

Administración actuarial de riesgos financieros

Dr. Francisco García Castillo

Riesgo de Mercado

- I. Introducción a la Administración de Riesgos
 - II. Riesgo de Mercado
 - Basilea, Valor en Riesgo y Valor en Riesgo Condicionado
 - Simulación histórica
 - Simulación de Monte Carlo
 - Método paramétrico
 - Aplicación del VaR: Reglas de Basilea
 - VaR. Pruebas de estrés
 - Medidas de riesgo
 - III. Riesgo de Crédito
 - IV. Riesgo de Liquidez
 - V. Riesgo operacional
-

Riesgo de Mercado

Introducción

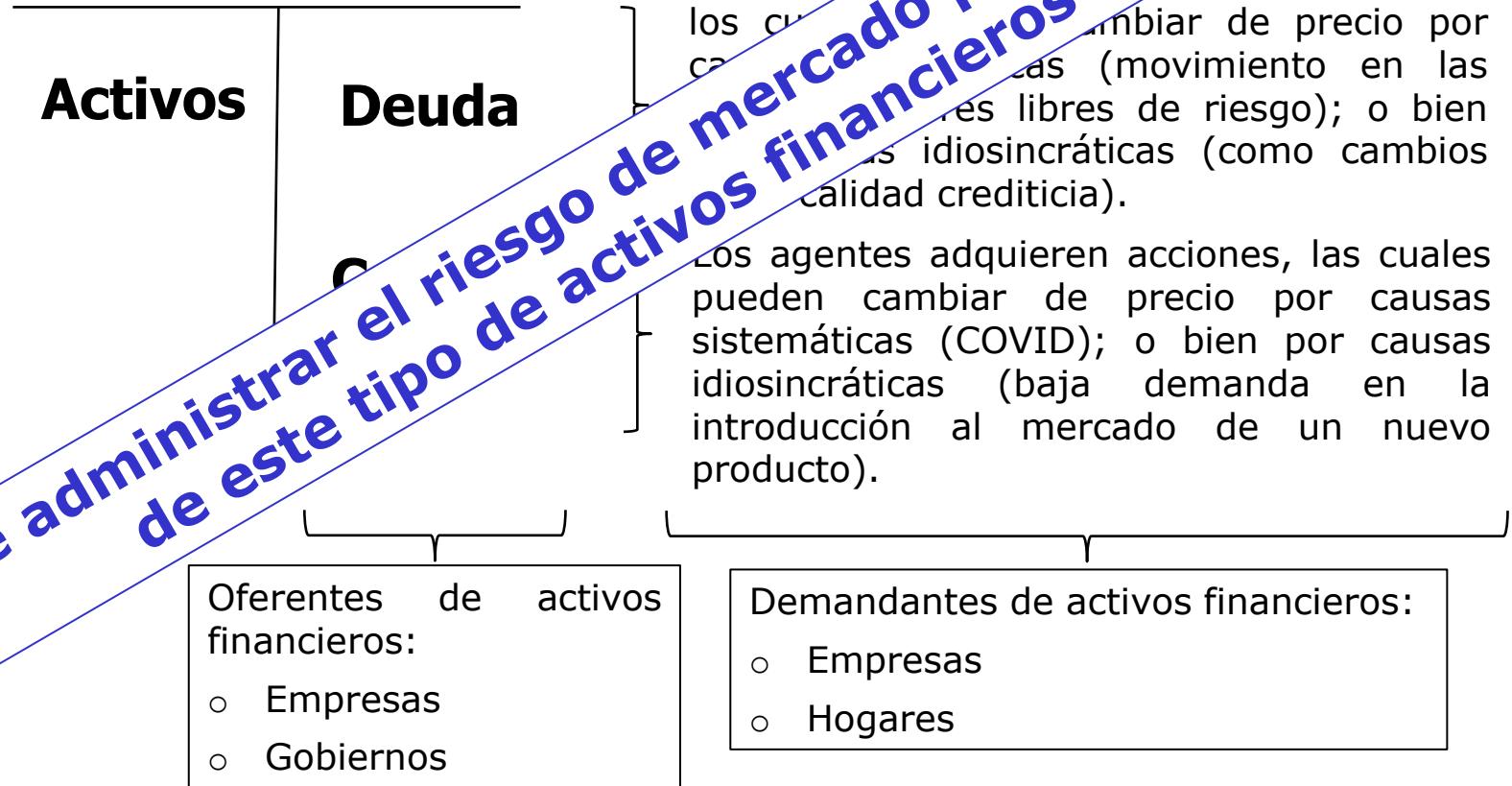
Riesgo de Mercado. Pérdida potencial por movimientos adversos en variables de mercado, tales como precios en activos financieros, precios de mercancías (*commodities*), tasas de interés o tipos de cambio que inciden en la valuación de portafolios de activos.



Riesgo de Mercado

Introducción

Recordatorio. Las empresas (y las entidades gubernamentales) se financian de dos maneras: Deuda (emisión de bonos) y Tenencia de acciones).



Riesgo de Mercado

Introducción

Para administrar el riesgo de mercado, se utiliza el Valor en Riesgo (*Value at Risk*, VaR), pues cuantifica su exposición utilizando técnicas estadísticas tradicionales.

Este método fue desarrollado por matemáticos y estadísticos del banco de inversión **JP Morgan** a principios de los 90s, y fue adoptado rápidamente por todas las firmas financieras gracias a su simplicidad de concepto; así, este indicador se encuentra muy desarrollado en el mundo financiero de los mercados capitales.

El VaR mide la **pérdida** que se podría sufrir en **condiciones normales de mercado** en un **intervalo de tiempo** y con un cierto **nivel de probabilidad o de confianza**.

Riesgo de Mercado

Introducción

Así, el VaR resume en un solo número, el riesgo de mercado de un portafolio que se compone de activos financieros.

Este modelo se utiliza ampliamente por tesoreros corporativos, administradores de fondos, reguladores y supervisores y, claro, por las instituciones financieras, con el fin de administrar diariamente su posición de riesgo de mercado.

Riesgo de Mercado

Introducción

Los reguladores bancarios también utilizan el VaR para determinar la cantidad de capital que debe mantener una institución financiera y poder soportar los riesgos de mercado a los que está expuesto.



Riesgo de Mercado

Introducción

Antecedentes

El 26 de junio del año de 1974, las autoridades alemanas decidieron cerrar el banco Bankhaus Herstatt, debido a las pérdidas que había sufrido como resultado de las posiciones especulativas de divisas que había tomado.

Se estima que su exposición era de 80 veces su límite de riesgo, lo que implicaba un nivel de riesgo 3 veces mayor a su capital.

Sus operadores de divisas habían vendido una cantidad considerable de dólares americanos frente al marco alemán, pero el mercado se movió en su contra. Tan solo en junio de ese año, el banco perdió 470 millones de marcos alemanes.

Riesgo de Mercado

Introducción

Los activos del banco al momento del cierre eran de mil millones de marcos alemanes; pero sus pasivos era de más de 2.2 miles de millones de marcos alemanes.

El banco fue cerrado al cierre del día hábil bancario en Alemania, antes de la apertura de los mercados de los E.UU.

Riesgo de Mercado

Introducción

En ese momento, el banco había recibido, a través del sistema de pagos alemán, los marcos que había comprado dos días antes; sin embargo, debido a la diferencia horaria, Bankhaus Herstatt aún no había entregado los dólares que había vendido.

Es decir, las autoridades alemanas retiraron la licencia del banco al final del día hábil bancario (4:30 p. m., hora local) debido a la falta de capital para cubrir los pasivos vencidos. Pero algunos bancos habían realizado transacciones de divisas con Herstatt y le habían pagado los marcos alemanes correspondientes durante el día, creyendo que recibirían dólares estadounidenses más tarde ese mismo día en los EE.UU. Pero después de las 3:30 p.m. en Alemania y las 10:30 a.m. en Nueva York, Herstatt detuvo todos los pagos en dólares a las contrapartes, dejándolas sin cobrar su pago.

Riesgo de Mercado

Introducción

Como resultado, varias instituciones financieras se vieron afectadas negativamente y el sistema CHIPS con sede en los EE.UU. tuvo que cerrar durante 24 horas*.

* CHIPS denota el Sistema de Pagos Interbancarios de la Cámara de Compensación (*Clearing House Interbank Payments System*). En la actualidad, es el principal proveedor del sistema de pagos de la banca para la compensación de pagos en dólares estadounidenses de gran valor utilizando compensación bilateral y multilateral para lograr la máxima eficiencia de liquidez.

Riesgo de Mercado

Introducción

Hasta el incidente de Herstatt, los participantes del mercado habían pensado que su riesgo cambiario se limitaba a los movimientos del mercado.

Sin embargo, el caso de Herstatt demostró cuán riesgosa puede ser la falta de sincronía entre la liquidación por parte de las dos contrapartes de una operación de divisas, por lo que los participantes del mercado se dieron cuenta que también enfrentaban este riesgo.

El **riesgo Herstatt**, como se conoce en el mundo financiero, es un tipo de riesgo que los sistemas de pago no habían considerado para afrontarlo adecuadamente.

Business Snapshot. Cómo fue que los reguladores bancarios utilizan el VaR

El Comité de Supervisión Bancaria de Basilea (Comité de Basilea) es un comité de reguladores bancarios del mundo que se reúne de forma regular en la ciudad de Basilea, Suiza.



Management of the BIS

Current members of BIS Management



BIS Management is under the overall direction of the General Manager, who is responsible to the Board of Directors for the conduct of the Bank.

