# La danza de los cisnes “blancos” y el cálculo de VaR

Dr. Ricardo A. Tagliafichi[1]

## RESUMEN

Este artículo es una respuesta a Nassim Nicholas Taleb que, con la presentación de “El Cisne Negro”, pretende denostar con justa razón las técnicas del cálculo de VaR que se usan en la actualidad, pero sin considerar posibles ajustes que una matemática más compleja y no lineal podría aportar a esta herramienta.

Decir que nada es predecible es una solución simplista del problema. Decir que como no se conocen todos los resultados posibles y se desconoce la posible aparición de un cisne negro, porque éste nunca ha aparecido, este cálculo de predicción es un GFI (Gran fraude Intelectual), es no diferenciar entre predicción, riesgo posible, y horizonte de predicción. Si esto fuese así las compañías de seguro estarían todas en quiebra.

No es mi objetivo desechar todo lo que El Cisne Negro expone, dado que no propone nada específico, sólo que mi idea es sacar las cosas buenas que expone y proponer una solución a lo que se manifiesta como “que no tiene solución”.

## ABSTRACT

This paper tries to answer the ideas presented by Professor Nicholas Taleb in the book “The Black Swan”. He devalues the use of VaR because he considers, with reason, that the estimation of VaR is based on the use of Normal distributions. He doesn’t consider that a new model with more complex mathematical tools with non linear models will produce better results.

To say “nothing is predictable” is a light solution to the problem of VaR estimation. We cannot say “if we don’t know all the possible outcomes, and don’t know the probably appearance of a Black Swan, we cannot estimate VaR” because we don’t differentiate between forecast, probability, and time horizon. If this assertion is true all the insurance companies were in bankruptcy.

It’s not my objective to reject all the concepts that The Black Swan exposes. The idea is to offer a solution with new techniques that solve the problem that Taleb says “doesn’t have a solution”.

***JEL CLASSIFICATION: G12***

***Keywords:*** volatility, black swan, normal distributions, non-lineal models.

1. Actuario de la Universidad Nacional de Buenos Aires. Profesor de Valuación de Activos Financieros de la Escuela de Negocios de la Universidad de Palermo. E-mail: rtagliafichi@itcom.com.ar

## I. Introducción

El código de Hammurabi, 2500 AC, establecía en los artículos 196 al 200 qué medidas debían adoptarse en el caso de la aparición de sucesos poco probables, como las inundaciones o las sequías.

Más cercano a nuestros días, los mayas desarrollaron, en 1000 AC, a partir del movimiento de los astros, toda una técnica para predecir épocas con buena cosecha y viceversa.

Tales de Mileto (650 AC) estudioso de los movimientos astrales, pronosticó un verano con calor y humedad razón por la cual la cosecha de aceitunas sería excelente. Alquiló todas las prensas de la isla de manera que pudo procesar toda la producción ganando mucho dinero, mas que lo que él obtenía con sus clases como profesor.

En el primer caso, el código de Hammurabi, los que corren el riesgo son los prestamistas o los que financian a los campesinos dado que le dan al agricultor un dinero para que siembren. Si se produce el evento no deseado, sequía o inundación, se deben perdonar los intereses (algo parecido al cumplimiento de la ley que declara a una zona rural zona de desastre cuando ocurren estos fenómenos meteorológicos). En este caso habría que hacer un cálculo de cuál es la probabilidad de ocurrencia de estos sucesos de la naturaleza.

En los casos siguientes se hace una inversión, en semillas y alquiler, esperando un resultado que será bueno si la predicción ha sido correcta. En esta esperanza de obtener un buen resultado a partir de la predicción realizada, solo falta el cálculo de cual es la probabilidad que no ocurra el suceso esperado.

Como se ha podido apreciar, las inversiones siempre están ligadas al riesgo de ocurrencia o no de ciertos eventos o sucesos esperados. En definitiva, estas operaciones pueden ser definidas como operaciones de futuro porque el cumplimiento de las mismas está sujeto a la ocurrencia de un evento. La operación de futuro por excelencia que realizamos más a menudo es la toma de cobertura de riesgo por nuestros activos, por nuestra vida, por accidentes, por cobertura de salud, etc.

Pagamos una prima para cubrir un evento y este contrato bilateral tiene por otra parte alguien que esta dispuesto a soportar el riesgo. Esta otra parte ha hecho sus cálculos de probabilidades de manera tal que lo que está cobrando por brindar esta cobertura, supere a los eventos que esta pagando por los siniestros producidos. Si los cálculos actuariales de las empresas de seguros fuesen, como dice el Profesor Taleb, un GFI (Gran Fraude Intelectual), esas estarían en quiebra porque su relación primas cobradas menos siniestros pagados sería negativa. Es importante aclarar, frente al caso AIG, qué es lo que está pasando en el mundo de los seguros. Dada la competencia feroz entre las distintas empresas de seguros, para obtener una mejor penetración en el mercado se ha decidido rebajar el valor de las primas haciendo que la relación primas – siniestros tienda a ser nula y los gastos operativos del negocio sean soportados por los beneficios financieros de las inversiones de las reservas técnicas y matemáticas que, como veremos en la segunda parte, por la necesidad de obtener buenos resultados financieros catapultó a la empresas a realizar inversiones de alto riesgo.

Así como las empresas de seguros hacen sus cálculos de probabilidades para estimar los riesgos que asumen cuando suscriben una póliza o contrato, y realizan las reservas matemáticas, por los seguros de personas, y las reservas técnicas por los riesgos patrimoniales en curso, de la misma manera habrá que hacer una reserva por los riesgos de las inversiones financieras a partir de un cálculo de riesgo de las inversiones.

