

**43 Jornadas Nacionales de Administración Financiera**  
Septiembre 21 y 22, 2023

# **Blockchain de capa 2 (L2) como solución al problema de la escala- bilidad de la red**

**Mario Luis Perossa**

*Universidad Maimónides y Universidad de Buenos Aires*

**Juan Carlos Alonso**

*Universidad de Buenos Aires y Universidad Arg. J.F. Kennedy*

## SUMARIO

1. Introducción
2. La escalabilidad de *blockchain*
3. El trilema de *blockchain*
4. El problema de escalabilidad de *blockchain*
5. Capa 1 (*Layer, main blockchain*)
6. Capa 2 (*Layer, sidechain*)
7. Otras capas (Capa 3 y Capa 0)
8. Propuesta al trilema de acuerdo con Algorand
9. Conclusiones

Para comentarios:  
jalonso5@consejo.org.ar  
marioperossa@yahoo.com.ar

### **Resumen**

El aumento sostenido de la utilización de las cadenas de bloques para la transmisión de datos, información y valores hace que las mismas se saturen provocando demoras en las transacciones y altos costos de fees debido al sistema de recompensas que el mismo sistema desarrolla como pago a los mineros por el mantenimiento de la red y el registro y validación de operaciones.

Una de las trabas que poseen las *blockchain* es la posibilidad de escalar las operaciones en transacciones por segundo (TPS) para competir con otras formas de pagos centralizadas como Paypal o el principal operador de pagos mundial Visa.

Si se intenta masificar el uso de las redes *blockchain* para pagos y la utilización masiva de los criptoactivos como medio de pago internacional, una de las barreras que debe resolverse –desde el sistema tecnológico– es la cantidad de TPS que son capaces de procesar, lugar que ocupa en la actualidad el sistema de VisaNet de cerca de 2.000 transacciones por segundo y, de acuerdo con ellos, su capacidad alcanza más de 65.000 mensajes de TPS.

El problema fue presentado hace algunos años por Vitalik Buterin y denominado como el trilema: seguridad, descentralización y escalabilidad, quedando irresuelto este último ítem.

De acuerdo con Algorand, esta red emplea la aleatoriedad para resolver el trilema de *blockchain* y su aporte se muestra al final del trabajo.

Las soluciones actualmente desarrolladas ofrecen soluciones en capa 2 y se trabaja en actualizaciones en capa 1 para aumentar aún más las TPS, reducir el costo del gas y el consumo de energía necesario para el mantenimiento de la red.

La solución hallada e implementada hasta el momento son las *blockchain* que corren como capa 2, que trabajan paralelas a una main *blockchain* determinada y priorizan las cantidades de transacciones, profundizando la descentralización y descansando en la seguridad en la red principal.

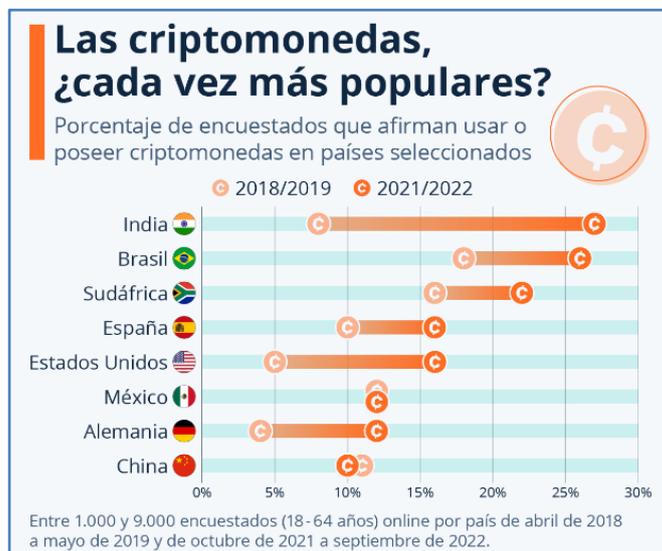
## **1. Introducción**

En los últimos años la tecnología blockchain ha crecido considerablemente en términos de popularidad y adopción masiva debido a la popularidad de las criptomonedas y por lo tanto el uso de las blockchain aumenta exponencialmente. Antes sólo se la conocía como la tecnología que impulsaba al Bitcoin, pero ahora las cadenas de bloques son utilizadas por miles de empresas en todo el mundo para un sin fin de actividades, aumentando la transparencia, el control, la velocidad y la eficiencia de las operaciones.