In accordance with the Bank's Statutes, the General Manager is assisted by the Deputy General Manager.

General Manager

[Agustín Carstens](#)

Deputy General Manager

[Luiz Awazu Pereira da Silva](#)

Secretary General and Head of General Secretariat

[Monica Ellis](#)

Head of Banking Department

[Peter Zöllner](#)

Head of Monetary and Economic Department

[Claudio Borio](#)

Economic Adviser and Head of Research

[Hyun Song Shin](#)

Head of BIS Innovation Hub (Acting)

[Ross Leckow](#)

General Counsel

[Diego Devos](#)

Deputy Head of Banking Department

[Luis Bengoechea](#)

Deputy Secretary General

[Bertrand Legros](#)

Deputy Head of Monetary and Economic Department

[Stijn Claessens](#)

Chair, Financial Stability Institute

[Fernando Restoy](#)

Head of Risk Management

[Jens Ulrich](#)

Chief Representative for Asia and the Pacific

[Siddharth Tiwari](#)

Chief Representative for the Americas

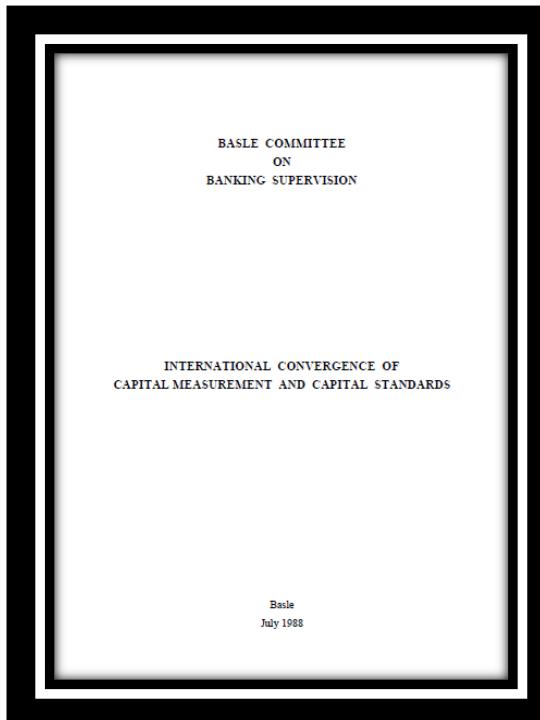
[Alexandre Tombini](#)

Fuente: <https://www.bis.org/about/officials.htm>

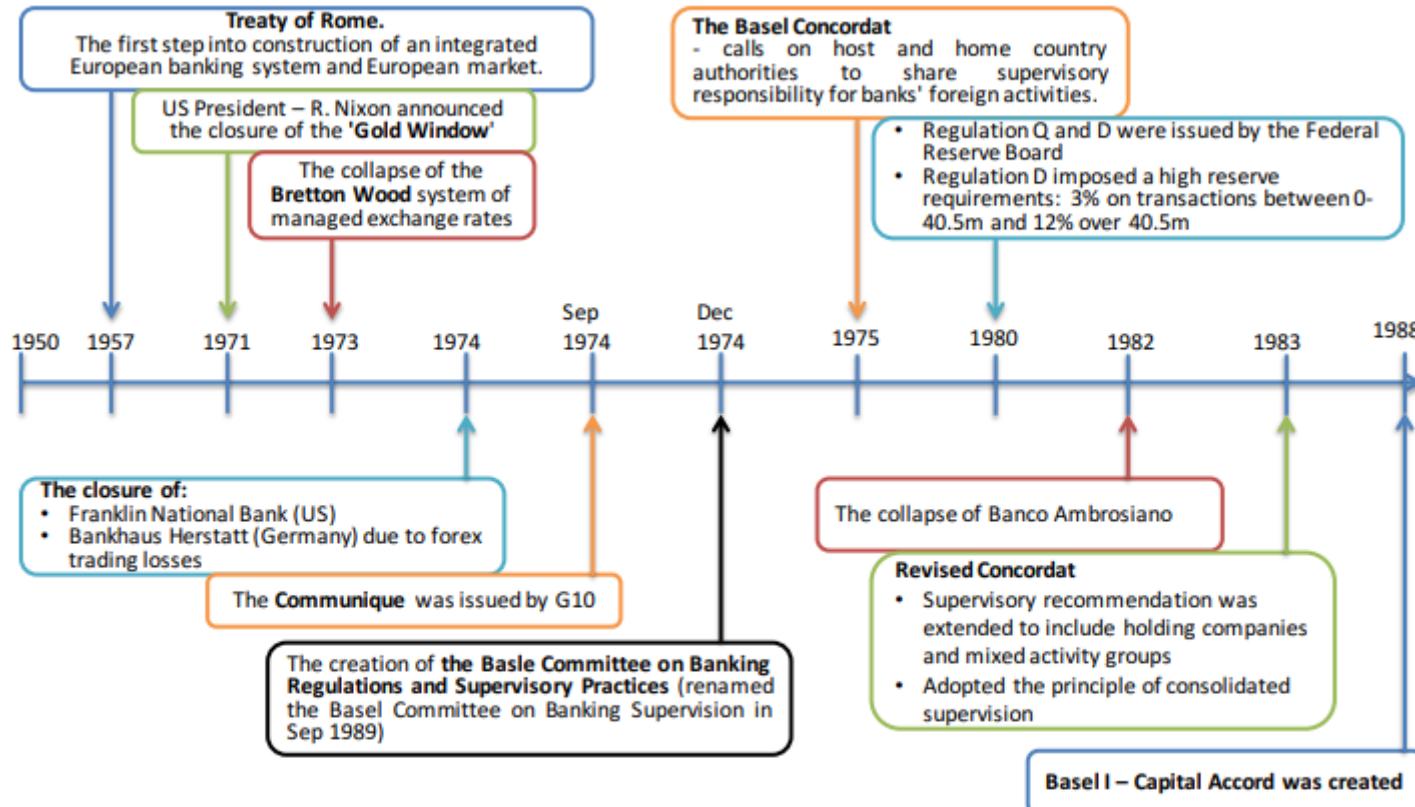
Riesgo de Mercado

Introducción

En 1988 se publicó lo que se ha conocido como **Basilea I**. Este es un acuerdo sobre cómo debe calcularse el capital que un banco para enfrentar el riesgo de crédito.



Pre-Basel – the short history of banking from 1950 to 1988



Sources:

- G. Walker – International Banking Regulation – Law, Policy and Practice (2001) ch. 9.
- BIS Website
- L. Balthazar – From Basel 1 to Basel 3 (2006), part 1.
- BCBS – A brief history of Basel Committee, (2015) <http://www.bis.org/bcbs/history.pdf>

Riesgo de Mercado

Introducción

Posteriormente, el Comité de Basilea publicó La Enmienda de 1996, para ser implementada en 1998 y que obliga a los bancos a mantener el capital para el **riesgo de mercado** y el **riesgo de crédito**.

La Enmienda distingue el *Banking Book* y el *Trading Book*:

- El *Banking Book* consta principalmente de créditos y no se revalúa de forma regular.
- El *Trading Book* consiste en el portafolio de instrumentos que el banco mantiene por negocio: acciones, bonos, swaps, contratos a plazo, opciones, etc., y que se revalúan diariamente.

Riesgo de Mercado

Introducción

La Enmienda determina el capital para el *Trading Book* utilizando el VaR con $N = 10$ y $X = 99$ y 97.5. Esto significa que la regulación se centra en la pérdida de revalorización que se espera exceda el 1 o el 2.5% de las veces, para un período de 10 días.

El capital requerido es k veces este VaR (con un ajuste para riesgos específicos). El factor k se determina banco por banco por los reguladores y debe ser de al menos 3.0 –es decir, si un banco tiene excelentes procedimientos de estimación de su VaR y sus resultados han sido probados, entonces $k=3.0$; para otros bancos será mayor–.

Riesgo de Mercado

Introducción

Derivado de la crisis financiera internacional que comenzó en el año 2007 (Crisis Financiera 2007-2009), se dio una profunda revisión a las reglas de Basilea I (1988) y Basilea II (2004), lo que dio lugar a:

- Basilea II.5 (2010);
- Basilea III (2017), y medidas adicionales como
- Leverage ratio treatment of client cleared derivatives (2019).