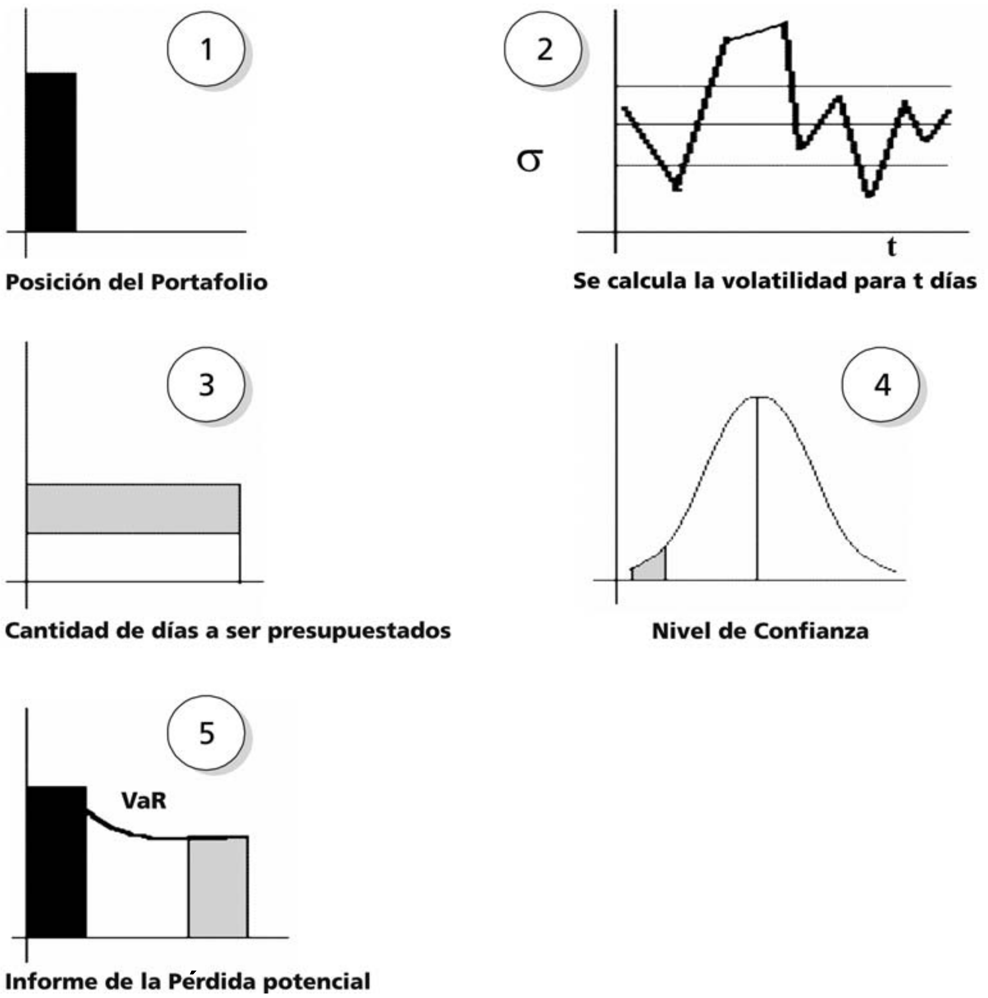
El documento se estructura de la siguiente manera: en la segunda sección comenzaré por describir qué riesgos se cubren en el cálculo de VaR y haré un detalle de las metodologías existentes. En la tercera sección analizaré la vocación al riesgo de los inversores, el comportamiento como manada y la ambición desmedida que no deja ver el riesgo. En la cuarta sección haré un análisis de los modelos que quedan caducos por el comportamiento del mercado de capitales. En la quinta parte me dedicaré al desarrollo de mejores técnicas de VaR y finalmente presentaré las conclusiones.

## II. Cálculo de Valor al Riesgo (VaR)

¿Qué calcula VaR en la administración de portafolios?

VaR predice el monto que se puede perder en un próximo periodo de tiempo preestablecido con una probabilidad determinada

En el siguiente esquema, se presentan los pasos para calcular el VaR:



## La presencia de la distribución normal y las observaciones estáticas

En todos estos cálculos de probabilidades está la presencia de una gran deformación, sobre todo cuando se quieren relacionar hechos económicos, que es la distribución normal de probabilidades o campana de Gauss.

El teorema central del límite o teorema del límite central, dice que cuando uno analiza muchos datos homogéneos estos se distribuyen normalmente, sobre todo si la aparición de dichos datos no están relacionados entre si.

No tengo forma de demostrar que esto sí es un GFI, lo cierto es que en mi profesión todas las series económicas que analicé no respondían a una distribución normal de probabilidades. Un test muy sencillo como el de Jarque Bera sirve para corroborar lo expresado. Este test asegura la presencia de normalidad en las series de datos analizadas relacionando dos medidas de las observaciones como son la asimetría y la curtosis. Recordemos que la distribución normal de probabilidades, la famosa curva de la campana, dibujada en los billetes de 10 marcos alemanes en honor de Karl Friedrich Gauss[2], es simétrica y meso cúrtica o sea con asimetría y curtosis iguales a cero[3]. El test de Jarque Bera relaciona estos dos datos de la siguiente forma:

$$JB = \frac{n-2}{6}\left(A^2 + \frac{K^2}{4}\right)$$

A partir de este coeficiente *JB* se realiza un test de hipótesis para aceptar si los datos analizados tienen distribución normal de la siguiente forma:

Ho: (hipótesis que se desea probar) Los datos tienen distribución normal

H1: (hipótesis contraria) Los datos analizados no tienen distribución normal

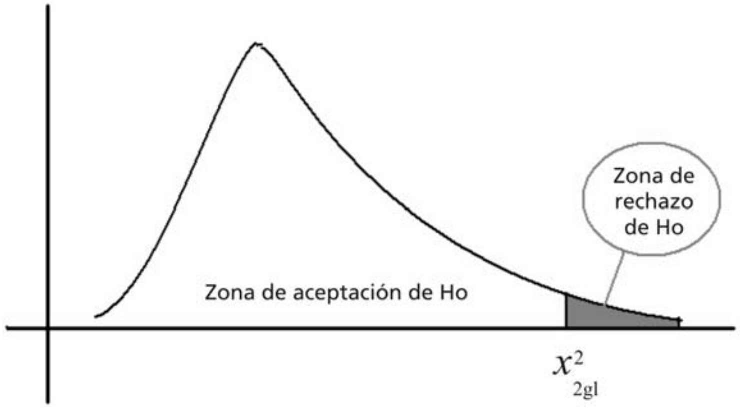
Test: $JB \cong \chi^2_{2gl}$

Analicemos sin mucho esfuerzo los retornos de cualquier activo financiero o de variaciones de cualquier serie de los valores de tasas de interés y calculemos el coeficiente JB. Si estos valores son mayores a 5, con un 95% de certeza podemos afirmar que rechazamos la presencia de distribución normal de probabilidad.

---

2. 


3. Asimetría= $A = \frac{1}{n}\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - m)^3}{\sigma^3}$ ; Curtosis = $K = \frac{1}{n}\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - m)^4}{\sigma^4} - 3$




Algunos ejemplos están en la tabla que sigue:

**Tabla 1:** Test de Jarque Bera para series conocidas

| Medidas | Badlar 27/08/05 28/08/08 | TS 05/02/09 20/02/09 | U$S/€ 18/08/06 15/08/06 | Dowj 01/03/07 29/04/09 | Merval 05/02/09 20/02/09 | WTI 07/01/02 10/04/09 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Media** | 0,02677 | -0,1392 | 0,0267 | -0.077 | -0,1355 | 0.0438 |
| **Volatilidad** | 0,46672 | 3,2067 | 0,4667 | 1.904 | 2,3306 | 2.5859 |
| **Asimetría** | -0,26906 | -0,4815 | -0,269 | 0.137 | -0,7958 | -0.1642 |
| **Curtosis** | 1,04806 | 4,4059 | 1,0481 | 5.337 | 5,8524 | 4.7341 |
| **J. Bera** | 31,0453 | 7838,25 | 31,045 | 641.29 | 24395 | 1773.4 |

El test no gaussiano de Kolmogorov Smirnov rechaza también la existencia de normalidad en las series económicas abriendo paso a la posibilidad de estudiar otras distribuciones que contemplen sucesos extremos llamadas de colas gruesas, o pesadas, o de colas estiradas para ser más gráficos.

