



# POSGRADOS

---

## MAESTRÍA EN TELEMÁTICA

RPC-SO-01-NO.025-2021

### OPCIÓN DE TITULACIÓN:

[PROYECTO DE TITULACIÓN CON  
COMPONENTES DE INVESTIGACIÓN  
APLICADA Y/O DE DESARROLLO]

### TEMA:

[PROPUESTA DE APLICACIÓN DE  
BLOCKCHAIN EN PROCESOS  
INFORMÁTICOS SEGUROS,  
ORIENTADOS A LAS PYMES]

### AUTOR(ES)

[ADRIAN ALFONSO LEÓN RUGEL]

### DIRECTOR:

[JORGE ENRIQUE LÓPEZ LOGACHO]

[GUAYAQUIL] – ECUADOR  
2022



**Autor(es):**

Adrian Alfonso León Rugel  
Ingeniero de Sistemas con Mención en Telemática

Candidato a Magíster en Telemática por la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Guayaquil.

aleonru91@gmail.com

**Dirigido por:**

Jorge Enrique López Logacho  
Ingeniero de Sistemas

Magíster en Redes de Información y Conectividad

jlopez@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS

2022 © Universidad Politécnica Salesiana.

GUAYAQUIL – ECUADOR – SUDAMÉRICA

**Adrian Alfonso León Rugel**

PROPUESTA DE APLICACIÓN DE BLOCKCHAIN EN PROCESOS INFORMÁTICOS SEGUROS,  
ORIENTADOS A LAS PYMES

## **DEDICATORIA**

Dedico mi trabajo de Maestría a mi papá Jesús León por sus sacrificios y por demostrarme que todos los esfuerzos tienen su recompensa. Cada día me motivan a ser mejor profesional y me inspiran en todo momento para luchar en mi vida futura.

A mi mamá Mary Rugel quien con sus muestras de cariño ha sido un ejemplo para seguir, su calidez y paciencia se convirtieron en estímulos durante la evolución de la tesis.

A mis familiares que de manera implícita han coadyuvado con aportes invaluable que me servirán para el resto de mi vida.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por ser mi piedra angular en este largo caminar y darme las fuerzas necesarias para culminar uno de mis proyectos profesionales. Siempre estás conmigo.

Agradezco a mis padres por haberme apoyado en todo momento y forjarme como el ser humano íntegro que me he convertido; muchos de mis logros se los debo a ustedes. Gracias por creer en mis capacidades e inculcarme valores y principios para saber afrontar con sabiduría cada momento de mi vida.

Agradezco a mis amistades que siempre estuvieron apoyándome en cada proceso y supieron complementarse con mis aciertos y falencias.

Agradezco a mis maestros y tutor por orientarme y transmitirme sus conocimientos, especialmente en las áreas correspondientes a mi profesión.

Agradezco a mi tutor por ser mi mentor en esta propuesta de tesis.

# TABLA DE CONTENIDO

---

Resumen .....	7
Abstract .....	8
1. Introducción .....	9
2. Marco Teórico Referencial .....	13
3. Propuesta de aplicación .....	22
3.1 Entrada de datos .....	27
3.2 Acceso a los datos .....	30
4. Esquematización de la propuesta .....	32
5. Conclusiones.....	38
Referencias .....	40

# PROPUESTA DE APLICACIÓN DE BLOCKCHAIN EN PROCESOS INFORMÁTICOS SEGUROS, ORIENTADOS A LAS PYMES

AUTOR(ES):

ADRIAN ALFONSO LEÓN RUGEL

---

# RESUMEN

---

La tecnología Blockchain, como base de los libros de contabilidad distribuidos, proporciona una plataforma innovadora para nuevos mecanismos de comercio descentralizados y transparentes en industrias y empresas. Las capacidades tradicionales de la tecnología aumentan la confianza a través de la transparencia y la trazabilidad en todas las transacciones de datos, productos básicos y recursos financieros. Aunque inicialmente se mostraron escépticos con respecto a esta tecnología, los gobiernos y las grandes empresas la han adoptado y mejorado recientemente en diversos ámbitos de aplicación, desde las industrias financieras, sociales y jurídicas hasta las de diseño, fabricación y cadena de suministro.