Aunque es observable ver lo revolucionaria que es la blockchain, su intenso uso ocasiona justamente el problema de la escalabilidad, que es la capacidad de un sistema para aumentar su capacidad mientras se adapta a una demanda en constante aumento, por lo cual, el problema siempre ha sido un desafío desde que comenzó con su aplicación masiva. Y es que la tecnología

Blockchain tiene muchas ventajas: aumenta el nivel de seguridad, le permite realizar transacciones sin problemas innecesarios y mantener registros de todas las operaciones que en ella se cargan siendo la inmutabilidad de los datos su principal razón de adopción.

*Ilustración: La adopción de las criptomonedas*



Fuente: <https://es.statista.com/grafico/18425/adopcion-de-las-criptomonedas-en-el-mundo/>

En la cadena de bloques (*blockchain*), por cada transacción que se realiza en un sistema descentralizado debe pasar por varias etapas, por lo cual es necesario poseer un poder de cómputo y un tiempo que se vuelve cada vez más importante a medida que aumenta su uso. Para mejorar la capacidad de la cadena de bloques para procesar datos, los desarrolladores de cadenas de bloques implementan una escala de segundo nivel en su estructura. La principal preocupación de cualquier organización que esté utilizando actualmente con blockchain o tenga planes de implantarlo es –como ya se dijo anteriormente– el problema de la escalabilidad. Esto ocurre cuando una red blockchain alcanza ciertas limitaciones de capacidad. En el caso particular de las criptomonedas, esto ocurre cuando muchas personas intentan realizar transacciones al mismo tiempo. Las redes blockchain públicas que son muy descentralizadas y seguras a menudo tienen dificultades para alcanzar una elevada capacidad de procesamiento.

## 2. La escalabilidad de *blockchain*

La escalabilidad de cada blockchain representa la capacidad de un sistema dado (por ejemplo, la red de Bitcoin, la de Ethereum u otras) para ofrecer una experiencia eficiente a cada usuario –facilidad de uso, seguridad, rapidez, economía de costos– independientemente de la cantidad total de usuarios que estén utilizando esa red en un momento determinado.

Al momento de redactar esta nota, de acuerdo con el sitio coingecko.com la capitalización de mercado y el volumen de transacción para las principales criptomonedas de las últimas 24hs es el que se muestra en la tabla 1.

*Tabla 1: Capitalización de mercado Volumen operado (22-05-23)*

#	Moneda	Precio	Volumen 24hs	Capitalización de mercado
1	Bitcoin - BTC	26.854,40	10.547.014.951	520.681.226.070
2	Ethereum - ETH	1.817,29	5.312.372.414	218.720.765.875
3	Tether - USDT	1,00	10.820.154.384	83.008.831.837
4	BNB - BNB	310,23	440.306.805	49.019.074.744
5	USD Coin - USDC	1,00	3.423.789.786	29.391.197.292
6	XRP - XRP	0,46	985.873.035	23.903.819.135
7	Cardano - ADA	0,37	188.661.142	12.933.717.414
8	Lido Staked Ether - STETH	1.815,82	14.591.026	11.845.076.984
9	Dogecoin - DOGE	0,07	286.356.456	10.198.668.163
10	Polygon - MATIC	0,87	184.523.146	8.093.511.571

Fuente: Basado en datos de Coingecko.com (22-05-23).

El símbolo # corresponde a la ubicación de la moneda respecto a la capitalización total de todas las monedas en circulación, los precios están expresados en dólares estadounidenses.

Si se observa la capitalización del mercado de las principales criptomonedas en la actualidad, la capitalización de mismo es representativo de la cantidad de monedas que están en manos de inversores privados mientras que el volumen operado indica la preferencia de muchos agentes económicos que utilizan estas tecnologías para transferir valor.

Estas cifras demuestran que cada vez más personas y empresas están comenzando a explorar y utilizar diferentes criptomonedas para realizar operaciones, y cuantas más transacciones se realicen, más ocupada estarán las redes blockchain. Aquí aparece el problema de la escalabilidad.

En la blockchain de Bitcoin, que debe gestionar muchas transacciones al mismo tiempo, se genera una demora que le resta atractivo al sistema. Lo mismo ocurre con la blockchain de Ethereum, donde la alta demanda se traduce en congestión de la red, velocidades de transacción más lentas y en precios elevados del gas de ETH que elimina a las transacciones más pequeñas, ya que resulta muy alto el costo del gas para las transferencias de las operaciones cotidianas.