Estas distribuciones son independientes del tiempo o del orden que los datos tienen en el análisis. Aquí vale la pena hacer una distinción entre los datos tomados como una serie de tiempo (ordenados de acuerdo a su aparición) y los datos tomados sin identificación de fecha (vale lo mismo el de hace un año que el de ayer como el de hace dos años). La primer objeción que me va a hacer un inversor es *"a mi que me importa que pasó hace dos años, me interesa el pasado reciente, la última semana, o a lo sumo el último mes"*

## La presencia del pasado reciente

Es aquí en este punto donde el análisis de las series cronológicas abre un campo importante en el cálculo de VaR. Hasta el momento todo fue muy simple. Tomemos un período de datos, metámoslos en una bolsa, mezclemos bien y con la media y la dispersión, aplicando el teorema del límite central con la distribución normal podemos determinar la máxima pérdida posible. Esto es lo que se hace en la mayoría de los casos y es lo que le permite al Profesor Taleb decir fríamente que el cálculo de VaR no existe.

¿Por qué no se puede aplicar el teorema central del límite? La respuesta es sencilla. Los datos observados en las series económicas no son independientes. La teoría del random walk no se pude aplicar a las series financieras. A esta conclusión se puede llegar aplicando lo conocimientos de la estadística tradicional o bien aplicando modelos fractales tal como el coeficiente de Hurst, que permite ajustar la regla de $t^{½}$ por $t^{H}$ siendo H el coeficiente fractal mencionado[4].

Las variaciones de precios de los activos financieros como así también las variaciones de las tasas nominales de interés, están relacionadas entre sí y que no constituyen un camino al azar, es un tema que tiene origen en los años 70 y que se ha profundizado con la crisis de la segunda mitad de los 80, dando paso al desarrollo de nuevos modelos para el cálculo de la volatilidad.

## Risk metrics y los emuladores

Cuando a principios de los 90 JP Morgan introduce el uso de Risk Metrics para los cálculos de VaR produce un gran avance en la materia. Recordemos cómo definimos el cálculo de VaR y cómo se calcula.

Como se puede apreciar la volatilidad es el núcleo de este cálculo y es por eso que el modelo de JP Morgan viene a llenar un vacío muy importante en esta estimación de riesgo. El avance está en que para Risk Metrics la volatilidad es considerada como una volatilidad condicionada por las 74 o 151 observaciones pasadas. Su modelo de calculo EWMA (Exponential Weighted Moving Average) no hace más que ponderar las volatilidades pasadas mediante un decaimiento exponencial de manera tal que la volatilidad de ayer tiene más peso que la de 74 días atrás. El modelo calcula la volatilidad para el momento t de la siguiente forma:

$$\sigma_t^2 = (1-\lambda)\sum_{i=1}^{k}(\sigma_{t-i}^2)\,\lambda^{i}$$

Para valores de k = 74, $\lambda$ toma el valor de 0.96, y estos coeficientes se aplican para el cálculo de la volatilidad de acciones y monedas, mientras que si k = 151 entonces $\lambda$ = 0.94 y se aplica al cálculo de las tenencias de bonos.

Este cálculo pasó a llamarse en JP Morgan como el informe 415 porque se emitía a las 15 minutos después de cerradas las operaciones del mercado y daba la posición de riesgo de la empresa para el día siguiente.

Entonces el horizonte fijado era para un sólo día. Funcionó muy bien durante los 90 y con este modelo se había conseguido superar el problema del cálculo de la volatilidad

4. Edgar Peters Caos and Order in Capital Markets John Willey and Sons 1997 New York.

haciendo que la misma fuese dependiente de los datos pasados, pero cuando se calculaba el VaR el coeficiente que se utilizaba era el de la distribución normal de probabilidades. Avanzamos un poco pero no tanto.

Otra de la criticas que se podía formular al modelo era el uso de un sólo coeficiente para todas las monedas y acciones ($\lambda$ = 0.94) dado que cada uno de los activos tenía componentes distintos, como veremos más adelante.

El éxito de este modelo de cálculo dio lugar a algunos emuladores y desarrollos parecidos, pero no salieron de la aplicación de la distribución normal de probabilidades y de una simplificación producida por la unificación de los valores del coeficiente lambda.

## Los modelos no lineales y su complejidad

La solución a este problema no es simple. El comportamiento del mercado debido a la gran cantidad de información y la rapidez con que se recibe la misma ha producido grandes cambios en el comportamiento de las series de datos tratados como tal.

El caballero muy simpático Robert Engle, como lo define Taleb en su libro, y su colega Tim Bollerslev, de quien se han olvidado tanto el Profesor Taleb como los integrantes de la Academia de Estocolmo, han hecho un gran aporte con la presentación de los modelos no lineales Garch (1,1) y las soluciones que se pueden plantear cuando se está en presencia de malas noticias tal como lo plantea en su artículo Engle y Ng. Es preciso recordar que el profesor Robert Engle ha recibido el premio Nobel de Economía por su aporte en el desarrollo de los modelos ARCH.

No puedo precisar cuál es la resistencia al uso regular de estos modelos. Bloomberg ha comenzado a incluir en sus cálculos el modelado de la volatilidad de los activos financieros aplicando estos modelos, pero aún nadie ha decidido usar en sus cálculos de VaR los modelos no lineales. Puede ser que no se entienda cuáles son los beneficios del mismo, lo cierto es que se sigue usando modelos que no toman la presencia de heterocedasticidad en las series de retornos, ni la autocorrelación entre los datos.

En el libro de Phillipe Jorion, uno de los iniciadores del cálculo de VaR, se expresaba que uno de los beneficios de Risk Metrics con respecto a los modelos no lineales Garch era que no hacía falta calcular tantos coeficientes por cada activo bajo análisis. Sólo con el valor de lambda se solucionaba el problema.

## Los pros y las contras del modelo Garch (1,1)

El modelo Garch (1,1) *Generalized Auto Regressive Conditioned Heterocedastic,* para su sigla en inglés, es un modelo para el cálculo de la volatilidad condicionada cuya fórmula es la siguiente:

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha\varepsilon_{t-1}^2 + \beta\sigma_{t-1}^2$$

Donde:

$\sigma^2_t$ es el cuadrado de la volatilidad calculada para el momento t.

$\varepsilon^2_t$ es el cuadrado del error en la estimación del retorno esperado para el período t-1.

