**SISTEMA PARA LA ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS FINANCIEROS DE MERCADO, CRÉDITO Y LIQUIDEZ**

**ANEXO 3.3 METODOLOGÍAS DE RIESGO DE LIQUIDEZ**

1. **Riesgo de liquidez**

El riesgo de liquidez de un activo objeto de inversión es la pérdida potencial o minusvalía derivada de su venta anticipada o forzada, realizada a descuentos inusuales por el escaso volumen de operación que tiene en el mercado, o por el tamaño de la posición operada.

**Descripción general**

La metodología se enfoca en el riesgo de liquidez derivado de condiciones extraordinarias del mercado para instrumentos en directo (no contempla operaciones de reporto y préstamo de valores). Para el cálculo de riesgo de liquidez de los instrumentos financieros que componen las carteras de inversión del Instituto, la metodología considera la información relativa a las posturas diarias de compra y venta proporcionada por los *brokers* electrónicos. Se consideran ventanas móviles entre 90 y 100 días hábiles, dependiendo del instrumento, como base para estimar métricas, tales como:

* Los diferenciales o *spreads* promedio entre los precios diarios de compra y venta de los instrumentos de deuda y de capitales.
* La volatilidad de dichos spreads.

A partir de esta información se estima el factor de riesgo liquidez (FL). El riesgo de liquidez (RL) estará determinado, para cualquier instrumento de deuda, acción o ETF[[1]](#footnote-2), a partir del factor de riesgo de liquidez (FL) multiplicado por el valor de mercado (VM) del instrumento *i*:

*\**

Una vez calculado el riesgo de liquidez (𝑹𝑳𝒋) de cada uno de los instrumentos o valores, el riesgo total de la reserva o subcuenta (𝑹𝑳𝑻) será igual a la suma del riesgo de liquidez de cada uno de los valores que la componen:

Dadas las características de los valores, la metodología distingue mecanismos para el cálculo del factor de riesgo de liquidez para los instrumentos de deuda y del mercado de capitales que incluye acciones y ETFs.

1. **Riesgo de liquidez del mercado de deuda.**

Para el caso de instrumentos de deuda, el FL se calculará con base en el spread promedio y la volatilidad de los bonos gubernamentales, dado que estos cuentan con mayor información de posturas diarias en el mercado, a diferencia de los instrumentos no gubernamentales[[2]](#footnote-3). Para cada bono gubernamental de tasa fija (nominal y real) y tasa revisable (flotante) se considerará:

* Las posturas de compra y venta de los *brokers* electrónicos con una ventana móvil de 100 días hábiles.
* Se calcula el spread (S) del horario Hi, tomando en cuenta la menor postura de compra (Menor C) y la mayor postura de venta (Mayor V) en los cortes de horarios 10:30 hrs. (𝐇𝟏), 12:30 hrs. (𝐇𝟐) y cierre del día (𝐇𝟑).
* Si para algún horario 𝐻𝑖 no se cuenta con posturas de compra y/o de venta, no se estima spread para dicho horario; si las posturas Menor C𝐻𝑖 y Mayor V𝐻𝑖 son iguales, el 𝑺𝑯𝒊= 0. Por tanto, el spread diario , se estima como un promedio de los spreads tomando en cuenta el número de horarios (N) con información:

Una vez obtenido el 𝑺𝑫𝒕 se calcula el spread promedio 𝑺𝑷 y su volatilidad (𝑽𝒐𝒍), de acuerdo con el número mínimo definido de observaciones para los instrumentos de tasa fija, cupón cero y revisables.

**Cálculo de spread y volatilidad**

Tomando en cuenta la liquidez en el mercado de los instrumentos de deuda gubernamentales, se establecen criterios para:

1. Instrumentos de tasa fija (Mbonos y Udibonos)

Dado que estos instrumentos cuentan con mayor información de posturas diarias, permite determinar[[3]](#footnote-4), mediante análisis de convergencia, el número de spreads diarios, 𝑺𝑫𝒕, al cual converge a su media temporal 𝑺𝑷 en una ventana de 100 días hábiles. Se ha observado que, con un mínimo de 5 observaciones, los 𝑺𝑫𝒕 convergen a su media temporal.

