

Análisis

Evaluación de una propuesta tecnológica basada en la aplicación de Blockchain para la inclusión financiera en grupos de ahorro

Evaluation of a technological proposal based on the application of Blockchain for financial inclusion in savings groups

DOI: <https://doi.org/10.51378/reuca.vi19.8711>

Fecha de recibido: 18 de junio de 2024

Fecha de aceptado: 13 de septiembre de 2024

Claudia Vanessa Duran León

Investigadora independiente

cvaneleon@gmail.com

ORCID: 0009-0000-6903-8523

El Salvador

Ada Mabel Gutiérrez Hernández

Investigadora independiente

ada.gutierrezzh@gmail.com

ORCID: 0009-0003-1373-9314

El Salvador

Julio Noe Flores Gutiérrez

Investigador independiente

17julioflores@gmail.com

ORCID: 0009-0008-9077-3512

El Salvador



Resumen

La inclusión financiera ha experimentado un auge con diversas iniciativas y entidades comunitarias, como los grupos de ahorro, buscando ofrecer alternativas a sectores desatendidos por instituciones financieras tradicionales. La digitalización de servicios tradicionales ha revolucionado la vida social al democratizar el acceso a una amplia gama de servicios, incluyendo inversiones, créditos, financiación y ahorro, gracias a tecnologías descentralizadas. Aunque la tecnología blockchain está en sus primeras etapas de adopción masiva, ya ha demostrado eficiencia en resolver problemas vinculados a la inclusión financiera a través de diversos protocolos, presentando una diversidad de opciones y soluciones con distintos enfoques y complejidades. La filosofía detrás de las implementaciones en blockchain se basa en principios fundamentales: transparencia, inmutabilidad, eficiencia y reducción de costos al eliminar intermediarios. Estos valores se reflejan en los componentes técnicos de las redes blockchain, como los protocolos de consenso y modelos de transacciones. Las soluciones web 3.0, al adoptar tecnologías descentralizadas, tienen el potencial de empoderar a comunidades de ahorro con falta de acceso a servicios bancarios y lejanía geográfica, permitiendo alcanzar autonomía financiera y mejorar la calidad de vida. Por ello, este trabajo aborda fundamentos teóricos que permiten diseñar una red base aplicada a un grupo de ahorro y préstamo comunitario de la iniciativa económica promovida por la Asociación Servicio Solidario CVX.

Palabras Clave: Inclusión financiera, blockchain, web 3.0, DApp, LACChain, grupos de ahorro, seguridad, escalabilidad, interoperabilidad, El Salvador.

Abstract

Financial inclusion has boomed with various initiatives and community-based entities, such as savings groups, seeking to offer alternatives to sectors underserved by traditional financial institutions. The digitisation of traditional services has revolutionised social life by democratising access to a wide range of services, including investments, credit, financing and savings, thanks to decentralised technologies. Although blockchain technology is in its early stages of mass adoption, it has already demonstrated efficiency in solving problems linked to financial inclusion through various protocols, presenting a diversity of options and solutions with different approaches and complexities. The philosophy behind blockchain implementations is based on fundamental principles: transparency, immutability, efficiency and cost reduction by eliminating intermediaries. These values are reflected in the technical components of blockchain networks, such as consensus protocols and transaction models. Web 3.0 solutions, by adopting decentralised technologies, have the potential to empower underbanked and geographically remote savings communities, enabling them to achieve financial autonomy and improve their quality of life. Therefore, this paper addresses theoretical foundations that allow the design of a base network applied to a community savings and loan group of the economic initiative promoted by the CLC Solidarity Service Association.

Keywords: Financial inclusion, blockchain, web 3.0, DApp, LACChain, savings groups, security, scalability, interoperability, El Salvador.

Introducción

La inclusión financiera lleva años en auge, y son muchas las iniciativas y experiencias que se han desarrollado a lo largo del tiempo, ofreciendo alternativas del sistema financiero a sectores desatendidos por bancos e instituciones financieras tradicionales. Existen diferentes teorías relacionadas con el ahorro, las cuales pueden variar dependiendo de factores sociales, geográficos o ambientales en los que se viva. Fisher (1930), menciona que el individuo se encuentra con una cierta cantidad de recursos o ingresos finitos, por lo que debe resolver qué cantidades ahorrar o consumir. Otra idea planteada por el autor es que el ahorro es consecuencia del exceso de ingreso, este punto es interesante teniendo en cuenta el comportamiento de los países en vías de desarrollo, donde todos sus ingresos se dedican al consumo, por lo tanto, el ahorro es limitado (Roca, 2008).

