



**UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y  
MATEMÁTICAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

**MEDICIÓN Y ANÁLISIS DE LA LIQUIDEZ EN EL MERCADO DE LOS BONOS  
CORPORATIVOS CHILENOS**

**MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL**

**JOSÉ MANUEL PEÑA MÉNDEZ**

PROFESOR GUÍA:  
RODRIGO ARAVENA GONZALES.

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:  
FRANCISCO ERRANDONÉA TERAN.  
ERCOS VALDIVIESO CONTRERAS.

SANTIAGO DE CHILE  
JUNIO 2010

RESUMEN DE LA MEMORIA  
PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL  
POR: JOSÉ MANUEL PEÑA

FECHA: 07/06/10  
PROF GUÍA: SR. RODRIGO ARAVENA

## **MEDICIÓN Y ANÁLISIS DE LA LIQUIDEZ EN EL MERCADO DE LOS BONOS CORPORATIVOS CHILENOS**

El presente trabajo de título tuvo como objetivo medir y analizar empíricamente el impacto de la liquidez en los retornos de los bonos corporativos en el mercado chileno.

El estudio se realizó empleando datos diarios de precios, volúmenes transados, calificación crediticia y duración de los bonos corporativos chilenos en UF custodiados por el Depósito Central de Valores (DCV) durante el período Enero 2000 – Junio 2009. Este subconjunto de títulos fue seleccionado para evitar tener que realizar ajustes del tipo inflacionario que pudieran distorsionar los resultados, además de representar alrededor del 83% del mercado de renta fija corporativa en Chile.

El análisis se desarrolló en el marco conceptual de un modelo tipo *Arbitrage Pricing Theory* (APT), empleando el retorno diario de portafolios que replican los efectos de factores en el mercado. Los factores considerados fueron la duración, la calificación crediticia y la liquidez de cada bono. Para la confección de los portafolios, se separaron los bonos en ocho grupos acorde a los tres factores mencionados, siendo la liquidez medida a través de 6 formulaciones diferentes. Una vez separados los bonos, cada portafolio toma posiciones largas en los cuatro grupos con alta exposición a un factor y posiciones cortas en los cuatro grupos con baja exposición a éste. De esta manera, el retorno de cada portafolio representaba la diferencia de rentabilidad entre los títulos con alta y baja exposición a un factor.

Los resultados obtenidos reflejan un aumento en la liquidez de los bonos corporativos a partir del 2008, entre otras causas, debido al incremento de las colocaciones y la mayor incertidumbre producida por la crisis *sub-prime* (efecto *flight to quality*). En segundo lugar el estudio concluye que en dichos títulos existe una prima por riesgo de liquidez que, observada como frecuencia de transacción, se ubica entre 0,026% y 0,036% mensual, y es comparativamente entre un cuarto y un medio de la prima por riesgo de duración. Cabe señalar que el estudio también concluye que el impacto de estos factores es variable y aumenta drásticamente en períodos de crisis.

Este estudio valida la hipótesis de que la liquidez es un factor valorado por el mercado, el cual abre nuevas líneas de investigación que apunten a las causas de esta iliquidez, además de comparar este comportamiento en el mercado de renta fija en pesos.

## **AGRADECIMIENTOS.**

Se desea agradecer a LVA Índices por facilitar los datos necesarios para este estudio y en especial a Jose Antonio Vaisman por su constante apoyo y cooperación.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS.

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS.....	4
3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	5
4. MARCO CONCEPTUAL Y ANÁLISIS METODOLÓGICO.....	6
4.1. Mediciones de Liquidez.....	6
4.2. Portafolios de Reproducción de Factores.....	9
4.3. Modelo APT.....	10
4.4. Alcances y limitaciones de la metodología empleada.....	12
5. RESULTADOS.....	13
5.1. Caracterización de la Liquidez.....	13
5.2. Carteras de reproducción de factores.....	13
5.3. Modelo APT.....	16
6. CONCLUSIONES.....	17
7. BIBLIOGRAFÍA.....	18
9. ANEXOS.....	20
9.1. Anexo A: Recolección de datos.....	20
9.2. Anexo B: Tratamiento de datos.....	21
9.3. Anexo C: Gráficos de mediciones de liquidez.....	23
9.4. Anexo D: Análisis ANOVA de una vía.....	26
9.5. Anexo E: Modelos APT.....	29

## 1. INTRODUCCIÓN.

La liquidez se puede definir como la capacidad de transar un activo en el mercado con facilidad, es decir, de forma expedita, con bajos costos de transacción y poco impacto en los precios. A primera vista esto parece estar bien establecido y la liquidez es un concepto ampliamente usado por inversionistas en todo el mundo. Pero lo que no resulta tan evidente es si la liquidez es valorada, es decir, si existen variaciones en los retornos de activos que sean explicados por cambios en la liquidez del mercado. Este trabajo buscará responder esta pregunta en el contexto del mercado de los bonos corporativos chilenos.

La liquidez es un factor que podría ser valorada por el mercado ya que la liquidez (o mejor dicho la iliquidez) es un riesgo el cual el inversionista debe enfrentar a la hora de transar un bono en el mercado. Activos ilíquidos seguramente van a ser más difíciles de comprar y vender, incurriendo en mayores costos de transacción y posiblemente sufriendo un rezago entre el momento de la puesta de la orden y la transacción misma. En conclusión, la liquidez puede ser una fuente de riesgo, por lo que afectaría los precios, spreads y retornos de los bonos.

Este trabajo se enfocará en el mercado de los bonos corporativos chilenos porque poseen una liquidez órdenes de magnitud menor que otros tipos de activos. Por ejemplo, los bonos corporativos poseen una rotación (volumen transado/monto emitido) siete veces menor que los de tesorería y del Banco Central de Chile. Además en promedio solo 4 de cada 10 días hábiles se transa en Chile algún bono corporativo de más de 10 años de duración. De esta forma, si lo que se desea es encontrar efectos de la iliquidez en los retornos de algún activo, estos efectos serán mayores en los bonos corporativos.

Además, el mercado de renta fija en Chile es marcadamente más ilíquido que en países desarrollados, por ejemplo, mientras que en países desarrollados el spread compra-venta de un bono gubernamental a 10 años es menor a 0,7 puntos base, en Chile este spread se encuentra entre 6,6 y 9 puntos base, lo que apunta a una mayor facilidad de transacción y, por ende, una mayor liquidez.

Para entender mejor las causas de esta iliquidez y si este fenómeno es transitorio o responde a la estructura del mercado chileno, resulta necesario caracterizar la oferta y demanda de bonos corporativos chilenos.

En los últimos años el mercado de los bonos corporativos chilenos ha tenido un fuerte crecimiento. Desde 1999 a la fecha, el porcentaje de stock de deuda ha pasado de ser de un 3% a un 15% del PIB nominal (de 5.000 a 15.000 US\$ MM), mientras que la relación deuda bancaria / deuda por bonos ha pasado de 4:1 a una relación de 1:1 y con la gran mayoría de las empresas con presencia bursátil habiendo emitido bonos.

La oferta de bonos corporativos en Chile se basa principalmente a las emisiones realizadas por sociedades anónimas las cuales emiten títulos de deuda al mercado como medio de financiamiento y diversificación de la estructura de sus pasivos. Respecto al tipo de sociedades que realizan emisiones de bonos, cabe destacar el marcado sesgo que existe hacia empresas grandes, poseyendo un nivel de activos en promedio un doble que el nivel de las empresas no emisoras.

Además, la emisión de deuda corporativa en Chile se caracteriza en ser de muy largo plazo, siendo el plazo promedio de las emisiones alrededor de 17 años mientras que en países desarrollados el plazo promedio es de 7 años.

También resulta destacable la alta calificación crediticia que poseen los bonos corporativos chilenos, existiendo un 75% de deuda calificada sobre AA y un 99% de deuda calificada sobre A. Este fenómeno hace que el mercado chileno posea menos un 1% de deuda calificable como *high yield*, mientras que el porcentaje de deuda calificada como *high yield* en Japón es de un 40% y en Estados Unidos y Europa alcanza un 10%.

Por otra parte, la demanda de bonos corporativos en Chile esta marcadamente dominada por inversores institucionales donde destacan principalmente las Administradoras de Fondos de Pensiones (AFP) y las Compañías de Seguros, poseyendo un 75% de los bonos corporativos en Chile.

Las AFP son los inversores institucionales más grandes del mercado financiero chileno, con un volumen de activos comparables con el 60% del producto interno bruto (PIB) nacional, además manejan un 50% de la deuda corporativa de Chile. Respecto de la demanda de las AFP por bonos corporativos chilenos, éstos representan el 11% de los activos de las AFP y el plazo medio de los bonos corporativos que éstas poseen es de entre 8 y 12 años, lo que es comparativamente alto si se toma en cuenta que el plazo medio de la deuda corporativa en países desarrollados es de 7 años.

En segundo lugar se encuentran las compañías de seguros, las cuales poseen el 35% de la deuda corporativa nacional. Cabe destacar que el plazo medio de los bonos corporativos que éstas poseen es superior a los 20 años, principalmente para dar calce a sus obligaciones de largo plazo. De esta manera, las compañías de seguros poseen fuertes características de inversores tipo *buy and hold*, es decir, mantienen los bonos hasta su liquidación y no los transan salvo cambios en las expectativas de sus obligaciones de largo plazo.

Al comparar la estructura del mercado de deuda corporativa chileno con el de países desarrollados como Estados Unidos, el cuál posee una liquidez considerablemente superior a la chilena, resalta la gran diferencia que existe entre la composición de la demanda de bonos corporativos. Esta demanda en Estados Unidos está repartida entre al menos siete actores importantes y los principales demandantes de bonos corporativos son los inversores extranjeros con el 29% del mercado, los

segundos en importancia son las compañías de seguros con el 22% y luego el resto de la propiedad se reparte entre los fondos mutuos (13%), personas naturales (11%), bancos (9%), fondos de pensión (5%) y operadores (4%). Además, la oferta de bonos corporativos estadounidenses destaca ser completa en cuanto a calificación crediticia se trata (un 10% de su oferta es calificada como *high yield*), además de ser emitida con plazos mucho menores al chileno (7 años versus 17 años).