$\sigma^2_{t-1}$ es el cuadrado de la volatilidad estimada para el periodo t-1

$\omega$, $\alpha$, $\beta$ son los coeficientes de la ecuación

Es cierto que por cada activo hay que calcular tres coeficientes, y si aceptamos EWMA con $\lambda$ = 0.94 este modelo tiende a un modelo Garch (1,1) con $\omega$ y $\alpha$ iguales a cero, y $\beta$ igual a 0.94

Si se observa el comportamiento de las variables de tipo de cambio para la década del 90 resulta obvio el comentario de Jorion. ¿Para qué calcular tres coeficientes si todas las series se comportan parecidas con valores cercanos a los mencionados en el párrafo anterior? En la tabla que sigue se muestran los resultados expuestos en el libro mencionado de Jorion, para retornos diarios tomados desde 1991 hasta 1999:

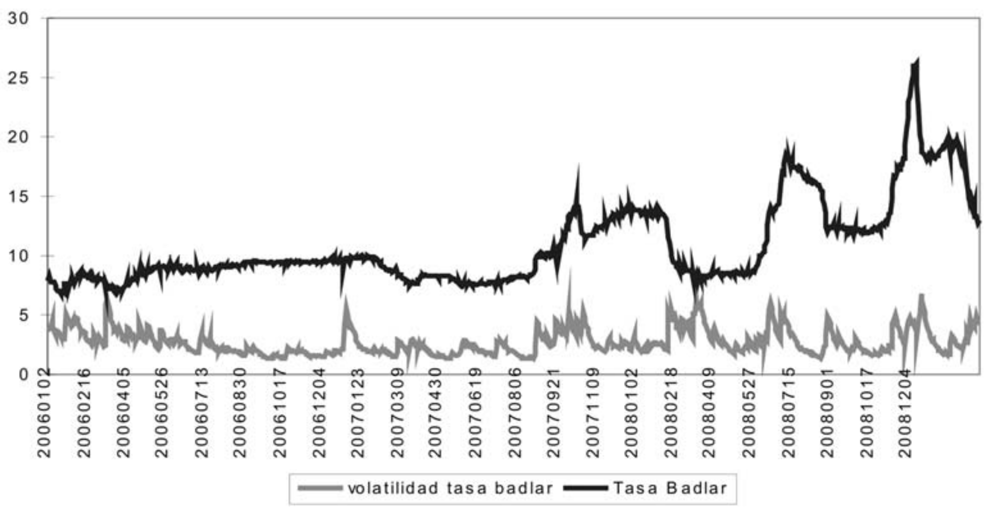
**Tabla 2:** Cálculo de los coeficientes $\omega$, $\alpha$, $\beta$

| Activo | U$S/BP | U$S/DM | U$S/BP | US stocks | US bonos |
|---|---|---|---|---|---|
| $\omega$ | 0.0029 | 0.0057 | 0.0104 | 0.0049 | 0.0014 |
| $\alpha$ | 0.0379 | 0.0398 | 0.0528 | 0.0485 | 0.0225 |
| $\beta$ | 0.9529 | 0.9475 | 0.9284 | 0.9459 | 0.9532 |

Lo que sucede es que a partir de este siglo el comportamiento de los mercados se volvió más complejo y más heterocedástico. ¿Qué significa esta palabrita? Ni más ni menos que pasamos de períodos de cierta tranquilidad a períodos de grandes cambios.

Veamos algunos ejemplos:

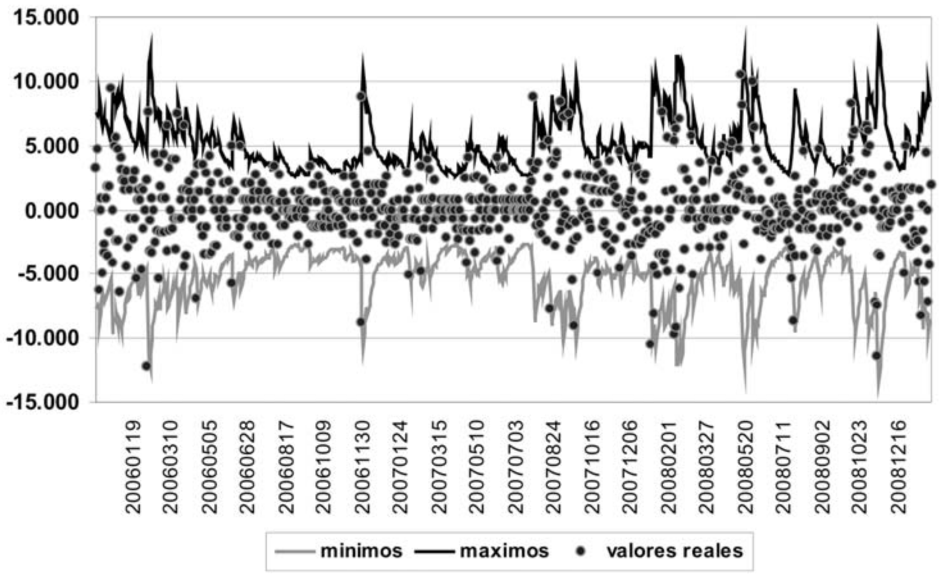
**Grafico 1:** Tasa Badlar y volatilidades diarias



Este es uno de los casos en los que se puede apreciar lo expresado anteriormente. Esta serie presenta alta curtosis (mayor que 0) y asimetría, además de lo expresado como periodos de baja volatilidad seguidos de periodos de alta volatilidad, esto independiente de los valores que toma la variable, lo que hace que se acepte la presencia de heterocedasticidad.

¿Cuál es la ventaja del cálculo de los modelos Garch (1,1)? La más importante es que se puede predecir el comportamiento de la volatilidad a partir de los valores de $\alpha$ y $\beta$ que representan las raíces de la ecuación y el cociente 1/{1- ($\alpha$+$\beta$ )} expresa en cuántos días un fuerte impacto en la serie desaparecerá hasta convertirse en una volatilidad tradicional. En los gráficos siguientes se puede apreciar como usando este modelo se puede llegar a una buena predicción en los próximos 30 días.