El Salvador ha trabajado en inclusión financiera a lo largo del tiempo, consolidando iniciativas que han logrado la aceptación de la población a través de sus beneficios, como el acceso a una cuenta bancaria con el propósito de cumplir metas personales, mejorar la calidad de vida, aumentar la capacidad de ahorro y generar estabilidad financiera. Otro de los beneficios percibido es el manejo de dinero electrónico, el cual reduce el riesgo de manejo de efectivo al igual que la reducción de costos en traslado a sucursales. La tecnología ha dado lugar a la creación e integración de los canales digitales y físicos de las entidades bancarias, lo cual incrementa la accesibilidad y la confianza de las personas (Viera, 2017). La Figura 1 refleja la evolución del tema de inclusión financiera en El Salvador partiendo del 2012 con la incorporación del Banco Central de Reserva como miembro de la Alianza para la inclusión financiera (AFI) hasta el año 2019 con la creación del Consejo Nacional de Inclusión y Educación Financiera.

Figura 1.

Línea de tiempo de las principales políticas nacionales financieras de El Salvador.



Nota. Adaptado de la Política Nacional de Inclusión Financiera para El Salvador (PNIF-SLV, 2019).

Según la encuesta nacional de acceso y uso de productos financieros realizada por el Banco Central de Reserva (2022), el 28% de la población adulta posee una cuenta de ahorro y el 14% hace uso del dinero electrónico, mientras que un 25% de los encuestados considera que la idea de utilizar su teléfono celular para manejar su dinero o realizar operaciones financieras es muy útil y confiable y consideran que los canales financieros más utilizados son las agencias bancarias, seguido por los cajeros automáticos y los corresponsales financieros.

Igualmente la inclusión financiera se ha visto influenciada por la digitalización, ya que implica el despliegue de medios digitales para abordar las poblaciones tradicionalmente excluidas de los sistemas financieros, en especial con el rápido avance de la tecnología y su penetración a nivel global, lo que trae beneficios tanto a las poblaciones afectadas como a las empresas e inversores, que son capaces de crear nuevos mercados, beneficiando a la vez de manera positiva a estos sectores sociales (The World Bank, 2014).

A través de la investigación se pretendió determinar una alternativa asequible de un sistema descentralizado que permita la inclusión financiera de cualquier usuario interesado considerando los factores sociales que puedan limitar o potenciar la implementación. El grupo de ahorro "Las primaveras" en Teotepeque, formado por catorce miembros, se reúne semanalmente para discutir temas de interés y gestionar sus ahorros, préstamos y actividades comunitarias. Regulan sus actividades con registros manuales y sanciones por incumplimientos. Aunque enfrentan problemas como discrepancias en los registros y la inseguridad local, siguen adelante con su sistema de ahorro, similar al blockchain, donde la información es compartida y controlada por todos los miembros.

La tecnología blockchain, si bien sigue estando en sus etapas iniciales de adopción masiva, ya ha probado su eficiencia para resolver problemas tangibles, incluyendo casos de usos vinculados a la inclusión financiera. Se observan protocolos como Valora Onder (2022) que abordan la desbancarización, y Moeda (2023) que se enfoca en el capital semilla para pequeños emprendedores, y muchos más, cada uno con sus particularidades sociales y técnicas, siendo uno de

los puntos a destacar, la diversidad de alternativas presentadas al momento de desarrollar la solución. Estas opciones van desde la creación de una blockchain nueva que busque solventar de raíz el problema, hasta soluciones más compactas como una DApp (Aplicación Descentralizada).

Metodología

La investigación fue exploratoria, ya que pretendía dar una visión general de tipo aproximativo a una determinada realidad, pues este tipo de investigaciones se realizan especialmente cuando el tema ha sido poco explorado y reconocido, siendo difícil formular hipótesis precisas (García, 2023).

Con el presente trabajo se realiza una evaluación de diseño basada en blockchain que permite adaptar el modelo de ahorro y préstamo comunitario de un grupo de ahorro apoyado por la iniciativa económica dirigida por Asociación Servicio Solidario CVX. La Asociación apoya a distintos grupos de ahorro distribuidos en el país, uno de ellos es el grupo Las primaveras del que ya se ha hecho mención y en cuya constitución comparecen doce mujeres y dos hombres, todos miembros del grupo que se originó en 2015., El funcionamiento de cada grupo de ahorro puede variar, pero este en particular mantiene una reunión semanal donde su actividad principal es el ahorro y la generación de registros manuales por cada transacción realizada.

Los miembros del grupo se reúnen una vez por semana en una casa en particular, la cual cuenta con conexión a internet vía Wifi. Cada miembro del grupo se presenta con su respectivo cuaderno donde incorporan los registros monetarios de los demás gestores.. Al final del año se reparten dividendos en función de los ingresos generados, cada miembro decide la cantidad de dinero que desea retirar de manera individual de sus ahorros independientes. Uno de los principales problemas encontrados es la diferencia entre los registros de los integrantes del grupo, es importante mencionar que una de las reglas establecidas en el grupo es que todos los miembros son conocedores de la información monetaria del resto, así como todas las decisiones deben ser aprobadas por todos los miembros, este comportamiento se puede considerar similar al mecanismo de una red blockchain, en la cual

existe un registro compartido entre múltiples nodos, donde las transacciones o información se registran en bloques unidos con una cadena criptográfica en la cual su histórico es inmodificable y acumulativo (Ast, 2021). Algunas de sus aplicaciones más destacadas se utilizan para el almacenamiento de datos en la nube a partir de distintos puntos geográficos, registros y verificación de datos, supervisión y trazabilidad de productos dentro de cadenas de suministro, entre otros (Redacción APD, 2020).