De esta manera, el hecho de que la demanda de los bonos corporativos chilenos esté concentrada en inversores institucionales con estrategias de inversión tipo *buy and hold*, sumado al sesgo que existe en la oferta hacia la emisión de bonos de largo plazo y alta calificación crediticia, es posible ver que una de las principales razones de la iliquidez en el mercado de deuda corporativa chilena radica en la estructura misma de su oferta y demanda. Por lo tanto, el problema de la iliquidez está fuertemente arraigado al mercado y no es un problema coyuntural o transitorio, haciendo de éste un problema serio y difícil de mitigar, el cual afecta directamente la eficiencia del mercado nacional.

La línea de trabajo que relaciona la liquidez con los retornos de los bonos corporativos es relativamente reciente. En esta línea, Chako (2005) y Downing, et al (2005) encontraron que la liquidez es un factor importante para determinar el retorno de bonos corporativos estadounidenses en el contexto de un modelo lineal tipo *Arbitrage Pricing Theory* (APT). Más ampliamente, la literatura relativa a la relación entre la liquidez y los retornos de activos es extensa y bien establecida, donde destacan los trabajos realizados por Amihud y Mendelson (1991), Brennan y Subrahmanyam (1996), Brennan, et al (1998), y Jong y Driessen (2004).

Como se puede ver, la literatura respecto a este problema es amplia en Estados Unidos y Europa, pero en Chile solo se encontró que en el trabajo realizado por Bernat, et al (2003) se realizó un modelo logarítmico de 10 factores que incluye una aproximación de la liquidez (calculada como la razón entre el volumen transado del bono y el volumen transado de un bono libre de riesgo de la misma duración) y se concluyó que éste no era un factor determinante del spread de los bonos corporativos.

En conclusión, a pesar de que el mercado de los bonos corporativos chilenos es marcadamente ilíquido en comparación con la renta fija nacional y más aún en comparación con mercados de renta fija en países desarrollados, casi no existe investigación en Chile al respecto, mientras que en países desarrollados se ha investigado este tema en profundidad con resultados de interés, por lo que resulta natural pensar que la liquidez es un tema que necesita ser investigado con mayor profundidad en el mercado Chileno. Además, en vista de que las posibles causas de la iliquidez del mercado chileno se relacionen con la estructura misma de éste, la hipótesis de que el problema de la iliquidez no es simplemente algo coyuntural y transitorio

cobran fuerza, haciendo más importante el estudio de esta materia en Chile para así eventualmente poder revertirlo.

La liquidez es un concepto difícil de medir empíricamente, principalmente por dos razones. Primero, porque la liquidez agrupa varios conceptos (frecuencia de transacción, costo de transacción, impacto en los precios, rezago entre la orden y la ejecución de la misma, etc.) y encontrar una medida que rescate todos estos conceptos es difícil. Segundo, porque generalmente los activos más ilíquidos son menos transados en el mercado, por lo que generan menos información que pueda ser aprovechada para calcular alguna medición de liquidez.

Para poder analizar y medir la liquidez de la mejor manera posible, se realizaron distintas mediciones las cuales la van a abordar desde diferentes ángulos.

La primera, es una adaptación de la medición utilizada por Amihud (2002), que se enfoca en la profundidad del mercado y busca analizar la liquidez como el impacto de una transacción sobre los precios relativo al volumen transado.

El segundo grupo de mediciones se enfoca en la frecuencia de las transacciones, éstas son el porcentaje de días del mes con transacciones, además del promedio mensual de la razón entre los días transcurridos desde la última transacción y los días transcurridos desde la emisión del bono.

El tercer grupo de mediciones busca diferenciar bonos que poseen transacciones distribuidas homogéneamente a lo largo del tiempo de aquellos que poseen transacciones concentradas en ciertos períodos de manera heterogénea, estas mediciones son la desviación estándar móvil a un año de los volúmenes mensuales transados y un análisis de frecuencia basado en el producto de pares de transacciones ponderados por un función que castigo temporal.

Por último, se calculará como medición de liquidez la rotación mensual de cada bono ( $\text{Monto transado} / \text{Valor presente}$ ).

## **2. OBJETIVOS.**

### **2.1. Objetivo General:**

- Medir y analizar empíricamente el impacto de la liquidez en los retornos de los bonos corporativos en el mercado chileno.

## **2.2. Objetivos Específicos:**

- Crear en base a datos transaccionales medidas aproximadas de la liquidez de los bonos corporativos chilenos transados en UF.
- Realizar, en base a la calificación crediticia, duración y las mediciones de liquidez realizadas de los bonos corporativos, carteras de reproducción de factores y computar la rentabilidad de estas carteras.
- Analizar estadísticamente, a través de un modelo APT que tenga como factores la rentabilidad de las carteras de reproducción antes calculadas, si existe un premio por riesgo de liquidez en el mercado de los bonos corporativos chilenos en UF.

## **3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.**

En orden para poder desarrollar los objetivos planteados, este proyecto se realizó de la siguiente manera:

- En primer lugar, se recopilaron los datos necesarios para el desarrollo del proyecto, los cuales son (ver Anexo A):
  - La fecha, variación de spread y volumen transado para cada transacción realizada para cada bono corporativo chileno.
  - Serie de calificación crediticia, duración, retornos mensuales y valor presente de cada bono corporativo.
- Una vez obtenidos los datos, se procedió a calcular a nivel mensual todas las mediciones de liquidez antes señaladas para cada bono corporativo. Además se calculó un índice de calificación crediticia para cada bono que es el promedio de la calificación normalizada de cada agencia calificadora (Feller Rate, Humphrey`s, Fitch Chile e ICR) y se computaron las series de duración de cada bono corporativo (ver Anexo B).
- Posteriormente se crearon carteras de reproducción para cada uno de los factores a considerar (duración, riesgo crediticio y cada una de las mediciones de liquidez realizadas), para luego computar el retorno de cada una de estas carteras.
- Además, a modo de cálculo preliminar, se realizaron test de ANOVA de una vía para cada factor (Duración, riesgo crediticio y cada medición de liquidez

realizada) donde se comparó el retorno medio de las 4 carteras con mayor exposición y las 4 con menor exposición a cada factor, para con ello, determinar si existía una diferencia estadísticamente significativa entre el retorno medio de ambos grupos de carteras que indicase la existencia de un premio por riesgo.

- Finalmente, se computaron modelos APT empleando como factores los retornos de las carteras de reproducción de duración, calificación crediticia y liquidez (se calculó un modelo APT para cada medición de liquidez realizada), para luego estimar los coeficientes de los modelos y determinar si los distintos factores tienen un impacto estadísticamente significativo en los retornos de los bonos corporativos.

## 4. MARCO CONCEPTUAL Y ANÁLISIS METODOLÓGICO.

### 4.1. Mediciones de Liquidez.

La primera metodología, basada en el trabajo de Amihud (2002) busca medir la liquidez bajo el supuesto de que un activo líquido puede transarse en grandes volúmenes con un bajo impacto en su precio. La forma funcional empleada por Amihud es:

$$Iliquidez\ Amihud_{i,t} = \frac{1}{N_{i,t}} \sum_{j=1}^{N_{i,t}} \frac{\left| \left( \frac{P_{i,t,j} - P_{i,t,j-1}}{P_{i,t,j-1}} \right) - \left( \frac{Ptreas_{t,j} - Ptreas_{t,j-1}}{Ptreas_{t,j-1}} \right) \right|}{Volumen_{i,t,j}}$$

Donde  $N_{i,t}$  es el número de transacciones del bono  $i$  durante el período  $[t, t + 1]$ ,  $P_{i,t,j}$  y  $Ptreas_{t,j}$  son los precios del bono  $i$  y de un bono del tesoro norteamericano de la misma duración inmediatamente después de la  $j$ -ésima transacción del período  $[t, t + 1]$  respectivamente, y  $Volumen_{i,t,j}$  el volumen transado del bono  $i$  en la  $j$ -ésima transacción del período  $[t, t + 1]$ .

El concepto que busca rescatar esta medición es que cuando existe una gran oferta y demanda por un activo, éste tenderá a ser más líquido. De esta forma, si ésta arroja valores comparativamente altos, se está en presencia de un activo cuyo precio varía fuertemente en comparación a su volumen transado, lo que evidencia una pequeña oferta y demanda por este activo, derivando en una baja liquidez.

En vista de las características del mercado chileno y la disponibilidad de información, esta medición fue adaptada, procurando seguir midiendo el mismo efecto, es decir, el impacto de una transacción sobre los precios relativo al volumen transado. La forma funcional esta medición adaptada es:

$$Iliquidez\ por\ variaci3n\ de\ spread_{i,t} = \frac{1}{N_{i,t}} \sum_{j=1}^{N_{i,t}} \left| \frac{(Spread_{i,t,j} - Spread_{i,t,j-1})}{Spread_{i,t,j-1}} \right| \frac{1}{Volumen_{i,t,j}}$$

Donde  $Spread_{i,t,j}$  es el spread del bono  $i$  inmediatamente despu3s de la  $j$ -3sima transacci3n del periodo  $t$ . Adem3s, dado que la baja frecuencia con que se transan los bonos corporativos genera que  $Spread_{i,t,j}$  y  $Spread_{i,t,j-1}$  puedan haber sido registrado con semanas o meses de diferencia, gran parte de esta variaci3n se deber3 a efectos del mercado m3s que efectos de liquidez, por lo que se consideraran solamente transacciones realizadas en el mismo d3a para con ello aislar los efectos de liquidez de los efectos del mercado. Durante el resto del trabajo esta medici3n se denominar3 "Liquidez por variaci3n de spread".

