

Recuadro 1: Impacto del atraso de pagos en el sistema de pagos de alto valor (SPAV): una primera aproximación por medio de simulaciones

1. Introducción

El sistema de pagos de alto valor (SPAV) es una red de participantes que intercambian pagos durante el día. Esto implica que su adecuado funcionamiento se coordina desde las dinámicas individuales de cada participante y no mediante el liderazgo de una entidad en particular o, incluso, a partir de un acuerdo general entre las mismas. En otras palabras, cada entidad organiza sus pagos de forma individual buscando satisfacer su propio interés; no obstante, dicho comportamiento no necesariamente logra beneficios para el resto de participantes.

La imposibilidad de una entidad de realizar sus pagos oportunamente puede obedecer a múltiples razones. Desde situaciones estructurales relacionadas con su capacidad financiera para hacer frente a sus pagos (*i. e.*: quiebra) hasta situaciones de carácter transitorio, como una caída de su red de comunicaciones o la imposibilidad de acceder físicamente a las instalaciones de la entidad por situaciones de orden público. Situaciones como la última podrían generar afectaciones en el normal funcionamiento del SPAV durante el resto del día.

Con base en lo anterior, este recuadro busca tener una primera cuantificación de los posibles impactos en términos de liquidez que puedan ocurrir en el SPAV como consecuencia de un retraso temporal (*i. e.*: durante el día) en el flujo normal de operaciones de una entidad, pero que, en todo caso, antes del final del día la entidad afectada cumpliría con la totalidad de sus pagos.

2. La liquidez mínima necesaria (*upper bound*)

El SPAV colombiano, conocido como sistema de Cuentas de Depósitos (CUD) provee a las entidades participantes autorizadas el servicio de transferencias y registro de operaciones de fondos entre cuentas de depósito a nombre propio o de sus clientes, con el fin de liquidar, entre otros, las obligaciones que son pactadas en los mercados financieros, así como la compensación de otras infraestructuras del mercado financiero (IMF).

La modalidad de liquidación bruta en tiempo real (LBTR, por su sigla en inglés) con que opera el CUD permite que las transferencias de dinero y la liquidación de operaciones se ejecuten una a una por su valor bruto y se cumplan inmediatamente (tiempo real), siempre que la entidad originadora disponga de los saldos suficientes en su cuenta de depósito. De modo que el CUD, al debitar al originador y acreditar al destinatario del pago de forma inmediata cada transacción individual, elimina el riesgo de liquidación (*i.e.* *settlement risk*).

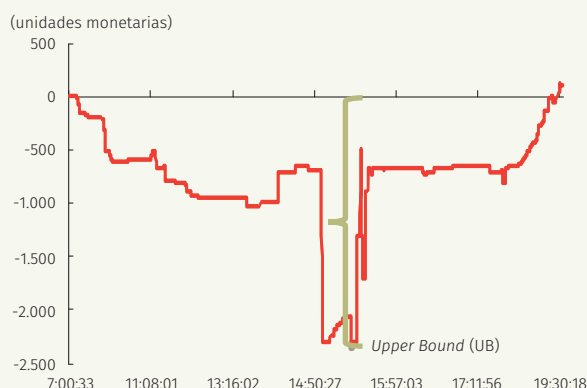
El CUD dispone de mecanismos encaminados a agilizar la liquidación de las órdenes de transferencia y a reducir la liquidez necesaria para el efecto¹. Adicionalmente, para minimizar trabas en las operaciones y facilitar la realización oportuna de los pagos, el Banrep ofrece los repos intradía².

Si bien el sistema dispone de mecanismos para optimizar la liquidación de operaciones, son los participantes los que, con base en las fuentes de liquidez de que disponen, gestionan la secuencia en que liquidan sus pagos durante el día y, de esta forma, sus necesidades mínimas de liquidez.

1 Estos mecanismos están descritos en el numeral 2 del capítulo III del *Manual de Sistemas de Pago*, circular externa operativa y de servicios DSP-158 del 17 de enero de 2022.

2 Conforme a lo normado en la Circular Reglamentaria Externa DFV-120, Asunto 61 “Repo intradía”, del *Manual del Departamento de Fiduciaria y Valores*.

Gráfico R1.1
Determinación necesidades mínimas de liquidez



Fuente: Banco de la República (DSIF).

