

IV REUNION DE AUDITORES INTERNOS DE BANCA CENTRAL

CENTRO DE ESTUDIOS MONETARIOS LATINOAMERICANOS – CEMLA

Cartagena de Indias, Colombia 6 al 10 de julio de 1998

ASPECTOS FINANCIEROS DE LA ADMINISTRACION DE RESERVAS INTERNACIONALES

Cristian A. Salinas C.
Banco Central de Chile

Gerencia Inversiones Internacionales
Santiago, Junio 1998

ASPECTOS FINANCIEROS DE LA ADMINISTRACION DE RESERVAS

Cristian A. Salinas C.

El siguiente trabajo tiene por objeto dar a conocer los distintos criterios y herramientas, generalmente utilizadas en la gestión de un portafolio de inversión, relativo a las Reservas Internacionales de un país. En la primera sección se describen los principales lineamientos y propósitos de inversión de reservas, incorporando conceptos de riesgo asociados a la gestión, para así poder generar un comparador referencial o benchmark, consistente con los objetivos y restricciones definidos para la administración. En la segunda sección se abordan temas asociados a la administración financiera de un portafolio de inversión, haciendo hincapié en las técnicas que permiten definir el posicionamiento a lo largo de la curva de rendimientos (estructura de tasas de interés) así como las diversas metodologías empleadas para la valoración de los instrumentos de inversión en dichos tramos. Finalmente se presentan las distintas metodologías empleadas en la Administración del Riesgo de un portafolio, de modo de poder cuantificar los montos, tanto absolutos como relativos, en que se puede modificar el valor del mismo frente a variaciones en las condiciones de mercado, y en un período específico de tiempo. A modo de apéndice, se desarrolla un modelo general de optimización de cartera, donde se toman en cuenta, de manera simultánea, los objetivos definidos, los niveles de riesgo tolerados, y los parámetros establecidos en la formulación de las políticas de inversión.

I. Objetivos de administración, Riesgos asociados y Pautas de Inversión.

Tradicionalmente, la administración de portafolios de reservas internacionales de un país ha reconocido como objetivos prioritarios, el generar niveles de **liquidez** consistentes con los requerimientos de pagos externos, así como con las eventuales necesidades de intervención en los mercados cambiarios; asegurar la **preservación del capital** administrado y, en tercer lugar; maximizar la **rentabilidad** sobre dichos activos, sujeto a las

restricciones impuestas por la consecución de los dos objetivos antes indicados.

Los desarrollos económicos y financieros más recientes han, no obstante, modificado en cierto sentido el orden de las prioridades enunciadas. Un creciente volumen de recursos bajo administración, unido a la globalización financiera internacional y a la irrupción de nuevos mercados, instrumentos y técnicas de administración, han ido confiriendo mayor importancia al objetivo de maximización de la rentabilidad, y consecuentemente, a la necesidad de mejorar la medición y administración de los riesgos asociados a su manejo más activo.

En términos genéricos, los riesgos que se enfrentan en el proceso de administración de una cartera de activos internacionales, comprenden el "**Riesgo de Mercado**", que incluye tanto el riesgo de tasa de cambio así como el riesgo de tasa de interés (o de variación del precio del activo), el "**Riesgo Crediticio**", vinculado a contrapartes y emisores, el "**Riesgo de Liquidez**", asociado a instrumentos y mercados, y finalmente el "**Riesgo Operativo**", originado en el perfeccionamiento de las operaciones de inversión y/o venta de los activos.

Para la gestión de la cartera, los desarrollos y comentarios anteriores significan, en primer lugar, definir de manera explícita los objetivos prioritarios que se espera lograr, identificar luego los niveles de riesgo que se está dispuesto a asumir en función de los objetivos enunciados, y finalmente definir las políticas o **pautas de inversión** que sean consistentes con el perfil de "retorno-riesgo" perseguido.

Conciliados objetivos, restricciones y medios, la gestión debe también considerar instancias de evaluación, esto es, debe incorporar el diseño de **portafolios referentes** (benchmarks), que sean reflejo de las condiciones definidas para la gestión, que permitan rangos de desviación respecto de sus parámetros centrales y que sean factibles de ser replicados y sencillos en su formulación y medición.

La existencia de referentes o comparadores, permite a la administración establecer índices de gestión o performance de la propia cartera en relación a un posicionamiento neutral o pasivo, facilitando la evaluación de distintas estrategias de inversión, en el contexto de los retornos y riesgos "en exceso", que generen respecto del referente o benchmark.

En lo que sigue de esta sección se examinarán los criterios generales a considerar en el proceso de formulación de las principales políticas y parámetros de inversión, de manera de asegurar consistencia con la definición de objetivos y tolerancia al riesgo, y permitir la definición de los referentes a utilizar como "benchmarks" para la gestión. Dentro de estas políticas, se aparecen como fundamentales aquellas relacionadas con la composición de monedas del portafolio (administra riesgo de cambio), con la madurez o duración de las inversiones (relativo al riesgo de tasa de interés), así como con los emisores, mercados, instrumentos y contrapartes autorizados (que definen a su vez la exposición que se esté dispuesto a asumir en términos de riesgo crediticio y de liquidez).

Composición de Monedas.

La determinación de la composición óptima de monedas para un portafolio de activos en divisas, se encuentra normalmente asociada a criterios referidos a los flujos comerciales y financieros de un país, a las necesidades de intervención en los mercados cambiarios, al calce de sus pasivos denominados en moneda extranjera y más recientemente, a los resultados de ejercicios de optimización financiera. El peso relativo que se asigne a cada

uno de estos criterios es función, a su vez, de los objetivos de la administración, y deben ser ponderados a objeto de identificar puntos centrales y rangos de desviación a ser permitidos, para cada área monetaria definida dentro del portafolio de inversión.

