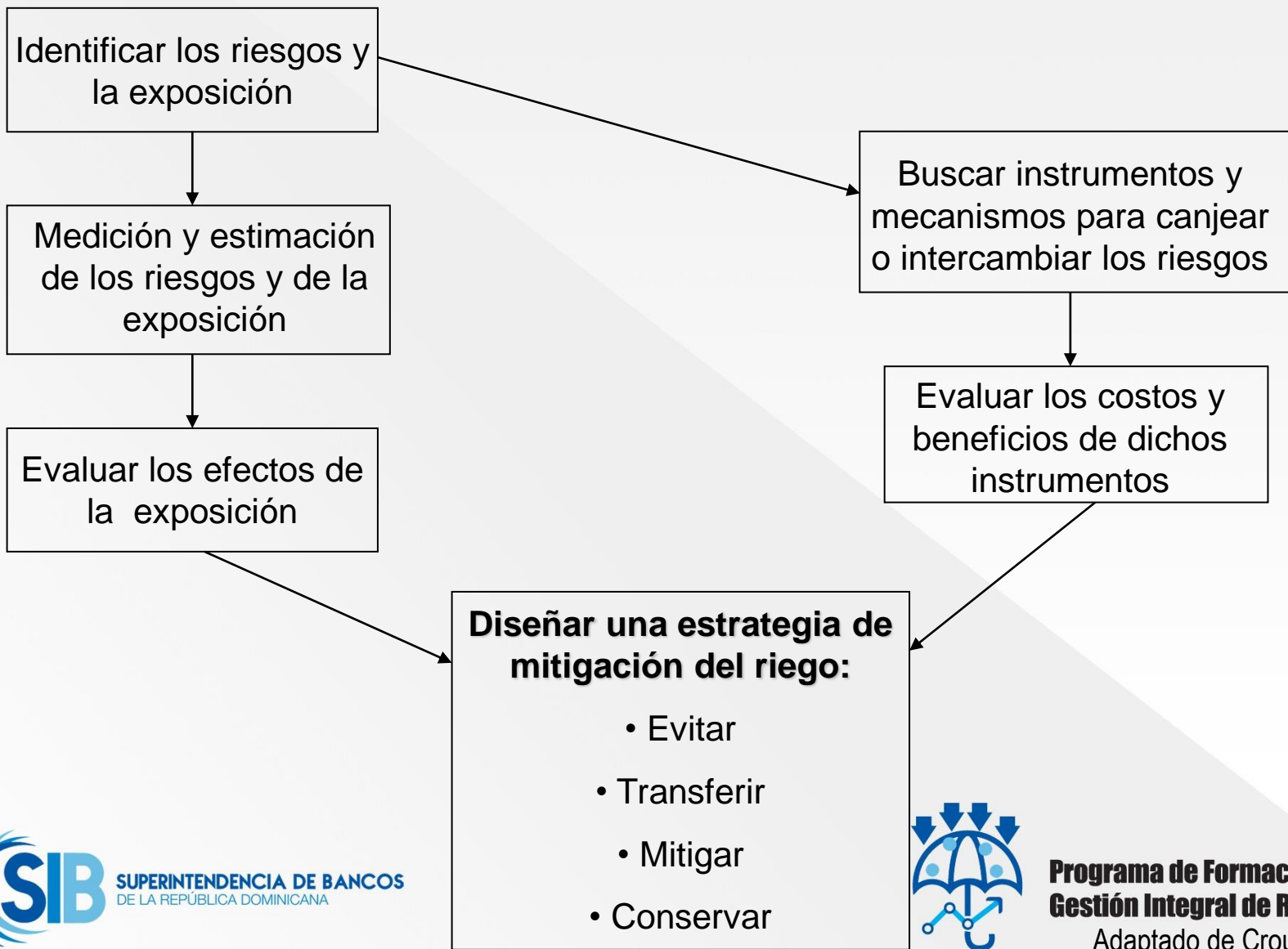
- RISK MANAGEMENT:

Las instituciones financieras adoptan políticas internas para controlar los riesgos.

- REGULACION PRUDENCIAL:

Los bancos centrales (Superintendencias) introducen un conjunto de normas prudenciales que se conocen como Basilea I, II y III.

El proceso de Risk Management



Risk Management

¿Qué se hace para controlar los riesgos?

- Asset Liability Management (ALM): se utilizan modelos que toman como insumo el balance y los flujos de fondos que permiten controlar los riesgos de tasa de interés y de liquidez. Entre los insumos que se toman se encuentran:
 - Madurez de activos y pasivos (gap analysis), que ayuda a medir el descalce en cada momento
 - Tasa de interés para diferentes plazos (yield curve)
 - Análisis de duration de activos y pasivos
 - Valor a Riesgo (Value at Risk)

Riesgo de Mercado



Riesgo de Mercado

- El riesgo de mercado o riesgo sistemático, es el riesgo de que el valor de un portafolio varia debido a cambios en valor de los factores (drivers) de riesgo del mercado, los cuáles determinan e inciden en el precio (valor de mercado) final.
- Los factores que inciden en el riesgo de mercado son:
 - Precios de valores y títulos
 - Tipos de interés
 - Tipo de cambio
 - Precios de materias primas (Commodities)

Medidas del riesgo de mercado

- Beta
- Duration
- Duration Gap
- Value at Risk
- Fama Beta
- Entre otras



Gestion del Riesgo de Mercado

- La gestión del riesgo de mercado implica una serie de pasos secuenciales.
- El primero es la identificación de los factores de riesgo que afectan al portafolio. Una vez identificados los factores de riesgo de mercado, se procede a la cuantificación del riesgo de mercado y se realizan test de sensibilidad a las variaciones de los factores de riesgo aplicando colecciones de valores de riesgo de mercado históricas conocidas.
- De esta forma se puede establecer un plan ante posibles escenarios debidos a los cambios en el valor de los factores de riesgo.