El segundo grupo de mediciones realizadas busca medir la frecuencia de transacci3n, ya que bonos que transan m3s frecuentemente suelen ser m3s f3ciles de transar y, en conclusi3n, son m3s l3quidos. Este grupo consta de dos mediciones, la primera corresponde al porcentaje de d3as del mes que el bono ha sido transado, su forma funcional es:

$$Liquidez\ por\ d3as\ con\ transacci3n_{i,t} = \frac{d3as\ con\ transacciones_{i,t}}{d3as\ del\ mes_t}$$

Donde  $d3as\ con\ transacciones_{i,t}$  corresponde al n3mero de d3as que el bono  $i$  fue transado durante el mes  $t$  y  $d3as\ del\ mes_t$  corresponde al n3mero de d3as del mes  $t$ . Durante el resto del trabajo esta medici3n se denominar3 "Liquidez por d3as con transacci3n".

La segunda medici3n de liquidez de este grupo es el promedio mensual de la raz3n entre los d3as transcurridos desde la 3ltima transacci3n y los d3as transcurridos desde la emisi3n del bono, su forma funcional es:

$$Iliquidez\ por\ tiempo\ de\ 3ltima\ transacci3n_{i,t} = \frac{1}{d3as\ del\ mes_t} \sum_{\tilde{t}=f\_ini_t}^{f\_fin_t} \frac{\tilde{t} - t\_ultima\_trans_{\tilde{t}}}{\tilde{t} - t\_emision_i}$$

Donde  $f\_ini_t$  es la fecha del primer d3a del mes  $t$ ,  $f\_fin_t$  es la fecha del 3ltimo d3a del mes  $t$ ,  $t\_ultima\_trans_{\tilde{t}}$  es la fecha de la 3ltima transacci3n realizada antes de  $\tilde{t}$  (incluyendo  $\tilde{t}$ ) y  $t\_emision_i$  es la fecha de emisi3n del bono  $i$ . Esta medici3n posee la particularidad de que es una funci3n acotada en  $[0,1]$  y cuando un bono a partir de un momento no es transado m3s, 3sta converge a 1. Durante el resto de este trabajo esta medici3n se denominar3 "Liquidez por tiempo de la 3ltima transacci3n".

El tercer grupo de mediciones busca medir la homogeneidad de las transacciones a lo largo del tiempo, ya que si se compara un bono que transa de forma

periódica en el mercado y uno cuyas transacciones se distribuyen de manera heterogénea, habiendo periodos con un alto volumen de transacciones y periodos carentes de transacción, claramente el primero será más fácil de transar, lo que deriva en una mayor liquidez. La primera medición de este grupo es la desviación estándar móvil a un año del monto mensual transado. Su forma funcional es:

$$Iliquidez\ por\ desviación\ estándar_{i,t} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{12} (Vol_{t-j,i} - \overline{Vol}_{t,i})^2}{12}}$$

Donde  $Vol_{t-j,i}$  es el volumen transado del bono i en el mes t-j y  $\overline{Vol}_{t,i}$  es el promedio del volumen mensual transado del bono i durante el período [t-12, t]. Durante el resto de este trabajo esta medición se denominará “Liquidez por desviación estándar”.

La segunda medición de este grupo es:

$$Liquidez\ por\ frecuencia_{i,t} = Liquidez_{i,t-1} * K + \sqrt{Vol_{t,i} * Vol_{t_{ult\_trans_{t,i}}}} * K^{(t-t_{ult\_trans_{t,i}})}$$

Donde  $Vol_{t,i}$  es el volumen transado del bono i durante el mes t,  $t_{ult\_trans_{t,i}}$  es el último mes antes de t donde el bono i realizó alguna transacción y  $K$  es un factor de castigo temporal el cual sub-pondera pares de transacciones que sean distantes ( $K \in (0,1)$ ). Tras un proceso de ajuste, se definió  $K = 0,93$  de forma que esta medición castigue las transacciones pasadas lo suficiente para que no sea simplemente un proceso acumulativo, pero conserve el efecto de los periodos anteriores. Esta medición busca expresar el volumen de las transacciones realizadas tomando en cuenta el tiempo transcurrido entre éstas. Durante el resto de este trabajo esta medición se denominará “Liquidez por análisis de frecuencia”.

La última medición de liquidez a considerar busca medir el volumen transado tomando en consideración el tamaño de éste, su forma funcional es la siguiente:

$$Liquidez\ por\ volumen\ transado_{i,t} = \frac{Vol\_trans_{i,t}}{Valor\_presente_{i,t}}$$

Donde  $Vol\_trans_{i,t}$  es el volumen transado total del bono i durante el período t y  $Valor\_presente_{i,t}$  es el valor presente del bono i en el período t. Durante el resto de este trabajo esta medición se denominará “Liquidez por volumen transado”.

Para poder comparar de mejor manera los valores de liquidez en cada medición se decidió normalizarlas, es decir, para cada medición de liquidez se calculó lo siguiente:

$$Liquidez\_norm_{i,t} = \frac{(Liquidez_{i,t} - \overline{Liquidez})}{\sigma^2}$$

$$\overline{Liquidez} = \frac{1}{N_{bonos} * T} \sum_{i=1}^{N_{bonos}} \sum_{t=1}^T Liquidez_{i,t}$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^{N_{bonos}} \sum_{t=1}^T (Liquidez_{i,t} - \overline{Liquidez})^2}{N_{bonos} * T}$$

Donde  $Liquidez_{norm_{i,t}}$  es la versión normalizada de la liquidez del bono  $i$  en el período  $t$ ,  $Liquidez_{i,t}$  es la versión sin normalizar de la liquidez del bono  $i$  en el periodo  $t$ ,  $N_{bonos}$  es el número total de bonos y  $T$  el total de períodos. Realizando este procedimiento se consigue que  $Liquidez_{norm_{i,t}}$  sea una variable de media cero y varianza 1, lo que permite poder comparar mediciones de liquidez independientemente de la escala original.

#### 4.2. Portafolios de Reproducción de Factores.

La creación de portafolios de reproducción de factores es una metodología empleada en finanzas para reproducir el movimiento de factores subyacentes que afectan al mercado (Fama y French, 1993; Chan, Karoeski y Lakonishok, 1998).

Un portafolio de reproducción de factores genera una cartera de activos de manera que los retornos de esta cartera estén altamente correlacionados con el factor subyacente que se desea reproducir.

Existen varias metodologías para generar estas carteras, pero para este trabajo se empleará la denominada metodología de portafolio (Downing, Underwood y Xing, 2005; Chako, 2005; Asgharian 2004), esta metodología crea una cartera autofinanciada, la cual posee posiciones largas en activos con niveles altos del factor y posiciones cortas en activos con niveles bajos del factor, de esta manera, si el factor afecta de alguna manera al mercado, el valor de la cartera se moverá de manera conjunta con el movimiento del factor subyacente.

La principal razón por la que se prefirió esta metodología es que permite la generación de series de factores que sean ortogonales entre sí, es decir, que cada factor sea linealmente independiente al resto de los factores. De esta manera, se elimina el problema de la colinealidad de los factores al momento de calcular el modelo APT.

Para implementar esta metodología, se separan los activos en dos “baldes” con la misma cantidad de activos al nivel que posean del primer factor subyacente (el primer balde posee la mitad de los activos con el mayor nivel y el segundo, la mitad con menor nivel del factor subyacente).

Luego, cada uno de estos dos baldes se separa de nuevo en dos baldes del mismo tamaño acorde al nivel del segundo factor subyacente, generándose 4 baldes, cada uno con características únicas del primer y segundo factor. Este proceso se repite con cada uno de los  $n$  factores hasta que se hayan creado  $2^n$  baldes, cada uno con una combinación única de niveles de los distintos factores.

Una vez creado los  $2^n$  baldes, cada una de los  $n$  portafolios de reproducción se crean tomando posición larga en los  $2^{n-1}$  baldes con un nivel alto del factor y posición corta en los  $2^{n-1}$  baldes con un bajo nivel del factor, de esta manera, cada portafolio será un corte transversal a los otros factores, haciendo que la covarianza entre los retornos de los portafolios sean muy pequeños.

Considerando lo anterior, esta metodología se aplicó separando todos los bonos corporativos en 8 baldes acorde a la calificación crediticia, duración y liquidez para luego producir tres carteras de reproducción tomando posiciones largas en las cuatro carteras más expuestas al riesgo de cada factor y posición corta en las 4 carteras con menos exposición a éste, es decir:

- La cartera de reproducción de calificación crediticia tomó posición larga en las cuatro carteras de menor calificación crediticia y posición corta en las cuatro de mayor calificación crediticia, de esta manera se representó la exposición al riesgo de default crediticio.
- La cartera de reproducción de duración tomo posición larga en las cuatro carteras de mayor duración y posición corta en las cuatro de menor duración, de esta manera se representó la exposición al riesgo de variaciones de tasas de interés, ya que los bonos de alta duración están más expuestos a este riesgo que los de baja duración.
- La cartera de reproducción de liquidez tomo posiciones largas en las cuatro carteras de menor liquidez y posiciones cortas en las de mayor liquidez, de esta manera se representó la exposición al riesgo de iliquidez.

Este procedimiento se realizo para cada una de las seis mediciones de liquidez empleadas en este trabajo.

### **4.3. Modelo APT.**

Este trabajo se engloba en el contexto de un modelo lineal tipo APT (Ross, 1976). La elección de este modelo se debe a que ha sido ampliamente utilizado en la labor de determinar la importancia de diversos factores en los retornos de un mercado. Además, al basarse en modelos lineales, se aprovecha la amplia literatura y metodología existente al respecto, además de producir datos de fácil interpretación.