Para aumentar la eficacia operativa de la red, reducir sus costos y aumentar la velocidad de transacción se desarrolló una solución de escalabilidad de segunda capa.

En la tecnología blockchain se define al término "escalador" a los incrementos que ocurren en la tasa de transferencia del sistema, a medida que el número de transacciones por segundo va en aumento. Para paliar la congestión de los distingos sistemas, y con el creciente uso de las criptomonedas, se ha vuelto necesario crear blockchain de capa 2 en cada main blockchain para mejorar seguridad de la red, aumentar los registros, y finamente reducir las comisiones de uso.

La Capa 1 es un ecosistema descentralizado en la blockchain (la red principal o main blockchain). La Capa 2, por otro lado, es una integración de un tercero combinada con la Capa 1

que incrementa el número de nodos disponibles aumentando de esta manera la tasa de transferencia del sistema completo (capa 1 y 2). Actualmente, se están implementando muchas soluciones de Capa 2 en la blockchain. Estas soluciones aprovechan los contratos inteligentes para automatizar las transacciones.

### 3. El trilema de *blockchain*

Vitalik Buterin, uno de los fundadores de Ethereum, acuñó el término *trilema de escalabilidad* para referirse a la capacidad de una cadena de bloques frente a las tres propiedades orgánicas. El trilema dice que cualquier tecnología blockchain puede tener un máximo de dos propiedades, pero nunca las tres a la vez. Por lo tanto, la tecnología blockchain actual siempre se verá obligada a comprometer una de las propiedades fundamentales.

Bitcoin es un ejemplo de esto. Si bien la cadena de bloques logró optimizar la descentralización y la seguridad en su ecosistema, aún no ha hallado la solución al problema de la escalabilidad. Ethereum a través de la capa 2 ha encontrado soluciones plausibles y se encuentra implementando soluciones para resolver este y otros problemas en la capa 1.

El trilema de escalabilidad se refiere a la capacidad de una blockchain para equilibrar tres propiedades orgánicas que constituyen sus principios básicos:

- seguridad
- descentralización
- escalabilidad

Como el trilema establece que una blockchain solo puede poseer dos de las tres propiedades, nunca las tres simultáneamente. En consecuencia, la tecnología blockchain actual siempre tendrá que sacrificar una de sus propiedades fundamentales por su funcionalidad.

Actualmente no existe ninguna red de criptomoneda capaz de lograr el máximo de las tres características. Es decir, las criptomonedas priorizan dos en detrimento de la restante.

*Ilustración 2: El trilema de la blockchain*



El problema de la seguridad, al menos hasta el momento, se encuentra resuelto: La tecnología blockchain produce una estructura de datos con cualidades de seguridad inherentes. Se basa en principios de criptografía, descentralización y consenso, que garantizan la confianza en las

transacciones. En la mayoría de los blockchain o tecnologías de contabilidad distribuida (DLT), los datos se estructuran en bloques y cada bloque contiene una transacción o un paquete de transacciones. Cada nuevo bloque se conecta a todos los bloques anteriores en una cadena criptográfica de tal manera que es casi imposible manipularlo. Todas las transacciones dentro de los bloques se validan y acuerdan mediante un mecanismo de consenso, lo que garantiza que cada transacción sea verdadera y correcta.

Y con respecto a la descentralización: La tecnología Blockchain permite la descentralización a través de la participación de miembros en una red distribuida. No hay un solo punto de falla y un solo usuario no puede cambiar el registro de transacciones. Sin embargo, las tecnologías blockchain difieren en algunos aspectos críticos de seguridad.”<sup>1</sup>

#### **4. El problema de escalabilidad de *blockchain*: las capas de *blockchain* y cómo funcionan**

Un ejemplo típico para interpretar lo que ocurre es utilizar el problema de la congestión del tránsito en una ciudad, que resulta comparable con el problema de escalabilidad en las redes de Capa 1. Si las principales vías de acceso de una ciudad, como autopistas y avenidas se congestionan en las horas pico (como le ocurre a la Capa 1), entonces las avenidas secundarias y calles adicionales ocupan un rol importante para descongestionar la zona, que es el rol de la segunda capa. Capa 2, Layer 2 o Sidechain son los términos utilizados para denominar a las soluciones creadas y diseñadas para ayudar a escalar a una red blockchain.