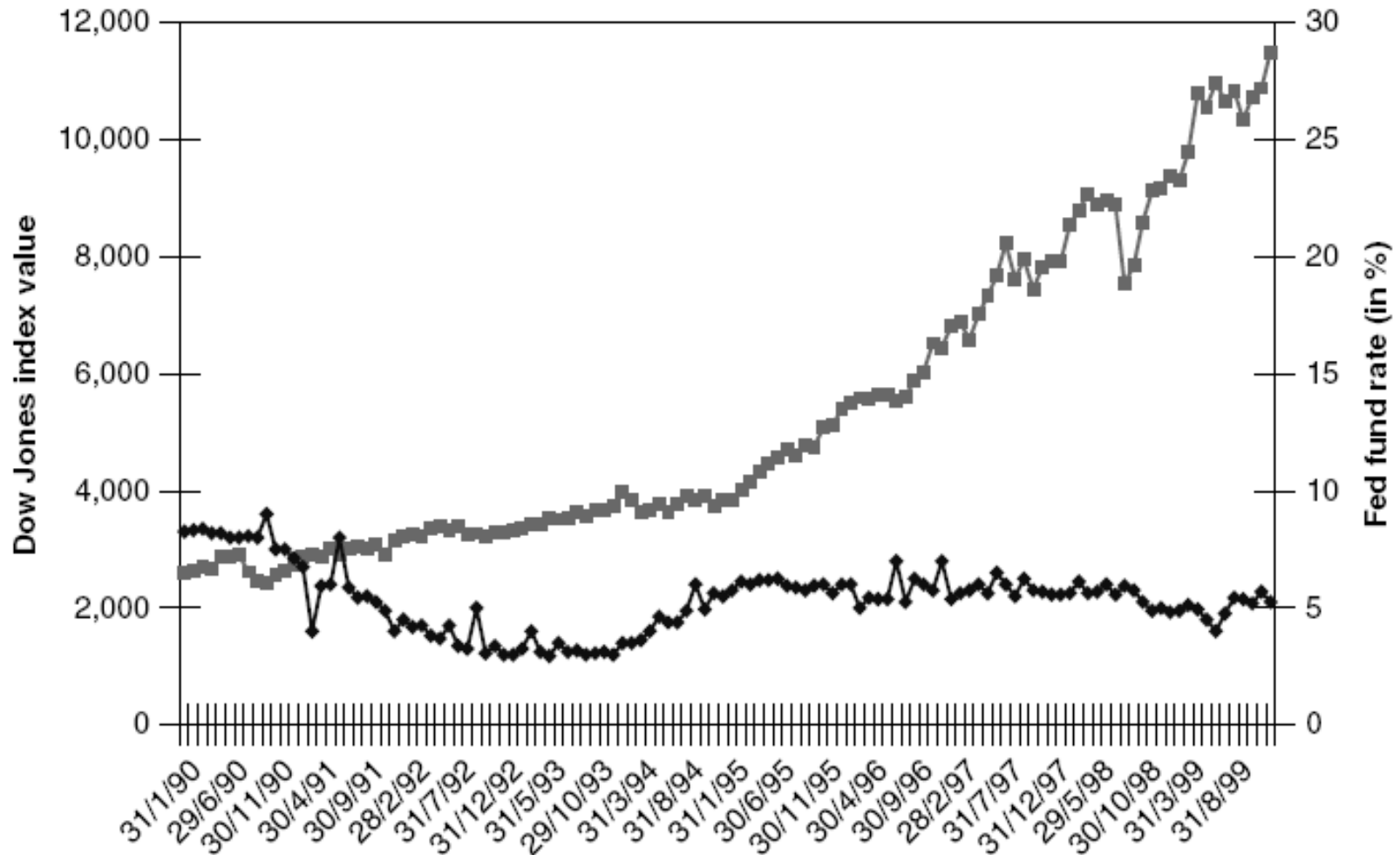
Riesgo de Mercado en Instrumentos de Renta Fija



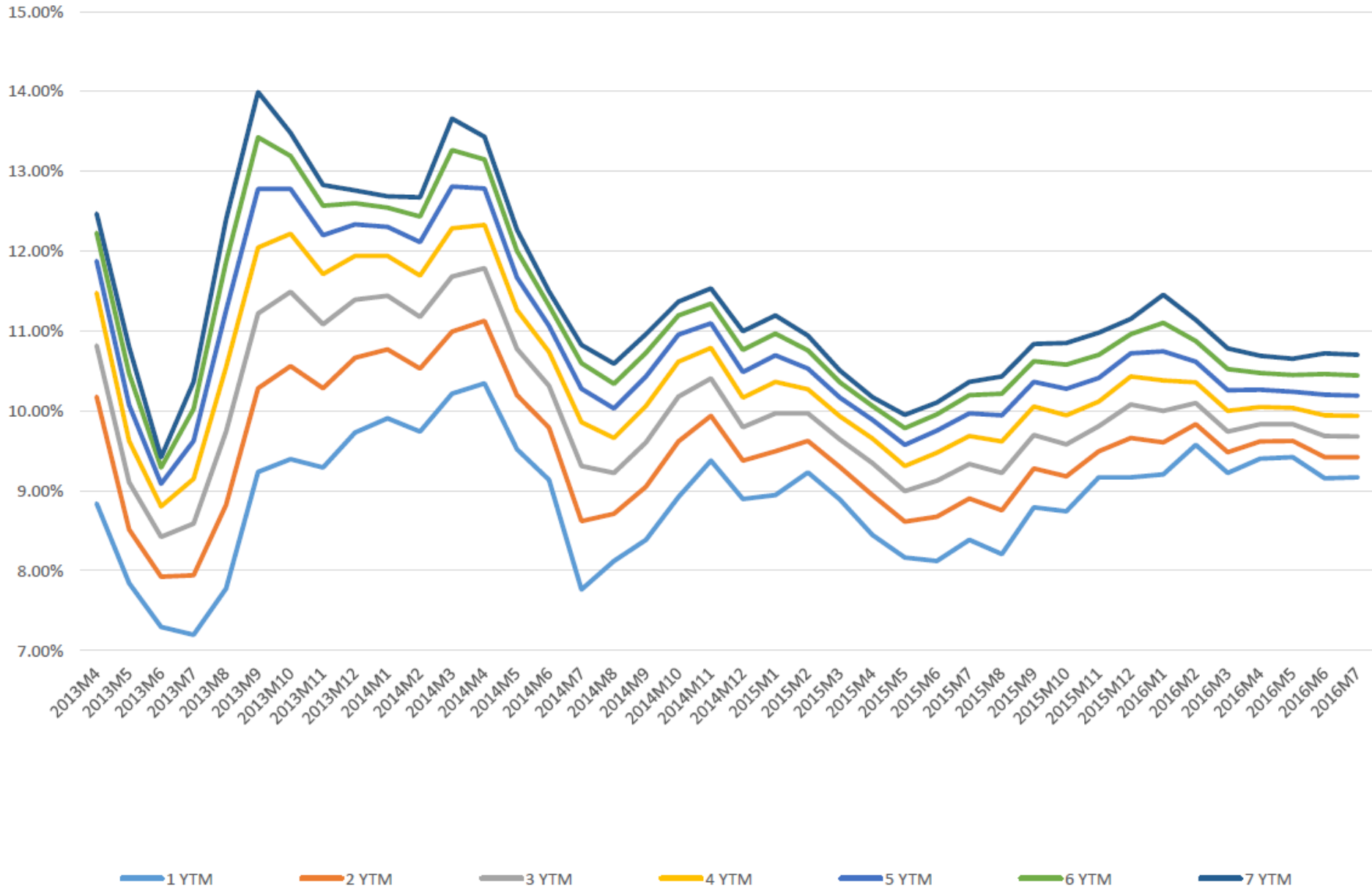
Los cinco teoremas de la valoración de un Bono

1. Los precios de los bonos están inversamente relacionados con las tasas de interés.
2. Dejando la madurez constante, en términos porcentuales (relativos) una disminución en la tasa de interés aumentara el precio, que un aumento de la misma magnitud (Porque???)
3. Dejando todo lo demás constante, la volatilidad del precio de un bono es una función creciente con respecto a la madurez. Los precios de los bonos de largo plazo fluctúan más que los bonos de corto plazo.
4. La relación entre la sensibilidad de un bono (duration) y su madurez es decreciente.
5. La sensibilidad del precio de un bono con respecto a las tasas de interés depende de la tasa de cupón. Existen una relación inversa entre la volatilidad de precios de un bono y su tasa cupón.