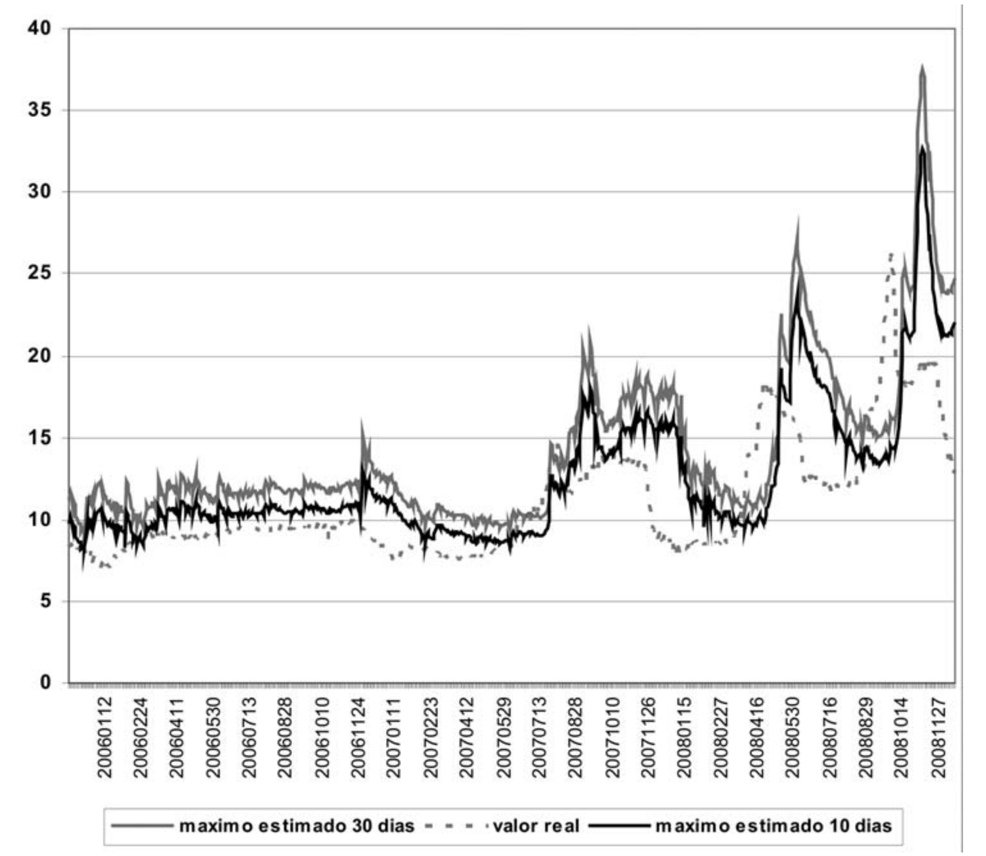
**Grafico 2:** Variaciones diarias de la Tasa Badlar. Límites máximos y mínimos




Es evidente que el modelo ha superado para este caso el back testing correspondiente, dado que para el periodo t+1 con un 99% de confianza no hay más de 3 datos que superen los límites establecidos. Por otra parte a partir de la volatilidad calculada para t + 10 días y t + 30 días, se estimó el precio máximo que podría tomar la tasa Badlar para dichos períodos. En el gráfico 3 se puede apreciar los valores máximos que podría tomar la tasa Badlar (líneas llenas) y el valor real alcanzado (línea de puntos)

Para el cálculo de la volatilidad para $\tau$ días, a partir del momento t, es un cálculo muy útil para modificar la formula de Black and Scholes. Dado que los retornos de los activos no son independientes y en consecuencia no se puede usar la regla de $\tau^{1/2}$, se puede usar la siguiente fórmula derivada del modelo Garch (1,1) y que fue la utilizada para la confección de las predicciones de los valores de la tasa Badlar expuesta en el gráfico 3.

**Grafico 3:** Evolución prevista de la tasa badlar con un horizonte de 10 y 30 días




La fórmula de la que hablamos es la siguiente:

$$\sigma_{t+\tau}^2 = \frac{\omega}{1-(\alpha+\beta)}\left\{(\tau-1)-\left[(\alpha+\beta)\frac{1-(\alpha+\beta)^{\tau-1}}{1-(\alpha+\beta)}\right]\right\}+\frac{1-(\alpha+\beta)^{\tau}}{1-(\alpha+\beta)}\sigma_t^2$$

El problema que tiene esta fórmula es cuando la persistencia del modelo $(\alpha+\beta)$ es mayor que 1, en este caso estaríamos en presencia de un modelo explosivo dado que la volatilidad crecería en forma exponencial. Otro de los problemas es que el modelo no identifica si la diferencia entre el valor esperado de la variable y el valor que se presenta en la realidad $(\varepsilon)$ es positiva o negativa dado que se lo toma al cuadrado, razón por la cual se lo denomina como un modelo simétrico.

Cuando los modelos de cálculo tienen una presencia fuerte de diferencias negativas, lo que Ng llama la presencia de las malas noticias, en consecuencia no se comportan como un modelo simétrico de cálculo de la volatilidad. En estos casos se puede recurrir a modelos asimétricos como el Egarch[5] y el Tarch[6] tratados convenientemente en la bibliografía mencionada.

## III. La ambición no deja ver los riesgos

Existe en el ser humano lo que se conoce como "aversión al riesgo" y también la "ambición desmedida" y por la "ambición desmedida" dejamos de ver ciertos indicios que de ser analizados convenientemente harían funcionar nuestro sentimiento de "aversión al riesgo".

De esta manera así como los bancos deben mantener un equilibrio entre las inversiones y los depósitos, las compañías administradoras de fondos de pensiones deben resguardar el valor de las jubilaciones futuras con sus inversiones y las compañías de seguros deben tener cubiertas con las inversiones financieras realizadas las reservas técnicas y matemáticas correspondientes, entonces para establecer un verdadero equilibrio el valor de las inversiones debe estar actualizado y libre de los riesgos de pérdidas producidas por las fluctuaciones de precios o default.

La renta fija tiene dos riesgos importantes que desde hace tiempo preocupan a aquellos que manejan gran volumen de inversiones y que se ha tratado de juntar para poder exponerlo en forma conjunta a los managers para la rápida toma de decisiones. Estos riesgos son los riesgos de mercado, cambio de valor en el precio de la inversión y el riesgo de crédito o riesgo de contraparte. En otras palabras, cuánto se puede perder por cambio en el precio y cuánto se puede perder si no se honra la obligación.

En cuanto al riesgo de mercado para renta fija, es primordial analizar el comportamiento de la tasa de interés, a los efectos de analizar las variaciones de la misma, que dependerá de la fluidez de fondos que exista para el mercado de inversiones en el que se está trabajando o la relación que exista con alguna tasa de interés de referencia a cuyo modelado he referido en el punto anterior.

El otro problema es el riesgo de crédito. Una primera solución es la que aportaron las calificadoras de riesgo, tanto para las obligaciones emitidas por los estados soberanos como por las empresas privadas, mixtas o estatales. La idea de tener una calificación por parte de alguien idóneo en la materia no hizo más que encender una luz de esperanza para los inversores, tanto para pequeños como para las entidades mencionadas más arriba.

Como lo que se quiere saber es que va a pasar y recordando aquello que dice "el futuro viene del pasado, pasando por el presente" aparecieron entonces las famosas matrices de transición, pomposo nombre para describir un proceso de Markov. Éste es el cálculo de probabilidades que dado un suceso hoy ocurra otro mañana y aplicado a la finanzas seria calcular cual es la probabilidad que alguien que está calificado hoy como BBB en un periodo dado pase a default.

---

5. El modelo Egarch (1,1) presenta la siguiente forma $\sigma_t^2 = \omega + \beta \log\left(\sigma_{t-1}^2\right) + \alpha \frac{|\varepsilon_{t-1}|}{\sigma_{t-1}} + \gamma \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}}$

6. El modelo Tarch (1,1) presenta la siguiente forma $\sigma_t^2 = \omega + \beta\sigma_{t-1}^2 + \alpha\,\varepsilon_{t-1}^2 + \gamma d_{t-1}\,\varepsilon_{t-1}^2$

donde $d_{t-1}$ toma el valor de 1 si $\varepsilon_{t-1}$ es negativo, y toma el valor de cero en cualquier otro caso

En la tabla siguiente se muestra una matriz de transición para la calificación de créditos de los activos de renta fija para un año de plazo. Esta matriz de transición muestra la probabilidad que una empresa que presenta una calificación inicial BBB (columna I) pase a otra calificación dentro de un año, por ejemplo pase a default. En este caso la tabla indica que la probabilidad de default es del 0.18%.

