



**Universidad
Europea**

UNIVERSIDAD EUROPEA DE MADRID

ESCUELA DE ARQUITECTURA, INGENIERÍA Y DISEÑO

ÁREA INGENIERÍA INDUSTRIAL

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN, DIRECCIÓN
DE PROYECTOS Y EMPRESAS

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**PROPUESTA PARA LA APLICACIÓN DE TECNOLOGIA BLOCKCHAIN EN
LA CADENA DE SUMINISTRO DE LA EMPRESA AGROPECUARIA RIVASA
C.A.**

Alumno: MARÍA ANDREA GUTIÉRREZ RIVAS

Director: D. JOSÉ MURUAIS RODRIGUEZ

JULIO 2023

Propuesta para la aplicación de tecnología Blockchain en la
cadena de suministro de la empresa agropecuaria Rivas C.A.
Maria Andrea Gutierrez Rivas

TÍTULO: PROPUESTA PARA LA APLICACIÓN DE TECNOLOGIA BLOCKCHAIN EN LA
CADENA DE SUMINISTRO DE LA EMPRESA AGROPECUARIA RIVASA C.A.

AUTOR: MARÍA ANDREA GUTIÉRREZ RIVAS

DIRECTOR DEL PROYECTO: D. JOSÉ MURUAIS RODRIGUEZ

FECHA: 07 de JULIO de 2023

RESUMEN

Este trabajo final de máster tuvo como objetivo principal desarrollar una propuesta de mejora, aplicando tecnología Blockchain, para optimizar la cadena de suministro de la empresa vinícola Agropecuaria Rivasa C.A. Este objetivo fue posible gracias a las mejoras de comunicación entre los diferentes actores, en la planificación de la producción de la empresa ACME, así como con las optimizaciones en la planificación de las rutas de transporte para el traslado de la uva. En la optimización se intentó resolver las debilidades identificadas durante el análisis de la situación inicial. La técnica de investigación utilizada, para llevar a cabo la presente investigación, fue de tipo documental, apoyada en entrevistas. Los canales utilizados para adquirir las fuentes de información fueron la documentación bibliográfica, así como la realización (y posterior análisis), de videoconferencias con la empresa Agropecuaria Rivasa C.A, todas ellas necesarias para la obtención de los datos requeridos para desarrollar la investigación. Entre los autores utilizados para la elaboración del TFM se encuentran Gayvoronskaya y Meinel (2018) Imteaj, Amini y Pardalos (2021), de los cuales se tomaron conceptos relacionados con el área de Blockchain y su origen, codificación y casos de uso.

Palabras clave: Optimización, tecnología Blockchain, proceso de gestión de la uva, sector viticultor, planificación de la producción, comunicación

ABSTRACT

The main objective of this master's thesis was to develop a proposal applying Blockchain technology to optimize the supply chain of the wine company Agropecuaria Rivasa C.A. This was made possible through the improvements in the communication process between the parties and in the production planning of the ACME company, along with the optimizations in the planning of the transport routes for the transfer of the grapes. All of this to address the weaknesses identified during the analysis of the current situation. The research techniques used to conduct this research was documentary and interviews, and the channels used to acquire the sources of information were bibliographic documentation and videoconferences with the company Agropecuaria Rivasa C.A., which were necessary to obtain the data required to develop the research. Among the authors used for the development of the TFM are Gayvoronskaya and Meinel (2018) Imteaj, Amini and Pardalos (2021), from which concepts related to the Blockchain area and its origin, codification and use cases were obtained.

Keywords: Optimization, Blockchain technology, grape management process, wine industry, production planning, communication.

INDICE

RESUMEN	3
ABSTRACT.....	4
INTRODUCCION	10
1.1. Planteamiento del problema.....	12
1.2. Objetivos de la investigación.....	14
1.2.1. Objetivo general	14
1.2.2. Objetivos específicos.....	14
1.3. Justificación de la aplicación de Blockchain	14
1.4. Delimitación.....	15
1.4.1. Delimitación temporal	15
1.4.2. Delimitación espacial	15
1.4.3. Delimitación temática.....	15
2.1. Fundamentos teóricos	17
2.1.1. ¿Qué es la tecnología Blockchain?.....	17
2.1.2. Historia del Blockchain	18
2.1.3. Componentes del Blockchain	19
2.1.3.1. Funciones hash criptográficas	19
2.1.3.2. Transacciones	19
2.1.3.3. Criptografía de clave asimétrica.....	20
2.1.3.4. Bloque	20
2.1.3.5. Cadena de bloques.....	22
2.1.4. ¿Cómo funciona Blockchain?.....	22
2.1.5. Características claves del Blockchain	23
2.1.5.1. Descentralización	23
2.1.5.2. Inmutabilidad	23
2.1.5.3. Anonimato.....	24
2.1.5.4. Auditabilidad.....	24
2.1.5.5. No repudiable	24
2.1.6. Taxonomía de Blockchain	25
2.1.6.1. Public Blockchain	25
2.1.6.2. Private Blockchain	26

2.1.6.3.	Consortium Blockchain.....	26
2.1.8.	Aplicaciones de Blockchain	28
2.1.9.	Agricultura y cadena alimentaria.....	29
2.1.10.	Descripción de la empresa.....	30
2.1.10.1.	Productores del municipio Mara	30
2.1.10.2.	Agropecuaria Rivas C.A.....	31
2.1.10.3.	Empresas ACME.....	33
2.1.11.	Descripción del proceso de producción y recepción de la uva.....	34
3.1.	Diagnóstico de la situación actual	37
3.1.1.	Caso I. Comunicación entre los actores y planificación de la producción ..	37
3.1.2.	Caso II. Falta de comunicación entre los viticultores con respecto a plagas y enfermedades en la uva	38
3.2.	¿Por qué Blockchain es la tecnología ideal?.....	40
3.3.	Diseño tipo de una plataforma Blockchain.....	41
3.3.1.	Objetivos, límites y alcance de la plataforma.....	41
3.3.2.	Selección del tipo de Blockchain	42
3.3.3.	Funcionalidades de la plataforma.....	43
3.3.4.	Casos de uso	44
3.3.4.1.	Caso de uso I. Registro Viticultor	45
3.3.4.2.	Caso de uso II. Registro. Empresas ACME	47
3.3.4.3.	Caso de uso III. Intercambio de información entre los actores.....	49
3.4.	Análisis y diseño de la arquitectura Blockchain.....	50
3.4.1.	Consideraciones.....	50
3.4.2.	Sistema de flujo de información.....	51
3.4.2.1.	Puntos de verificación	53
3.4.3.	Diseño del contrato inteligente.....	54
3.4.4.	Líneas futuras para el desarrollo de la plataforma.....	58
3.4.4.1.	Descripción comparativa de la plataforma.....	58
3.4.4.1.1.	IBM Blockchain Services for Supply Chain	58
3.4.4.1.2.	Quorum Blockchain Service de Azure Hyperledger	63
3.4.4.1.3.	Amazon Managed Blockchain	66
3.4.4.1.4.	Ernst & Young OpChain & Blockchain Analyzer	70
3.4.4.2.	Preselección de proveedores	72
3.4.4.3.	Ejecución del piloto.....	76

3.4.4.4. Plan de Gestión del Cambio	77
3.4.5. Blockchain, una solución sostenible.....	79
3.4.5.1. Objetivo, Salud y bienestar	79
3.4.5.2. Objetivo, Educación y calidad	80
3.4.5.3. Objetivo, Trabajo decente y crecimiento económico.....	80
3.4.5.4. Objetivo, industria, innovación e infraestructura.....	80
3.4.5.5. Objetivo, alianzas para lograr objetivos.....	81
CONCLUSIONES	82
ANEXOS	85

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ejemplo de Bloque en la red Blockchain.	21
Figura 2. Ejemplo de Cadena de Bloques en la red Blockchain.	22
Figura 3. Ejemplo de Cadena de bloques alterada.	22
Figura 4. Funcionamiento de Blockchain.	23
Figura 5. Características de Blockchain.	25
Figura 7. Densidad de siembra.	31
Figura 8. Organigrama de la empresa Agropecuaria Rivas C.A.	32
Figura 9. Flujograma para el proceso de producción y recepción de la uva.	36
Figura 10. Flujograma de sistema de información en la red.	52
Figura 11. Contrato inteligente.	56
Figura 12. Funciones de registro, validación y consulta de los contratos inteligentes. ...	57
Figura 13. Ejemplo de red IBM Blockchain.	62
Figura 14. Arquitectura Quorum Blockchain Service.	65
Figura 15. Arquitectura Amazon Managed Blockchain.	69
Figura 16. Beneficios de Ernst & Young OpChain & Blockchain Analyzer.	72
Figura 17. Fases del plan de gestión del cambio.	78
Figura 18. Pasos por seguir para la implementación de la tecnología.	78
Figura 19. Objetivos de desarrollo sostenible según la ONU.	79

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de taxonomía Blockchain.....	27
Tabla 2. Kilogramos de uva por viticultor de la zona.....	33
Tabla 3. Caso I. Comunicación entre los actores y planificación de la producción.	37
Tabla 4. Caso II. Falta de comunicación entre los viticultores con respecto a plagas y enfermedades en la uva.....	39
Tabla 5. Caso de uso I. Registro viticultor.	46
Tabla 6. Caso de uso II. Empresas ACME.	48
Tabla 7. Caso de uso III. Intercambio de información entre los actores.	49
Tabla 8. Presupuesto para la implementación de tecnología Blockchain.....	74

INTRODUCCION

Actualmente, las empresas se encuentran rodeadas de tecnologías de vanguardia, siendo Blockchain una de las tecnologías que ha nacido como una herramienta ideal para incrementar la eficiencia y transparencia de las empresas y, a su vez, asegurar la trazabilidad entre los procesos, independientemente de la industria en la que se desee implementar.

En este trabajo final de máster, se utilizará como actor principal a la empresa Agropecuaria Rivasa C.A., con la finalidad de solventar las debilidades identificadas, por medio del análisis de una propuesta de mejora en su cadena de suministro utilizando tecnología Blockchain.

Agropecuaria Rivasa C.A. es una empresa agropecuaria dedicada a la producción de uva, que se encuentra ubicada en el estado Zulia, Venezuela. Doce viticultores forman parte de los productores del municipio Mara y se encargan de abastecer a la empresa ACME para la producción de la sangría. ACME es un nombre figurado de la empresa real a la que abastece Agropecuaria Rivasa C.A. En el momento de entregar este trabajo final de máster no se contaba con la aprobación para utilizar el nombre real de dicha empresa.

Agropecuaria Rivasa cultiva dos variedades de uva: tempranillo (uva negra) y Malvasía (uva blanca). Ambas son utilizadas, casi en su totalidad, para la elaboración de sangrías, pero con estas variedades también se fabrican vinos, champañas y una variante de sangría gasificada. A petición del comprador, el porcentaje de siembra se divide en un 75% de uva blanca y un 25% de uva negra, debido a requisitos específicos y alineados a la producción. Durante el año 2022, el promedio de producción fue de 229.300 toneladas y Agropecuaria Rivasa se posiciono en el primer lugar de las empresas colaboradoras, con un 23.18% de la producción total.

La empresa, hoy en día, presenta deficiencias en la comunicación entre el viticultor, quien realiza las labores de cultivo de la uva, y la empresa ACME, su principal cliente. Actualmente, el canal de comunicación utilizado es informal, no permitiendo la clasificación de la información, que se traduce en que los datos no se obtienen cuando se desee o se necesite. No obstante, esta razón también afecta a la comunicación entre los propios viticultores. A modo de ejemplo, si un viticultor se encuentra con que sus viñedos estén atacados por plagas, enfermedades o cualquier otro factor agro climatológico (lluvias o sequía), no puede enviar o compartir la información con el resto de productores, quienes no podrán tomar acciones en fases tempranas y reducir, o en algunos casos evitar, los posibles riesgos. Por otro lado, para planificar la producción, se necesita de la presencia de un intermediario que debe realizar llamadas telefónicas a todos los viticultores de la zona, semanalmente. A menudo esto origina datos poco fiables debido a la manipulación de la información y escasez de alguna plataforma que permita la carga y regulación de esos datos.

Por todo lo anteriormente expuesto, se identifica la necesidad de mejora en el proceso de elaboración de la uva, dotándola de un flujo de información continuo entre los diferentes actores, así como de una apropiada ejecución de las actividades que garanticen la seguridad, calidad y transparencia en todas las fases del proceso.

Este trabajo final de máster está estructurado en tres capítulos que buscan dar respuesta al objetivo principal de la investigación:

Capítulo I, engloba la formulación del problema que se pretende resolver. Contiene objetivos generales y específicos, la justificación y delimitación del problema.

Capítulo II, Contiene las bases teóricas, la descripción general de los actores que conforman al proceso, el proceso de elaboración de la uva y datos más relevantes.

Capítulo III, muestra los puntos clave que permiten desarrollar la propuesta de mejora que responde al objetivo principal del trabajo: diagnóstico de la situación actual de la empresa Agropecuaria Rivasa C.A, casos de uso, justificación de la tecnología Blockchain, diseño tipo de la plataforma y líneas futuras para incorporación e implementación de la tecnología.

Finalmente, se han añadido los apartados de conclusiones y anexos que complementan los resultados obtenidos.

CAPITULO I: EL PROBLEMA

En este capítulo se presenta el planteamiento del problema y su formulación, así como los objetivos de la investigación, los beneficios que se logran al desarrollar el trabajo final de Máster y su delimitación.

1.1. Planteamiento del problema

Para alcanzar el éxito de todo proceso productivo industrial, se requiere de la presencia de una cadena de suministro óptima, entendida como la coordinación e integración de todas las actividades asociadas al movimiento de bienes, desde la materia prima, hasta el usuario final. En esta optimización subyace la búsqueda de una ventaja competitiva sustentable en el tiempo. Es preciso incluir la administración de sistemas, fuentes, programación de la producción, procesamiento de pedidos, dirección del inventario, transporte, almacenaje y servicio al cliente (Cooke, 1997). En gran medida, el adecuado suministro de los insumos o artículos de la calidad requerida, en las cantidades solicitadas y en el tiempo oportuno, acompañado de una correcta gestión, permite que la empresa obtenga beneficios económicos y se refuerce el proceso de captación de clientes, fidelizados a través de la satisfacción de sus requerimientos y de los tiempos de entrega demandados de los pedidos, garantizando la integridad del producto en todo momento.

Desde el momento en que se inicia la solicitud de un pedido, la cadena inicia sus operaciones. Muchas veces, durante el proceso, se presentan dificultades como falta de conocimiento en la trazabilidad del producto, comunicación deficiente en las relaciones productor-proveedor, e interferencias en la llegada de información a los centros de producción. Esta deficiencia en el flujo de la información se traduce en falta de alineamiento y valor de esta en el tiempo, originando desperfectos que impiden un flujo constante en sus diferentes etapas.

Es de vital importancia que en la actualidad los directivos de las compañías, para lograr una posición firme en el mercado, tengan conocimientos de herramientas de vanguardia como Blockchain, tecnología capaz de lograr no solo la digitalización del proceso, sino importar el tamaño y la naturaleza del mismo, sino también mejoras en la productividad, promoción del desarrollo sostenible, aseguramiento de comunicaciones efectivas, seguras y sin intermediarios, haciendo el camino de la cadena óptimo y de fácil acceso a todos aquellos que forman parte de la misma.

La empresa Agropecuaria Rivasa C.A. no escapa de la situación anteriormente expuesta. En la zona del estado de Zulia existen 12 viticultores que se encargan de producir uva de diferentes

variedades para la elaboración de sangría. Todas ellas, tienen como cliente final a empresas ACME, que acepta toda la cantidad de uva fresca, por defecto.

Para el transporte y traslado del producto, se utilizan camiones de capacidad de 240 cestas, que equivalen a 6 toneladas de fruta, con un mínimo entregable aceptado de entre 120 y 140 cestas.

Como productores afectados por ambientes agro-climatológicos, las condiciones climáticas y la presencia de plagas juegan un papel importante en su día a día. Existen épocas del año, que son críticas y en las que los niveles de producción se ven afectados por los factores anteriores, originando variaciones en las cantidades finales de frutas y condicionando a que el viticultor pueda alcanzar su nivel de producción y carga del mínimo entregable aceptado.

Cuando se da el caso de no lograr cumplir con la cantidad máxima deseada, y además se está por debajo de la cantidad mínima requerida, el viticultor debe contactar vía telefónica, con el resto de los productores de la zona para conocer en ese momento cuáles son sus niveles de producción y si disponen de algún envío próximo a realizar para llevar a cabo un solo viaje integrando la producción de varios productores. No obstante, en algunas ocasiones esto no es posible ya que la comunicación puede verse afectada por la inestabilidad de las redes telefónicas de la zona y su ubicación en granjas de difícil cobertura. En estos casos, los mensajes no se transmiten en el momento necesario, afectando a las transacciones.

Por otro lado, si la empresa desea conocer algún dato referente a los viticultores, debe hacerlo a través de una plataforma de mensajería como Whatsapp, que no permite organizar la información. Esta plataforma tampoco permite que los viticultores dispongan de un formato estándar para su envío. Todo esto se traduce en que la información no es homogénea y, por lo tanto, genere pérdidas de tiempo a la empresa, que debe reiterar la interlocución hasta conseguir información relevante y alineada a sus propósitos.

Todo lo mencionado anteriormente demuestra la necesidad de implementar, en la cadena de suministro, una tecnología como Blockchain y que, a través de un marco digital seguro, permita monitorizar variables de interés, proporcionando un sello digital que evite la falsificación de información y garantice la transparencia en el proceso. Este debe ser lo suficientemente confiable para los implicados en el mismo. Por todo lo anteriormente expuesto, se decidió enfocar este Trabajo de fin de Máster en una propuesta de mejora de la cadena de suministro empleando tecnologías actuales como Blockchain, respondiendo a la siguiente cuestión: ¿De qué manera se puede optimizar la cadena de suministro aplicando tecnología Blockchain?

1.2. Objetivos de la investigación

1.2.1. Objetivo general

Desarrollar una propuesta de mejora aplicando tecnología Blockchain para optimizar la cadena de suministro de la empresa vinícola Agropecuaria Rivas C.A.

1.2.2. Objetivos específicos

- Proponer mejoras en la comunicación de los actores que conforman el proceso.
- Optimizar la planificación de las rutas de transporte para el traslado de la uva.
- Proponer mejoras en la planificación de la producción de la empresa ACME.

1.3. Justificación de la aplicación de Blockchain

El objetivo de este trabajo de investigación es proponer la implementación de Blockchain en la cadena de suministro de la empresa Agropecuaria Rivas C.A., lo que permitirá explotar al máximo esta tecnología y establecer una plataforma que será de gran ayuda para todos los intermediarios que conforman la cadena.

Entre los beneficios que ofrece esta tecnología para la correcta gestión en la cadena de suministro están:

- El control de todas las actividades que llevan a cabo los actores del proceso, que se traduce en un control adecuado en la calidad de la uva;

- Reducción en los costes operativos, ya que al tener un proceso controlado se disminuye la probabilidad de fallos en las actividades a realizar, visualizando puntos de mejora para hacer un mejor uso del tiempo y de los recursos;
- Unificación en el proceso, lo que asegura un producto final de calidad y en tiempos de entrega competitivos.

Con la implementación de esta tecnología se busca potenciar todos los beneficios anteriormente identificados, a través de una plataforma que permita el acceso a la información proporcionando un “sello digital” inalterable y que asegure un proceso totalmente transparente. Permite a todos los intermediarios la posibilidad de monitorizar directamente las actividades y darles un seguimiento en tiempo real, garantizando la trazabilidad completa del proceso, de inicio a fin.

1.4. Delimitación

De acuerdo con Arias (2012), delimitar implica establecer los alcances y límites de lo que se pretende abarcar en el estudio. Por lo tanto, resulta imprescindible esclarecer los límites de esta investigación.

1.4.1. Delimitación temporal

La delimitación temporal de la presente investigación está comprendida en el periodo académico entre enero y junio 2023.

1.4.2. Delimitación espacial

La investigación se llevará a cabo en la empresa AGROPECUARIA RIVASA C.A. en Venezuela, estado Zulia, municipio Mara.

1.4.3. Delimitación temática

Propuesta para la aplicación de tecnología Blockchain en la cadena de suministro de la empresa agropecuaria Rivas C.A.
Maria Andrea Gutierrez Rivas

La investigación se encuentra enmarcada en el ámbito de tecnologías emergentes, específicamente en el área de conocimiento de Blockchain.