Reversión a la Media



Reversión a la Media



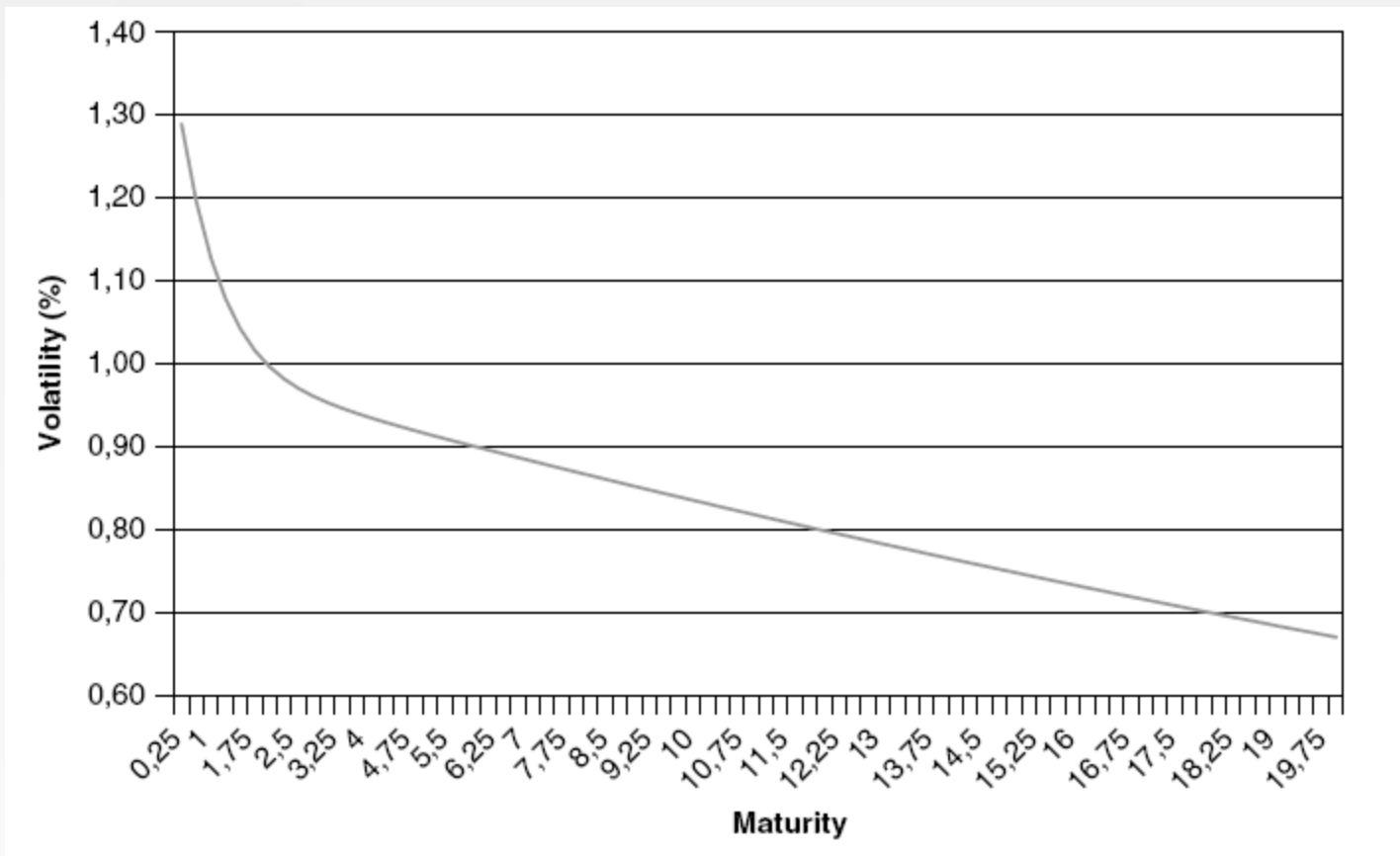
Correlación Decreciente

	1M	3M	6M	1Y	2Y	3Y	4Y	5Y	6Y	7Y	8Y	9Y	10Y
1M	1												
3M	0.992	1											
6M	0.775	0.775	1										
1Y	0.354	0.3	0.637	1									
2Y	0.214	0.165	0.42	0.901	1								
3Y	0.278	0.246	0.484	0.79	0.946	1							
4Y	0.26	0.225	0.444	0.754	0.913	0.983	1						
5Y	0.224	0.179	0.381	0.737	0.879	0.935	0.981	1					
6Y	0.216	0.168	0.352	0.704	0.837	0.892	0.953	0.991	1				
7Y	0.228	0.182	0.35	0.661	0.792	0.859	0.924	0.969	0.991	1			
8Y	0.241	0.199	0.351	0.614	0.745	0.826	0.892	0.936	0.968	0.992	1		
9Y	0.238	0.198	0.339	0.58	0.712	0.798	0.866	0.913	0.95	0.981	0.996	1	
10Y	0.202	0.158	0.296	0.576	0.705	0.779	0.856	0.915	0.952	0.976	0.985	0.99	1

