

Implicaciones de una moneda digital soberana mayorista apoyada en tecnología de registros distribuidos para las infraestructuras del mercado financiero

José Luis Romero Ugarte, Abel Sánchez Martín, Carlos Martín Rodríguez
y Justo Arenillas Cristóbal

BANCO DE ESPAÑA

Los autores pertenecen a la Dirección General de Operaciones, Mercados y Sistemas de Pago del Banco de España, y expresan su agradecimiento a Juan Ayuso, Carlos Conesa, José Manuel Marqués, Ana Fernández y Sergio Gorjón por sus comentarios y sugerencias, que han ayudado a mejorar este artículo. Dirección de correo electrónico para comentarios: [dgope\(at\)bde\(dot\)es](mailto:dgope(at)bde(dot)es).

Las opiniones expresadas en este artículo son responsabilidad exclusiva de los autores y no reflejan necesariamente la posición oficial del Banco de España o el Eurosistema.

IMPLICACIONES DE UNA MONEDA DIGITAL SOBERANA MAYORISTA APOYADA EN TECNOLOGÍA DE REGISTROS DISTRIBUIDOS PARA LAS INFRAESTRUCTURAS DEL MERCADO FINANCIERO

Resumen

Existe en la actualidad un debate sobre una posible emisión de una moneda digital soberana por parte de los bancos centrales nacionales. El presente artículo pone su foco sobre una parte de ese debate, concretamente, en el impacto que la emisión de una moneda digital soberana de carácter mayorista, apoyada sobre tecnología de registros distribuidos (*distributed ledger technology* o DLT¹), podría suponer para las infraestructuras del mercado financiero (IMF). La moneda digital soberana emitida dentro de la propia red permitiría aprovechar el potencial de la tecnología DLT, al tratarse de un medio de intercambio que mitiga los riesgos de liquidez y de crédito por su propia naturaleza. A lo largo del documento, se han identificado los principales aspectos de las actuales IMF en los que impactaría dicha emisión. Se han clasificado en función de la relevancia que dicho impacto podría tener frente a los servicios prestados en la actualidad por estas infraestructuras, al permitirles alcanzar prestaciones superiores a las que ofrecen actualmente, difícilmente alcanzables con las tecnologías actuales.

1 Introducción

Recientemente se ha intensificado el debate sobre la conveniencia de que los bancos centrales nacionales realicen una emisión de dinero digital. En la mayoría de los casos, se habla de la moneda digital soberana (*central bank digital currency* o CBDC). Se trata de un amplio debate que abarca tanto la emisión de una moneda digital soberana de carácter minorista como de una moneda digital de carácter mayorista. La emisión de una moneda digital de banco central minorista (CBDC minorista), como complemento al efectivo y los depósitos, y accesible para todo tipo de usuarios, supone un gran reto para los bancos centrales nacionales, ya que se enfrentarían a un proceso complejo, con un elevado número de usuarios potenciales, y con multitud de aristas e implicaciones en muy distintos ámbitos. Además, a la hora de valorar este tipo de emisiones resulta fundamental considerar las características particulares de cada región y sus tendencias en el uso de efectivo (a día de hoy, en la mayoría de los países, la única posibilidad de que un particular acceda al dinero del banco central). En este sentido, el Eurosistema ha comenzado a estudiar la posibilidad de emitir un euro digital² como parte de su compromiso de

1 Un registro distribuido es una base de datos de la que existen múltiples copias idénticas distribuidas entre varios participantes, las cuales se actualizan de manera sincronizada por consenso de las partes.

2 Banco Central Europeo (2020c).

proveer a los ciudadanos de un medio de pago libre de riesgo que satisfaga sus necesidades.

Por otro lado, dentro del mismo debate, se contempla la posibilidad de emitir una moneda digital de banco central mayorista (*wholesale central bank digital currency* o WCBDC), restringida a un grupo limitado de contrapartes financieras. Se trata de un debate más acotado —si bien puede compartir algunos aspectos, como la parte tecnológica—, menos complejo y con implicaciones más limitadas. Lo cierto es que en la actualidad están surgiendo numerosas iniciativas de monedas digitales, y muchos de los actores interesados se preguntan cuál debe ser el rol de los bancos centrales.

Una potencial emisión de WCBDC tendría implicaciones en las competencias directas del Eurosistema, como responsable de la política monetaria, como supervisor de entidades financieras y, por último y posiblemente del modo más directo, como responsable de promover el buen funcionamiento de los sistemas de pago³. El presente análisis está dirigido precisamente a identificar aquellos aspectos en los que una WCBDC impactaría en las actuales IMF, por lo que se centra en esta tercera competencia. En este sentido, es importante recordar que las IMF están inmersas en un continuo proceso de evolución, debido a los desarrollos tecnológicos que redundan en mejoras de su eficiencia.

Recientemente se han dado a conocer tanto iniciativas privadas que aspiran a ofrecer un medio de pago mayorista mediante la emisión de un *token* —esto es, una unidad de valor emitida por una entidad privada— respaldado (algunas *stablecoins*⁴ de carácter mayorista) como proyectos que cuentan con el apoyo del sector público. Merece una mención especial la iniciativa legislativa de la Comisión Europea para la creación de un régimen de pilotos basados en tecnología de registros distribuidos para IMF, como parte del *Digital Finance Package*⁵, en el que se menciona expresamente la conveniencia de que, siempre que esté disponible dentro de las infraestructuras DLT, los pagos deberán llevarse a cabo en dinero del banco central (potencialmente, una WCBDC).

Al referirnos a una nueva emisión de WCBDC, es importante resaltar que las reservas de las entidades en los bancos centrales constituyen ya una forma de WCBDC⁶; es

3 Una de las funciones del Banco de España es promover el buen funcionamiento y la estabilidad del sistema financiero y, específicamente, de los sistemas de pago (entre ellos, TARGET2).

4 Activos digitales diseñados para minimizar la volatilidad de sus precios en relación con un activo «estable» o cesta de activos, manteniendo la estabilidad del precio. Pueden ser de tipo colateralizado (logran su estabilidad por estar respaldadas por dinero de curso legal o por otras criptomonedas) o algorítmicas (logran su estabilidad mediante algoritmos y contratos inteligentes que administran el suministro de los *tokens* emitidos). Véase Arner, Auer y Frost (2020).

5 https://ec.europa.eu/info/publications/200924-digital-finance-proposals_en.