En el marco de la teoría estándar de no arbitraje, se parte generando una representación lineal estándar del retorno de los bonos corporativos como función de los factores en cuestión:

$$R_{i,t} - \mathbb{E}(R_i) = \sum_{j=1}^K \beta_{i,j} \tilde{\delta}_{j,t} + \tilde{\epsilon}_{i,t} \quad (1)$$

$$\tilde{\delta}_{j,t} = f_{j,t} - \mathbb{E}(f_j) \quad \forall j, t \quad (2)$$

$$\mathbb{E}(\tilde{\epsilon}_{i,t}) = 0 \quad \forall i, t \quad (3)$$

$$cov(\tilde{\epsilon}_{i,t}, \tilde{\epsilon}_{i,\bar{t}}) = 0 \quad \forall t, \bar{t}, i \quad (4)$$

$$cov(f_j, \tilde{\epsilon}_i) = 0 \quad \forall j, i \quad (5)$$

Donde  $f_{j,t}$  es el valor del factor  $j$  en el período  $t$  y  $\beta_{i,j}$  es la exposición del activo  $i$  al factor  $j$ . Luego, asumiendo la inexistencia de arbitraje en el mercado y que exista un número de activos lo suficientemente grande para aplicar la ley de los grandes números, Ross demostró que el retorno esperado de cada activo puede ser escrito como el siguiente modelo factorial:

$$\mathbb{E}(R_i) = \lambda_0 + \sum_{j=1}^K \lambda_j \beta_{i,j} + \check{\epsilon}_i \quad (6)$$

$$\mathbb{E}(\check{\epsilon}_i) = 0 \quad (7)$$

$$cov(\check{\epsilon}_i, \check{\epsilon}_j) = 0 \quad \forall i, j \quad (8)$$

$$cov(\beta_i, \check{\epsilon}_i) = 0 \quad \forall i \quad (9)$$

Donde  $\beta_{i,j}$  es la exposición del activo  $i$  al factor  $j$ , la cual ya fue estimada en la ecuación 1 y entra como variable independiente en este nuevo modelo,  $\lambda_0$  corresponde al retorno del activo beta-cero del mercado (aunque éste no exista en la realidad) y  $\lambda_j$  corresponde al premio por riesgo del factor  $j$ .

La intuición detrás del premio por riesgo radica en que cuando  $\lambda_j$  es igual a cero, el retorno medio de los activos no se ve afectado por la exposición al factor  $j$ , y cuando  $\lambda_j$  es un valor mayor que cero, parte del retorno medio de cada activo provendrá de la exposición a ese factor (medido como  $\beta_{i,j}$ ), ponderado por  $\lambda_j$ . En conclusión, cuanto más grande sea  $\lambda_j$ , los cambios a la exposición a ese factor tendrán un mayor impacto en el retorno medio de los activos.

Este modelo fue computado a través del método de mínimos cuadrados en dos etapas basándose en el trabajo de Icbal, et al (2005). En primer lugar se estimaron las  $\beta_{i,j}$  de la ecuación (2) usando mínimos cuadrados ordinarios, para luego usarlos en la ecuación (6) como variables independientes y determinar los  $\lambda_j$  también usando

mínimos cuadrados ordinarios, finalmente se estimaron los t-estadísticos de los  $\lambda_j$  para determinar si existe un premio por riesgo significativamente distinto de cero.

#### **4.4. Alcances y limitaciones de la metodología empleada.**

Este trabajo se limitará al estudio de bonos corporativos en UF debido a que así se evita el tener que realizar correcciones del tipo inflacionario y representan la gran mayoría de los bonos corporativos chilenos (85,3% de los bonos corporativos son emitidos en UF).

En vista de la marcada iliquidez que posee el mercado de los bonos corporativos, el valor de cada bono empleado en los cálculos puede diferir de su valor real de mercado, haciendo que el retorno mensual calculado pueda no ser realista en el sentido de que no sea posible vender efectivamente el bono ese valor. Esta imprecisión es difícil de sortear, ya que la única manera de saber el verdadero valor de mercado de un bono es cuando éste es transado, y en el mercado de los bonos corporativos chilenos esto pasa muy esporádicamente.

Para que los modelos APT puedan ser calculados es necesario más de tres transacciones por cada bono durante el período del estudio, esta restricción se elevó a un mínimo de diez transacciones durante todo el período para evitar de que las regresiones realizadas en la primera etapa de la estimación de los modelos APT se transformen en sistemas de ecuaciones determinísticos (una regresión con tres factores y tres datos se puede calcular como un sistema de ecuaciones determinístico). De esta manera se tendrán que eliminar del estudio los bonos que no cumplan este requerimiento, disminuyendo la representatividad de la muestra de 1.032 a 549 bonos corporativos a estudiar.

Esta disminución del número de bonos a estudiar evidentemente disminuye la robustez del estudio, abriendo la oportunidad para la realización de nuevos trabajos empleando bases de datos más extensas y metodologías que aumenten la cantidad de bonos que se puedan analizar. Sin embargo, la muestra de bonos a emplear sigue poseyendo una significancia importante, tomando en cuenta que representa alrededor del 53% del mercado total de bonos corporativos en Chile.

Debido a que la información de los montos y prepagos se obtiene de los informes diarios realizados por el Depósito Central de Valores (DCV), solo se tendrán los datos de los bonos que estén custodiados por éste (ver Anexo A). Pese a lo anterior, la información que se posee es significativa dado que en la actualidad, a raíz de cambios en las regulaciones para las AFP, el DCV posee alrededor de un 98% de los instrumentos financieros del mercado nacional bajo su custodia, obteniéndose una aproximación razonable de la composición del mercado de deuda corporativa en Chile.

Finalmente, es importante mencionar que, debido a los objetivos planteados en este estudio, el interés de los modelos APT realizados radica en determinar si la liquidez posee una prima por riesgo o no. De esta manera, la validez de éstos se determinó principalmente por la significancia estadística de sus coeficientes y no por el  $R^2$  de éstos. En otras palabras, los modelos APT realizados fueron validados por sus capacidades retrospectivas por sobre sus capacidad predictivas.

## **5. RESULTADOS.**

### **5.1. Caracterización de la Liquidez.**

A los datos obtenidos mediante las diferentes mediciones de liquidez señaladas en (4.1) se les generó un índice calculado mensualmente como el promedio de la liquidez normalizada de cada bono, ponderado por su valor presente. Estos índices serán expuestos mediante gráficos liquidez v/s tiempo (Ver anexo C).

Se observo de forma transversal en todas las mediciones de liquidez, a excepción de la Liquidez por desviación estándar, un aumento de ésta en el período Enero 2008 – Enero 2009 lo que siguiere que el fenómeno de la crisis sub-prime, sumado al fuerte aumento de colocaciones de bonos corporativos, impactaron en el mercado de los bonos corporativos chilenos aumentando su dinamismo.

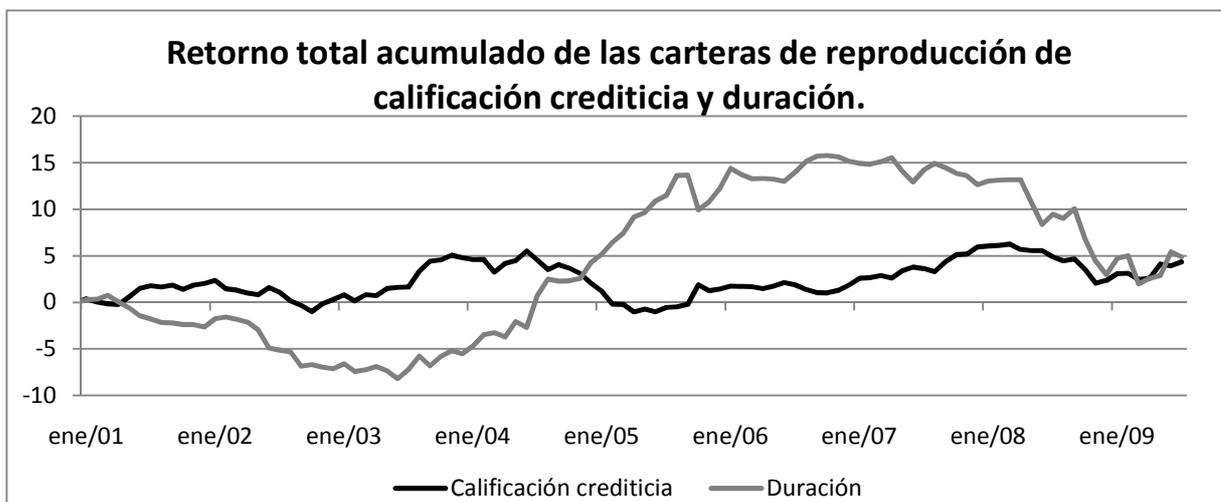
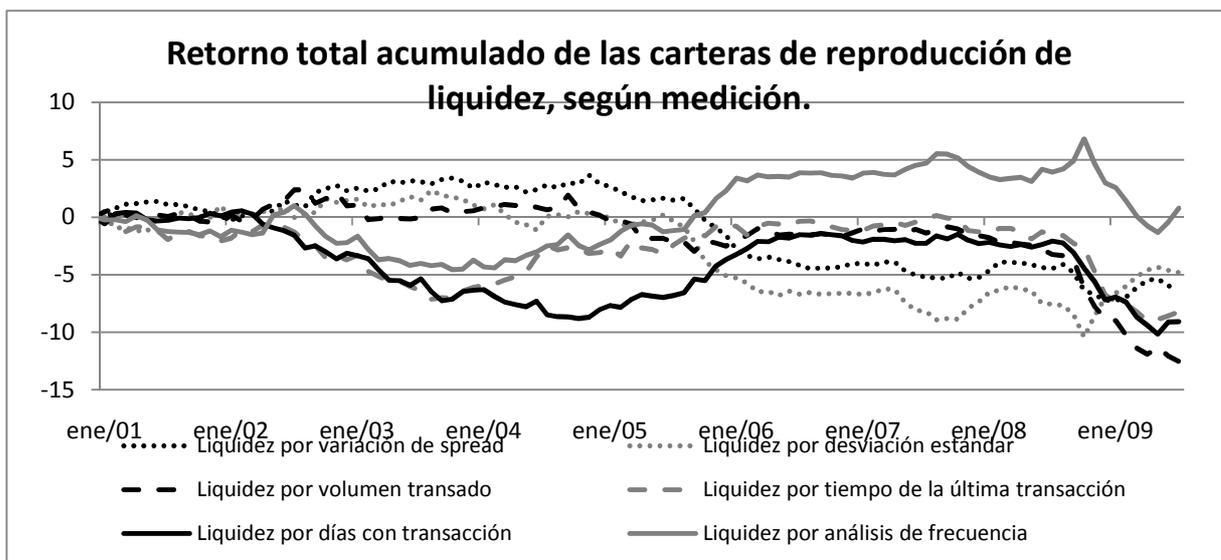
Los gráficos de los índices de la Liquidez por desviación estándar y la Liquidez por volumen transado fueron cortados para que comenzaran en Enero 2005 porque estas mediciones, debido a como fueron construidas, arrojan valores órdenes de magnitud mayores durante los primeros días posteriores a la emisión de un bono, donde los volúmenes transados suelen ser significativamente mayores que en el resto de la vida de éste. De esta manera, durante los primeros años de la serie, donde la mayoría de los bonos estudiados habían sido emitidos recientemente, estos índices arrojan valores artificialmente altos, distorsionando su interpretación.