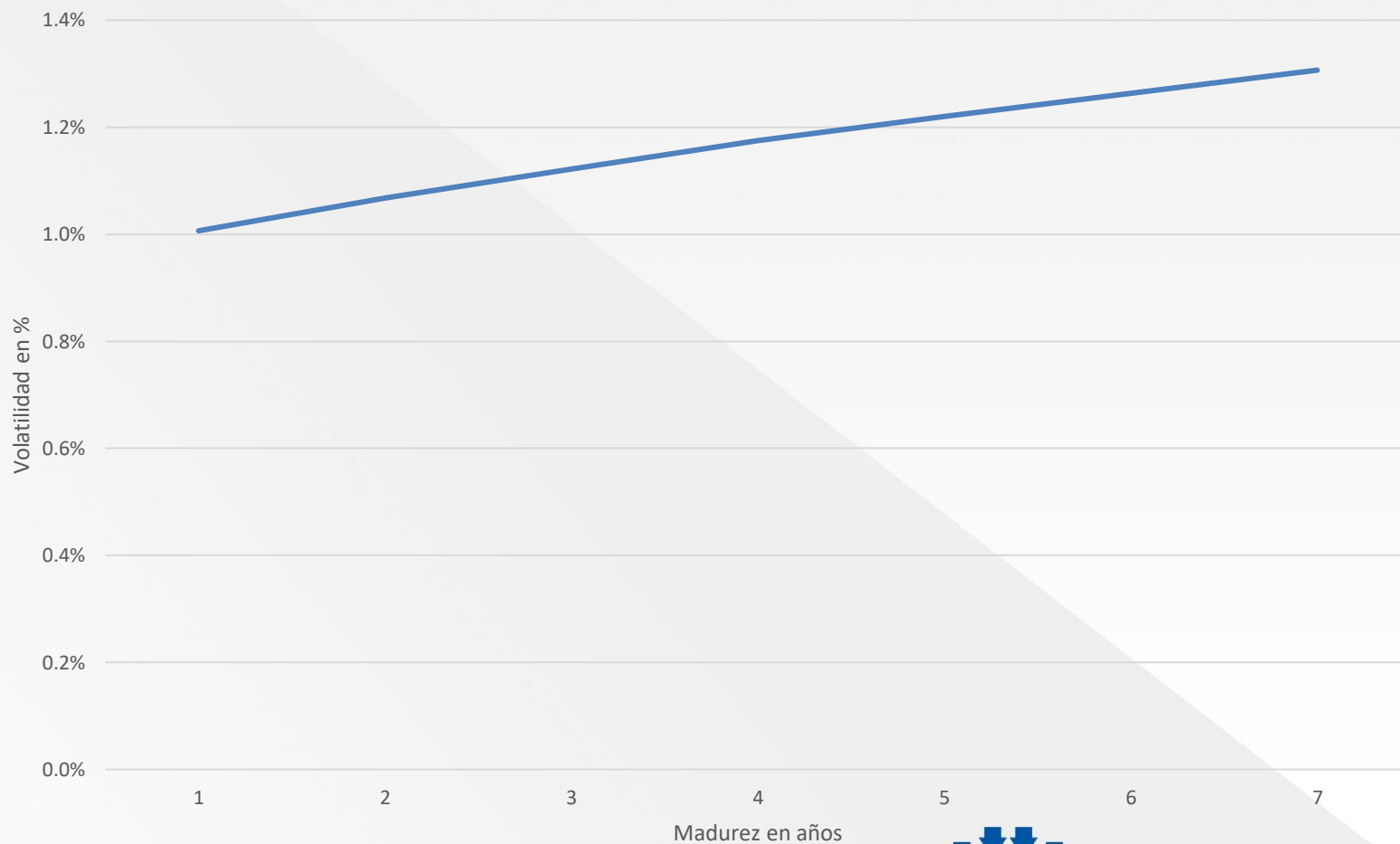
Correlación Decreciente Titulos BCRD

	1 YTM	2 YTM	3 YTM	5 YTM	6 YTM	7 YTM
1 YTM	1.000					
2 YTM	0.982	1.000				
3 YTM	0.961	0.993	1.000			
4 YTM	0.931	0.978	0.995			
5 YTM	0.902	0.956	0.982	1.000		
6 YTM	0.869	0.929	0.963	0.996	1.000	
7 YTM	0.834	0.896	0.937	0.984	0.996	1.000

Volatilidad Decreciente



Volatilidad Creciente en los títulos del BCRD



Duración Macaulay

La ***duración macaulay*** es el momento promedio ponderado para recibir los flujos de caja de un bono, siendo las ponderaciones el valor actual de cada flujo con relación al precio del bono.

$$D = \left(\frac{1}{P_0} \right) \left[\frac{1 * CF_1}{(1 + DR)} + \frac{2 * CF_2}{(1 + DR)^2} + \dots + \frac{n * (CF_n + Principal)}{(1 + DR)^n} \right]$$

- Madurez(n)
- Tasa de descuento (DR)
- Tasa Cupón
- Principal
- Cash Flow (CF)

Duración Modificada (Modified Duration)

Duración Modificada es la medida de sensibilidad del precio de un bono ante su tasa de descuento (YTM).

$$DM = \frac{D}{(1+DR/n)}$$

Donde:

D es la duración macaulay

N es el numero de cupones que paga el instrumento en un año

Dollar duration (DV01):

$$DV01 = P_0 * \frac{DM}{(10000)}$$

Donde:

DM es la duración modificada

Propiedades de las Medidas de Duration

- La duración de un bono cero cupón es igual a su madurez.
- Manteniendo la madurez y la YTM de un bono constante, la duración (incluyendo $M_{duration}$ y $\$duration$) de un bono es mayor cuando su tasa cupón es menor.
- Manteniendo la tasas cupón y la YTM de un bono constante, su duración (incluyendo $M_{duration}$ y $\$duration$) aumenta con respecto a su madurez.
- Manteniendo todo lo demás constante, la duración (incluyendo $M_{duration}$ y $\$duration$) es mayor cuando la YTM es menor.

Variación del Precio de un Bono (EFECTO DURACION)

$$\frac{\Delta P}{P} = -D_m \times \Delta y$$

Donde:

ΔP es la variación absoluta en el precio del bono

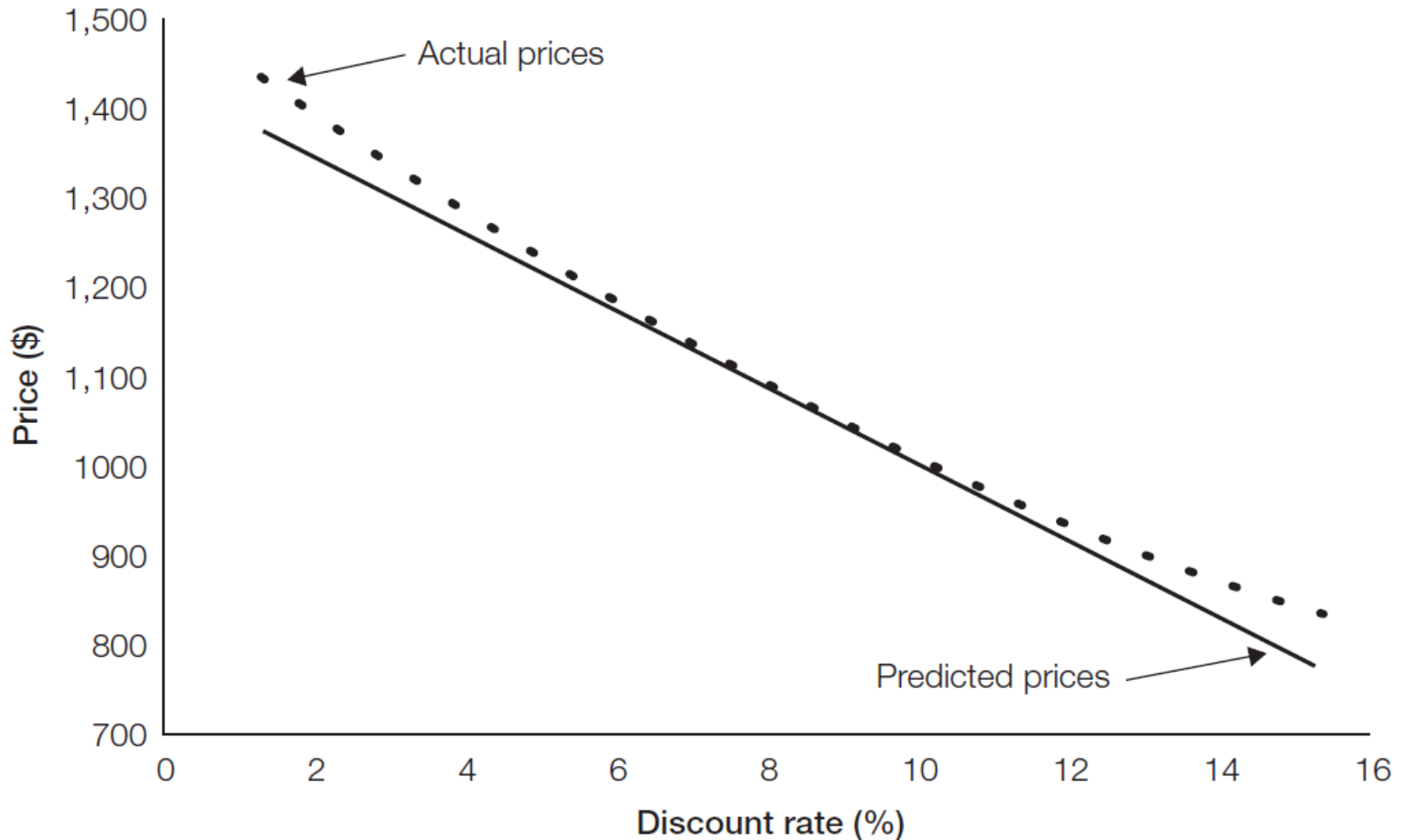
D_m es la duración modificada

Δy variación absoluta es la tasa de descuento
(YTM)

Duration y Convexidad

- En realidad, la relación entre la tasa de interés y el precio del bono no es lineal, sino que es no-lineal es (estrictamente) convexo.
- Para cambios pequeños en la tasa de interés, el cambio en el precio del bono está bien aproximado por la duration.