A partir de la alta capacidad de esta herramienta se propone el diseño una red base donde cada miembro representa un nodo, en la cual ninguno es dueño en la totalidad de su información, cada transacción o registro será visible y almacenado para cada bloque sin posibilidades de ser eliminados. Cuando uno de estos nodos requiera un préstamo todos los nodos deben aceptar y estar en sintonía ante dicha solicitud.

Etapa inicial

El primer paso es definir el tema basado en el interés colectivo en tecnología blockchain y su aplicación de manera innovadora. A partir de este punto surgen distintas alternativas discutidas en conjunto para solventar un problema. Evaluando posibles soluciones, limitantes y alcances, se definió el diseño de una propuesta basada en blockchain que potencie la inclusión financiera de grupos de ahorro; este trabajo se centra específicamente en el grupo de ahorro Las Primaveras del municipio de Teotepeque.

A partir de este punto, se utilizaron distintos recursos bibliográficos que permitieron ampliar los conocimientos en blockchain y orientar el camino del proyecto, definiendo objetivos, limitantes, requisitos y alcances.

Como segundo paso se define el problema de manera formal, para lo cual era necesaria la opinión de los miembros del grupo Las Primaveras, por lo tanto, se realizó una visita a Teotepeque que permitiera observar la dinámica de las reuniones que ejecutan de manera semanal, su situación actual y de qué manera se pueden optimizar sus operaciones. Durante la visita se utilizaron tres técnicas de investigación (Guerrero, 2016) las cuales se describen a continuación Guerrero:

- Observación: definida por la Real Academia de la Lengua Española (2024) como la acción de buscar, investigar, comparar o explorar algo que se encuentra en nuestro entorno. Esta técnica permite obtener información sobre un acontecimiento tal y cómo se produce, con el fin de obtener información de un tema en específico.
- Observación participante: técnica que parte de la observación pura, sin embargo, presenta una interacción entre el observador y los observados. En ella se pueden generar cuatro elementos: participante total, participante como observador, observador participante y observador total. La observación participante se caracteriza principalmente por requerir que el objeto de investigación sea externo al investigador. La convivencia en el sistema de estudio se considera el pilar fundamental de este método.
- Entrevista: técnica en la que el entrevistador solicita información a un entrevistado sobre un problema determinado; se divide en entrevista estructurada, la cual se desarrolla en un marco más rígido, donde el entrevistador genera una serie de preguntas en donde no cambia su secuencia; y la entrevista no estructurada, que a pesar de tener un objetivo sobre la información a obtener, no se rige de una estructura formal, antes bien, se desarrollan nuevas interrogantes según sus necesidades.

Etapa intermedia

En la generación de alternativas se evaluaron las posibles limitantes como el nivel de alfabetización digital de los miembros de la comunidad, percepción errónea referente al concepto de blockchain, regulaciones de transferencias o movimientos monetarios en la red, contaminación por emisión de la red, falta de financiación del proyecto, entre otras; dichas limitantes inclinan el trabajo por diferentes caminos para finalmente elegir aquella o aquellas alternativas que se considere que son las más adecuadas en función de las variables como tiempo de duración, presupuesto y alcance, con el fin de tener un diagnóstico estratégico que facilite la implementación de los objetivos planteados.

Inicialmente se recabó información de documentos y artículos científicos relacionados con las aplicaciones de blockchain en grupos de ahorro, agricultores o poblaciones económicamente excluidas. La búsqueda se realizó completamente online utilizando palabras claves como blockchain, cadena de bloques, tecnología, descentralización, grupos de ahorro, nodos e inclusión financiera, para luego clasificar la información en cuatro áreas importantes:

- Inclusión y educación financiera
- Inclusión financiera en El Salvador
- Tecnología Blockchain
- Aplicaciones Blockchain

Etapas finales

El método de pesos ponderados facilita la toma de decisiones cuando se tienen que seleccionar alternativas, por tal razón la técnica utilizada fue el Método de la Matriz de Decisión (Decision Matrix Method), la cual consiste en asignar un peso a cada factor o criterio relevante y común presente en todas las alternativas para evaluar las opciones, luego se calcula la puntuación ponderada para cada alternativa, y de esta forma seleccionar la propuesta tecnológica basada en sistemas descentralizados (Marcano et al., 2015).