Riesgo de Mercado

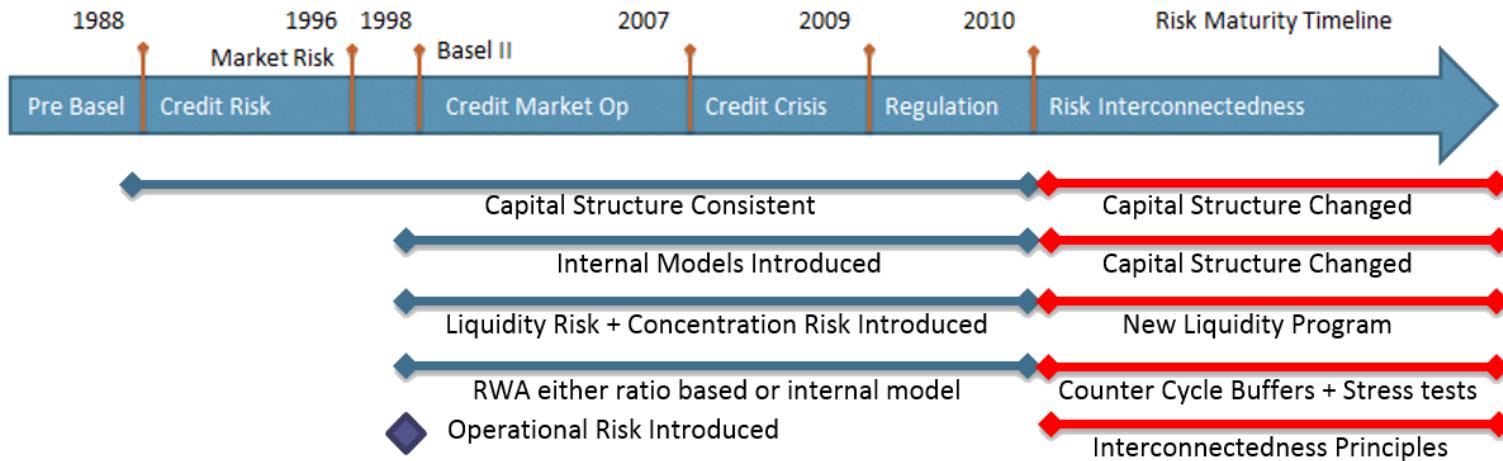
Introducción

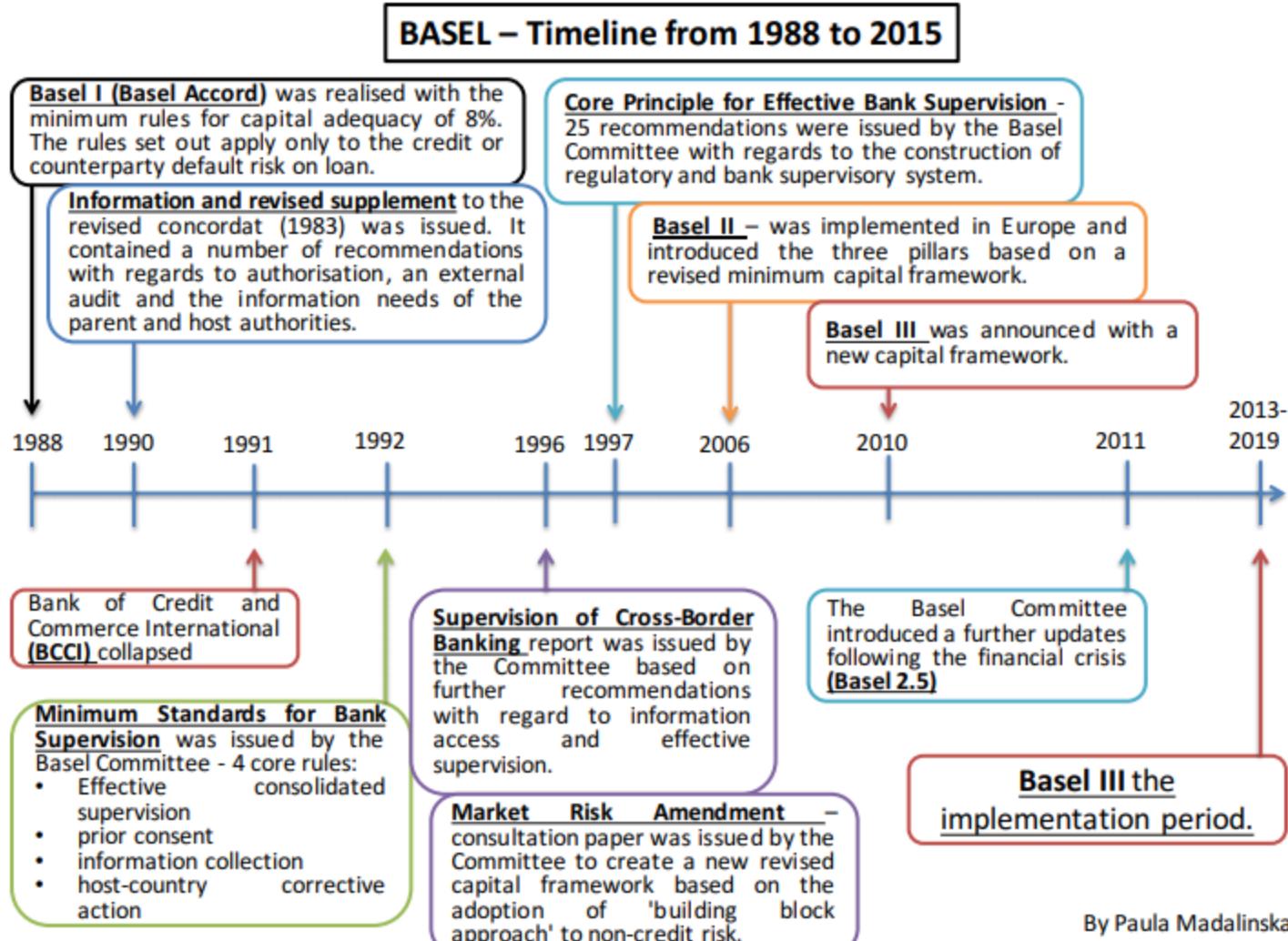
Basilea II –publicada en el año 2004 e implementada prácticamente en todos los países del mundo a partir del año 2006– utiliza el VaR con $N = 1$ año y $X = 99.9\%$ para el cálculo del **riesgo de crédito y operacional**.

Basilea II.5 –publicada en el año 2010 pero implementada a partir del año 2012– revisó el requerimiento de capital para el **riesgo de mercado**, incorporando las **pruebas de estrés en el VaR**, la cual es una medida del VaR con base en los movimientos del mercado observado en periodos particularmente adversos.

Basilea III requiere un mayor nivel de capital que los bancos deben mantener, y ese capital debe ser capital de buena calidad.

History of Basel





Riesgo de Mercado

Introducción

	BASEL I	BASEL II	BASEL 2.5	BASEL III
Date of issue	1988	2004 -implemented in EU under CRD 2006	2011	2010 (proposed) 2013-2019 (implementation period)
Purpose	<ul style="list-style-type: none"> contained a set of minimum capital requirements for banks 	<ul style="list-style-type: none"> "three pillars" concept was introduced more risk sensitive 	<ul style="list-style-type: none"> adds market risk capital requirements 	<ul style="list-style-type: none"> created in respond to the global financial crisis
The main area of focus	<ul style="list-style-type: none"> credit risk (default risk) risk-weighting of assets (RWA) introduced by creating the classification system grouped a bank's assets into 5 risks categories: 0% - cash/central bank/government debt 20% - development bank debt/OECD bank debt... 50% - residential mortgages 100% - private sector debt Some assets given <u>no rating</u> 	<ul style="list-style-type: none"> "three pillars" concept was introduced: I. Minimum capital requirements (for credit, market, operational risk) II. Supervisory review III. Market discipline (based on market disclosure) <p>Calculation on minimum capital requirements:</p> <ul style="list-style-type: none"> I. Credit risk: <ul style="list-style-type: none"> The Standardised Approach The Internal Rating Based Approach (IRB) Securitisation Framework II. Operational risk III. Trading Book Issues (inc. market risk) 	<ul style="list-style-type: none"> stressed value-at-risk a new trading book framework with an Incremental Risk Capital Charge (IRC) a new measure to correlate trading activities - Comprehensive Risk Measure (CRM) 	<ul style="list-style-type: none"> Credit Risk Market Risk Operational Risk Liquidity Risk <p>+2 new liquidity ratio:</p> <ul style="list-style-type: none"> Liquidity Coverage Ratio Net Stable Funding Ratio
CAR- capital adequacy ratio	<p>8% of the RWA</p> <ul style="list-style-type: none"> Tier 1 Capital (Equity Capital and retained earning) - equal or more than 4% Tier 2 Capital - Subordinated Debt Total Capital; Tier 1 + Tier 2 - equal or more than 8% 	<ul style="list-style-type: none"> The total capital ratio must be no lower than 8% Tier 2 capital is limited to 100% of Tier 1 capital. 	—	<ul style="list-style-type: none"> CET 1 2% > 4% Capital Conservation Buffer 2.5% > 7% Counter-cyclical Buffer between 0% - 2.5% Leverage Ratio - 3% own funds (please see below)
Full text	http://www.bis.org/publ/bcbs04a.htm	http://www.bis.org/publ/bcbs128.pdf	http://www.bis.org/publ/bcbs193.htm	http://www.bis.org/publ/bcbs189.htm

by Paula Madalinska

Riesgo de Mercado

Introducción

Basel Committee on Banking Supervision



BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS

Basel III phase-in arrangements

(All dates are as of 1 January)

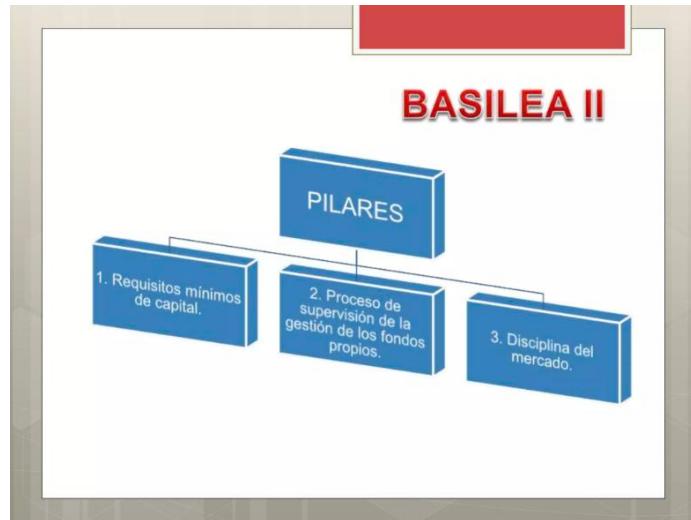
Phases		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Capital	Leverage Ratio			Parallel run 1 Jan 2013 – 1 Jan 2017 Disclosure starts 1 Jan 2015				Migration to Pillar 1
	Minimum Common Equity Capital Ratio	3.5%	4.0%			4.5%		4.5%
	Capital Conservation Buffer					0.625%	1.25%	1.875%
	Minimum common equity plus capital conservation buffer	3.5%	4.0%	4.5%	5.125%	5.75%	6.375%	7.0%
	Phase-in of deductions from CET1*			20%	40%	60%	80%	100%
	Minimum Tier 1 Capital	4.5%	5.5%			6.0%		6.0%
	Minimum Total Capital			8.0%				8.0%
	Minimum Total Capital plus conservation buffer			8.0%	8.625%		9.25%	9.875%
	Capital instruments that no longer qualify as non-core Tier 1 capital or Tier 2 capital			Phased out over 10 year horizon beginning 2013				
Liquidity	Liquidity coverage ratio – minimum requirement			60%	70%	80%	90%	100%
	Net stable funding ratio					Introduce minimum standard		

* Including amounts exceeding the limit for deferred tax assets (DTAs), mortgage servicing rights (MSRs) and financials.