Este documento de investigación revisa el estado actual de esta tecnología y algunas de sus aplicaciones. La utilidad potencial de esta tecnología en las cadenas de suministro de fabricación se describe en esta investigación y en nuestra visión de las futuras cadenas de suministro de fabricación basadas en Blockchain. Utilizaremos el ejemplo de la fabricación de prendas de vestir para mostrar cómo se puede utilizar esta tecnología en una red de cadena de suministro global. Por último, discutiremos los requisitos y los retos de la utilización de esta tecnología en los futuros sistemas de fabricación.

**Palabras clave:**

Blockchain, libro mayor, cadena de suministro de fabricación, moneda digital.

---

## ABSTRACT

---

Blockchain technology, as the basis for distributed ledgers, provides an innovative platform for new decentralized and transparent trading mechanisms in industries and enterprises. The technology's traditional capabilities increase trust through transparency and traceability in all transactions of data, commodities, and financial resources. Although initially skeptical of the technology, governments and large enterprises have recently embraced and enhanced it in a variety of application areas, from financial, social, and legal industries to design, manufacturing, and supply chain.

This research paper reviews the current state of this technology and some of its applications. The potential utility of this technology in manufacturing supply chains is described in this research and in our vision of future Blockchain-based manufacturing supply chains. We will use the example of apparel manufacturing to show how this technology can be used in a global supply chain network. Finally, we will discuss the requirements and challenges of using this technology in future manufacturing systems.

**Keywords:**

Blockchain, ledger, manufacturing supply chain, digital currency.

# 1. INTRODUCCIÓN

La presente investigación estudia la tecnología Blockchain para conocer los beneficios y como ayudaría a mejorar los procesos informáticos dentro de las PYMES.

Blockchain marca el inicio de una nueva era digital, con su innovación pionera en la tecnología descentralizada de la información. Es un sistema para realizar transacciones sin depender de un intermediario, creada en el año 2007 por un grupo de personas denominado “Satoshi Nakamoto” utilizando como punto de partida una criptomoneda a la cual le dieron el nombre de Bitcoin (moneda digital protegida por técnicas de cifrado), luego de su creación los desarrolladores se dieron cuenta que su aplicabilidad iba mucho más allá que solo una moneda digital (Rojo, 2019).

Algunos gigantes del mercado han adoptado el uso de esta tecnología y a medida que ha ido adquiriendo un mayor reconocimiento en los últimos años se ha establecido como una solución para mejorar la calidad de las organizaciones y mejorar los procesos para que puedan enfrentar los desafíos del mundo actual (Corredor Higuera & Díaz Guzmán, 2018).

Estos procesos se relacionan a las necesidades de los usuarios tales como acceder, verificar, enviar o almacenar información de forma segura. Puede tratarse de cualquier tipo de información relacionada a un sujeto, producto o un activo como el dinero. En países europeos como Italia se comienza a experimentar con esta tecnología para otorgar al usuario una garantía de que los productos alimenticios que se cultivan en campos no tengan exceso de productos químicos, o que la carne del ganado no provenga de los sistemas especializados de crianza de animales, creando la confianza digital de la calidad del producto (Bianchini & Kwon, 2020).

También se proponen interesantes innovaciones en los sectores financieros, de seguros y de servicios públicos pero muchos proyectos en este país se dirigen específicamente a las PYMES, ya que la transparencia, la trazabilidad, la seguridad, la inmutabilidad, la puntualidad y la posibilidad de eliminar intermediarios son características que pueden beneficiarlas.

De acuerdo con García Mexia al incorporar la confianza digital entre los usuarios permite transformar ciertos modelos de negocios, ayudando a que las transacciones de valor no sean muy complicadas. El procedimiento se desarrolla dentro de una red, permitiendo que los usuarios de la organización realicen procesos administrativos de forma segura, confiable e irreversible. Este tipo de modelo, el cual ya no se basa en terceros de confianza, implica un cambio fundamental al no depender de una autoridad centralizada otorgando a todos los participantes una copia de la información, logrando que sea distribuida y replicada en todas las partes de la red (García Mexia, 2018).