Convexidad



Convexidad

$$\text{Convexity} = \frac{1}{P \times (1 + y)^2} \sum_{t=1}^T \left[\frac{CF_t}{(1 + y)^t} (t^2 + t) \right]$$

Donde:

CF es Cash Flow

P es el precio del bono

y es la tasa de descuento (DR)

t es la madurez del bono (n)

Propiedades de la Convexidad

- La convexidad es positiva
- Manteniendo la madurez y la YTM constante la convexidad aumenta a medida que la tasa cupón aumenta.
- Manteniendo la tasa cupón y la YTM constante, la convexidad aumenta a medida que la madurez aumenta.
- Manteniendo la madurez y la tasa cupón constante, la convexidad aumenta a medida que la YTM disminuye.

Variación del Precio de un Bono

$$\frac{\Delta P}{P} = -D_m \times \Delta y + \frac{(\Delta y)^2}{2} \times Convexity$$

Donde:

ΔP es la variación absoluta en el precio del bono

D_m es la duración modificada

Δy variación absoluta es la tasa de descuento
(YTM)

DRGB 11 ¼ 02/05/27

↑103.177

+.115

102.548 / 103.807

10.827 / 10.626

At 8:00

-- x --

Source BVAL

DRGB 11 ¼ 02/05/27 Corp

97) Settings

Page 1/11 Security Description: Bond

94) Notes

95) Buy

96) Sell

25) Bond Description

26) Issuer Description

Pages

- 11) Bond Info
- 12) Addtl Info
- 13) Covenants
- 14) Guarantors
- 15) Bond Ratings
- 16) Identifiers
- 17) Exchanges
- 18) Inv Parties
- 19) Fees, Restrict
- 20) Schedules
- 21) Coupons

Quick Links

- 32) ALLQ Pricing
- 33) QRD Quote Recap
- 34) TDH Trade Hist
- 35) CAC Corp Action
- 36) CF Prospectus
- 37) CN Sec News
- 38) HDS Holders
- 39) VPR Underly Info

66) Send Bond

Issuer Information

Name DOMINICAN REPUBLIC BON

Industry Sovereigns

Security Information

Mkt Iss Domestic

Country DO Currency DOP

Rank Sr Unsecured Series

Coupon 11.250000 Type Fixed

Cpn Freq S/A

Day Cnt ACT/ACT Iss Price

Maturity 02/05/2027

BULLET

Iss Sprd

Calc Type (1437)DOM REP FIXED

Announcement Date 08/05/2016

Interest Accrual Date 08/05/2016

1st Settle Date 08/05/2016

1st Coupon Date 02/05/2017

BONOS DE DEUDA SOBERANA;SEH;MINISTERIO DE HACIENDA LEY NO. 331-15

Identifiers

ID Number AL0632789

ISIN D01005205617

FIGI BBG00F5DFNN0

Bond Ratings

Moody's NA

S&P NA

Fitch NA

DBRS NA

Issuance & Trading

Amt Issued/Outstanding

DOP 10,000,000.00 (M) /

DOP 10,000,000.00 (M)

Min Piece/Increment

100,000.00 / 100,000.00

Par Amount 100,000.00

Book Runner N/A

Exchange NOT LISTED

DRGB 11 ¼ 02/05/27 Corp

97) Settings

Yield and Spread Analysis

95) Buy

96) Sell

1) Yield & Spread 2) Graphs 3) Pricing 4) Description 5) Custom

DRGB 11 ¼ 02/05/27 (D01005205617)

Spread 48.53 bp vs 10y DRGB 10 ¾ 03/26
 Price 101.4842 ↔ 99.139 10:59:38
 Yield 11.000000 Wst 10.514700 S/A
 Wkout 02/05/2027 @ 100.00 Duration Yld 6 6
 Settle 11/07/16 11/10/16

Risk

	Workout	OAS
M.Dur	5.867	5.971
Risk	6.124	6.232
Convexity	0.494	0.510
DV 01 on 100MM	61,237	62,322
Benchmark Risk	5.821	5.920
Risk Hedge	105,205 M	105,265 M
Proceeds Hedge	103,362 M	

Spreads

1) G-Sprd	48.5
12) I-Sprd	N.A.
Basis	N.A.
14) Z-Sprd	1100.1
15) ASW	1094.7
16) OAS	50.9

Yield Calculations

Street Convention	11.000000
Equiv 1 /Yr	11.302500
Mmkt (Act/ 360)	
True Yield	11.000000
Current Yield	11.085

Invoice

Face	100,000 M
Principal	101,484,200.00
Accrued (94 Days)	2,897,260.27
Total (DOP)	104,381,460.27

After Tax (Inc 43.400 % CG 23.800 %) 6.194200

Excel

- Funciones

- Precio = NPV(rango de flujos del bono)
- Precio = price(fecha de calculo, fecha de vencimiento, tasa cupón anual, tasa de descuento anual, 100, # pagos cupón en un año)
- Duración = Duration(fecha de calculo, fecha de vencimiento, tasa cupón anual, tasa de descuento anual, 100, # pagos cupón en un año)
- Duracion Mduration (mismo formato que la función duration)
- Convexity(mismo formato que la función duration)

Duration de un Portafolio

- La duración es un operador lineal, es decir que podemos utilizar el promedio ponderado de todas las duration's individuales del portafolio.

$$D_p = \sum_{i=1}^n w_i D_i$$

Donde:

D_i = duration del *bono i*

donde w_i es la ponderación del bono i en el portafolio, y:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

Riesgo de Mercado

- El riesgo de mercado o riesgo sistemático, es el riesgo de que el valor de un portafolio varia debido a cambios en valor de los factores (drivers) de riesgo del mercado, los cuáles determinan e inciden en el precio (valor de mercado) final.
- Los factores que inciden en el riesgo de mercado son:
 - Precios de valores y títulos
 - Tipos de interés
 - Tipo de cambio
 - Precios de materias primas (Commodities)

Gestion del Riesgo de Mercado

- La gestión del riesgo de mercado implica una serie de pasos secuenciales.
- El primero es la identificación de los factores de riesgo que afectan al portafolio. Una vez identificados los factores de riesgo de mercado, se procede a la cuantificación del riesgo de mercado y se realizan test de sensibilidad a las variaciones de los factores de riesgo aplicando colecciones de valores de riesgo de mercado históricas conocidas.
- De esta forma se puede establecer un plan ante posibles escenarios debidos a los cambios en el valor de los factores de riesgo.