— transition periods

Introducción

De esta manera, las normas prudenciales del Basilea se fundamentan en los siguientes tres pilares:



Un excelente resumen sobre las medidas prudenciales de Basilea se presenta en el documento adjunto:



Por todo lo anterior, el VaR tiene los siguientes usos en las finanzas:

- Administración de riesgos;
- Control financiero;
- Información financiera, y
- Reportes regulatorios y determinación del capital.

A continuación definiremos el VaR y los enfoques más utilizados para determinarlo, que son:

- La simulación histórica;
- La simulación de Monte Carlo, y
- El método paramétrico.

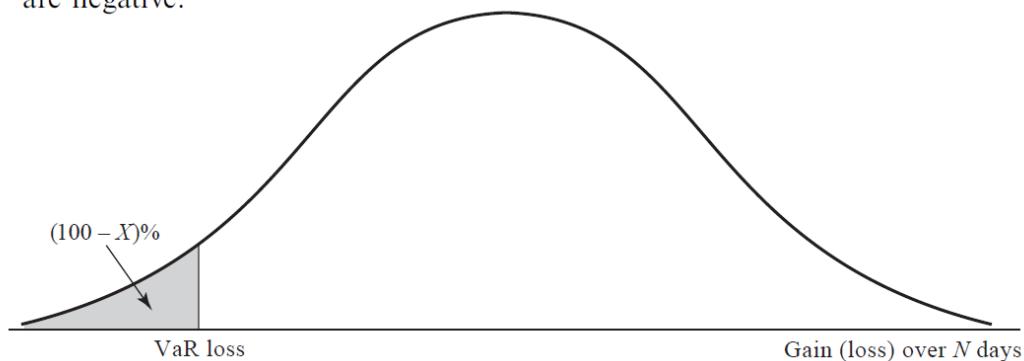
Adicionalmente, se abordará la técnica de las pruebas de estrés.

Riesgo de Mercado

La Medida del VaR

Si N es el horizonte de tiempo (expresado en días) y $X\%$ es el nivel de confianza, el VaR es la pérdida correspondiente al $(100-X)$ percentil de la distribución de las ganancias de la cartera durante los próximos N días*.

Figure 21.1 Calculation of VaR from the probability distribution of the change in the portfolio value; confidence level is $X\%$. Gains in portfolio value are positive; losses are negative.



Por ejemplo, si $N = 5$ y $X = 97$, el VaR es el tercer percentil de la distribución de las ganancias de la cartera para los próximos 5 días. En este caso, el VaR se ilustra considerando que los rendimientos del portafolio se distribuyen aproximadamente como una normal.

* Obsérvese que cuando consideramos la distribución de las ganancias, una pérdida es en realidad una ganancia negativa, por lo que el VaR se refiere solamente a la cola izquierda de esta distribución. Al considerar la distribución de las pérdidas, una ganancia es una pérdida negativa y el VaR se refiere a la cola derecha de esa distribución.

Riesgo de Mercado

La Medida del VaR

El VaR es una medida atractiva porque es muy fácil de comprender: en esencia, hace la pregunta *¿Qué tan mal pueden ir las cosas?*

Esta es la pregunta que todos los directivos quieren responder, ya que es muy cómodo comprimir todas las variables del mercado de un portafolio en un solo número.

Riesgo de Mercado

La Medida del VaR

El VaR tiene dos parámetros: el horizonte de tiempo N (medido en días), y el nivel de confianza X .

En la práctica, se fija $N = 1$ en primera instancia. Esto se debe a que no hay suficientes datos para estimar directamente el comportamiento de las variables del mercado en períodos superiores a 1 día. Así entonces, se determina en primer lugar el VaR a 1 día, $VaR_{1-\text{día}}$.

Para escalar a mayores horizontes de tiempo, se realiza la operación siguiente:

$$VaR_{N-\text{días}} = VaR_{1-\text{día}} \times \sqrt{N}$$

Riesgo de Mercado

La Medida del VaR

La forma de expresar el VaR es la siguiente:

Estoy X% seguro que no habrá una pérdida mayor que USD \$V en los próximos N días

\$V es el VaR del portafolio y es una función que contiene dos parámetros:

- a) El horizonte de tiempo (N días), y
- b) El nivel de confianza ($X\%$).

El VaR es la pérdida que podemos obtener en N días, con una probabilidad de $(100 - X)\%$ de que sea mayor. Los reguladores exigen que las instituciones financieras calculen el VaR para el riesgo de mercado con $N = 10$ días y $X = 97.5\%, 99\% y 99.9\%$.

Riesgo de Mercado

La Medida del VaR

Los excesos representan el número de veces en el que las pérdidas superan los valores estimados con el modelo, pues siempre es esperable que haya pérdidas superiores al VaR en función del intervalo de confianza elegido.

Por ejemplo, a un nivel de confianza del 99% se espera en promedio 1 exceso en cada 100 días, y por lo tanto, alrededor de 3 excesos al año, considerando 250 de *trading days*.

Como ilustración, léase y discuta el siguiente artículo de El Economista:

<https://www.eleconomista.com.mx/opinion/Conoce-el-VaR-de-una-inversion-20190509-0105.html>

Riesgo de Mercado

La Medida del VaR

El uso del VaR se ha generalizado: no solo se utiliza para determinar el nivel diario de la exposición de riesgo de una tesorería; sino que, como ya se ha ilustrado, también se utiliza para determinar el nivel del capital de una instituciones financiera.

Riesgo de Mercado

La Medida del VaR

En el *Business Snapshot* se describió que la Enmienda de 1996 de Basilea I requirió que el capital de un banco para el riesgo de mercado fuera por lo menos 3 veces el VaR al 99% y con N=10 días. Dado lo anterior y considerando que el VaR se calcula diario, entonces el capital se determina así:

$$\begin{aligned} \text{Capital}_{\text{Riesgo de Mercado}} &\geq 3 \times \text{VaR}_{10-\text{días}} \\ &= 3 \times \text{VaR}_{1-\text{día}} \times \sqrt{10} \end{aligned}$$

Observación. Esta es una simplificación de la realidad, pues previamente a la determinación del nivel del capital, el activo se pondera por su nivel de riesgo.

Ejemplo. Con base en Basilea I, el nivel del capital por riesgo de mercado (*general market risk charge*, GMRC) al 99% es:

$$GMRC = k \times VaR_{Diario, 1-\alpha\%} \times \sqrt{N}$$

$$= 3 \times VaR_{Diario, 99\%} \times \sqrt{10}$$



Observación. En el método estándar de cargo del capital, esta fórmula se pondera por el riesgo de cada activo, con base en una tabla.

EXAMPLE 12.8. Market Risk Charge. The 95%, one-day RiskMetrics VAR for a bank trading portfolio is \$1,000,000. What is the approximate general market risk charge, as defined in 1996?

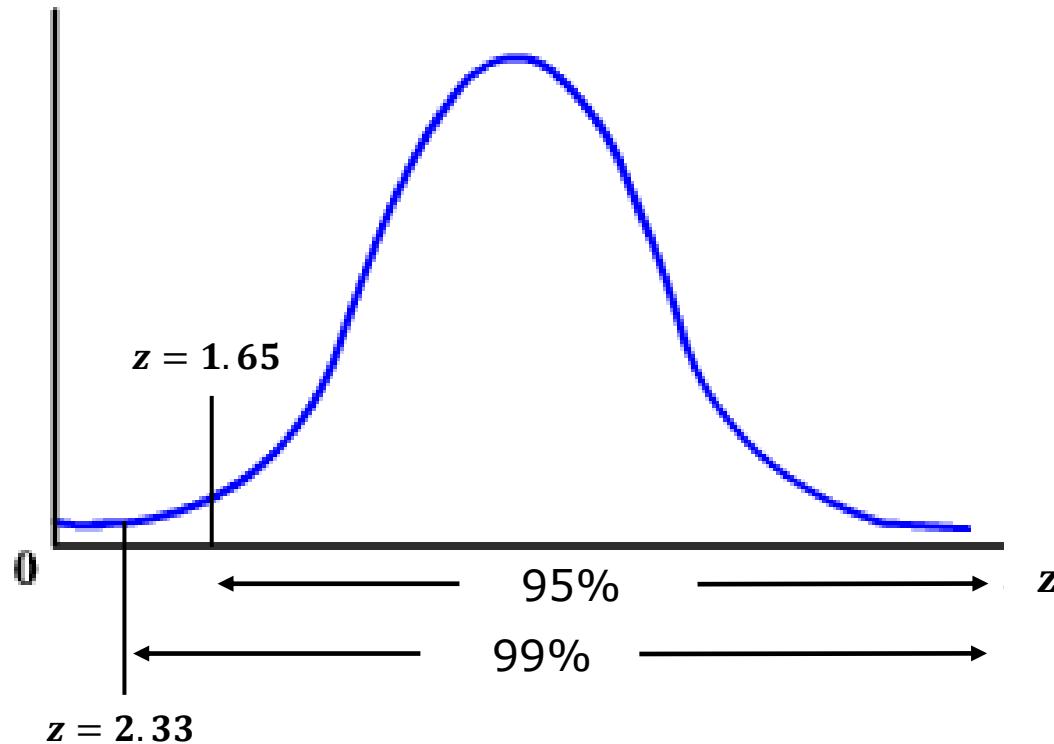
- a) \$3,000,000
- b) \$9,500,000
- c) \$4,200,000
- d) \$13,400,000