Los autores principales en los que se fundamentó el trabajo de máster son:

- Tatiana Gayvoronskaya y Christoph Meinel (2018)
- Ahmed Imteaj, M. Amini y Panos Pardalos (2021)

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se abordan los fundamentos teóricos de la investigación, con el fin de disponer de las bases teóricas necesarias para abordar el estudio.

2.1. Fundamentos teóricos

2.1.1. ¿Qué es la tecnología Blockchain?

Blockchain, o cadena de bloques, es un libro mayor distribuido y descentralizado que consta de bloques para mantener registros o historial de transacciones. El libro mayor se distribuye entre todos los agentes de la red, sin la presencia de una entidad central (es decir, descentralizada) que controle el procesamiento global del sistema.

Los nodos o agentes que intervienen en una red Blockchain se denominan participantes y mineros. Los **participantes** son los agentes que realizan cualquier transacción y los **mineros** son los responsables de validar, o rechazar, un bloque. Dentro de un bloque, puede haber registros de contratos de partes anónimas, historiales de pagos o recompensas, información sobre la propiedad de los datos, etc. Cada bloque tiene una capacidad fija, y cuando no hay más espacio dentro de un bloque, se añaden más datos a un nuevo bloque. Si se añaden nuevos bloques a un ritmo elevado, se producen problemas de rendimiento.

En Blockchain cada bloque está vinculado a su bloque anterior mediante la conservación del bloque anterior. El hash se genera a partir de la información del bloque, y cualquier cambio dentro del bloque genera un hash diferente. Por lo tanto, incluso cualquier pequeño cambio dentro de un bloque puede romper toda la cadena, ya que el bloque siguiente no puede localizar el bloque manipulado debido a la falta de coincidencia del hash. La cadena más grande se selecciona como la mejor cadena en dicha situación y, por lo tanto, se omite la cadena de bloques manipulada.

Para comprender mejor la definición de funciones hash, los autores Gayvoronskaya y Meinel explican que son unidireccionales y convierte una cantidad de datos de varias longitudes en una cadena hexadecimal de longitud fija. El valor hash consiste en diferentes combinaciones de números y letras entre 0 y 9 y entre A y F (en sustitución de los números hexadecimales del 10 al 15). Este procedimiento permite identificar un mensaje con relativa claridad y

facilidad, sin revelar el contenido del mensaje. Por esta razón, el valor hash se denomina a menudo huella digital o fingerprint.

La función hash más utilizada en la tecnología Blockchain es SHA-256 (Secure Hash Algorithm), donde 256 indica la longitud del valor hash en bits. Incluso el cambio más pequeño en el mensaje da como resultado un valor hash completamente diferente.

En la tecnología Blockchain, la autora Tatiana nos explica que las firmas digitales se utilizan para confirmar que las transacciones proceden de recursos propios. Dado que los valores hash permiten una identificación relativamente clara y sencilla de los datos, por lo que se utilizan como referencias.

No sólo es posible una identificación y referenciación inequívocas de los bloques a través del procedimiento, sino que también garantiza que el contenido de los bloques esté protegido contra la manipulación.

2.1.2. Historia del Blockchain

Basado en los procesos de desarrollo, el concepto de Blockchain se originó en 2008 y fue propuesto por primera vez por Satoshi Nakamoto en Bitcoin: A Peer-to-peer Electronic Cash System. Al año siguiente, Satoshi Nakamoto publicó el Bitcoin-Qt/ Bitcoin Core y completó la primera contabilidad. El sistema Bitcoin se puso oficialmente operativo, marcando la transición de la tecnología Blockchain de la teoría al funcionamiento práctico, lo que constituyó la fase 1.0 del desarrollo de Blockchain.

En 2014, Ethereum propuso los contratos inteligentes basados en Blockchain, que ampliaron enormemente la programabilidad de Blockchain. Los usuarios podían escribir programas para contratos inteligentes y desplegarlos en la cadena de bloques, lo que mejoraría la cadena de bloques de un "libro de contabilidad propietario" que se utilizaba principalmente para registrar transacciones y transferencias a un "libro mayor" que puede registrar los resultados calculados por los programas. La cadena de bloques entró entonces en la era programable, mejorando enormemente el potencial de su aplicación, lo que marcó la fase 2.0 del desarrollo de la cadena de bloques.

En 2014, algunas grandes organizaciones también comenzaron a introducir la idea de Blockchain en las reformas de los sistemas informáticos, y el paradigma de aplicación que combinaba el Blockchain con la economía real estaba surgiendo. Mediante la adición de

componentes como control de acceso, empresarios y gestores aplicaron la tecnología Blockchain a la gestión de la cadena de suministro, los registros judiciales, los derechos de autor digitales y otros aspectos, por lo que llegó la fase 3.0 del desarrollo de Blockchain.

A finales de diciembre de 2019, la División de Ingeniería de Información y Electrónica de la Academia China de Ingeniería dio a conocer las diez principales tendencias en el campo de la información. En un artículo señalaba: "la tecnología Blockchain está creciendo rápidamente y los escenarios de aplicación se enriquecen constantemente. Se hacen esfuerzos para construir un sistema de confianza en una sociedad digital y remodelar la forma de transmisión de valor en la sociedad humana. El desarrollo de nuevas monedas digitales basadas en Blockchain se convertirá en un punto caliente para las grandes potencias y tendrá un impacto en el sistema financiero mundial".

2.1.3. Componentes del Blockchain

2.1.3.1. Funciones hash criptográficas

El funcionamiento de la tecnología Blockchain depende notablemente del concepto de la función hash criptográfica. El hash es simplemente una técnica de aplicación de la función hash criptográfica a los datos existentes que calcula una salida única (llamada digest) para unos datos de entrada dados.

Permite a los individuos tomar datos de entrada de forma independiente, hacer un hash de esos datos, y derivar el mismo resultado, demostrando que no hay cambios en los datos. Incluso el cambio más pequeño de entrada (por ejemplo, cambiar un solo bit) resultará en un resumen de salida completamente diferente. A continuación, un ejemplo de ello:

- Alice
3bc51062973c458d5a6f2d8d64a023246354ad7e064b1e4e009ec8a0699a3043
- Alice1
9d328d8b7ac56e1f71ce94ed3c7975d63c8b6f1a54d5186de8881cf27dd8b3a9
- alice
2bd806c97f0e00aflalfc3328fa763a9269723c8db8fac4f93af71db186d6e90

2.1.3.2. Transacciones

Antes de definir el componente de transacción, es importante hacer mención de dos términos claves: “public-key” y “private key”.

La clave pública o public key en la criptografía, es que todos los participantes en una comunicación cifrada tienen un par de claves diferentes, en lugar de una clave secreta común, para cifrar y descifrar los mensajes. La clave pública es de libre acceso para todos los participantes en la comunicación, mientras que la clave secreta o private key como su nombre indica, debe permanecer secreta y se utiliza para descifrar y firmar mensajes.

La interacción entre las partes se representa como una **transacción**. Las transacciones válidas se almacenan dentro de un bloque, y cada bloque puede contener cero o más transacciones. Normalmente, en un entorno Blockchain, la constante creación de nuevos bloques, incluso sin transacciones, es crucial para mantener la seguridad, ya que evita que usuarios malintencionados creen una cadena de bloques más larga y manipulada. Mientras realiza una transacción, un usuario de la red Blockchain envía información que incluye la dirección del remitente y su clave pública, firma digital basada en criptografía asimétrica, entradas y salidas de la transacción. Las entradas de transacción, que se asemejan a la lista o cantidad de activos digitales que deben transferirse, mientras que las salidas de transacción indican la cantidad de activos que debe recibir el receptor.

2.1.3.3. Criptografía de clave asimétrica

En una red Blockchain, la criptografía de clave asimétrica establece una relación de confianza entre los usuarios de Blockchain para verificar la autenticidad, el no repudio, la confidencialidad e integridad de las transacciones al tiempo que se mantienen públicas. Cada usuario de Blockchain posee una clave pública y una clave privada. La clave privada se utiliza para firmar o cifrar una transacción, que se difunde por la red Blockchain, mientras que las claves públicas son visibles para todos los usuarios de la red, y pueden utilizarse para descifrar la transacción. De este modo, se garantiza la autenticidad, es decir, el receptor puede entender que el usuario autenticado firma la transacción. Sin embargo, esto no garantiza la confidencialidad. El emisor puede cifrar la transacción con su clave privada y la clave pública del receptor. Después, el receptor puede descifrarlo utilizando su propia clave privada y la clave pública del remitente.

2.1.3.4. Bloque

Un bloque consta de un encabezado de bloque “block header” y un cuerpo de bloque “block body”. El encabezado de bloque contiene las siguientes propiedades:

- Hash del bloque anterior “Previous Block hash”: Un valor hash de 256 bits generado por el bloque anterior. Este valor hash permite rastrear el bloque anterior y hacer un enlace.
- Marca de tiempo “Timestamp”: La hora actual de creación del bloque.
- Raíz del árbol Merkle “Merkle Tree Root”: El hash del bloque generado a partir de las transacciones disponibles.
- Nonce: La abreviatura completa de nonce es "número que sólo se usa una vez". El minero de Blockchain necesita resolver o descubrir un número antes de participar en la validación de un bloque. Los datos del bloque se combinan con un nonce para producir un hash único.

hash (data + nonce) = Unique digest value

El cuerpo del bloque consta de un contador de transacciones y una lista de transacciones. El número de transacciones que puede contener un bloque depende del tamaño del bloque y también del tamaño de las transacciones. Para validar la originalidad de las transacciones se utiliza una técnica de criptografía asimétrica (firma digital).

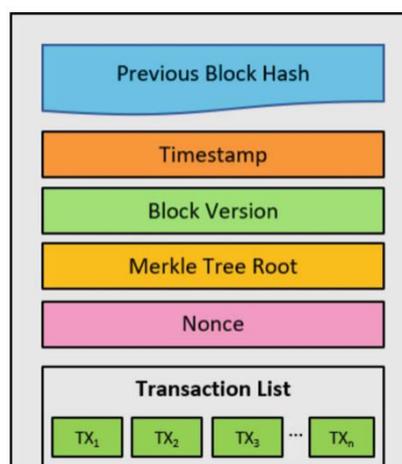


Figura 1. Ejemplo de Bloque en la red Blockchain.

2.1.3.5. Cadena de bloques

En una cadena de bloques, los bloques están vinculados entre sí, ya que cada bloque contiene el valor hash de su bloque anterior (bloque padre). La figura 2 representa una cadena de bloques genérica con una secuencia de bloques. Si el bloque padre se altera de algún modo, por ejemplo, si se modifica el registro de una transacción, el valor hash se modifica. La modificación de un solo bloque desconectará todos los bloques posteriores, ya que el bloque hijo mantiene el hash del bloque no alterado y ya no estará vinculado al bloque alterado. Por lo tanto, la cadena se romperá. Mientras tanto, si todos los bloques tienen datos inalterados, entonces el valor hash será el mismo, es decir, cada bloque puede rastrear su bloque padre y, finalmente, se produce una cadena de bloques más larga. La figura 3 representa cómo una cadena de bloques alterada contendría menos bloques y no se consideraría la cadena principal.

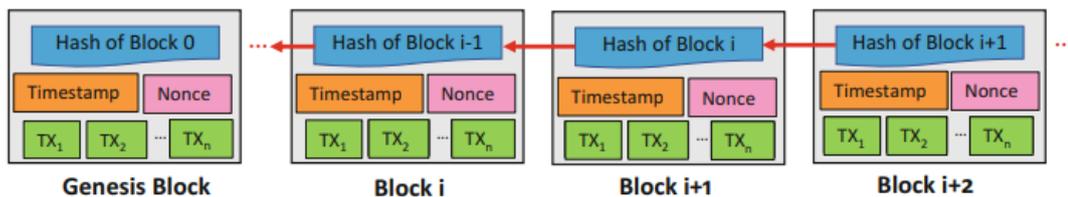


Figura 2. Ejemplo de Cadena de Bloques en la red Blockchain.

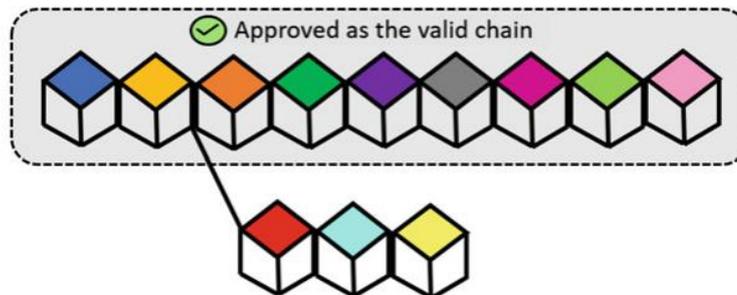


Figura 3. Ejemplo de Cadena de bloques alterada.

2.1.4. ¿Cómo funciona Blockchain?

Cuando un usuario se une a una red Blockchain y solicita una transacción, ésta se difunde a través de la red P2P (peer-to-peer). Los usuarios (nodos) de la red verifican la transacción mediante un mecanismo de consenso. Tras la inclusión de las transacciones necesarias, las solicitudes de bloque deben incluirse en la cadena. Antes de incluir un bloque en la cadena, el

minero comprueba la validación del bloque para evitar cualquier alteración o manipulación de los datos. Si el bloque es validado, se añade a la cadena principal; de lo contrario, se elimina y no se incluye en la cadena principal. Después de esto, la transacción se completa y no hay posibilidad de cambiar el historial de transacciones (figura 4).

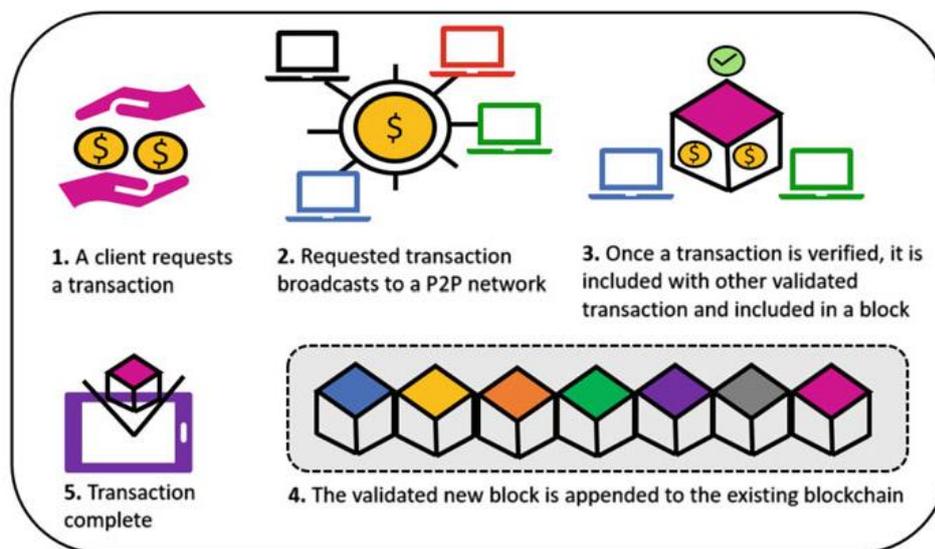


Figura 4. Funcionamiento de Blockchain.

2.1.5. Características claves del Blockchain

2.1.5.1. Descentralización

En el enfoque centralizado convencional, cada transacción se valida a través de una entidad central que se encuentra con cuellos de botella de rendimiento y costes adicionales. Sin embargo, en un sistema basado en Blockchain, una transacción puede llevarse a cabo mediante un esquema de autenticación entre pares sin necesidad de una entidad central. Por lo tanto, los costes relacionados con el desarrollo, el mantenimiento y los costes operativos se reducen significativamente, y los cuellos de botella en el rendimiento se eliminan.

2.1.5.2. Inmutabilidad

Las transacciones válidas se incluyen en el bloque, y el libro mayor actualizado se extiende por la red Blockchain. Cualquier ligero cambio o manipulación de cualquier información no es factible, ya que cualquier cambio de datos dentro de un bloque cambia los valores hash y

eventualmente se rompe la cadena. Por lo tanto, cualquier bloque manipulado no puede pasar la etapa de validación y cualquier falsificación se detectaría fácilmente.

2.1.5.3. Anonimato

En una red Blockchain, no hay ningún organismo central que custodie la información privada de los usuarios. Eso significa que ninguno de los participantes de la red Blockchain necesita compartir su identidad con terceros. En su lugar, cada usuario participa e interactúa con otros clientes de Blockchain generando una o más direcciones. Las direcciones se utilizan para establecer una comunicación, realizar una transacción o firmar un contrato. La información privada de un usuario no se revela para evitar la revelación de su identidad.

2.1.5.4. Auditabilidad

Cada bloque tiene un campo para almacenar la hora de creación (timestamp). Cada transacción dentro de un bloque también contiene una marca de tiempo para indicar cuándo se procesa la transacción. Además, cualquier modificación de transacción o cambio en la información del bloque puede ser rastreada fácilmente por otros nodos de la red. El otro usuario puede rastrear cualquier registro anterior que esté almacenado en cualquier nodo del sistema distribuido retrocediendo iterativamente utilizando el hash de información anterior. De este modo, la característica de auditabilidad mejora la transparencia de la cadena de bloques.

2.1.5.5. No repudiable

Significa que ninguno de los participantes puede negar la ocurrencia de un evento de transacción o su comportamiento. El objetivo principal del no repudio es recopilar y almacenar, mantener, suministrar y verificar cualquier prueba irrefutable sobre los mensajes entre los participantes de Blockchain. El no repudio es aplicable en dos aspectos: un emisor que envía un mensaje a un receptor; el emisor no puede rechazar la acción y el receptor no puede negar que no ha recibido ese mensaje. Blockchain utiliza el cifrado asimétrico, por ejemplo, firmas digitales, para garantizar la característica de no repudio.

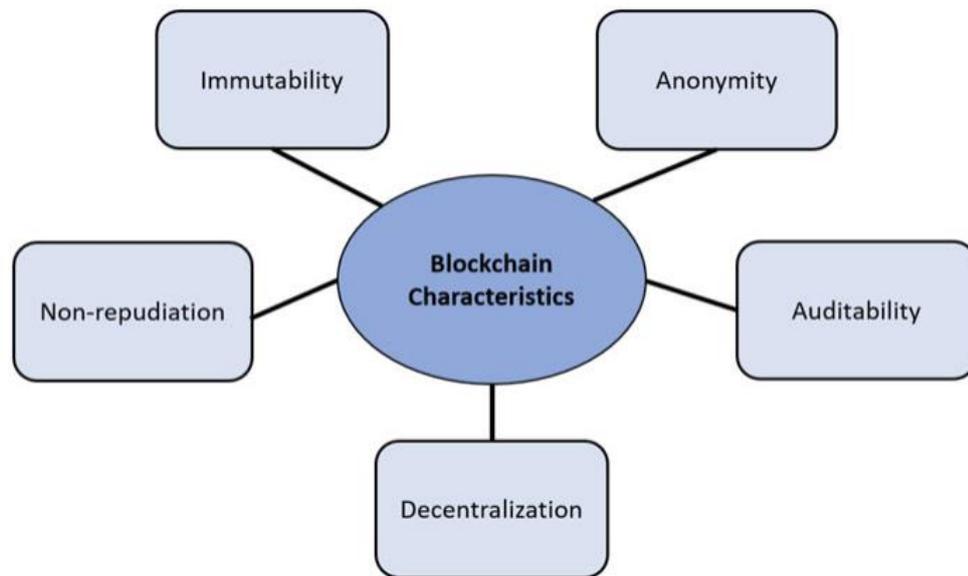


Figura 5. Características de Blockchain.

2.1.6. Taxonomía de Blockchain

A continuación, se explican las diferentes estructuras de Blockchain, útiles para el diseño de arquitecturas de software.

2.1.6.1. Public Blockchain

En el Blockchain público, cualquiera puede unirse y ver las transacciones de la red. Para participar basta con descargar el software necesario. La cadena de bloques pública elimina la necesidad de mantener un intermediario en el control de la red de cadenas de bloques o en cualquier escenario de intercambio de activos. Esto significa que funciona de forma totalmente descentralizada. Todas las operaciones o actividades dentro de la red se realizan a través de mecanismos peer-to-peer.

Cada nodo dentro de la red verifica cada transacción antes de que se incluya en el sistema. Cualquier nodo puede sincronizar toda la cadena de bloques y observar el historial general de la cadena de bloques. Esta característica hace que la cadena de bloques pública sea extremadamente segura, a la vez que ralentiza el proceso general debido a la gran cantidad de nodos.

