

# Determinación del requerimiento de capital por riesgo operacional

## Metodología “Value at Risk”\*

• PABLO OTERO - OMAR VENERIO\*\*

Universidad de la República

### RESUMEN

El presente artículo tiene como cometidos, ubicar y exponer las implicancias del riesgo operacional en las entidades financieras.

En este sentido se presentan las diferentes metodologías y el herramental más adecuado para su determinación. Se apunta a un enfoque descriptivo y crítico, con una aplicación práctica concreta a nuestra realidad a efectos de materializar los conceptos teóricos vertidos.

En primer lugar, se trata de introducir al lector en la determinación de requerimiento de capital por riesgo operacional. Posteriormente, se desarrolla el “Value at Risk” que pretende servir de base para el lector porque se utilizará esta medida para profundizar el análisis en una sección siguiente; para luego ubicarnos en el tema central del trabajo que se titula: “Metodología de Medición Avanzada del Riesgo Operacional”.

Como segundo cometido, se plantea una aplicación práctica para nuestro país a partir del cálculo del requerimiento de capital por riesgo operacional en el sistema, utilizando el Método del Indicador Básico y el Método propuesto por los autores.

Por todo lo expuesto, dos son los objetivos principales del trabajo. Por un lado, proporcionar un marco analítico formal del riesgo operacional; y por otra parte, dejar planteados cálculos del requerimiento de capital por este riesgo que podrían ser abordados en un futuro próximo en nuestro país.

**Palabras clave:** Riesgo Operacional, Value at Risk, Metodología de Medición Avanzada, Extreme Value Theory.

### ABSTRACT

*This paper is committed to locate and expose the implications of operational risk in financial institutions. In this article we present the different methodologies and tools most appropriate for their determination. Points to a critical and descriptive approach, with an application to our financial system to realize the theoretical discharge.*

*First is to introduce the reader in determining the capital requirement for operational risk. Subsequently developed the “Value at Risk”, which aims to provide a basis for the reader because this measure will be used for further analysis in a following section, and then locate the focus of the work which is entitled “Advanced Measurement Methodology Operational Risk”.*

*As a second task, there is a practical application for our country from the calculation of capital requirement for operational risk in the financial system, using the Basic Indicator Approach and the method proposed by the authors.*

*For all these reasons, there are two main objectives of the paper. On the one hand, provide a formal analytical framework of operational risk and on the other hand, allow calculations of the order raised by the risk capital that could be addressed in the near future in our country.*

**Keywords:** Operational Risk, Value at Risk, Advanced Measurement Approach, Extreme Value Theory.

## I. INTRODUCCIÓN

La Real Academia Española define al riesgo como “contingencia o proximidad de un daño”. Se trata de una situación que puede concretarse o no que potencialmente puede generar pérdidas. En finanzas, el riesgo se asocia con la variabilidad de los retornos en torno a su valor esperado. En mercados financieros el riesgo se mide por la dispersión de resultados debido a movimientos no esperados en las variables. Por tanto, desvíos positivos tienen la misma significación que desvíos negativos en términos de riesgo.

En una primera aproximación, el subrogante cuantitativo del riesgo es la volatilidad, medida por ejemplo, por el desvío estándar.

Los riesgos constituyen un factor clave para que una empresa pueda mantenerse en el tiempo y crear valor para sus accionistas.

En cuanto a la evolución de los avances en las técnicas de medición del riesgo, la primera aproximación al riesgo fue a mediados del Siglo XX, cuando Harry Markowitz<sup>1</sup> propuso a la varianza como subrogante cuantitativo del riesgo asociado al retorno de un activo; y para el caso de un portafolio de  $n$  activos consideraba a la covarianza entre todos los pares de  $n$  activos.

La idea de Markowitz requiere trabajar con una distribución de los retornos normal<sup>2</sup> que podría estar subestimando el riesgo.

El segundo gran avance fue el realizado por Fisher

\* El presente artículo es una síntesis del trabajo monográfico elaborado para la obtención del título de Posgrado de Especialización en Finanzas otorgado por la Universidad de la República. El mismo se encuentra a disposición de quien quiera profundizar en su contenido contactándose vía mail a: potero@bcu.gub.uy o ovenerio@bcu.gub.uy.

Se deja constancia que los conceptos, comentarios y conclusiones vertidos en el trabajo son estricta responsabilidad de los autores, no comprometiendo, la opinión institucional del Banco Central del Uruguay. Director de Tesis: Prof. Ec. Alejandro Pena

\*\* Autores del Trabajo: Cr. Pablo Otero, Analista de la Unidad de Riesgo de Mercado y Liquidez de la Superintendencia de Servicios Financieros del Banco Central del Uruguay y Docente de la Universidad de la República; y Cr. Ec. Omar Venerio, Analista de la Unidad de Información y Análisis Financiero de la Superintendencia de Servicios Financieros del Banco Central del Uruguay y Docente de la Universidad Católica del Uruguay.

Black, Robert Merton y Myron Scholes<sup>3</sup> en la década del 70. Dichos autores desarrollaron un modelo de valoración de opciones sobre acciones, que ha tenido una gran influencia en la forma en que participantes de los mercados fijan precios.

Por último, en la década del 90 se desarrolla una medida del riesgo llamada *Value at Risk* -en adelante, VaR-. El manejo o la administración del riesgo consisten en identificar, medir y controlar el riesgo.

Para poder cubrir una cartera, se necesita saber cuál es el margen que se tiene antes de incurrir en pérdidas. El VaR pretende proporcionar esta medida en un contexto en el que no sólo importa cumplir con las normas, sino también explotar las oportunidades que origina el riesgo.

Esta última medida se recoge y se adapta para el caso del riesgo de crédito considerando la cartera de préstamos como un portafolio.

En cuanto al riesgo operacional, también se ha considerado la aplicación de la metodología VaR a partir de la distribución agregada de pérdidas. Debido a la importancia de analizar los valores extremos, como forma de mejorar dicha medida se utiliza la “*Extreme Value Theory*”.

## II. DETERMINACIÓN DEL REQUERIMIENTO DE CAPITAL POR RIESGO OPERACIONAL

### 1. INTRODUCCIÓN

La inclusión del riesgo operacional en el Nuevo Acuerdo de Basilea<sup>4</sup> es un cambio significativo en la gestión de bancos.

En el año 1999 los reguladores bancarios anunciaron nuevos requerimientos de capital por este tipo de riesgo en base a Basilea II pese al descontento de algunos bancos por ser un reto a la hora de su identificación, medición y control.

Fraudes, errores humanos, fallas de sistemas y eventos externos, por una inadecuada gestión del riesgo operacional, han causado importantes pérdidas a instituciones financieras.

Las instituciones deberán contar con el capital necesario en función de su perfil de riesgo. Sin embargo, este riesgo es más difícil de cuantificar que el riesgo de crédito o de mercado. La razón radica en que el riesgo operacional es inherente a hacer negocios y a la propia operativa de la institución.

Un manejo adecuado de este riesgo comprende no sólo identificarlos, medirlos, monitorearlos y controlarlos, sino también analizar cuáles serán asegurados

e intentar mitigar aquéllos no asegurables.

Un ejemplo reciente (2007) es el caso del *trader* de *Société Generale*. Se tomaban posiciones *long* que se suponía le dejarían resultados positivos y los *hedgaba* “ficticiamente” en el mercado OTC. Al “utilizar” el mercado OTC no tenía que cubrir ningún *margin call*. Estas operaciones, miles desde el 2006, las registraba para pasar los controles y luego las eliminaba para que no se dispararan las confirmaciones con las contrapartes. Este empleado del banco anteriormente había ocupado durante 3 años un puesto de *back office* adquiriendo un profundo conocimiento de los procesos y sistemas de control. Al no poder sostener esta operativa, dados los movimientos adversos de las posiciones *long* y la inexistencia del *hedge*, se reconocieron pérdidas por USD 7,2 billones. Es un caso de importantes pérdidas por riesgo operacional por fallas en los controles e inadecuada fijación de límites para operar.

Tratando de conceptualizar un poco más en el tema, se define el riesgo operacional de múltiples maneras. Una de ellas, lo considera como un riesgo residual, es decir, todo aquello que no sea riesgo de crédito ni de mercado. Para cuantificarlo, se debería tomar un Estado de Resultados sin considerar las pérdidas originadas por dichos riesgos y la variación resultante con el original sería la medida en unidades monetarias del riesgo operacional.

Otra posible concepción se concentra en definirlo de acuerdo a las operaciones. Esto no significa que sea un riesgo del departamento de operaciones, sino que comprende por ejemplo: la falta de controles, fuga de información, etc.

La definición referente es la del Comité de Basilea: “*el riesgo de pérdida debido a la inadecuación o a fallos en los procesos, el personal y los sistemas internos o a eventos externos*”.

Dos consideraciones importantes se desprenden de la citada definición:

- Se incluye el impacto de los eventos externos, no solamente los internos.
- Se incluye el riesgo legal, pero no el riesgo estratégico o el de reputación.

Basilea II incorpora el *requerimiento de capital por riesgo operacional*. Según algunos autores, éste estaba implícito al considerar el riesgo de crédito y de mercado. Esto se justifica en el hecho de que al ser más complejo el negocio financiero hay más posibilidades de errores humanos o fallas de sistemas informáticos.



Por otro lado los supervisores pretenden que las instituciones pongan más atención en sus sistemas internos para evitar importantes pérdidas debido a riesgos operacionales. Otra razón de implementar este cargo de capital es que el cálculo de requerimiento de capital por riesgo de crédito sería menor a partir de Basilea II para muchos bancos y de esta manera se mantendría el capital total.

Basilea II implícitamente supone una correlación perfecta entre riesgo operacional, de mercado y de crédito, por el hecho de que el capital total es la suma de los tres requerimientos y deja de lado las interacciones y correlaciones entre los distintos tipos de riesgo que tienen cargos de capital y los que no, como el riesgo de liquidez.