Medidas del riesgo de mercado

- Beta
- Duration
- Duration Gap
- Value at Risk
- Fama Beta
- Entre otras

Riesgo de Mercado en Instrumentos Renta Variable



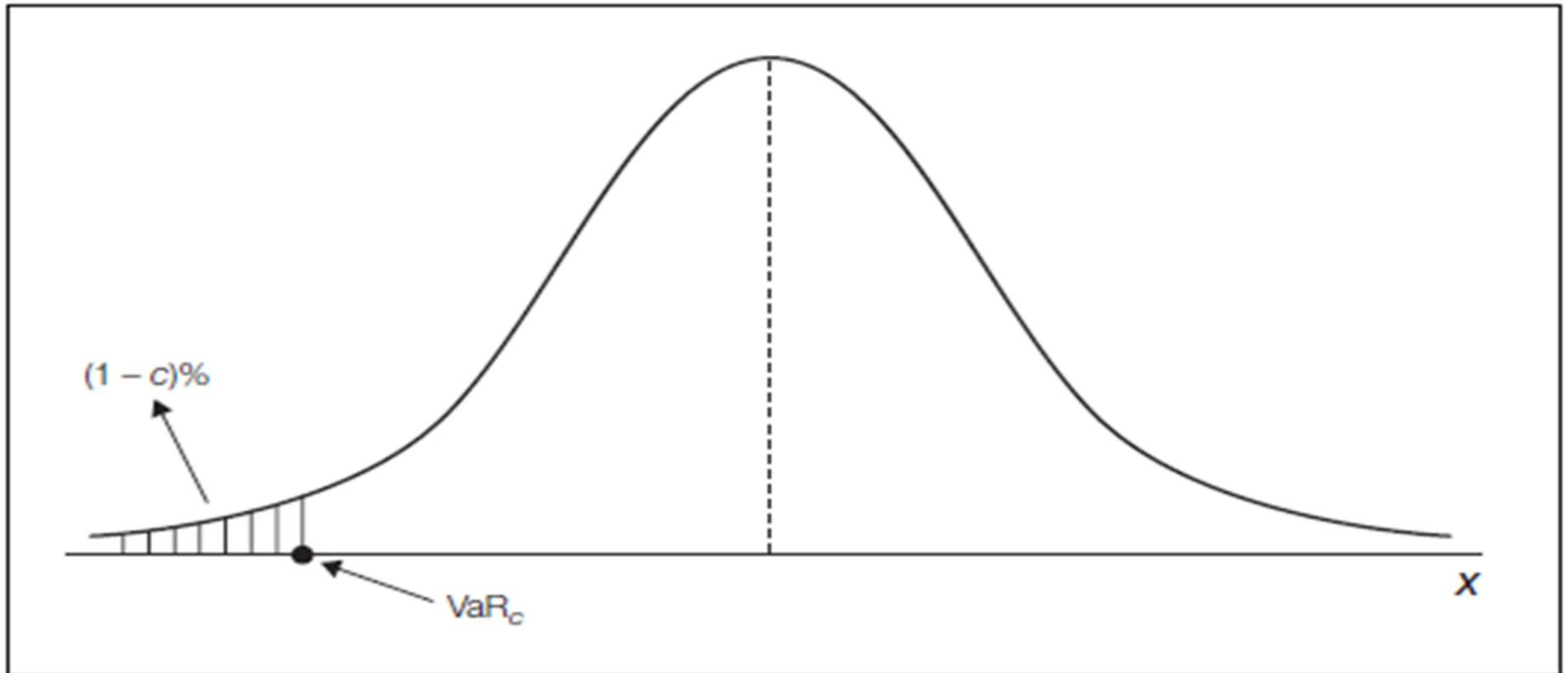
Value at Risk



Value at Risk

- Es importante saber que tan malo un escenario adverso puede ser.
- En 1994 JP Morgan para contestar esta interrogante introdujo una medida llamada Value at risk (VaR).
- El VaR provee el peor resultado posible para un determinado horizonte de tiempo y para un nivel determinado de confianza.
- El Var mide el Downside Risk.

Value at Risk



VaR_c es un que numero y que sigue la misma unidad de medida que la variable de estudio (X).

Value at Risk

- Suponga un activo cuyo valor es medido diariamente, asumamos un nivel de confianza de 95% ($c= 95\%$).
- El VaR puede ser descrito de dos maneras:
 - Se puede definir como el peor valor en un día a un nivel de significancia de 95%.
 - Un valor inferior al VaR tiene una probabilidad de ocurrencia de un 5%.

Value at Risk

- Formal mente el VaR puede definirse como:
- $Var_c = x$ dado que $P(X \leq x) = 1 - c$
- El calculo del VaR no es necesariamente trivial ya que hay que hallar el valor de la distribución que deja acumulado un valor probabilístico de $(1-c)\%$.
- Por lo que primero hay que caracterizar la distribución y luego calcular esta probabilidad (usando calculo integral).
- Para una distribución normal (y otras distribuciones comunes) el calculo del VaR es muy sencillo.

Momentos de la Distribucion

- Los momentos de las distribución permiten caracterizar ciertas propiedades en la forma y comportamiento de las mismas.
- Entre los principales momentos se encuentran:
 - Media Aritmetica
 - Desviacion Estandar
 - Kurtosis
 - Asimetria Estadistica

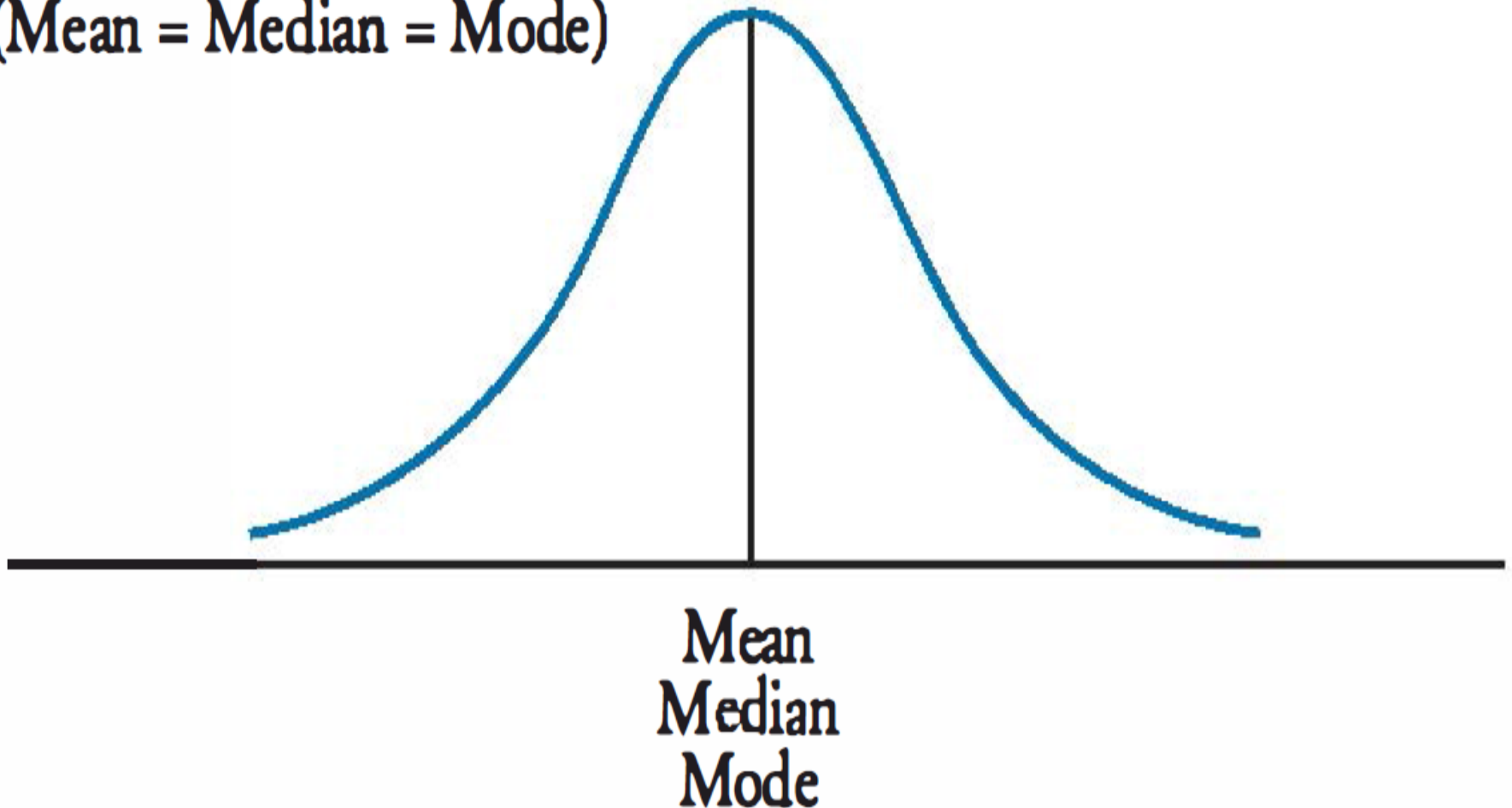
Asimetría Estadística (Skewness)