2.1.6.2. Private Blockchain

La Blockchain privada o con permisos considera a un intermediario responsable de seleccionar los nodos que pueden formar parte de la red. Además, la entidad central tiene el poder de validación y puede cambiar cualquier regla del Blockchain (por ejemplo, el consenso de bloques).

Sólo los nodos seleccionados tienen acceso a ver el libro mayor de la Blockchain o hacer cualquier contribución. Por lo general, las cadenas de bloques privadas son de menor tamaño, ya que se considera que un número limitado de personas se une al sistema. Es increíblemente beneficioso para pequeñas empresas, agencias u organizaciones. Debido a la plena potencia central, este es comparativamente menos seguro, pero tiene operaciones más rápidas que un Blockchain público.

2.1.6.3. Consortium Blockchain

El Blockchain de consorcio es una combinación de la pública y privada. Una diferencia notable se observa en el nivel de consenso. En lugar de considerar una plataforma abierta donde cualquiera puede validar un bloque o un sistema cerrado donde sólo una única autoridad tiene el poder de validación, un Blockchain de consorcio considera igualmente entidades potenciadas como validadores. Esto significa que, si una cierta fracción de estas partes se comportan honestamente, el sistema en su conjunto no tendrá ningún problema. Un consorcio es apropiado cuando varias organizaciones trabajan juntas en la misma plataforma y buscan una base común para realizar transacciones y transmitir cualquier información.

Propiedades	Público	Privado	Consortio
Descentralizado	Sí	No	Parcialmente
Inmutabilidad	Muy difícil de manipular	Alterable	Parcialmente inmutable
No repudio	No rechazable	Fácilmente rechazable	Parcialmente rechazable
Decisión por consenso	Todos los mineros	Un conjunto de nodos	Una organización
Decisión por consenso	Público, sin permiso	Autorizado	Autorizado
Transparencia	Completamente transparente	No transparente	Parcialmente transparente
Eficiencia	Baja	Muy alta	Alto

Propiedades	Público	Privado	Consortio
Flexibilidad	Pobre	Muy bien	Bien

Tabla 1. Resumen de taxonomía Blockchain.

2.1.7. Smart Contracts (Contratos inteligentes)

Los contratos inteligentes, también conocidos como Smart Contracts, son acuerdos legales que aseguran la calidad y la confidencialidad de los contratos gracias a la tecnología Blockchain. Estos acuerdos se basan en una serie de estructuras de código y scripts de programación que registran, protegen y conservan las operaciones en una base de datos centralizada que se actualiza constantemente. Uno de los mayores beneficios de los contratos inteligentes es la eliminación de intermediarios, ya que todo se maneja mediante un programa predefinido que funciona sobre la Blockchain. Solo las partes involucradas tienen acceso a la información, sin necesidad de un tercero.

2.1.7.1. ¿Cómo funcionan los Smart Contracts?

Para funcionar, los Smart Contracts se basan en un algoritmo informático almacenado dentro de la Blockchain. Cuando se cumplen ciertas especificaciones, se activa y automatiza la ejecución de los mismos. Por ejemplo, en un contrato inteligente de compra-venta de una casa, cuando el comprador realiza el pago al vendedor, el Smart Contract transfiere automáticamente el título de propiedad de la casa al comprador.

2.1.7.2. Firma electrónica

La firma electrónica complementa al Smart Contract, ya que permite certificar la celebración de un contrato inteligente para garantizar su ejecución.

Actualmente, se considera que la solución más simple, segura y eficaz para la firma de contratos formales es la firma electrónica. Algunas ventajas, se muestran a continuación:

- **Asegurar contratos:** Garantiza la integridad del acto e identifica al firmante. Además, ofrece una trazabilidad total del proceso de firma, gracias a las pruebas electrónicas generadas.

- Ahorro de tiempo: el destinatario tiene la posibilidad de firmar el documento de forma inmediata, evitando retrasos innecesarios y agilizando la consolidación de acuerdos.
- Mejora de la eficiencia de los procesos de gestión de contratos: se simplifican y automatizan las distintas etapas (creación, envío, seguimiento, archivo) y se disminuyen errores.
- Mayor productividad y satisfacción de los empleados: no pierden tiempo en la realización de tareas repetitivas y tediosas.
- Reducción de costes inherentes a la gestión documental: consumo de papel y tinta, mantenimiento de impresoras, correos electrónicos, espacio de almacenamiento.

2.1.8. Aplicaciones de Blockchain

A continuación, se enumeran algunos de los sectores más destacados en los que la tecnología Blockchain puede desplegarse.

- Almacenamiento e intercambio seguros de historiales médicos.
- Control del tráfico en tiempo real.
- Mercado de la energía.
- Mercado de valores.
- Mecanismo de votación.
- Gestión de la cadena de suministro.

- Servicios financieros.
- Aparcamiento inteligente.
- Gestión del alumbrado público.
- Gestión de residuos.
- Seguros.
- Agricultura.
- Educación.

2.1.9. Agricultura y cadena alimentaria

Según Imteaj, Amini y Pardalos (2021), la tecnología Blockchain ha supuesto un cambio revolucionario en la noción de confianza, demostrando su eficacia mejorada hacia el desarrollo agrícola sostenible. Cuando la infraestructura agrícola basada en Blockchain se construye con la estrategia de gestión de registros distribuidos inmutables, la integridad de los datos agrícolas de base está protegida para los participantes en la gestión transparente de datos.

Los sectores agrícolas incluyen la supervisión de las tierras de cultivo, las transacciones seguras, garantía de calidad, apoyo logístico fiable, toma de decisiones fiable y análisis predictivo, así como el análisis de la situación de un producto en el mercado.

La evaluación de la tecnología IoT permite rastrear los productos agrícolas y supervisar las condiciones de las tierras de cultivo, y la tecnología Blockchain protege esos datos encapsulándolos en bloques de forma segura. Se puede realizar cualquier análisis predictivo a partir de esos datos extraídos, y pueden tomarse las medidas necesarias según los resultados

de las previsiones. Además, al tratar con los clientes sobre los productos, se puede firmar un contrato inteligente entre ambas partes que garantice una transferencia de activos segura y fiable. Además, en una cadena de suministro de alimentos, un producto puede constar de múltiples partes suministradas por distintos fabricantes. Sin embargo, algún producto de baja calidad o falsificado puede incluirse en la cadena de suministro. Resulta costoso aplicar sistemas antifraude para cada una de las partes de un producto a lo largo de la vida útil del proceso en una situación de este tipo. La integración del concepto de Blockchain e IoT puede utilizarse para mitigar un coste tan elevado e identificar cualquier producto de baja calidad. A cada producto se le puede asignar un ID único, marca de tiempo, estado de calidad del producto y otra información necesaria. Cada pieza se guarda en la cadena de bloques, que es inmutable y rastreable.

Más tarde, incluso cualquier cambio dentro del artículo revela el producto manipulado, y el proveedor puede rastrearlo y sustituirlo fácilmente. De este modo, la integración de Blockchain con IoT ayuda a acelerar la velocidad de producción, reducir costes y permitir operaciones flexibles en la gestión de la cadena de suministro.

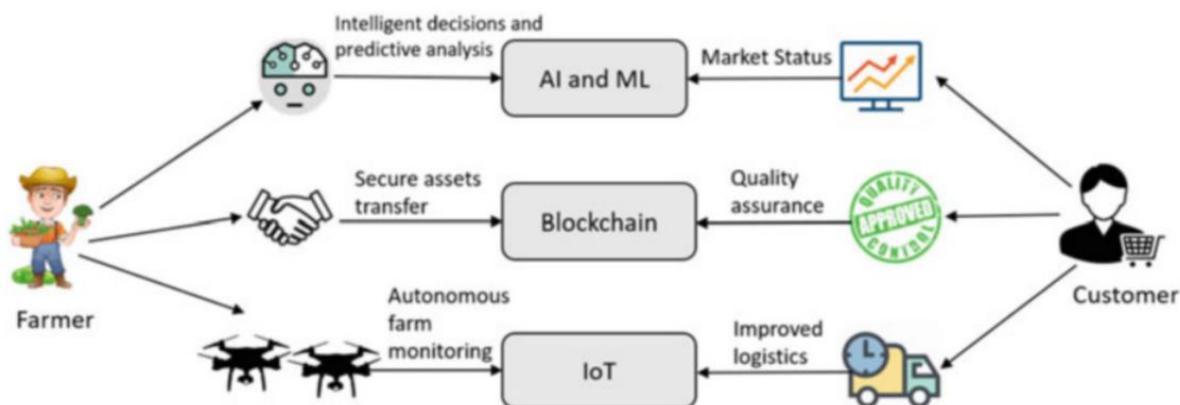


Figura 6. Blockchain en la industria de la agricultura

2.1.10. Descripción de la empresa

2.1.10.1. Productores del municipio Mara

En el municipio Mara del estado Zulia, se cuenta con la presencia de 12 viticultores que se encargan de producir uva de diferentes variedades para la elaboración de la sangría. Debido al volumen de empresas, se tomará como muestra estadística para el acceso de los datos a la empresa con altos volúmenes de producción, en este caso, una empresa de carácter familiar.

2.1.10.2. Agropecuaria Rivasa C.A.

Empresa agropecuaria dedicada a la producción de uva para la elaboración de sangrías. Cuenta con 18 lotes de uva de una cantidad aproximada de 2.000 plantas por emparrado, lo que es equivalente a 36 000 plantas, siendo la vida útil de una planta de 9 años. La densidad de siembra es 3x2, como se muestra en la figura 7.



Figura 7. Densidad de siembra.

Al año en promedio se realizan 3 cosechas. Es común en el área vinícola utilizar promedios, ya que no todos los lotes tienen la misma edad de maduración: algunos se encuentran en periodos de formación, en periodos productivos y algunos a finales de su ciclo de vida por lo que su nivel productivo disminuye.

Agropecuaria Rivasa C.A. cultiva dos variedades tempranillo (negra) y Malvasía (blanca) y se utiliza casi en su totalidad para la elaboración de sangrías, pero también con estas variedades se fabrican vinos, champañas y una especie de sangría gasificada. Por petición del comprador, el porcentaje de siembra se divide en un 75% de uva blanca y un 25% de uva negra. Esto se debe a que la uva Malvasía se puede utilizar para la elaboración de todas las variedades de sangrías, mientras que la uva tempranillo no puede utilizarse en la elaboración de sangrías blancas, debido a que no puede des pigmentarse.

Respecto a su ubicación, la granja se encuentra en el municipio Mara, estado Zulia, Venezuela. Posee condiciones agro-climatológicas idóneas para la siembra y producción de

este tipo de cultivo. Se requiere que sean zonas no muy húmedas y que tengan una diferenciación de temperatura en la noche y en el día, ya que dicha variación en las temperaturas permite que haya un mejor desarrollo en el racimo (granos más grandes), con mayor concentración de azúcares y pigmentación adecuada de la fruta lo que se traduce en un buen proceso de maduración.

El tipo de suelo es franco arenoso, apto para este tipo de cultivo, ya que permite una buena filtración del agua lo que en agricultura es sumamente importante porque le permite a la planta hacer el proceso de la fotosíntesis y no asfixiarse o ahogarse con posibles lagunas de agua que llegasen a formarse en caso de tener un tipo de suelo distinto.

Además, se encuentra bien ubicada a una distancia de 25 kilómetros de la capital del estado Zulia. Cuenta con vías de acceso adecuadas que permite una correcta vialidad.

La empresa tiene una estructura funcional, características de empresas familiares. En la parte superior, se encuentra la junta directiva, junto con el gerente general y administrador y en la parte inferior, los trabajadores se dividen por especialidad, pero en este caso en particular todos tienen de superior al encargado de campo, como se muestra en la figura 8.



Figura 8. Organigrama de la empresa Agropecuaria Rivasa C.A.

En el año 2022, el promedio de producción de la empresa Agropecuaria Rivasa C.A. fue de 229.300 toneladas, logrando posicionarse en primer lugar, con un 23.18% de la producción total.

Productor	Kgs
Agropecuaria Rivasa	229,300
San Andres	172,030
Agrohinca	
Las Tumbas	
La Universal	157,700
Las Margaritas	155,820
Agropinca	86,490
Javier Quintero	65,240
Las Caobas	38,560
Mirabello	33,710
Franklin Rodriguez	32,860
Dioscoro Chacin	17,520
Total Mara	989,230

Tabla 2. Kilogramos de uva por viticultor de la zona.

2.1.10.3. Empresas ACME

La actividad cotidiana de Empresa ACME es producir, distribuir y ofertar una variedad de bebidas que satisfagan las necesidades y expectativas de los usuarios, con una calidad adecuada y con una relación calidad-precio acorde al nivel de vida de los venezolanos.

Empresa ACME tiene como principal reto transformar las dificultades en oportunidades, buscando contribuir a la calidad de todas aquellas personas con las que se relacionan.

Inició sus operaciones en 1985 en Carora, edo. Lara, Venezuela y actualmente cuenta con viñedos. Ofrece productos competitivos y de alta calidad en el sector de bebidas a base de uvas fermentadas (Vinos y sus derivados). Además, cuenta con un portafolio de marcas reconocidas en cada uno de los segmentos que abarca, logrando alcanzar una clara preferencia en el mercado venezolano.

Para la elaboración de los vinos utiliza como materia prima la uva cosechada de los viñedos del Estado Lara, mientras que, para la elaboración de sangría y sangrías gasificadas se utiliza como materia prima las uvas de los productores de Mara, siendo uno de ellos Agropecuaria Rivasa C.A.

Estos derivados del vino son ideales para aquellos consumidores que buscan una bebida de agradable sabor, refrescante y elaborada a base de uvas frescas con extractos de frutas naturales.

Referencia: ACME es el nombre ficticio, ya que no se dispone de los permisos para compartir la referencia oficial de la empresa.

2.1.11. Descripción del proceso de producción y recepción de la uva

El proceso de inicio a fin tiene una duración aproximadamente de 102 días e inicia con la poda de los viñedos previamente establecida por el productor, con una duración que varía entre 1 a 3 días en función al tamaño del lote. En el día 30, el productor puede valorar la calidad del racimo de uva y estimar la cantidad a cosechar.

En el día 95, es decir, una semana antes de la fecha de corte los viticultores se ponen en contacto con el transportista de la empresa ACME para coordinar el viaje y traslado de la fruta. Se definen los días que el transportista está disponible y en caso de que haya más de un productor conocer la cantidad que va a cosechar para saber el espacio con el que dispone.

Una vez acordado el día del viaje, se coordina también con el transportista el traslado de cestas a las granjas con su fecha y cantidad respectiva para el día de la cosecha, ya que en algunos casos la cantidad de kg de uva cosechada supera la cantidad de cestas disponible en las granjas de los productores.

Ya establecido el día del corte, el productor debe emitir una guía de movilización cercana a la fecha del viaje, ya que este documento tiene un periodo de vigencia de 7 días. En dicho documento se expresa la información detallada del camión (placa, modelo), granja (ubicación, nombre, número de hectáreas que posee, hacia donde va dirigida, ruta a seguir) y conductor (nombre del chofer, cédula de identidad). Es importante mencionar que ambas empresas (productor y empresas ACME) deben estar al día con todos los permisos que exige el Instituto Nacional de Salud Agrícola Integral (INSAI). De igual manera, ambas empresas deben planificarse: Agropecuaria Rivasa C.A. con todo lo referente a cantidad de trabajadores que se requieren según la cantidad estimada de Kg de uva que se pretende cortar, implementos que se requieren por trabajador (en este caso tijeras) y a su vez herramientas de trabajo como tractores, carretas, combustible. Por otro lado, empresas ACME deberá planificar cantidad de trabajadores para ejecutar sus procesos el día en que reciben la fruta.

En el día 102, es decir, el día del corte, el encargado traslada las cestas las cuales se distribuyen según la cantidad y ubicación de los emparrados para hacer más eficiente la actividad. Posteriormente, en las cestas se descartan ramas y hojas de árboles, ya que al momento del corte estos pueden caer en las cestas que serán trasladadas con la uva seleccionada, así como también aquellos granos de uva que no se encuentran en óptimas condiciones.

En cuanto a la realización del muestreo de la fruta, proceso donde el productor estima el peso por cesta, hace un pequeño muestreo y mide los grados brix en los granos seleccionados para tener un estimado, ya que la uva se paga por kg y grados de azúcar, se puede dar en dos casos:

1. Muestreo en campo, donde el camión se traslada a los emparrados para cargar directamente las cestas.
2. Muestreo en el galpón, donde las cestas son trasladadas para posteriormente ser cargadas.

Una vez que el transportista llega a la granja, los trabajadores cargan las cestas con la carreta y las estiban para que la fruta viaje de manera segura. Cuando el camión está cargado con las cestas, se le hace entrega al transportista del comprobante de entrega que se muestra en el anexo 1, documento que detalla la cantidad de cestas y variedad de la uva.

En el lugar destino, la empresa ACME para conocer el peso de la uva del productor realiza un primer pesaje del camión cargado. Posteriormente, con un montacargas se bajan las cestas que traen la uva fresca, se vacían y luego se cargan una vez más para pesar nuevamente el camión y por diferenciación de pesos se calcula el peso bruto de la uva.

Luego, dicha información se envía al productor y si ese mismo día inicia el proceso de molienda, de la mezcla homogénea del tanque, la empresa toma 2 o 3 muestras para determinar los grados brix y envía datos. Esto se realiza para que el productor pueda emitir la factura con la información de los kilogramos en el anexo 2.

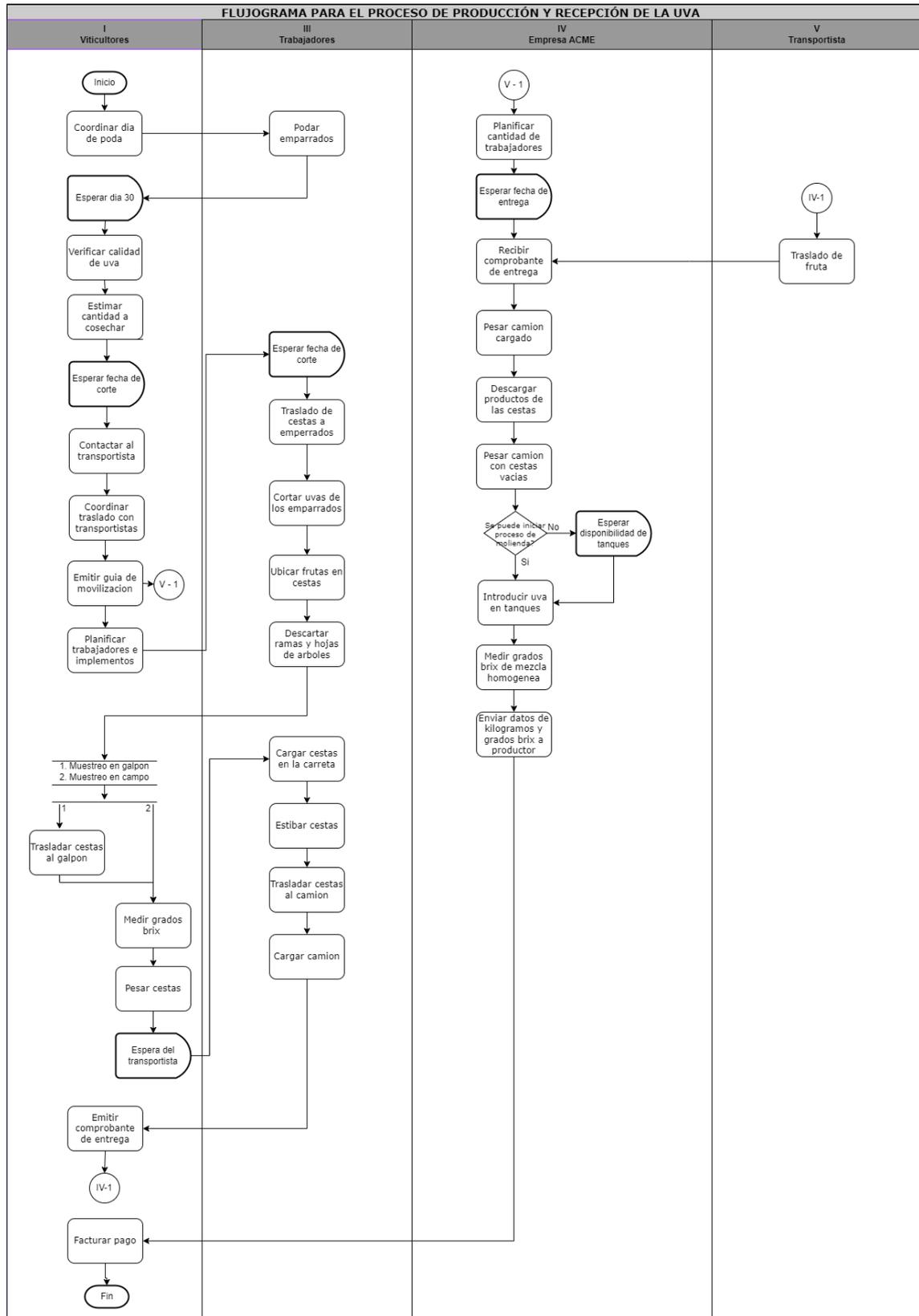


Figura 9. Flujograma para el proceso de producción y recepción de la uva.