En este sentido debe tenerse en cuenta que en muchos casos hay pérdidas que surgen o se derivan de y en más de un riesgo.

Al implementar un sistema de medición avanzado nos enfrentamos al problema de los datos históricos disponibles para estimar la frecuencia y severidad de las pérdidas por riesgo operacional. Los bancos no han mantenido registros de estas pérdidas por tipo y por línea de negocio. Por esta razón debe acudirse a información extracontable o de gestión. Dadas las presiones de los supervisores, las instituciones han comenzado a registrar esta información, pero aún de-

bemos esperar algún tiempo hasta tener información histórica en volúmenes razonables.

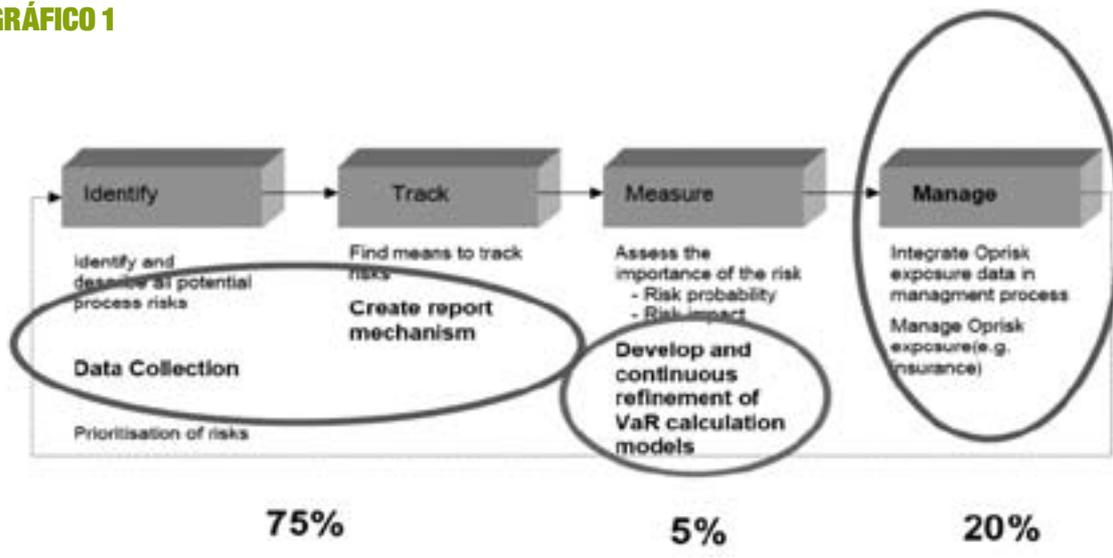
Una de las razones en cuanto a no mantener ni divulgar las pérdidas por riesgo operacional estaba asociada a la idea de que esto afectaba la reputación del banco. Para estimar la distribución de frecuencia el banco debería usar su propia información de la mejor manera posible, pero para el caso de la distribución de la severidad los reguladores pretenden que los bancos también utilicen información externa. En este sentido los bancos deberían colaborar para formar bases de datos en común o compartir directamente la información.

Compartir información con los competidores puede ser un tema altamente delicado. Por otro lado se puede obtener información pública disponible a través de algún agente que compile la misma. Este tipo de información puede estar subvaluando pérdidas. También debe tenerse mucho cuidado al utilizar esta información y realizar los ajustes pertinentes al momento de utilizarla para adaptarla a otro banco.

Como particularidad del riesgo operacional, el componente que requiere mayor esfuerzo en la construcción del sistema es sin lugar a dudas la identificación, descripción, recolección de datos y mapeo de los riesgos, según se expone en el gráfico 1.

Debido a la dificultad en la obtención de información histórica, las instituciones deberían usar análisis

**GRÁFICO 1**



de escenarios más allá de la utilización de información interna o externa. Para esto se deben construir escenarios de frecuencia y severidad de pérdidas teniendo en cuenta los controles y tipos de negocios del banco. Estos análisis al igual que la implementación de los sistemas de identificación, medición, evaluación y monitoreo, ayudan a tomar conciencia de los problemas actuales y potenciales a los cuales está expuesto el banco por riesgos operacionales.

Los gerentes de las diferentes operativas y líneas de negocios deben poder identificar sus riesgos operacionales utilizando cuestionarios y analizando detalladamente los procesos de las operativas. Como herramienta para medir y comprender los riesgos operacionales se puede utilizar una serie de indicadores clave -KRIs, *Key Risk Indicators*-. Éstos son indicadores de gestión que pueden encender un alerta, como ser rotación de empleados, número de fallas en las transacciones o fallas informáticas.

En la medida que se asigne capital a cada línea de negocios, esto llevará a una mayor preocupación sobre riesgos operacionales a nivel de cada unidad y a mitigar el mismo. En la medida que mitiguen la frecuencia y severidad, esto traerá aparejado liberar capital para la unidad mejorando el retorno sobre el capital de la unidad y dar incentivos a través de "bonus" para ese sector.

Como se mencionara, a diferencia de los riesgos de mercado y de crédito, en los cuales existe claramente un *trade-off* entre riesgo y retorno, en el caso del riesgo operacional no se da esta contraposición. Tener

más riesgo operacional no implica una mejora en los retornos de la institución, por el contrario, puede aparejar grandes pérdidas. Por lo cual el banco debería tener incentivos naturales a eliminar este riesgo. Esto no se verificaría para el caso en el cual el banco debiera incurrir en excesivas erogaciones para implementar importantes sistemas tecnológicos o de control que afectarían su Estado de Resultados y disminuirían su rentabilidad.

Otra diferencia del riesgo operacional con respecto al riesgo de crédito y de mercado es que la pérdida máxima es mucho más difícil de cuantificar y mientras que normalmente para estos dos últimos la pérdida máxima es el valor total del activo, para el caso del riesgo operacional no habría un techo máximo de referencia.

Algunas instituciones utilizan métodos de *scoring* asignando puntajes a partir de encuestas, indicadores u otros elementos de evaluación. Este *score* es utilizado tanto para asignar capital, como para identificar áreas sensibles a riesgos operacionales o para comparar con la información histórica de pérdidas.

La utilización de seguros puede mitigar el riesgo operacional en algunos casos, al respecto debe tenerse presente que pueden existir riesgo moral y selección adversa.

En cuanto al peso del cargo de *capital por riesgo operacional* sobre el total de requerimientos de capital, Jorion (2007) lo ubica en el entorno del 12%, otros autores lo ubican entre el 15% y el 25%. En este sentido debe considerarse que cada institución tiene su particular combinación de tipo de negocios y rentabilidad,

especialmente en el sistema financiero uruguayo. En este sentido también debe tenerse en cuenta el método utilizado para su medición, al usar el método avanzado éste se ubicaría en torno al 12% del total de requerimientos de capital, pero para el método básico y el estándar, el requerimiento tendría un peso mayor respecto a los otros requerimientos como se verá más adelante. Para el caso de bancos orientados a Gestión de Activos a Terceros o *Retail Brokerage* el peso del riesgo operacional es mayor respecto a los otros riesgos, pues los activos manejados no son propios y por lo tanto no se asume riesgo de crédito y mercado.

Respecto a las pérdidas por riesgo operacional, las mismas pueden ser esperadas, inesperadas o de *stress*. Las *pérdidas esperadas*, son las pérdidas previstas y que normalmente son de alta frecuencia y de baja severidad. Éstas generalmente son tenidas en cuenta como costos de los productos financieros, de manera similar al tratamiento dado a las previsiones para riesgo de crédito. Las *pérdidas inesperadas*, parten de las esperadas y llegan hasta cierto percentil de las pérdidas acumuladas. Estas pérdidas son las que corresponden a eventos de baja frecuencia y alta severidad. El cargo de capital respalda este tipo de

pérdidas. Las *pérdidas de stress* son las que superan las inesperadas y que son las que se derivan de eventos muy poco frecuentes pero de una importante severidad. Para estas pérdidas no es viable mantener capital, pues son muy grandes y generalmente llevan a la bancarrota del banco.

## 2. METODOLOGÍAS DE DETERMINACIÓN DE CAPITAL REGULATORIO

Las instituciones financieras tienen tres métodos para determinar el capital regulatorio por riesgo operacional de acuerdo a Basilea. En orden creciente de sofisticación y sensibilidad al riesgo:

- 1) BIA -*Basic Indicator Approach*- o Método del Indicador Básico.
- 2) SA -*Standardized Approach*- o Método Estándar.
- 3) AMA -*Advanced Measurement Approach*- o Metodologías de Medición Avanzada.

1) El *Basic Indicator Approach* es el más simple de todos, el mismo se determina aplicando el 15% sobre los ingresos brutos de los tres ejercicios anteriores. Entendiéndose ingresos brutos como los ingresos financieros netos más los ingresos no financieros.



$$BIA = \left( \frac{IBP_1 + IBP_n}{n} \right) \cdot 0,15 \quad n = 1,2,3$$

Siendo:

$IBP_n$  = ingreso positivo de los últimos 3 años

$n$  = cantidad de años con ingresos positivos

2) Por su parte el *Standardized Approach* divide las actividades del banco en ocho líneas de negocios. A cada línea de negocios se le aplica un “factor beta” sobre los ingresos promedio de los últimos 3 ejercicios. Finalmente, el capital total es la suma de los 8 requerimientos de cada línea de negocios. Las líneas de negocios y el “factor beta” correspondiente son los siguientes:

Línea de negocios	Factor beta
Finanzas Corporativas o “Corporate Finance”	18%
Negociación y Ventas o “Trading & Sales”	18%
Banca Minorista o “Retail”	12%
Banca Comercial o “Commercial”	15%
Pagos y Liquidaciones o “Payment & Settlement”	18%
Servicios de Agencia o “Agency Services”	15%
Administración de Activos o “Asset Management”	12%
Intermediación Minorista o “Retail Brokerage”	12%

$$SA = IL_1 \cdot 0,18 + IL_2 \cdot 0,18 + \dots + IL_8 \cdot 0,12$$

Siendo:

$IL_i$  = ingreso promedio positivo de la línea de negocios en los últimos 3 años.