El criterio de "flujos comerciales y financieros" apunta al objetivo prioritario de proveer la liquidez necesaria para hacer frente a los pagos externos del país, incluidos aquellos referidos al balance comercial así como aquellos asociados a sus servicios financieros y de amortización de deuda externa. Ello significa poder cuantificar los montos de pagos (y eventualmente recibos) externos en las diferentes divisas en que se materializan las transacciones comerciales del país, así como los movimientos asociados a servicios financieros y de amortización de deuda externa. El monto de las divisas utilizadas para dichas transacciones debe no obstante "ajustarse" por los precios relevantes de los bienes o servicios transados. Esto es, el que un país realice la totalidad de sus pagos por ejemplo, en US dólares, no significa que deba mantener, conforme a este criterio, sólo dólares. En rigor si los precios de los bienes transados están determinados por el comportamiento de otras divisas, el dólar representará sólo una equivalencia, provisto un cierto tipo de cambio, con respecto al monto real de divisa utilizada para la transacción. A la inversa, existen otros bienes, fundamentalmente materias primas, cuyos precios pueden ser expresados en distintas divisas, pero que son efectivamente determinados en dólares y cumplen con la condición de único precio, independiente de su procedencia y/o divisa de origen.

Es evidente que la ponderación relativa de este criterio para la definición de la composición óptima de divisas en el portafolio, estará en relación directa con los volúmenes de pagos y/o servicios externos comprometidos (absolutos o netos), y en relación inversa a los montos de recursos administrados.

El criterio asociado a las "necesidades de intervención en los mercados de cambio domésticos", y eventualmente en los mercados cambiarios internacionales, guarda relación con la definición de las políticas cambiaria, monetaria y crediticia de cada país. Países que por ejemplo mantienen sistemas de tipo de cambio fijo o de convertibilidad respecto de una cierta divisa, deben por este concepto mantener reservas en tal signo monetario, en volumen equivalente a su Base Monetaria ajustada por el tipo de cambio prevaleciente.

El "calce de pasivos externos" representa tal vez el criterio más obvio a considerar en la composición de monedas de un portafolio de reservas. El objetivo del calce es exactamente minimizar el riesgo de cambios en el valor relativo de la relación de "pasivos a activos" en el balance externo, derivado de variaciones en las paridades de las distintas divisas en que éstos se expresan. Conforme a este criterio, debería en consecuencia guardarse una relación "uno a uno" (o por defecto, proporcional) entre los activos y pasivos en distintas monedas presentes en el balance externo. Lo anterior implica conocer con exactitud los montos de los pasivos externos en las distintas monedas, así como la duración (madurez) de cada una de dichas carteras. A partir de ello, el criterio indica "replicar" en el lado de los activos la composición de monedas y la duración de los portafolios administrados.

Finalmente, el criterio de "optimización financiera" se asocia directamente con el objetivo de maximización de retornos sobre los recursos administrados. Se expresa en la forma de ejercicios de optimización del tipo "media-varianza", en los que se consideran los retornos (históricos y/o esperados) de los distintos activos elegibles para cada una de las divisas relevantes a la administración, expresados en un mismo signo monetario a efectos de hacerlos comparables, y las correlaciones existentes dentro de cada área monetaria, así como entre éstas.

El ejercicio de optimización (normalmente de programación lineal), entrega como resultado una frontera

eficiente, a lo largo de la cual se representan todas las posibles combinaciones de las diversas clases de activos, pertenecientes a distintas áreas monetarias, que hacen máximo el retorno para distintos niveles de riesgo asociado. La selección de un portafolio específico que sea parte de dicha frontera eficiente, se consigue incorporando al ejercicio las restricciones de riesgo relevantes. Estas restricciones pueden, a su vez, adoptar la forma de una función de utilidad, en que el retorno se ajusta por riesgo en una cierta proporción, i.e., $U_t = R - 2 \text{ S.D.}$, o simplemente expresarse en unidades de desviaciones estándares máximas aceptables (u otras medidas de riesgo alternativas).

El portafolio así determinado satisface simultáneamente las condiciones de ser parte de la frontera eficiente y respetar la restricción de riesgo definida, reflejando las participaciones relativas de cada moneda que permiten la optimización del resultado.

Duración

Al igual que en el caso de la composición de monedas, la *duración* del portafolio de activos internacionales constituye un elemento central en la formulación de las políticas o pautas de inversión. Asociado al manejo del riesgo de tasa de interés, el concepto de *Duración* representa una medida general de la sensibilidad (elasticidad) del valor de un portafolio de activos, frente a modificaciones en los niveles de tasa de interés. En otras palabras, indica de manera aproximada, el impacto que sobre el precio de nuestros activos tienen los aumentos o reducciones en las tasas de interés de mercado.

La determinación de la *Duración* óptima para un cierto portafolio, será función de los objetivos prioritarios de éste, de los instrumentos elegibles de inversión y de la tolerancia al riesgo que se defina. Así por ejemplo, para portafolios orientados principalmente a proveer liquidez, se puede esperar *duraciones* óptimas probablemente en rangos inferiores a los 6 meses. Por el contrario, portafolios orientados a la rentabilidad, presentarán normalmente mayores *duraciones*, de varios años, reflejando con ello la estructura normal de una curva de rendimientos.

Las metodologías para determinar *duraciones* referenciales de portafolios de activos de reserva se limitan, en los casos más sencillos, a considerar de una parte, la duración de los pasivos externos, y a diferenciar luego, para los activos netos, entre sub portafolios de liquidez e inversión, asignando a cada uno de ellos referentes estándares (T Bills & Global Bond Indexes), cuyas duraciones son fáciles de replicar y de calcular.

Alternativamente, y al igual que en el caso de las monedas, pueden identificarse, a través de ejercicios de optimización financiera, las familias de activos que en cada área monetaria reflejen los mayores retornos, calculando para cada una de ellas el valor de su duración promedio, y ponderando luego por el peso relativo que las distintas divisas tienen dentro del portafolio, poder valorar su duración global.