CAPITULO III: ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA PROPUESTA PARA LA EMPRESA VINÍCOLA AGROPECUARIA RIVASA C.A.

En el presente capítulo se muestra el desarrollo de las fases para llevar a cabo el análisis y creación del sistema con tecnología Blockchain y así dar cumplimiento a los objetivos establecidos en el primer capítulo.

3.1. Diagnóstico de la situación actual

Para comprender la problemática actual, se realizó una entrevista al viticultor de la empresa Agropecuaria Rivas C.A. y a continuación, se muestra las debilidades detectadas en el proceso:

3.1.1. Caso I. Comunicación entre los actores y planificación de la producción

N.º caso	Caso I	
Nombre del caso	Mejora de la comunicación entre actores.	Planificación de la producción.
Actores	Viticultores, Transportista, Empresas ACME.	
Aspectos a resaltar	<ol style="list-style-type: none"> 1. Actualmente se utilizan como canales de comunicación, las llamadas telefónicas y la plataforma de mensajería WhatsApp. 2. Desconocimiento o falta de información hacia la empresa receptora 3. La zona donde se ubican las granjas presenta fluctuaciones en las redes telefónicas, lo que hace que el mensaje no llegue en el momento deseado. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. La producción de uva es dependiente de factores externos (agro climatológicos) que se escapan del control de los actores. 2. Según la época del año, la empresa conoce los estándares de calidad de la fruta y cantidad de uva que va a recibir. 3. El transportista es el intermediario que contacta vía telefónica a cada viticultor.

Tabla 3. Caso I. Comunicación entre los actores y planificación de la producción.

Se considera que el canal que la empresa utiliza para planificar su producción, cantidad de operadores, máquinas y número de viajes para recibir la uva, es informal y no permite obtener

toda la información en el momento que se desee. En este caso, el transportista, es quien hace de canal y responsable de realizar una llamada semanal, específicamente los días lunes, para conocer la producción estimada de Kilogramos de uva de la semana entrante.

Por otro lado, en el caso de requerir algún dato extra a lo solicitado por el transportista, utiliza la plataforma de mensajería Whatsapp, plataforma que, si bien cumple el objetivo de comunicar, es informal y no permite clasificar la información y tener un formato estándar para su envío. Muchas veces ocurre que la empresa solicita algún dato y algunos viticultores envían la información sin especificar datos relevantes, sin indicar cantidad exactas con fechas precisas, no todos siguen el mismo formato. Todo esto ocasiona en la mayoría de las veces pérdida de tiempo, ya que la empresa debe volver a realizar la pregunta hasta conseguir la respuesta que requiere, así como también heterogeneidad e información dispersa.

Ahora bien, en el caso de los canales utilizados por los viticultores, es importante mencionar que existen épocas del año que son críticas y que, debido a alteraciones en condiciones climáticas, presencia de plagas, sequías e incendios que originan variaciones en los niveles de producción, dificulta en algunas ocasiones a los productores alcanzar el mínimo entregable y por consiguiente el llenado del camión en su totalidad, por lo cual, el viticultor que no es su responsabilidad si desea que sus kilogramos de uva sean enviados, debe contactar vía telefónica al resto de productores de la zona para conocer si tienen algún envío próximo a realizar y, en caso de ser afirmativa la respuesta, las cantidades que enviarán el resto de productores. Esto con el objetivo de que el productor pueda salvar sus kilogramos de uva y enviarlos a empresas ACME. No obstante, en algunas ocasiones esto no es posible, ya que la comunicación puede verse afectada porque en la zona no se cuenta con redes telefónicas estables debido a la ubicación de las granjas y el mensaje como consecuencia no llega en el momento deseado.

Todo esto trae como consecuencia desconocimiento de la información por parte de la empresa ACME, ya que la información es manipulada por varios actores, cuyos canales de comunicación son deficientes y por ende hacen de la actividad de planificación de la producción mucho más compleja con datos imprecisos.

3.1.2. Caso II. Falta de comunicación entre los viticultores con respecto a plagas y enfermedades en la uva

N.º caso	Caso II
Nombre del caso	Mejora de la comunicación entre los actores con respecto a plagas y enfermedades.
Actores	Viticultores, especialistas de campo de la empresa ACME.

Aspectos a resaltar	<ol style="list-style-type: none">1. Por desconocimiento de plagas y/o enfermedades, el productor pierde la producción.2. La empresa se ve afectada debido a que los niveles de producción disminuyen.
----------------------------	---

Tabla 4. Caso II. Falta de comunicación entre los viticultores con respecto a plagas y enfermedades en la uva.

Los niveles de producción pueden verse afectados por diversos factores agro climáticos, entre ellos la existencia de plagas y enfermedades que afectan directamente tanto al número de cestas a cosechar como la vida útil de los viñedos, debido a que existen plagas que son agresivas y se comen progresivamente el grano de uva y luego el racimo en su totalidad.

Cuando un viticultor está expuesto a una enfermedad o plaga, no está en la obligación de notificar a ningún actor del proceso y a su vez tampoco cuenta con una plataforma formal que permita la recolección de estos datos que son de gran valor para todos.

Si lo vemos desde el punto de vista de los viticultores, el espacio de intercambio de información, plataforma de mensajería de WhatsApp con el que cuentan actualmente, es utilizado para intercambio de información diversa, y esto no le permite explotar el valor que esos datos aportan al proceso, debido al flujo continuo de información que es recibida por ese canal.

Esto trae como consecuencia, que el viticultor no envíe la información y el resto de los productores no puedan tomar acciones con anterioridad y reducir o en algunos casos eliminar ese posible riesgo y en algunos casos esto puede traer incluso disminución en los niveles de producción, lo que obliga a la empresa receptora a importar el mosto fresco (jugo de la uva), a causa de la escasez de uva fresca en los viñedos del estado Zulia.

Desde la perspectiva de la empresa ACME, especialistas cada 3 meses se trasladan desde el centro de producción, ubicado en un estado del país distinto, a las doce granjas para realizar visitas de campo. Durante la visita, escuchan las incidencias que han surgido a lo largo del trimestre, como plagas y enfermedades, eventos agro-climáticos como lluvias, sequías y a su vez realizan un análisis de la calidad de los viñedos y sus condiciones.

Como se aprecia, el número de visitas es elevado, ya que no se cuenta con un espacio común para los actores, donde se puedan exponer los daños producidos en la uva acompañado de imágenes que permitan una mejor visualización del problema.

3.2. ¿Por qué Blockchain es la tecnología ideal?

La tecnología Blockchain ofrece una variedad de beneficios que, desde un enfoque objetivo, resulta altamente favorable para la cadena de suministro de la empresa Agropecuaria Rivas C.A.

A continuación, se muestran las ventajas desde un punto de vista general, así como su aplicación específica a nuestro proceso:

- Blockchain permite crear un **registro transparente e inalterable** a lo largo de la cadena de bloques, lo que garantiza que la información que se introduzca no sea manipulada ni alterada por algún actor del proceso. Esto garantiza que cada dato que sea ingresado por el viticultor o empresas ACME, pueda tener trazabilidad a lo largo del proceso y los actores puedan tener la certeza que en cualquier momento que se requiera realizar algún tipo de consulta, la información permanezca intacta. Por otro lado, se considera ideal debido a que los viticultores deben firmar con la empresa receptora, **acuerdos contractuales** cuando se aprueba un corte y se va a realizar el envío respectivo. Por lo tanto, se requiere asegurar la información que está contenida dentro del acuerdo, ya que ésta es la base para la coordinación de los procesos de producción y elaboración de la sangría.
- Como se mencionó en el punto anterior, los acuerdos entre actores son clave y su incorporación en el proceso de una forma automatizada es posible gracias a la tecnología Blockchain. Actualmente, el intermediario responsable de enviar los datos de cantidad de cestas a cosechar a la empresa es el transportista. Con la incorporación de la tecnología, la necesidad de contar en el proceso con un intermediario es sustituida por una plataforma, de tal manera que los actores pueden compartir la información entre ellos, garantizando la **confidencialidad** y a su vez **agilizando** la ejecución de acuerdos y reduciendo tiempos de espera entre fases.
- Blockchain cuenta con **registros compartidos** y fomenta **un ambiente de colaboración**, por lo tanto, los actores podrán interactuar dentro de la plataforma y visualizar en tiempo real los datos una vez que hayan sido verificados e incorporados a la cadena de bloques. Por lo tanto, empresas ACME podrá visualizar los datos de

producción de los viticultores desde el momento de su publicación para la coordinación del proceso de producción, así como también información de plagas, lluvias o cualquier incidente originado en los viñedos. Inclusive, los viticultores podrán visualizar la aprobación del corte y coordinar la logística necesaria para llevar a cabo la cosecha.

Además de todas las ventajas antes mencionadas, el objetivo es incorporar esta tecnología en el proceso de la empresa Agropecuaria Rivas C.A. y luego expandirla al resto de viticultores, de tal forma que la zona de viticultores del municipio mara del estado Zulia cuenten con herramientas que agilice sus actividades del día a día, garantice confianza y seguridad en la información y a su vez facilite el intercambio de información en tiempo real entre actores eliminando a intermediarios en el proceso.

3.3. Diseño tipo de una plataforma Blockchain

La solución que se propone a continuación tiene el fin de optimizar la cadena de suministro de la empresa vinícola Agropecuaria Rivas C.A., mejorando la comunicación y el flujo de información entre los actores que conforman el proceso de producción y recepción de la uva para aumentar la eficiencia y eficacia de este.

3.3.1. Objetivos, límites y alcance de la plataforma

- **Objetivo:** Registrar los datos necesarios para aquellas etapas que suponen una debilidad para los actores del proceso a través de una plataforma web u móvil, que le permita cargar y a su vez consultar dichos datos en tiempo real.
- **Límites:** La plataforma sólo comprende el registro de aquellas actividades que fueron diagnosticadas y detalladas en el proceso de producción y recepción de la uva. No comprende aquellas etapas del proceso que vienen luego de haber entregado la fruta a empresas ACME.
- **Alcance:** Los siguientes procesos se encuentran contemplados en la plataforma:
 - Registro de los datos de los procesos de poda, cosecha, planificación de la producción y de rutas para el traslado de la fruta.

- Registro de datos acerca de enfermedades, plagas o eventos agroclimáticos.
- Registro de información de apoyo acerca de ventas rápidas, oferta de proveedores, disponibilidad de productos, experiencias de usuarios a la hora de probar un insumo, envío de alertas en caso de estar en presencia de alguna plaga.

3.3.2. Selección del tipo de Blockchain

El tipo de Blockchain que mejor se adapta y da respuesta a la situación de la empresa Agropecuaria Rivasa C.A. es el de **consorcio**.

Este tipo en concreto es adecuado para sistemas semicerrados que se encuentran compuestos por una cantidad limitada de empresas, como sería en nuestro caso sólo con la presencia de los viticultores y empresas ACME.

Debido a que en nuestro proceso no todos los datos pueden ser compartidos entre los actores, el grado de apertura variable que nos permite realizar este tipo es ideal, ya que, por medio de controles de acceso, definidos por el consorcio cada actor visualizará aquello que le corresponde.

En el caso de los viticultores, los datos de número de lotes, fechas de cosechas, de poda, edad del viñedo, será confidencial y vista únicamente por la empresa ACME, ya que son datos que si llegan a fuentes que no son de confianza puede ser arriesgado para el productor. Mientras que la información acerca de las incidencias como plagas, lluvias, sequías ocurridas durante el proceso de gestación de la uva si será publica, de tal forma que el resto de los viticultores puedan estar alerta y tomar acciones.

Por otro lado, la empresa ACME enviará a cada viticultor la información referente a la aprobación del corte y si viajara con algún otro productor en caso de ser necesario. Ambos mensajes se manejarán de manera confidencial entre la empresa y el viticultor.

A pesar de que este tipo de sistema no permite la descentralización en su totalidad, si lo hace de manera parcial y de esa manera se garantiza transparencia y trazabilidad durante el proceso.

3.3.3. Funcionalidades de la plataforma

A continuación, se detallan las funcionalidades de la plataforma dividido por actores, con la finalidad de dar cumplimiento a los objetivos establecidos.

Para los viticultores, el sistema deberá permitir las siguientes funcionalidades:

- Registrar la edad del viñedo, las fechas de poda de los emparrados, número de plantas a podar y la variedad.
- Registrar fechas estimadas de cosecha y su variedad.
- Registrar la cantidad de cestas estimadas a cosechar, lo cual permite conocer el volumen que va a trasladar el camión, útil para la planificación de rutas.
- Cargar comprobante de entrega, indicando cantidad de cestas cosechadas con su respectiva variedad.
- Registrar si hay alguna incidencia como presencia de plagas, indicando su tipo respectivo, sequías, lluvias, es decir, cualquier factor que el viticultor considere que puede llegar a afectar la producción programada.
- Cargar imágenes si el factor así lo permite, para justificar alguna alteración de las cantidades a entregar.
- Registrar la fecha de la incidencia.

Para la empresa ACME, el sistema deberá permitir las siguientes funcionalidades:

- Aprobar fecha de corte en función de:
 - Fechas de cosechas previamente cargadas por el viticultor.
 - Oferta y demanda.
 - Disponibilidad de mosto fresco (jugo obtenido de la uva) en sus centros de producción.
 - Cantidad estimada de cestas y variedad que oferten los viticultores, ya que se puede dar el caso que un solo viticultor no posea la cantidad de cestas requeridas para hacer el viaje rentable.
- Crear las rutas de transporte, en base a los datos de producción suministrados por los viticultores.
- Carga de datos requeridos para la facturación.

Además, el sistema permitirá la carga de información de apoyo mediante un foro para el intercambio óptimo de información entre los actores.

3.3.4. Casos de uso

Una vez descritas las funcionalidades del sistema, se procedió a elaborar los casos de uso, los cuales describen la secuencia de actividades necesarias y las fechas reales en las que deben ser ejecutadas. Para su elaboración, se consideraron los siguientes aspectos:

- En primer lugar, la descripción del proceso, que indica las actividades que deben llevarse a cabo durante la ejecución.
- En segundo lugar, la situación actual diagnosticada con el productor de la empresa Agropecuaria Rivasa C.A., ya que de esa forma se reducía la posibilidad de excluir las debilidades en el diseño de la plataforma.

Por esta razón, se decidió crear un caso de uso por actor principal (viticultor y empresa ACME), que reflejase el número de actividades con la secuencia y fechas de ejecución correspondientes para el registro de la información.

Adicionalmente, se creó un tercer caso que incluyera una debilidad diagnosticada con el productor que no forma parte del proceso pero que sigue siendo una situación para mejorar, que es la falta de un sistema de comunicación que permita intercambio de información entre los actores sobre plagas, enfermedades, e información de valor e interés que pueden afectar la producción.

Seguidamente, se muestran casos de uso, así como los beneficios que se pueden alcanzar con la implementación de tecnología Blockchain.

3.3.4.1. Caso de uso I. Registro Viticultor

REGISTRO VITICULTOR	
Actor principal	Viticultores.
Actor secundario	Empresas ACME, Transportista.
Actores beneficiados	Viticultores, Transportista, Empresas ACME.
Subcaso de uso	Contratos inteligentes, bajo el criterio volumen de uva a transporter.
Pre-Condiciones	No aplica.
PASO A PASO	
1. El CU comienza cuando el viticultor selecciona la opción <i>Viñedos</i> .	
2. El sistema despliega una lista con los números de lotes del viticultor.	
3. El sistema solicita que se ingrese la edad del viñedo, variedad, número de plantas a podar, fecha de poda y fecha estimada de cosecha.	
4. El viticultor ingresa los datos en el día 3.	
5. El sistema valida los datos ingresados.	

PASO A PASO
6. El sistema registra los datos en la opción <i>Viñedos</i> .
7. En el día 30, el sistema desbloquea la opción <i>Cargar cestas estimadas a cosechar</i> y solicita datos.
8. El productor el día 30 ingresa el estimado de cestas a cosechar.
9. El productor espera 7 días antes de la fecha de cosecha (102 días) la aprobación del corte.
10. La empresa aprueba el corte y pueden ocurrir dos escenarios: - Si la cantidad estimada de uva es igual o mayor a la cantidad mínima entregable (120-140 cestas), se crea un acuerdo entre productor-empresa y el viticultor recibe el acuerdo. - Si la cantidad de uva es inferior a la cantidad mínima entregable (120-140 cestas), se crea un acuerdo entre varios viticultores con cantidades inferiores a la mínima entregable y la empresa y el conjunto de viticultores reciben el acuerdo.
11. El sistema envía acuerdo al viticultor en función de los criterios establecidos en el paso 10.
12. El viticultor firma el acuerdo.
13. El sistema valida los datos ingresados.
14. El sistema registra el contrato firmado.
15. El sistema solicita el comprobante de entrega el día de la fecha de corte.
16. El productor carga el comprobante de entrega.
17. El sistema solicita cargar factura en la opción <i>Facturación</i> .
18. El viticultor elabora la factura.
19. El sistema carga la factura.
20. El sistema verifica que en el caso de uso los datos se hayan registrado de manera correcta.
21. El Caso de uso finaliza.
ALTERNATIVAS / EXCEPCIONES
2A. En caso de que el viticultor requiera ingresar un nuevo lote, el sistema debe mostrarle la opción de <i>crear nuevo lote</i> .
2A.1. El viticultor ingresa el número de lote.
2A.2. El sistema procesa la información.
7A. A partir del día 30, el sistema debloquea las siguientes opciones: <i>Cargar incidencias agroclimáticas</i> , para que el productor en caso de estar en presencia de algún factor que altere la producción, lo cargué allí <i>Cargar imágenes de incidencia</i> , si el factor así lo permite <i>Cargar fecha de la incidencia</i> .
7A.1. El viticultor ingresa tipo de incidencia, carga la imagen, ingresa la fecha y actualiza la cantidad de cestas estimadas a cosechar.
7A.2. El sistema procesa la información.

Tabla 5. Caso de uso I. Registro viticultor.

Con la implementación de Blockchain, el viticultor mejora el canal de comunicación, ya que la empresa al contar con la información necesaria para llevar a cabo la coordinación de las rutas, los productores ya no tendrán que realizar una llamada al transportista.

Otro beneficio que se aprecia es la opción de carga de incidencias agro-climatológicas que afectan a la producción del viticultor, puesto que reduce el número de visitas de campo y permite una reducción de costes y tiempo. Con Blockchain, la información se cargará en tiempo real y estará a disposición no solo de la empresa, sino también de los productores con la finalidad de que ellos puedan estar alerta y prestarse ayuda.

Por otro lado, permitirá a la empresa conocer a aquellos productores que han realizado bien su trabajo y han obtenido niveles de producción altos para así replicar las buenas prácticas al resto y lograr niveles de producción más eficientes y lograr estandarizar el trabajo a ejecutar.