En sistemas que operan bajo la modalidad LBTR, como el CUD, la estimación de las necesidades mínimas de liquidez diaria de un participante para un conjunto de transacciones líquidas puede ser obtenida, como lo formulan Koponen y Soramäki (1998), mediante el concepto de upper bound (UB), el cual representa el saldo mínimo necesario que la entidad debió tener al inicio del día para liquidar exitosamente todas sus obligaciones de pago en la secuencia en que se registraron. Este UB diario puede calcularse para una entidad como:

$$UB_t = \lfloor \min [0; \min_{j=0}^T (P_j^I - P_j^O); \forall t \in [0, T]] \rfloor$$

donde P_j^I y P_j^O corresponden respectivamente al pago entrante y saliente al momento j y T es la hora de cierre de operación del sistema. De esta manera, si una entidad en un día de operación entre $(0, T)$ tuvo la siguiente secuencia de pagos $\{(j=0,0), (j=1, +20(\text{pago entrante})), (j=2, -40(\text{pago saliente})), (j=3, -60(\text{pago saliente})), (j=4, +10(\text{pago entrante}))\}$, entonces a diferentes momentos t del día, el valor de su UB sería $\{(t=0,0), (t=1,0), (t=2,20), (t=3,80), (t=4,80)\}$ y para la jornada completa $T=4$, el saldo mínimo necesario al inicio de día para cumplir con la secuencia completa de pagos (UB_T) sería 80.

Es importante señalar que actualmente el comité de supervisión bancaria de Basilea tiene incluida esta aproximación en su marco integral de supervisión; en particular, en lo referente a herramientas disponibles para establecer métricas para evaluar el riesgo de liquidez³.

Como se ilustra en el Gráfico R1.1, el UB corresponde al punto más bajo de una trayectoria de saldo intradía construida partiendo de un saldo igual a cero y actualizada con cada transacción que acredita (debita) los recursos entrantes (salientes) en el momento en que se registraron (pagos observados). Cambios en la secuencia de pagos o *timing* de una entidad, ya sea para adelantarlos o para retrasarlos, pueden ocasionar que las necesidades de liquidez o UB cambien. Si en un día, por ejemplo, el monto de los pagos que recibe una entidad es igual o mayor al valor de los que entrega, esta entidad podría esperar, primero, a que le paguen para posteriormente hacer sus pagos con la liquidez recibida, adoptando estratégicamente un comportamiento de *polizón* (*free-rider*) en la liquidez intradía, disminuyendo así incluso a cero su UB.

De forma que, mientras que para una entidad que posterga sus pagos la contribución de los recursos que recibe de sus contrapartes aumenta como fuente de liquidez intradía para cumplir con sus obligaciones, la fuente del saldo al inicio del día (UB) se hace menor. Por otro lado, la situación de las contrapartes receptoras de pagos de la entidad que aplaza podría ser contraria, ya que el retraso en la liquidez recibida que experimentan en el día reduce la importancia de esta fuente de liquidez para fondear sus pagos y las obliga a fortalecer otras fuentes alternas, como puede ser el saldo de inicio del día en la medida en que lo determina su UB.

Cuando la trayectoria de saldo intradía de una entidad se ubica en su totalidad por encima del eje horizontal (es decir, es superior a cero), significa que cumplió oportunamente con la totalidad de sus obligaciones de pagos al fondearse con la liquidez que recibió de sus contrapartes.

En un SPAV como el CUD (que no concede sobregiros), para poder liquidar todas sus transacciones de manera oportuna, una entidad

3 Más información en el capítulo Liquidity Monitoring Metrics (SRP050) que hace parte del pilar II del proceso de revisión de supervisión https://www.bis.org/basel_framework/standard/SRP.htm

requiere al inicio del día un saldo que sea al menos igual al UB, de lo contrario, parte de sus obligaciones no podrían realizarse en el orden observado.

2. El retraso de los pagos y su medición

Retrasar los pagos podría favorecer a la entidad que lo hace, en la medida en que le permite fondear una mayor fracción de sus pagos con la liquidez que recibe de sus contrapartes. Sin embargo, la postergación de pagos de una entidad durante el día puede obedecer no necesariamente a decisiones estratégicas destinadas a reducir su UB, sino a alguna falla operativa, tal como se mencionó en la introducción, asociada a su infraestructura computacional, lo que le impide enviar pagos a sus contrapartes durante algunos minutos u horas.