6 Se trataría de una WCBDC centralizada y basada en anotaciones en cuentas abiertas en el banco central.

más, los servicios TARGET⁷ ya operan electrónicamente con este dinero del banco central mayorista. Por ello, el presente documento está dirigido a analizar el caso concreto de una emisión de WCBDC dentro de una red DLT. La tecnología distribuida no supone en ningún caso una condición necesaria para la existencia de la WCBDC; sin embargo, la combinación de ambas permitiría acceder a una serie de ventajas que difícilmente podrían alcanzarse con la tecnología actual de las IMF. Por una parte, la operativa interbancaria mayorista permitiría explotar todo el potencial de la tecnología distribuida para operar una red de participantes que comparten información pero tienen distintos intereses. Por otra, una WCBDC emitida directamente dentro de la red distribuida parece la solución más adecuada para llevar a cabo intercambios en la red, ya que habilitaría una solución de pago perfectamente líquida y libre de riesgo de crédito (el CBDC representa un derecho sobre un depósito del banco central, y por lo tanto se trata de un activo libre de riesgo).

En términos generales, la integración de todos los instrumentos necesarios para llevar a cabo operaciones de intercambio dentro de una misma red o plataforma supone un valor añadido para cualquier infraestructura. Es lo que se conoce como operaciones *end to end*. Para llevar a cabo este tipo de operaciones dentro de una red DLT, es importante que las entidades participantes cuenten con un activo líquido y seguro con el que llevar a cabo la liquidación. Esto no significa que no sea técnicamente posible desplegar una alternativa sin contar con una WCBDC emitida dentro de la red⁸; en estos casos, la compensación y liquidación se llevarían a cabo en la red distribuida, pero sería necesario mantener un vínculo externo, ya que estas liquidaciones estarían respaldadas a través de los fondos mantenidos en una cuenta fiduciaria abierta en la infraestructura convencional. Esta opción resulta más compleja a priori y no estaría exenta de riesgo de crédito, que sí se mitiga con una emisión dentro de la red. Adicionalmente, una WCBDC minimiza el potencial riesgo de liquidez presente en las iniciativas privadas ante un posible aumento inesperado de la demanda.

2 El papel de las actuales infraestructuras del mercado financiero en el Eurosistema

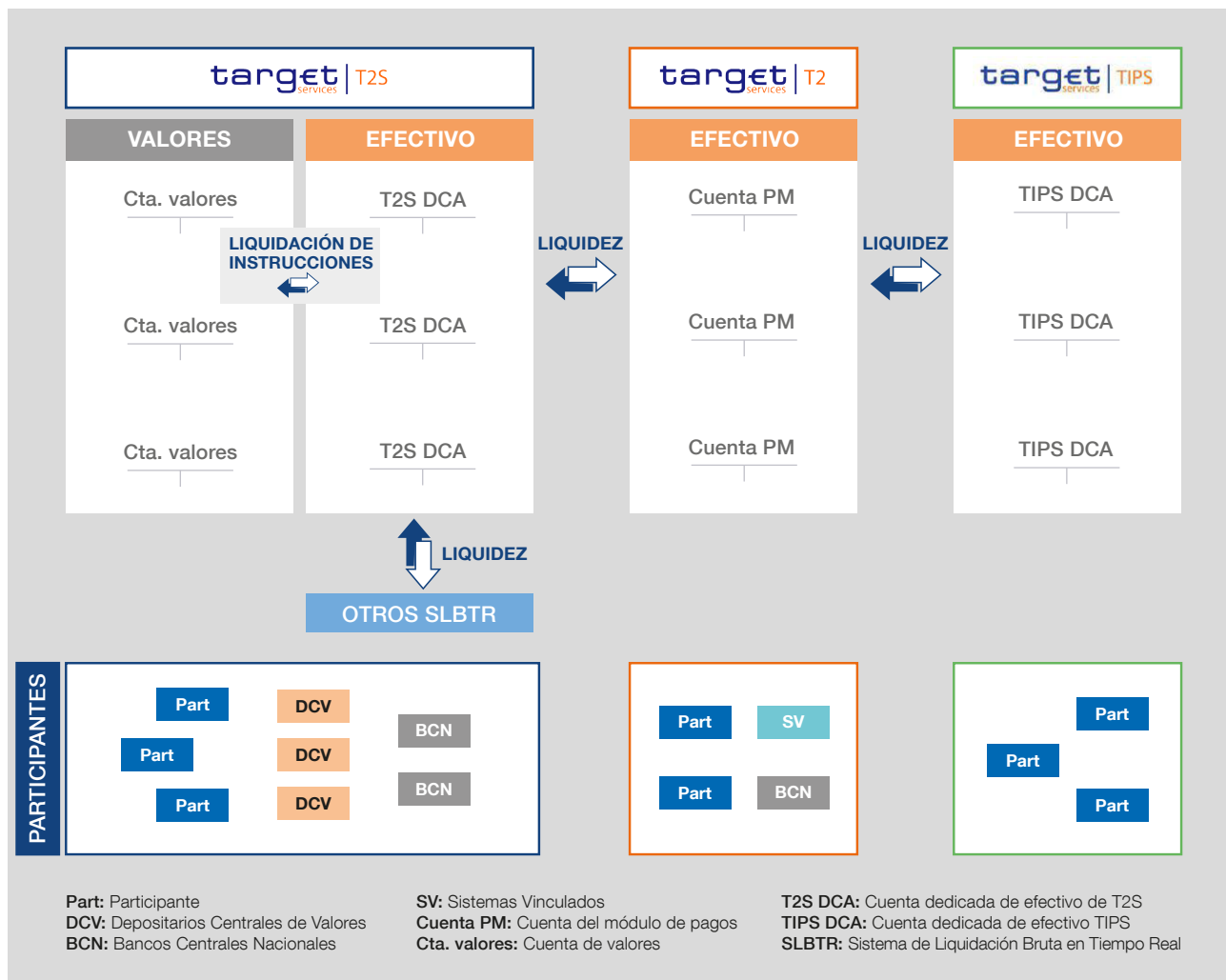
Las IMF se definen como sistemas multilaterales que reúnen a las instituciones participantes, incluido el operador del sistema, que tienen la finalidad de compensar, liquidar o registrar pagos, valores, derivados u otras operaciones financieras⁹. El Eurosistema es la autoridad monetaria de la zona del euro y está

7 Trans-European Automated Real-time Gross settlement Express Transfer system (TARGET) es el sistema de liquidación bruta en tiempo real para el euro. Véase anejo.

8 Proyecto Helvetia.

9 Committee on Payment and Settlement Systems and Technical Committee of the International Organization of Securities Commissions (2012).