1. Instrumentos cupón cero y tasa revisable (cetes, bondes y bonos de protección al ahorro).

Para estos instrumentos, con una menor información de posturas diarias, se realiza un análisis de conteo[[4]](#footnote-5) con diferentes ventanas de tiempo hasta llegar a los 100 días hábiles, para determinar la periodicidad y el número de 𝑺𝑫𝒕. Se construyen rangos por tipo de instrumento, de acuerdo con los días por vencer (DxV), para el conteo de observaciones. Para los CETES se definieron 5 observaciones; bondes y bonos de protección al ahorro (BPAG), 3 observaciones.

1. Instrumentos con al menos el número mínimo de *spreads* diarios, 𝑆𝑝𝑟𝑒𝑎𝑑𝐷𝑡, en los 100 días hábiles:

El *spread* promedio y la volatilidad serán igual.

Donde:

𝑆𝑃 Promedio de los 𝑆𝐷𝑡.

𝑆𝐷𝑡 *Spread* diario en el día t.

𝑇 Número de observaciones.

𝑉𝑜𝑙 Volatilidad del bono.

𝜎 Desviación estándar de los 𝑆𝐷𝑡 del instrumento.

1. Instrumentos con menos del número mínimo de spreads diarios, 𝑆𝐷𝑡, en los 100 días hábiles. El spread promedio y volatilidad se calculan considerando una interpolación lineal[[5]](#footnote-6) con la información de los instrumentos más próximos al instrumento sin información, en el caso de tasa fija; y para el caso de cupón cero y tasa revisable, cuando en un rango se cuente con al menos dos instrumentos que cumplan con el número mínimo de observaciones en dicho rango.

El spread promedio y la volatilidad serán igual.

Donde:

Días por vencer del instrumento 𝑗-ésimo.

*Spread* promedio del *instrumento sin información* con .

*Spread* promedio del *instrumento con información* con .

S*pread* promedio del *instrumento con información* con

Volatilidad del instrumento *sin información* con .

Volatilidad del instrumento *con información* con.

Volatilidad del instrumento *con información* con .

1. Para el caso de instrumentos cupón cero y tasa revisable, cuando en un rango se cuente con únicamente un instrumento que cumple con el número mínimo de observaciones, se asignará al instrumento sin información el 𝑺𝑷 y 𝑽𝒐𝒍 del instrumento con información que cumpla con la menor diferencia de días por vencer entre ellos[[6]](#footnote-7).

Para estimar el 𝑺𝑷 y 𝑽𝒐𝒍 del j-ésimo instrumento con nula información del rango 𝑘,, se calcularán las diferencias en función de los días por vencer (DxV) de los instrumentos.

Donde:

j-ésimo *instrumento con nula información* del 𝑟𝑎𝑛𝑔𝑜 𝑘.

𝑙-ésimo *instrumento con información* del 𝑟𝑎𝑛𝑔𝑜 𝑘.

𝑚-ésimo *instrumento con información con mayor* 𝐷𝑥𝑉 del 𝑟𝑎𝑛𝑔𝑜 𝑘−1.

𝑛-ésimo *instrumento con información con menor* 𝐷𝑥𝑉 del 𝑟𝑎𝑛𝑔𝑜 𝑘+1.

Una vez estimadas las diferencias, al instrumento nulo, , se asigna el y la 𝑽𝒐𝒍 del instrumento con la diferencia más pequeña; es decir, el instrumento más próximo al nulo.

1. Para el caso de estos instrumentos se utiliza el *spread* promedio del bono gubernamental al que esté referido multiplicado por un factor (*fc*), este último establecido de acuerdo con el nivel de calificación del instrumento (ver tablas 1 y 2).

El *spread* promedio y la volatilidad serán igual.

Donde:

*Spread* promedio del instrumento 𝑖.