Cualesquiera sea la metodología utilizada, la existencia de una duración objetivo única para la totalidad del portafolio, tiene asociado el riesgo del nivel de dispersión que se observe en cada subcartera respecto del valor objetivo global. Dos portafolios pueden tener igual duración (igual "promedio"), y sin embargo presentar significativas diferencias en el riesgo de mercado que enfrentan, conforme al grado de dispersión que exhiban en cada una de sus carteras.

En la tercera sección de este documento volveremos a referirnos a otros aspectos asociados al concepto de *duración*, comparándolo con herramientas alternativas desarrolladas para la medición, control y

administración del riesgo de mercado.

Riesgo Crediticio

La administración del Riesgo Crediticio asociado a la gestión de un portafolio de activos internacionales, constituye el tercer elemento identificable en la formulación de las políticas y pautas de inversión, y se refiere en particular a los objetivos de rentabilidad y preservación de capital, en cuanto intenta reducir los riesgos de insolvencia de contrapartes y/o emisores.

Para fines prácticos se pueden distinguir a lo menos cuatro categorías o "fuentes" asociadas al riesgo crediticio. La primera de ellas representada por el "*riesgo bancario*", o exposición a instituciones financieras, generalmente privadas, y que actúan como contrapartes para depósitos y/o como emisores de papeles de deuda. Una segunda fuente es la conformada por entes "*soberanos*", esto es, gobiernos de países emisores de deuda, a los que normalmente se debe agregar, agencias y otras entidades, con emisiones de deuda explícitamente garantizadas por sus respectivos gobiernos. De condición similar, una tercera categoría de desglose lo representa el "*riesgo supranacional*", caracterizado por la exposición a emisiones de instituciones multinacionales con status reconocido de tales, i.e. Banco Mundial, Banco Interamericano de Desarrollo, etc. Finalmente, y no del todo difundido en la práctica de inversión de Bancos Centrales, se identifica también la exposición al riesgo "*corporativo*", representado por emisiones de títulos de deuda tanto de renta fija como variable, de empresas.

Los niveles de tolerancia a cada una de las categorías de riesgo crediticio antes mencionadas se expresan normalmente, a través de límites cuantitativos impuestos a la exposición de las inversiones, tanto en términos de montos como de plazos. Los niveles a los cuales aplicar dichos límites, vuelve a ser función de los objetivos perseguidos. Un esquema conservador tenderá a limitar las inversiones a instrumentos de la más alta calificación crediticia, i.e. "soberanos AAA", en tanto un esquema más agresivo de inversiones, animado en mayores retornos, ampliará sus márgenes de tolerancia al riesgo a otros emisores (i.e. bancarios y/o corporativos) e inferiores calificaciones crediticias.

La experiencia de algunos Bancos Centrales en esta materia, apunta a considerar como niveles de riesgo crediticio aceptables, a combinaciones de inversiones en instituciones bancarias, entes soberanos y supranacionales, con rangos de porcentajes variables y en línea con sus objetivos de rentabilidad y "seguridad" (preservación del capital).

Para efectos de las calificaciones específicas de riesgo en cada una de las posibles categorías de inversión, se recurre normalmente a las instituciones Calificadoras de Riesgo (Moody's, Standard & Poors, IBCA, etc.), considerándose de hecho las calificaciones que éstas otorgan a la deuda de largo plazo (senior long term debt) de las contrapartes y/o emisores evaluados. Tal información se complementa con terceras fuentes, así como con antecedentes de fortaleza financiera, ratings de corto plazo, profundidad de mercados, capital de las instituciones (PGB en el caso de los soberanos), etc., posibilitándose de esta forma la construcción de una suerte de matriz con entradas tanto de calificaciones de riesgo como de antecedentes financieros y/o económicos relevantes, que definen áreas a las cuales asociar los montos y plazos máximos de inversión permitidos.

II. Administración Financiera de Portafolio.

Definidos objetivos y políticas de inversión, y conocidos los parámetros generales de riesgo aceptables a la gestión, el enunciado de los instrumentos, mercados, contrapartes y emisores elegibles para materializar las decisiones de inversión, se limita a un ejercicio de selección que respete la condición de adherir a las pautas señaladas. Así, y en lo que se refiere a los instrumentos potencialmente utilizables como vehículos de inversión, se deberá identificar productos asociados con riesgos crediticios elegibles, que simultáneamente satisfagan las restricciones de moneda, duración y de eventuales limitaciones institucionales.

Por lo general el listado de estos instrumentos comprende: (1) Operaciones cursadas en el ámbito del riesgo bancario, como depósitos a plazo, operaciones de cambio, operaciones de venta con pacto de retrocompra (repo's y reverse repo's), operaciones con uso de derivativos (futuros, swaps, opciones y otros), e inversiones en certificados de depósito, aceptaciones bancarias, y papel comercial emitido por dichas instituciones bancarias. (2) Operaciones e inversiones en papeles de deuda soberanos (o supranacionales) de corto plazo, como letras del tesoro, papel comercial, euronotas, notas a descuento, notas a tasa flotante, papeles de agencias de gobiernos, etc., y (3) Operaciones e inversiones en riesgo soberano de largo plazo, incluyendo notas y bonos.

Así dispuestos los lineamientos de administración, corresponde a la gestión identificar el posicionamiento del portafolio a lo largo de la curva de rendimientos, seleccionando los instrumentos que representen, en cada tramo, las mejores condiciones de inversión, tanto en una perspectiva absoluta, como relativa a un benchmark o referente.

En lo que sigue de esta sección se examinan algunas de las técnicas de administración financiera comúnmente utilizadas con el propósito antes indicado. Concretamente, se revisan aspectos globales del *análisis de retorno total*, y dentro de las distintas metodologías para la valoración de activos, se distingue específicamente la del *"option adjusted spread"*.