Adicionalmente, cuando la velocidad de las transacciones y los procesos son más lentos los costos de las transacciones suelen ser más altos debido a una red congestionada. La segunda capa intenta solucionar estos problemas. Para entender mejor lo que ocurre veamos antes algunos conceptos y números.

Se denomina rendimiento al número de transacciones procesadas por el sistema por segundo y se los denomina TPS. Mientras que los canales de pago como Visa, a través de VisaNet:

“...una de las redes de pagos digitales más grandes, innovadoras, confiables y seguras del mundo. VisaNet es la red global de procesamiento de Visa que conecta a más de 3 mil millones de tarjetahabientes Visa con 44 millones de comercios y 16,300 instituciones financieras en 200 países y territorios.

Se trata de una infraestructura tecnológica robusta, flexible y escalable de hardware y software, que alberga más de 450 aplicaciones de pago y opera en varios centros de procesamiento de datos conectados para satisfacer la creciente demanda de pagos digitales en todo el mundo.

En términos de su capacidad y escalabilidad, las cifras son impresionantes. Hoy nuestra red llega a cada rincón del planeta y es capaz de autorizar hasta 65.000 mensajes de transacción por segundo en 160 monedas diferentes con un rendimiento sin igual.”<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> IBM, ¿*Qué es la seguridad de blockchain?* En sitio web [ibm.com](http://ibm.com).

<sup>2</sup> Leo Collado, *VisaNet: el poder de conectar al mundo*, en sitio web [visa.com.ar](http://visa.com.ar).

La red Bitcoin procesa 7 TPS, Ethereum 13 TPS (cuando finalicen todas las actualizaciones previstas espera aumentar su TPS a 100.000), Cardano 250 TPS y XRP 1.500.

Las diferencias en los rendimientos actuales pueden causar impacto por sus números, pero hay una explicación para que esto ocurra, mientras Bitcoin usa un sistema descentralizado para operar que utiliza más potencia de procesamiento y tiempo para garantizar la privacidad de sus usuarios. Cada transacción de datos debe pasar por varias etapas, incluida la aceptación, minería, distribución y verificación por la red nodal, VisaNet opera en un sistema centralizado que elimina muchos de los procesos de los sistemas descentralizados.

Debido a que las criptomonedas se están convirtiendo en una fuerza que genera cada vez más adeptos en el mundo de las finanzas y los negocios, los desarrolladores de blockchain están tratando de incrementar el volumen de gestión de la blockchain al crear nuevas capas (L2) en la blockchain optimizando la escalabilidad por una parte para acelerar los tiempos de procesamiento y aumentar el número de TPS en las capas 1 (L1).

También para mejorar la seguridad de la red y llevar el mantenimiento de los registros se han creado las capas de blockchain y se están construyendo nuevos protocolos para estandarizar la mensajería, la transferencia de información y de valor en cadenas las distintas cadenas de bloques que se desarrollaron como mundos aislados confinados dentro de un ecosistema, con miles de DApps que habitan estos mundos.

## 5. Capa 1 (Layer 1, Main Blockchain)

El término cadena de bloques es técnicamente la primera capa (L1) de cadenas de bloques en criptografía, es su Main Blockchain. Son redes con un libro mayor abierto que almacena el historial de transacciones de cada dirección que trabaje con ella. Se conoce como la liquidación

*Tabla 2: Principales blockchain de la capa 1 (L1) y sus criptomonedas*

#	Moneda	Precio	Volumen en 24 h	Capitalización de mercado
1	Bitcoin - BTC	26.857,41	11.473.803.850	520.519.473.360
2	Ethereum - ETH	1816,28	5.305.757.380	218.426.489.078
4	BNB - BNB	309,8	431.550.318	48.917.876.703
7	Cardano - ADA	0,36946	189.890.758	12.947.833.579
11	Solana - SOL	19,62	298.813.622	7.772.342.805
14	Polkadot - DOT	5,31	94.267.121	6.559.770.637
17	Avalanche - AVAX	14,72	146.198.698	4.921.328.652
23	Cosmos Hub - ATOM	10,48	61.100.743	3.065.826.166
29	Bitcoin Cash - BCH	115,09	66.883.312	2.231.684.814
34	Hedera - HBAR	0,052288	14.862.153	1.644.147.919

Fuente: Basado en datos de Coingecko.com (22-05-23).

El símbolo # corresponde a la ubicación de la moneda respecto a la capitalización total de todas las monedas en circulación, los precios están expresados en dólares estadounidenses.

posterior a las operaciones de los mineros y los validadores que verifican la finalidad de las transacciones. Por Finalidad se interpreta que las transacciones que se ejecutan en cada cadena no se pueden alterar ni cambiar una vez que éstas se completan y verifican.