A su vez la autoridad supervisora podrá permitir a un banco la utilización del Método Estándar Alternativo ASA, siempre que el banco sea capaz de demostrar a su supervisor que este método alternativo es más adecuado.

En el ASA, la metodología es similar al Método Estándar, salvo en dos líneas de negocio: *Retail* y *Commercial*. En el caso de estas líneas de negocio, los préstamos, multiplicados por un factor fijo “m”, sustituyen a los ingresos brutos como indicador de riesgo. Los “factores beta” para estas líneas son los mismos que en el SA.

El requerimiento de capital ASA por riesgo operacional en el caso de *Retail* o *Commercial* es:

$$ASA_{retail} = \beta_{retail} \cdot m \cdot PBP$$

Siendo:

$PBP$  = préstamos brutos de provisiones promedios de los tres últimos años

$m = 0,035$

En este método los bancos pueden agregar *Retail*

y *Commercial*, si lo desean, utilizando un factor beta del 15%. Asimismo, aquellos bancos que sean incapaces de desagregar sus ingresos brutos en las otras seis líneas de negocios pueden agregar los ingresos brutos totales de esas seis líneas de negocios utilizando un factor beta del 18%.

Al igual que en el Método Estándar, el requerimiento total de capital se calcula sumando los requerimientos de capital para cada una de las 8 líneas de negocios.

3) La tercera manera de determinar el capital regulatorio por riesgo operacional, el *Advanced Measurement Approach*, es a través de modelos internos del banco utilizando criterios cuantitativos y cualitativos.

En este sentido el Comité de Basilea exige una serie de criterios cualitativos que deben cumplir los bancos para poder utilizar modelos internos:

- a) El banco debe tener una unidad o implementar la gestión de riesgo operacional, que sea capaz de identificar, medir, evaluar y controlar el riesgo operacional.
- b) La institución debe mantener información sobre las pérdidas relevantes por línea de negocios y crear los incentivos para la mejora sobre los riesgos operacionales.
- c) Debe existir un sistema de reportes regulares sobre dichas pérdidas.
- d) El sistema de gestión de riesgo operacional debe estar bien documentado.
- e) El sistema de gestión debe ser revisado regularmente por auditores internos y por auditores externos y/o por el supervisor.

Respecto al rol que juega el Gobierno Corporativo, el Directorio y la Gerencia deben participar activamente en el correcto funcionamiento del sistema de gestión del riesgo operacional, siendo responsables por la adecuada identificación, medición, evaluación y control de los riesgos.

El banco a su vez debe estimar las pérdidas inesperadas basándose en análisis y utilizando información interna y externa relevante y análisis de escenarios.

El sistema debe ser capaz de asignar cargos de capital por riesgo operacional para cada línea de negocios creando incentivos para la mejora del riesgo en las diferentes unidades.

El objetivo del banco al utilizar los AMA es determinar una distribución de probabilidades de pérdidas. Deberá usar un nivel de confianza de 99,9% y un horizonte de un año.

Es de suponer que las pérdidas esperadas por riesgo



operacional son trasladadas al costo de los productos, por lo cual el cargo de capital es asignado a cubrir las pérdidas inesperadas.

La utilización de los modelos internos (AMA) está supeditada a la aprobación del supervisor. En primera instancia estará sometido a un período de seguimiento por parte del supervisor antes de que pueda utilizarse a efectos de computar el capital regulatorio. En este período el supervisor podrá determinar si el método es consistente y adecuado. No se permitirá que un banco vuelva a utilizar un método más sencillo una vez que se le haya autorizado a usar un método más avanzado. El supervisor puede determinar que un banco que utiliza un método avanzado vuelva a aplicar un método más sencillo si ha dejado de satisfacer los criterios para emplear los primeros. Una vez cumplidas las exigencias impuestas podrá volver al método más avanzado.

### III. VALUE AT RISK

El VaR<sup>5</sup> es una medida de riesgo de tipo estadístico que pretende responder la siguiente pregunta:

¿Cuánto se puede esperar perder en un horizonte temporal dado con una cierta probabilidad?

El VaR se define como la máxima pérdida que se puede esperar, dado determinado nivel de confianza estadística, a lo largo de un horizonte temporal determinado.

El VaR proporciona una medida homogénea del riesgo asumido. Agrega todos los factores de riesgo ofreciendo un único dato que sirve para la comparación.

Por tanto, de la definición surgen dos factores:

#### 1) Nivel de confianza

Es una elección arbitraria, si bien la mayoría de la industria elige entre un 95% o un 99,9%. Cuanto mayor el mismo, menor el margen de error.

#### 2) Intervalo de tiempo

Puede variar entre un día hasta un año. Para su elección se deberá tener en cuenta la frecuencia con la que varía el portafolio o en el caso de riesgo operacional, el tiempo necesario para mitigarlo. Para su elección se deberá tener en cuenta el menor de los siguientes:

- Período de tiempo necesario para liquidar una cartera -Riesgo de Mercado-
- Período de tiempo necesario para cubrir una cartera -Riesgo de Crédito-
- Período de tiempo necesario para cambiar los sistemas o procesos de control -Riesgo Operacional-

Para el riesgo de mercado, el Comité de Basilea recomienda un 99% (1% de probabilidad, lo que equivale a -2.33 desviaciones estándares) a 10 días. Sin embargo, *RiskMetrics* recomienda un 95% (5% de probabilidad, lo que equivale a -1.65 desviaciones estándares) a 1 día<sup>6</sup>.

Cabe destacar, que en el caso de riesgo de mercado y de crédito, la metodología proporciona una medida del riesgo en condiciones normales de mercado, es decir, cuando no existen en el mercado “escenarios turbulentos” económicos y financieros. Gráficamente, a través de un histograma, se puede observar la distribución de densidad de la serie de retornos del portafolio. Los retornos fluctúan en torno a la media que es distinta de cero<sup>7</sup> y la distribución se realiza aproximadamente en forma normal, ya que se asume simetría en la misma.

Por último, se debe determinar el punto de la función de densidad que deja un 1% o un 5% del área en su rango inferior. La distancia entre ese punto y la media, es el VaR.

El VaR se desarrolló en respuesta a grandes desastres financieros ocurridos en los años 90<sup>8</sup> y su popularidad se produjo básicamente por tres factores: presión de los organismos reguladores, globalización de los mercados financieros y avances tecnológicos.

Adicionalmente, en el año 1995 el Comité de Basilea recomienda el uso del VaR a los bancos para calcular sus requerimientos de capital por riesgos de mercado.

El VaR permite medir el riesgo de diferentes instrumentos financieros -divisas, instrumentos de renta fija, instrumentos de renta variable, opciones, etc.- que conforman un portafolio; y constituye un gran avance con respecto a las medidas tradicionales como la duración para instrumentos de renta fija.

La aplicación del VaR al riesgo operacional se desarrolla en la sección IV de este trabajo.

En cuanto a su metodología de cálculo, existen tres formas de calcular el VaR, presentado cada una ventajas y desventajas; y no existiendo unanimidad en la recomendación de algunas. Cada una presenta un *trade-off* entre rapidez y exactitud. Las mismas son: el método histórico -metodología de simulación-, la metodología paramétrica y el método de simulación de Montecarlo.

#### IV. METODOLOGÍA DE MEDICIÓN AVANZADA DEL RIESGO OPERACIONAL

##### 1. INTRODUCCIÓN

En la publicación del Nuevo Acuerdo<sup>9</sup> del Comité de

Basilea se exige a las instituciones medir, controlar y gestionar el riesgo operacional. De esta forma, el VaR es la piedra angular para el cálculo del Capital Económico en Riesgo (CaR). Específicamente, se incluyen requerimientos de capital por riesgo operacional, que sumados a los requerimientos por riesgo de crédito y de mercado, la nueva fórmula queda de la siguiente manera:

$$\frac{\text{Capital Regulatorio}}{\text{Activos ponderados Riesgo Crédito} + 12,5 \cdot (\text{Riesgo mercado} + \text{Riesgo operacional})} \geq 8$$

Como se vio anteriormente, el riesgo operacional abarca distintas situaciones desde fraudes hasta riesgos como el tecnológico, por lo cual, dada esta heterogeneidad, se hace muy difícil el control y la gestión del mismo. Es así, que anteriormente se definía este riesgo como todo aquello que no era ni riesgo de crédito ni riesgo de mercado.



En busca de una mayor precisión en el concepto, el Comité de Basilea lo definió como el “*riesgo de pérdida resultante de una falta de adecuación o un fallo de los procesos, el personal y los sistemas internos o bien de acontecimientos externos*”.

Los parámetros para poder identificar las pérdidas son:

- **Severidad:** el monto de las pérdidas.
- **Frecuencia:** la cantidad de veces que se repite el evento -o la probabilidad de que ocurra-.

A efectos de la medición interna, son cruciales los datos internos, que muchas veces no son fáciles de obtener por lo que se dificulta la tarea.

Cabe mencionar que las bases de datos le reportan a las instituciones externalidades positivas desde el punto de vista de la cultura -conciencia de los costos del riesgo operacional- y la gestión de riesgos integral -mayor análisis del origen de los riesgos-.

De cualquier manera, los datos internos no contienen el rango completo de pérdidas, principalmente los sucesos de las colas y es por ello que se necesitan los

datos externos.