Retorno Total

El análisis de Retorno Total es una de las herramientas utilizadas para definir el posicionamiento a lo largo de la curva de rendimiento. A través de este análisis es posible calcular la tasa de retorno asociada para cada sector o tramo de la curva de rendimiento, dados, *los escenarios de tasas interés* que se deriven del análisis macroeconómico y financiero de los distintos mercados, el horizonte de inversión y la tasa de reinversión asumidas. Esta metodología permite implementar estrategias de inversión identificando cuales serían los sectores de la curva de rendimiento donde se obtendrían las mayores y menores tasas de retorno, conforme se estime el cambio de la estructura de tasas de interés actual a la proyectada, de modo de invertir los nuevos recursos y/o llevar a cabo los ajustes necesarios al portafolio.

Esta metodología ha reemplazado al tradicional análisis de rendimiento a la madurez o "yield to maturity" - Ytm- de un bono, que presenta debilidades asociadas a lo restrictivo de sus supuestos. En particular, pues supone (1) que todos los flujos de caja que se generan son reinvertidos al "Ytm", lo que equivale a afirmar que la estructura de tasas de interés no cambia a través del tiempo, y (2) que el instrumento es mantenido hasta su madurez, lo que significa que en el evento que éste se liquide antes de su vencimiento, considerará un precio de venta que refleje el mismo rendimiento al cual fue comprado. El análisis de Retorno Total constituye una alternativa metodológica superior al tomar en consideración distintos horizontes de inversión, así como

diferentes tasas de reinversión y escenarios de tasas de interés.

El retorno total se puede descomponer en tres componentes: el primero corresponde al retorno asociado al precio del instrumento, el segundo al retorno del cupón y por último el retorno asociado a la reinversión de los cupones.

El retorno asociado al precio del instrumento equivale a las ganancias o pérdidas de capital experimentadas por el instrumento en un determinado periodo de tiempo. Este efecto precio a su vez puede ser descompuesto en dos factores: un efecto de tendencia y uno de volatilidad. El efecto de tendencia es consecuencia de la amortización del premio o descuento del bono, ya que el precio del bono tiende en forma natural hacia su valor par a medida que se acerca a su fecha de vencimiento, independiente del movimiento de las tasas de interés. Este componente es positivo para aquellos bonos que fueron adquiridos bajo la par o a descuento y negativo para aquellos con premio. El efecto volatilidad corresponde a los cambios de precios producto de las variaciones en la estructura de las tasas de interés de mercado. Es así como en un contexto de alza de tasas el componente precio del retorno total es negativo, mientras que en un contexto de baja de tasas este componente se torna positivo.

El retorno del cupón es igual a los pagos de cupón recibidos en el transcurso del período de tiempo durante el cual es mantenido el instrumento, más la variación experimentada por los intereses acumulados asociados al cupón; es decir, el interés acumulado al momento de venta del bono menos el interés acumulado al momento de su compra.

El retorno de reinversión es el interés ganado producto de la reinversión de los cupones que han sido pagados durante el período de análisis. El retorno de reinversión va a depender del tipo de instrumento en el cual sean reinvertidos los fondos. Por ejemplo, si es reinvertido en un instrumento que posee un valor nominal fijo como una letra del tesoro, papel comercial o tasa de depósito, el retorno de reinversión es igual al interés ganado en dicha inversión. Si los fondos fueran reinvertidos en bonos, la tasa de reinversión correspondería al retorno total asociado a dicha inversión.

La medida mas utilizada y comúnmente aceptada por el mercado para expresar el retorno total de un instrumento de renta fija es en términos porcentuales, a través de una tasa anualizada capitalizable semestralmente denominada "Realized Compound Yield" (RCY) que se muestra en la ecuación (1) .

$$(1) \quad RCY = \left[\left(\frac{VF}{VA} \right)^{1/t} - 1 \right] * 100 * n$$

donde

VF : Valor futuro total de la inversión de renta fija, incluyendo principal, cupones y reinversión al final del período horizonte de inversión.

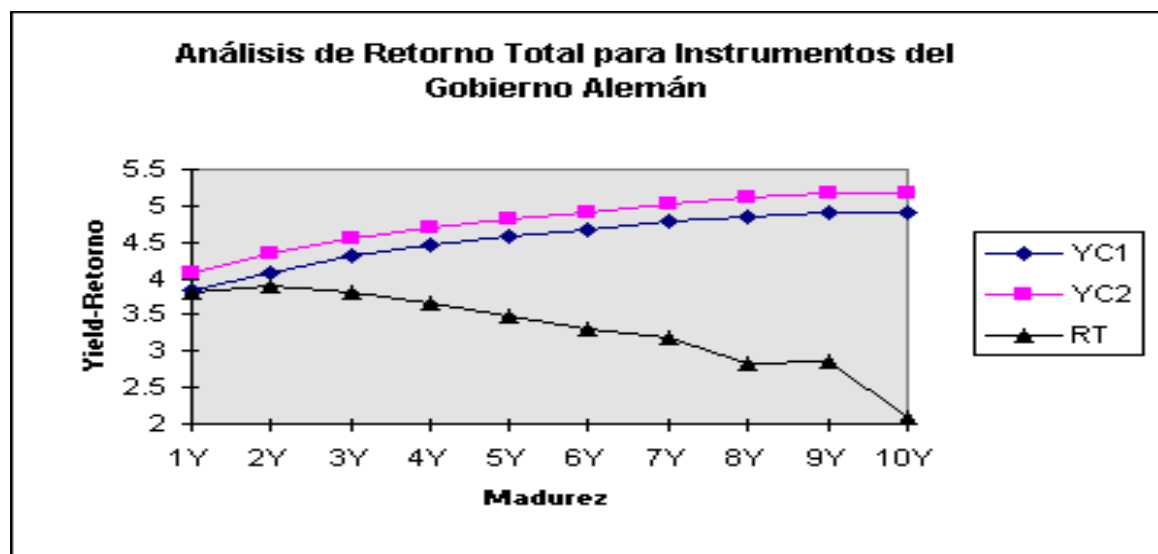
VA : Valor actual o precio de mercado del bono.

t : Número de períodos semianuales hasta el final del horizonte de inversión.

n : Número de capitalizaciones anuales.