Imagínense a un ahorrista italiano, japonés o alemán en el 2001, sentado ante su asesor de inversiones éste le dice "Este bono emitido por la República Argentina está calificado como BBB y paga un interés del 15% anual en dólares y compare con el 5% que paga el Tesoro de los EEUU". La ambición dice que estamos en presencia del gran negocio. La aversión al riesgo mira una tabla que dice que alguien que está calificado BBB tiene una probabilidad del 0.18% de pasar a default aplicando las matrices de transición y con ello silencio a mi conciencia.

**Tabla 3:** Matriz de transición a un año de plazo

| Calificación Inicial | Calificación al fin de año (% de probabilidad de cambio) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **AAA** | **AA** | **A** | **BBB** | **BB** | **B** | **CCC** | **Def.** |
| AAA | 90.81 | 8.33 | 0.68 | 0.06 | 0.12 | 0 | 0 | 0 |
| AA | 0.70 | 90.65 | 7.79 | 0.64 | 0.06 | 0.14 | 0.02 | 0 |
| A | 0.09 | 2.27 | 91.05 | 5.52 | 0.74 | 0.26 | 0.01 | 0.06 |
| BBB | **0.02** | **0.33** | **5.95** | **86.93** | **5.30** | **1.17** | **0.12** | **0.18** |
| BB | 0.03 | 0.14 | 0.67 | 7.73 | 80.53 | 8.84 | 1.00 | 1.06 |
| B | 0 | 0.11 | 0.24 | 0.43 | 6.48 | 83.46 | 4.07 | 5.20 |
| CCC | 0 | 0 | 0.22 | 1.30 | 2.38 | 11.24 | 64.86 | 19.79 |

Pero "cuando la limosna es grande hasta el santo desconfía" la diferencia de tasas o el conocido riesgo país nos da una idea de la probabilidad de default que se puede llegar a producir.

Una idea trivial para tener en cuenta es que a medida que obtenemos una tasa de beneficio mayor que la ideal "tasa libre de riesgo" esta diferencia la llamamos "premio por invertir a riesgo"

Si este concepto se aplica para la administración de portafolios, por qué no refinamos un poco esta idea y la aplicamos a la renta fija aunque tengamos calificaciones de riesgo de las inversiones.

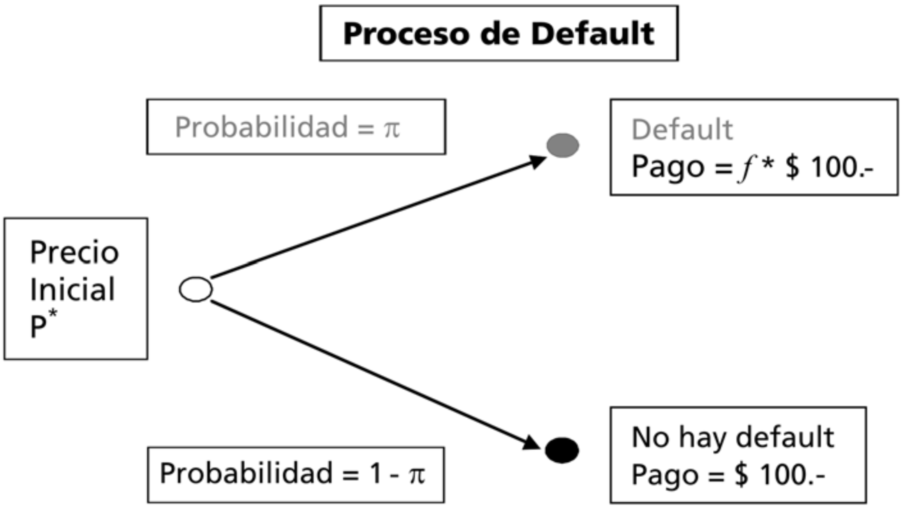
Dado que en el mercado existen inversiones de renta fija que no tienen calificación de riesgo tales como los créditos otorgados por hipotecas, prendas, préstamos personales, etc., el precio de dicho portafolio es el capital prestado equivalente al precio pagado por el flujo de fondos correspondiente, lo que dará una tasa de actualización que será la tasa interna de retorno TIR.

$$P = \sum_{t=1}^{n} \frac{FF_t}{(1+tir)^t}$$

Si aplicamos el mismo criterio a un portafolio de bonos el precio de compra será el capital invertido y también habrá una tasa TIR representativa del valor actual del flujo de fondos adquirido.

A partir de la existencia de una tasa TIR y aplicando los siguientes conceptos matemáticos se llega a la siguiente conclusión: La diferencia entre la tasa TIR y la tasa libre de riesgos o tasa de refugio de los inversores en un "fly to quality" será llamada prima de riesgo o premio por invertir a riesgo.

A partir del siguiente esquema de default podemos desarrollar las fórmulas que más abajo se detallan:




$$P^* = \frac{100}{(1+i^*)} = \left[\frac{100}{(1+i)}\right](1-\pi) + \left[\frac{f\,100}{(1+i)}\right]\pi$$

$$\frac{(1+i)}{(1+i^*)} = 1-\pi + f\pi$$

$$1-\frac{(1+i)}{(1+i^*)} = \pi - f\pi$$

$$\pi = \frac{(i^* - i)}{(1+i^*)(1-f)}$$

Donde:

$\pi$ es la probabilidad de default

***f*** es la tasa de recupero en caso de default

***i*** es la tasa de interés libre de riesgo TLR (fly to quality)
***i**** es la tasa de interés aplicada a la operación o TIR
***P*** es el precio de mercado
***VN*** es el Valor Nominal o flujo de fondos

Considerando múltiples periodos, compondremos tasas de interés y tasas de default sobre cada período. En otras palabras $\pi$ es ahora un promedio anual de tasa de default, suponiendo que la inversión es por *t* periodos resulta:

$$P^* = \frac{100}{(1+i^*)^t} = \left[\frac{100}{(1+i)^t}\right](1-\pi) + \left[\frac{f\,100}{(1+i)^t}\right]\pi$$

$$(1+i)^t = (1+i^*)^t \left\{(1-\pi)^t + f\left[1-(1-\pi)^t\right]\right\}$$

Reordenando los términos se puede escribir:

$$\frac{(1+i)^t}{(1+i^*)^t} = (1-\pi)^t + f - f(1-\pi)^t$$

$$\sqrt[t]{\left[\frac{(1+i)^t}{(1+i^*)^t} - f\right]\frac{1}{(1-f)}} = (1-\pi)$$