SERVICIOS TARGET Y SUS PARTICIPANTES



FUENTE: Elaboración propia.

integrado por el Banco Central Europeo (BCE) y los bancos centrales nacionales de los Estados miembros cuya moneda es el euro, y cuyo objetivo primordial es el mantenimiento de la estabilidad de precios. Dentro del Eurosistema ocupan un papel destacado los servicios TARGET, desarrollados y gestionados por el Eurosistema, que garantizan el libre flujo de efectivo, valores y activos de garantía en toda Europa. Todos ellos se liquidan en dinero del banco central y de manera firme e irrevocable. Constituyen estos servicios: TARGET2 (sistema de liquidación bruta de pagos en tiempo real, o RTGS por sus siglas en inglés), TARGET2-Securities (plataforma para la liquidación de valores) y TIPS (servicio para la liquidación de pagos inmediatos).

TARGET2 es un sistema de pagos gestionado por el Eurosistema que permite el intercambio de operaciones entre las entidades financieras participantes. Se caracteriza por ser una única plataforma técnica, denominada «plataforma

compartida única» (SSP¹⁰ por sus siglas en inglés), que ofrece el mismo nivel de servicio a todos los participantes. Desde un punto de vista legal, TARGET2 está formado por los distintos componentes nacionales de los países que integran el área del euro (o de otros países de la Unión Europea cuyos bancos centrales hayan decidido adherirse). Así, TARGET2-BE es un sistema de pagos gestionado por el Banco de España¹¹ y componente español del sistema de grandes pagos denominados en euros TARGET2. En términos generales, las operaciones se liquidan una a una (por el bruto) y en tiempo real, es decir, en el momento en que son transmitidas al sistema. En el caso de que existan operaciones en cola por falta de saldo, el sistema activa unos mecanismos de optimización de liquidez que permiten compensar unas operaciones con otras y liquidar, así, operaciones que de otra manera habrían permanecido en cola a la espera de fondos. La plataforma, que procesa tanto operaciones interbancarias como de clientes (en general, de alto importe) a través de las cuentas de efectivo abiertas por las entidades participantes en ella, hace posible la ejecución de la política monetaria del área del euro.

TARGET2-Securities (T2S) es una plataforma única paneuropea, propiedad del Eurosistema, que facilita la liquidación centralizada en dinero del banco central de las operaciones de valores en euros o en otras monedas (multidivisa). Agrupa en una misma plataforma las cuentas de valores y de efectivo, lo que le permite ofrecer un servicio de liquidación integrado, neutral y sin fronteras. Está dirigido a los depositarios centrales de valores (DCV), a los que ofrece una solución técnica común para la ejecución de la liquidación de las operaciones de valores. Los DCV conservan sus relaciones de negocio y contractuales con sus participantes y siguen prestando servicios de custodia y administración de valores (tales como la gestión de los derechos corporativos), así como otros servicios de valor añadido. T2S ofrece una liquidación de valores bruta en tiempo real (para entregas libres de pago y entregas contra pago), así como una liquidación en lotes, mediante el uso de algoritmos sofisticados, en el ciclo nocturno. Asimismo, dispone de distintos mecanismos para la optimización de la liquidez y la maximización de la eficiencia en la liquidación de valores: autocolateralización, priorización y liquidación parcial de instrucciones, algoritmos de liquidación, optimización y reciclaje de operaciones fallidas, liquidación de cadenas de instrucciones en bloque, etc., así como la disposición de mecanismos de gestión de la liquidez en las cuentas dedicadas de efectivo.

TARGET Instant Payment Settlement (TIPS)¹² es un servicio del Eurosistema que permite a los proveedores de servicios de pago ofrecer transferencias inmediatas de fondos en el ámbito minorista las 24 horas del día, todos los días del año. TIPS se desarrolló como una extensión de TARGET2 y liquida los pagos en dinero del

10 *Single Shared Platform*.

11 Artículo 8 de la *Ley 41/1999*, de 12 de noviembre, sobre sistemas de pagos y de liquidación de valores.

12 <https://www.ecb.europa.eu/paym/target/tips/html/index.en.html>.

banco central desde noviembre de 2018. Actualmente, TIPS solo liquida en euros, si bien a partir de mayo de 2022 comenzará a liquidar pagos inmediatos en coronas suecas.

El Eurosistema participa en una serie de iniciativas que tienen como objetivo promover la eficiencia y la innovación y, en última instancia, lograr una mayor integración en los mercados financieros de Europa. En consonancia con su estrategia, el Eurosistema está investigando formas de mejorar sus IMF para seguir satisfaciendo las necesidades del mercado, adelantarse a los retos de ciberseguridad y mantenerse al día con los avances tecnológicos.

Adicionalmente a estos servicios, se están desarrollando otros proyectos. La consolidación T2-T2S es un proyecto para reemplazar TARGET2 con un nuevo sistema de liquidación bruta en tiempo real que mejore la optimización de la gestión de liquidez en todos los servicios TARGET. El Sistema de Gestión de Garantías del Eurosistema (ECMS¹³), supondrá un sistema único, estandarizado y armonizado, para gestionar los activos utilizados como garantía en las operaciones de crédito del Eurosistema.

3 Áreas de mejora de las actuales infraestructuras del mercado financiero

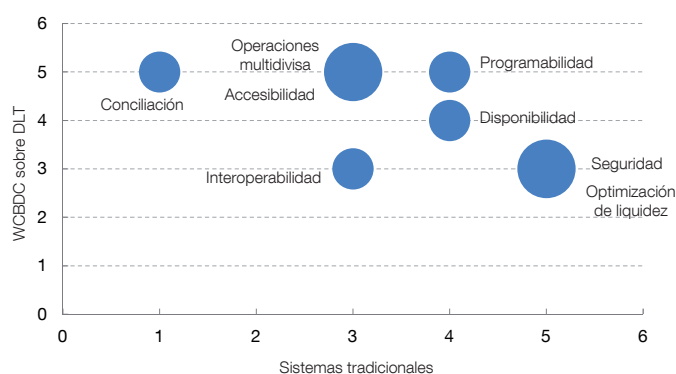
Dentro de estas mejoras, la introducción de una WCBDC emitida dentro de una red DLT supondría un marco diferencial, con potencial para optimizar los servicios que ofrecen las actuales IMF. En este sentido, a continuación se analizan las implicaciones que podría tener dicha emisión, tomando como referencia los sistemas apuntados en el apartado anterior. Los aspectos identificados se presentan clasificados en función del mayor o menor impacto que podrían tener en los sistemas de pago y de liquidación de valores tal y como los conocemos hoy en día; se busca identificar si determinadas mejoras requieren necesariamente de dicha evolución (resultarían difícilmente alcanzables en las IMF actuales) o si, por el contrario, se trata de puntos donde, bien las IMF actuales ya ofrecen prestaciones satisfactorias, o bien cuentan con el potencial suficiente como para lograrlo.