Las ventajas de la RCY es que incorpora todos los factores que afectan el retorno total de un instrumento de renta fija y los resume en un sólo número, el cual puede ser fácilmente comparado con cualquier otro tipo de inversión. La tasa de retorno total o RCY va a estar influenciada por una serie de factores tales como, el horizonte del periodo de inversión, la tasa del cupón del instrumento de renta fija, el nivel y cambios en la estructura de tasas de interés y la tasa de reinversión asumida.

El ejemplo que se ilustra en el siguiente gráfico muestra un ejercicio de retorno total, aplicado al caso del mercado alemán de bonos que supone, para un horizonte de inversión de seis meses, un desplazamiento paralelo de la estructura de tasas de interés de 25 puntos base, con una tasa de reinversión del 3.75%.



Una vez identificado el sector o sectores de la curva de rendimiento en los cuales se desea estar posicionados, se está en condiciones de determinar los ajustes que son necesarios para rebalancear el portafolio. Conocidos dichos ajustes, el paso siguiente es determinar las emisiones específicas que serán compradas o vendidas de modo de alcanzar el portafolio deseado. Para llevar a cabo este proceso de selección de instrumentos, se debe contar con una metodología que permita identificar las emisiones que se encuentran relativamente caras (para ser vendidas) y/o baratas (para ser compradas), de modo de realizar ajustes menores o de precisión, al sustituir unas por otras dentro de un determinado sector de la curva de rendimiento (sintonía fina de las posiciones del portafolio).

Técnicas de Valoración de Instrumentos : Option Adjusted Spread (OAS)* *

Los desarrollos metodológicos asociados a la identificación de las mejores oportunidades de inversión para los distintos tramos de la curva de rendimiento, corresponden a análisis del tipo "Rich-Cheap", que permiten estimar las desviaciones en el valor de mercado de un instrumento soberano, con respecto a su valor teórico o "fair value".

Dentro de estas técnicas se inscriben los análisis del "Swap Spread" y el "TED Spread", que consisten en la evaluación de los diferenciales o spreads, en términos de puntos base, que existen en un determinado momento, entre el rendimiento a madurez de un bono de gobierno, y la estructura de tasas vigente en los

mercados de swaps y futuros respectivos, expresándose el valor del bono como un simple spread respecto de la tasa Libor relevante.

Mientras mayor sea el diferencial o spread de un instrumento del tesoro respecto de la curva interpolada de un determinado mercado, más caro se encuentra el bono con respecto a dicha curva, en cuanto estará rindiendo el equivalente a la Libor menos un diferencial mayor (Swap/Ted spread), como se puede apreciar en la siguiente ecuación:

$$(2) \text{ Yld} = \text{Libor} - \{\text{Swap/TED Spread}\}$$

Option Adjusted Spread (OAS)

La selección de un determinado instrumento de renta fija (i.e. bono), relativo al conjunto de alternativas similares disponibles en el mercado (en cuanto a su madurez o duración), está definida, desde un punto de vista estrictamente financiero, en función de su perfil de riesgo y retorno. Se estará dispuesto a aceptar mayores niveles de riesgo respecto, por ejemplo, de un benchmark, a cambio de un retorno incremental que lo compense. Sin embargo, al no ser siempre perfectamente identificables las fuentes de riesgo asociadas a un cierto instrumento, el sólo diferencial de rendimiento entre éste y sus alternativas, incluídas las del benchmark, no bastan para valorar adecuadamente su selección.

De hecho el riesgo de un cierto instrumento de renta fija puede incluir no sólo los riesgos de mercado y crediticios ya comentados, sino también el riesgo de opción, es decir, el riesgo de un rescate anticipado por parte del emisor del bono (call option) o de venta anticipada por parte del inversionista (put option). La metodología del *option adjusted spread* utiliza técnicas de valoración de opciones para cuantificar el componente asociado al riesgo de opción, y permite así la comparación de dos instrumentos básicamente sobre la base de su riesgo crediticio. En un contexto más amplio, su aplicación permite determinar el valor relativo de emisiones bonos con diferentes cupones y distintas fechas de vencimiento, aún cuando estos no tengan asociado el componente de la opción, empleando para ello un método más depurado de descuento de los flujos de caja, a efectos de calcular el valor presente de las emisiones.

Como ya se ha visto, el análisis convencional para calcular el precio de un instrumento de renta fija utiliza el rendimiento a la madurez "Ytm" para descontar *todos* los flujos futuros y obtener así el valor presente o precio de un instrumento. El problema de esta metodología es que descuenta los flujos más cercanos a la misma tasa que los flujos más lejanos, y asume que las tasas de interés permanecen fijas a lo largo de todo el período de vida remanente del bono. Esto significa, por ejemplo, que en condiciones de mercado normales, esto es, con curvas de rendimiento con pendiente positiva, el flujo de caja del segundo año de un bono de treinta años será descontado a una tasa distinta que aquel correspondiente a un bono de cinco años, a pesar de que estos deberían ser descontados a la misma tasa.

El "OAS" supera tales limitaciones a través de la generación de una "*curva spot implícita*" (estructura de tasas de instrumentos de "cupón cero"), que se deriva a partir de la curva de rendimiento spot, para asignar a cada flujo de caja una tasa de descuento única. Así por ejemplo, el valor presente de un cupón que es pagado dentro de 18 meses será calculado a partir de la tasa spot implícita de 18 meses, y el pago de su principal dentro de 5 años será descontado a la tasa spot implícita de 5 años.