- La asimetría estadística de una distribución describe hacia que lado es la asimetría de la distribución.
- Existen dos tipos de asimetrías: positiva y negativa.
 - La positiva se caracteriza por tener *outliers* en la parte derecha de la distribución.
 - La negativa por tener *outliers* en la parte izquierda de la distribución.
- Todas las medidas tendencia central (moda, mediana y media) se ven afectadas por la asimetría estadística.

Efectos de la Asimetría Estadística en la Media, Mediana y Moda

Symmetrical

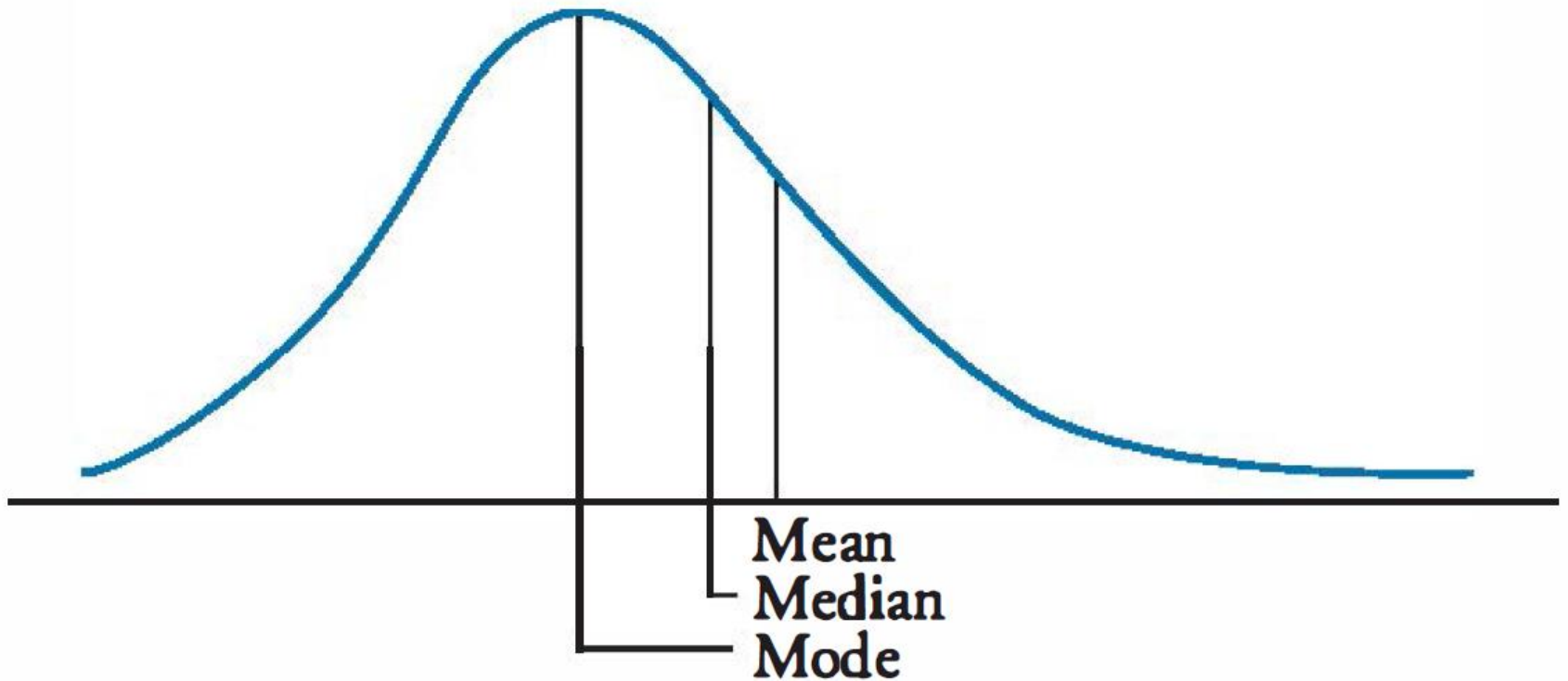
(Mean = Median = Mode)



Efectos de la Asimetría Estadística en la Media, Mediana y Moda

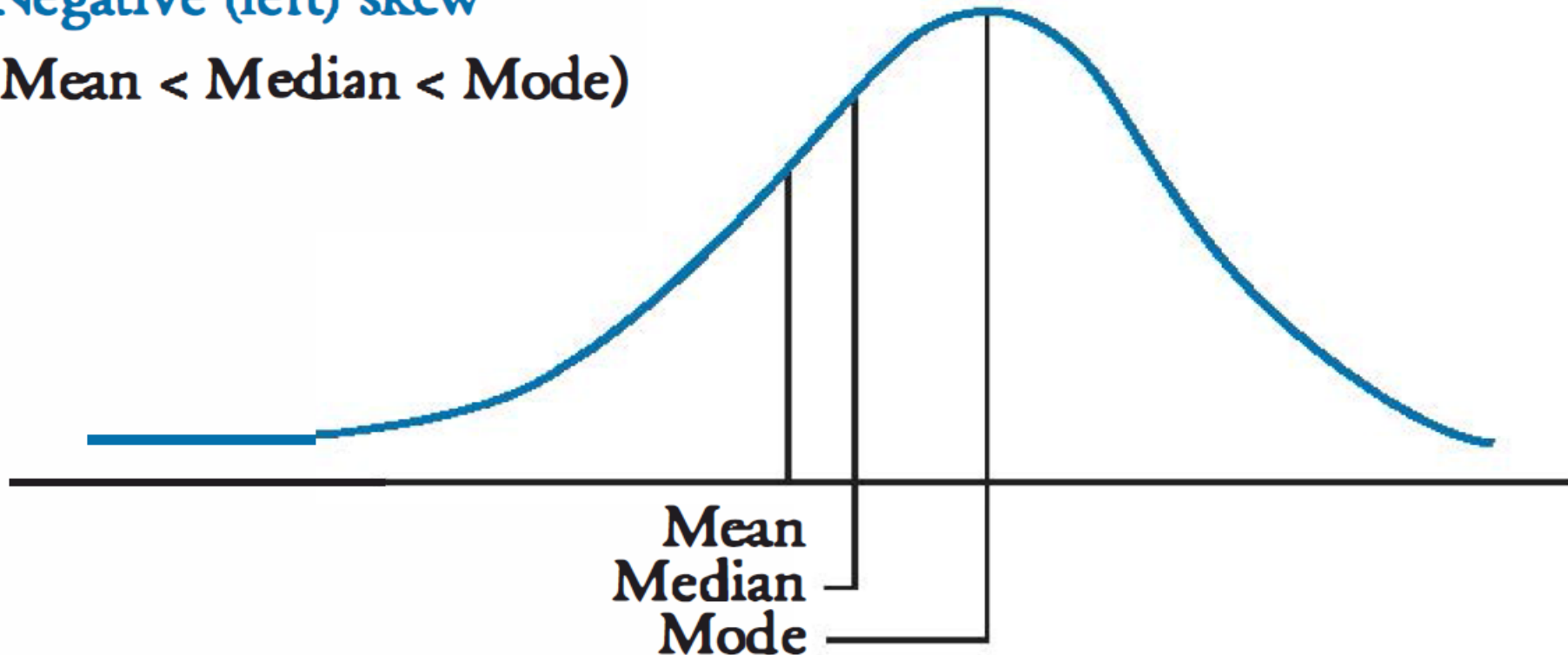
Positive (right) skew

(Mean > Median > Mode)