El procedimiento para aplicar esta técnica es:

- Identificar criterios comunes en las alternativas
- Asignar pesos

- Definir escala de valoración 1-10
- Evaluar las alternativas
- Calcular la puntuación ponderada
- Seleccionar la mejor alternativa que responda a la problemática que se está investigando

Resultados

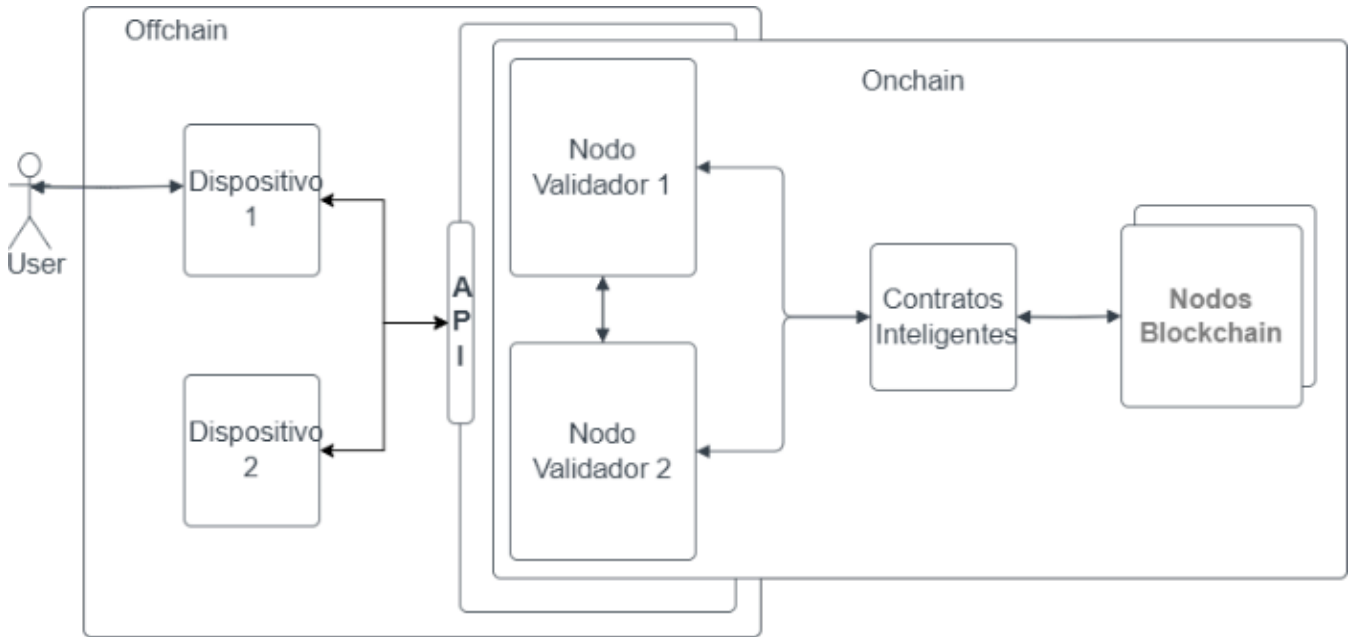
Se analizaron cuatro alternativas posibles para el diseño de la red base:

- Blockchain Pública: implica la realización de una red principal desde cero, semejante a Ethereum o Bitcoin. Existen proveedores y ejemplos que permiten demostrar la factibilidad del modelo:

LACChain: construida sobre el cliente Besu de Hyperledger. Este cliente se basa en los protocolos de consenso de Ethereum Mainnet, incluyendo el Ethereum clásico con el PoW - Proof of Stake (Prueba de participación), y el PoS - Proof of Work (Prueba de trabajo) después del Merge, además de otros algoritmos de consenso que pueden ser ejecutados a través de plugins (entradas) del motor de ejecución del cliente. Está escrito en el lenguaje de programación Java, proveyendo un rendimiento bastante bueno (Hyperledger Foundation, (s.f.)). En el caso de LACChain se basa en el protocolo BFT 2.0. siguiendo una arquitectura similar a la de Ethereum, que es la que provee como default Besu.

Figura 2.