Por esta razón, el Comité de Basilea permite que se utilicen bases externas para poder completar la información. En esta línea, en el año 2002 el Comité realizó una recopilación de datos (pérdidas) de una muestra para el año 2001. La muestra incluía a 89 bancos y se computaron alrededor de 50.000 eventos por un total aproximado de 8 mil millones de euros.

A continuación se resume en las siguientes tablas la

**TABLA 1**

EVENTOS	FRECUENCIA (%)	SEVERIDAD (%)
Fraudes Externos	42	16
Procesos	35	29
Empleo y Seguridad Social	9	7
Canales Comerciales	7	13
Fraudes Internos	3	7
Operaciones y Fallo de Sistemas	1	3
Daños a Activos Fijos	1	24
Otros	1	1

Fuente: BIS

**TABLA 2**

LÍNEA DE NEGOCIOS	FRECUENCIA (%)	SEVERIDAD (%)
Banca Minorista	61	29
Negociación y Ventas	11	15
Intermediación Minorista	7	12
Banca de Empresas	7	29
Pagos y Liquidaciones	4	3
Otros	4	1
Servicios a Sucursales	3	4
Gestión de Activos	2	3
Banca Corporativa	1	4

Fuente: BIS

información:

Dada la independencia entre la frecuencia y la severidad, no necesariamente los que presentan mayor frecuencia lo hacen en términos de severidad, así como tampoco los que presentan mayor frecuencia son los de menor severidad.

## 2. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA AVANZADA

Anteriormente, se ha visto que las instituciones tienen



**TABLA 3**

		TIPO DE RIESGO (j)						
		Fraude interno	Fraude externo	Prácticas de empleo y seguridad laboral	Canales comerciales	Daño a activo fijo	Operaciones y fallos de sistemas	Procesos
LÍNEA DE NEGOCIO (i)	Banca corporativa							
	Negociación y ventas							
	Banca minorista							
	Banca de empresas							
	Pagos y liquidaciones							
	Servicios y sucursales							
	Gestión de activos							
	Intermediación minorista							

tres posibilidades para determinar el capital regulatorio por riesgo operacional: BIA -*Basic Indicator Approach*- o Método del Indicador Básico; SA -*Standardized Approach*- o Método Estándar y el AMA -*Advanced Measurement Approach*- o Metodologías de Medición Avanzada.

Los dos primeros métodos<sup>10</sup>, determinan un capital en base a un porcentaje fijo de acuerdo a como se vio en el punto 2 de la Sección II. La diferencia entre ellos, es que en el segundo se debe hacer la sumatoria de las necesidades de capital por línea de negocio.

A diferencia de los anteriores, el AMA<sup>11</sup> calcula el capital de acuerdo a lo generado por el sistema interno de medición de cada institución. Si bien tiene la ventaja de ser más completo, en el sentido que abarca a la propia institución, tiene la gran desventaja que no existen muchos datos internos de pérdidas.

Se profundizará en esta última metodología, ya que es la más recomendada por el Comité.

El *Modelo de Distribución de Pérdidas* o *Loss Distribution Approach* (LDA) recopila las pérdidas históricas y las completa con los datos externos. Se elabora una matriz de distribución de pérdidas, la cual consta de ocho filas y siete columnas, como se muestra en la tabla 3.

La matriz consta de 56 celdas, en las que para cada

una de ellas se debe estimar las distribuciones de frecuencia y de severidad.

Para el Comité de Basilea, el capital debe cubrir tanto la pérdida esperada como la inesperada. Su formulación obedece a la siguiente expresión:

$$\text{VaR de Riesgo Operacional} = \text{Capital at Risk} (i, j, \alpha) = \text{Pérdida Esperada} (i, j) + \text{Pérdida Inesperada} (i, j, \alpha)$$

El capital regulatorio por riesgo operacional será la sumatoria del capital determinado en cada celda:

$$CaR(\alpha) = \sum_{i=1}^8 \sum_{j=1}^7 CaR_{ij}(\alpha)$$

Siendo:

$$CaR(\alpha) = \text{Capital en Riesgo}$$

### 3. APLICACIÓN DEL VALUE AT RISK

Anteriormente se habían analizado los dos parámetros básicos del VaR. Para este riesgo en particular, cabe señalar que con respecto al horizonte temporal se suele utilizar un año. En tanto que el intervalo de confianza depende de la utilidad que se le vaya a dar a la medida. Es decir, si es con fines de calcular el requisito de capital, se tiene en cuenta la aversión al riesgo de la institución. Cuanto mayor esta última, mayor será el intervalo. Otra utilidad que se le puede dar al concepto, es para comparar la exposición al riesgo en

distintas áreas de la institución, con lo cual el intervalo queda a criterio del analista.

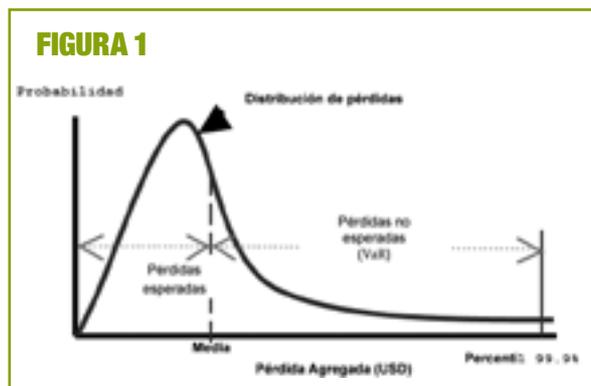
No obstante, el Comité de Basilea (2001) sugiere un 99.9% lo cual ha dado lugar a críticas por considerarse demasiado elevado.

Para la determinación de las distribuciones y el cálculo del VaR se introducen:

- El modelo: se tomará el Modelo de Distribución de Pérdidas o *Loss Distribution Approach*.
- Las distribuciones:
  - Severidad: Lognormal o *Weibull*<sup>2</sup>.
  - Frecuencia: *Poisson*<sup>13</sup> o Binomial.

Dados los parámetros, se define el VaR como una cifra que expresa la pérdida potencial en una línea de negocio (*i*) por tipo de riesgo (*j*) en un plazo determinado y con un cierto nivel de confianza estadística.

A continuación se grafica el VaR para un 99.9% de confianza estadística:



#### 4. MODELO DE DISTRIBUCIÓN DE PÉRDIDAS

El modelo se utiliza con fines de obtener la función de distribución agregada de pérdidas operacionales.

El procedimiento de cálculo consiste en estimar para cada línea de negocio y tipo de riesgo, la función de distribución de la frecuencia y la severidad. Para ello se utilizan los datos internos y se computa la distribución de las pérdidas operacionales (gráfico 2).

##### MODELIZACIÓN DE LA SEVERIDAD

En primer lugar se debe probar el modelo que ajuste mejor la serie histórica de los datos internos por tipo de riesgo para cada línea -ver Anexo I-.

Las distribuciones Lognormal y *Weibull* son las más utilizadas:

Distribución Lognormal:

$$f(x) = \frac{1}{x\beta\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(\log(x/\alpha))^2}{2\beta^2}}$$

Con:  $-\infty < x < \infty$

Siendo:

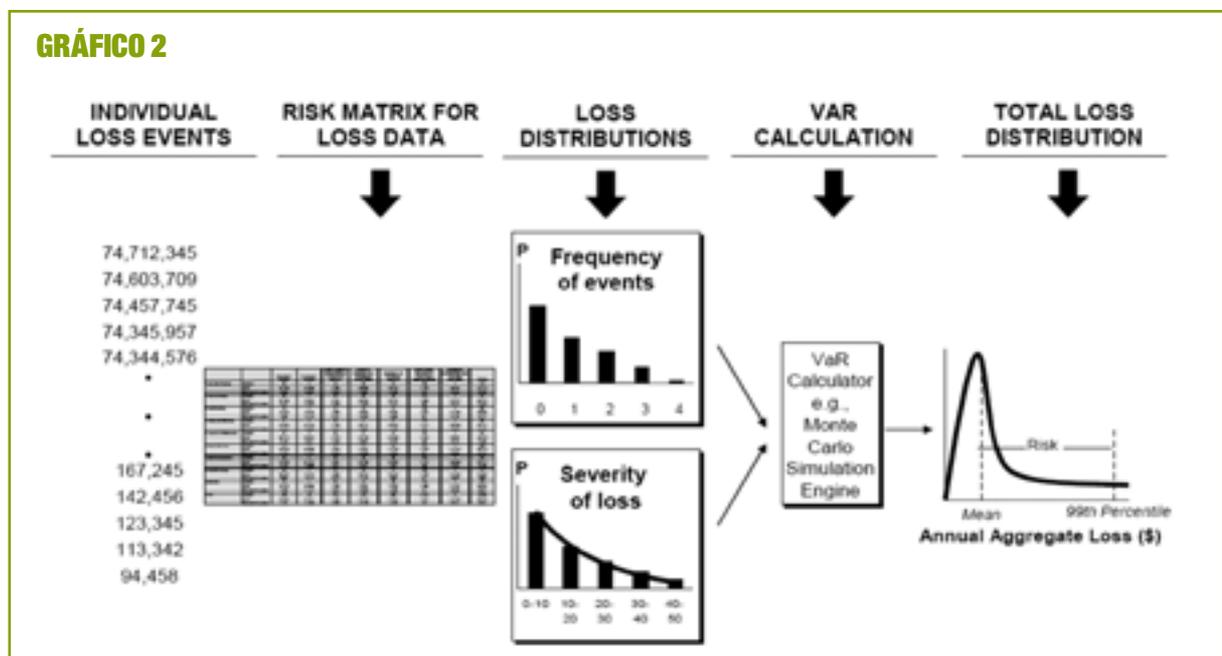
$\alpha$ : mediana

$\beta$ : indica la forma de la distribución.