Correct answer: d)... First, remember that $GMRC = k \times VaR_{Diario, 1-\alpha\%} \times \sqrt{N}$ with $k = 3$, $1 - \alpha = 95\%$ and $N = 10$; so we have to convert the 95% VaR to a 99% measure, ***assuming a normal distribution*** in the absence of other information. Then, for Basel I, $GMRC = 3 \times VaR_{Diario, 99\%} \times \sqrt{10} = 3 \times \$1,000,000 \times \frac{2.33}{1.65} \times \sqrt{10} = \$13,396,000$.

Riesgo de Mercado

La Medida del VaR

To convert the 95% VaR to a 99% measure, **assuming a normal distribution:** $\frac{2.33}{1.65}$... pero, ¿de dónde viene?



Riesgo de Mercado

La Medida del VaR

Regresemos a la escala del VaR en el tiempo:

$$VaR_{N-\text{días}} = VaR_{1-\text{día}} \times \sqrt{N}$$

Esta fórmula es verdadera cuando los **cambios diarios** en el valor de la cartera (es decir, sus rendimientos) sigue una **distribución normal idéntica e independientemente distribuida con media cero**; en otros casos es solamente una aproximación.

Pero,  ¿este supuesto se cumplirá para todo activo?

Hagamos un ejercicio con dos activos financieros favoritos del mercado: el IPC de la BMV y el índice S&P500 de la NYSE.

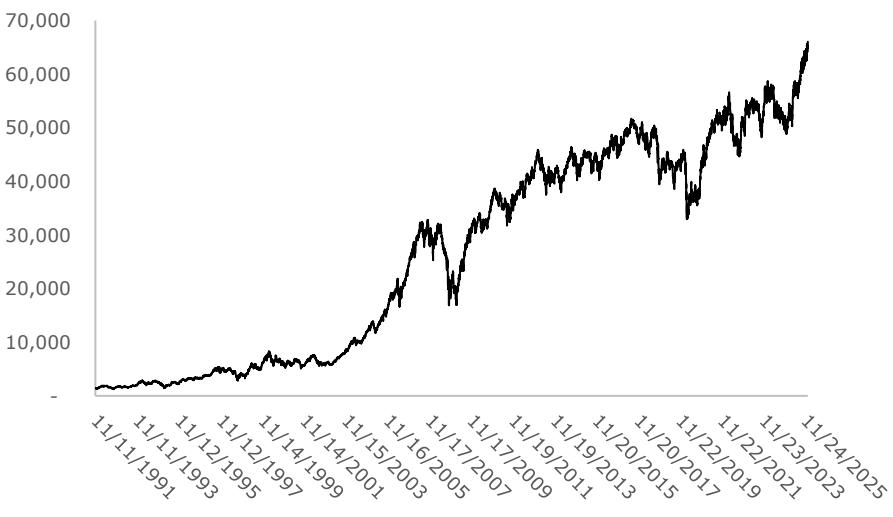


Riesgo de Mercado

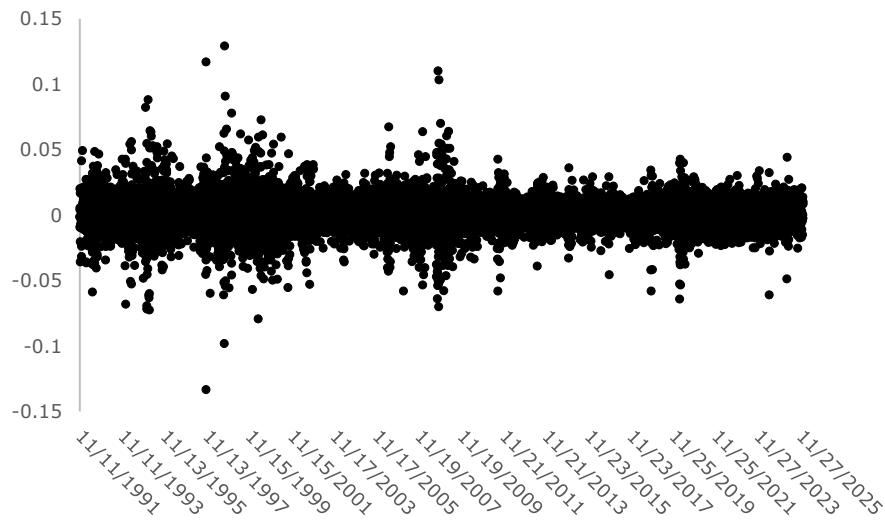
La Medida del VaR

Análisis descriptivo del IPC

Valor Ajustado IPC 1991-2026



Rendimientos diarios IPC 1991-2026



Fuente: Elaboración propia

Análisis descriptivo del IPC

Valor Ajustado IPC 2006-2026

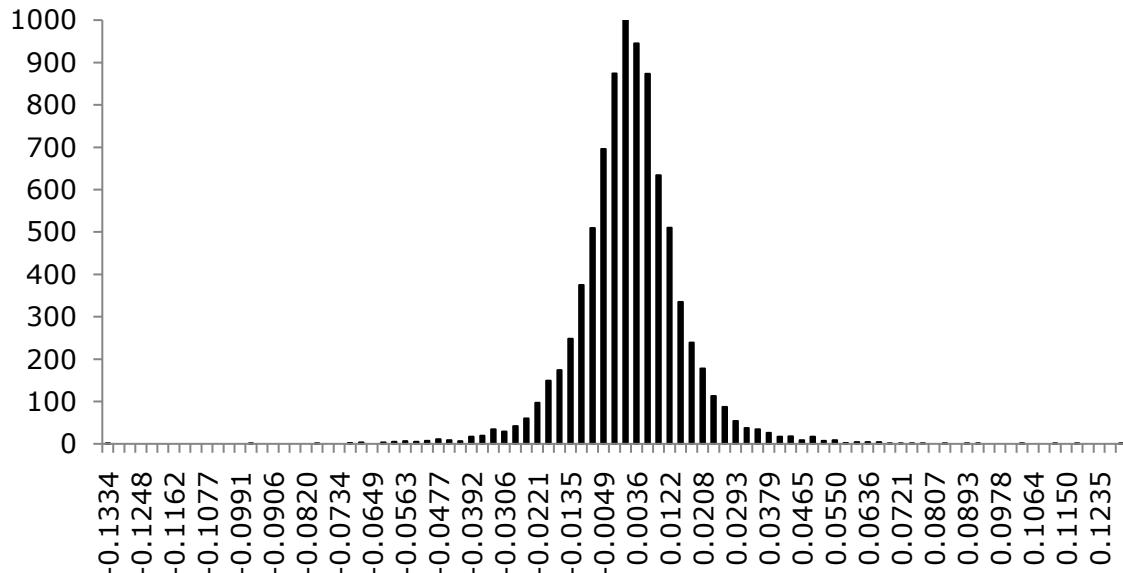


Observación. Nos costó 20 años pasar de 20 a 66 mil unidades...

Una tasa anualizada del 6.7% anual efectiva

Análisis descriptivo del IPC

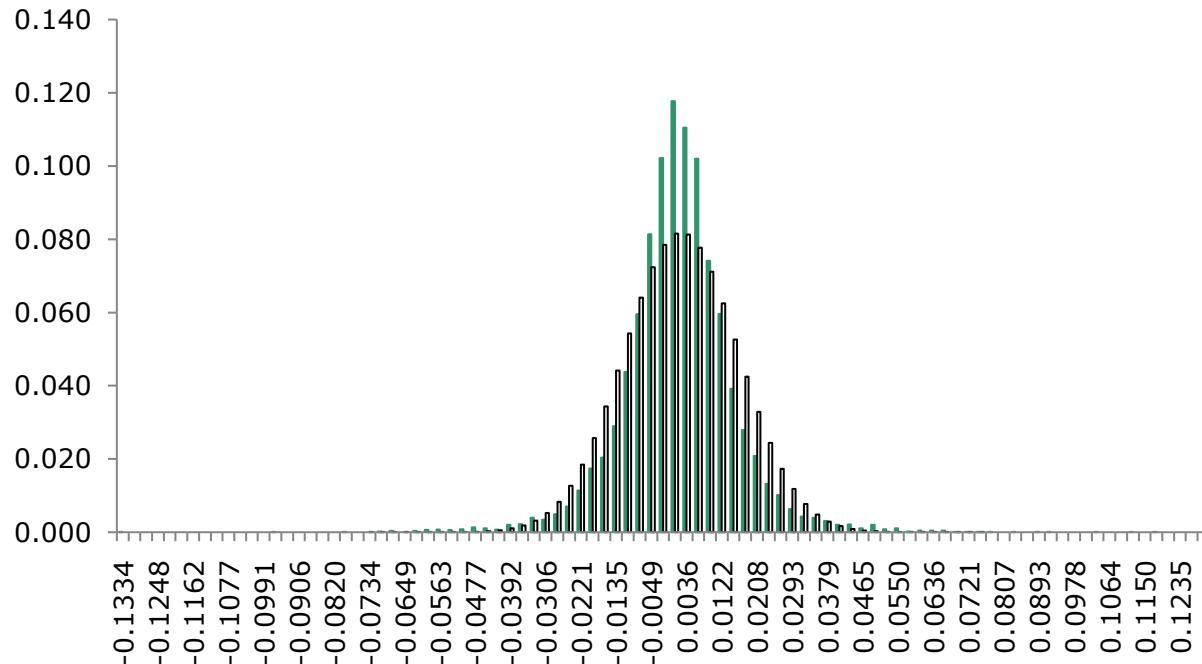
**Histograma de los rendimientos
diarios IPC 1991-2026**