Ethereum es el primer libro mayor distribuido que se promociona como la red blockchain que liquida transacciones y posee una computadora mundial que permite la implementación de contratos inteligentes en forma simultánea.

## 6. Capa 2 (Layer 2, Sidechain)

Las tecnologías L2 nacieron debido a la deficiencia experimentada por las blockchain en la capa 1: la escalabilidad.

Las DApps no pudieron escalar lo que Visa logró con VisaNet para las transacciones financieras y lo que los juegos AAA han logrado para las microtransacciones debido al límite de transacciones por segundo (TPS) de las cadenas de bloques y el hardware necesario para aumentar el rendimiento.

Cryptokitties causó la mayor congestión en la red Ethereum con un promedio de 20.000 transacciones no confirmadas. Las transacciones de Bitcoin estaban en ese momento por detrás de una cola de casi 200.000 transacciones. Estas colas de espera hacen que los clientes ofrezcan mayores recompensas (costos de transacción más alto) para ser elegidos por los mineros y posicionarse antes en la fila para ser validado. Debido a su diseño, las L2 también tiene tarifas de gas más baratas que las L1 junto con la escala de transacciones y usuarios.

En lo que respecta a la seguridad y el código, las soluciones en capa 2 de Ethereum son con la capa 1 y con la EVM (Ethereum Virtual Machine) que permite realizar contratos inteligentes en el lenguaje solidity y no tienen una curva de aprendizaje compleja que permite que los desarrolladores las adopten.

Tabla 3: Principales blockchain de la capa 2 (L2) y sus criptomonedas

#	Moneda	Precio	Volumen en 24 h	Capitalización de mercado
10	Polygon - MATIC	0,87	185.177.118	8.072.253.021
39	Arbitrum - ARB	1,12	114.314.252	1.430.135.426
64	ImmutableX - IMX	0,72	15.018.973	723.280.933
83	Optimism - OP	1,63	66.357.745	547.024.079
107	Loopring - LRC	0,29	16.044.035	362.157.219
208	SKALE - SKL	0,03	5.422.445	145.141.047
223	Cartesi - CTSI	0,18	12.583.840	131.615.939
276	Metis - METIS	22,05	1.106.525	95.966.022
301	Coinweb - CWEB	0,03	296.104	84.112.450
392	Boba Network - BOBA	0,17	1.009.262	56.551.662

Fuente: Basado en datos de Coingecko.com (22-05-23).

El símbolo # corresponde a la ubicación de la moneda respecto a la capitalización total de todas las monedas en circulación, los precios están expresados en dólares estadounidenses.

La Ethereum Virtual Machine define el conjunto de reglas que se pueden ejecutar el código de máquina arbitrario mediante contratos inteligentes. Los clientes de Ethereum y las cadenas compatibles con EVM se adhieren a estas reglas específicas.

Polygon es la principal cadena de bloques compatible de la capa 2 con prueba de participación (POS) y EVM (Ethereum Virtual Machine) con su moneda nativa MATIC. Se define como un L2 que actúa como una capa de confirmación que envía periódicamente puntos de control a la red madre. Se pueden crear DApps y servicios en Polygon tal como se lo hace en la capa 1, a ese nivel, no ofrece diferencias. Todas las aplicaciones de capa 1 pueden ser replicadas en capa 2, con los beneficios de mayor rapidez y economía de costos que eso supone.

Arbitrum y Optimism son cadenas de bloques compatible con la capa 2 que se crearon con el objeto de mejorar la escalabilidad (aumentar la cantidad de operaciones por segundo) y la velocidad de las transacciones mediante el uso de acumulaciones, realizando transacciones fuera de la cadena antes de comprometerse finalmente con la capa 1, la capa sobre la que se asienta (L1).

*Cadenas laterales.* La red Ronin es una cadena lateral de ethereum con el objetivo explícito de admitir –dentro del juego Axie Infinity– transacciones para mascotas Axie NFT, NFT terrestres y artículos NFT. Utiliza el algoritmo de consenso de Prueba de autoridad (POA) basado en la reputación para validar de manera eficiente las transacciones dentro de la red blockchain, aunque con una delegación limitada de interesados.