Las aplicaciones de Blockchain son muy recientes y benefician a cualquier sector en los que la transparencia, velocidad en los procesos de negocio y la seguridad de las transacciones son primordiales como las bancos, salud, consumo y ocio, cadenas de logística y telecomunicaciones. Al tratarse de una tecnología nueva tiene mucho que ofrecer, pero al mismo tiempo cuenta con varios obstáculos que debe superar.

Inicialmente esta tecnología era aplicada dentro de las grandes empresas relacionadas a las finanzas, bancos o seguros que pertenecen a los sectores más importantes, dichas instituciones cuentan con los recursos e infraestructura necesaria para su uso. Sin embargo, la cadena de bloques (Blockchain) está incursionando lentamente dentro de las PYMES, tal es el caso de la compañía JCV Shipping.

JCV Shipping es una pyme española con una trayectoria de más de 20 años en el negocio de servicios marítimos. Es una de las empresas que participó en la transformación digital y, en ese marco, ha desarrollado una plataforma digital

llamada SonarVision que brinda a los clientes trazabilidad y transparencia de los procesos (Simó et al., 2020).

Asegurar fuentes y componentes en varias etapas de la cadena de suministro es uno de los principales beneficios que ofrece Blockchain, además veracidad y certeza para evitar el fraude y la introducción de elementos maliciosos en procesos de producción complejos. Otra ventaja de este sistema es la capacidad de verificar la confiabilidad y la resistencia a la manipulación de todos los componentes que integran la cadena de suministro.

Cada día se fabrican miles de productos en todo el mundo, a través de las diferentes pequeñas y medianas empresas, sin embargo, se conoce muy poca información necesaria y relevante de estos productos en los que destacan los siguientes: cómo, cuándo y dónde se origina, fabrican, y se utilizan a lo largo de su ciclo de vida. Incluso los empleados de estas organizaciones no conocen como viajan estos productos a través de una red que por lo general pertenecen a minoristas distribuidores, transportistas y proveedores que son parte de la producción, la entrega y venta (Cleri, 2007).

Dentro de Ecuador existen diferentes tipos de PYMES, según Solis & Robalino (2019) cerca del 80% de las empresas en el país corresponden a este tipo, en su mayoría dentro de las provincias de Guayas y Pichincha constituyendo la principal fuente de desarrollo social generando riqueza y empleo, su particularidad son los efectivos de la empresa pero no dejando de lado la importancia del poco uso de la tecnología, la baja división del trabajo y la mínima capacidad de los servicios financieros y no financieros (Solis Granda & Robalino Muñoz, 2019).

Es por ello por lo que esta propuesta busca analizar la implementación de la tecnología Blockchain en las PYMES, a través de la revisión de trabajos previos relacionados al tema y obtener información mediante entrevistas a empresas que aún no se unen a la transformación digital.

---

En el capítulo 2 se investigará acerca de Blockchain y las ventajas que ofrece a las empresas dentro de su infraestructura para logra una transformación digital.

En el Capítulo 3, se presenta la propuesta de aplicación y dentro del capítulo 4 se presenta un escenario de aplicación, dejando para el Capítulo 5 las principales conclusiones y el trabajo futuro.

## 2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

Básicamente, una cadena de bloques se puede considerar como un libro mayor distribuido, es decir, una cadena cronológica donde cada bloque contiene un registro de actividad de red válida desde que se agregó el último bloque a la cadena (Dolader et al., s/f). Cada bloque se puede definir como información cifrada, en teoría, cualquiera puede agregar datos a la cadena de bloques a través de transacciones en la red, y cualquiera puede ver estos datos en cualquier momento, pero no puede cambiarlos sin el permiso correspondiente.

Por lo tanto, una cadena de bloques es un historial completo e inmutable de la actividad de la red compartida por todos los nodos en una red descentralizada. Por primera vez, la tecnología Blockchain facilita que dos o más entidades, que pueden o no conocerse o que no confíen entre sí, intercambien valor de forma segura a través de Internet sin terceros, los requisitos de verificación de transacciones se logran a través de un proceso llamado "minería" que garantiza la seguridad y validez de la información agregada a la cadena.