*Spread* promedio de los instrumentos gubernamentales 𝑗 correspondiente.

Factor por aplicar de acuerdo con la calificación del instrumento 𝑖.

Volatilidad del instrumento 𝑖.

Promedio de las volatilidades de los instrumentos gubernamentales 𝑗 que correspondan.

Para aquellos instrumentos que no tengan información suficiente de posturas, se utilizan las mismas propiedades de la tabla Factor spread-calificación, con excepción de los bancarios y corporativos cupón cero, a los que se asigna el promedio de las volatilidades de los CETES.

**Tabla 1. Referencias de *spreads* gubernamentales**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Instrumentos no gubernamentales** | | **Instrumentos gubernamentales** |
| **Tasa fija** | **UDI** | Se utiliza el promedio de los *spreads* de Udibonos y CBIC. |
| **Moneda USD, MXN** | Se utiliza el promedio de los *spreads* de bonos M. |
| **Tasa revisable** | **Plazo 28** | Se utiliza el promedio de los *spreads* de los bonos BPAG (IM). |
| **Plazo 91** | Se utiliza el promedio de los *spreads* de los bonos BPAG (IT e IQ) |
| **Plazo 182** | Se utiliza el promedio de los *spreads* de los bonos BPAG (IS). |
| **Cupón cero** | **PRLV** | Se utiliza el promedio de los *spreads* BI. |
| **Distintos a PRLV** | Se utiliza 2 veces el promedio de los *spreads* CETES. |

**Tabla 2. Factor de spread de calificación**

**Niveles de calificación1 y factores asociados**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Nivel** | **Calificación** | **Factor** |
| **1** | AAA | 1.1 |
| **2** | AA+ | 1.2 |
| **3** | AA | 1.3 |
| **4** | AA- | 1.4 |
| **5** | A+ | 1.5 |
| **6** | A | 1.6 |
| **7** | A- | 1.7 |
| **8** | BBB+ | 1.8 |
| **9** | BBB | 1.9 |
| **10** | BBB- | 2 |
| **11** | BB | 2.25 |
| **12** | B | 2.75 |

***Notas:***

1 Se considera que a menor grado de calificación se observa un mayor riesgo de liquidez.

**Factor de riesgo de liquidez para instrumentos de deuda**

El factor de liquidez del instrumento se determinará por el costo del *spread* y de la volatilidad:

Costo del *spread*

Costo de la volatilidad

Donde:

*Costo del spread del instrumento 𝑖.*

*Precio sucio del instrumento 𝑖.*

*Duración modificada del instrumento 𝑖.*

*Spread promedio del instrumento 𝑖.*

*Convexidad del instrumento 𝑖.*

*Costo de la volatilidad del instrumento 𝑖.*

*Volatilidad de los spreads del instrumento 𝑖.*

El riesgo de liquidez (*RL*) está determinado por el factor de riesgo de liquidez (*FL*) y el valor de mercado (*VM*) del instrumento:

\*

\* , donde

El *spread* promedio y la volatilidad serán igual.

/

Donde:

*Spread* promedio del instrumento *i*.

Precio limpio del instrumento 𝑖 en el día *t*.

Precio limpio del instrumento 𝑖 en el día *t-1*.

Precio promedio del instrumento *i*.

𝑇 Número de observaciones[[7]](#footnote-8).

𝑉i Volatilidad del *spread* del instrumento *i*.

𝜎 Desviación estándar de los *spreads* del instrumento *i*.

1. Para el caso de instrumentos o bonos del Gobierno Federal emitidos en mercados extranjeros (tipo valor D1), eurobonos (tipo valor D2, denominados en moneda extranjera), instrumentos registrados y operados en el Sistema Internacional de Cotizaciones (tipo valor D8, denominados en moneda extranjera), instrumentos emitidos por organismos financieros multilaterales (tipo valor JI, denominados en moneda extranjera) el cálculo de riesgo de liquidez considera el diferencial de precios. El *spread* promedio del instrumento considera las diferencias del precio limpio (PL) de días consecutivos. El riesgo de liquidez se determina a partir del factor de liquidez (FL) y el valor de mercado (VM).