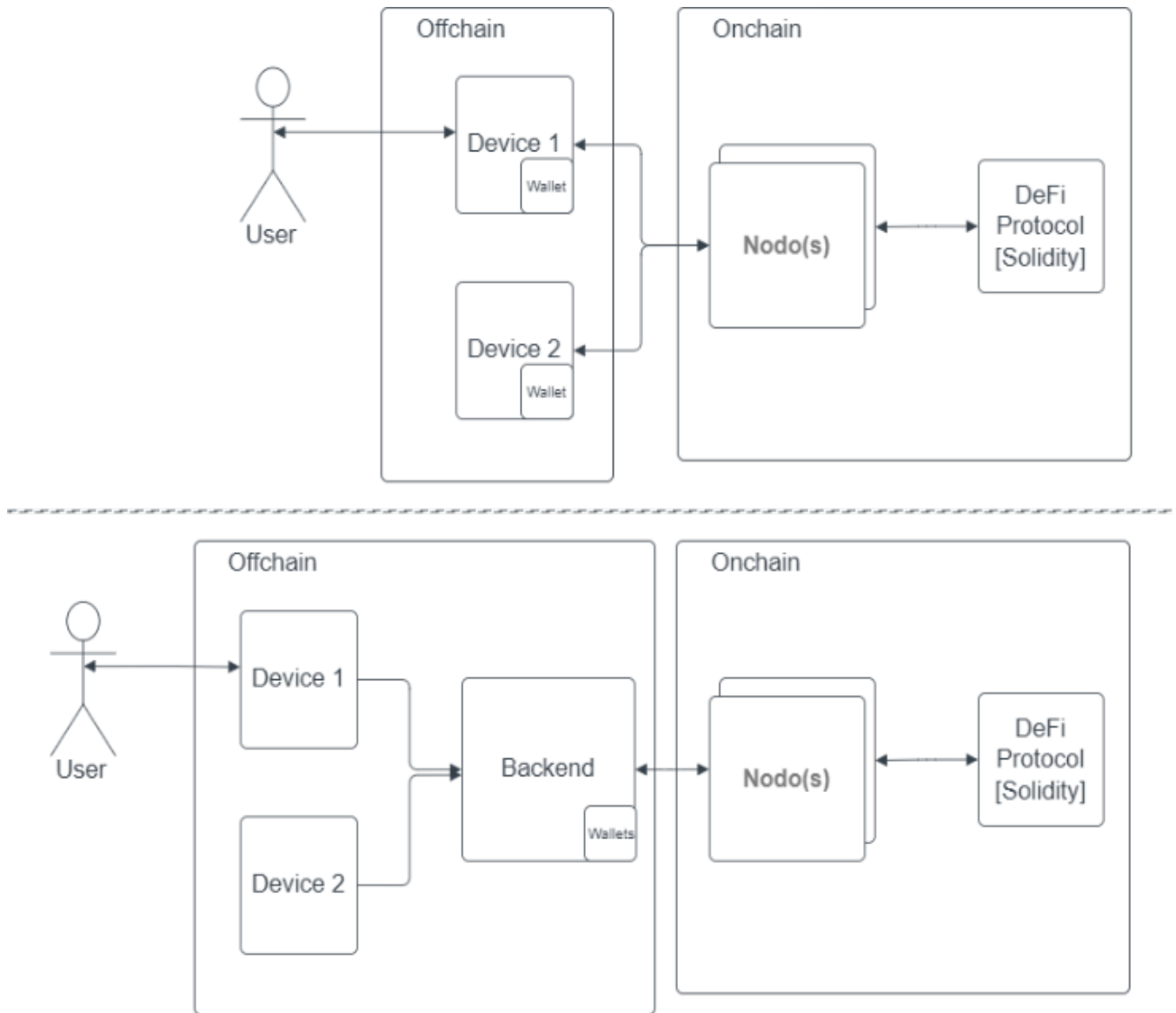
Diseño de arquitectura para blockchain pública.



- Blockchain Privada: implica, igual que con la alternativa anterior, la construcción de una red, pero en este caso con la óptica de una red más especializada en la que sólo ciertos participantes pueden entrar, y en el que la red se ajusta a las necesidades con las que fue creada. Hyperledger posee dos frameworks que permiten trabajar con este tipo de blockchains, incluyendo Besu, y también el más popular en la industria (Fabric et al., 2021).
- Capa L2: se pretende construir sobre otra red, como bien podría ser LACChain o Celo, o una red compatible con EVM (Ethereum Virtual Machine) que permita replicar a través de rollups soluciones como Optimism y Arbitrum en Ethereum. Por lo que, aparte de las especificaciones técnicas, se busca que la red base se alinee con los valores que impulsan a esta solución, para que la comunidad resultante esté alineada con la red principal, y promueva un crecimiento orgánico y mutuo con otras comunidades del ecosistema (Ethereum,2023).
- DApp: busca crear un protocolo a través del desarrollo de una aplicación sobre una red en específico. A través del uso de contratos inteligentes se ha demostrado como muchas aplicaciones DeFi (Finanzas Descentralizadas) pueden construir grandes soluciones sin necesidad de recurrir a generar toda la tecnología e infraestructura desde cero, por lo cual es una alternativa viable enfocarse en aprovechar al máximo las opciones existentes en el mercado y potenciarlas a través de una gran visión y un buen caso de uso. Véase como ejemplo a MakerDAO o Uniswap (Simões, 2022).

Figura 3.

Diseño de arquitectura para DApp.



Con el fin de seleccionar la mejor alternativa se desarrolla un análisis de las características para evaluar la posible solución, tanto desde una perspectiva técnica como administrativa. Las ponderaciones se establecieron en función del contexto actual del grupo de ahorro Las Primaveras, los recursos y limitantes considerando un posible desarrollo a futuro. Mientras que las notas se

asignaron según juicio de expertos e investigación de fuentes secundarias.

Con la información recabada se presentan comparativamente los alcances y limitaciones de cada una de las cuatro alternativas propuestas para implementación como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1.