- i) **La conciliación de operaciones** supone un alto coste para las entidades, en términos tanto de tiempo como de recursos. Actualmente es necesario utilizar fuentes ajenas de información, que son gestionadas de forma centralizada y que se deben integrar en los sistemas propios para llevar a cabo la conciliación. Este tipo de procesos pueden simplificarse mediante redes DLT¹⁴, ya que la información utilizada por los participantes, al

13 Eurosystem Collateral Management System.

14 World Bank Group (2017).

ÁREAS DE IMPACTO IDENTIFICADAS



FUENTE: Elaboración propia.

operarse una base de datos única, pero compartida por todos, sería completa, en tiempo real e idéntica. De este modo, **la conciliación se volvería más eficiente**, pudiendo evolucionar hasta realizarse en tiempo real o, incluso, hasta dejar de ser necesaria¹⁵. En todo caso, si bien la emisión de una WCBDC en la red DLT podría acelerar el proceso de innovación, se requerirían procesos de integración con los sistemas internos de las entidades.

Adicionalmente, el uso de tecnologías complementarias —como la inteligencia artificial— también puede aportar grandes mejoras de eficiencia a la hora de automatizar los procesos de conciliación en los sistemas actuales¹⁶. Si bien estas tecnologías son compatibles con redes DLT, no son exclusivas de estas.

- ii) En términos de ganancias de eficiencia, transparencia y trazabilidad, en las operaciones internacionales multidivisa¹⁷ es precisamente donde, en los últimos años, han surgido un mayor número de iniciativas, tanto privadas como participadas por autoridades y bancos centrales.

15 Proyecto Ubin, fase 3; Deloitte (2018).

16 En la actualidad, las entidades participantes en las IMF tienen que integrar en sus sistemas de gestión reglas que sirven para la conciliación de toda la información relativa a extractos y apuntes en sus cuentas, que son remitidos desde una plataforma centralizada. Mediante el uso de soluciones tecnológicas fundadas en la inteligencia artificial, y a través de la implementación de algoritmos basados en patrones históricos de datos, se podrían llevar a cabo procesos de reconciliación completamente automatizados.

17 En la actualidad, CLS (Continuous Linked Settlement) es el líder mundial en liquidación de transacciones en divisas. Ofrece un servicio de liquidación pago contra pago (PvP). De este modo, mitiga el riesgo de liquidación y optimiza el uso de la liquidez mediante la aplicación de un sistema multilateral de neteo de posiciones. Sin embargo, tiene la limitación de que la liquidación de las operaciones solo se produce en una ventana de dos horas, mientras que para la dotación de fondos se dispone de un período de cinco horas (lejos de una disponibilidad 24x7).

Tradicionalmente, las transacciones internacionales multidivisa han sido procesos manuales que conllevan elevados costes, dificultades de trazabilidad de las operaciones y obstáculos tanto para conocer la fecha real de disponibilidad de los fondos en destino como los importes exactos de las operaciones. Estas iniciativas¹⁸ han demostrado la viabilidad técnica de las redes DLT para este tipo de operativa, así como capacidad para mejorar la experiencia de usuario, reducir los tiempos, la complejidad y los costes de este tipo de operaciones, e incrementar su transparencia¹⁹. Adicionalmente, mejoraría la integridad de la información y permitiría conocer en tiempo real el estado de las transacciones²⁰. Por último, supondría una oportunidad en términos de reducción del riesgo de contraparte, al poder liquidar directamente en dinero del banco central, y la reducción del coste transaccional de la operativa transfronteriza. Es decir, con carácter general, **una potencial emisión de WCBDC que pudiera integrarse en una red DLT podría redundar en una mayor eficiencia, transparencia y trazabilidad de la operativa multidivisa.**

- iii) Respecto al número de participantes directos en los servicios TARGET, más allá de las consideraciones regulatorias y estratégicas, existe en la actualidad una barrera de entrada —dados los requerimientos de acceso y los elevados costes de conexión— que únicamente pueden asumir entidades con un gran volumen de actividad. **Una plataforma descentralizada podría reducir estas barreras y ofrecer acceso directo a los servicios de liquidación a un mayor número de participantes**, lo que se traduciría en la posibilidad de reducir el *tiering*²¹, es decir, reducir el número de participantes indirectos que se conectan y liquidan a través de un participante directo. Son participantes directos aquellas entidades que son titulares de una cuenta del módulo de pagos, una cuenta dedicada de efectivo de T2S, o una cuenta dedicada de efectivo de TIPS²², con un banco central del Eurosistema²³. De este modo, se

18 Entre otras, el proyecto Inthanon-LionRock llevado a cabo por la Autoridad Monetaria de Hong Kong y el Banco de Tailandia. Véase Bank of Thailand y Hong Kong Monetary Authority (2020).

19 Proyecto Jasper, fases 1 y 2; Payments Canada, Bank of Canada y R3 (2017).

20 Proyecto Ubin, fase 1; Deloitte (2017).

21 En un sistema de pagos, el *tiering* hace referencia al peso de las entidades que participan indirectamente en dicho sistema a través del acceso a cuentas de titularidad de los participantes directos en él, que ofrecen servicios de liquidación. En el caso de TARGET2, el alcance del *tiering* es contenido, en torno a un 6% en términos de valor y alrededor del 21% en términos de volumen.

22 Pueden ser participantes directos en TARGET2: las entidades de crédito establecidas en la Unión Europea (UE) o en el Espacio Económico Europeo (EEE), incluso cuando actúan por medio de una sucursal establecida en la UE o en el EEE; las entidades de crédito establecidas fuera del EEE, siempre que actúen por medio de una sucursal establecida en la UE o en el EEE, y los bancos centrales nacionales de los Estados miembros de la UE y el BCE.

23 Orientación del Banco Central Europeo, de 5 de diciembre de 2012, sobre el sistema automatizado transeuropeo de transferencia urgente para la liquidación bruta en tiempo real (TARGET2).

podrían mitigar los riesgos asociados, tanto para los participantes directos como para los indirectos vinculados (riesgo de crédito, riesgo de liquidez, riesgo operacional y riesgo legal).