### **5.2. Carteras de reproducción de factores.**

Se calculó el retorno acumulado de las carteras de reproducción cada uno de los factores a estudiar (calificación crediticia, duración y cada una de las mediciones de liquidez realizadas) como se especificó en (4.3), los cuales fueron graficados como series de tiempo.

Cada una de estas series de tiempo representa la diferencia del retorno total entre los bonos con una alta exposición y los bonos con una baja exposición al riesgo

asociado al factor en cuestión. De esta manera, al analizar la forma funcional de la fórmula del retorno total empleada (ver Anexo B), se puede decir que cuando el retorno total acumulado de la cartera de reproducción disminuye, el valor presente de los bonos mas riesgosos cae en comparación a su valor presente en el período anterior, reflejando un aumento en su tasa interna de retorno exigida, es decir, el mercado está más adverso a ese tipo de riesgo y exige una mayor rentabilidad por el exponerse a éste.



Se observó una disminución abrupta en el retorno total acumulado de todas las carteras de reproducción de liquidez a partir de Octubre del 2008 y extendiéndose por varios meses dependiendo de la medición de liquidez. Esta disminución coincide con el proceso de la crisis sub-prime producido posterior a la declaración de bancarrota de Lehman Brothers en Septiembre del 2008, reflejando una aversión del mercado hacia bonos ilíquidos, ya que éstos son difíciles de transar rápidamente en el caso de ser necesario dada la fuerte incertidumbre que existía en ese período.

Esta disminución abrupta a partir de Octubre del 2008 también se puede ver en los retornos totales acumulados de las carteras de reproducción de calificación crediticia y duración, lo que sugiere que la incertidumbre de en los mercados durante ese período derivó una aversión por parte del mercado en adquirir bonos de alta duración y baja calificación crediticia.

Comparando la amplitud de los retornos totales entre las carteras de reproducción de los distintos factores es posible ver que es significativamente menor en la cartera de reproducción de calificación crediticia. Una posible causa de este efecto es que, al comparar la mitad de los bonos con mayor calificación crediticia y la mitad con menor calificación crediticia, éstos difieren menos de lo esperado ya que la gran mayoría de los bonos corporativos chilenos poseen altas calificaciones crediticias (un 99% de los bonos corporativos chilenos son *investment grade*), haciendo que el mercado no diferencie de forma significativa los retornos de estos dos grupos de bonos.

Posteriormente se realizaron análisis ANOVA de una vía entre el retorno de de los baldes de bonos con alta exposición a un factor y los baldes de bonos con una baja exposición (ver anexo D).

		Resumen ANOVA de una vía							
		Factor							
		Liquidez por variación de spread	Liquidez por tiempo de la última transacción	Liquidez por días con transacción	Liquidez por desviación estándar	Liquidez por volumen transado	Liquidez por análisis de frecuencia	Calificación crediticia	Duración
Retorno total mensual medio	Cartera de alto riesgo	0,00732	0,00718	0,00768	0,00734	0,00732	0,00755	0,00736	0,00754
	Cartera de bajo riesgo	0,00771	0,00798	0,00745	0,00781	0,0078	0,00754	0,00778	0,0076
Significancia		0,7822	0,5791	0,8753	0,7491	0,7414	0,9781	0,7715	0,9681

Se observó en todos los factores, a excepción de la Liquidez por días con transacción, que el retorno total medio de la cartera más riesgosa es levemente menor que el de la cartera de menos riesgo, pero nunca llegando a ser estadísticamente significativa esta diferencia (la significancia más baja fue 0,5791). Esto no resulta extraño ya que al ver los gráficos del retorno de las carteras de reproducción de factores es posible ver que ésta no es constante a lo largo del tiempo, produciéndose incluso momentos donde se cambia de signo, por lo que no es posible decir concluyentemente si esta diferencia es distinta a cero.

### 5.3. Modelo APT.

Se computaron seis modelos APT empleando como factores los retornos de las carteras de reproducción de la liquidez, duración y calificación crediticia donde cada modelo empleó una medición diferente de liquidez, sus resultados se representaron en tablas resumiendo los valores de sus coeficientes y la significancia de éstos (ver anexo E).

		Resumen modelos APT, según medición de liquidez					
		Factor					
		Liquidez por variación de spread	Liquidez por tiempo de la última transacción	Liquidez por días con transacción	Liquidez por desviación estándar	Liquidez por volumen transado	Liquidez por análisis de frecuencia
Constante		0,0077**	0,0076**	0,0076**	0,0077**	0,0076**	0,0073**
Prima por riesgo	Calificación crediticia	0,0031	-0,0024	-0,0064	-0,0063	-0,0088	0,0317**
	Duración	0,0929**	0,0962**	0,1083**	0,0972**	0,0842**	0,0982**
	Liquidez	0,0067	0,0365**	0,0350**	0,0264*	0,0136	0,0003
Significancia F		1,01E-10	1,34E-10	5,78E-13	5,78E-13	1,38E-07	2,59E-08

\*: Coeficiente significativo por sobre el 95%.

\*\* : Coeficiente significativo por sobre el 99%.

Los modelos realizados presentan un muy bajo poder predictivo ( $R^2$  muy bajo), siendo capaces de explicar solo una pequeña porción de la varianza de los retornos de los bonos corporativos, pese a eso, todos los modelos son significativos por sobre el 99%, validando la capacidad retrospectiva de éstos.

Se observa que, para todos los modelos computados, la duración posee una prima por riesgo significativa por sobre el 99%, variando según el modelo entre 8,42% y 10,83%. Además, en todos los modelos el valor de la constante es significativamente distinta de cero por sobre el 99%, variando según el modelo entre 0,73% y 0,77%.

Respecto al impacto de la liquidez, se observa que la liquidez posee coeficientes significativos en los modelos realizados empleando la Liquidez por tiempo de la última transacción, la Liquidez por días con transacción y la Liquidez por desviación estándar, obteniendo valores de 3,65%, 3,50%, y 2,64% respectivamente.

Cabe destacar que las dos mediciones de liquidez enfocadas en la frecuencia de transacción (Liquidez por días con transacción y Liquidez por tiempo de la última transacción) generaron modelos con coeficientes significativos, lo cual sugiere que el principal aspecto de la liquidez que el mercado tiene en consideración es la frecuencia de transacción.

Finalmente, la calificación crediticia posee solamente en el modelo empleando la Liquidez por análisis de frecuencia un coeficiente significativo, siendo su valor 3,17%.

## 6. CONCLUSIONES.

En primer lugar es posible concluir que, a pesar de los cambios que ha experimentado el mercado financiero chileno, tales como la primera y segunda reforma al mercado de capitales, las cuales apuntaban a aumentar el dinamismo y competitividad de éste, el mercado de los bonos corporativos solamente se ha vuelto significativamente más líquido desde el 2008 a la fecha, impulsado por el aumento de colocaciones de bonos corporativos en el mercado chileno y los efectos derivados de la crisis sub-prime que revolucionaron el mercado de los bonos corporativos chilenos. De esta manera, el aumento de liquidez visto en el último período puede no ser estable a lo largo del tiempo y es posible que vuelva a decaer a los valores previos al 2008 en la medida que se desacelere la tasa de nuevas colocaciones de bonos corporativos y la incertidumbre derivada de la crisis sub-prime se disipe.

En segundo lugar, es posible ver que en el mercado chileno no existe una prima por riesgo crediticio significativa. Esto se puede deber a la falta de variedad en el nivel de riesgo de los emisores de bonos y casi ausencia de deuda calificable como *high yield*, siendo la gran mayoría de los emisores grandes empresas solventes de muy bajo riesgo de *default*. Este hecho demuestra que la falta de una oferta completa de bonos corporativos, como existe en países desarrollados, afecta al mercado profundamente, haciendo que un factor de importancia como es la calificación crediticia no sea valorada apropiadamente en Chile.