Comparación de alcances y limitantes de alternativas de implementación

| | Blockchain | | Capa L2 | Protocolo DApp |
|-------------------|---|--|---|--|
| | Publica | Privada | | |
| Alcances | <ul style="list-style-type: none"> - Transparencia y accesibilidad en el desarrollo de la red. - Provee un amplio grado de extensibilidad y compatibilidad con otros ecosistemas en términos de tecnologías disponibles y experiencias de usuario. | <ul style="list-style-type: none"> - Red personalizable a las necesidades del usuario final, pudiendo construir desde cero la tecnología en base al caso de uso. - Provee un mejor desempeño técnico originado desde el diseño del sistema a medida para las operaciones previstas. - Gestión total sobre la capacidad operativa del sistema. | <ul style="list-style-type: none"> - Respaldo por ecosistemas reconocidos y de confianza, con patrones y estándares definidos y probados. - Cuenta con un amplio grado de extensibilidad y compatibilidad con otros ecosistemas en términos de tecnologías disponibles y experiencias de usuario. | <ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo accesible y menos complejo, basado en contratos inteligentes e interfaces web tradicionales. - Resguardado bajo la seguridad prevista por blockchain en la que es desplegado. |
| Limitantes | <ul style="list-style-type: none"> - Alto grado de complejidad técnica para el desarrollo y mantenimiento por el nivel de estandarización requerido. - Sujeto a posibles interrupciones de terceros que entorpezcan la red y/o desvirtúen el propósito de la misma. | <ul style="list-style-type: none"> - Alto grado de complejidad técnica para el desarrollo y mantenimiento por el grado de personalización requerido. - Dificultad en la gestión del coste operativo y el mantenimiento de la infraestructura de comunicación en el sistema. | <ul style="list-style-type: none"> - Alto grado de complejidad técnica para el desarrollo y mantenimiento. - Dificultad en la gestión del coste operativo y el mantenimiento de la infraestructura de comunicación en el sistema. - Sujeto a posibles fluctuaciones en los precios de los tokens y el gas, por ende en el precio de las operaciones. | <ul style="list-style-type: none"> - Poca capacidad de personalización y adaptación al momento de hacer llegar la experiencia al usuario. - Sujeto a posibles fluctuaciones en los precios de los tokens y el gas, por ende en el precio de las operaciones. |

Nota: la tabla indica las alternativas de implementación comparando los alcances y limitantes de cada una.

Tabla 2.

Pesos ponderados de alternativas de implementación.

| Características | Peso | Blockchain Pública | | Blockchain Privada | | Capa L2 | | DAap | |
|--|------|--------------------|------|--------------------|------|---------|------|------|------|
| | | Nota | % | Nota | % | Nota | % | Nota | % |
| | | Seguridad | 30% | 7 | 2.1 | 9 | 2.7 | 8 | 2.4 |
| Escalabilidad | 10% | 8 | 0.8 | 8.5 | 0.85 | 9 | 0.9 | 7 | 0.7 |
| Personalización | 5% | 3 | 0.15 | 9 | 0.45 | 5 | 0.25 | 7 | 0.35 |
| Interoperabilidad | 10% | 7 | 0.7 | 4 | 0.4 | 8 | 0.8 | 8 | 0.8 |
| Simpleza de desarrollo y mantenimiento | 20% | 5 | 1 | 8 | 1.6 | 5 | 1 | 9 | 1.8 |
| Bajo Coste | 25% | 9 | 2.25 | 3 | 0.75 | 8 | 2 | 9 | 2.25 |
| Total | 100% | | 7 | | 6.75 | | 7.35 | | 8.3 |

Nota: la tabla describe los pesos ponderados de alternativas de implementación.

Tras este análisis detallado, se determina que la alternativa mejor evaluada es un protocolo en base a una DApp, de la cual es importante destacar que se encuentra sujeta a las limitaciones y características de la blockchain sobre la que se despliega, sin embargo, gracias a la interoperabilidad de las redes EVM, es posible obtener una solución robusta, y con los avances técnicos provistos por la comunidad de desarrolladores open source, muchas de estas limitantes pueden ser solventadas con servicios de terceros o con patrones y estándares probados en diferentes Apps que han demostrado ser útiles para una diversidad de casos de uso.

Repasando uno a uno los criterios de evaluación se pueden considerar los siguientes aspectos de una DApp:

1. Al estar desplegada sobre una blockchain, se cuenta con un mínimo de seguridad provisto por la misma red, además de contar con lenguajes de programación y librerías muy bien auditadas y testeadas con las que construir los contratos inteligentes, y una variedad de servicios de auditoría y análisis de seguridad para contratos y aplicaciones, con lo que es muy difícil introducir o pasar por alto vulnerabilidades significativas de forma intencional (CERTIK, 2022).

2. La escalabilidad de igual manera viene dada por la blockchain, y pese a que pudiera ser una limitante, gracias al punto mencionado con anterioridad sobre lo variopinto del ecosistema EVM, es posible sobrepasar los límites inducidos por la red, sea a través de agregadores de funcionalidades en los contratos que reduzcan el número de llamados por usuario, replicación de nodos a través de distintos proveedores de APIs (Interfaz de Programación de Aplicaciones), o soluciones web2 que no dependen directamente de la blockchain (Binance Academy, 2023).
3. La personalización se encuentra restringida en la medida que la blockchain lo restrinja y también en el stack de tecnologías que se puedan y decidan usar, sin embargo, a diferencia de construir algo desde cero como es el caso de hacer una blockchain nueva, sí se debe construir sobre los cimientos y especificidades del stack seleccionado, que puede llegar a disminuir el grado de personalización al detalle (Beltran, 2018).
4. Las DApps desarrolladas dentro de un mismo ecosistema y bajo un grupo de tecnologías en específico, actualmente, resultan sumamente fáciles de migrar, ya que solo es necesario desplegar los contratos en una nueva red. Además,

la disponibilidad de múltiples protocolos multi-chain introducen una capacidad enorme para integraciones, y la disponibilidad de alternativas en el mercado es competitiva, pudiendo escoger lo más adecuado para el caso de uso.