Rendimiento IPC	
Mean	0.05%
Standard Error	0.02%
Median	0.05%
Mode	0
Standard Deviation	1.39%
Sample Variance	0.02%
Kurtosis	6.853
Skewness	16.85%
Range	26.26%
Minimum	-13.34%
Maximum	12.92%
Sum	4.66503
Count	8,557.00
Largest(1)	12.92%
Smallest(1)	-13.34%

Análisis descriptivo del IPC

Histograma de los rendimientos diarios normalizados del IPC 1991-2026 vs Distribución Normal

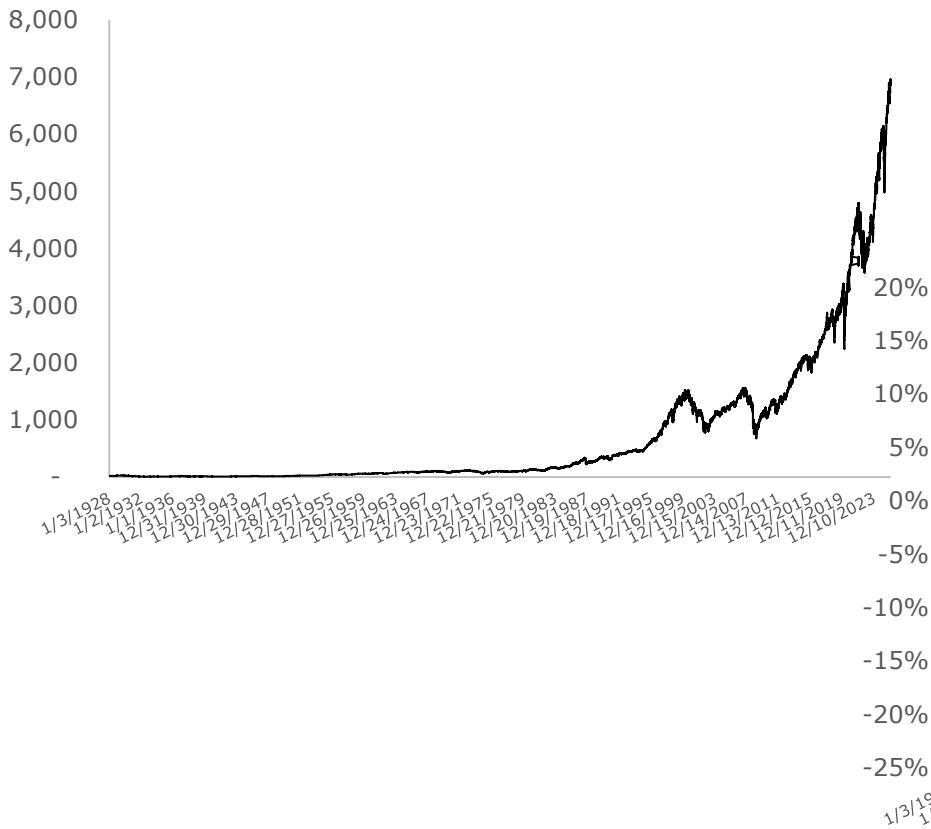


Riesgo de Mercado

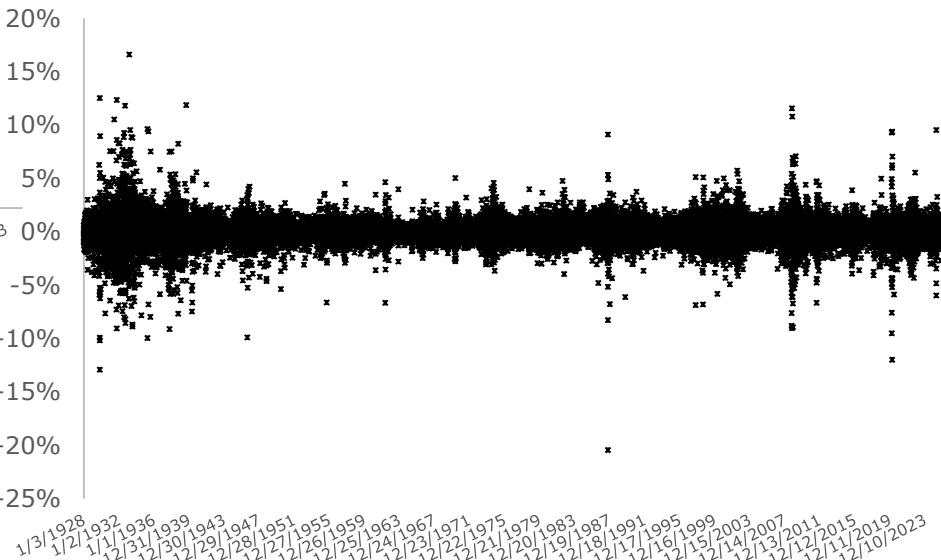
La Medida del VaR

Análisis descriptivo del S&P500

Valor Ajustado S&P500 1927-2026



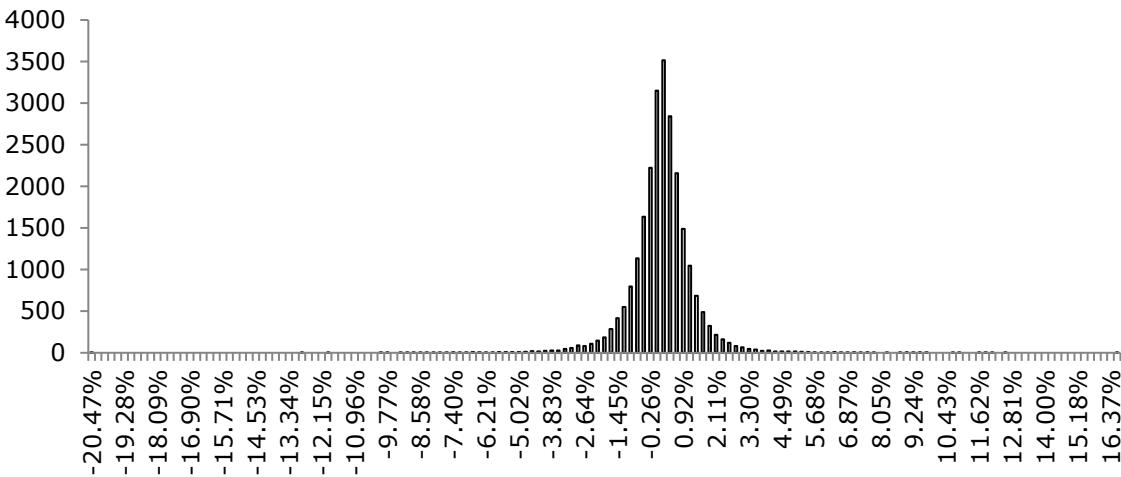
Rendimientos diarios S&P500 1927-2026



Fuente: Elaboración propia

Análisis descriptivo del S&P500

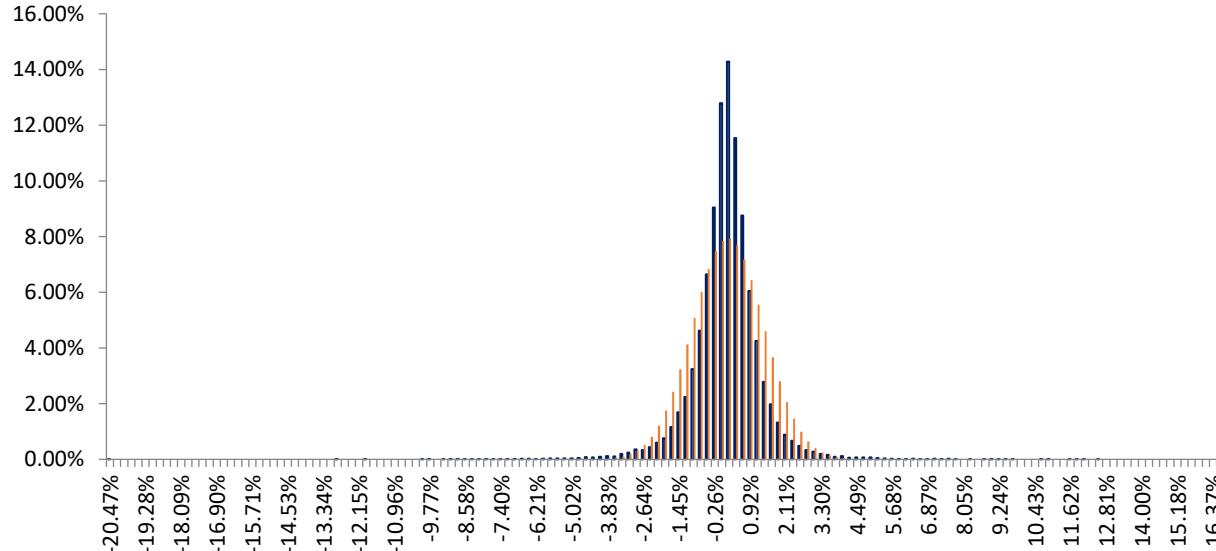
Histograma de los rendimientos diarios S&P500 1927-2026