Finalmente, en vista de los resultados de los modelos APT, se concluye que la duración y la liquidez, bajo el concepto de frecuencia de transacción, poseen una prima por riesgo significativa transversalmente durante el período de estudio, donde la prima por riesgo de la liquidez fue entre un tercio y un medio de la prima por riesgo de duración. Sin embargo, los efectos de estos factores no son constantes en el tiempo, siendo en los períodos de incertidumbre económica donde cobran mayor relevancia.

En conclusión, en vista de los antecedentes expuestos en esta memoria, la liquidez, bajo el concepto de frecuencia de transacción, es un factor importante en el mercado de los bonos corporativos chilenos que merece ser tomado en cuenta al momento de caracterizar el mercado de los bonos corporativos chilenos en UF, siendo recomendable profundizar en su estudio y medición en forma sistemática para poder analizar de manera más precisa éste mercado.

Este trabajo buscó responder si la liquidez es un factor importante en el mercado de bonos corporativos chilenos, obteniéndose resultados que apoyan esta afirmación. Sin embargo, las causas reales de esta iliquidez del mercado chileno no se han analizado propiamente y en este trabajo se esbozan solamente hipótesis al respecto. De esta manera, queda el espacio abierto a nuevos estudios que busquen determinar

las causas reales de esta iliquidez y poder eventualmente sugerir nuevas reformas en el mercado las cuales ayuden efectivamente a aumentar la liquidez y eficiencia del mercado chileno.

## 7. BIBLIOGRAFÍA.

1. AMIHUD, Y. 2002. Illiquidity and stock returns: Cross-section and time-series effects. *Journal of Financial Markets* 5. pp 31–56.
2. AMIHUD, Y. y MENDELSON, H. 1991. Liquidity, maturity, and the yields on U.S. treasury securities. *Journal of Finance* 46. pp 1411-25.
3. ASGHARIAN, H. 2004. A Comparative Analysis of Ability of Mimicking Portfolios in representing the background factors. Lund University Working paper.
4. BRENNAN, M. y SUBRAHMANYAM, A. 1996. Market microstructure and asset pricing: On the compensation for liquidity in stock returns. *Journal of Financial Economics* 41. pp 441-464.
5. BRENNAN, M., et al 1998. Alternative factor specifications, security characteristics and the cross-section of expected stock returns. *Journal of Financial Economics* 49. pp 345-373.
6. CHACKO, G. 2005. Liquidity risk in the corporate bond markets. Harvard Business School Working Paper.
7. COCHRANE, J. 2000. *Asset Pricing*. Princeton University Press. NJ.
8. CAMPBELL, J. et al. 1997. *The Econometrics of Financial Markets*. Princeton University Press. Princeton.
9. CHANG, L. et al. 1998. The Risk and Return of Factors. *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 33. pp 159-188.
10. DE JONG, F. y DRIESSEN, J. 2004. Liquidity risk premia in corporate bond and equity markets. University of Amsterdam Working Paper.

11. DOWNING, CH. et al. 2005. Is liquidity risk priced in the corporate bond market? Rice University Working Paper.
12. FAMA, E. y FRENCH, K. 1993. Common Risk Factors in the Returns on Stocks and Bonds. Journal of Financial Economics 33. pp 3-56.
13. IQBAL, J. et al. 2005. Arbitrage pricing theory: evidence from an emerging stock market. The Lahore Journal of Economics 10: 1. pp 123-139.

## 9. ANEXOS.

### 9.1. Anexo A: Recolección de datos.

Este trabajo se realizó empleando la base de datos entregada por la empresa LVA Índices, la cual incluye:

- Serie completa de los montos transados, precios y spread de todas las transacciones de bonos corporativos, soberanos y bancarios chilenos realizadas desde el 4 de Enero del 2000 hasta el 7 de Julio del 2009 en Chile (214.963 transacciones en total).
- Estructura, tasas de emisión, monto, fechas de emisión y de vencimiento de los bonos corporativos, subordinados y bancarios chilenos (1.657 series de bonos en total).
- Series de los retornos totales y valor presente a nivel diario de todos los bonos corporativos chilenos desde el 1 de Enero del 2000 hasta el 7 de Julio del 2009.
- Series completas de las calificaciones de riesgo de los bonos corporativos chilenos generados por Feller Rate, Humphrey`s, Fitch Chile e ICR desde el 1 de Enero del 2000 hasta el 3 de Julio del 2009.

LVA Índices emplea para sus valoraciones los precios entregados diariamente por la Superintendencia de Administradores de Fondos de Pensión, comúnmente conocidos como “precios cinta”. Las tablas de desarrollo y demás características fundamentales de los bonos (tales como reajuste, plazo, tasa de emisión, etc.) son obtenidas por LVA Índices directamente de la Bolsa de Comercio de Santiago. Los montos y prepagos se obtienen en base a los informes diarios realizados por el Deposito Central de Valores (DCV).

## 9.2. Anexo B: Tratamiento de datos.

En primer lugar se expondrán la metodologías empleada por LVA Índices para la generación de los datos que éstos entregaron.

Para el cálculo del valor presente, LVA Índices emplea la formula estándar, descontando los flujos futuros de cada bono por la tasa interna de retorno de su categoría:

$$VP_t = \sum_{i=z+1}^N \frac{FC_i}{(1 + TIR)^{t_i/360}}$$

Donde:

$FC_i$ : Flujo de caja del cupón  $i$ .

$TIR$ : Tasa Interna de Retorno de la categoría correspondiente.

$z$ : Último cupón pagado anterior a la fecha de valorización.

$N$ : Número total de cupones.

$t_i$ : Plazo de días desde la fecha de valorización a cada cupón  $i$

Cabe mencionar que la categoría de un bono está compuesta de todos instrumentos del mismo tipo, que muestren plazos, tasas, tipos de reajuste, garantías y otras características similares a los del instrumento en cuestión.

Para el cálculo de los retornos totales diarios, LVA Índices emplea la siguiente metodología:

$$rtot_t^i = \frac{(1 - p) * VP_t^i + p * VPar_t^i + FC_t^i}{VP_{t-1}^j} - 1$$

$$VPar_t^i = SA_z^i * (1 + TERA)^{t_z/360}$$

Donde:

$p$ : Porcentaje prepagado del total *outstanding*.

$VP_t^i$ : Valor presente del bono  $i$  a la fecha  $t$ .

$VPar_t^i$ : Valor par del bono  $i$  a la fecha  $t$ .

$FC_t^i$ : Flujo de caja generado por el bono  $i$  entre la fecha  $t-1$  y  $t$ .

$SA_z^i$ : Saldo insoluto del bono  $i$  hasta el cupón  $z$ .

$z$ : Último cupón pagado anterior a la fecha de valorización  $t$ .

$TERA$ : Tasa efectiva real anual.

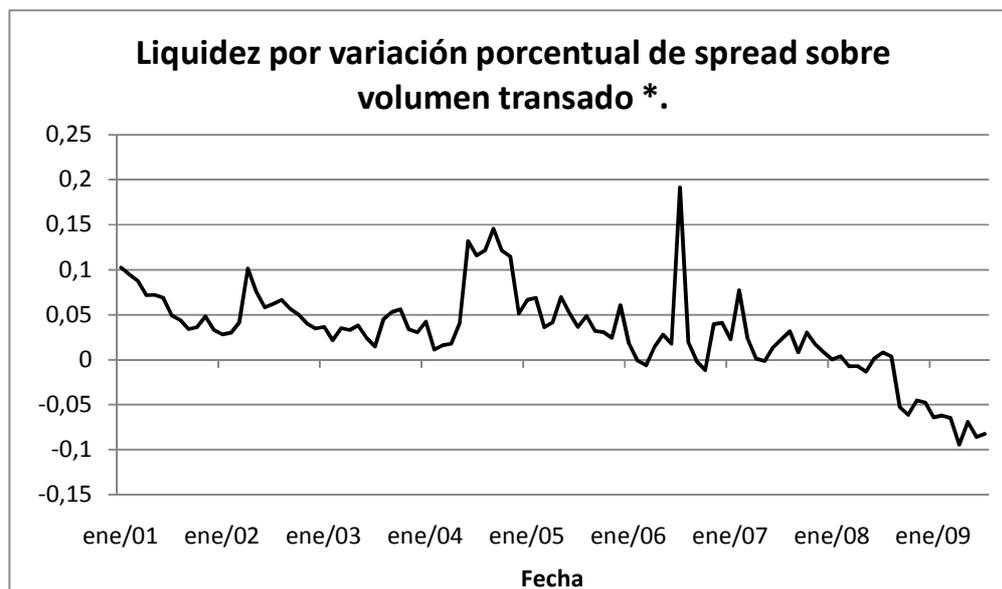
$t_z$ : Plazo en días desde el último cupón pagado anterior a la fecha de a la fecha de valorización.

Una vez obtenidos los datos mencionados anteriormente, se limpiaron los datos y se eligieron solamente los bonos corporativos en UF que poseyeran toda la información necesaria para este estudio, es decir, características fundamentales, series de calificación crediticia duración, retornos, valores presente y al menos 10 transacciones realizadas durante el período de estudio (Se decidió un mínimo de 10 transacciones para tener un mínimo de datos para el cálculo de cada modelo APT), reduciendo el número de bonos corporativos a estudiar de 1.032 a 549.