## **7. Otras capas (Capa 3 y Capa 0)**

### **7.1 Capa 3**

En las blockchain de Capa 3 (L3) se pueden instalar aplicaciones descentralizadas (DApps) y protocolos asociados y se la interpreta como una capa de aplicación. Esto es, que los contratos inteligentes, las API, la interfaz de usuario y los scripts se los puede incluir en la capa de aplicación para interactuar con los contratos inteligentes implementados en L1 o L2.

Los protocolos y las aplicaciones frontend como la billetera Metamask pueden acceder a las cadenas de bloques de capa 1 y capa 2 de forma inmediata.

### **7.2 Capa 0**

Las tecnologías de capa 0 son protocolos que se comunican con diferentes cadenas de bloques.

El ecosistema Polkadot

Polkadot es una cadena de bloques de capa 0 que permite que no solo se transfieran tokens sino también datos arbitrarios a diferentes cadenas de bloques. Ejecuta la cadena de retransmisión como su cadena principal y sus cadenas hermanas llamadas Parachains (L1).

Actualmente Polkadot tiene en su infraestructura 44 parachains validadas y otras 144 en distintas etapas del proceso de validación.

Kusama es una red hermana de Polkadot, una blockchain o red canaria que se creó para probar soluciones de escalabilidad e interoperabilidad antes de desplegarlas en Polkadot. Debido a esta naturaleza experimental, Kusama se ha convertido en un punto caliente para los proyectos en fase inicial que buscan construir una infraestructura similar a la de Polkadot, de esta forma, Kusama ayuda a mantener seguro a Polkadot sirviendo como un sistema de advertencia sobre problemas que puedan amenazar la seguridad y estabilidad de la red.

Avalanche es otra tecnología de capa 0 compuesta por una capa primaria con 3 cadenas de bloques:

- Exchange Chain para intercambiar activos,
- Platform Chain para crear cadenas personalizadas a través de una subred y
- Contract Chain para ejecutar los contratos inteligentes.

La capa 0 como capa de datos e interoperabilidad permite que múltiples tecnologías se comuniquen entre sí.

Las cadenas de bloques se encuentran aisladas unas de otras y se construyen puentes (los bridges) y rollups que permiten la interoperabilidad entre las distintas cadenas. Representan a dos de las tres tecnologías interoperables que funcionan (el intercambio atómico aún sigue siendo una prueba de concepto) que permiten la transferencia de valor, datos, etcétera a través de las redes.

### 7.3 Capa 1 y Capa 2 de la blockchain (L1 y L2)

Capa 1 o Layer 1 define al nivel base de la arquitectura de una blockchain siendo la estructura principal de una red, como lo son Bitcoin, Ethereum y BNB Chain –entre otros– ejemplos de blockchains de Layer 1.

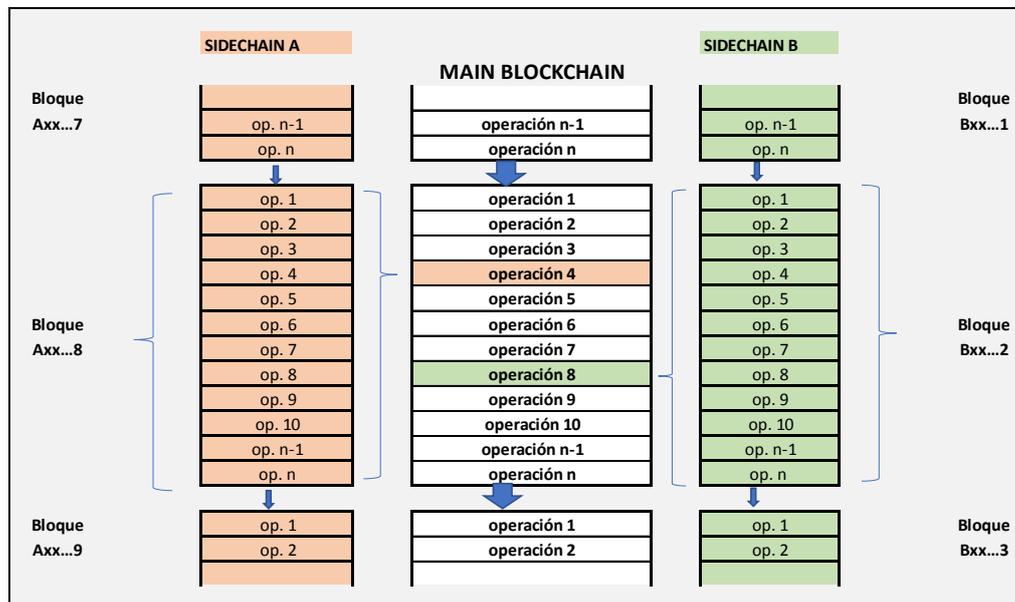
Capa 2 o Layer 2 designa a las redes construidas sobre otras blockchains. Mientras que si Bitcoin es una Capa 1, Lightning Network que se ejecuta sobre ella es un ejemplo de Capa 2, para el caso de Ethereum (capa 1), la blockchain de Poligon se encuentra instalada como capa 2 o Layer 2.