Donde:

Factor de riesgo de liquidez del instrumento 𝑖.

Precio sucio del instrumento 𝑖.

Valor nominal actualizado del instrumento 𝑖

Se consideran instrumentos cercanos al incumplimiento, todos aquellos que se encuentran en los últimos dos niveles de calificación o sin calificación de las tablas de equivalencia de calificaciones incluidas en el anexo de metodología de riesgo de crédito (la calificación puede variar de acuerdo con la nomenclatura que utilice cada agencia calificadora de valores para definir los menores niveles de sus respectivas escalas.).

1. **Riesgo de liquidez del mercado de capitales.**

La metodología para el cálculo de riesgo de liquidez de acciones y ETFs hace una distinción entre aquellos que corresponden al mercado accionario local y el global, dadas las fuentes y flujos de información.

**Mercado accionario local**

Para cuantificar el riesgo de liquidez de los valores del mercado accionario local, la metodología toma en cuenta:

* Las posturas[[8]](#footnote-9) diarias de compra y venta en una ventana móvil de 120 días.
* Precios de las acciones y ETFs.
* Se utilizan los niveles de bursatilidad[[9]](#footnote-10) reportados por la Bolsa Mexicana de Valores (BMV): Alta (*A*), media (*M*), baja (*B*) y mínima (*m*).
* Cada nivel de bursatilidad es desagregado en tres rangos de observaciones (<40, ≥40 y ≤119, e =120).

Se conforman familias de acciones para cada nivel de bursatilidad y número de observaciones. Para cada familia se calcula el *spread* promedio y su volatilidad a partir del *spread* diario de cada una de las acciones que integran la familia y que cuenten con 40 o más observaciones.

Criterios para la asignación del *spread promedio* y la *volatilidad* por rango:

* *Rango <40*: se asigna el spread promedio y volatilidad de la familia.
* *Rango ≥40 y ≤119*: se asigna el mínimo entre el promedio del spread diario de la acción y el spread promedio de la familia; aplica el mismo criterio para la volatilidad.
* *Rango =120*: se asigna el spread promedio de la acción y su volatilidad.

El *spread* promedio y la volatilidad serán igual.

Donde:

*iésimo* *spread* de las acciones con ≥ 40 observaciones.

*n* Número de observaciones disponibles de la acción.

*𝑆pBN* *Spread* promedio de la familia de bursatilidad 𝑁.

Promedio del *spread* diario de las acciones con nivel de bursatilidad 𝑁.

𝑉*ol𝐵𝑁* Volatilidad del *spread* de la familia de bursatilidad 𝑁.

Promedio de las volatilidades del *spread* de las acciones de bursatilidad 𝑁

El riesgo de liquidez (*RL*) se determina por un factor de riesgo de liquidez (*FL*) y el valor de mercado (*VM*) del instrumento:

\*

El factor de liquidez del instrumento se determina por el *spread* promedio y de la volatilidad:

Donde:

Factor de liquidez de la acción 𝑖.

*Spread* promedio de la acción 𝑖.

Volatilidad del *spread* de la acción 𝑖.

**Mercado accionario internacional**

Para las acciones internacionales, la estimación del riesgo de liquidez contempla:

* Los precios *bid-ask[[10]](#footnote-11)* de las acciones o ETF, en una ventana móvil de 90 días y el precio *mid market*[[11]](#footnote-12).

Tomando en cuenta los niveles anteriores, se calculará diariamente para cada acción o ETF, el diferencial de sus precios *bid y ask* entre su precio *mid market*.

El *spread* promedio de cada acción será la suma de cada uno de los diferenciales calculados entre el número de observaciones. La volatilidad será la desviación estándar del diferencial del *spread* promedio y el de los precios.

*Spread* porcentual diario Precio *mid market* de la acción

Donde:

*Spread* porcentual de la acción 𝑖 del día 𝑡 a *mid market*.