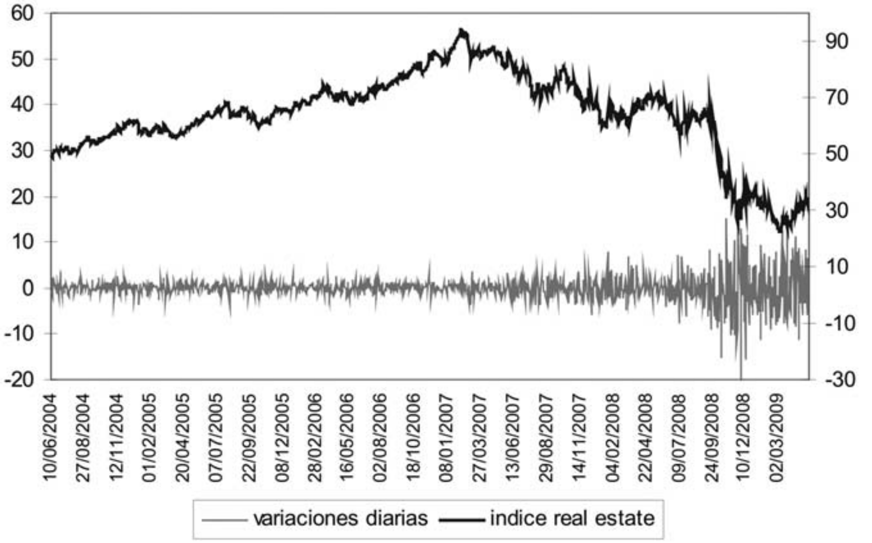
Cuando existe un default se recupera una proporción de la inversión ( $f$ ) y se pierde una proporción o porcentaje igual a $(1-f)$ que llamamos coeficiente de pérdida. El ratio entre el premio (PR) y el coeficiente de pérdida es la probabilidad de default.

Volvamos a nuestro cliente italiano, japonés o alemán que se quedó contento con su operación porque la consultora le dijo que un BBB tenía una probabilidad exigua de cometer un default. La realidad era la siguiente: el premio era PR = 0.15 – 0.05 = 0.10 y considerando que podría recuperar un 85% de lo que invertía en caso de default, tasa normal de recupero para default de países soberanos, la probabilidad de default entonces era de un 66%, muy lejos de lo que resultaba de la calificación de riesgo y la tabla de matrices de transición. Evidentemente no vio que la realidad era muy distinta. Un cálculo muy sencillo y real.

¿Quién se equivocó entonces? ¿La calificadora de riesgos o la matriz de transición? A la vista de los acontecimientos el ratio de probabilidad de default se acerca más a la realidad que el resultado de la aplicación de las calificadoras de riesgos y sus matrices de probabilidades. Y aquí cabe una pregunta ¿Alguien que paga un premio tan alto merece una calificación tan buena? ¿No se está calificando mal entonces?

Si lo que hoy llamamos activos tóxicos tenían relación directa con el boom de los precios de las propiedades en los Estados Unidos, nadie prestó atención a este gráfico antes de emitir una calificación de dichos activos:

**Gráfico 4:** Evolución del índice de precios de la propiedad en los EEUU




Simplemente con analizar la tendencia hubiese sido necesario cambiar las calificaciones de los activos securitizados con las hipotecas que ofrecían altas tasas de interés. Puedo imaginar el dialogo entre los directivos asustados por las pérdidas queriendo salir temprano del negocio y los operadores insistiendo en que si salían ellos eran los únicos tontos que no iban a ganar dinero.

En esta crisis de las hipotecas sub-prime no se analizó la probabilidad de default a partir de los premios cobrados a través de la tasa de interés. Y si se hizo ¿por qué no se hicieron las reservas a los efectos de hacer algún encaje para solventar el default?

Creo que ha llegado la hora de que en los balances se muestre la realidad: el valor actual de las inversiones y la reserva por el VaR de crédito y el VaR de mercado. Es muy lindo manifestar que “nosotros calculamos VaR” y mi respuesta es “Lo ponés en las orejas para lucirlo como un hermoso adorno o hacés reservas colaterales restringiendo la distribución de dividendos para cubrir algún colapso que se pueda presentar”.

Creo que se habló mucho de VaR, de modelos matemáticos, de programas sofisticados, de curvas de rendimiento, pero no se hizo nada para cubrir los malos efectos que vivimos en estos días. Evidentemente nos quedamos en los modelos obsoletos.

## IV. Los modelos obsoletos

Como catedrático de la Universidad de Buenos Aires y de Palermo, y habiendo enseñado estas nuevas técnicas a los alumnos, me quedo asombrado como aún seguimos pensando en la distribución normal y en la independencia de los retornos o las variaciones periódicas porcentuales.

O bien hay una alta falta de profesionalidad en la dirigencia para aceptar el uso de nuevas técnicas, o bien ahora sería el momento de tirar por la borda todo ese andamiaje obsoleto de cálculo y dedicarnos a resolver el problema en forma más profesional dado que la crisis ya explotó en nuestras manos.

Ha llegado el momento de despedir a los cálculos simples que no miden la realidad y hacerse una pregunta concreta. Si no se va a calibrar un modelo de VaR que sea creíble, que muestra la realidad, que responda a las exigencias de un back testing severo y que analice las máximas pérdidas posibles comparando las mismas en ciertos escenarios de stress, entonces mejor será no hacer nada.

Pensar que "con este modelo de VaR estoy dentro de las normas y no tengo que dar explicaciones" cuando se sabe que la situación en un mes puede ser caótica es vivir el día a día sin planificación.

A que le debemos decir adiós definitivamente:

- A la distribución normal
- Al Random walk
- A la independencia de los retornos
- A la regla de $t^{½}$

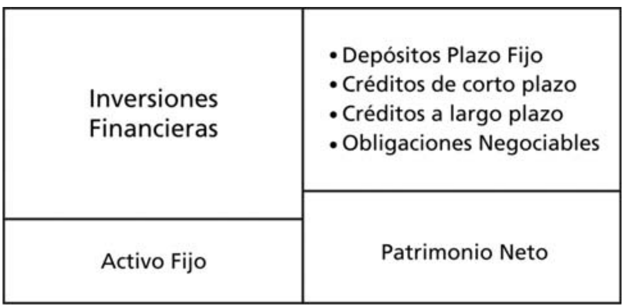
## V. El nuevo VaR

Le debemos dar la bienvenida a ciertos conceptos matemáticos y a ciertas políticas que afectan a los resultados y a la distribución de dividendos como la formación de reservas para hacer frente a los malos resultados que se pueden presentar.

VaR es la máxima pérdida posible en un horizonte dado con una probabilidad determinada. Esto aplicado un manual de normas es considerar la pérdida que puede producirse en los próximos 30 días, con un 1% de probabilidad de ocurrencia. Esta pérdida debe ser reservada, quitada de los beneficios a distribuir y preservada, como se dice ahora en un fondo anticíclico, para mitigar los efectos de las pérdidas eventuales.