- iv) En el entorno de los grandes pagos, una parte importante del tráfico se canaliza a través de los sistemas de liquidación bruta en tiempo real (en adelante, LBTR), que, con carácter general, son sistemas de transferencia electrónica de fondos especializados, en los que el intercambio de dinero o de valores se realiza de un banco a cualquier otro banco en tiempo real (es decir, no está sujeto a ningún período de espera y las transacciones se liquidan tan pronto como se procesan) y sobre una base bruta (se procesan uno a uno, sin necesidad de compensación previa de operaciones). Una vez procesados, los pagos son definitivos e irrevocables; sin embargo, cuentan con limitaciones en cuanto a su disponibilidad, en buena medida impuestas por restricciones técnicas. Existen factores que apuntan a que, en el ámbito de los grandes pagos, se podría producir un trasvase de tráfico desde estos sistemas hacia plataformas de pagos inmediatos²⁴, que permiten la transferencias de fondos entre usuarios en tiempo real, a todas horas y todos los días del año (24x7). La necesidad de una disponibilidad total podría extenderse al resto de las plataformas de liquidación²⁵ en un futuro próximo.

El uso de una WCBDC integrada en una red DLT podría facilitar la operativa 24x7 de los sistemas LBTR. Se trata de infraestructuras dotadas de gran resiliencia y que no dependen de una única autoridad validadora. Además, al tener naturaleza descentralizada²⁶, el hecho de que se lleven a cabo tareas de mantenimiento de una parte de la red no impediría al resto seguir funcionando. Si bien alcanzar una disponibilidad 24x7 con la tecnología vigente conlleva dificultades desde un punto de visto operacional, sería posible un incremento de la disponibilidad actual. Sin embargo, es importante señalar que algunos usuarios de los servicios TARGET han manifestado limitaciones técnicas para poder aumentar su disponibilidad, lo que arroja **dudas respecto a la necesidad real de ampliar la disponibilidad de este tipo de servicios en el entorno mayorista.**

24 Este hecho ya se está produciendo en los Países Bajos, donde las entidades de crédito utilizaban una aplicación para dirigir los pagos de clientes críticos a TARGET2; muchas de estas entidades han dejado de utilizar dicho producto, de modo que están dirigiendo este tipo de pagos hacia soluciones de pagos inmediatos. En el caso de España esta tendencia todavía no se ha producido, si bien es cierto que por los efectos de la pandemia las caídas en el volumen de pagos de clientes están siendo más intensas que la media de la UE.

25 Además de la disponibilidad, existen otros factores que dotan de mayor conveniencia a los pagos inmediatos: costes sustancialmente menores que las transferencias de T2, incremento del límite de las transferencias inmediatas (esquema SCT Inst), que puede incentivar el pago entre empresas, abono a clientes en tiempo real, flexibilidad para realizar pagos fuera del horario comercial y experiencia de usuario mejorada.

26 Si bien en el caso de un sistema mayorista el número de participantes sería más reducido que en el de un sistema minorista.

- v) Posiblemente la **interoperabilidad entre los sistemas de pago y liquidación de valores mayoristas** de las distintas áreas económicas a escala mundial sea uno de los elementos con mayor recorrido de mejora²⁷. No obstante, este hecho no obedece necesariamente a motivos tecnológicos, sino a cuestiones estratégicas o de coste-beneficio. Por ello, los volúmenes liquidados en la actualidad mediante sistemas interoperables que operan en distintas divisas son bastante reducidos. La emisión de una WCBDC integrada en una plataforma DLT podría constituir una herramienta adecuada para abordar algunos de estos aspectos, tal y como han demostrado las experiencias de autoridades y bancos centrales, a la hora tanto de interconectar sistemas DLT con sistemas centralizados como de interconectar distintas plataformas DLT²⁸.

Respecto a la posibilidad de conexión entre distintas **plataformas de liquidación de valores y con sistemas LBTR**, el análisis conceptual y los experimentos llevados a cabo²⁹ han mostrado que podrían realizarse operaciones de liquidación de valores de entrega contra pago (DvP³⁰), entre distintas plataformas DLT e incluso conectar con plataformas centralizadas³¹. De hecho, en el ámbito europeo ya existe interconexión entre sistemas LBTR (p. ej., TARGET2 y KRONOS³²) y una plataforma de liquidación de valores (TARGET2-Securities).

En la actualidad, los servicios de liquidación de valores en la plataforma TARGET se encuentran conectados con dos sistemas LBTR³³, y técnicamente sería posible conectarse con un número mayor de infraestructuras. Los valores son mantenidos y administrados por los DCV, que llevan a cabo esta tarea en nombre de otros mediante la provisión o el mantenimiento de cuentas de valores. Respecto a la liquidación de operaciones entre participantes de distintos DCV, estos servicios han evolucionado permitiendo la integración de los sistemas nacionales de liquidación de valores del territorio europeo en una sola infraestructura y logrando que la liquidación de valores a nivel paneuropeo sea armonizada, sencilla, con una alta reducción de costes y en dinero del banco central.

27 Algunos de los motivos técnicos serían el uso de distintos estándares técnicos, diferencias en el desarrollo e implementación de interfaces de programación de aplicaciones (API), la existencia de sistemas informáticos heredados (*legacy IT systems*) que no son fácilmente adaptables a los nuevos requerimientos, y limitados horarios operativos. La mejora de los pagos transfronterizos es el objetivo de una iniciativa internacional actualmente en curso, liderada por el FSB con la participación del CPMI [Committee on Payments and Market Infrastructures (2020)].

28 Proyecto Ubin, fase 4; véase Accenture (2019).

29 Proyecto Stella del BCE y el Banco de Japón.

30 *Delivery versus Payment*.

31 Proyecto Stella, fase 3; Banco Central Europeo y Banco de Japón (2018 y 2020).

32 Sistema de liquidación bruta en tiempo real para los pagos en coronas danesas, y sistema de gestión de garantías del Banco Nacional de Dinamarca.

33 TARGET2 y Kronos2.

Adicionalmente, los servicios TARGET permiten liquidar operaciones de DCV externos, es decir, que no son participantes directos de la plataforma³⁴, aunque no existe una conexión directa con otras plataformas de liquidación de valores.

Por ello, con carácter general, **la implantación de una WCBDC, bien por sí sola, o bien integrada en una red DLT, no resolvería por sí misma la problemática de interconectividad internacional.** Existen otras alternativas al respecto que podrían estudiarse³⁵.

- vi) En los últimos tiempos, están siendo objeto de debate las distintas aplicaciones del dinero programable, y cómo este podría mejorar la eficiencia de las entidades conectadas a las IMF (contribuyendo a un procesamiento automático de las operaciones), lo que redundaría en una mayor eficiencia de los sistemas de pago. Esta característica implantada sobre una red distribuida daría acceso, mediante el uso de *smart contracts*, a la ejecución de operaciones automáticas, tales como el pago de intereses. Básicamente, estos contratos se fundan en un código o protocolo informático que facilita la verificación y la ejecución del acuerdo subyacente de forma automatizada, sin necesidad de intermediarios. Si bien es cierto que este nivel de **programabilidad** no existe en los sistemas LBTR actuales, en términos generales **la ejecución de operaciones automáticas podría llegar a alcanzarse mediante el uso de otras tecnologías**, concretamente unas API³⁶ que conectasen el sistema con participantes externos, a pesar de que esto podría implicar una mayor exposición a dichos participantes³⁷.