Distribución Weibull:

$$f(x) = \frac{\beta x^{\beta-1}}{\alpha^\beta} \cdot e^{-(x/\alpha)^\beta} \quad \text{Con: } x > 0$$

Siendo:



$\alpha$ : mediana

$\beta$ : indica la forma de la distribución.

Adicionalmente, se pueden realizar los siguientes tests:

**Test de Kolmogorov-Smirnov**

Verifica básicamente la diferencia en ajuste entre la distribución empírica y la ajustada.

Se utiliza para determinar el grado de confianza con que se puede afirmar que los datos siguen un comportamiento similar al que se propone como representativo, que sería, en forma asintótica y normal.

Encuentra la máxima diferencia en valor absoluto entre la probabilidad acumulada observada y la esperada:

$$T = \max |Fn(x) - F(x)|$$

La Hipótesis nula es:

$H_0: F(x)$  Observado =  $F(x)$  Teórico

- Si el  $p$ -value <  $\alpha$  → Se rechaza  $H_0$  (no se acepta como representativo del comportamiento propuesto)
- Si  $p$ -value >  $\alpha$  → No se rechaza  $H_0$

**Test de Anderson-Darling**

Es similar al anterior test, pero se concentra más en las desviaciones en las colas. Su formulación es:

$$\hat{T} = -N - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 2(i-1) \{ \ln F(x_i) + \ln [1-F(x_{N+1-i})] \}$$

Siendo  $x_i$  los datos muestrales.

**MODELIZACIÓN DE LA FRECUENCIA**

La frecuencia se modeliza a través de la distribución de Poisson o la Binomial.

Distribución de Poisson:  $f(x) = \lambda^x \frac{e^{-\lambda}}{x!}$

Siendo:

$\lambda$  la media y la varianza

$x = 1, 2, 3, \dots$

Distribución binomial:  $f(x) = \frac{N!}{x!(N-x)!} p^x (1-p)^{N-x}$

Siendo:

$x$  = el número de éxitos (1,2,3,...)

$p$ : la probabilidad de éxito

En la Poisson la media es igual a la varianza que es igual a  $\lambda$ . Si la media es mayor a la varianza, es más apropiado utilizar la Binomial. En caso de que la media sea

menor a la varianza, es más apropiado utilizar la Binomial Negativa.

El contraste Chi-Cuadrado sirve para hacer el test en el cual la hipótesis nula asume que los datos siguen la distribución determinada. El estadístico es:

$$\hat{T} = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Siendo:

$O_i$ : número de eventos observados

$E_i$ : número de eventos esperados a partir de la función de distribución de frecuencias elegida.

$n$ : número de categorías.

**“CONVOLUTION”: DISTRIBUCIÓN DE PÉRDIDA AGREGADA**

Una vez que se tiene el mejor modelo para ajustar los datos de severidad y frecuencia, se combinan ambos a efectos de obtener la distribución de pérdidas agregada (LDA).

Siendo:

-  $N$  una variable aleatoria que representa el número de eventos, para un plazo entre  $t$  y  $t+\delta$ , y una función de masa  $p(N)$ .

-  $X$  una variable aleatoria que representa la cuantía de la pérdida para un determinado evento con una función de densidad  $f(x)$ .

Suponiendo independencia entre la frecuencia y la severidad, la pérdida total para un tipo de evento es:

$$S = X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_N$$

La función de distribución de  $S$  se calcula por:

$$G(x) = \sum_{i=1}^{\infty} p(i) \cdot F^{i*}(x) \text{ para } x > 0$$

y

$$G(x) = \sum_{i=1}^{\infty} p(i) \text{ para } x = 0$$

Siendo:

$F(x)$ : la probabilidad de que la cantidad agregada de  $i$  pérdidas sea  $x$ .

$P(i)$ : la función de masa.

El asterisco significa la “convolution” en la función  $F$  y  $F^{i*}$  es  $i$ -veces la “convolution” de  $F$  consigo misma.

Para obtener  $G(x)$  se puede utilizar el Algoritmo de Panjer o el enfoque de Simulación por Montecarlo.

**EJEMPLO DE DISTRIBUCIONES DE SEVERIDAD Y FRECUENCIA**

A continuación se presenta un ejemplo, en el cual se

muestra cómo se debe trabajar sobre las distribuciones de severidad y frecuencia con el objetivo de combinar las distribuciones y lograr una distribución de pérdidas agregada.

Dist. de Frecuencia		Dist. de Severidad	
Prob.	Frec.	Prob.	Severidad
0.60	0.00	0.55	2,000.00
0.35	1.00	0.30	35,000.00
0.05	2.00	0.15	100,000.00
Valor Esperado	0.45	Valor Esperado	26,600.00

#### Caso 0 pérdida:

La probabilidad es del 60%.

#### Caso 1 pérdida:

Pérdida de 2.000:

$$P(n=1) \times P(x=2.000) = 0.35 \times 0.55 = 0.1925$$

Pérdida de 35.000:

$$P(n=1) \times P(x=35.000) = 0.35 \times 0.3 = 0.105$$

Pérdida de 100.000:

$$P(n=1) \times P(x=100.000) = 0.35 \times 0.15 = 0.0525$$

#### Caso 2 pérdidas:

Una pérdida de 2.000 puede ocurrir dos veces, con una probabilidad de:  $0.05 \times 0.552 = 0.0151$ .

En tanto, una pérdida de 2.000 y 35.000, puede ocurrir con una probabilidad de:

$$0.05 \times 0.55 \times 0.3 = 0.0083.$$

Asimismo, una pérdida de 2.000 y 100.000, puede ocurrir con una probabilidad de:

$$0.05 \times 0.55 \times 0.15 = 0.0041.$$

Razonando de la misma manera, se construye el cuadro que se expone a continuación:

Nº de pérdidas	1 pérdida	2 pérdidas	Pérdidas	Prob.
0	0.00	0.00	0.00	0.6000
1	2,000.00	0.00	2,000.00	0.1925
1	35,000.00	0.00	35,000.00	0.1050
1	100,000.00	0.00	100,000.00	0.0525
2	2,000.00	2,000.00	4,000.00	0.0151
2	2,000.00	35,000.00	37,000.00	0.0083
2	2,000.00	100,000.00	102,000.00	0.0041
2	35,000.00	2,000.00	37,000.00	0.0083
2	35,000.00	35,000.00	70,000.00	0.0045
2	35,000.00	100,000.00	135,000.00	0.0023
2	100,000.00	2,000.00	102,000.00	0.0041
2	100,000.00	35,000.00	135,000.00	0.002
2	100,000.00	100,000.00	200,000.00	0.0011
		<b>Valor Esperado</b>	<b>11,970.00</b>	

Para computar la pérdida esperada, simplemente se utilizan los valores esperados:

$$E(S) = E(N) \times E(X) = 0.45 \times 26.600 = 11.970 \text{ unidades monetarias.}$$

Para el valor de 100.000, la pérdida inesperada o el VaR Operacional es:  $100.000 - 11.970 = 88.030$  unidades monetarias.

## TEORÍA DE LOS VALORES EXTREMOS

### -Extreme Value Theory-

Estadísticamente, interesa la distribución del máximo valor de la serie. Normalmente no es posible inferir pérdidas muy grandes con metodologías estándar, porque no existen pérdidas tan grandes y por tanto no son tenidas en cuenta por los modelos. Los valores extremos son valores inusuales, *outliers*, causados por eventos poco comunes. Y ayudan a responder preguntas del tipo: Si las cosas van mal, *¿qué tan malas pueden ser?* Al realizar la agregación de las distribuciones, la distribución con cola más ancha tiende a dominar la distribución agregada. Esto determina la relevancia de la cola de la distribución. La teoría de los valores extremos o EVT<sup>14</sup> -Extreme Value Theory- es utilizada para estimar mejor la cola de la distribución. Con esta herramienta se mejora la estimación del VaR y es adecuado para situaciones que exigen un nivel de confianza muy alto del tipo 99,9%, especialmente para el caso de distribuciones empíricas.

La utilidad de aplicación para el VaR radica en que Basilea busca determinar medidas de reducción del riesgo a través del cálculo para percentiles altos y mantener capital para afrontar eventos de baja probabilidad.

Se concentra en la estimación de la probabilidad de eventos que son más extremos que los que ocurren comúnmente.

EVT también es usada para extrapolar a probabilidades aún más extremas a la muestra. El tamaño de la muestra no debe ser muy pequeño, pues se podría tener problemas dada la base en argumentos asintóticos de la EVT.

A continuación se desarrolla la formulación matemática para un caso univariado:

Suponiendo que  $F(x)$  es la función de distribución acumulada para la variable  $x$  y  $u$  es el valor de  $x$  en la cola derecha de la distribución, entonces la probabilidad de que  $x$  se ubique entre  $u$  y  $u+y$  (siendo  $y > 0$ ) es  $F(u+y) - F(u)$ . La probabilidad de

que  $x$  sea mayor a  $u$  es  $1-F(u)$ . Definida  $F_u(y)$  como la probabilidad de que  $x$  se ubique entre  $u$  y  $u+y$  siendo  $x > u$ . Se tiene que:

$$P[u < x < u+y | x > u] = \frac{P[u < x < u+y]}{P[x > u]} = F_u(y) = \frac{F(u+y) - F(u)}{1 - F(u)}$$

$F_u(y)$  define la cola derecha de la distribución de probabilidad. Es la distribución de probabilidad acumulada para la cantidad por la cual  $x$  excede  $u$  dado que éste excede  $u$ . Los estudios de Gnedenko<sup>15</sup> dieron que para una amplia clase de distribuciones  $F(x)$ , la distribución  $F_u(y)$  converge a la distribución generalizada de Pareto al aumentar  $u$ . La distribución generalizada de Pareto es:

$$G_{\xi, \beta}(y) = 1 - (1 + \xi \frac{y}{\beta})^{-1/\xi} \quad \xi \neq 0$$

Los parámetros  $\xi$  y  $\beta$  son estimados a partir de los datos. El parámetro  $\xi$  es el parámetro de forma y define el ancho de la cola de la distribución determinando la velocidad a la cual la cola va desapareciendo. Por su parte  $\beta$  es un parámetro de escala. Cuando la variable subyacente  $x$  distribuye normal  $\xi = 0$ , la cola desaparece a una velocidad exponencial. Para este caso la distribución generalizada de Pareto queda reducida a la siguiente expresión:

$$G_{\xi, \beta}(y) = 1 - \exp\left(-\frac{y}{\beta}\right) \quad \xi = 0$$

Al tener colas más anchas, como por ejemplo en la mayoría de las variables financieras,  $\xi$  se ubica entre 0,1 y 0,4.