Rendimiento diario	
Mean	0.0314%
Standard Error	0.0076%
Median	0.0502%
Mode	0
Standard Deviation	1.1930%
Sample Variance	0.0142%
Kurtosis	17.27
Skewness	-0.11
Range	0.37
Minimum	-20.47%
Maximum	16.61%
Sum	7.73
Count	24619
Largest(1)	16.6096%
Smallest(1)	-20.4669%

Análisis descriptivo del S&P500

**Histograma de los rendimientos diarios normalizados
S&P500 1927-2026 vs Distribución Normal**



Riesgo de Mercado

La Medida del VaR

Estadísticamente, el VaR es el cuantil o nivel de pérdidas que no se superará con un nivel de confianza dado –el VAR se informa como un número positivo–.

Seleccione, por ejemplo, el nivel de confianza de $c = 95\%$, que corresponde a una probabilidad de la cola derecha, por lo que se define al VaR en términos de una probabilidad que se escribe como $p = 1 - c$. Sea x las ganancias/pérdidas; entonces el VaR al 95% de confianza se define como:

$$c = \int_{-VaR}^{\infty} f(x)dx$$

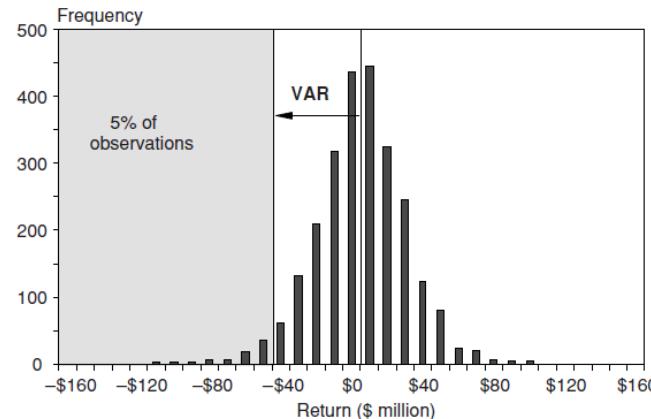


FIGURE 12.3 Distribution of Daily Returns

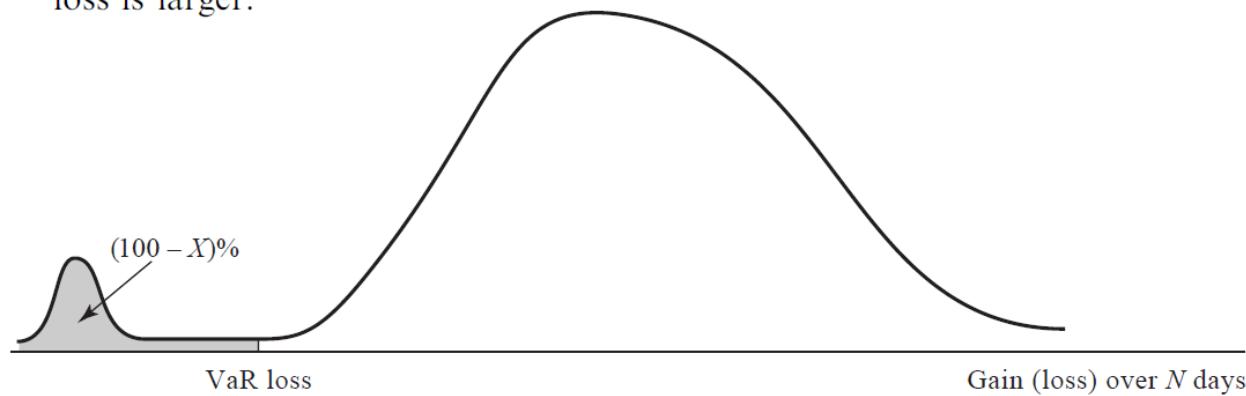
Riesgo de Mercado

La Medida del VaR

Una pregunta interesante es si el VaR es **la mejor alternativa** para la determinación de las pérdidas por riesgo de mercado.

Lo anterior es relevante porque si los rendimientos del portafolio tiene un comportamiento como la figura siguiente, entonces dos carteras pueden tener el mismo VaR, pero la cartera de la figura 21.2 es mucho más riesgosa porque las pérdidas potenciales son mayores.

Figure 21.2 Alternative situation to Figure 21.1. VaR is the same, but the potential loss is larger.



Riesgo de Mercado

La Medida del CVaR

El VaR es una medida convencional –el cuantil de la distribución medida en unidades monetarias–. Este valor es un resumen conveniente, pero su misma simplicidad puede ser peligrosa, pues como se observa en la siguiente Figura 12.4, se pueden ocultar patrones de distribución muy diferentes.

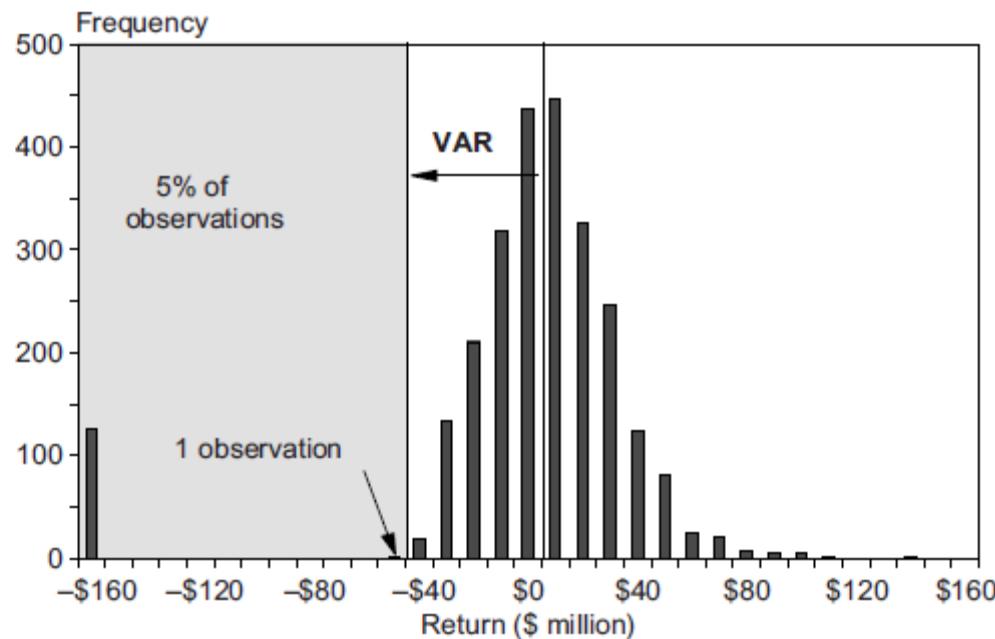


FIGURE 12.4 Altered Distribution with Same VAR

Riesgo de Mercado

La Medida del CVaR

Por este tipo de distribuciones que es que existen posturas críticas hacia el VaR, que han generado escuela en la literatura y que desaconsejan el uso de esta metodología.

Lo anterior porque se ha demostrado que el VaR no es una **medida de riesgo “coherente”**, pues no cumple con una de las cuatro propiedades matemáticas que se han definido para establecer una “medida coherente de riesgo” –la propiedad de subaditividad–.

En particular, el VAR de una cartera de activos puede ser mayor que la suma de los VAR de diferentes bloques que componen la cartera –subcartera-. Si es así, la fusión de carteras puede aumentar el riesgo, lo que es un resultado no esperado.

Riesgo de Mercado

La Medida del CVaR

En el diagnóstico post-crisis, el **Comité de Basilea** concluye que uno de los elementos que explica que las pérdidas hayan sido superiores al capital regulatorio por riesgo de mercado calculado para la cartera de negociación es la inadecuación de los modelos internos en uso; es decir, el modelo VaR.

A continuación se describe una de las medidas alternativas de riesgo más aceptadas.

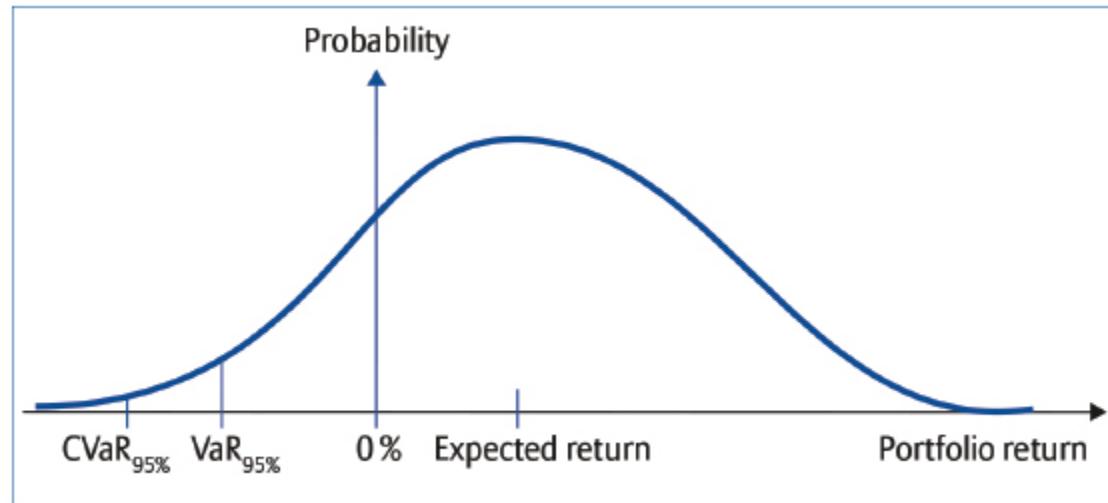
Riesgo de Mercado

La Medida del CVaR

Valor en Riesgo Condicionado (CVaR, tail Loss o expected shortfall).