A su vez, la *curva spot implícita* se deriva de la curva de rendimiento spot de las emisiones "benchmark" en

títulos de gobiernos, de acuerdo al siguiente desarrollo:

- (1) La tasa de seis meses se asume la misma del benchmark de 6 meses, i.e. T Bill 6 meses
- (2) Luego se toma el benchmark de 1 año plazo con pago semestral de cupón y principal a término (un año).
- (3) El cupón de 6 meses del instrumento de un año se descuenta utilizando la tasa spot de 6 meses,
- (4) El valor presente del cupón de 6 meses calculado en (3) es restado del valor de mercado o precio del instrumento benchmark de un año. A partir del valor presente resultante de los flujos de caja de un año (cupón y principal) podemos calcular la tasa de descuento apropiada para dicho plazo, la cual se convierte en la tasa spot implícita de un año.
- (5) Las tasas spot implícitas para períodos sucesivos son calculados de manera similar, generando la curva spot implícita.

De esta manera, el OAS representa un método de valoración de bonos más preciso y depurado en cuanto toma en consideración el nivel y la estructura de las tasas de interés para calcular el valor presente de cada uno de sus flujos de caja, asumiendo además que la reinversión de éstos se realiza a las tasas forward de la curva spot implícita. El valor total de todos estos flujos permite obtener un "precio base o teórico" para cada emisión, el que debe ser comparado con el precio de mercado vigente de cada instrumento. Por ejemplo, si el precio de mercado del bono es menor que el precio teórico calculado por el OAS significa que debemos aumentar la curva spot implícita, de modo de disminuir el valor presente de los flujos de caja del bono, y de esta forma igualar el precio de mercado. La conclusión es entonces de que mientras mayor sea el OAS de una emisión, más barata se encuentra ésta respecto al resto de los instrumentos del mercado, ya que mayor será la cantidad de puntos base que se le debe sumar a la curva spot implícita de modo de igualar el precio de mercado.

III. Administración de Riesgo.

Como ya se ha mencionado, un administrador de cartera, enfrenta básicamente a lo menos cuatro tipos de riesgo: crediticio, de liquidez, operativo y financiero. En lo que se refiere a esta sección nos limitaremos al análisis del riesgo financiero o de mercado, comprendiendo en éste los riesgos de cambio y de tasa de interés, examinando instrumentos que permiten su cuantificación así como técnicas y herramientas globales para su administración. En particular se focaliza la atención en los conceptos de Duración y "Value at Risk".

Duración

La duración es un indicador ampliamente utilizado y fácil de calcular, que proporciona una cuantificación del riesgo que enfrenta un instrumento o un portafolio ante cambios en las tasas de interés. Desde un punto de vista práctico, la duración se interpreta como una medida de la sensibilidad del precio de un instrumento o portafolio ante variaciones en las tasas de interés. En concreto, la duración indica la variación porcentual en que aumentará o disminuirá el valor de un portafolio (o precio de un instrumento) ante el aumento o disminución de un punto base en la tasa de interés (1 punto base equivale a 0,01%). El concepto de duración generalmente utilizado entre los inversionistas es la Duración Modificada (Dmod) que se define como:

$$(3) D_{\text{mod}} = D_{\text{mac}} / (1 + i/n)$$

Donde :

$$D_{\text{mac}} = \frac{\sum_{t=1}^T F_t * t / (1 + i / n)^t}{\sum_{t=1}^T F_t / (1 + i / n)^t}$$

D_{mac} : Duración de Macaulay.

T : Número total de flujos (cupones) durante la vida del instrumento.

F_t : Valor del flujo que el instrumento devenga en el periodo t . Se incluye la redención del principal a la fecha de vencimiento.

i : Tasa de Rendimiento al vencimiento "TIR" ("Bond Equivalent Yield").

t : Número de días desde que se adquiere el instrumento hasta el pago del siguiente cupón, dividido por el número de días comprendidos entre el pago del cupón anterior (o fecha de emisión) hasta la próxima fecha de pago de cupón.

n : Número de capitalizaciones dentro de un año.

Sin embargo, la duración está definida sólo para cambios paralelos de la curva de rendimiento. Debido a esto, el concepto de duración no incorpora el riesgo de movimientos no paralelos, tales como aplanamientos ("flattenings") o inclinamientos ("steepenings") de la curva. Por lo tanto no nos permite cuantificar el efecto de diversificación que se produce al poseer distintos instrumentos a lo largo de la estructura de tasas de interés, así como tampoco no permite determinar el efecto de diversificación de monedas sobre el nivel de riesgo total de un portafolio al comprar activos denominados en distintas monedas, como es el caso de un portafolio perteneciente a un Banco Central. La metodología del VaR en cambio sí permite incorporar dichos elementos en el análisis de riesgo de nuestro portafolio.

Value at Risk

El VaR mide la máxima pérdida potencial, expresada en unidades monetarias, que puede experimentar el valor futuro de un portafolio o cartera de inversión, dado un cierto nivel de confianza y dentro de un período determinado de tiempo. Para ser más precisos, representa la variación potencial tanto positiva como negativa que puede experimentar un portafolio de renta fija. La magnitud del cambio estimado en el valor del portafolio dependerá del período u horizonte utilizado para el análisis y del grado de confianza exigido para los cálculos.

La elección que se haga del horizonte de tiempo para el cálculo del VaR, es determinante en su resultado, en cuanto mientras mayores sean éstos, mayor será también el rango de fluctuación del nivel de precios de los instrumentos, y en consecuencia la potencial pérdida. Del mismo modo, mientras más alto sea el nivel de certidumbre exigido para que la pérdida no exceda al valor del VaR, mayor será también su valor. Por ejemplo

un VaR de 2 millones de dólares dado un horizonte de dos semanas con un nivel de confianza de 95%, indicaría que al cabo de dos semanas con un 95% de certeza nuestro portafolio no sufrirá una pérdida mayor a los 2 millones de dólares. Dicho de otro modo, las pérdidas al final del período de análisis tienen una probabilidad de 5% de exceder los 2 millones de dólares.