Efectos de la Asimetría Estadística en la Media, Mediana y Moda

Negative (left) skew
(Mean < Median < Mode)



Asimetría Estadística (Skewness)

- Cuando la asimetría estadística es mayor a cero, es por lo tanto positiva.
- Por el contrario cuando es menor a cero es negativa.
- Una distribución simétrica (como la normal) tiene una asimetría estadística igual a cero.

Formula Asimetría Estadística (Skewness)

$$\frac{1}{n} \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{s^3}$$

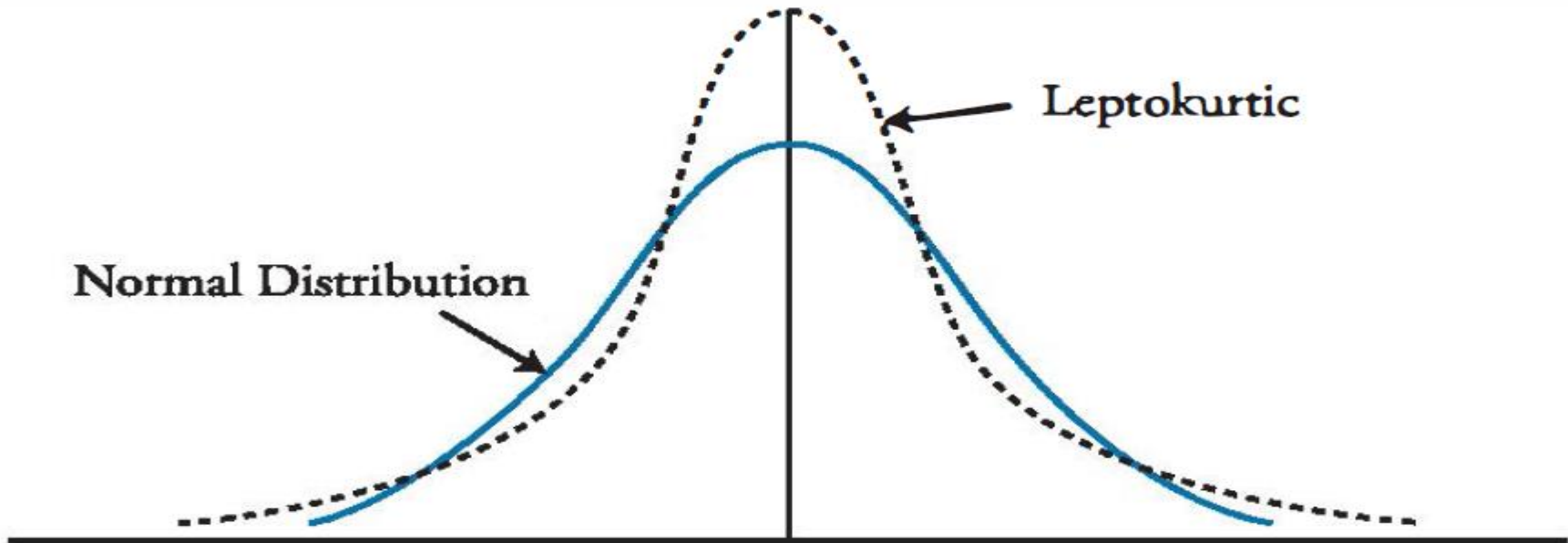
- Donde:

s es la desviación standard de la muestra.

Kurtosis

- La kurtosis es una medida que indica que tan puntiaguda es una determinada distribución de datos con respecto a la distribución normal.
- Una distribución es leptokurtica cuando es mas puntiaguda que la distribución normal (mesokurtica). Mientras que si la distribución es menos puntiaguda que la normal se dice que es platikurtica.

Kurtosis



- La Kurtosis de una distribución normal es igual a 3.
- Las distribuciones con Kurtosis mayor a tres son leptokurticas.
- Las distribuciones con Kurtosis menor a tres son platikurticas.

Formula Kurtosis

$$\frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^4}{s^4}$$

- Donde:

s es la desviación standard de la muestra.

Importancia de la Kurtosis y la Asimetría

- Estas medidas son sumamente importantes para la administración y medición de los riesgos financieros.
- La realidad es que los retornos no se distribuyen de manera normal (distribución normal), por lo tanto las distribuciones tienen kurtosis y asimetría estadística.
- Cuando los modelos asumen una distribución normal, no toman en cuenta la probabilidad de un evento extremo ocurra.
- Una asimetría negativa y una kurtosis alta (mayor a tres) son factores de riesgos importantes.
- En la práctica los gerentes de riesgos tienden a enfocarse menos en la media y la desviación estándar. **Se suelen concentrar en las colas de la distribuciones que donde realmente se encuentra el riesgo.**

Algunas Distribuciones

- Distribución Normal.
- Distribución Lognormal
- Distribución Binomial
- Distribución de Bernouilli
- Distribución Weibull
- Distribución Gamma
- Distribución T de Student

Value at Risk

- Para una distribución normal (y otras distribuciones comunes) el calculo del VaR es muy sencillo.
- Bajo normalidad (Distribución Normal) el VaR queda definido como:

$$VaR_c = AM - z \cdot SD$$

AM = Media aritmética

SD= Desviación Estándar

Z= es un numero que proviene de la standard normal distribution (para los niveles de significancia de 95% y 99% z toma valores de 1.64 y 2.33, respectivamente)

Value at Risk

- La siguiente tabla contiene el retorno mensual promedio y su desviación estándar de 4 mercados para el periodo 1994-2003.

	France	Italy	Japan	UK
<i>AM</i>	0.9%	1.0%	0.0%	0.7%
<i>SD</i>	5.6%	6.7%	6.0%	4.1%
VAR₉₅	?	?	?	?
VAR₉₉	?	?	?	?

Value at Risk

	France	Italy	Japan	UK
<i>AM</i>	0.9%	1.0%	0.0%	0.7%
<i>SD</i>	5.6%	6.7%	6.0%	4.1%
VAR₉₅	-8.3%	-10.0%	-9.8%	-6.0%
VAR₉₉	-12.2%	-14.7%	-13.9%	-8.9%



Value at Risk Bonos Locales

- La siguiente tabla contiene el precio limpio promedio diario y su desviación estándar para los últimos 2 años de los siguientes instrumentos .

	CDEEE2023	CIE-190216	MH1-2022	CIE-08012021
<i>AM</i>	102.00%	105.00%	113.00%	115.00%
<i>SD</i>	3.60%	6.70%	9.00%	9.10%

VAR₉₅ ? ? ? ?



Value at Risk

- Funciones Excel:
- Norminv()
- Normdist()
- Normsdist()
- Normsinv()