3.3.4.2. Caso de uso II. Registro Empresas ACME

REGISTRO EMPRESAS ACME	
Actor principal	Empresa ACME, transportista.
Actor secundario	Viticultores.
Actores beneficiados	Viticultores, Transportista, Empresas ACME.
Subcaso de uso	Sesión de información.
Pre-Condiciones	Los datos asociados a: edad del viñedo, variedad, número de plantas a podar, fecha de poda y fecha estimada de cosecha deben estar previamente cargadas por el viticultor.
PASO A PASO	
1. El CU comienza en el día 95, es decir, una semana antes de la fecha de corte.	
2. El sistema despliega lista de viticultores con la edad del viñedo, variedad, número de plantas a podar, fecha de poda y fecha estimada de cosecha.	
3. El sistema solicita que se ingrese la aprobación del corte.	
4. La empresa ingresa SI o NO en la opción <i>Aprobación de corte.</i>	
5. El sistema solicita que se asignen los viticultores por ruta en la opción <i>Asignación de viticultores por ruta.</i>	
6. La empresa ingresa los viticultores por ruta.	
7. El sistema valida los datos ingresados.	
8. La empresa firma el acuerdo y envía a las partes involucradas el contrato.	
9. El sistema registra el contrato firmado.	
10. El sistema valida los datos ingresados.	
PASO A PASO	
11. El sistema solicita cargar en la opción <i>datos requeridos para facturación del viticultor</i> (Kg de uva y grados brix).	
12. Una vez recibida la uva y realizado el muestreo en el centro de producción, la empresa ingresa datos.	
13. El sistema valida la información.	
14. El sistema carga la factura.	

PASO A PASO
15. El sistema verifica que en el caso de uso los datos se hayan registrado de manera correcta en la Plataforma.
16. El Caso de uso finaliza.

Tabla 6. Caso de uso II. Empresas ACME.

La implementación de Blockchain supone un beneficio a la empresa, ya que le permite anticiparse y planificar desde:

- **Número de trabajadores:** Al tener cargada en sistema la cantidad estimada de cestas a cosechar, la empresa podrá saber cuál será la producción a recibir de sus viticultores. Dependiendo de los niveles de producción, la empresa será capaz de calcular el número de días que requiere para la elaboración de la sangría basada en la producción de los viticultores, si le conviene tener una nómina fija o que varíe en función de la producción y entonces tomar decisiones como si es óptimo contar con operadores fijos o a destajo, si es adecuado unificar turnos de trabajo en la jornada para que sólo se cuente con el personal necesario y se trabaje de manera productiva.
- **Número de máquina:** Mismo caso sucede con el número de máquinas, ya que al conocer niveles de producción estimados a recibir, la empresa puede realizar proyecciones acerca de la cantidad de tanques necesarios para almacenar el mosto fresco (jugo de la uva) según la variedad y a su vez conocer si para la fecha de corte de la uva se tiene disponibilidad del número de tanques requeridos. Por otro lado, se aprovecha el rendimiento de los equipos y en aquellos días donde la producción sea muy baja poder realizar actividades de mantenimiento, con la finalidad de que los equipos siempre estén disponibles cuando se requieran.
- **Camiones y conductores:** Al tener planificadas las rutas y considerando la cantidad máxima de cestas que un camión puede trasladar, será sencillo el cálculo de número de conductores y de camiones requeridos. Con respecto al inciso de los camiones, Blockchain permitirá realizar una correcta asignación de las cantidades de cestas aprovechando de manera correcta el espacio disponible, ya que puede darse el caso que varios productores tengan el mínimo entregable y que al unificarlos se alcance un mayor número de cestas a trasladar.
- **Inventario de etiquetas, botellas y tapas necesarias para la elaboración de la sangría:** En base a la producción cargada, la empresa estimará la cantidad de insumos y de esa manera solo contará con la cantidad suficiente, evitando tener dinero inmovilizado en inventario. Al conocer los niveles estimados de kilogramos de uva por la empresa ACME, el transportista no se verá en la necesidad de realizar una llamada a cada viticultor

semanalmente, ya que la información estaría cargada en el sistema y puede ser visualizada y manipulada directamente por el coordinador de logística de la empresa. Con el sistema, se podrán identificar todos aquellos productores, cuyos niveles de producción estén por debajo del mínimo entregable y así unificar esos pedidos y lograr optimizar las rutas (mayor cantidad de fruta en un mismo viaje), lo que evitará entregar dichas cantidades a la competencia.

3.3.4.3. Caso de uso III. Intercambio de información entre los actores

INTERCAMBIO DE INFORMACION ENTRE LOS ACTORES	
Actor principal	Viticultores, Empresas ACME.
Actor secundario	No aplica.
Actores beneficiados	Viticultores, Empresas ACME.
Subcaso de uso	Foro.
Pre-Condiciones	No aplica.
PASO A PASO	
1. El CU comienza cuando un actor decide enviar un mensaje al foro.	
2. El sistema abre el foro.	
3. El actor ingresa la información.	
4. El sistema verifica que en el caso de uso los datos se hayan registrado de manera correcta en la Plataforma.	
5. El Caso de uso finaliza.	
ALTERNATIVAS / EXCEPCIONES	
El foro contará con la opción Edición de la información, para que el viticultor si así lo desea pueda añadir más información relacionada al mensaje enviado o también resolver problemas de redacción.	

Tabla 7. Caso de uso III. Intercambio de información entre los actores.

La opción de foro que ofrece Blockchain es ideal para entornos donde los actores deben mantenerse informados en todo momento. En este caso en particular, facilita a los viticultores el intercambio de información de valor. Este espacio les permitirá comentar ofertas y ventas flash, experiencias testando algún insecticida, pesticida o herramienta nueva en el mercado, así como también proponer soluciones oportunas ante situaciones críticas.

El foro permitirá a su vez poner en estado de alerta a los productores, gracias a la información publicada acerca de plagas, lluvias, quienes además de estar al tanto de la situación, conocen también las medidas de acción que se deben tomar como por ejemplo tipo de producto como insecticida, pesticida y sus respectivas dosificaciones, si el producto se encuentra disponible

en el estado Zulia o es necesario adquirirlo de otro estado, su coste, manera apropiada de utilizarlo y en que época es adecuado aplicarlo. Además, permitirá reducir las visitas de campo por parte de los especialistas de campo de la empresa ACME, ya que la rotación de información en tiempo real les permite conocer el comportamiento de las granjas.

3.4. Análisis y diseño de la arquitectura Blockchain

En esta sección se presentará el diseño del sistema informático conceptual que mejore la cadena de suministro de la empresa vinícola Agropecuaria Rivas, utilizando el tipo de Blockchain **consorcio**.

Para esto, se debe definir las especificaciones funcionales, el sistema de flujo de información y acuerdos (contratos inteligentes) entre los actores del proceso, para posteriormente presentar un wireframe de la aplicación a desarrollar.

3.4.1. Consideraciones

Es importante que el sistema tenga en consideración los siguientes aspectos para su correcto funcionamiento:

- El sistema debe asegurar la transparencia en los registros, por lo que los datos no podrán ser manipulados.
- El sistema debe permitir a los usuarios la posibilidad de validar y editar información, siempre y cuando no se borre el mensaje anterior, esto con la finalidad de garantizar la trazabilidad en el flujo de información. Para ello, el mismo debe contar con una opción que permita al usuario agregar información.
- La plataforma debe contar con un anexo, que permita visualizar la información cuando el usuario así desee, incluso luego de finalizada la fase.
- La opción de almacenar datos debe estar presente en el sistema con un periodo de almacenamiento de aproximadamente 2 años que es equivalente a 60 cortes.

- El usuario sólo debe tener acceso a aquellas funcionalidades que le corresponden.
- La interfaz del sistema debe ser intuitiva para que cualquier usuario pueda utilizarla sin problemas.
- El sistema debe estar disponible las 24 horas del día durante los 7 días de la semana, de tal manera que el usuario cuando así desee pueda cargar datos y consultar la información de interés.
- El tiempo de respuesta del sistema debe ser rápido, de tal manera que los usuarios no se vean afectados en caso de que la plataforma deje de responder por algunos segundos.
- La aplicación web y móvil debe ser capaz de funcionar y adaptarse a los diferentes modelos de pantallas.

3.4.2. Sistema de flujo de información

La información viaja a lo largo de la cadena de suministro y a continuación se muestra el flujo desde un punto de vista macro:

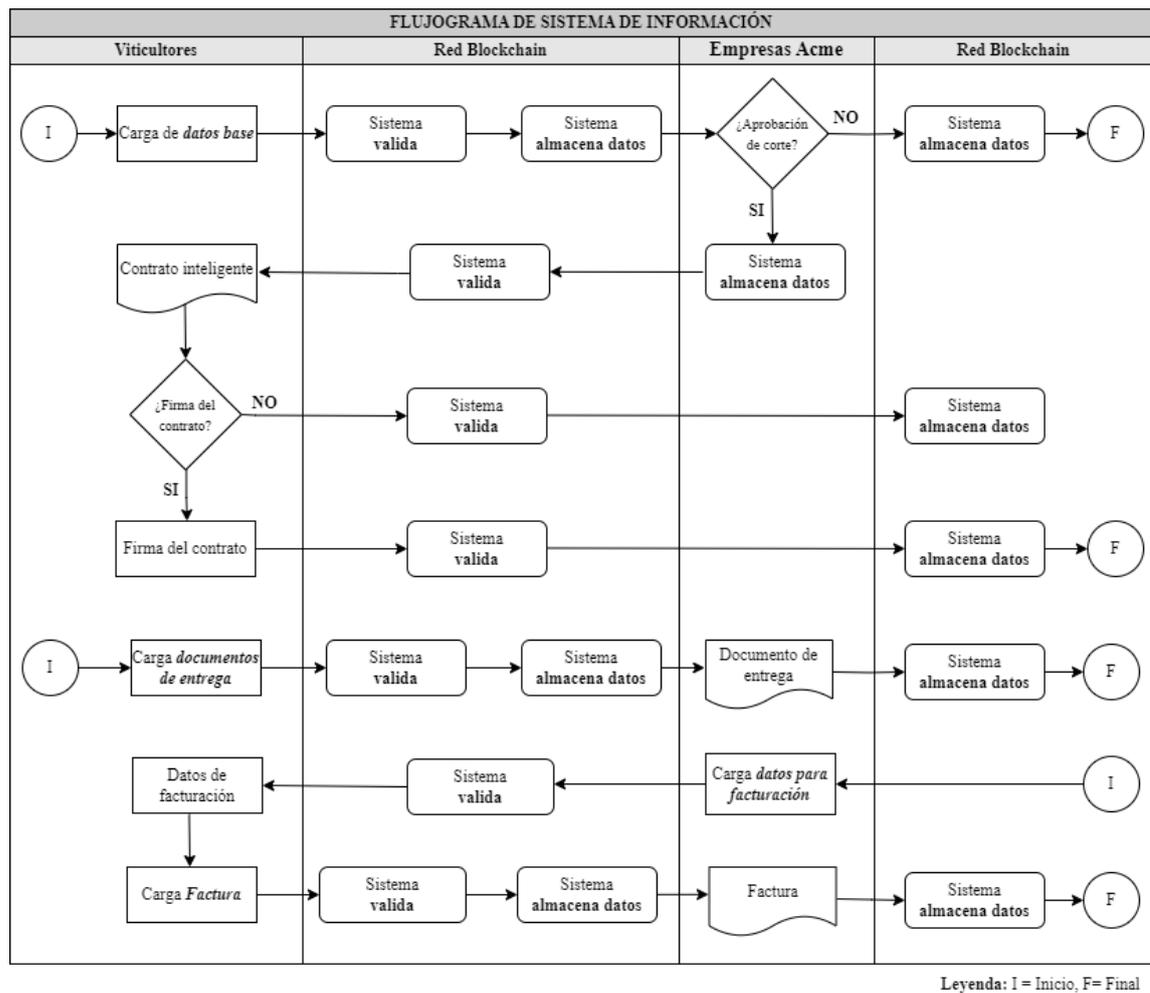


Figura 10. Flujograma de sistema de información en la red

El proceso inicia cuando el viticultor ingresa a la red Blockchain los *datos base*, entre ellos edad del viñedo y su variedad, número de plantas a podar, fechas, así como cantidad de cestas a cosechar. Como se visualiza en el flujograma, cada fase intermedia debe ser validada para poder ser añadida a la cadena de bloques, de esta manera los actores evitan la posibilidad de alterar o manipular la información ingresada. Para una mayor comprensión las fases de verificación serán explicadas en el punto 3.4.2.1.

En la aprobación del corte, la empresa ACME utiliza los *datos base* y se pueden dar dos casos:

- Si el corte no se aprueba, los datos se almacenan en la base de datos de Blockchain por un tiempo determinado, con la finalidad de analizar la causa que ha originado que el contrato no sea firmado.

- Si el corte se aprueba, la empresa ACME elabora el **contrato**, lo firma y el sistema verifica para enviarlo a los viticultores correspondientes.

Los viticultores reciben el contrato y pueden presentarse dos escenarios:

- Si los viticultores no están de acuerdo, el contrato queda desestimado y la información se almacena en el repositorio por un tiempo determinado.
- Si los viticultores están de acuerdo, el contrato se firma, se valida y se almacena en la cadena de bloques.

Siguiendo el proceso, el día del corte, el viticultor carga el documento de entrega, el sistema valida la información y se envía a empresas ACME, como comprobante de la cantidad de cestas de uva enviadas.

Finalmente, cuando empresas ACME recibe la uva, se dispone a enviar los **datos requeridos para facturación del viticultor**, el sistema valida la información, el viticultor la recibe y se emite la factura. El receptor la recibe, verifica que los datos ingresados sean los correctos y se almacena la factura.

3.4.2.1. Puntos de verificación

Los puntos de verificación dentro de la cadena de bloques ayudan a garantizar la validez de las transacciones y su cumplimiento con las reglas y protocolos establecidos. Cuando se verifica la integridad, el sistema evita la inclusión de transacciones inválidas.

Por otro lado, no permite que la cadena principal se divida en dos o más ramas, ya que verifica la continuidad y la coherencia en la misma, vital en este proceso debido a que garantiza que el flujo de información entre viticultores y empresas ACME esté sincronizado y alineado en la cadena de bloques.

A continuación, se muestran los puntos de verificación establecidos en el proceso:

- **Actor-Fase de verificación-Bloque de datos:** Este tipo de verificación está presente cuando el receptor no requiere hacer uso de la información cargada por el emisor en ese preciso momento. Por lo que el sistema valida los datos y los incorpora a la cadena de bloques, de tal forma, que los datos se encuentran almacenados, previamente validados y en espera de ser utilizados por el receptor. Al inicio del proceso, como se muestra en la figura 10, la red cuenta con una fase de verificación donde el viticultor ingresa los datos y el sistema se asegura que los datos estén rellenos en los campos correspondientes, que no existan campos sin rellenar o exista un mal uso de “,” y “.” en las cifras ingresadas. En el caso, de que el sistema detecte algún error, no le permitirá al usuario la carga satisfactoria de los datos y le indicará qué debe corregir de la misma. Este tipo de verificación también sucede cuando se emiten en el proceso los documentos de entrega y de facturación.
- **Actor-Fase de verificación-Actor:** Este tipo de verificación se aprecia, cuando se requiere de la presencia de más de un actor para ejecutar una fase del proceso, como sucede con los contratos inteligentes. Como se observa en la figura 10, el emisor envía el contrato y el sistema verifica que todos los datos referentes al viaje aparezcan en el contrato, como nombres de los viticultores involucrados en el viaje y la cantidad de cestas a cosechar respectivamente, así como también la firma del emisor. El sistema verifica que aparezca la firma y que sea legible, en caso de no aparecer, el sistema no permitirá continuar hasta que todos los pasos se lleven a cabo de forma adecuada. El receptor, en este caso el viticultor recibe el contrato, si está de acuerdo verifica la información y firma, proceso que se repite en función de la cantidad de viticultores que figuren en el contrato. El sistema verifica y luego añade el contrato a la cadena de bloques.

3.4.3. Diseño del contrato inteligente

El objetivo es analizar la trazabilidad de los datos dentro de la cadena de suministro, de manera que se logre formalizar acuerdos entre viticultor y empresas ACME. Para ello, se han planteado los siguientes requerimientos funcionales que deben formar parte para la creación del contrato inteligente:

- **Registro de información:** El sistema debe contar con la capacidad de registrar los datos necesarios que faciliten el proceso de aprobación del corte.

A continuación, se define la estructura junto con los componentes respectivos que conforman al contrato inteligente:

- Nombre del viticultor

- Nombre de la granja

- Variedad de uva

- Número de cestas estimadas a cosechar

- Fecha y hora del corte

En caso, de que la producción del viticultor no cumpla con el mínimo entregable exigido, su corte se unificará con otros cortes de varios productores y los requisitos se replicarán según el número de actores añadidos. Además, se añadirá el orden de recogida de la fruta.

Se considera que dicha estructura es beneficiosa e ideal, ya que permite dejar registro en la cadena del número de cortes a ejecutar por viticultor a lo largo del proceso. Los datos son verificados por el viticultor y la empresa ACME, lo que reduce la posibilidad de manipulación del dato, garantizando así la transparencia y seguridad.

Empresas Acme
Acuerdo de probación del corte

Estimados productores,

Por medio del presente documento se le comunica que su corte ha sido aprobado con éxito. Debido a que usted no alcanza la cantidad mínima entregable para realizar un viaje, la empresa se ha visto en la necesidad de unificar su corte con el de otros productores. A continuación, la información detallada:

Nombre del viticultor	Granja	Variiedad	Cestas estimadas a cosechar
Rodolfo Rojas	San Andrés	Malvasía	40
Jesús Martín	Agrochinca	Tempranillo	50
David Ruiz	San Rafael	Malvasía	90
		Tempranillo	20

El corte se estima que se realizará para la fecha lunes 01 de julio del presente año, en el periodo de las 08:00 de la mañana hasta las 2 de la tarde. El horario de recogida de las cestas con la fruta se realizará en el siguiente orden:

Granja	Hora de recogida
San Andrés	14:30
San Rafael	15:30
Agrochinca	16:30

Si usted está de acuerdo, firme en el espacio en blanco junto con su cédula de identidad,

Rodolfo Rojas
C.I. 10.982.670

Jesús Martín
C.I. 11.208.963

David Ruiz
C.I. 10.489.257

Empresas Acme
José Vicente
C.I. 10.982.670

Maracaibo, julio de 2023

Figura 11. Contrato inteligente.

Por otro lado, el acuerdo le brinda al viticultor la información necesaria para la toma de decisión.

- Validación de los datos: El sistema validará que la información sea íntegra en cada acuerdo generado. Para ello, se hará uso de las fases de verificación explicadas en el punto 3.4.2.1.

- Mecanismos de consulta: El sistema permitirá consultar los acuerdos una vez generados dentro de la red, por lo que en la plataforma debe existir la opción que permita a los actores involucrados en el acuerdo, consultar algún dato de interés.
- Funciones: El contrato se ha diseñado de manera general, ya que el objetivo es elaborar un modelo estándar que sirva de base, de tal manera que luego el mismo pueda ser utilizado por cualquier viticultor que desee incorporar esta tecnología en su proceso.

En la figura 12, se observa los tipos de funciones divididos en tres grupos:

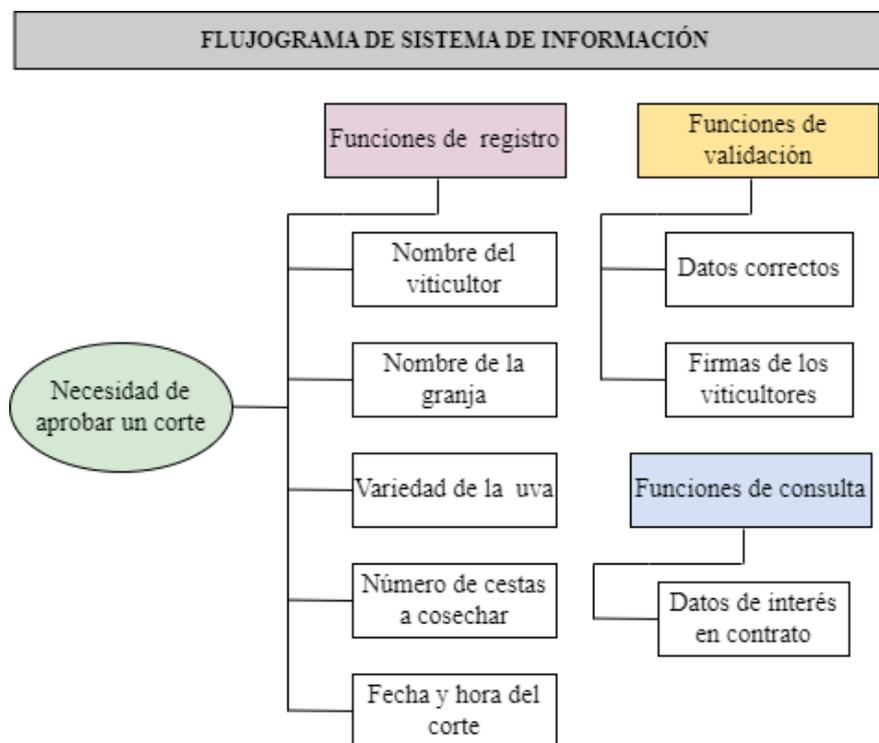


Figura 12. Funciones de registro, validación y consulta de los contratos inteligentes.