La tecnología Blockchain se puede describir como la tecnología que impulsa la internet de las transacciones (Kuchkovsky, 2017). Una característica clave de Blockchain es que opera en una red descentralizada, esto significa que no existe una única entidad que controle o gestione el sistema. Al eliminar la necesidad de intermediarios y controles de terceros, puede eliminar fácilmente la fricción en cualquier tipo de intercambio de valor que pueda surgir en forma de costos, riesgos, información y controles (de Medios & Educación, s/f).

Otra característica poderosa de Blockchain es su capacidad para permitir que las redes descentralizadas lleguen a un consenso sobre el estado de los datos y acuerden las reglas de la red sin un órgano de gobierno central (Parrondo, 2018). Como resultado, cualquier usuario puede sugerir mejoras al sistema, pero solo se aplicarán si son aprobadas por todas las partes involucradas en la

red, aumentando la transparencia y la confianza. En una interacción típica de cadena de bloques, la confianza entre redes distribuidas se habilita mediante un proceso de verificación o minería en el que toda la red verifica cada nueva transacción antes de agregarla a la cadena de bloques.

La minería es el proceso de agregar nuevos bloques de datos a la cadena actual a través de la validación de cada nodo en la red llamado "minero". Los mineros agregan nuevos bloques a la cadena después de resolver algoritmos criptográficos que la mayoría o todos los nodos de la red deben aceptar como datos válidos (según la definición del bloque) (Zozaya et al., 2017). La red recompensa a los mineros por agregar bloques válidos a la cadena con algún tipo de crédito digital. Este crédito es el principal incentivo para que los mineros verifiquen y mantengan la coherencia de los datos en toda la red.

Las recompensas vienen en forma de ganancias monetarias o reconocimiento por completar eventos una vez que se ha aceptado un bloque en la red. Los mineros son entidades independientes en la red y no pueden modificar ni agregar datos no válidos sin que el resto de la red los perciba como una "persona malintencionada". Si la red rechaza un bloque, los mineros no recibirán ninguna recompensa de la red, pero el bloque rechazado se registrará en el sistema y la red seguirá funcionando.

Los bloques denegados se registran en el sistema para que la red pueda detectar a los mineros como posibles amenazas. Este método mejora en gran medida la trazabilidad del sistema.

## Ventajas tecnológicas de Blockchain

Blockchain ofrece inherentemente a los usuarios varias ventajas técnicas clave debido a su arquitectura estructural.

A continuación, se describen algunas de ellas, como la durabilidad, la transparencia, la inmutabilidad y la integridad del proceso.