Las mejoras que pueden realizarse a efectos de mejorar la escalabilidad de las redes blockchain pueden ser categorizadas como soluciones de Capa 1 y Capa 2.

Una solución de Capa 1 (Main Blockchain) cambiará las reglas y los mecanismos de la blockchain original, por lo tanto, modifican la capa base del protocolo blockchain para lograr las mejoras deseadas. Por ejemplo, el tamaño del bloque se puede ajustar para acomodar más transacciones, o los usuarios pueden modificar los protocolos de consenso para mejorar la velocidad y la eficiencia.

Una solución de Capa 2 (Sidechain) utiliza una red externa paralela que facilita las transacciones realizándolas por fuera de la cadena principal, e integrando cada bloque a la L1 como una operación más. Las soluciones de escalabilidad de esta capa funcionan como soluciones off-chain que comparten la carga del protocolo principal de la blockchain. Las tareas específicas de procesamiento de información y procesamiento de transacciones se delegan a protocolos, redes o aplicaciones de Capa 2 mediante la red principal de un protocolo blockchain. Los protocolos o soluciones off-chain completan la tarea designada e informan el resultado a la capa principal de la cadena de bloques.

Ilustración 3: Main blockchain y sidechain



La economía de costos se realiza dado que un bloque de la sidechain (con múltiples operaciones) ocupa el espacio (y el costo de operación) de una sola operación en la red madre, otorgando además mayor velocidad de procesamiento. Para el caso de Bitcoin, cada bloque de 1 mb demora 10 minutos en procesarse y contiene aproximadamente 2048 operaciones; en Ethereum cada bloque almacena cerca de 240 transacciones, pero se validan cada 12 segundos.

Cuando una blockchain se satura, las transacciones pendientes se acumulan en el pool de memoria de la misma red y las transacciones se demoran y toman mayor tiempo su procesamiento, entonces los mineros comienzan a priorizar las transacciones con mayores tarifas de gas para confirmarlas. Esto sencillamente aumenta aún más el costo mínimo para realizar cualquier transacción. Dicho de otra manera, se produce una oferta de fees más altos para confirmar y cerrar las transacciones por parte de los usuarios del sistema.

El ciclo de incremento de precios llega a un punto en que las tarifas de gas se disparan, lo que empeora la situación para todos. La escalabilidad de la Capa 2 apunta a brindar una solución a este problema y a disminuir los costos de transacción.

## 7.4 Sidechains

Junto con los canales de estado como Lightning Network y los contratos inteligentes, las sidechains (cadenas laterales) también representan una solución de escalabilidad para la tecnología de Capa 2 de blockchain. Una sidechain es una cadena transaccional que permite realizar un gran número de transacciones debido a que tiene un mecanismo de consenso independiente de la capa nativa, evitando la saturación del sistema madre. El mecanismo puede optimizarse para mejorar la escalabilidad y la velocidad de procesamiento. En este escenario, la main blockchain debe confirmar los registros de la transacción, mantener la seguridad y resolver disputas.

Las sidechains difieren de los canales de estado ya que registran públicamente todas las transacciones en el registro. Además, si una sidechain sufre una falla de seguridad, no afecta otras sidechains o la main blockchain de capa base en sí misma.

*Tabla 4: Definiciones, Cambios y soluciones*

	L1	L2
<i>Definiciones</i>	Las soluciones de escalado de 1 capa son modificaciones en el protocolo base de la red Blockchain para lograr mejoras	Las soluciones de escalado de capa 2 implican el uso de servicios o redes fuera de la cadena para mejorar la escalabilidad
<i>Trabajo</i>	Los cambios en la base del protocolo, como tamaños de bloques más grandes o nuevos mecanismos de consenso, pueden potenciar la escalabilidad	Compartir la carga de trabajo de pedidos y procesamiento de transacciones con soluciones fuera de la cadena mejora la escalabilidad
<i>Tipos</i>	Mejora del protocolo de consenso Fragmentación. Modificaciones en el tamaño del bloque.	Cadenas de bloques anidadas Cadenas laterales. Canales de estado.