Una vez que se ha reflejado la necesidad de aprobar un corte, la empresa ACME inicia con el primer grupo llamado funciones de registro. El contrato se rellena con los datos del viticultor. Luego el sistema valida que los datos sean los correctos, que la información se rellene en el orden y en el campo respectivo y valida las firmas de los actores que forman parte de este acuerdo.

Finalmente, cuando el contrato ya ha sido aprobado, se almacena en la cadena de bloques y queda a disposición de cualquier actor para consultar información que se requiera en el momento.

3.4.4. Líneas futuras para el desarrollo de la plataforma

Una vez finalizado el estudio de contexto, el análisis de los requisitos, descripción de las funcionalidades de la plataforma requeridas por los casos de uso identificados en el TFM, pero sobre todo el haber convencido a los actores del proceso, de que la tecnología Blockchain es aquella que ofrece la mejor solución ante su situación actual, se debe proceder a la selección de las plataformas.

Con la finalidad de brindar a los actores un análisis completo que abarcara diversas alternativas, se analizaron cuatro plataformas que ofrecen soluciones físicas para instalar en servidores. Una de estas opciones, como es el caso de IBM, se centra en soluciones on premise. A diferencia, de Azure y Amazon se centran en soluciones cloud y finalmente, Ernst & Young que ofrece una opción altamente personalizable.

En busca de una estandarización a la hora de evaluar plataformas que dieran cumplimiento a nuestras funcionalidades y requisitos, nos hemos centrado en ofrecer a los actores del proceso soluciones globales. No obstante, se cree fundamental evaluar si la legislación venezolana permite operar abiertamente con este tipo de plataformas vía VPN, ya que se sospecha que puede llegar a ser un condicionante que deberá ser incluido en el plan de viabilidad y evaluado a posteriori con los respectivos proveedores. En caso de no ser posible, buscar una solución alternativa local.

Por otro lado, el análisis de costes para efectos de la elaboración del TFM, se realizó en base al coste estándar que tienen estas plataformas en el mercado.

A continuación, se analizará las plataformas listadas, definiendo sus características, funcionalidades, componentes y posibles costes.

3.4.4.1. Descripción comparativa de la plataforma

3.4.4.1.1. IBM Blockchain Services for Supply Chain

La principal solución que IBM ofrece en cuanto a cadenas de suministros es la IBM® Supply Chain Intelligence Suite, la cual es una solución de optimización y automatización basada en IA diseñada para organizaciones que luchan por resolver las interrupciones de la cadena de suministro. Los productos de la suite ayudan a facilitar una transformación de la cadena de suministro digital, mejorando la resiliencia y la sostenibilidad de la red de suministro, aumentan la agilidad y aceleran el tiempo de creación de valor a través de conocimientos prácticos, flujos de trabajo más inteligentes y automatización inteligente

En función de los casos de uso, se destacan los siguientes productos de la suite:

- **Transparent Supply:** Es una solución basada en Blockchain que permite a las empresas colaborar de forma segura y participar en un ecosistema de intercambio de datos con sus socios de la cadena de suministro. Transparent Supply conecta a los participantes aprobados con la red Blockchain compartida y distribuida, lo que proporciona una referencia definitiva para los datos y documentos relacionados con los productos y equipos que se mueven en la cadena de suministro. Los participantes de la red de suministro transparente pueden agregar datos y documentos a la cadena de bloques y controlar la visibilidad de esos datos para los participantes. Una vez que los datos están en la cadena de bloques, no se pueden manipular, alterar ni eliminar. Estas propiedades de la cadena de bloques hacen de Trusted Supply una plataforma confiable para el intercambio seguro de datos entre varias empresas, lo que evita la falsificación y el fraude. La solución ofrece a los participantes una visibilidad completa del movimiento de los productos desde la producción hasta el consumo.
- **Food Trust:** conecta a agricultores, mayoristas, minoristas, distribuidores y clientes finales en una red basada en la confianza y la transparencia. IBM Food Trust mejora la visibilidad de la producción de alimentos y su movimiento a través de la cadena de suministro. La solución conecta a los participantes de la red a través de registros autorizados, inmutables y compartidos de procedencia de alimentos, datos de transacciones, detalles de procesamiento de alimentos y más. Los usuarios autorizados que participan en la red tienen acceso a los datos de la cadena de suministro de alimentos, incluido el historial completo de movimientos y la ubicación actual de cualquier alimento junto con otra información, como certificaciones, pruebas y datos ambientales. Como tal, la solución aborda la mayor complejidad de la industria y genera confianza.

IBM Blockchain Platform se basa en tres principios fundamentales: finalidad de los datos, confianza a través de la transparencia y privacidad de la red.

El principio de finalidad de los datos se basa en la propiedad de inmutabilidad de la cadena de bloques. Una vez comprometidos, los datos del libro mayor de Blockchain no se pueden modificar ni eliminar. La única forma de actualizar los datos en el libro mayor es a través de una nueva transacción que debe verificarse y validarse mediante un consenso establecido

En IBM Blockchain Platform, todos los participantes son conocidos por otros participantes y son identificables por ellos. Este principio garantiza la transparencia y la construcción de confianza distribuida dentro de una red comercial conocida. El principio también simplifica el cumplimiento de los requisitos normativos que dictan que cierta información en una red sea conocida (KYC). Gracias al principio de transparencia, las cadenas de bloques en la plataforma de IBM no requieren minería e inherentemente dan como resultado un procesamiento de transacciones mucho más rápido.

IBM Blockchain Platform puede garantizar la privacidad de las transacciones y los datos de transacciones. La privacidad en la plataforma se habilita mediante canales dedicados, bases de datos privadas y tecnología a prueba de conocimiento cero. Los canales permiten el intercambio de información de forma aislada, por lo que no se presenta a toda la red sino solo a participantes seleccionados. Las bases de datos privadas almacenan datos privados confidenciales junto con los datos del libro mayor. Finalmente, la tecnología a prueba de conocimiento cero permite la verificación de la validez de la información sin revelar la información misma.

Beneficios:

- **Transparencia en la cadena de suministro:** A través de la tecnología de un libro mayor distribuido que proporciona una única versión compartida de la verdad y brinda a los participantes mayor visibilidad de las actividades.
- **Creación de cadena de suministro resiliente:** Las soluciones de cadena de suministro de IBM Blockchain utilizan acuerdos contractuales automatizados que entran en acción una vez que se cumplen las condiciones de negocio establecidas previamente. Esto proporciona visibilidad casi en tiempo real de las operaciones y permite tomar medidas en caso de producirse una excepción.
- **Abordaje simplificado optimizado:** Las soluciones de cadena de suministro de IBM Blockchain pueden acelerar el proceso de abordaje de nuevos proveedores en la cadena de suministro a través de un registro inalterable y confiable de los detalles del nuevo proveedor.

Componentes:

Los componentes y la estructura de IBM® Blockchain Platform se basan en la infraestructura y las herramientas subyacentes de Hyperledger Fabric, una solución de cadena de bloques autorizada de código abierto en la que IBM es uno de los principales contribuyentes. Hyperledger Fabric proporciona características críticas que permiten la creación de redes de cadena de bloques autorizadas confiables. La plataforma está destinada a empresas de todos los tamaños, grandes o pequeñas.

A través de su arquitectura modular, Hyperledger Fabric permite la implementación de una variedad de algoritmos criptográficos, esquemas de identidad, protocolos de consenso, contratos inteligentes y otras características de Blockchain. Las redes basadas en Fabric incluyen varios componentes estándar que se pueden implementar en varias configuraciones para admitir una amplia variedad de casos de uso. La lógica sign/verify se incorpora en cada punto de encuentro de la comunicación y las transacciones ingresan por medio de un conjunto de puntos de control.

Dispone de un componente llamado **Entidad emisora de certificados (CA)** para la gestión de las identidades de red de todas las organizaciones miembro y sus usuarios, garantizando que aquellos que estén registrados tengan la posibilidad de rastrear cada transacción.

- La CA emite un certificado raíz (rootCert) a cada miembro (organización o individual) con autorización para unirse a la red.
- La CA también emite un certificado de inscripción (eCert) a cada componente miembro, a aplicaciones del lado de servidor y ocasionalmente a usuarios.
- También se otorga a cada usuario inscrito una asignación de certificados de transacción y cada certificado autoriza una transacción de red.

Este control basado en certificados sobre la pertenencia a red y las acciones permite restringir que identidades de usuario específicas accedan a canales privados y confidenciales, aplicaciones y datos.

A su vez, cuenta con el componente denominado **Proveedor de servicios de pertenencia (MSP)**, que ofrece una abstracción de todos los mecanismos de cifrado y protocolos tras la emisión y validación de certificados y la autenticación de usuario. El componente MSP se instala en cada igual de canal para garantizar que las solicitudes de transacción que se emiten al igual proceden de una identidad de usuario autorizada y autenticada.

El siguiente diagrama muestra los componentes básicos de una IBM Blockchain Hyperledger Fabric.

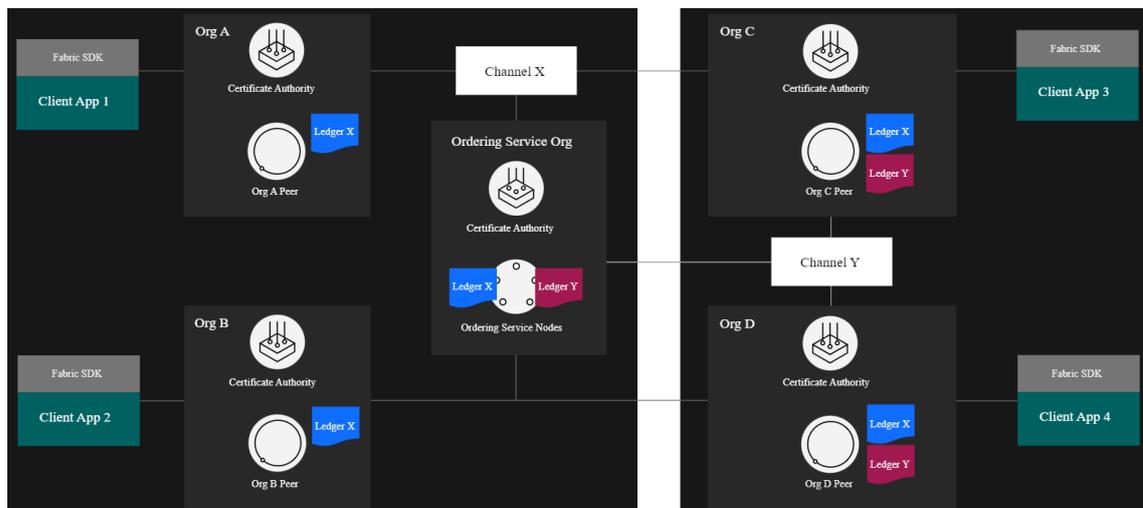


Figura 13. Ejemplo de red IBM Blockchain.

Precio:

IBM ofrece un nuevo modelo de precios por hora que se basa en la asignación de núcleo de procesador virtual (VPC).

Una VPC es una unidad de medida que se utiliza para determinar el coste de licencia de los productos de IBM. Se basa en la cantidad de núcleos virtuales (vCPU) que están disponibles para el producto. Una vCPU es un núcleo virtual que se asigna a una máquina virtual o a un núcleo de procesador físico. Para fines de estimación de costes de IBM Blockchain Platform, $1 \text{ VPC} = 1 \text{ CPU} = 1 \text{ vCPU} = 1 \text{ núcleo}$

Este modelo simplificado se basa en la cantidad de CPU (o VPC) que se asignan por hora a sus nodos de IBM Blockchain Platform, a una tarifa fija de **0,29 USD/VPC-hora**.

Para obtener una estimación del coste total, se debe considerar que en la cadena de bloques existe un clúster de Kubernetes en IBM Cloud que contiene componentes de IBM Blockchain Platform y utiliza el almacenamiento de nuestra selección, los cuales incurren en cargos separados.

3.4.4.1.2. Quorum Blockchain Service de Azure Hyperledger

Quorum Blockchain Service (QBS) es una plataforma de servicio para contabilidad completamente administrada por ConsenSys que se encuentra disponible en Microsoft Azure. Si bien QBS está alojado en Azure, ConsenSys lo administra para garantizar una alta disponibilidad, un rendimiento óptimo y que su infraestructura tenga los parches de seguridad más actualizados. Esto permite a las organizaciones ejecutar su propia red Blockchain sin tener que lidiar con la gestión de la infraestructura.

La red Quorum nació como plataforma financiera basada en una bifurcación de la cadena de bloques Ethereum. Lo más destacado es su nueva característica llamada "identificador privado de transacciones" que garantiza la privacidad de los datos. ConsenSys Quorum aprovecha las mejores características de Ethereum e Hyperledger para desarrollar una red capaz de emplear smart contracts avanzadas, utilizando la Ethereum Virtual Machine y el lenguaje de programación Solidity.

Los casos de uso de Quorum Blockchain en la gestión de la cadena de suministro se enfocan en el desarrollo de soluciones que permitan hacer un seguimiento a los componentes del producto y suministrar un historial, cuyos datos no puedan ser manipulados.

Beneficios:

- Algoritmo de consenso: Quorum ha desarrollado un algoritmo de consenso que utiliza un sistema de votación por mayoría. Solo unos pocos nodos predeterminados tienen la autoridad para participar en el proceso de votación; ayuda en el proceso de verificación de transacciones.
- Contratos inteligentes híbridos: Solidity se utiliza para programar contratos inteligentes establecidos para participantes públicos y privados. Los contratos privados e inteligentes no se pueden transformar en públicos y viceversa para garantizar la seguridad de los datos.

- Rendimientos altos: la velocidad de rendimiento es mayor en el Quórum, ya que en la mayoría de los casos se utilizan contratos privados para transacciones en lugar de contratos públicos inteligentes.
- Gestión de activos: Permite la creación de activos sin estar en presencia de un tercero, dándole autonomía al propietario.
- Open Source: Iniciativa en el que más de 300 colaboradores se encuentran colaborando en el desarrollo de Quorum.

Componentes:

- Azure App Service es un servicio que contiene dentro de las opciones que ofrece aplicaciones web, API REST y back-ends para dispositivos móviles. App Service es una aplicación web o API que permite el uso interactivo de los datos por parte de los usuarios de la cadena de suministros. Se usa para leer los datos de la etapa de entrada o ingesta, y de todas las demás etapas, y hacer referencia a ellos.
- Azure Service Bus es una solución que incluye colas de mensajes y temas que se pueden publicar y a los que es posible suscribirse. En este caso, se utiliza para insertar datos en el libro de contabilidad de la cadena de bloques o en el almacén de datos fuera de la cadena.
- Azure Managed Applications le permite ofrecer soluciones en la nube que pueden ser implementadas y utilizadas de manera sencilla.
- Azure Cosmos DB es una herramienta que ofrece tiempo de respuestas cortos inferior a dos dígitos, escalabilidad automática e instantánea y velocidad adecuada. Hace la función de almacén de datos utilizado para alojar aquellos eventos generados en la cadena de bloques.
- Azure SQL Database es una herramienta que se encarga de la administración de bases de datos, así como de actualizar, inspeccionar, crear copias de seguridad y llevar a cabo supervisiones sin la presencia del usuario. También sirve de almacén de datos y mantiene la integridad de los datos que conforman la cadena de bloques.

- Azure Monitor es una solución ideal para recolectar, evaluar y actuar en la telemetría desde los entornos local y en la nube. De esta forma, Azure Monitor ofrece datos de disponibilidad y rendimiento de los componentes de la arquitectura. Quorum Service se integra con Azure Monitor para facilitar datos de telemetría adicionales en nodos de cadenas de bloques.

El siguiente diagrama muestra los componentes básicos de una Quorum Blockchain que se ejecuta en Azure.

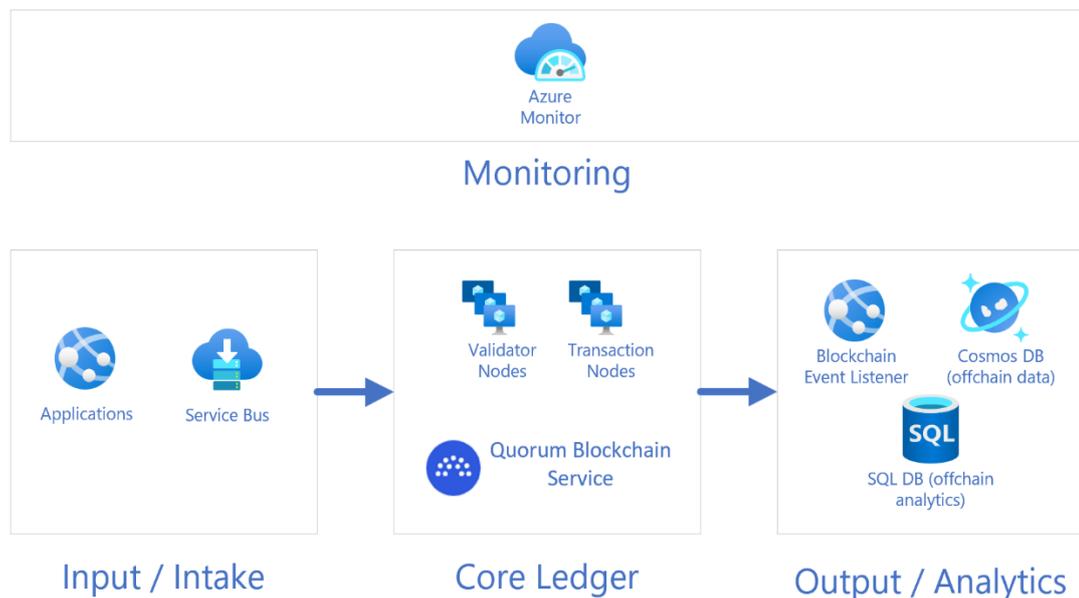


Figura 14. Arquitectura Quorum Blockchain Service.

Precio:

El precio de QBS se basa en el nivel de servicio elegido cuando se implementa el miembro de QBS.

El precio de la infraestructura de Azure es el precio de los recursos subyacentes para su miembro de QBS, que están visibles en su grupo de recursos administrados.

Azure Blockchain ofrece dos niveles para garantizar que la empresa pueda elegir la que mejor se adapte a ellos. Estos niveles se dividen según diferentes capacidades y rendimiento.

- Básico: 1 núcleo virtual, 0,05 \$/mes por GB de almacenamiento, 0,0996 \$/hora de nodo de validación, 0,0996 \$/hora de nodos de transacción. El nivel básico no tiene soporte de implementación híbrida. Pero sí ofrece gobernanza de consorcio. Ofrece una métrica de alta disponibilidad, lo que lo hace ideal para un entorno de prueba.
- Standard: 2 núcleos virtuales, 0,05 USD al mes por GB de almacenamiento, 0,318 USD por hora en nodos de validación, 0,318 USD por hora en nodos de transacción, 99,99 % de disponibilidad.

3.4.4.1.3. Amazon Managed Blockchain

Amazon Managed Blockchain (AWS) permite elaborar redes públicas y privadas.

Beneficios:

- Completamente administrado: Con Amazon Managed Blockchain, se puede crear rápidamente redes de Blockchain que abarca varios usuarios; lo que permite un flujo de transacciones sin la necesidad de contar con una autoridad central. Los participantes tienen la oportunidad de votar, ya sea para agregar o eliminar miembros dentro de la cadena. Cuando se agrega un usuario, la plataforma le otorga poder al miembro para que lance y configure nodos de la red, con la finalidad de que luego estos se adicionen y almacenen a una copia del libro mayor. Por otro lado, monitoriza la red y aquellos nodos que presentan deficiencias, los reemplaza automáticamente.
- Opción Hyperledger Fabric o Ethereum: Amazon Managed Blockchain admite dos marcos de Blockchain populares, Hyperledger Fabric adecuado para cuando se requiere de privacidad y controles de permiso con los miembros previamente seleccionados y Ethereum ideal para redes donde la transparencia de los datos para todos los miembros es vital.
- Escalable y seguro: AWS permite expandir la capacidad de la red para crear y validar transacciones, añadiendo nodos nuevos a la red. Por otro lado, proporciona al usuario la flexibilidad a la hora de escoger y combinar los recursos que mejor se adapte a su dinámica de trabajo.