Precio *ask* de la acción 𝑖 en el día 𝑡.

Precio *bid* de la acción 𝑖 en el día 𝑡.

Precio mid de la acción 𝑖 en el día 𝑡.

El *FL* del instrumento se calculará a partir de la suma del *spread* promedio más dos[[12]](#footnote-13) veces la volatilidad:

Donde:

Factor de liquidez de la acción 𝑖.

*Spread* promedio de la acción 𝑖.

Volatilidad del *spread* de la acción 𝑖.

El *spread* promedio y la volatilidad se determinan:

Donde:

Promedio del *spread* de la acción 𝑖.

*Spread* porcentual de la acción 𝑖 del día 𝑡 a *mid market*.

𝑇 Número de observaciones.

Volatilidad del *spread* de la acción 𝑖.

El riesgo de liquidez (*RL*) está determinado por el factor de riesgo de liquidez (*FL*) y el valor de mercado (*VM*) de la acción:

\*

El factor de liquidez se calcula:

Donde:

Factor de liquidez de la acción 𝑖.

Promedio del *spread* relativo de la acción 𝑖.

Volatilidad del *spread* relativo de la acción 𝑖.

1. **Pruebas de estrés de riesgo de liquidez**

Las pruebas estrés de riesgo de liquidez consistirán en estimar el riesgo de liquidez bajo diferentes niveles de volatilidad de los *spreads*.

**Pruebas de estrés para instrumentos de deuda**

Los niveles de las pruebas de estrés se obtendrán al calcular el riesgo de liquidez con distintos costos de volatilidad, debido a que estos son los únicos valores que dependen de la volatilidad del *spread*.

Donde:

Factor con el cual se afectará la volatilidad para estresarla.

𝑛 Cualquier número entero mayor a 1, para poder obtener resultados estresados a partir de la volatilidad real.

𝑘 = 1, 2, 3, 4, 5; número posible de escenarios de estrés.

Costo de la volatilidad del instrumento 𝑖 para el estrés asociado a 𝑛𝑘.

Precio sucio del instrumento 𝑖.

Duración modificada del instrumento 𝑖.

Volatilidad de los *spreads* del instrumento 𝑖.

Convexidad del instrumento 𝑖.

El factor de liquidez (FL) estará determinado por el costo del *spread* y el costo de la volatilidad.

Donde:

Factor con el cual se afectará la volatilidad para estresarla.

𝑛 Cualquier número entero mayor a 1, para poder obtener resultados estresados a partir de la volatilidad real.

𝑘 = 1, 2, 3, 4, 5; número posible de escenarios de estrés.

Factor de liquidez del instrumento 𝑖 para el estrésasociado a 𝑛𝑘.

Precio sucio del instrumento 𝑖.

Costo del *spread* del instrumento 𝑖.

Costo de la volatilidad del instrumento 𝑖 para el estrés asociado a 𝑛𝑘.

El riesgo de liquidez de los instrumentos bajo condiciones extremas estará dado por:

Donde:

Factor con el cual se afectará la volatilidad para estresarla.

𝑛 Cualquier número entero mayor a 1, para poder obtener resultados estresados a partir de la volatilidad real.

𝑘 = 1, 2, 3, 4, 5; número posible de escenarios de estrés.

Riesgo de liquidez del instrumento 𝑖 para el estrésasociado a 𝑛𝑘.

Valor de mercado del instrumento 𝑖.

Factor de riesgo de liquidez del instrumento 𝑖 para el estrésasociado a 𝑛𝑘.

**Pruebas de estrés para instrumentos del mercado accionario**

Los niveles de las pruebas de estrés del mercado accionario se obtendrán al calcular el riesgo de liquidez con distintos factores de liquidez de acuerdo con:

Donde:

Factor con el cual se afectará la volatilidad para estresarla.

𝑛 Cualquier número entero mayor a 1, para poder obtener resultados estresados a partir de la volatilidad real.