Estos parámetros pueden estimarse a través del método de máxima verosimilitud. La función de densidad,  $g_{\xi, \beta}(y)$ , la obtenemos derivando la ecuación anterior respecto a  $y$ :

$$g_{\xi, \beta}(y) = \frac{1}{\beta} \left(1 + \xi \frac{y}{\beta}\right)^{-1/\xi - 1}$$

El primer paso es elegir un valor de  $u$ , para lo cual podríamos tomar un valor cercano al percentil 95 de la distribución empírica. Una vez determinado  $u$ , determinamos la cantidad de observaciones de  $x$  mayores a  $u$ . Estas  $n_u$  observaciones son  $x_i$  ( $1 \leq i \leq n_u$ ). La

función de verosimilitud, suponiendo  $\xi \neq 0$ , es:

$$\prod_{i=1}^{n_u} \frac{1}{\beta} \left(1 + \frac{\xi(x_i - u)}{\beta}\right)^{-1/\xi - 1}$$

Maximizar esta función es igual a maximizar su logaritmo:

$$\sum_{i=1}^{n_u} \ln \left[ \frac{1}{\beta} \left(1 + \frac{\xi(x_i - u)}{\beta}\right)^{-1/\xi - 1} \right]$$

Los valores de  $\xi$  y  $\beta$  son los que maximizan esta expresión.

### CÁLCULO DEL VaR

La probabilidad que  $x > u + y$  dado que  $x > u$  es  $1 - G_{\xi, \beta}(y)$ . La probabilidad de que  $x > u - F(u)$ . La probabilidad no condicionada que  $x > u + y$  es entonces:

$$P[x > u+y] = P[x > u+y | x > u] P[x > u] =$$

$$\{1 - P[u < x < u + y | x > u]\} P[x > u] = [1 - G_{\xi, \beta}(y)] [1 - F(u)]$$

Si  $n$  es el total de observaciones y la estimación de  $1 - F(u)$  determinada a partir de los empíricos es  $n_u/n$ , entonces se tiene que:

$$1 - F[u] = P[x > u] = \frac{n_u}{n}$$

$$P[x > u + y] = \frac{n_u}{n} [1 - G_{\xi, \beta}(y)] = \frac{n_u}{n} \left(1 + \xi \frac{y}{\beta}\right)^{-1/\xi}$$

Por lo cual el estimador de la cola de la distribución acumulada de  $x$  cuando  $x$  es grande es:

$$F(x) = P[x < u + y] = 1 - P[x > u + y] = 1 - \frac{n_u}{n} = 1 - \frac{n_u}{n} \left(1 + \xi \frac{x-u}{\beta}\right)^{-1/\xi}$$

Para calcular el VaR con un nivel de confianza de  $q$  es necesario resolver la siguiente ecuación:

$$F(VaR) = q$$

Tomando la ecuación anterior:

$$q = 1 - \frac{n_u}{n} \left(1 + \xi \frac{VaR - u}{\beta}\right)^{-1/\xi}$$

Despejando VaR tenemos que:

$$VaR = u + \frac{\beta}{\xi} \left[ \left(\frac{n}{n_u} (1-q)\right)^{-\xi} - 1 \right]$$

$$\text{ó } VaR = u + \frac{\beta}{\xi} \left[ \left( \frac{n_u}{n} \cdot \frac{1}{(1-q)} \right)^{\frac{1}{\alpha}} - 1 \right]$$

El análisis de estática comparativa<sup>16</sup> sobre la variación en el VaR ante cambios en todos los parámetros ( $u, \beta, \frac{n_u}{n}, q$  y  $\xi$ )

indica que dado un aumento de cualquiera de ellos, aumenta el VaR.

## V. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DEL INDICADOR BÁSICO Y CRITERIO PROPUESTO EN EL SISTEMA FINANCIERO URUGUAYO

### 1. APROXIMACIÓN AL MÉTODO DEL INDICADOR BÁSICO (BIA)

En este capítulo del trabajo, se expondrá la determinación del requisito de capital por riesgo operacional por el Método del Indicador Básico (BIA) como aplicación a una realidad concreta: al Sistema Bancario Uruguayo.

La utilización de los Métodos Estándar (SA) y especialmente de los Métodos Avanzados (AMA) plantea el problema de la escasa o nula información a nivel público para construir la medición. En muchos casos los bancos no tienen claramente determinadas las utilidades de las diferentes líneas de negocios de acuerdo

a la clasificación impuesta por Basilea II y tampoco mantienen información estadística histórica sobre la severidad y frecuencia de las pérdidas por riesgo operacional. La aplicación de la Metodología Estándar en forma estricta, implica definir discrecionalmente una cantidad de supuestos e inferir muchos de los datos.

Siguiendo la metodología BIA, se arribó a los siguientes resultados (tabla 4).

Los resultados son consistentes, ubicándose el porcentaje de requerimiento por riesgo operacional entre el 12% y el 25% del total de requerimientos, para la gran mayoría de las instituciones. También se observa disminución del CaR, por la inclusión de un nuevo requerimiento que hace aumentar su denominador. En ningún caso el CaR se ubica por debajo del 8%.

### 2. NUESTRA PROPUESTA

A continuación se expone una propuesta propia alternativa considerando las actividades de cada banco. La misma trata de mitigar parcialmente la dificultad de no tener información disponible y considerar las líneas de negocios de cada institución. Esto es un elemento relevante en el entendido de que es clave determinar otra forma de medición que tenga en cuenta los negocios propios de cada banco y por ende refleje más acertadamente sus requerimientos por riesgos

**TABLA 4**

En Miles de USD 31/12/2007	RPN + OSRM	Req. de Riesgo Crédito	Req. de Riesgo Mercado	CaR al 31/12/07	Req. de Riesgo Operacional Metodología BIA	% de Riesgo Op. s/Req. Total	CaR c/req. de Riesgo Op.
<b>BROU</b>	650.799	159.576	35.885	0,27	50.122	20	0,21
<b>BANDES</b>	17.923	7.806	2.740	0,14	2.071	16	0,12
<b>ITAU</b>	80.798	56.460	1.974	0,11	9.595	14	0,10
<b>CREDIT</b>	71.889	40.672	6.386	0,12	6.494	12	0,11
<b>NBC</b>	203.180	68.952	5.869	0,22	13.550	15	0,19
<b>DISCOUNT</b>	49.642	12.387	5.400	0,22	3.576	17	0,18
<b>SANTANDER</b>	71.867	54.828	7.893	0,09	7.466	11	0,08
<b>BBVA</b>	43.678	26.590	2.879	0,12	3.930	12	0,11
<b>HSBC</b>	14.565	9.465	598	0,12	1.049	9	0,11
<b>SURINVEST</b>	25.088	2.174	1.564	1,15	900	19	0,76
<b>CITIBANK</b>	43.502	21.902	3.216	0,14	4.307	15	0,12
<b>ABN</b>	114.124	65.108	12.592	0,10	12.378	14	0,09
<b>LLOYDS</b>	19.637	14.477	583	0,09	1.681	10	0,08
<b>NACIÓN</b>	16.298	992	2.441	0,52	610	15	0,42

Fuente: www.bcu.gub.uy (Balances Auditados)

operacionales.

La construcción del mismo, inspirada en la “regla de Allais”, agrega los grandes capítulos de los activos de cada banco y los clasifica en las ocho líneas de negocios definidas por Basilea II. Con el peso relativo de cada agregado de activos sobre el activo total se determina un ponderador que posteriormente se le aplica al “factor beta” de Basilea o 0,15 para los grupos de activos no clasificados. La suma de los ponderadores por los “factores beta” da como resultado un “factor beta” sintético global a medida para cada institución, el cual es aplicado de forma similar al BIA.

$$\beta_g = \sum_{i=1}^8 \frac{A_i}{AT} \cdot \beta_i$$

$\beta_g$  =  $\beta$  sintético global propuesto

AT = Activos totales

$A_i$  = Activos agrupados asociados a la  $i$  línea de negocios definida por Basilea.

Aplicado el modelo llegamos a los siguientes resultados (tabla 5).

Como se observa, los betas hechos a medida son superiores al 0,15, básicamente por tener las instituciones importantes posiciones en Colocaciones Sector Financiero -asimilables a CDs- y Valores para Inversión clasificados ambos en la línea de negocios

de “Trading” de Basilea al 18%. Esto hace incrementar levemente el peso del Requerimiento por Riesgo Operacional sobre los otros requerimientos, pero en general influye levemente sobre el CaR.

### VI – CONCLUSIONES

Las instituciones deben gestionar el riesgo operacional de forma integral. Esto deja planteado un gran desafío para las mismas. Gestionarlo implicará la participación del directorio y la alta gerencia, incorporar buenas prácticas operacionales, definir políticas y procedimientos y aplicar metodologías de medición adecuadas.

La aplicación del VaR es muy útil porque permite hacer comparaciones debido a que es una medida en términos monetarios. Esto es muy útil para los *stakeholders*, quienes deben tomar decisiones maximizadoras de su función de utilidad considerando sus preferencias y su grado de percepción del riesgo. Adicionalmente, permite calcular el *Capital at Risk* de cada línea de negocio.