Componentes:

Los usuarios de Amazon Managed Blockchain podrán elegir entre Hyperledger Fabric y Ethereum.

Una red Hyperledger Fabric en Amazon Managed Blockchain incluye uno o más miembros. Los miembros son identidades únicas en la red. Una sola cuenta de AWS puede tener varios miembros. Al crear una red Hyperledger Fabric, el creador elige la versión del framework y la edición de Amazon Managed Blockchain que desea utilizar. La edición determina la capacidad y las posibilidades de la red en su conjunto. El creador también debe crear el primer miembro de la red. Una red Hyperledger Fabric en Managed Blockchain permanece activa mientras haya miembros. La red se elimina solo cuando el último miembro se elimina a sí mismo de la red. Ningún miembro o cuenta de AWS, ni siquiera la cuenta de AWS del creador, puede eliminar la red hasta que sea el último miembro y se elimine a sí mismo.

Los miembros adicionales se añaden mediante un proceso de propuesta y votación. La red está descentralizada, por lo que los cambios en la red se realizan por consenso. Para realizar cambios en la red, los miembros hacen propuestas que todos los demás miembros de la red votan. El creador de la red también define una política de votación para la red durante su creación. La política de votación determina las reglas básicas para todas las votaciones de propuestas en la red. La política de votación incluye el porcentaje de votos necesarios para aprobar la propuesta, y la duración antes de que expire la votación.

Cuando un miembro se une a la red, una de las primeras cosas que debe hacer es crear al menos un nodo de colaboración (o nodo de colaboración) en la membresía. Cada nodo de colaboración mantiene el estado global de la red para los canales en los que participa. El estado global se actualiza con cada nueva transacción. Cuando un nuevo nodo de colaboración se conecta a un canal, obtiene el estado global y el libro mayor de los demás nodos de colaboración. Incluso si no hay otros nodos pares en una red, mientras exista un miembro, los datos del ledger pueden restaurarse en un nuevo nodo de colaboración.

Los nodos de colaboración también interactúan para crear y endosar las transacciones que se proponen en la red para actualizar el ledger, siendo los miembros definen las reglas del proceso de endoso en función de su lógica empresarial. De este modo, cada miembro puede realizar transacciones según lo permita su lógica empresarial y verificar de forma independiente el historial de transacciones sin una autoridad centralizada.

Para configurar las aplicaciones Hyperledger Fabric en nodos pares e interactuar con otros recursos de red, los miembros utilizan un cliente configurado con herramientas Hyperledger

Fabric de código abierto, como una CLI o SDK. Las aplicaciones y herramientas que elija y la configuración de su cliente dependerán de su entorno de desarrollo preferido.

Dado que una red Blockchain Hyperledger Fabric está descentralizada, los miembros deben interactuar con los nodos de colaboración y con los recursos de toda la red para realizar transacciones, respaldar transacciones, verificar miembros, etc. Cuando se crea una red, Managed Blockchain otorga a la red un ID único. Del mismo modo, cuando una cuenta de AWS crea un miembro en la red y nodos pares, Managed Blockchain da IDs únicos a esos recursos.

Cada recurso de la red tiene un endpoint único y direccionable que Managed Blockchain crea a partir de estos IDs. Otros miembros de la red, el código de cadena de Hyperledger Fabric y otras herramientas utilizan estos puntos finales para identificar e interactuar con los recursos de la red.

Dentro de la red Hyperledger Fabric, el acceso y la autorización para cada recurso se rigen por procesos definidos en el chaincode y configuraciones de red como los canales Hyperledger Fabric. Fuera de los confines de la red, es decir, desde las aplicaciones y herramientas cliente de los miembros, Managed Blockchain utiliza AWS PrivateLink para garantizar que solo los miembros de la red puedan acceder a los recursos necesarios. De este modo, cada miembro tiene una conexión privada desde un cliente en su VPC a la red Hyperledger Fabric en Managed Blockchain. El punto de enlace de la VPC de la interfaz utiliza DNS privado, por lo que debe tener una VPC en su cuenta que esté habilitada para DNS privado.

Hyperledger utiliza Apache Kafka, una plataforma distribuida y en tiempo real para la transmisión de datos, como libro de contabilidad por defecto. Los usuarios de Amazon Managed Blockchain pueden replicar los datos de actividad de la red Blockchain en otro libro de contabilidad con Amazon Quantum Ledger Database (QLDB) para el almacenamiento y análisis fuera de la cadena. QLDB es un punto de integración, pero no un subconjunto del servicio Blockchain. Ofrece un registro de cambios inmutable y un historial completo de transacciones en toda la red Blockchain.

El siguiente diagrama muestra los componentes básicos de una Blockchain Hyperledger Fabric que se ejecuta en Managed Blockchain

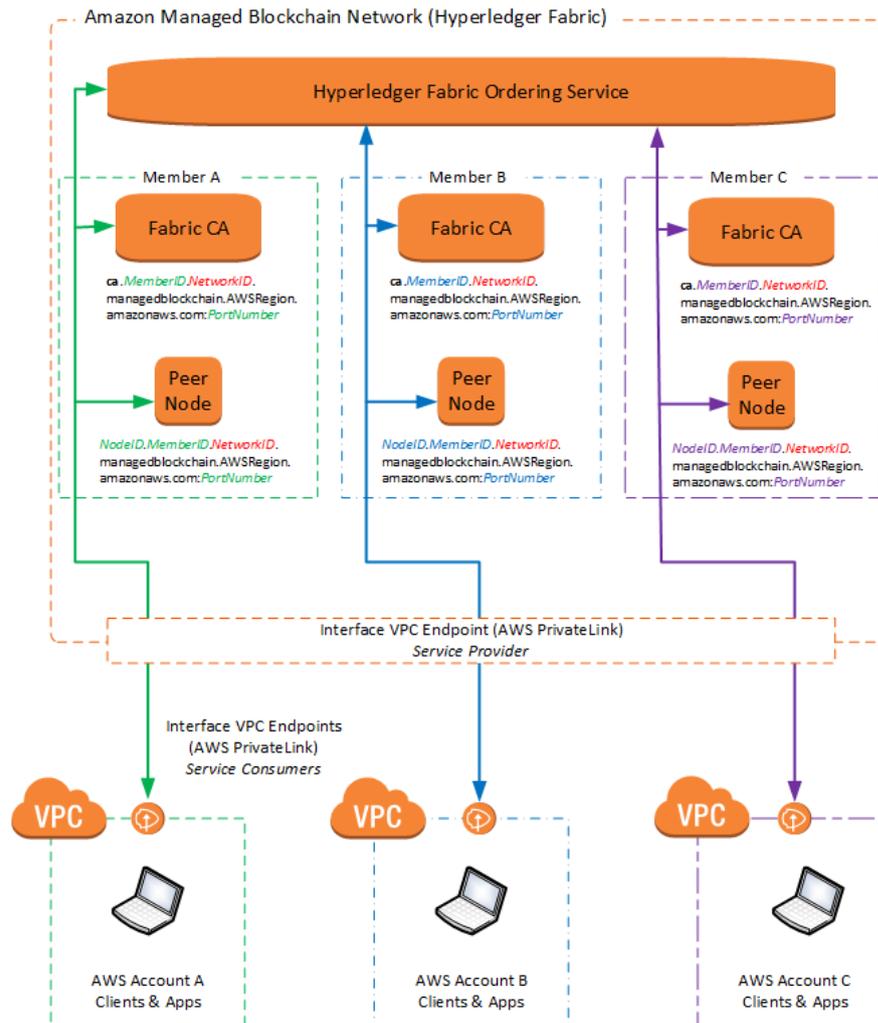


Figura 15. Arquitectura Amazon Managed Blockchain.

Precio:

El precio de Amazon Managed Blockchain depende de número de miembros de la red, nodos de pares, almacenamiento de nodos de pares, datos escritos en la red y transferencia de datos. Los costes asociados con los componentes de red compartidos se incluyen en su tarifa de membresía de red por hora, que se factura por segundo.

En cuanto a la membresía en una red Managed Blockchain para Hyperledger Fabric, es equivalente a una organización de Hyperledger Fabric. La tarifa de membresía incluye una autoridad de certificación (CA) de Hyperledger Fabric y otros costes de red compartida. El coste de membresía oscila entre los \$0.30-\$0.68 por hora, dependiendo del tipo de membresía.

El precio bajo de demanda de los nodos de colaboración permite pagar por segundo por los nodos de colaboración de Blockchain que se crean, con un mínimo de 1 minuto. Esto lo libera del coste y la complejidad de planificar y comprar capacidad de nodo de pares por adelantado antes de sus necesidades. El precio bajo de demanda de nodos de colaboración oscila entre los \$0.034 - \$1.5488 por hora, dependiendo del tamaño de nodo, el tipo de nodo y el tipo de membresía.

El almacenamiento de los nodos de colaboración se utiliza para almacenar el ledger de Blockchain y las aplicaciones de código de cadena. El almacenamiento de nodos del mismo nivel se cobra en incrementos de GB por mes con una tarifa promedio de \$0.10 por GB al mes.

Los datos escritos son la cantidad de datos que la membresía ha escrito en la red de Hyperledger Fabric. Esto incluye el tamaño completo de la carga útil de cada transacción que crea en la red, y tiene un precio promedio de \$0.10 por GB.

Si se trabaja con Ethereum, también se incluye el precio por número de solicitudes. Una solicitud es una llamada de la API de Ethereum a su nodo que transfiere datos hacia y desde las redes de Ethereum. Con Managed Blockchain para Ethereum, los cargos por cada solicitud se acumulan en incrementos de 32 KB de datos intercambiados o 500 ms de tiempo de respuesta, lo que ocurra primero. El precio de solicitud oscila entre los \$0.000003 - \$0.0000488 por solicitud.

3.4.4.1.4. Ernst & Young OpChain & Blockchain Analyzer

Las soluciones de Blockchain que ofrece Ernst & Young brindan soporte a lo largo del ciclo de vida comercial, desde las fases de contratación, pedido, facturación y pagos hasta obtener asesorías y soporte.

En función de los casos de uso, se destacan las siguientes soluciones Blockchain que ofrece EY:

- EY OpChain Supply Chain Manager: es una solución enfocada específicamente en combinar la trazabilidad del producto con la gestión de inventario en una cadena de suministro extendida. Usando la tecnología de privacidad Polygon Nightfall basada en prueba de conocimiento cero, EY OpsChain Supply Chain Manager puede ayudar a mover y rastrear tokens a escala, con bajos costes y la privacidad requerida para

aplicaciones empresariales como la gestión de inventario. Esto permite a las organizaciones crear tokens fungibles o no fungibles que representan activos e inventario, y luego transferirlos a través de la red extendida de la cadena de suministro. Mediante el uso de una combinación entre la tecnología de privacidad Polygon Nightfall y la gestión de información fuera de la cadena, los activos ahora se pueden mover a través de la red con privacidad, de modo que solo las partes seleccionadas puedan ver el historial completo de esos activos. A diferencia de la mayoría de los sistemas empresariales, ahora se conserva información como el estado y la ubicación del inventario, incluso cuando las materias primas y los productos se mueven a lo largo de la cadena de suministro y entre organizaciones.

- EY Blockchain Analyzer: Esta herramienta permite a los usuarios acceder y visualizar datos en cadena para todo el historial de una cadena de bloques. Integra la funcionalidad de búsqueda con la tecnología de visualización para explorar, rastrear y analizar patrones y tendencias en profundidad de los datos en cadena para mejorar la gestión de los riesgos legales, de cumplimiento y de fraude. La solución hace posible que los analistas y los equipos de auditoría interna busquen transacciones, direcciones y bloques específicos para recopilar información relevante que se puede usar para ayudar a mitigar los riesgos potenciales de datos inexactos y procesos ineficientes. También reduce el tiempo que le toma a un usuario comprender la actividad en la cadena.

Beneficios:

Permite llevar a cabo una autoevaluación, con la finalidad de reconocer fortalezas y debilidades en la gestión de las actividades.

Ofrece un enfoque holístico del nivel de madurez, entendiendo la situación actual de la compañía en relación a los entornos que se muestran en la siguiente figura:



Figura 16. Beneficios de Ernst & Young OpChain & Blockchain Analyzer.

En cuanto a benchmark e Iniciativas de negocio, EY Blockchain ofrece:

- Identificación de oportunidades de mejora a nivel de procesos, innovación y nuevos negocios.
- Comparación peer-to-peer y con nicho de mercado.
- Comparación a nivel geográfico.

Precio:

Al tratarse de una plataforma personalizable, los precios varían en función del grado de personalización y de la necesidad del cliente.

3.4.4.2. Preselección de proveedores

Ya hecha la preselección de plataformas, se propone un proceso de evaluación y licitación de los proveedores. Este proceso constará de las siguientes etapas:

Al inicio, se tendrá una **reunión con los proveedores**, cuyo objetivo es trasladar las necesidades que se tienen, compartir requisitos de la plataforma y los objetivos que se esperan con el piloto de evaluación. Durante la reunión, se aclararán y responderán todas aquellas dudas que se presenten para dejar claro el alcance que se quiere lograr.

Luego, se procederá a hacer la **solicitud de propuesta de ejecución del piloto**. A cada proveedor se le solicitará una propuesta, que indique los siguientes aspectos:

- **Entorno tecnológico de la evaluación.** Es importante que en la propuesta se haga mención del tipo de máquina con el que se va a trabajar, ya sea: On premise (máquinas proporcionadas por el proveedor) o Cloud (suscripciones Cloud proporcionadas por el proveedor) Esto para garantizar que los proveedores tienen la capacidad de proporcionar infraestructuras que permitan el manejo de carga de transacciones y las validaciones de la cadena de bloques. Debido a que, el entorno tecnológico influye en la escalabilidad y rendimiento de la solución que se está buscando, factores como capacidad de procesamiento, disponibilidad y velocidad en las transacciones han de tomarse en cuenta. Además, el objetivo inicial es iniciar el piloto con dos actores, en este caso, un viticultor y empresas ACME y luego tener la capacidad de que la red pueda expandirse con el número total de viticultores de la zona.
- **Tiempo necesario para ejecutar el piloto.** El proveedor debe ofrecer un tiempo de prueba lo más reducido posible, si se toma en consideración que, durante esta fase, recursos de las granjas y empresas ACME estarán involucrados y por ende un alto porcentaje de su tiempo laborable estará dedicado a las fases iniciales y pruebas respectivas.
- **Recursos necesarios para el piloto** (por parte del proveedor y por parte del grupo que decidirá la plataforma). Esto permitirá a los actores evaluar si la implementación de la tecnología es factible en términos de recursos humanos, técnicos y financieros. Además, definir los recursos en fases tempranas, ayuda a realizar una asignación adecuada de los mismos y ayuda a que el viticultor y la empresa tengan claro que actividades y datos deben recolectar y registrar durante el piloto para su posterior análisis.
- **Modelo escalable de costes.** Hace referencia al valor que supone en términos económicos la implementación de la tecnología. Para conocer los valores en los que oscila la instalación, se contactó a la empresa tecnológica Kyndryl, que actúa como integrador de este tipo de tecnología y la información obtenida se detalla a continuación.

El presupuesto que manejan los fabricantes se compone por partidas y su cálculo es estimado por una serie de porcentajes que se encuentran dentro del rango medio manejado en el mercado. A modo de ejemplo, se consideró que el valor de la plataforma para la elaboración del presupuesto es de 1.000 €.

Proveedor Kyndryl			
Partidas	Porcentaje (%)	Precio de plataforma (€)	Coste Total (€)
1. Instalación y configuración del software	20	1.000	20.000
2. Soporte anual	15	1.000	15.000
3. Adaptación personalizada de la plataforma	10	1.000	10.000
Total estimado de partidas			45.000
4. Coste total de la plataforma			1.000
Total estimado			46.000
5. Contingencia (5% del total estimado)			2.300
Presupuesto total			48.300

Tabla 8. Presupuesto para la implementación de tecnología Blockchain

- **Partida de instalación y configuración**, engloba todo lo referente a:
 - Preparación del entorno, incluyendo configuración de los servidores y de la infraestructura necesaria.
 - Pruebas, para validar el correcto funcionamiento del software antes de su puesta en marcha. Fundamentales, ya que permiten identificar debilidades, realizar ajustes y sobre todo comprobar que la plataforma cumple con los requisitos funcionales previamente establecidos.
- **Partida de soporte anual, en esta partida se encuentran dos tipos de asesoramiento:**
 - El primero de ellos, relacionado a brindar asistencia para responder las dudas que el viticultor y la empresa puedan presentar a lo largo de la implementación y utilización de la plataforma.

- Formaciones en las fases iniciales, de tal forma que los actores puedan familiarizarse con la plataforma y ser capacitados a través de formaciones para su correcto uso.

Es importante mencionar que en la mayoría de los casos el asesoramiento es online, lo que se refleja en una disminución de costes, entre ellos movilización, estadías, salario.

- **Partida de adaptación personalizada de la plataforma:**

- Adaptación de la interfaz según las preferencias y gustos del usuario, así como personalización de los módulos y características de la misma. El fabricante ofrecerá un modelo de interfaz, el cual debe ser previamente aprobado por los actores, ya que los viticultores y la empresa ACME serán los usuarios finales.
- En caso de que existan otros sistemas ya integrados en las granjas o propios de la empresa, ajustar la nueva plataforma e integrarla con los ya existentes para que funcionen de forma homogénea.

Adicionalmente, para lograr la estabilidad de las redes telefónicas en la zona, se requiere de la instalación de red Wi-Fi en las granjas. Este proceso se llevará a cabo por una empresa tercera, proveedora de servicios de internet de alta velocidad por fibra óptica.

Al momento de solicitar presupuesto a varios proveedores del estado Zulia que brindan servicio a la zona, se estimó un coste de instalación promedio de 200 €, con un plan mensual de 600 Mbps promedio ilimitados con una mensualidad de 25 €.

- **Propuesta de pruebas de evaluación de la plataforma durante la ejecución del piloto.** Son fundamentales, ya que permiten evaluar si la plataforma funciona de forma adecuada en el entorno real de operación, a identificar deficiencias en el proceso que los viticultores y la empresa noten al momento de realizar las pruebas. Por otro lado, permite validar si todos los requerimientos con respecto al funcionamiento propio del sistema son adecuados, entre ellos volumen de transacciones, disponibilidad del sistema en todo momento, tiempo de respuesta, entre otros.

- **Tiempo y planificación estimada para implementar/desplegar la plataforma en caso de que el proveedor fuera el seleccionado.** El tiempo que requiere el fabricante para la puesta en producción del sistema es importante que esté indicado en la propuesta, ya que esto va a permitir establecer expectativas realistas y a tener una planificación eficiente de los recursos y por supuesto facilitar la coordinación de las actividades, de tal forma que no interfiera con la labor que realizan los actores en el día a día.

3.4.4.3. Ejecución del piloto

Se realizarán dos pilotos de forma simultánea, de tal forma que las plataformas de los 4 proveedores sean evaluadas en dos oleadas. El término *oleada* hace referencia a que, si la duración de los periodos de pruebas por parte del viticultor y el fabricante, personalización e instalación tiene duración de un mes por cada proveedor, se necesitarían para la evaluación un total de 4 meses. Por lo que la toma de decisión no se realizaría hasta el quinto mes luego de iniciado el piloto.

Entonces, la oleada lo que permite es hacer un uso eficiente de tiempo, debido a que, evaluar a cada proveedor por separado sería invertir periodos de tiempo considerables y también de recursos humanos, ya que el viticultor y la empresa podrán evaluar adecuadamente el funcionamiento de la plataforma. De esta forma, la evaluación y toma de decisión se reduciría a un periodo de 2 meses.

En esta fase, además, se revisarán los costes de las cuatro soluciones y se decidirá la plataforma de Blockchain atendiendo a los siguientes criterios:

- Cobertura de los requisitos, es decir, las funcionalidades descritas previamente en el TFM.
- Tiempo necesario de implantación/despliegue de la plataforma.
- Modelo de formación y soporte de la plataforma desplegada.
- Costes de implantación, puesta en marcha y soporte.