𝑘 = 1, 2, 3, 4, 5; número posible de escenarios de estrés.

Factor de liquidez del instrumento 𝑖 para el estrésasociado a 𝑛𝑘.

Promedio del *spread* relativo del instrumento 𝑖.

Volatilidad del *spread* relativo del instrumento 𝑖.

El riesgo de liquidez estresado del instrumento del mercado accionario 𝑖 estará determinado por:

Donde:

Factor con el cual se afectará la volatilidad para estresarla.

𝑛 Cualquier número entero mayor a 1, para poder obtener resultados estresados a partir de la volatilidad real.

𝑘 = 1, 2, 3, 4, 5; número posible de escenarios de estrés.

Riesgo de liquidez del instrumento 𝑖 para el estrésasociado a 𝑛𝑘.

Valor de mercado del instrumento 𝑖.

Factor de riesgo de liquidez del instrumento 𝑖 para el estrésasociado a 𝑛𝑘.

1. ***Backtesting* de riesgo de liquidez**

Las pruebas de *backtesting* consisten en comparar los resultados estimados con los observados. Esto permite hacer ajustes a los parámetros del modelo de medición del riesgo, asegurando la confiabilidad de los resultados dentro de los parámetros elegidos.

El objetivo será validar que el modelo metodológico se encuentre cercano a lo observado, considerando la proporción de fallos que tiene el modelo con el número de fallos permitidos en un periodo determinado dentro de un intervalo de confianza.

|  |
| --- |
| Área Técnica, Área Requirente  y Administrador del Contrato  **Act. Rubén Rodríguez Arellano**  Titular de la Coordinación de Administración de Riesgos Financieros |

1. *Exchange Traded Fund.* [↑](#footnote-ref-2)
2. Para el caso del Instituto instrumentos no gubernamentales comprenden aquellos instrumentos de deuda bancaria, corporativa, cuasigubernamental, de organismos financieros multilaterales, de gobiernos de estados y municipios, de instituciones financieras no bancarias e instrumentos bursatilizados (de acuerdo con definición en la normatividad en materia de inversiones del Instituto). [↑](#footnote-ref-3)
3. El análisis se realizará anualmente con información del proveedor de precios para validar el número mínimo de observaciones. [↑](#footnote-ref-4)
4. Se construyen rangos por tipo de instrumento de acuerdo con los días por vencer, para el conteo de posturas. El análisis se realiza anualmente para validar los rangos. [↑](#footnote-ref-5)
5. En caso de que los DxV del instrumento sin información no estén entre los DxV de instrumentos con información, se aplicará una extrapolación lineal para estimar el *spread* promedio y la volatilidad. [↑](#footnote-ref-6)
6. El instrumento con información puede pertenecer a un rango inferior, igual o superior al que pertenece el instrumento sin información. [↑](#footnote-ref-7)
7. Se consideran 91 observaciones. [↑](#footnote-ref-8)
8. Posturas reportadas por el área de estadística de la Bolsa Mexicana de Valores (BMV). [↑](#footnote-ref-9)
9. La BMV define cuatro niveles de bursatilidad de acuerdo con el volumen operado y número de operaciones de cada acción, dividido por cuartiles: alta (primer cuartil), media (segundo cuartil), baja (tercer cuartil) y mínima (último cuartil). [↑](#footnote-ref-10)
10. *Bid*: precio más alto que el comprador está dispuesto a pagar, y *ask* el precio más bajo al que el vendedor está dispuesto a vender. La diferencia entre ambos es el spread, que constituye en el mercado un indicador de la liquidez del activo. En caso de no existir precios *bid* o *ask* de la acción del día *t*, se considera el *spread* y volatilidad promedio del día *t-1*. [↑](#footnote-ref-11)
11. Precio *mid-market*: es el promedio entre el precio *bid* y precio *ask* de una acción. [↑](#footnote-ref-12)
12. El factor considera dos desviaciones estándar, que bajo el Teorema de *Chebyshev* asume un umbral de confianza del 95%. [↑](#footnote-ref-13)