Para medir el impacto que ejerce el aplazamiento de pagos sobre las necesidades mínimas de liquidez de los participantes del CUD, con ayuda del simulador de sistemas de pagos del Banco de Finlandia (BoF-PSS2), se elabora un ejercicio de simulación. Es importante reconocer, como supuesto del ejercicio, que las entidades, excepto la entidad que aplaza sus pagos, asumen una actitud pasiva y envían sus pagos en la secuencia “normal”, a pesar del evento de retraso.

El ejercicio tiene objetivos múltiples: el primero es cuantificar los efectos positivos (negativos) que tendría el aplazamiento temporal (i. e.: horas) de pagos para la entidad que aplaza (las contrapartes de la entidad que aplaza); el segundo se dirige a evaluar si las entidades que son contraparte de la entidad que aplaza disponen de liquidez adicional suficiente (i. e.: la liquidez que pueden obtener mediante la constitución de repos intradía con el Banrep) para atender las mayores necesidades de liquidez (UB) que resultan del aplazamiento; y tercero, cuantificar a nivel agregado el efecto neto resultante sobre las necesidades de liquidez (ya que mientras que la entidad que aplaza puede reducir su UB, sus contrapartes pueden aumentarlo).

Para tal fin se seleccionaron los diez días con mayor valor de pagos liquidados en el CUD (entre el 2 de enero de 2020 y el 19 de enero de 2022), y se calcularon los UB de las entidades para las secuencias de pagos observadas. Para cada uno de estos días se determinó la franja de dos horas en la que se originó el mayor valor de pagos del día, y en cada una de estas franjas se identificó a la entidad financiera que envió el mayor valor de pagos.

Con el fin de capturar los efectos que el aplazamiento de pagos ejerce sobre las necesidades de liquidez individuales (UB) de quien aplaza y de sus contrapartes, se elabora un escenario que considera que durante la franja de mayor valor de pagos de los días seleccionados, la entidad que más envía pagos no lo hace y que solo una vez terminada dicha franja de tiempo, la entidad, con el objetivo de recuperar la dinámica de sus pagos, envía las transacciones no liquidadas en esa franja respetando el orden en que originalmente ocurrieron.

Para tal fin se construyeron, para cada uno de los días seleccionados, secuencias simuladas de pago, cambiando, para las transacciones enviadas por la entidad más activa dentro de la franja de dos horas de mayor valor de pagos, el horario original observado por uno en el que la entidad mantiene el orden observado de sus pagos atrasados, pero los envía, una vez termina dicha franja⁴, de forma consecutiva con intervalo de quince segundos entre cada transacción aplazada.

Con el propósito de evaluar, a nivel individual y agregado, en cuánto variarían las necesidades de liquidez como producto del aplazamiento de pagos de una entidad, se calculó para estas nuevas secuencias de pagos simuladas las necesidades mínimas de liquidez (UB).

A manera ilustrativa, el Gráfico R1.2 permite apreciar los efectos diferenciados que en dos días ocasionarían los aplazamientos de pagos sobre las trayectorias de saldo intradía ob-

4 El aplazamiento de dos horas corresponde al tiempo estándar que se considera dentro de las mejores prácticas internacionales para la recuperación y reanudación de funciones críticas luego de que ocurre una interrupción. Véase: “Federal Reserve System. Interagency Paper on Sound Practices to Strengthen the Resilience of the U.S. Financial System. April 2003”, y “European Central Bank – Issues paper Payment Systems Continuity. May 2005”; en: <https://www.newyorkfed.org/medialibrary/media/banking/circulars/11522.pdf> y <https://www.ecb.europa.eu/paym/pdf/cons/paysysbusinesscontinuity/paysysbusinesscontinuity.pdf>

servado y simulado y sus respectivos UB, tanto para la entidad que aplaza pagos como para su principal contraparte receptora.

Como se observa en el Gráfico R1.2, para el día 5 la entidad que deja de enviar pagos en la franja de 14:00:00-15:59:59 reduciría sus necesidades mínimas de liquidez (UB) en aproximadamente COP 1,3 billones (b) gracias a que la liquidez que recibe durante dicha franja le permite fondear posteriormente sus pagos atrasados, disminuyendo así el fondeo de sus pagos con su liquidez inicial. Por otro lado, su principal contraparte receptora de pagos experimentaría un leve aumento de su UB, del orden de COP 300 millones (m), lo que corresponde a un 0,2% del escenario observado.