5. El desarrollo y mantenimiento de una DApp si bien no es una tarea fácil, es más gestionable en términos del perfil de desarrollador y operador requerido para realizar el trabajo, ya que no implica pensar en términos tan abstractos como el de un mecanismo de consenso, o en términos tan amplios como el provisionar una red de nodos que sean capaces de comunicarse entre sí y dar soporte a estos. El alcance se reduce a preocuparse por las funcionalidades en concreto de la DApp, y facilita la iteración sobre nuevas características, la solución de bugs, y el desarrollo en general de la solución.
6. El coste de operar a una DApp se reduce a pagar el gas por el despliegue de los contratos; el costo de mantener la infraestructura web2 y algún otro servicio de terceros que se implemente como APIs para los nodos, que en términos relativos, es semejante a la operación de una plataforma web tradicional, sumando los costes de gas, pero que dependiendo de la red pueden ser bastante despreciables o cubiertos por la DApp (Chunmian et al., 2022).

Conclusiones

El grupo de ahorro "Las Primaveras" actualmente no cuenta con un sistema operativo sofisticado. Sin embargo, son capaces de generar rendimientos económicos a los participantes con una estructura bastante definida, procesos claros y un sistema democrático para que sus participantes tengan control de su dinero, sin excluir a ninguno de sus miembros. Pero, dada su naturaleza informal, y su lejanía física con centros urbanos, no son capaces de aprovechar al máximo el apalancamiento derivado de su operación como grupo; además, por su poca experticia técnica en temas tecnológicos o escaso acceso a conectividad y dispositivos, tampoco pueden sacar partido a las nuevas soluciones digitales, aunado al poco interés del mercado por desarrollar soluciones

específicas en estos casos. El status quo era difícilmente modificable hasta el momento, por lo tanto, las propuestas realizadas se centran en las necesidades de dicho grupo, que posean bajos costos de mantenimiento y desarrollo, bajos niveles de complejidad, altos niveles de seguridad e interoperabilidad con otras plataformas o herramientas.

A lo largo del tiempo se ha visto como diferentes problemáticas sociales han sido abordadas con tecnologías descentralizadas de manera exitosa, y los estudios destacan mucho las ventajas que pueden aportar los fundamentos de la tecnología blockchain respecto de soluciones tradicionales en campos tan diversos como las cadenas de suministro o el sector energético. Hay que destacar la aplicación de esta tecnología en el sector financiero ya que transforman de manera radical el enfoque de operativa tradicional (García, 2023) lo cual posibilita la inclusión de distintos sectores de la población generando oportunidades de desarrollo que aumenten la seguridad, transparencia y trazabilidad de la información financiera. Estos beneficios pueden ser transmitidos al grupo de ahorro ya que se confirma la posibilidad de adaptar su operatividad actual y optimizarla con la tecnología blockchain a través de la implementación de cualquiera de las alternativas mencionadas anteriormente.

La tecnología blockchain es capaz de solventar los requerimientos de este caso de uso en específico, tales como: un registro de transacciones, un mecanismo de votación, un baúl de tesorería, un mecanismo de transferencias, y un sistema de microcréditos, entre otras pequeñas utilidades englobadas en las especificaciones antes definidas, como los pagos por penalizaciones y cobros periódicos y/o programables, que ya están contemplados dentro de los múltiples mecanismos disponibles en las tecnologías descentralizadas. Independientemente de la alternativa seleccionada, es posible adaptar la implementación a las necesidades específicas del caso de uso tal como se demuestra en la Figura 2 y Figura 3, en donde cada componente puede ser diseñado a conveniencia del usuario y los requerimientos del proyecto; gracias a la multitud de estándares disponibles y servicios interoperables en el mercado, se pueden integrar sin mucha dificultad, proveyendo una experiencia adecuada para los grupos de ahorro que se adapte a sus necesidades. La alternativa que posee mayores niveles de personalización es la blockchain

pública con un amplio grado de compatibilidad con otros ecosistemas o tecnologías disponibles; sin embargo, un factor limitante son sus altos costos de mantenimiento y operatividad ya que requiere un alto grado de complejidad técnica en su desarrollo. Por otro lado, las DApps también poseen niveles aceptables de personalización lo cual permite desarrollar una propuesta que mejore el flujo de información financiera del grupo de ahorro con un desarrollo menos complejo basado en interfaces web tradicionales.