El "VaR" puede ser calculado ya sea como un número absoluto o como un porcentaje del valor de mercado del portafolio total, siendo este último el número el que debe ser tomado en cuenta por un administrador financiero para determinar el nivel de riesgo que está dispuesto a asumir. Del mismo modo el "VaR" se puede evaluar tanto para el portafolio efectivo como para un portafolio referencial o benchmark. Al disponerse de ambos valores y considerar su relación, se genera un proxy razonable del riesgo relativo y absoluto, que se adiciona, al adoptarse posicionamientos diferentes (desviaciones) a los del benchmark.

Respecto de la metodología de cálculo del "VaR" es conveniente establecer algunas precisiones relativas a los distintos esquemas que pueden ser utilizados, así como referidas a los supuestos implícitos en su definición formal. En términos prácticos existen diversos métodos para el cálculo del VaR, los que pueden incidir de manera significativa en los resultados que se obtengan. Algunos de éstos, por ejemplo, consideran las volatilidades y correlaciones históricas de los activos de un portafolio. Por extensión, otros discriminan en el peso relativo o ponderación de los antecedentes históricos, conforme a su cercanía o lejanía del momento presente. Con similares lineamientos, otros esquemas priorizan el uso de volatilidades y correlaciones estimadas, así como de eventuales combinaciones de éstas con antecedentes históricos. Finalmente, existen esquemas de simulación como el Método de Simulación de Monte Carlo, los que de acuerdo a la distribución de probabilidad de los instrumentos de mercado calculan diferentes escenarios probables de modo de obtener el VaR. No obstante, cualesquiera que sea la metodología de cálculo utilizada, se asumirá siempre una distribución normal de probabilidad de los precios futuros, para cada uno de los activos mantenidos en la cartera, a partir de la cual se construye la matriz de correlación que captura el posible beneficio que se obtendría de la diversificación.

En la siguiente ecuación se especifica la fórmula empleada para calcular el Value at Risk:

$$(4) \quad VaR = \alpha * \sqrt{\omega * \Sigma * \omega} * \sqrt{\Delta t}$$

donde :

α : Estadístico de una distribución normal para un determinado nivel de significancia

ω : Vector de ponderadores [N * 1] para los distintos activos del portafolio

ω : ω transpuesto

Σ : Matriz de Varianza - Covarianza [N * N] de los retornos dolarizados de los activos del portafolio

Δt : Periodo de horizonte como fracción de año

El VaR Total del portafolio puede a su vez ser descompuesto dentro de una serie de componentes, que se

muestran en la siguiente ecuación:

$$(5) \text{ VaR Total} = (\text{Sum of Security VaRs} - \text{Intracurrency Risk}) + \text{Cross Currency Risk}$$

donde :

Sum of Security VaRs : corresponde a la sumatoria de los VaRs individuales de cada uno de los instrumentos del portafolio.

Intracurrency Risk : corresponde al beneficio de poseer activos no perfectamente correlacionados dentro de cada moneda, que resulta siempre en una reducción de la volatilidad total del portafolio.

$$(6) \text{ Cross Currency Risk} = \text{Fx Rate Risk} - \text{Fx Currency Risk Reduction}$$

Este componente a su vez está compuesto por dos factores, el riesgo de tipo cambio ("Fx Rate Risk") y la correlación de instrumentos denominados en distintas monedas ("Fx Currency Risk Reduction"), el que como un todo puede aumentar o disminuir el riesgo total del portafolio.

Este tipo de análisis permite evaluar de que manera se vería afectado el riesgo total del portafolio si incorporáramos nuevas inversiones denominadas en otras monedas. Al comparar el VaR como porcentaje del valor total de mercado del nuevo portafolio con el de la antigua cartera de inversión somos capaces de determinar en que grado la diversificación de monedas tiene un efecto positivo o negativo sobre el nivel de riesgo de nuestro portafolio global.

A su vez es posible obtener el aporte individual de cada cartera al riesgo total del portafolio así como también el VaR individual de cada instrumento dentro de su cartera tanto en valor absoluto como en porcentaje, sin embargo estos datos no toman en consideración el efecto de diversificación de moneda o "Cross Currency Risk". No obstante el VaR individual que aporta cada instrumento al total de su cartera es útil ya que nos señala aquellas posiciones que podrían ser vendidas de modo de reducir el riesgo total de cada cartera individual.

En definitiva al introducir la metodología VaR en el proceso de toma de decisiones de inversión se estaría incorporando al análisis de riesgo el impacto de movimientos no paralelos de la estructura de tasas de interés, producto de poseer activos que no se encuentran perfectamente correlacionados logrando así reducir el riesgo total del portafolio. Así como también nos permite cuantificar el impacto del riesgo cambiario y de correlación entre instrumentos denominados en distintas monedas sobre el nivel de riesgo total del portafolio.

IV. Optimización Global de Portafolio.

En esta sección se presenta el método de optimización de cartera considerando la existencia de un benchmark. Con este fin, y dado que el espacio de posibilidades de inversión en término de activos es muy grande, se procede a restringir este conjunto a dos tipos de activos: bonos y depósitos.

Generalmente el problema de optimización de carteras se resuelve por medio de encontrar el vector de ponderadores (α) tal que se minimice el riesgo del portafolio condicionado en determinados retornos. Es decir, se procede a definir aquel punto de la frontera eficiente con el cual "el optimizador" está conforme. En

términos algebraicos el problema tradicional consistía en resolver el siguiente problema:

$$\text{Min } \sigma_p^2[\alpha_i]$$

s. a.

$$R_p[\alpha_i] = \tilde{R}$$

$$\alpha_i \in [0,1]$$

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

donde:

$$\sigma_p^2: \text{Varianza del portafolio, definida por: } \sigma_p^2 = \sum_i \alpha_i \cdot \sigma_{ii}^2 + 2 \cdot \sum_i \sum_j \alpha_i \cdot \alpha_j \cdot \text{Cov}(i,j)$$

R_p : Retorno del portafolio, y,

α_i : Porcentaje de las reservas invertidas en el activo i.