En cuanto a la determinación del capital por riesgo operacional, se han repasado los tres métodos propuestos por el Comité de Basilea. La principal desventaja de los dos primeros métodos, es decir, el método básico y el estándar, es la definición de ingresos bru-

**TABLA 5**

En Miles USD 31/12/2007	RPN + OSRM	Req. de Riesgo Crédito	Req. de Riesgo Mercado	CaR al 31/12/07	$\beta_g$ sintético	Req. de Riesgo Operacional Metodología propuesta	% de Riesgo Op. s/Req. Total	CaR c/req. de Riesgo Op.
<b>BROU</b>	650.799	159.576	35.885	0,27	0,17	55.536	22	0,21
<b>BANDES</b>	17.923	7.806	2.740	0,14	0,16	2.176	17	0,12
<b>ITAU</b>	80.798	56.460	1.974	0,11	0,16	10.043	15	0,10
<b>CREDIT</b>	71.889	40.672	6.386	0,12	0,16	6.900	13	0,10
<b>NBC</b>	203.180	68.952	5.869	0,22	0,16	14.415	16	0,18
<b>DISCOUNT</b>	49.642	12.387	5.400	0,22	0,17	4.049	19	0,18
<b>SANTANDER</b>	71.867	54.828	7.893	0,09	0,16	7.974	11	0,08
<b>BBVA</b>	43.678	26.590	2.879	0,12	0,16	4.118	12	0,11
<b>HSBC</b>	14.565	9.465	598	0,12	0,17	1.170	10	0,11
<b>SURINVEST</b>	25.088	2.174	1.564	1,15	0,17	1.046	22	0,72
<b>CITIBANK</b>	43.502	21.902	3.216	0,14	0,17	4.757	16	0,12
<b>ABN</b>	114.124	65.108	12.592	0,10	0,17	13.916	15	0,09
<b>LLOYDS</b>	19.637	14.477	583	0,09	0,16	1.797	11	0,08
<b>NACION</b>	16.298	992	2.441	0,52	0,17	685	17	0,41

Fuente: www.bcu.gub.uy (Balances Auditados)



tos, que en definitiva depende de las normas contables de cada país, y que potencialmente podría traer dificultades a la hora de la comparación. Otra desventaja es que por su metodología “rígida” es menos exacta al momento de determinar los cargos de capital por pérdidas inesperadas.

Es por ello, que el Comité se ha inclinado por un método más avanzado como es el AMA. A lo largo del trabajo se ha profundizado en el LDA cuya formulación exige información histórica de pérdidas operacionales por tipo de riesgo y línea de negocio como se vio anteriormente. Con esta información cuantitativa se pretende modelizar la frecuencia y la severidad. La principal desventaja es que las instituciones no cuentan con suficientes datos para poder estimar de forma correcta. De esta manera, el Comité permite complementar con bases de datos externas para la severidad.

Pese a que en la realidad los datos verdaderos difícilmente se ajusten en forma perfecta a lo que se estima, las distribuciones Lognormal y la de *Weibull* son las que se recomiendan a la hora de trabajar con la severidad. En tanto que para la frecuencia, las distribuciones más aconsejables serían las de *Poisson*, la

Binomial o Binomial Negativa.

Por su parte, la Teoría de los Valores Extremos aporta una metodología más adecuada para analizar los extremos de las colas de la distribución, transformándose en un elemento indispensable al momento de aproximar los cálculos del VaR.

A nivel internacional y fundamentalmente en el Uruguay se observa escasa preocupación en el proceso de compilación de datos y confección de bases históricas estadísticas con la suficiente información como para ser sólidas al momento de construir un sistema de medición avanzado. En este sentido los bancos deben comenzar a prever en sus sistemas de información la contabilización de las pérdidas por riesgo operacional como base para una futura convergencia a modelos internos de Basilea II. El Supervisor debe comenzar a guiar a las instituciones en este sentido.

Como resultado de la aplicación del Método del Indicador Básico al Sistema Bancario Uruguayo, se observa un resultado acorde con las estimaciones de la mayoría de los autores respecto a la proporción de éstos sobre los requerimientos totales. Si bien el Ratio de Adecuación de Capital disminuiría, éste se mantendría por encima del 8% para todas las instituciones.

Para el caso del Método Propuesto, el cual pretende un acercamiento al perfil de negocios de cada institución se arriba a resultados similares. Estas aplicaciones pretenden ser una primera aproximación al impacto de los requerimientos de riesgo operacional sobre el total de requerimientos y el Ratio de Adecuación de Capital de cada institución del sistema local.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

**Culp, Ch.,** (2007): *The Risk Management Process*. Wiley Finance. United States of America.

**Hull, J.,** (2007): *Risk Management and Financial Institutions*. Pearson Prentice Hall. United States of America.

**Hull, J.,** (2008): *Fundamentals of Futures and Options Markets*. 6ta Edición. Pearson Prentice Hall. United States of America.

**Hull, J.,** (2008): *Options, Futures and Other Derivatives*. 7° Edición. Pearson Prentice Hall. United States of America.

**Jorion, Ph.,** (2007): *Financial Risk Manager*. Handbook. 4° Edición. Wiley Finance. United States of America.

**Jorion, Ph.,** (2007): *Value at Risk. The New Benchmark for Managing Financial Risk*; 3° Edición. Mc. Graw Hill. United States of America.

**Morgan, J. P.; RiskMetricsTM,** (1996): *Technical Document*. 4° Edición.

**Pascale, R.,** (2009): *Decisiones Financieras*. Sexta Edición. Pearson – Prentice Hall.

**WORKING PAPERS:**

**Alcalde, F.,** (2005): *“La Teoría de los Eventos Extremos, aplicación para evaluación de riesgos”*. Centro de Investigación en Métodos Cuantitativos Aplicados a la Economía y la Gestión. Buenos Aires.

**Comité de Supervisión Bancaria,** (2001): *“Working Paper on the Regulatory Treatment of Operational Risk”*. N° 8, Basilea.

**Comité de Supervisión de Basilea,** (2003): *“Buenas Prácticas para la gestión y supervisión del riesgo operativo”*. BIS.

**Embrechts, P.; Furrer, H.; Kaufmann, R.,** (2004): *“Quantifying Regulatory Capital for Operational Risk”*.

**Feria Domínguez, J; Jiménez Rodríguez, E.,** (2007): *“El OpVaR como medida de Riesgo Operacional”*.

**Fontnouvelle, P.; De Jesus-Reuff, V.; Jordan, J.; Rosengren, E.,** (2003): *“Using Loss Data to Quantify Operational Risk”*. Federal Reserve.

**Hull, J.; White, A.,** (1998): *“Incorporating Volatility Updating Into The Historical Simulation Method For Value At Risk”*. Journal of Risk.

**Hull, J.; White, A.,** (1998): *“Value At Risk When Daily Changes In Market Variables Are Not Normally Distributed”*. Journal of Derivatives. Vol. 5, N°3, pp. 9-19.

**Jorion, P.,** (1996): *“Risk: Measuring the Risk in Value at Risk”*. Financial Analyst Journal.

**Markowitz, H.,** (1959): *“Portfolio Selection”*. Nueva York: John Wiley & Sons.

**Mc Neil, A.,** (1996): *“Estimating the Tails of Loss Severity Distributions using Extreme Value Theory”*. Centro ETH, Departamento de Matemáticas. Zurich.

**Mc Neil, A.,** (1999): *“Extreme Value Theory for Risk Managers”*. Centro ETH, Departamento de Matemáticas. Zurich.

**Medova, E.,** *“Operational Risk Capital Allocation and Integration of Risks”*. Centre for Financial Research, University of Cambridge, UK.

**Rodríguez, A.,** (2008): *“Distribución de Pérdidas de la Cartera de Créditos: El Método Unifactorial de Basilea II vs. Estimaciones no Paramétricas”*. Departamento de Economía, Facultad de Ciencias Sociales, UDELAR.

**OTROS DOCUMENTOS:**

Basel Comité on Banking Supervision; (1997): *“Principios Básicos para una Supervisión Bancaria Efectiva”*. Bank for International Settlements.

**SITIOS WEB:**

www.bis.org  
www.bcu.gub.uy



## ANEXOS

### ANEXO I: SIMULACIÓN DE FUNCIÓN DE SEVERIDAD

En el cuadro 1 se simulan las distribuciones sobre una muestra empírica tipo, para modelizar la severidad de las pérdidas por riesgo operacional. Se toman las siguientes observaciones de ejemplo:

#### CUADRO 1 - PÉRDIDAS OBSERVADAS POR INFORMACIÓN INTERNA Y EXTERNA

En miles de USD.