34 Para ello, es necesario que un DCV participante en T2S dé de alta al DCV externo como participante suyo y configure los datos estáticos necesarios (*i. e.*, los enlaces y las cuentas correspondientes). Por ello, T2S ofrece las herramientas para una operativa entre los distintos sistemas de liquidación de valores mundiales, aunque las plataformas no estén conectadas entre sí directamente.

35 Existen algunos ejemplos de interconectividad de sistemas sin necesidad de WCBDC o de tecnología DLT. En el ámbito europeo, la interconexión técnica entre sistemas LBTR (p. ej., TARGET2 y Kronos2) y una plataforma de liquidación de valores (TARGET2-Securities). Además, en mayo de 2022 está prevista la conexión del servicio de liquidación de pagos inmediatos sueco (RIX-INST) con la plataforma TIPS para la liquidación de transferencias inmediatas en coronas suecas; a su vez, se encuentra en la fase de investigación un proyecto para la liquidación de transferencias inmediatas multdivisa (euro-corona sueca). Adicionalmente, a través del sistema euroSIC se procesan todos los pagos transfronterizos en euros con origen/destino en Suiza, que se canalizan a través del Swiss Euro Clearing Bank (SECB), que actúa como enlace entre el sistema LBTR suizo y TARGET2.

En el ámbito internacional, tenemos el ejemplo del sistema LBTR EAPS (East African Payment System), a través del cual se han conectado los sistemas LBTR de Kenia, Uganda, Tanzania, Ruanda y Burundi. En este sistema cada banco central nacional mantiene una cuenta en el resto de los bancos centrales, y los pagos se liquidan en las monedas nacionales de los países participantes.

36 API (*Application Programming Interfaces*) es el conjunto de definiciones y protocolos que se utilizan para desarrollar e integrar el *software* de distintas aplicaciones.

37 Concepto de *Trigger Solution*, que permitiría que la liquidación de transacciones basadas en contratos inteligentes se integrase en los sistemas de pago convencionales, como sería el caso de TARGET2. Véase Deutsche Bundesbank (2020).

vii) Respecto a los **mecanismos de optimización de liquidez**, si bien algunas pruebas de concepto y algunos experimentos con redes DLT en los que han participado bancos centrales y autoridades han demostrado su viabilidad técnica³⁸, esto no supone una novedad, puesto que este tipo de mecanismos vienen siendo usados desde hace años por los servicios TARGET³⁹. En cuanto a los tiempos de ejecución de las IMF actuales⁴⁰, aunque pueda haber margen de mejora, las prestaciones actuales no evidencian una necesidad urgente de reducirlos. Por ello, **no parece que ni los mecanismos de optimización de liquidez ni una posible mejora en los tiempos de ejecución resulten determinantes para una emisión de WCBDC sobre una plataforma DLT.**

viii) **En cuanto a la seguridad, resiliencia e integridad de las IMF, actualmente los servicios TARGET gozan de un alto nivel de seguridad.** Las altas inversiones que se están llevando a cabo en esta materia⁴¹ están incrementando enormemente la seguridad y la adaptación a los estándares más exigentes publicados hasta la fecha. No obstante, los mecanismos de contingencia y continuidad de negocio de los sistemas centralizados requieren de importantes inversiones y de altos costes de mantenimiento.

Si bien ha habido múltiples experimentos y pruebas de concepto, lo cierto es que no existen detalles publicados de los costes que implicaría una infraestructura DLT del tamaño de las IMF actuales, ni experiencias a nivel de producción que nos permitan conocerlos en profundidad. Por ello, aunque intrínsecamente una red DLT es una tecnología de gran resiliencia, dado que elimina el riesgo del punto único de compromiso, al tratarse de una tecnología de base de datos descentralizada, a día de hoy no parece que sea suficiente, desde el punto de vista de la seguridad, para justificar la necesidad de un cambio radical de tecnología en los servicios TARGET ni la emisión de una WCBDC asociada a esta tecnología.

38 Más concretamente, la fase 2 del proyecto Ubin en el que participa la Autoridad Monetaria de Singapur y once entidades financieras ha demostrado la posibilidad de implementar esta clase de medidas en distintos tipos de redes DLT para llevar a cabo funcionalidades de LBTR. Véase Accenture (2017).

39 Adicionalmente, se están llevando a cabo diversas iniciativas en el diseño de modelos matemáticos más avanzados para la formulación de algoritmos que se puedan aplicar a las IMF actuales. En lo que respecta a la liquidación de valores, T2S cuenta con una amplia gama de herramientas para optimizar la liquidez y la liquidación de valores: autocolateralización, algoritmos de liquidación avanzada, optimización y reciclaje de operaciones fallidas, liquidación parcial de transacciones y priorización de instrucciones.

40 Véase anejo.

41 *Cyber Security enhancements: software integrity (recovery), data integrity (recovery), security testing (TIBER-EU, penetration testing) y security services* (Security Operations Center, Incident Detection and Response).

4 Consideraciones finales

Del análisis global de las distintas áreas en las que impactaría una potencial emisión de WCBDC dentro en una red DLT, no parece desprenderse, a priori, que las ganancias identificadas puedan justificar cambios sustanciales en el corto plazo en las IMF, máxime teniendo en cuenta que las IMF se encuentran actualmente en fase de evolución, en aras de lograr mejoras en términos de innovación, eficiencia y ciberresiliencia.

Respecto a la proliferación de iniciativas privadas y al interés mostrado por algunos países, podrían obedecer a un posicionamiento estratégico ante el proceso de revolución tecnológica en el que nos encontramos inmersos. Resulta difícil imaginar que se vaya a producir un cambio radical de la tecnología, más bien consideramos un escenario de evolución paulatina de las IMF que vaya incorporando nuevas funcionalidades y ofreciendo nuevas posibilidades a sus participantes, caracterizado por la integración de soluciones basadas en nuevas tecnologías como las redes DLT, en las que el papel de las API será muy destacado. Por ello, el Eurosistema en su conjunto debe anticiparse y liderar los cambios en los sistemas de pago, sin perder de vista las iniciativas privadas que han surgido y la importancia del *time to market*.