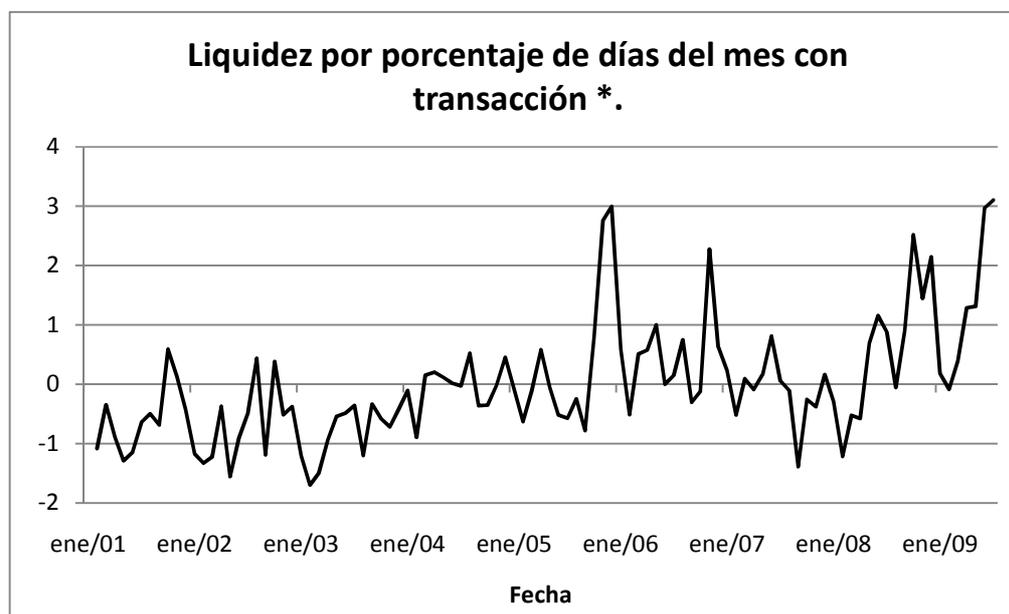
Una vez determinados los bonos que iban a ser parte del estudio, se procedió a calcular en base a la información transaccional obtenida las series de los precios, spreads, volúmenes transados, retorno, valor presente y calificación crediticia para cada bono a nivel diario y mensual, de modo de usar estas matrices de datos como base para los cálculos posteriores del estudio.

La calificación crediticia se midió como un indicador el cuál promedia las calificaciones de cada una de las cinco calificadoras de riesgo que hay (Feller Rate, Humphrey`s, Fitch Chile e ICR). Para transformar las notas de cada agencia calificadora en valores numéricos promediables, se asigno una nota numérica a cada calificación donde cero correspondía a la peor calificación y 10 a la más alta, para luego normalizarlas entre las notas emitidas por cada agencia.

### 9.3. Anexo C: Gráficos de mediciones de liquidez.

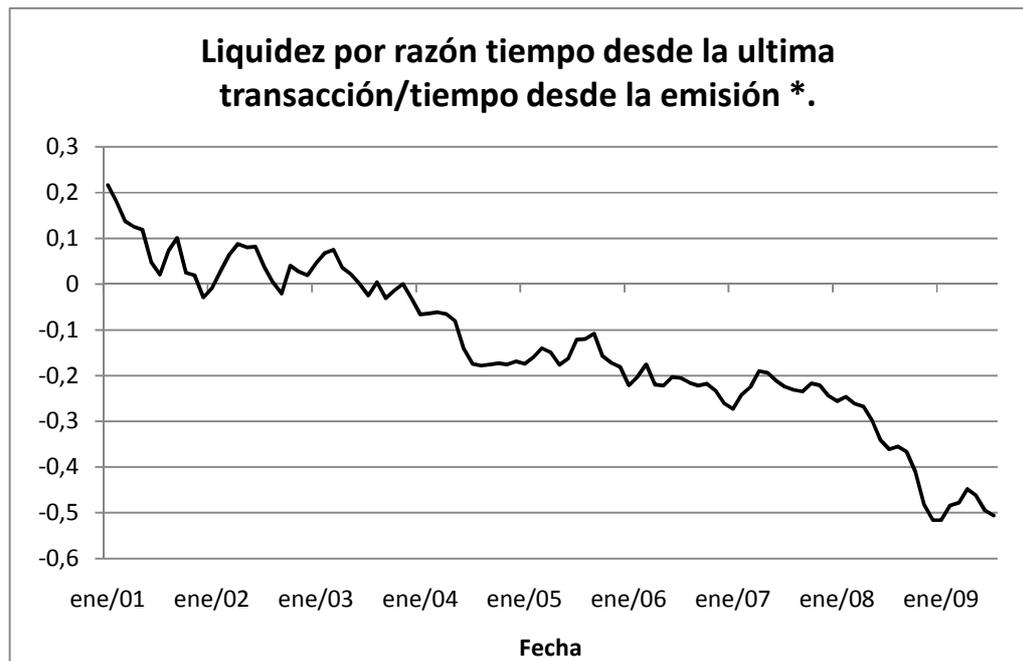


-Notar que a menor valor del índice mayor es la liquidez del mercado (4,2).

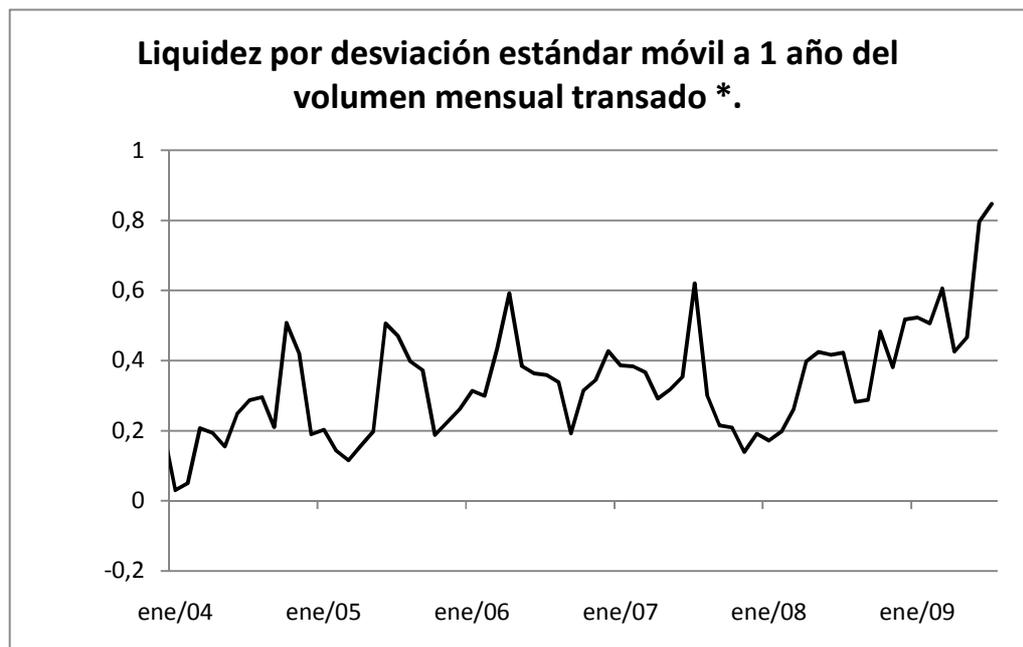


-Notar que a mayor valor del índice mayor es la liquidez del mercado (4,2).

\*: Índice calculado como el promedio de la liquidez medida normalizada de cada bono, ponderado por el valor presente de éste.

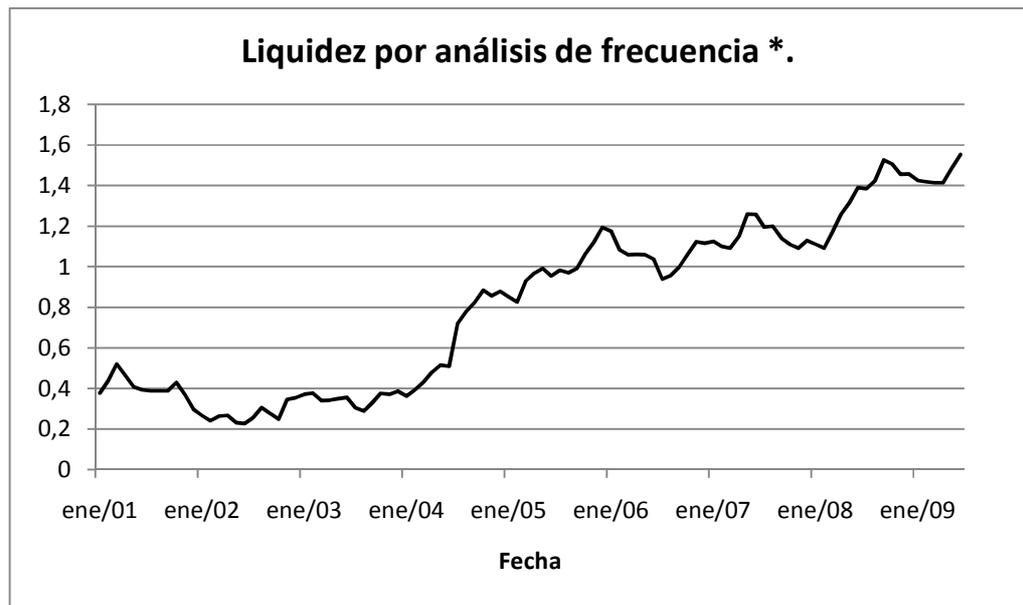


-Notar que a menor valor del índice mayor es la liquidez del mercado (4,2).