La expresión gráfica de este problema se visualiza en el plano Retorno-Riesgo, entendiendo por riesgo lo que es la desviación estándar del portafolio óptimo.

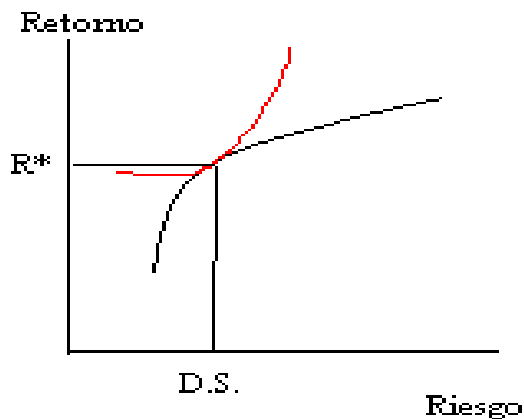


Figura 1. Equilibrio Portafolio Óptimo según Optimización Estándar.

Sin embargo el problema se modifica substantivamente cuando el portafolio está siendo evaluado en relación a un comparador (benchmark).

El rendimiento del posicionamiento de las inversiones se evaluará en relación a un comparador creado, generalmente, según criterios de optimización. El índice de gestión de las inversiones se representa por:

$$IG = \frac{\text{Retorno Portafolio Actual}}{\text{Retorno Portafolio Referencial}}$$

Sin embargo el tema del riesgo no es considerado por este indicador, de manera que si bien podemos sobrepasar al comparador en x puntos bases en rendimiento neto, el riesgo inherente a estar posicionado con alguna desviación respecto al comparador nos pudo ubicar justamente en x puntos por debajo del comparador.

Un método de optimización eficiente debiera considerar los requerimientos de retornos por sobre el comparador, sin dejar de incluir el costo eventual en términos de desviarse substantivamente al portafolio de referencia. Este método consiste en determinar el vector de ponderadores para cada activo en consideración sujeto a que no se desvíe en un porcentaje predefinido del ponderador de referencia para el mismo activo.

En términos algebraicos el problema se reduce a resolver:

$$\text{Min}_{\{\alpha\}} \text{Tracking Error} = \sqrt{(\alpha - \tilde{\alpha}) \Sigma_p (\alpha - \tilde{\alpha})'}$$

s. a.

$$(\alpha - \tilde{\alpha})_{[1 \times n]} \cdot \overset{I}{\tilde{R}}_{[n \times 1]} = \tilde{R}_{[1 \times 1]}$$

$$\alpha_i \in [0,1] \quad \forall i = 1, \dots, n$$

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

donde:

TE: Tracking Error, es decir, la raíz del riesgo relativo del portafolio con respecto al comparador.

α : vector fila (1xn) de ponderadores a determinar.

$\tilde{\alpha}$: vector fila (1xn) de ponderadores del comparador.

Σ_p : matriz de varianzas y covarianzas de los retornos (nxn).

$\overset{I}{\tilde{R}}$: Vector columna (nx1) de retornos de los n activos.

\tilde{R} : Escalar que representa el retorno exigido por sobre el comparador.

El problema consiste en determinar el vector de ponderadores óptimos que minimiza los riesgos inherentes de alejarse del comparador. Estos riesgos surgen de adoptar una estrategia de posicionamiento que perjudique los retornos del portafolio en términos relativos al retorno del portafolio referencial. Este riesgo se denomina "Tracking Error" y formalmente viene a representar la desviación estándar del riesgo de sobre o subposicionamiento del portafolio con respecto al comparador. La figura 2 representa el problema en el plano exceso de retorno-"tracking error".

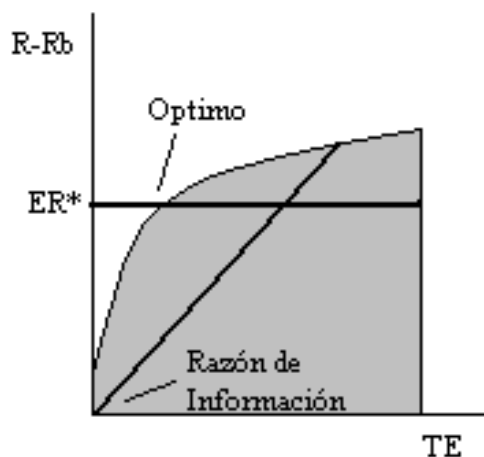


Figura 2. Optimización del Problema Exceso de Retorno - Riesgo (TE).

En nuestro ejercicio de optimización se han considerado como activos elegibles a los bonos de los tramos de 1 a 3 años, 3 a 5 años, 5 a 7 años, 7 a 10 años, y 10 años, en conjunto con depósitos de 3, 6 y 12 meses. Además se han incorporado todas las restricciones de monedas, duración, y márgenes permitidos de riesgo bancario.

Adicionalmente, y como una manera de evitar grandes desviaciones con respecto al vector de ponderadores del comparador, hemos restringido que estos no se desvíen en un porcentaje predeterminado dependiendo de si el instrumento es de largo o corto plazo. Para los instrumentos de corto plazo (depósitos) se ha restringido esta desviación a no más de un 50%, mientras que para el largo plazo (bonos) la desviación permitida no debe superar un 20%, en ambos sentidos.

Los resultados de las optimizaciones para distintos requerimientos de retornos por sobre el comparador, siempre deben considerar el objetivo de minimización del tracking error, además se pueden utilizar como datos para el modelo de optimización los retornos esperados obtenidos a partir del análisis de Retorno Total y su vez calcular el VaR resultante del posicionamiento obtenido del proceso de optimización.