### La composición de Activos y Pasivos de una entidad financiera

A partir de este modelo trivial lo que se trata de analizar en el caso de VaR es tratar de darle a los activos una real valorización de los mismos de manera tal que la realización de las inversiones financieras alcance para cubrir el pago de las obligaciones contraídas. En este caso la estimación de VaR sirve para realizar una reserva sobre las pérdidas que pueden llegar a producirse en el caso de ocurrencia de los hechos pronosticados.



Se deben hacer dos cálculos de VaR unificados en un mismo horizonte de 30 días. El VaR de Mercado que corresponde al cálculo de las pérdidas producidas por efecto de las variaciones del valor de las inversiones debido a la variación de los precios del mercado y el VaR de crédito que corresponde a las pérdidas producidas por efecto de la incobrabilidad de las inversiones realizadas.

VaR, además de medir la máxima pérdida posible, sirve como termómetro de los negocios. Si este va aumentando de en cada una de las observaciones, evidentemente algo hay que cambiar. VaR debe tener una lectura día a día y activo por activo sin correlacionar. Si la regla de $t^{½}$ no se debe usar porque la volatilidad no es estable, tampoco serán estables las covarianzas y en consecuencia las correlaciones entre los activos.

## El modelo y el back testing

La selección del modelo debe adecuarse al tipo de negocio que se analiza, en el mercado en que se desarrolla el mismo, y cómo supera las pruebas de back testing y stress testing.

Darle la bienvenida a:

a. Los modelos no lineales para el cálculo de la volatilidad
b. Los modelos fractales para el cálculo del coeficiente H
c. La aplicación de las distribuciones de colas pesadas tales como la distribución logística y la de valores extremos
d. El uso de un modelo de VaR que analice activo por activo desechando la correlación entre los mismos para determinar cuál es el que provoca el alto riesgo
e. La periodicidad del cálculo y el análisis de su variación como índice de alerta

Las empresas multinacionales quieren tener un VaR consolidado en un solo modelo. Los entes de control de cada país también desean tener un VaR consolidado de las entidades que sobrevivan para tener elementos de comparación. Es mas lógico esto último que lo que pretenden las multinacionales. Los negocios realizados en un mismo país están afectados por los mismos riesgos macroeconómicos, mientras que un mismo tipo de inversión no puede ser medida de la misma manera en Japón que en los Estados Unidos. Un japonés gasta si tiene el dinero, un estadounidense gasta sólo si tiene una tarjeta de crédito autorizada y en cuotas.

No es descabellado pensar que en este caso debo atender a dos dioses y a mi sentido común. Un cálculo de VaR para mi casa matriz, un cálculo de VaR para el ente supervisor y un cálculo de VaR que impida que la operación que se está dirigiendo colapse.

## VI. Conclusiones

Las conclusiones a las que se llega después de los hechos y haciendo un paneo sobre cómo se calculó, cómo se utilizó y qué se hizo con el cálculo de VaR, son las siguientes:

- Un mal cálculo de VaR que proporcionaba valores poco serios y, no obstante ello, mostrar alertas de futuros problemas fue desechado por los directivos. Esto fue como consecuencia que a partir del cálculo hecho con técnicas obsoletas convirtió a VaR en un número no creíble.

- Las variables macroeconómicas no fueron recogidas por las calificadoras de riesgo, ni en la Argentina en 2001, ni en EEUU con el caso Madoff, ni tampoco con las variaciones del precio de las propiedades con la calificación de los activos tóxicos.
- Se confundió el largo plazo con el corto plazo y no se siguieron las evoluciones diarias de los riesgos, razón por la cual el problema de la crisis se convirtió en una bola de nieve, dado que no se lo detuvo a tiempo, como algunos sí hicieron. Aquellos que salieron del negocio a tiempo hoy están de pie.
- Ante la falta de conocimiento y la forma de aplicación, se siguieron utilizando los viejos modelos y despreciando a las nuevas técnicas, hasta se podría decir burlándose de las mismas.
- El hecho de unificar y consolidar todos los riesgos en un solo modelo, es no diferenciar a los mercados y no tener una idea cabal de cuál es el riesgo al cual se está expuesto en cada lugar.

Con todo lo expresado es lógico que se diga que VaR no sirve para nada. En consecuencia habrá que hacer lo siguiente para tener una medida del riesgo:

- Verificar las calificaciones de los activos y calibrar el riesgo en función del exceso de retorno como una medida de validación.
- Usar modelos más adecuados que produzcan un VaR creíble.
- Vigilar la evolución de VaR como un número total y analizar que activos tienen el mayor riesgo.
- Hacer las reservas correspondientes en otras inversiones que no sean las mismas que las del portafolio analizado
- Tener un panorama macro adecuado del lugar donde se están realizando las inversiones

## Referencias

Bollerslev T., 1986, Generalized autoregressive conditional heterocedasticiy, *Journal of Econometrics* 31, 307-327.

Basel Committee on Banking Supervision, 2001, The New Basel Capital Accord, *Bank for International Settlement.*

Cruz Marcelo G., 2002, Modeling measuring and hedging operational risk, *John Wiley and Sons.*

Duffie Darrell, Jun Pan, 1997, An Overview of Value at Risk, *The Journal of Derivatives,* Spring 1997.

Embretchs Paul, Kluppelberg Claudia, Mikosch Thomas, 1997 Modeling Extremely Events for insurance and finance, *Springer.*

Engle, Robert F., 1982 Autoregressive conditional heterocedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation, *Econometric* 50, 987-1007.

Engle, R., y T. Bollerslev, 1986, modeling persistence of conditional variances, *Econometric Review* 5, 1-50.

Engle, R., y Victor K. Ng, , 1993, Measuring and testing the impact of News an Volatility, *The Journal of Finance* Vol. XLVIII, Nro. 5.

Glosten, Lawrence, Ravi Jaganathan, and David Runkle, 1993, On the relationship between then expected value of the volatility of the nominal excess return on stocks, *The Journal of Finance* Vol. XLVIII, Nro. 5.

Greene, William H., 1997, Econometric Analysis, *Prentice Hall*, New Jersey.

Nelson, D., 1990, Conditional heterocedasticity in asset returns: A new approach, *Econometrica* 59, 347-370.

Taleb Nasim, 2008, El Cisne Negro o el impacto de lo altamente improbable, *Editorial Paidos.*

Tagliafichi Ricardo A., 2001, The Garch model and their application to the VaR, *XXXI International Astin Colloquium,* Washington 2001.

Tagliafichi Ricardo A. 2003, The estimation of Market VaR using Garch models and a heavy tail distributions, *Astin Berlin 2003.*

Tagliafichi Ricardo A. 2006, The implied volatility announces the behavior of the market risk, *ICA Paris 2006.*

Tsay Ruey S. 2002, Analysis of Financial Time Series, *John Wiley and Sons.*

Zakoian Jean-Michel, 1992, Threshold Heterocedasticiy models, *Journal of Economic Dynamics and Control* Nro 18