## 8. Propuesta al trilema de acuerdo con Algorand

Algorand emplea la aleatoriedad para resolver el trilema de blockchain. La atención se centra en los validadores, que tienen la tarea de agregar las nuevas transacciones (nuevos bloques). El objetivo principal de una cadena de bloques entonces es encargar validadores de una manera que preserve la descentralización y permita la escalabilidad. Algorand hace esto seleccionando validadores al azar de todos los poseedores de tokens. La red se basa en un algoritmo que selecciona automáticamente el siguiente grupo de nodos que se vuelven elegibles para agregar bloques. Este enfoque mantiene la descentralización, ya que el sistema puede seleccionar a todos. El hecho de que nadie sepa quiénes serán los próximos validadores.

## 9. Conclusiones

El trilema de las blockchain fue definido por Vitalik Buterin como el principal desafío que tienen las redes para transformarse en competitivos a la hora de realizar transacciones financieras pequeñas a nivel mundial.

A las características conocidas de las criptomonedas –fácil acceso a través de cualquier dispositivo electrónico conectado a internet, internacionalización, autoguardado de valores, inmaterialidad–, el modelo de negocios contempla:

- a. la descentralización en oposición a las grandes instituciones proveedoras de pago como Visa
- b. la seguridad a través de un gran libro de contabilidad de libre acceso llevado por medio de validadores, el cual no permite la reversión de las operaciones, presentando a la escalabilidad como su desafío
- c. la escalabilidad, que asociada a mayor velocidad y cantidad de operaciones por segundo redundan en menores comisiones, lo que le permitiría cerrar el círculo virtuoso

En síntesis, el gran desafío de las redes blockchain es vencer el trilema, para que una vez que logren seguridad, descentralización y escalabilidad –economía de comisiones y rapidez–, puedan llegar a ser un jugador importante en las operaciones financieras diarias de millones de personas y organizaciones en los próximos años, compitiendo con otros medios de pago de clase mundial.

## REFERENCIAS

- Adede, C. (2022). *Capa 1 (L1) y Capa 2 (L2) ¿Cuál es la diferencia entre ambos conceptos?* En sitio web es.beincrypto.com, 11-07-2022
- Arroyo, M. (2023). *Segunda capa de Ethereum supera a la red principal en transacciones diarias*. En sitio web criptonoticias.com, 23-02-2023.
- Binance (2022). *Capa 1 de blockchain vs. soluciones de escalabilidad de Capa 2*. En sitio web academy.binance.com, 31-05-2022.
- Capa 1 vs. Capa 2 de la blockchain, lo que debes saber*. En sitio web learn.bybit.com, 08-09-2021.
- Capas 1 y 2 de Blockchain: lo que debe saber*. En sitio web blockchain-media.org.
- Caprari, M. (2022). *¿Qué son las soluciones de capa 3?* En sitio web letsbit.io, 18-10-2022.
- Collado, L. (s.f.). *VisaNet: el poder de conectar al mundo*. En sitio web visa.com.ar.
- DiarioBitcoin (2022). *Las principales 4 soluciones de escalabilidad Capa 2 para Ethereum*. En sitio web diariobitcoin.com, 28-03-2022.
- Fridman, L. (2021). *¿Cómo resuelve Algorand el trilema de Blockchain? Una explicación de Silvio Micali en el Podcast de Lex Fridman*. En sitio web interchainment.com, 14-05-2021.
- IBM (s.f.). *¿Qué es la seguridad de blockchain?* En sitio web ibm.com.
- Jadra, A. (2022). *Layer 2 o Capa 2: la alternativa en escalabilidad para blockchain*. En sitio web elblogchain.com, 22-11-2022.
- Mena Roa, M. (2022). *La adopción de las criptomonedas en el mundo*. En sitio web es.statista.com, 11-11-2022.
- Mulligan, D. (2022). *Introducción a los protocolos blockchain de nivel 1 y 2*. En sitio web ascendex.com, 02-05-2022.
- Paxful Team (2022). *Solución para el problema de escalabilidad de las criptomonedas: ¿qué es la segunda capa?* En sitio web paxful.com, 25-04-2022.
- ¿Qué son las Blockchain L2 y las 5 principales que existen en Ethereum*. En sitio web observatorioblockchain.com.