Una medida que atiende este problema es el CVaR; pues mientras que el VaR responde *¿Qué tan mal se pueden poner las cosas?*, el C-VaR responde *Si las cosas se ponen mal, ¿cuánto se espera que pierda la organización?* El C-VaR es la pérdida esperada durante un periodo de N-días dado que la pérdida es mayor que el VaR.

Por ejemplo, con $X = 95$ y $N = 10$, el C-VaR es la cantidad promedio que la organización pierde en un período de 10 días, cuando la pérdida está en el 5% de la cola de la distribución.

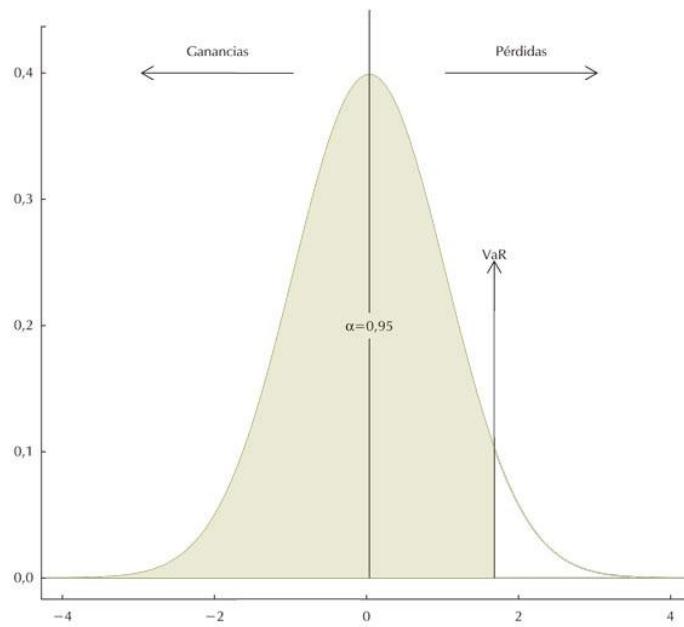


Riesgo de Mercado

La Medida del CVaR

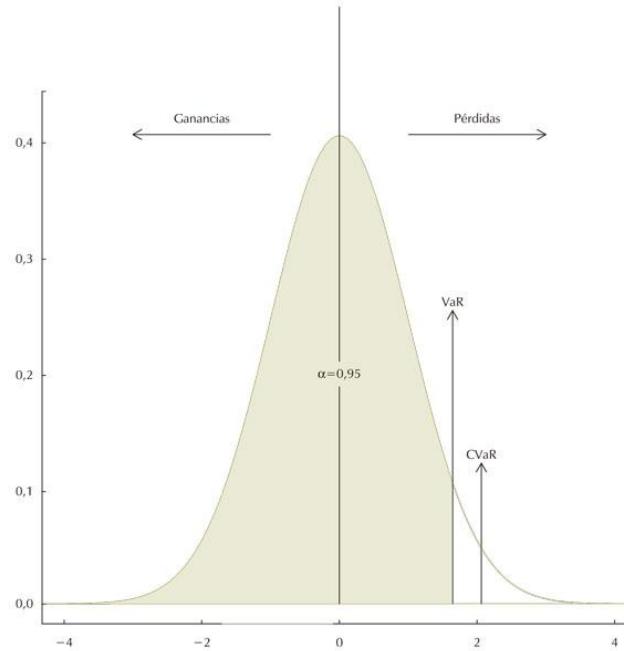
Así, del diagnóstico post-crisis del Comité de Basilea se implementó la reforma de reemplazar los modelos VaR por el CVaR.

Gráfico 1
VaR de una variable aleatoria con una distribución normal estándar



Fuente: cálculos de los autores.

Gráfico 2
CVaR de una variable aleatoria con una distribución normal estándar



Fuente: cálculos de los autores.

Riesgo de Mercado

La Medida del CVaR

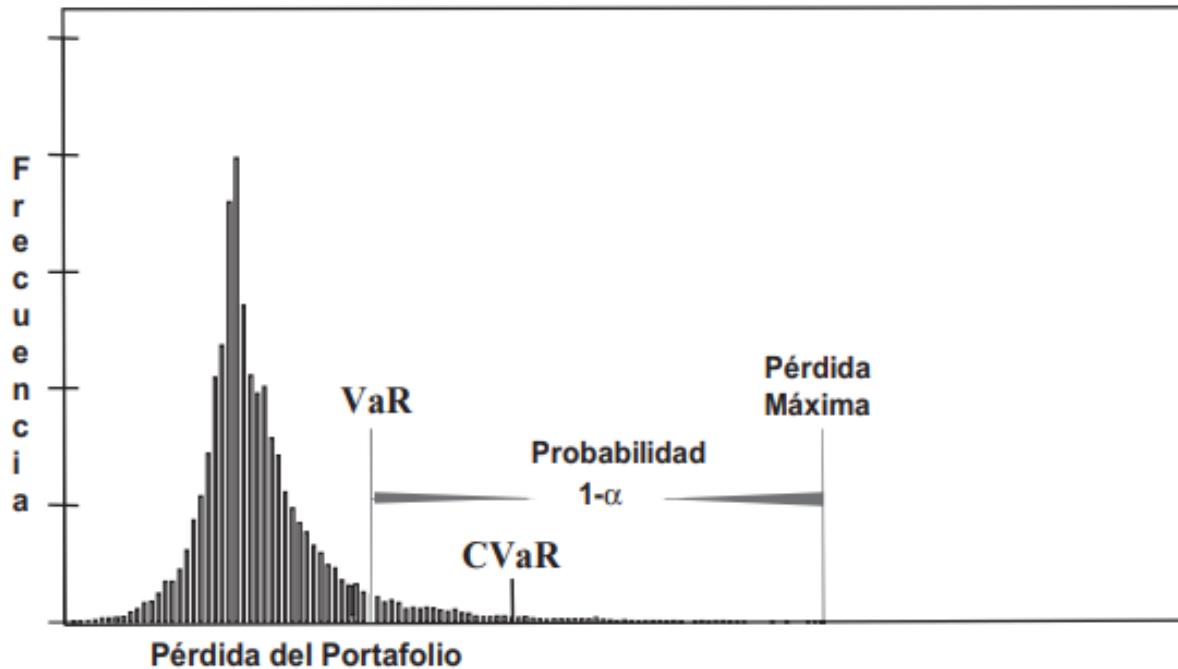


Figura 2. Valor en riesgo condicional - VaR

El CVaR cuantifica las pérdidas que exceden el VaR y actúa como una cota superior para el VaR, y representa de forma simple el riesgo, aplicable a distribuciones de pérdidas no simétricas, tiene en cuenta los riesgos más allá del VaR y es convexa.

Riesgo de Mercado

La Medida del CVaR

Si se define el VaR como $-q$, entonces formalmente, el CVAR es el negativo de

$$E[X|X < q] = \frac{\int_{-\infty}^q xf(x)dx}{\int_{-\infty}^q f(x)dx}$$

El denominador representa la probabilidad de que la pérdida supere el VAR, que es $p = 1 - c$.

Esta razón también se conoce como *expected shortfall*, esperanza condicional de una cola, pérdida condicionada o pérdida de cola esperada.

Riesgo de Mercado

La Medida del CVaR

Mientras que el VaR representa una pérdida máxima asociada con una probabilidad y un horizonte de tiempo definidos, el CVaR es la pérdida esperada si se cruza ese umbral del peor de los casos (pérdida máxima). En otras palabras, el CVaR cuantifica las pérdidas esperadas que ocurren más allá del punto de ruptura del VaR.

Además, el **CVaR es una medida coherente de riesgo**, ya que satisface la invarianza translacional, la homogeneidad positiva, la monotonía, y lo que se considera mucho más importante, satisface la subaditividad.

Riesgo de Mercado

La Medida del CVaR

Considerando la popularidad del VaR y el hecho que los reguladores exigen que las instituciones financieras administran sus riesgos de mercado con el VaR, en realidad se realiza un modelo combinado VaR-CVaR, que permite satisfacer los requerimientos regulatorios y a la vez tener una visión cuantitativa y sistemática del comportamiento dinámico de las potenciales pérdidas extremas.

Riesgo de Mercado

La Medida del CVaR

Al final, la esencia de la cuantificación debe estar en la generación de decisiones óptimas de los objetivos del inversionista en cuanto a la combinación riesgo-rendimiento.

Finalmente, el Var y el CVaR son complementos para la cuantificación del riesgo de mercado, y que deben utilizarse en conjunto con otros métodos en la búsqueda permanente por optimizar las decisiones de inversión.

Administración actuarial de riesgos financieros

Dr. Francisco García Castillo