BIBLIOGRAFÍA

- Accenture (2017). *Project Ubin Phase 2. Re-imagining Interbank Real-Time Gross Settlement System Using Distributed Ledger Technologies*, noviembre.
- Accenture (2019). *Jasper-Ubin Design Paper. Enabling Cross-Border High Value Transfer Using Distributed Ledger Technologies*.
- Advisory Group on Market Infrastructures for Securities and Collateral (2017). *The potential impact of DLTs on securities post-trading harmonisation and on the wider EU financial market integration*, septiembre, Banco Central Europeo.
- Arner, D., R. Auer y J. Frost (2020). «Stablecoins: risks, potential and regulation», *Revista de Estabilidad Financiera*, n.º 39, otoño, Banco de España.
- Auer, R., G. Cornelli y J. Frost (2020). *Rise of the central bank digital currencies: drivers, approaches and technologie*, BIS Working Papers n.º 880.
- Ayuso, J., y C. Conesa (2020). *Una introducción al debate actual sobre la moneda digital de banco central (CBDC)*, Documentos Ocasionales, n.º 2005, Banco de España.
- Banco Central Europeo (2020a). *TARGET Annual Report 2019*, mayo.
- Banco Central Europeo (2020b). *TARGET2-Securities (T2S) Annual Report 2019*, mayo.
- Banco Central Europeo (2020c). *Report on a digital euro*, octubre.
- Banco Central Europeo y Bank of Japan (2018). *STELLA – a joint research project of the European Central Bank and the Bank of Japan. Securities settlement systems: delivery-versus-payment in a distributed ledger environment*, marzo.
- Banco Central Europeo y Bank of Japan (2020). *STELLA – joint research project of the European Central Bank and the Bank of Japan. Balancing confidentiality and auditability in a distributed ledger environment*, febrero.
- Banco de Pagos Internacionales (2020). «Central banks and payments in the digital area», *BIS Annual Economic Report 2020*, pp. 67-95.
- Banco de Pagos Internacionales, SIX Group AG y Swiss National Bank (2020). *Project Helvetia*.
- Bank of Canada (2017-2019). *Project Jasper*.
- Bank of Thailand y Hong Kong Monetary Authority (2020). *Inthanon-LionRock. Leveraging Distributed Ledger Technology to Increase Efficiency in Cross-Border Payments*.
- Bullmann, D., J. Klemm y A. Pinna (2019). *In search for stability in crypto-assets: are stablecoins the solution?*, Occasional Paper Series n.º 230, Banco Central Europeo.
- Committee on Payment and Settlement Systems and Technical Committee of the International Organization of Securities Commissions (2012). *Principles for financial market infrastructures*, abril.
- Committee on Payments and Market Infrastructures (2019). *Wholesale digital tokens*, diciembre.
- Committee on Payments and Market Infrastructures (2020). *Enhancing cross-border payments: building blocks of a global roadmap. Stage 2 report to the G20*, julio.
- Deloitte (2017). *The future is here. Project Ubin: SGD on Distributed Ledger*.
- Deloitte (2018). *Delivery versus Payment on Distributed Ledger Technologies - Project Ubin*.
- De Nederlandsche Bank (2020). *Central Bank Digital Currency. Objectives, preconditions and design choices*, Occasional Studies, n.º 20-01, abril.
- Deutsche Bundesbank (2020). *Money in programmable applications: Cross-sector perspectives from the German economy*, informe de 21 de diciembre.
- Kumhof, M., y C. Noone (2018). *Central bank digital currencies – design principles and balance sheet implications*, Staff Working Paper n.º 725, Bank of England.
- Lagarde, C. (2020). *Speech by Christine Lagarde*, presidenta del Banco Central Europeo, en la *Deutsche Bundesbank online conference on banking and payments in the digital world*.

Monetary Authority of Singapore (2016-2020). *Project Ubin*.

Niepelt, D. (2020). *Reserves for All? Central Bank Digital Currency, Deposits, and Their (Non)-Equivalence*, Study Center Gerzensee; University of Bern; CEPR; CESifo.

Payments Canada, Bank of Canada and R3 (2017). *Project Jasper: A Canadian Experiment with Distributed Ledger Technology for Domestic Interbank Payments Settlement*.

Pfister, C. (2019). *Central Bank Digital Currency: One, Two or None?*, Working Paper Series n.º 732, Banque de France.

Pinna, A., y W. Ruttenberg (2016). *Distributed ledger technologies in securities post-trading*, Occasional Paper Series n.º 172, abril, Banco Central Europeo.

Ponce, J. (2020). «Digitalization, retail payments and Central Bank Digital Currency», *Revista de Estabilidad Financiera*, n.º 39, otoño, Banco de España.

Romero Ugarte, J. L. (2018). «Tecnología de registros distribuidos (DLT): una introducción», Artículos Analíticos, *Boletín Económico*, 4/2018, Banco de España.

Shabsigh, G., T. Khiaonarong y H. Leinonen (2020). *Distributed Ledger Technology. Experiments in Payments and Settlements*, IMF Note 20/01.

World Bank Group (2017). *Distributed Ledger Technology (DLT) and Blockchain*, FinTech note n.º 1.

World Economic Forum (2020). *Central Bank Digital Currency Policy-Maker Toolkit*, Insight Report, enero.

Esquema A.1

CRONOLOGÍA DE LOS SERVICIOS TARGET

TARGET2	TARGET2-Securities	TIPS	Consolidación T2-T2S	ECMS
2007	2015	2018	2022	2023
<ul style="list-style-type: none"> - Plataforma compartida SSP-efectivo - Cuentas del módulo de pagos - Uso estándar SWIFT FIN - Único proveedor de servicios de red 	<ul style="list-style-type: none"> - Plataforma compartida T2S-valores - Cuentas dedicadas de efectivo (DCA T2S) - Uso estándar ISO20022 	<ul style="list-style-type: none"> - Plataforma compartida TIPS-pagos inmediatos - Cuentas dedicadas de efectivo (DCA TIPS) - Funcionamiento 24/7/365 - Uso estándar ISO20022 	<ul style="list-style-type: none"> - Enfoque modular - Nuevas cuentas - Uso estándar ISO20022 - Componentes comunes entre plataformas 	<ul style="list-style-type: none"> - Plataforma de gestión de colateral del Eurosistema

FUENTE: Elaboración propia.

TARGET2

Según los datos publicados en el Banco Central Europeo (2020a), en TARGET2 se procesan el 88 % del valor y el 62 % del volumen total liquidado en los sistemas de grandes pagos denominados en euros. Los participantes pueden optimizar la gestión de la liquidez mediante el uso de prioridades a la hora de liquidar operaciones, así como hacer reservas en el uso de la liquidez o establecer límites bilaterales o multilaterales frente a otros participantes. Además, se utilizan diversos algoritmos para la resolución de colas de pagos de un modo rápido, eficiente y con un importante ahorro de liquidez.