Observación	Pérdida
1	2
2	6
3	3
4	5
5	8
6	2
7	3
8	650
9	190
10	180
11	20
12	30
13	35
14	42
15	6
16	390
17	10
18	12
19	5
20	8
21	7
22	7
23	5
24	6
25	50
26	9
27	8
28	4
29	400
30	2

#### CUADRO 2

Ranked by: Anderson-Darling				
Distribution	A-D	Chi-Square	K-S	Parameters
Pareto	.7733	3.6000	.1851	Location=1.87,Shape=0.49434
Lognormal	1.5278	9.2000	.2159	Mean=56.12,Std. Dev.=215.64
Weibull	1.9015	11.6000	.2479	Location=1.60,Scale=34.92,Shape=0.50502
Gamma	2.7816	22.4000	.2771	Location=1.19,Scale=188.95,Shape=0.36505
Logistic	5.6675	81.6000	.3832	Mean=35.27,Scale=69.87
Max Extreme	6.3389	58.4000	.3552	Likelest=21.22,Scale=59.84
Normal	6.3828	40.0000	.3864	Mean=70.17,Std. Dev.=151.21
Beta	6.4286	40.0000	.3871	Minimum=-2.037,51,Maximum=2,177.85,Alpha=
Student's t	6.5207	43.2000	.4846	Midpoint=8.00,Scale=124.12,Deg. Freedom=1
Min Extreme	6.5424	97.2000	.3888	Likelest=159.44,Scale=222.20
Exponential	15.6796	58.4000	.5143	Rate=0.01
Uniform	39.8096	96.8000	.7318	Minimum=-20.34,Maximum=672.34
Triangular	41.6021	96.8000	.7009	Minimum=-8.62,Likelest=2.00,Maximum=773.86

Ranked by: Chi-Square				
Distribution	A-D	Chi-Square	K-S	Parameters
Pareto	.7733	3.6000	.1851	Location=1.87,Shape=0.49434
Lognormal	1.5278	9.2000	.2159	Mean=56.12,Std. Dev.=215.64
Weibull	1.9015	11.6000	.2479	Location=1.60,Scale=34.92,Shape=0.50502
Gamma	2.7816	22.4000	.2771	Location=1.19,Scale=188.95,Shape=0.36505
Normal	6.3828	40.0000	.3864	Mean=70.17,Std. Dev.=151.21
Beta	6.4286	40.0000	.3871	Minimum=-2.037,51,Maximum=2,177.85,Alpha=
Student's t	6.5207	43.2000	.4846	Midpoint=8.00,Scale=124.12,Deg. Freedom=1
Max Extreme	6.3389	58.4000	.3552	Likelest=21.22,Scale=59.84
Exponential	15.6796	58.4000	.5143	Rate=0.01
Logistic	5.6675	81.6000	.3832	Mean=35.27,Scale=69.87
Uniform	39.8096	96.8000	.7318	Minimum=-20.34,Maximum=672.34
Triangular	41.6021	96.8000	.7009	Minimum=-8.62,Likelest=2.00,Maximum=773.86
Min Extreme	6.5424	97.2000	.3888	Likelest=159.44,Scale=222.20

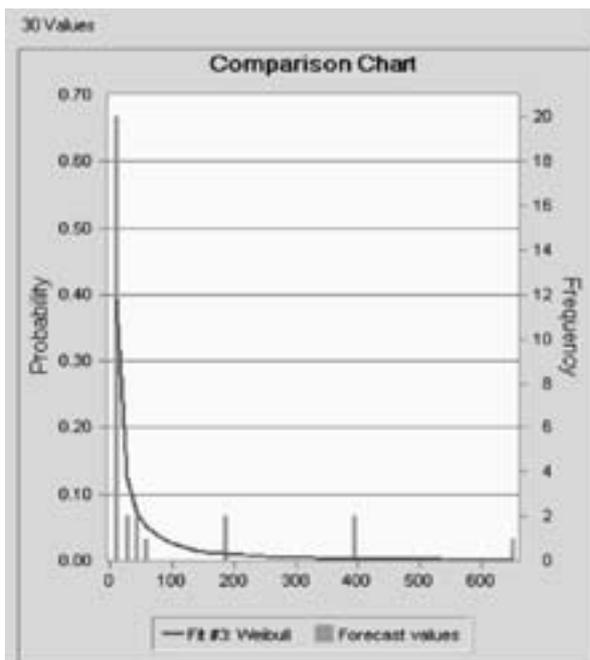
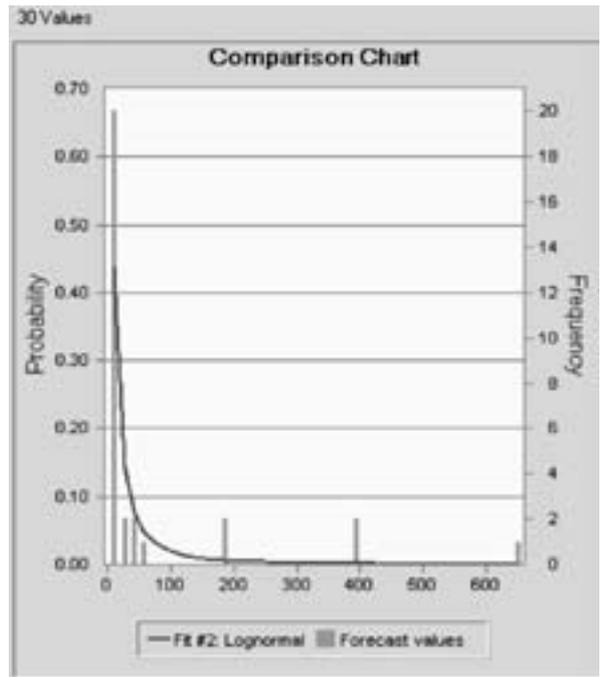
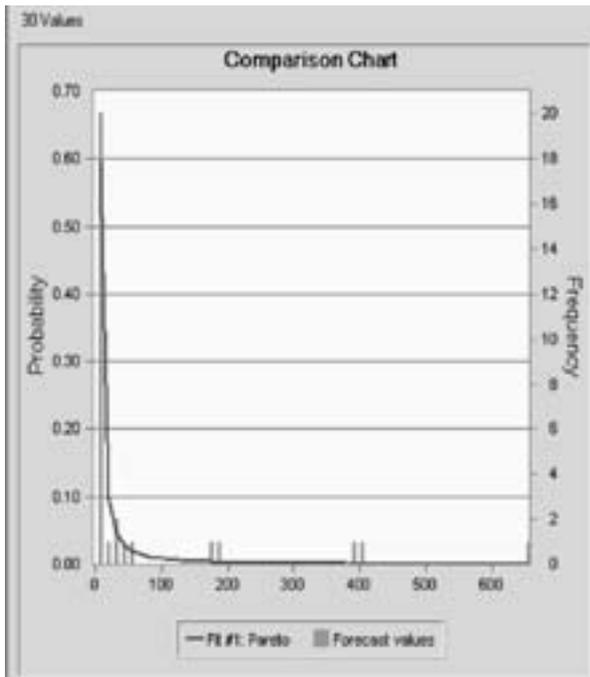
Ranked by: Kolmogorov-Smirnov				
Distribution	A-D	Chi-Square	K-S	Parameters
Pareto	.7733	3.6000	.1851	Location=1.87,Shape=0.49434
Lognormal	1.5278	9.2000	.2159	Mean=56.12,Std. Dev.=215.64
Weibull	1.9015	11.6000	.2479	Location=1.60,Scale=34.92,Shape=0.50502
Gamma	2.7816	22.4000	.2771	Location=1.19,Scale=188.95,Shape=0.36505
Max Extreme	6.3389	58.4000	.3552	Likelest=21.22,Scale=59.84
Logistic	5.6675	81.6000	.3832	Mean=35.27,Scale=69.87
Normal	6.3828	40.0000	.3864	Mean=70.17,Std. Dev.=151.21
Beta	6.4286	40.0000	.3871	Minimum=-2.037,51,Maximum=2,177.85,Alpha=
Min Extreme	6.5424	97.2000	.3888	Likelest=159.44,Scale=222.20
Student's t	6.5207	43.2000	.4846	Midpoint=8.00,Scale=124.12,Deg. Freedom=1
Exponential	15.6796	58.4000	.5143	Rate=0.01
Triangular	41.6021	96.8000	.7009	Minimum=-8.62,Likelest=2.00,Maximum=773.86
Uniform	39.8096	96.8000	.7318	Minimum=-20.34,Maximum=672.34

Éstas generalmente son observaciones de impacto bajo y pocas de muy alto impacto.

En el cuadro 2 se expone el análisis realizado en Excel con la aplicación Crystal Ball para los *Test* de Anderson-Darling, Chi-Cuadrado y Kolmogorov-Smirnov arrojando los siguientes resultados:

En los tres casos, el *ranking* coloca a las distribuciones de Pareto, Lognormal y *Weibull* como las más aptas distribuciones sobre los datos tipo observados. Este análisis arroja resultados consistentes con los desarrollos expuestos en el trabajo.

A continuación se exponen los gráficos para estas distribuciones:



## NOTAS

- 1 Premio Nobel de Economía en 1990 por sus investigaciones sobre la teoría del portafolio.
- 2 La distribución normal es simétrica alrededor de su media y carece de apuntamiento. Queda caracterizada por sus dos primeros momentos, es decir, su media y su varian-za. Es muy útil ya que la probabilidad de tener un rendimiento superior o inferior a la media en una cierta cantidad depende de la desviación estándar. Es así que existe un 68.26% de probabilidades de que un rendimiento se encuentre dentro de una desviación estándar de la media y un 95.44% que se encuentre a dos desviaciones.
3. Scholes y Merton fueron premiados con el Premio Nobel de Economía en 1997.
4. Comité de Supervisión Bancaria de Basilea -*Basel Committee on Banking Supervision*- creado en 1974 por el G-10 y funciona en forma adscripta al Banco Internacional de Pagos (BIS).
5. Desarrollado en el año 1994 por RiskMetrics™ de JP Morgan.
6. RiskMetrics "*Technical Document*". JP Morgan, 1996.
7. En Estadística se conoce como proceso con reversión a la media.
8. Ejemplos de desastres financieros: Orange County (USA). Metallgesellschaft (Alemania), Barings (Reino Unido).
9. "*International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards: a Revised Framework*", Junio de 2004.
10. Modelos "*Top-Down*".
11. Modelos "*Bottom-Up*".
12. En honor al sueco *Walodi Weibull*, quien la describió por primera vez en un *paper* del año 1951.
13. Descubierta por Simeon-*Denis Poisson* (1781-1840).
14. La EVT ha sido utilizada por la hidrología, la ingeniería y en los últimos años en las finanzas.
15. D.V. Gnedenko, "*Sur la distribution limité du terme d'une série aléatoire*" (1943).
16. Matemáticamente se hace la derivada parcial del VaR con respecto a cada parámetro.