3.4.4.4. Plan de Gestión del Cambio

Cuando se implementa una nueva tecnología, existe una alta probabilidad de que los actores presenten una actitud resistente al cambio, es por ello que se ha planteado las siguientes fases que se recomiendan seguir a lo largo de la evaluación, ejecución de las pruebas e implementación de la plataforma:

- **Fase I, Introducción a la tecnología Blockchain.** Al inicio, la empresa Agropecuaria Rivasa C.A. estará en el proceso en representación del conjunto de viticultores de la zona. Asistirá a las reuniones que se tengan con los proveedores y será un actor clave. El objetivo de esta fase es transmitirle y comunicarle de manera clara y transparente los beneficios que Blockchain puede ofrecer al proceso una vez implementado. La idea, es demostrar que esta iniciativa puede hacer las actividades cotidianas de los actores más sencillas.
- **Fase II, Involucramiento y asesoramiento.** Implicar al viticultor y a la empresa ACME en todo momento será la clave para desarrollar un sentido de propiedad y compromiso con la tecnología. Escuchar sus opiniones y sugerencias, ya que como bien se ha mencionado ellos serán los usuarios finales.
- **Fase III, Formación y capacitación periódica.** Facilitar formaciones a lo largo del desarrollo e implementación, con la finalidad de que el viticultor y la empresa se familiaricen desde fases tempranas con la herramienta y la conozcan a detalle. Se propondrá el uso de los casos de uso que por actor expresan de una forma clara y sencilla las actividades a ejecutar en el periodo de tiempo que corresponda.
- **Fase IV, Sesiones de revisión y avance.** Comunicar a los interesados los logros y avances que se van alcanzando a través de la incorporación de la tecnología permite que todos estén involucrados y en posición de realizar cualquier sugerencia del proceso.
- **Fase V, Reconocimientos y retroalimentación.** Reconocer a aquellos trabajadores que han tenido iniciativa de participar y adaptarse al cambio, contribuyendo a un buen desempeño. Esto incrementará una cultura colaborativa dentro de los viticultores y motivará al resto.



Figura 17. Fases del plan de gestión del cambio.

Este sería el plan por seguir con la presencia de un viticultor y la empresa ACME como actores iniciales. Es importante mencionar que la fase I es fundamental, ya que lo que se busca es que la empresa Agropecuaria Rivas C.A. esté convencida y comprometida con el proceso y se convierta en un sponsor, una persona que hable el mismo idioma de los viticultores y que conozca en profundidad los procesos, de tal manera que ayude a convencer al resto que esta es la solución ideal que cubre las debilidades identificadas.

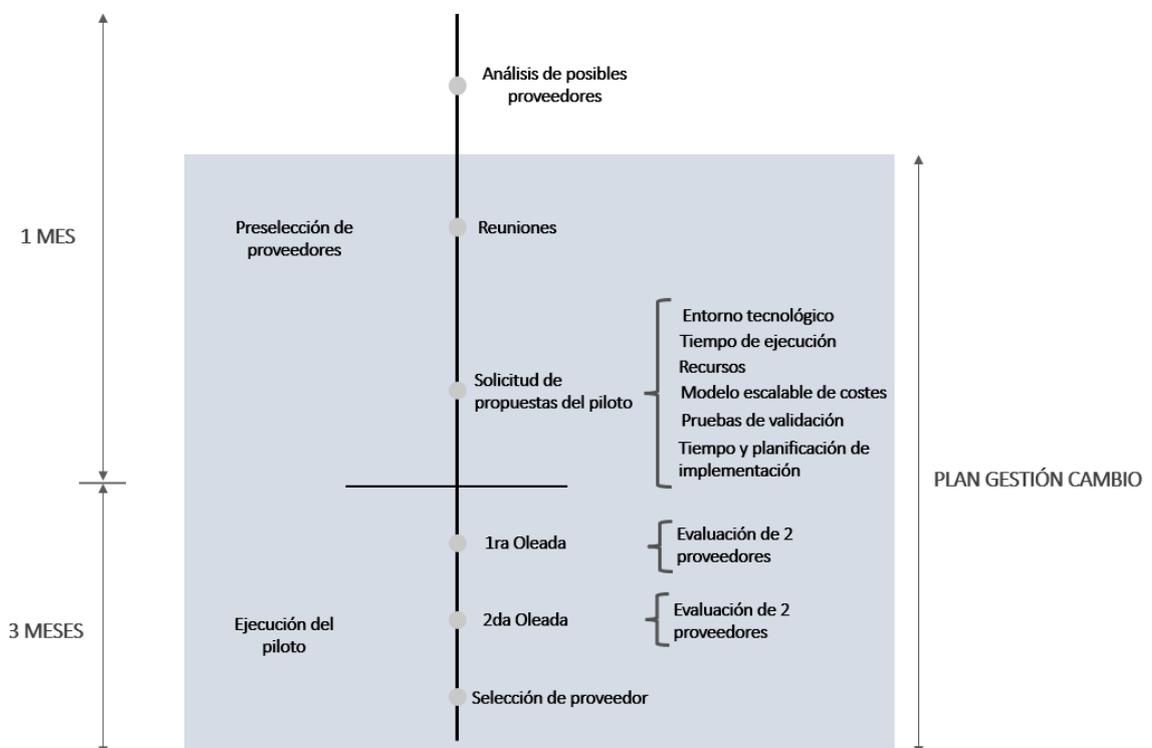


Figura 18. Pasos por seguir para la implementación de la tecnología

3.4.5. Blockchain, una solución sostenible

La implementación de tecnología Blockchain en la cadena de suministro de la empresa Agropecuaria Rivas C.A. se considera un paso fundamental y la base de una mejora que impacta positivamente en el resto de los viticultores de la zona.

Blockchain no solo da respuesta a las necesidades identificadas al inicio del TFM, sino que también contribuye a la propuesta de soluciones comprometidas con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS). Al tratarse de una empresa dedicada a productos de consumo final, es importante que las mejoras se analicen desde un punto de vista sostenible con prácticas que contribuyan a un uso eficiente de los recursos, colaboración proactiva en las comunidades cercanas, reducción de la huella de carbono y más.



Producido en colaboración con TROLLBACK+ COMPANY | TheGlobalGoals@trollback.com | +1.212.529.1010
Para cualquier duda sobre la utilización, por favor comuníquese con: dpt@campesin.org

Figura 19. Objetivos de desarrollo sostenible según la ONU.

Para demostrar el compromiso de esta propuesta, se hace mención de aquellos objetivos en los que existe vinculación.

3.4.5.1. Objetivo, Salud y bienestar

La empresa agropecuaria Rivasa C.A. al tratarse de una empresa vinícola, cuya labor es la producción de uvas para la elaboración de sangrías debe ser responsable del tratamiento y cuidado que tiene la uva a lo largo de la cosecha. Es por ello, que en el sistema las opciones de carga de factores agro-climatológicos a lo largo del proceso de gestación y el espacio común llamado foro, permiten a los actores mantenerse alerta ante posibles presencias de hongos, plagas, sequías, es decir, de cualquier factor externo que pueda poner en riesgo la calidad de la uva y afectar como consecuencia al producto final, la sangría.

3.4.5.2. Objetivo, Educación y calidad

La implementación de Blockchain en la cadena de suministro permite incrementar los cortes de los viticultores, gracias a la facilidad que ofrece el sistema para unificar pedidos que son inferiores a la cantidad mínima entregable. Todo esto impacta positivamente en la cuenta de resultados de los actores del proceso y esas riquezas distribuidas según el número de familias de los viticultores genera un aumento en la calidad de vida y también repercute en la educación de sus hijos, ya que parte de esa fuente ingreso puede ser destinada para este fin en concreto.

3.4.5.3. Objetivo, Trabajo decente y crecimiento económico

Según la ONU, “Un crecimiento económico inclusivo y sostenido puede impulsar el progreso, crear empleos decentes y mejorar los estándares de calidad” y todo esto es posible con la incorporación de Blockchain.

En este caso en concreto, la empresa Agropecuaria Rivasa C.A. con la plataforma que se pretende desarrollar se relaciona de forma directa con la transformación digital. En un entorno acelerado y enfocado a la integración de tecnologías de vanguardia, esta propuesta hace que se genere en las zonas del estado Zulia un incremento en la producción facilitando el desarrollo de las tareas y haciendo puestos de trabajos eficientes.

3.4.5.4. Objetivo, industria, innovación e infraestructura

La innovación y el desarrollo tecnológico son las claves para detectar soluciones que puedan adaptarse a los desafíos que en la actualidad se presentan. Blockchain no solo es una tecnología de vanguardia, sino que ha permitido a la empresa ACME y a los viticultores conseguir realizar el mismo proceso, pero de una forma más eficiente, segura y transparente.

Durante el desarrollo de la propuesta se consideraron algunas posibles soluciones. La primera, enfocada a la reducción de la huella de carbono a través de la incorporación de vehículos eléctricos para el traslado de la uva, no obstante, se descartó ya que en la región geográfica donde se ubican las granjas y en el trayecto de las granjas al centro de producción no se cuenta con estaciones de recarga. Sin embargo, gracias a la mejora en la planificación de la producción y la implementación de Blockchain, la empresa puede unificar a aquellos productores con cantidades inferiores a las mínimas entregables y de esa forma se contribuye a ser más sostenibles ambiental y económicamente.

Por otro lado, la segunda de ellas no fue descartada y se piensa que en un futuro sería de gran utilidad para empresas ACME. Esta propuesta expresa el uso de tecnología RFID, que permita a la empresa conocer en tiempo real la ubicación de la uva en los camiones, esto dará trazabilidad a esta actividad de transporte y va alineado con los principios de Blockchain.

Todas estas propuestas, algunas descartadas y otras planteadas como posibles soluciones a implementar en el futuro, fueron ideas que a lo largo de este trabajo surgieron como puntos de mejora que impactan positivamente en hacer la tecnología Blockchain, una propuesta sostenible.

3.4.5.5. Objetivo, alianzas para lograr objetivos

Esta propuesta fomenta el desarrollo de alianzas especialmente entre viticultores. Si se logra que todos los productores de la zona se involucren y sientan sentido de permanencia, la plataforma será una oportunidad de explorar oportunidades de colaboración en aspectos como detección temprana de enfermedades en la uva, tipo de insecticida a utilizar y su respectiva dosificación, comentarios de testeos realizados a nuevas adquisiciones de productos como insecticidas, abonos. En otras palabras, se crea una comunidad que gracias a la fomentación de confianza y transparencia que brinda Blockchain le permite posicionarse en el mercado y darle prestigio al trabajo arduo que realizan los viticultores.

CONCLUSIONES

A través de la información recopilada con la elaboración del presente trabajo se generaron las siguientes conclusiones:

En relación a la situación actual de la empresa Agropecuaria Rivas C.A., se realizó una entrevista al viticultor y se identificaron deficiencias en el proceso, correspondiente a las áreas de comunicación. De forma específica, en los canales de comunicación utilizados por los actores, y en la planificación de la producción. La solución requerida debía solventar las debilidades anteriores. Se confirmó que Blockchain era la tecnología ideal, gracias a los beneficios que aporta a la cadena de suministro, garantizando registros transparentes e inalterables con visualización en tiempo real, eliminando la necesidad de intermediarios y promoviendo el sentimiento de colaboración a través de la fomentación de creación de una comunidad entre los actores.

Una vez decidida la tecnología, se pensó el desarrollo de un diseño tipo, que dejara claro el objetivo que se quería alcanzar. Para ello, se definió el objetivo, los límites, el alcance y las funcionalidades básicas que el sistema debe poseer para satisfacer las necesidades del proceso en cuestión.

Para asegurar la comprensión de la nueva plataforma, se diseñó un caso de uso para los viticultores y empresas ACME, que expresara las actividades y su tiempo de ejecución a lo largo del proceso. Para los proveedores se identificó el objetivo, los límites, el alcance y las funcionalidades básicas que el sistema debía poseer para satisfacer las necesidades del proceso. Además, se elaboró, de una forma gráfica, el flujo de información a lo largo de la red de bloques de inicio a fin. Por último, debido a que Blockchain se caracteriza por la seguridad en el manejo de información, se establecieron puntos de verificación para así garantizar la validez en las transacciones y asegurar la integridad, evitando la incorporación de registros inválidos y manipulados.

Tras finalizar el estudio de contexto, el análisis a detalle de los requisitos del sistema, descripción de las funcionalidades de los actores y propias del sistema, pero sobre todo tras lograr la involucración de los actores, se procedió a redactar los pasos a seguir para el desarrollo de la plataforma. Los puntos clave de cada una de las fases son:

- Descripción comparativa de la plataforma, de esta fase se resaltan aspectos fundamentales a tener en cuenta. En primer lugar, se optó por la comparación de plataformas que ofrecieran soluciones globales, como son IBM, centrada en

soluciones on premise; Azure y Amazon en soluciones Cloud y Ernst & Young con soluciones altamente personalizadas. De la comparación anterior, el análisis de costes se realizó en base al coste estándar manejado en el mercado. En segundo lugar, se dejó como pendiente la evaluación de la legislación venezolana, con la finalidad de conocer si permite la operación de este tipo de proveedores vía VPN. En caso contrario, se consideró el uso de una solución de alternativa local.

- Preselección de proveedores, cuyo objetivo era identificar a los proveedores en base a una serie de criterios a considerar, dentro de los cuales se resalta la evaluación de los modelos de costes. Se contactó con diferentes integradores del mercado, como, por ejemplo, Kyndryl (especialista en este tipo de soluciones) y para la elaboración de la estimación se consideraron los siguientes porcentajes: partida de instalación y configuración 20%, partida de soporte anual 15%, partida de personalización y adaptación de la plataforma 10%.
- Ejecución del piloto, para hacer un uso eficiente del tiempo, se decidió realizar la evaluación por oleada. Cada oleada se conforma por dos proveedores.
- Finalmente se creyó fundamental añadir un plan de gestión del cambio. La necesidad de este plan se basó en ayudar en la adopción, a los primeros actores del proceso, la plataforma de Blockchain. Una vez que estuvieran comprometidos, utilizar al viticultor como sponsor frente al resto de productores, con la finalidad de convencerles que efectivamente esta iniciativa puede dar respuesta a las debilidades identificadas.

Para concluir, se resalta que Blockchain se considera una solución sostenible, que contribuye a la propuesta de soluciones comprometidas con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS). En primer lugar, busca asegurar la salud y bienestar de los usuarios que consumirán la uva, utilizando el sistema para vigilar la presencia de hongos, plagas, sequías, que afectan a la calidad de la uva. Por otro lado, permite la unificación de aquellos pedidos inferiores a la cantidad mínima entregable, lo que origina un incremento en los ingresos y en la calidad de la fruta.

Blockchain se considera una tecnología de vanguardia, que impulsa a las empresas a ser innovadoras, lo que repercute positivamente en la ejecución de los procesos de una forma eficiente, segura y transparente.

Finalmente, esta propuesta de la mano de la tecnología busca el desarrollo de una comunidad, especialmente entre los viticultores, con la finalidad de crear sentimiento de compromiso y fomentar la confianza.

Propuesta para la aplicación de tecnología Blockchain en la
cadena de suministro de la empresa agropecuaria Rivas C.A.
Maria Andrea Gutierrez Rivas

Lo antes expuesto, evidencia los beneficios que esta iniciativa traerá una vez puesta en ejecución, lo cual ayudará a crear un proceso de elaboración de la uva en el municipio Mara, estado Zulia altamente cualificado y dará prestigio a los actores frente a la competencia.

ANEXOS

Vendedor/Empresa Agropecuaria Rivasa C.A. Granja San Rafael		DIA 01	MES 07	AÑO 23
		FACTURA Nº 2271		

Razón Social / Señor	
R.I.F. / C.I.:	Dirección:

CANT.	DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
Base Imponible	% I.V.A.	Importe I.V.A.	TOTAL

Ref. A-365

Anexo 1. Comprobante de entrega

AGROPECUARIA RIVASA, C.A.

RIF.: J- 2005897-6

Ctra. Km 40 Nro. S/N Sector Delicias
Maracaibo Edo. Zulia Zona Postal 4022

	DIA	MES	AÑO	
FECHA	01	07	2023	Nº DE CONTROL 00 - 00002508

Nombre o Razón Social _____

Domicilio Fiscal _____

RIF _____

Telf. _____

E-mail _____

Lugar de emisión	Forma de pago	Condiciones de pago
		<input type="radio"/> CRÉDITO <input type="radio"/> CONTADO

CANT.	CONCEPTO Ó DESCRIPCIÓN	P. UNIT.	TOTAL Bs.

FACTURA	Base disponible Bs.	
Nº 002508	Descuento Bs.	
	I.V.A. %Bs	
	Total a Pagar Bs.	

ORIGINAL/ CLIENTE

Anexo 2. Formato de facturación

BIBLIOGRAFIA

- ES Por Qué Blockchain Puede Cambiar la Industria Agrícola - Parte 1 - Español / Educación - Cardano Forum.* (n.d.). Retrieved June 13, 2023, from <https://forum.cardano.org/t/por-que-blockchain-puede-cambiar-la-industria-agricola-parte-1/68565>
- ES Por Qué Blockchain Puede Cambiar la Industria Agrícola - Parte 2 - Español / Anuncios - Cardano Forum.* (n.d.). Retrieved June 13, 2023, from <https://forum.cardano.org/t/por-que-blockchain-puede-cambiar-la-industria-agricola-parte-2/70425>
- Administración de cadenas de suministros: Seguimiento con Quorum Blockchain Service - Azure Architecture Center | Microsoft Learn.* (n.d.). Retrieved June 13, 2023, from <https://learn.microsoft.com/es-es/azure/architecture/guide/blockchain/quorum-blockchain-service>
- Ahmed Imteaj, M. H. A. P. M. P. (2021). *foundations of blockchain theory and applications.*
- Amazon Managed Blockchain Pricing.* (n.d.). Retrieved June 13, 2023, from https://aws.amazon.com/es/managed-blockchain/pricing/?did=ap_card&trk=ap_card
- Blockchain & Digital assets | Crypto Assessment Tool.* (n.d.). Retrieved June 13, 2023, from https://www.ey.com/es_ar/financial-services/crypto-assessment-tool
- Blockchain para la cadena de suministro - IBM Blockchain | IBM.* (n.d.). Retrieved June 13, 2023, from <https://www.ibm.com/es-es/blockchain-supply-chain>
- EY OpsChain Contract Manager.* (n.d.). Retrieved June 13, 2023, from https://www.ey.com/es_sv/blockchain-platforms/contract-manager
- Gayvoronskaya Tatiana, M. C. (2018). *Blockchain Hype or innovation* (springer, Ed.).
- Hyperledger Fabric - Documentación de IBM.* (n.d.). Retrieved June 13, 2023, from <https://www.ibm.com/docs/es/blockchain-platform/2.1.3?topic=reference-hyperledger-fabric>
- IBM Blockchain Services for Supply Chain Solution Brief.* (n.d.). Retrieved June 13, 2023, from <https://www.ibm.com/downloads/cas/JX9KDGPI>
- Objetivos y metas de desarrollo sostenible - Desarrollo Sostenible.* (n.d.). Retrieved June 13, 2023, from <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- QuickNode Guides: Exploring Smart Contracts in Web3 Development.* (n.d.). Retrieved June 13, 2023, from https://www.quicknode.com/guides/tags/smart-contracts?utm_term=smart%20contracts&utm_campaign=Documentation+%26+Guides&utm_source=google&utm_medium=cpc&hsa_acc=1365030395&hsa_cam=18929922623&hsa_grp=141854707141&hsa_ad=643971006852&hsa_src=g&hsa_tgt=kwd-373888798487&hsa_kw=smart%20contracts&hsa_mt=p&hsa_net=adwords&hsa_ver=3&gclid=CjwKCAjw_MqgBhAGEiwAnYOAer7h_kawQhq5p6W4SN20Bv9Mp_Y474v1eDTeHy98A9i0QEf8nGmYfxoCwBQQAvD_BwE

Smart contracts: ejemplos , tipos y para qué sirven - Legaltech. (n.d.). Retrieved June 13, 2023, from <https://blog.lemontech.com/smart-contracts/>

Smart Contracts: Qué son, para qué sirven y ventajas. (n.d.). Retrieved June 13, 2023, from <https://blog.signaturit.com/es/smart-contracts-que-son-y-ventajas>

Soluciones de cadena de bloques | Plataformas, conocimientos y servicios | EY-Global. (n.d.). Retrieved June 13, 2023, from https://www-ey-com.translate.goog/en_gl/blockchain-platforms?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es-419&_x_tr_pto=sc

Usm, T., Rojas, A., & Rodrigo, L. (n.d.). *UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA Peumo Repositorio Digital USM* <https://repositorio.usm.cl>. Retrieved June 13, 2023, from <https://hdl.handle.net/11673/47346>