El número de pagos no liquidados en TARGET2 es muy reducido, lo que es síntoma de que la liquidez se distribuye de forma apropiada entre todos los participantes en TARGET2. El volumen total de pagos no liquidados en TARGET2 en 2019 representó el 0,1 % del volumen diario liquidado. Las causas por las que un pago no se liquida son diversas: insuficiencia de fondos en la cuenta de adeudo, errores en las transacciones ejecutadas por los participantes, o superación de los límites establecidos sobre la posición de liquidez entre uno o varios participantes.

Los niveles de liquidez en las cuentas de efectivo de TARGET2 son muy elevados, hecho que contribuye al buen funcionamiento de los sistemas de pago, ya que disminuye el recurso al crédito intradía, y facilita la temprana liquidación de los pagos.

En 2019, todos los pagos liquidados en el módulo de pagos de TARGET2 tuvieron un tiempo de proceso inferior a los cinco minutos. En el día con mayor volumen de pagos liquidados, con un total de 525.075 pagos, el 50 % de las transacciones se liquidaron en menos de 26 segundos, y el 90 %, en menos de 39 segundos.

El modelo de continuidad de negocio sigue una arquitectura técnica basada en el concepto «dos regiones, cuatro sitios». Además, se están llevando a cabo continuas mejoras en materia de ciberresiliencia, de acuerdo con los estándares más exigentes. TARGET2 emplea el estándar SWIFT FIN para los pagos de clientes e interbancarios. A partir de noviembre de 2022, con la puesta en funcionamiento del proyecto de consolidación de T2-T2S, se empleará el estándar ISO20022.

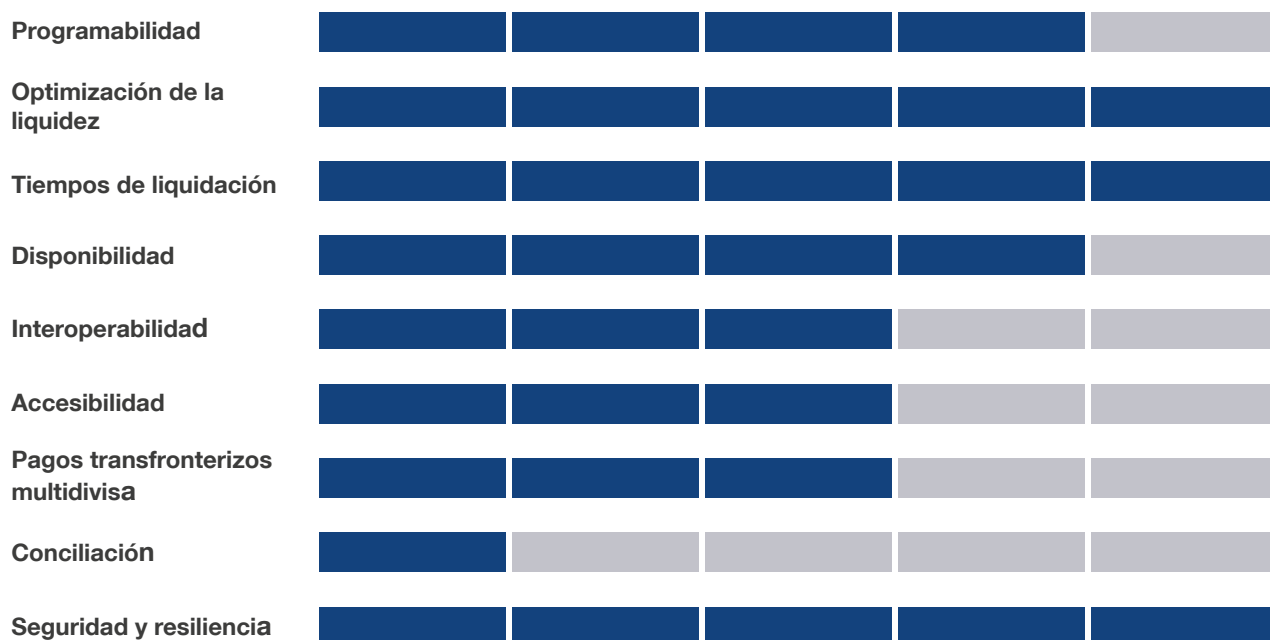
TARGET2-Securities

De acuerdo con el *TARGET2-Securities (T2S) Annual Report*, en 2019 se liquidaron en T2S un promedio de 606.938 transacciones diarias, que supusieron un valor liquidado de 1.106,13 billones de euros diarios. Al finalizar el día, todas aquellas instrucciones que no han podido ser liquidadas permanecen en el sistema, con el objeto de lograr su liquidación.

Uno de los indicadores utilizados a la hora de cuantificar la eficiencia del sistema de liquidación de la plataforma T2S es el denominado «indicador de eficiencia de la liquidación en la plataforma» (PSEI, por sus siglas en inglés). Muestra la capacidad de la plataforma para liquidar operaciones, y se calcula al final de cada día de negocio. En términos de valor para 2019, este indicador se mantuvo entre el 97,63 % en términos de valor y el 96,93 % en términos de volumen sobre el total de operaciones.

Un ejemplo de mecanismo de optimización de la liquidez es el de la auto-colateralización, que consiste en una operación de crédito que se activa cuando un participante no dispone de fondos suficientes para la compra de unos determinados valores. Se trata de un proceso automático cuyo objetivo es facilitar la liquidación sin problemas de operaciones de entrega de valores contra pago (DVP) en tiempo real y con dinero del banco central. En 2019, el valor diario medio del uso de la auto-colateralización en T2S ascendió a 103,91 billones de euros.

T2S emplea el estándar de mensajería ISO20022 para las comunicaciones con sus usuarios (DCV, bancos centrales y participantes directamente conectados).



FUENTE: Elaboración propia

TIPS

TIPS utiliza en su mensajería el estándar ISO20022. TIPS se basa en el esquema SEPA Instant Credit Transfer (SCT Inst), el esquema paneuropeo definido por el European Payments Council (EPC) para la ejecución de pagos inmediatos. Se caracteriza por que el procesamiento de operaciones se produce en tiempo real con un horario de servicio 24 x 7, el importe máximo de cada transacción se establece en 100.000 euros, y el tiempo máximo de procesamiento de una transacción de extremo a extremo es de diez segundos. Es decir, en un plazo máximo de diez segundos, los fondos estarán disponibles en la cuenta corriente del beneficiario de la transferencia inmediata. El 99% de los pagos inmediatos procesados en TIPS se procesa en menos de cinco segundos.