Existe una diversidad de posibles soluciones que permiten acomodar una implementación técnica según las capacidades organizativas y financieras del equipo que se haga cargo del desarrollo, desde un protocolo de DApp hasta la creación de una blockchain completa y especializada en el caso de uso, en donde cada una es capaz de abordar en mayor o menor medida los requerimientos del negocio. Se establecieron los alcances y limitantes de cada alternativa con el objetivo de comparar qué alternativa se adapta de mejor manera a las necesidades del grupo de ahorro, ponderando los criterios de selección.

Referencias

- Ast, F. (05 de diciembre de 2021). *Glosario Básico sobre Bitcoin y Blockchain*. https://mirror.xyz/federicoast.eth/Ln8L1cvBj8aB92iUDpw02K1HDv-RTX2AKzjh_VTR-al
- Banco Central de Reserva de El Salvador. (2022). *Resultados de encuestas sobre el estado de las inclusión y educación financiera en El Salvador*. Noticias BCR. Portal de Transparencia. <https://www.bcr.gob.sv/2022/11/30/banco-central-de-reserva-presenta-resultados-de-encuestas-sobre-el-estado-de-la-inclusion-y-educacion-financiera-en-el-salvador/>
- Beltran (29 de marzo de 2018). *Web3 Design Principles*. Medium. <https://medium.com/@lyricalpolymath/web3-design-principles-f21db2f240c1>
- GuerreroBinance Academy (31 de enero de 2023). *¿Qué es el trilema de la blockchain?*. <https://academy.binance.com/es/articles/what-is-the-blockchain-trilemma>
- CERTIK (7 de abril de 2022). *What is DApp Security?*. Technology. <https://www.certik.com/resources/blog/7yyxvKzKtscATQgggnkDho-what-is-dapp-security>
- Chunmian, G., Haoyue, S., Jiang, J., & Xiaoying, X. (2022). Investigating the demand for blockchain talents in the recruitment market: evidence from topic modeling analysis on job postings. *Information & Management*, 59(7), 103513.
- Ethereum (02 de octubre de 2024). *¿Qué es la capa 2?* Ethereum.org. <https://ethereum.org/es/layer-2/>
- Fisher, I. (1930). *The Theory of Interest : As Determined by Impatience to Spend Income and Opportunity to Invest It*. Macmillan Company. <https://fraser.stlouisfed.org/title/theory-interest-6255?page=3>
- García (2023). *Investigación exploratoria, descriptiva, explicativa y correlacional*. Repositorio institucional de la Universidad Autónoma del Estado de México. http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/108148/secme-1623_1.pdf;sequence=1
- Guerrero, M. (2016). La investigación cualitativa. *INNOVA Research Journal*, 1(2) 1-9. <https://doi.org/10.33890/innova.v1.n2.2016.7>

- Hyperledger Foundation (s.f.). *Hyperledger Foundation* GitHub. <https://hyperledger.github.io/>
- Marcano, A., Cartaya, S., Pacheco, H. & Méndez, W. (2015). Estimación de pesos ponderados de variables para generar mapas de susceptibilidad a movimientos en masa a través de la Evaluación Espacial Multicriterios. *Terra Nueva Etapa, Vol. XXXI* (50) 55-80. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=72142329004>
- Moeda (2023) "Moeda – DeFi" <https://moeda.finance/>
- Política Nacional de Inclusión Financiera para El Salvador [PNIF-SLV] Reformada. 18 de octubre de 2019 (El Salvador).
- Real Academia Española. (2024). *Diccionario de la lengua española: Observación*. <https://dle.rae.es/observaci%C3%B3n>
- Redacción APD. (12 de septiembre de 2024). Blockchain: ejemplos y aplicaciones que está transformando el mundo. APD España. <https://www.apd.es/aplicaciones-blockchain/>
- Roca, R. (2008). Teorías del consumo y el ahorro. *Macroeconomía Avanzada*, Universidad Mayor de San Marcos y Pontificia Universidad Católica del Perú. https://www.researchgate.net/publication/228779336_Teorias_del_Consumo_y_el_Ahorro
- Onder, S. (01 de noviembre de 2022). *Blockchain can drive financial inclusion and climate resilience*. Mercy Corps. <https://www.mercycorps.org/blog/blockchain-financial-inclusion-climate-resilience>
- Simões, C. (12 de mayo de 2022). *¿Qué es una DaPP y en qué se diferencia de una aplicación "normal"?* ITDO. <https://www.itdo.com/blog/que-es-una-dapp-y-en-que-se-diferencia-de-una-aplicacion-normal/>
- Wegrzyn, K. & Wang, E. (19 de agosto de 2021). *Types of blockchain: public, private, or something in between* Foley & Larder LLP. <https://www.foley.com/en/insights/publications/2021/08/types-of-blockchain-public-private-between>
- Viera, G (2017). Ley para facilitar la Inclusión Financiera en El Salvador: regulación de nuevos servicios financieros digitales. <https://cdn.inclusionfinanciera.gob.sv/wp-content/uploads/2021/02/Ley-para-facilitar-la-Inclusion-Financiera.pdf>
- World Bank Group. (2024). *Digital financial inclusion*. WBG. <https://www.worldbank.org/en/topic/financialinclusion/publication/digital-financial-inclusion>