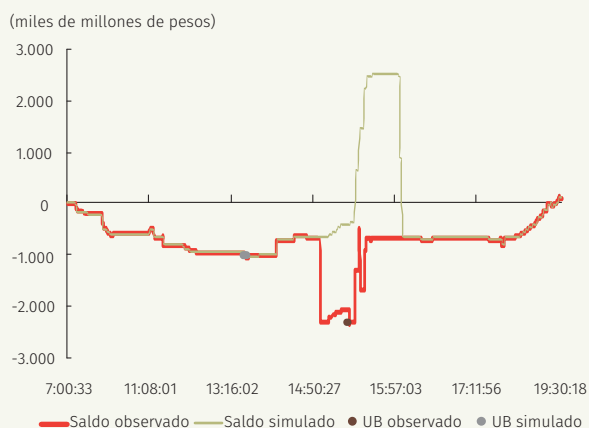
Para el día 1 se aprecia que la entidad que aplaza pagos en la misma franja horaria no obtendría el beneficio de reducir su UB, pero sí causaría que su principal contraparte aumentara su UB en COP 49 mil millones, cifra que es equivalente a más de 1,8 veces la liquidez mínima necesaria en su secuencia de pagos observado (UB observado).

Gráfico R1.2

Efecto de aplazamiento de pagos de la trayectoria de saldo intradía y las necesidades mínimas de liquidez

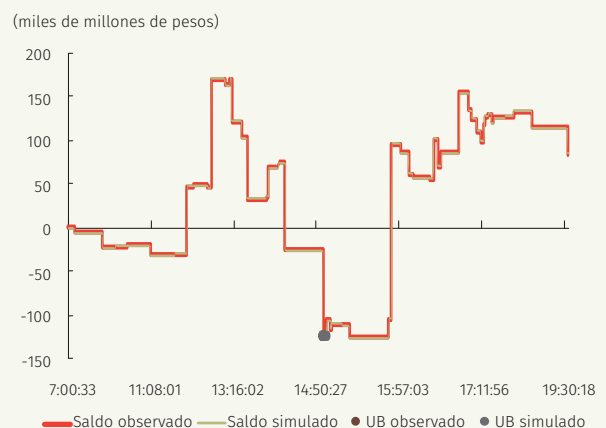
A. Entidad que aplaza pagos

i. Día 5 (10/01/2021)



B. Principal contraparte receptora de pagos

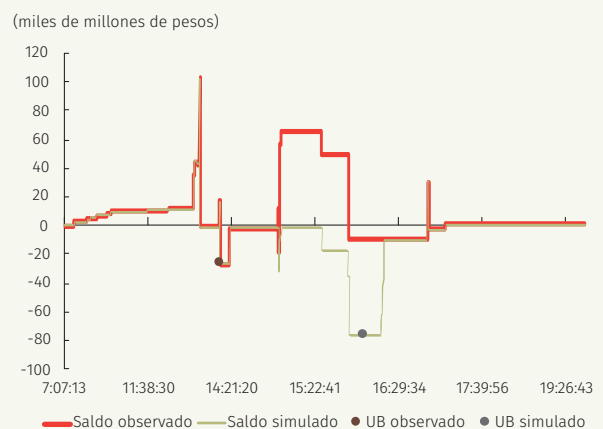
i. Día 5 (10/01/2021)



ii. Día 1 (03/12/2020)



ii. Día 1 (03/12/2020)



Banco de la República (DSIF).

3. Resultados iniciales

En el Cuadro R1.1 se resumen los resultados del ejercicio de simulación para los diez días de mayor valor de pagos liquidados en el CUD en el periodo considerado. Para cada uno de los días se muestra la franja de dos horas de mayor valor de pagos, el valor de los pagos liquidados, y las necesidades mínimas de liquidez (UB) para las secuencias de pago observada y simulada con el aplazamiento de dos horas.

El Cuadro R1.1 se interpreta así: para el día 2, la suma de todos los UB de las entidades que participaron en el SPAV fue COP14.445,7 miles de millones (mm). Como resultado del atraso de los pagos de la entidad con el mayor valor de pagos realizados en la franja de 14:00 a 15:59, el nuevo valor de los UB de los participantes fue COP14.406,3 mm; es decir, disminuyó en el neto COP39,4 mm. Esta disminución está explicada por tres entidades que aumentaron sus UB por un total de COP28,6 mm y una entidad (i. e.: la que atrasó los pagos) que disminuyó su UB en COP68 mm. Con base en lo anterior, del Cuadro R1.1 se puede interpretar:

- La franja de dos horas en que se liquida el mayor valor de pagos no es siempre la misma en la muestra, pero la más recurrente ocurre entre las 14:00:00 y las 15:59:59.
- Ante cambios en las secuencias de pagos por aplazamiento, las necesidades mínimas de liquidez inicial (UB) pueden, en el agregado, aumentar o disminuir (i. e.: diferencia B – A).
- Los aumentos en el UB en el sistema se presentan cuando:
 - el UB de la entidad que aplaza pagos se mantiene igual, pero el de sus contrapartes aumenta. Esto se observa en los días 1 y 4, donde el número de entidades que redujeron su UB fue cero mientras que 2 entidades, para el día 1, y 6 entidades para el día 4, lo aumentaron.
 - la reducción del UB que experimenta la entidad que atrasa pagos es más que compensada por los aumentos de sus contrapartes. Esto ocurre en el día 6 donde la disminución del UB de la entidad que atrasa fue COP 55,1 (mm), pero el aumento del UB que experimentaron 4 entidades afectadas fue de COP 143,8 (mm).

Cuadro R1.1
Necesidades mínimas de liquidez en un escenario de atraso de pagos
(miles de millones de pesos)^{a/}

Día	Fecha	Valor liquidado	Franja de dos horas de mayor valor liquidado	Valor mínimo de liquidez requerida (UB)			Aumentos en UB		Reducciones en UB	
				(A) Secuencia Observada	(B) Secuencia simulada con aplazamiento de pagos de dos horas	(B)-(A)	Número de entidades	Valor total	Número de entidades	Valor total
1	3/12/2020	56.644,3	14:00:00-15:59:59	8.597,8	8.647,7	49,9	2	49,9	0	0,0
2	3/16/2020	49.847,6	14:00:00-15:59:59	14.445,7	14.406,3	-39,4	3	28,6	1	-68,0
3	3/17/2020	47.863,0	17:00:00-18:59:59	14.398,8	14.352,6	-46,3	4	132,8	1	-179,1
4	9/14/2020	55.965,5	14:00:00-15:59:59	9.165,1	9.209,7	44,7	6	44,7	0	0,0
5	10/1/2021	50.374,0	14:00:00-15:59:59	13.817,5	12.500,2	-1.317,3	1	0,3	1	-1.317,6
6	11/2/2021	53.852,6	15:00:00-16:59:59	14.113,8	14.202,6	88,7	4	143,8	1	-55,1
7	11/22/2021	55.415,1	14:00:00-15:59:59	10.940,4	9.700,9	-1.239,5	4	22,0	1	-1.261,5
8	1/3/2022	39.604,6	13:00:00-14:59:59	14.591,8	13.641,1	-950,6	1	7,9	1	-958,6
9	1/14/2022	55.306,7	14:00:00-15:59:59	13.907,2	13.783,6	-123,7	4	91,7	1	-215,4
10	1/19/2022	52.678,9	13:00:00-14:59:59	14.255,9	14.221,0	-34,8	1	4,5	1	-39,4

a/ Corresponde a los pagos liquidados en el CUD con excepción de los liquidados por el BR, DCV y las IMF de bajo valor.
Fuente: Banco de la República (DSIF).

- Las disminuciones en el UB agregado del sistema obedecen a que el beneficio en la reducción del UB de la entidad que posterga pagos es más fuerte que los aumentos en el UB que experimentan sus contrapartes (días 5, 7, 8, 9 y 10)
- Los aplazamientos de pagos en ocho de los diez días habrían beneficiado a la entidad que aplaza, al reducir la exigencia de mayores saldos iniciales para fondear el valor de sus pagos durante el día.

4. Capacidad de reacción de los participantes afectados

Frente a estos hallazgos, resulta valioso validar si, ante el aumento en las necesidades de liquidez como consecuencia del atraso del principal originador de pagos en la franja de las dos horas más activas, sus contrapartes tienen los recursos suficientes para realizar sus pagos de forma autónoma y sin depender de fuentes de liquidez externas. Para tal fin se evalúa, para las contrapartes, si sus saldos en el CUD observados al inicio del día serían suficientes para cubrir las mayores necesidades de liquidez resultantes del escenario simulado (UB estimado para la secuencia simulada de pagos). Adicionalmente, reconociendo que además del saldo en el CUD las entidades cuentan con un portafolio susceptible de ser utilizado en operaciones repo intradía con el Banrep, se evaluará, también, si al adicionar esta liquidez, sería suficiente para fondear la totalidad de sus pagos en la secuencia conocida.