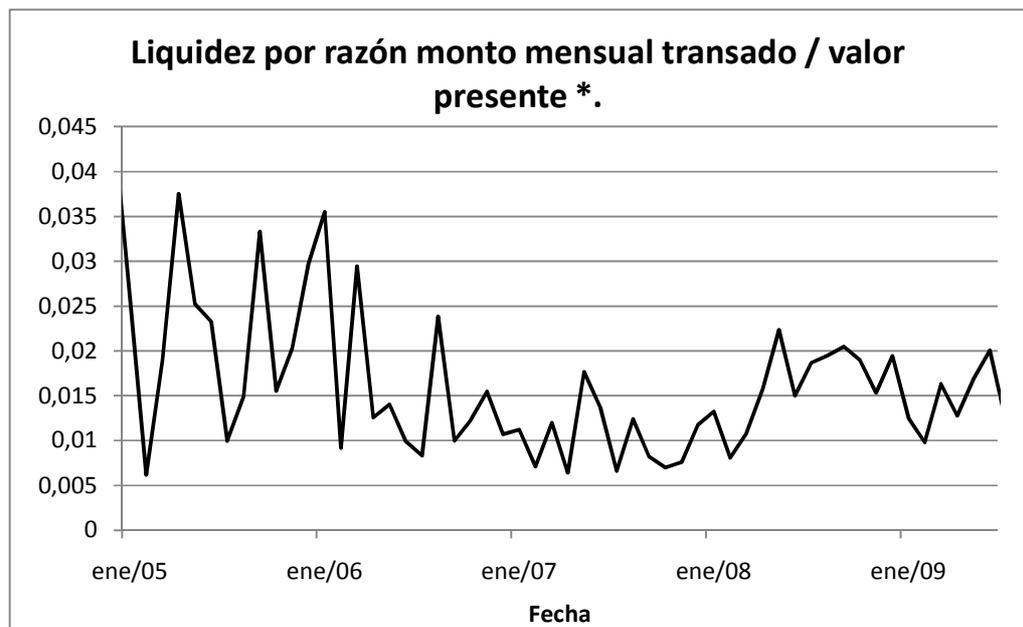


-Notar que a menor valor del índice mayor es la liquidez del mercado (4,2).

\*: Índice calculado como el promedio de la liquidez medida normalizada de cada bono, ponderado por el valor presente de éste.



-Notar que a mayor valor del índice mayor es la liquidez del mercado (4,2).



-Notar que a mayor valor del índice mayor es la liquidez del mercado (4,2).

\*: Índice calculado como el promedio de la liquidez medida normalizada de cada bono, ponderado por el valor presente de éste.

#### 9.4. Anexo D: Análisis ANOVA de una vía.

Análisis ANOVA una vía, liquidez medida como Liquidez por variación de spread *.							
	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		F	Sig.
				Límite inferior	Límite superior		
Cartera de alta liquidez	0,0077	0,0098	0,0009	0,0057	0,0096	0,0776	0,7822
Cartera de baja liquidez	0,0073	0,0106	0,0010	0,0052	0,0094		
Total	0,0075	0,0102	0,0007	0,0061	0,0089		

Análisis ANOVA una vía, liquidez medida como Liquidez por tiempo de la última transacción *.							
	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		F	Sig.
				Límite inferior	Límite superior		
Cartera de alta liquidez	0,0079	0,0099	0,0009	0,0060	0,0099	0,3094	0,5791
Cartera de baja liquidez	0,0071	0,0107	0,0010	0,0050	0,0092		
Total	0,0075	0,0103	0,0007	0,0061	0,0090		

Análisis ANOVA una vía, liquidez medida como Liquidez por días con transacción *.							
	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		F	Sig.
				Límite inferior	Límite superior		
Cartera de alta liquidez	0,0074	0,0100	0,0009	0,0055	0,0094	0,0255	0,8753
Cartera de baja liquidez	0,0076	0,0107	0,0010	0,0055	0,0097		
Total	0,0075	0,0103	0,0007	0,0061	0,0089		

\*: Nombres definidos en (4.2).

<b>Análisis ANOVA una vía, liquidez medida como Liquidez por desviación estándar *</b>							
	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		F	Sig.
				Límite inferior	Límite superior		
<b>Cartera de alta liquidez</b>	0,0078	0,0101	0,0010	0,0058	0,0097	0,1033	0,7491
<b>Cartera de baja liquidez</b>	0,0073	0,0107	0,0010	0,0052	0,0094		
<b>Total</b>	0,0075	0,0104	0,0007	0,0061	0,0090		

<b>Análisis ANOVA una vía, liquidez medida como Liquidez por volumen transado *</b>							
	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		F	Sig.
				Límite inferior	Límite superior		
<b>Cartera de alta liquidez</b>	0,0078	0,0113	0,0011	0,0055	0,0100	0,1124	0,7414
<b>Cartera de baja liquidez</b>	0,0073	0,0092	0,0009	0,0055	0,0091		
<b>Total</b>	0,0075	0,0103	0,0007	0,0061	0,0089		

<b>Análisis ANOVA una vía, liquidez medida como Liquidez por análisis de frecuencia *</b>							
	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		F	Sig.
				Límite inferior	Límite superior		
<b>Cartera de alta liquidez</b>	0,0075	0,0102	0,0010	0,0054	0,0095	0,0012	0,9781
<b>Cartera de baja liquidez</b>	0,0075	0,0106	0,0010	0,0054	0,0096		
<b>Total</b>	0,0075	0,0104	0,0007	0,0060	0,0089		

\*: Nombres definidos en (4.2).

<b>Análisis ANOVA una vía, relativo a la calificación crediticia.</b>							
	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		F	Sig.
				Límite inferior	Límite superior		
<b>Cartera de alta calificación crediticia</b>	0,0073	0,0109	0,0010	0,0052	0,0094	0,0851	0,771
<b>Cartera de baja calificación crediticia</b>	0,0077	0,0098	0,0009	0,0058	0,0097		
<b>Total</b>	0,0075	0,0103	0,0007	0,0061	0,0090		

<b>Análisis ANOVA una vía, relativo a la duración.</b>							
	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		F	Sig.
				Límite inferior	Límite superior		
<b>Cartera de alta duración</b>	0,0075	0,0088	0,0008	0,0058	0,0092	0,0024	0,968
<b>Cartera de baja duración</b>	0,0076	0,0121	0,0012	0,0052	0,0099		
<b>Total</b>	0,0075	0,0106	0,0007	0,0061	0,0090		

## 9.5. Anexo E: Modelos APT.

Empleando Liquidez por variación de spread *									
Factor	Coef.	Error típico	t	Sig. t	Inf. 95%	Sup. 95%	R <sup>2</sup>	F	Sig. F
Constante	0,0077***	0,0001	68,3849	1,34E-269	0,0075	0,0079	0,0818	17,2656	1,01E-10
Calificación Crediticia	0,0031	0,0109	0,2881	0,7734	-0,0183	0,0246			
Duración	0,0929***	0,0145	6,4181	3,00E-10	0,0644	0,1213			
Liquidez	0,0067	0,0079	0,8444	0,3988	-0,0089	0,0222			

Empleando Liquidez por tiempo de la última transacción *									
Factor	Coef.	Error típico	t	Sig. t	Inf. 95%	Sup. 95%	R <sup>2</sup>	F	Sig. F
Constante	0,0076***	0,0001	68,7506	9,88E-271	0,0074	0,0078	0,0808	17,0563	1,34E-10
Calificación Crediticia	-0,0024	0,0109	-0,2213	0,8249	-0,0238	0,0190			
Duración	0,0962***	0,0141	6,8129	2,54E-11	0,0685	0,1240			
Liquidez	0,0365***	0,0128	2,8421	0,0047	0,0113	0,0617			

Empleando Liquidez por días con transacción *									
Factor	Coef.	Error típico	t	Sig. t	Inf. 95%	Sup. 95%	R <sup>2</sup>	F	Sig. F
Constante	0,0076***	0,0001	69,1034	8,08E-272	0,0074	0,0079	0,0993	21,1355	5,78E-13
Calificación Crediticia	-0,0064	0,0110	-0,5760	0,5648	-0,0280	0,0153			
Duración	0,1083***	0,0146	7,4400	3,94E-13	0,0797	0,1369			
Liquidez	0,0350***	0,0122	2,8655	0,0043	0,0110	0,0590			

\*: Nombres definidos en (4.2).

\*\* : Coeficiente significativo por sobre el 95%.

\*\*\*: Coeficiente significativo por sobre el 99%.

Empleando Liquidez por desviación estándar *									
Factor	Coef.	Error típico	t	Sig. t	Inf. 95%	Sup. 95%	R <sup>2</sup>	F	Sig. F
Constante	0,0077***	0,0001	70,6400	1,68E-276	0,0074	0,0079	0,0993	21,1355	5,78E-13
Calificación Crediticia	-0,0063	0,0109	-0,5808	0,5616	-0,0278	0,0151			
Duración	0,0972***	0,0145	6,6885	5,60E-11	0,0687	0,1258			
Liquidez	0,0264**	0,0121	2,1879	0,0291	0,0027	0,0501			

Empleando Liquidez por volumen transado *									
Factor	Coef.	Error típico	t	Sig. t	Inf. 95%	Sup. 95%	R <sup>2</sup>	F	Sig. F
Constante	0,0076***	0,0001	64,8837	1,61E-258	0,0074	0,0078	0,0566	11,9494	1,38E-07
Calificación Crediticia	-0,0088	0,0111	-0,7938	0,4277	-0,0307	0,0130			
Duración	0,0842***	0,0149	5,6370	2,78E-08	0,0548	0,1135			
Liquidez	0,0136	0,0112	1,2116	0,2262	-0,0084	0,0356			

Empleando Liquidez por análisis de frecuencia *									
Factor	Coef.	Error típico	t	Sig. t	Inf. 95%	Sup. 95%	R <sup>2</sup>	F	Sig. F
Constante	0,0073***	0,0002	41,1076	3,91E-169	0,0070	0,0077	0,0625	13,1700	2,59E-08
Calificación Crediticia	0,0317***	0,0113	2,8147	0,0051	-0,0539	-0,0096			
Duración	0,0982***	0,0159	6,1633	1,39E-09	0,0669	0,1295			
Liquidez	0,0003	0,0002	1,4185	0,1566	-0,0001	0,0007			

\*: Nombres definidos en (4.2).

\*\* : Coeficiente significativo por sobre el 95%.

\*\*\*: Coeficiente significativo por sobre el 99%.