En el Cuadro R1.2 se puede observar, en términos generales, que los aumentos de las necesidades mínimas de liquidez resultantes del escenario simulado de atraso (UB simulado) no podrían ser cubiertos en la mayoría de los días por los saldos CUD observados de las entidades que son sus contrapartes en los días 1 a 9 (excepto el día 5). Sin embargo, al adicionar la liquidez posible obtenida mediante repos con el Banrep, dichos faltantes se cubren en su totalidad los días 1, 7 y 8, y parcialmente los días 3, 4, 6 y 9. Para el día 2 la cobertura es nula.

5. Comentarios finales

El ejercicio de simulación presentado es una primera aproximación que permite cuantificar los efectos en términos de liquidez que un retraso de los pagos de una entidad relevante en el SPAV podría ocasionar en el sistema. Para ello se aplicó la metodología propuesta por Koponen y Soramäki (1998) conocida como el UB, la cual consiste en estimar las posiciones netas negativas máximas que las entidades pueden experimentar en un día de operación. La sumatoria de estas posiciones corresponden a las necesidades conjuntas del sistema.

Cuadro R1.2
Cobertura de necesidades mínimas de liquidez en un escenario de atraso de pagos
(miles de millones de pesos)

Día	Fecha	Aumentos en UB por atraso de pagos		Saldo CUD insuficiente		Saldo CUD más liquidez respaldada en TES DCV insuficiente	
		Número de entidades	Total aumento	Número de entidades	Total saldo faltante	Número de entidades	Total saldo faltante
1	3/12/2020	2	49,9	1	42,7	0	0,0
2	3/16/2020	3	28,6	2	27,1	2	27,1
3	3/17/2020	4	132,8	4	129,5	3	102,1
4	9/14/2020	6	44,7	4	44,3	3	30,4
5	10/1/2021	1	0,3	0	0,0	0	-1.317,6
6	11/2/2021	4	143,8	4	143,7	2	4,0
7	11/22/2021	4	22,0	1	20,6	0	0,0
8	1/3/2022	1	7,9	1	7,6	0	0,0
9	1/14/2022	4	91,7	3	3,7	1	2,6
10	1/19/2022	1	4,5	0	0,0	0	0,0

Fuente: Banco de la República (DSIF).

Los resultados fueron interesantes en varios aspectos. Inicialmente, se encontró que solen tres de los diez días de mayor actividad del SPAV (días 1, 4 y 6 del Cuadro R1.1) el retraso de pagos de un participante relevante resultó en un aumento de las necesidades agregadas del sistema. Esto obedece a que el aumento de las necesidades de liquidez de participantes afectados por el retraso de los pagos no fue compensado en su totalidad por la disminución del UB que experimenta el participante que retrasa los pagos. Asimismo, se encontró que en los días 1 y 4 el participante que retrasó sus pagos no experimentó cambios en su UB.

Otro efecto que se logró capturar tiene que ver con determinar si en aquellos participantes que resultaron con un aumento en sus UB tuvieron la capacidad de absorberlo. Dicho de otro modo, si los saldos observados fueron mayores a los nuevos UB. En este caso, se observa que, en cinco de los diez días analizados, los participantes afectados contaron con liquidez suficiente (en dinero y/o títulos) para afrontar las mayores necesidades de liquidez de forma autónoma y sin depender de fuentes externas.

Si bien la muestra analizada pretende ilustrar la metodología utilizada para el ejercicio, este último resulta ser un punto de partida para conocer la sensibilidad que la variable retraso de x horas de un participante tiene en las necesidades de liquidez del sistema. *A priori* se espera que, entre más horas de retraso, los efectos sean ampliados, aunque no linealmente. Para esto será necesario aumentar la ventana de días analizados, así como el número de horas de retraso de los pagos, lo cual se logrará con una herramienta computacional que permita procesar los altos volúmenes de información que este tipo de ejercicios de simulación requieren.

Referencias

- Koponen, R. and Soramäki, K. "Intraday Liquidity Needs in a Modern Interbank Payment System -A Simulation Approach" BANK OF FINLAND STUDIES E:14 • 1998.
- Comité de Sistemas de Pago y Liquidación, y Comité Técnico de la Organización Internacional de Comisiones de Valores (2012). "Principios para las infraestructuras del mercado financiero", julio; disponible en: https://www.bis.org/cpmi/publ/d94_es.pdf