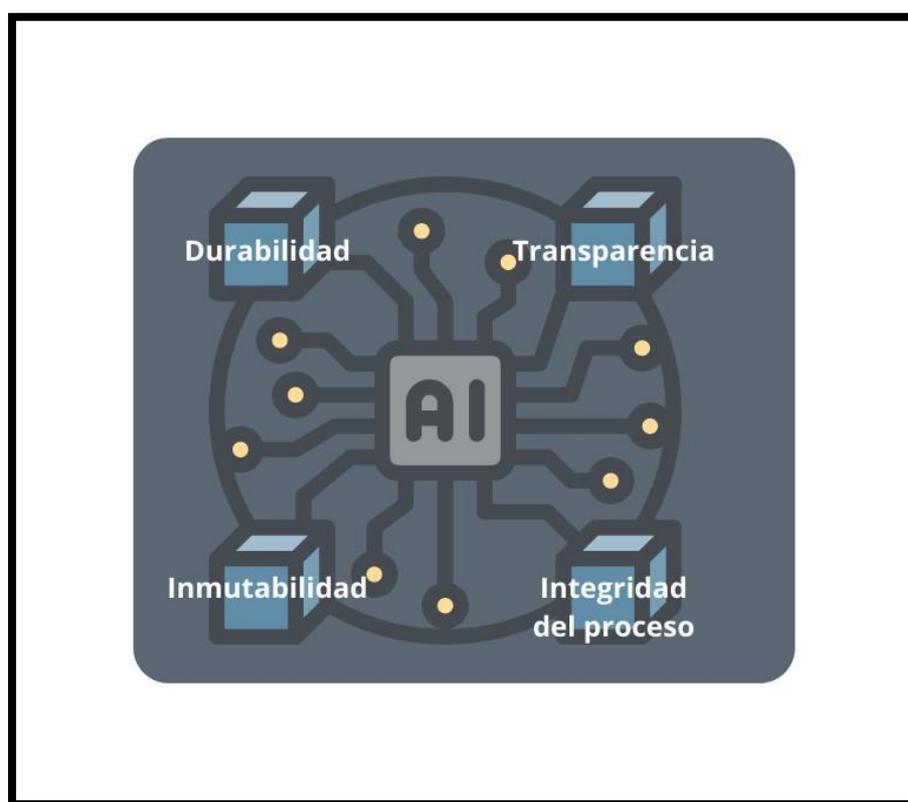


Figura 1 Ventajas tecnológicas de Blockchain

**Durabilidad:** las redes distribuidas eliminan los puntos únicos de falla, a diferencia de los sistemas centralizados. Distribuir el riesgo entre los nodos de esta manera hace que las cadenas de bloques sean mucho más duraderas que los sistemas centralizados y más adecuadas para frustrar el acceso malicioso.

**Transparencia:** Cada nodo de la red mantiene una copia idéntica de la cadena de bloques, lo que permite auditar e inspeccionar los registros en tiempo real.

Este nivel de visibilidad proporciona una visión clara de la actividad y las operaciones de la red, lo que reduce la necesidad de confianza.

**Inmutabilidad:** Los datos almacenados en una cadena de bloques pública descentralizada son efectivamente inmutables, lo que requiere la validación y la trazabilidad de los cambios por parte de otros nodos. Esto permite a los usuarios trabajar con el más alto nivel de confianza de que la cadena de datos no ha cambiado y es correcta (Dolader et al., s/f).

**Integridad del proceso:** Los protocolos distribuidos de código abierto en esencia hacen exactamente lo que dice el código. Los usuarios pueden estar seguros de que las acciones descritas en los registros se realizarán correctamente y de manera oportuna sin necesidad de intervención humana.

En los más de diez años transcurridos desde el descubrimiento de la tecnología Blockchain, el campo ha experimentado un enorme crecimiento a través de varios conceptos técnicos e innovadores propuestos. Inicialmente, la tecnología recibió una reputación negativa ya que estaba asociada con compras imposibles de rastrear en la "web oscura", donde los usuarios realizan compras anónimas utilizando monedas digitales como Bitcoin.

En los últimos años, muchas grandes empresas como IBM, JPMorgan, Barclays han invertido en investigación y desarrollo de la tecnología Blockchain (*Blockchain: Understanding the Potential*, s/f; Staff Reuters, 216 C.E.). Con este interés de las grandes organizaciones y la gran cantidad de dinero que circula en las criptomonedas, las organizaciones y los emprendedores innovadores y creativos se sienten atraídos por este nuevo campo de la tecnología de la información. Este rápido crecimiento en el campo ha cambiado las perspectivas de muchos gobiernos de ver el potencial de esta tecnología más allá de su

relevancia inicial para las actividades ilegales (Noriega C., 2021). Algunas de las aplicaciones y casos de uso de Blockchain se resumen a continuación.



Figura 2 Aplicaciones y casos de uso de Blockchain

## Aplicaciones financieras

**Criptomonedas:** Uno de los usos más populares de Blockchain es la criptomoneda o moneda digital, y Bitcoin es el más conocido de todos. Bitcoin nació a principios de 2009 de la mano de Satoshi Nakamoto, seudónimo que identifica a la persona o equipo que creó la criptomoneda, la moneda digital más conocida en la actualidad. También se crea y transmite electrónicamente y se almacena encriptada y protegida.

Esta moneda digital es una moneda descentralizada y nadie puede controlarla, está fuera del alcance de los gobiernos y los bancos centrales y la independencia de una autoridad central es la característica principal en comparación con otras monedas tradicionales (Navarro, s/f).

**Intercambios:** Una de las primeras impresiones al hablar de Blockchain y sus propiedades puede ser que los bancos y esta tecnología son los "enemigos". Sin

embargo, lejos de esa impresión, el sector financiero ha adoptado la tecnología

con bastante éxito, invirtiendo miles de millones para capitalizar sus beneficios e investigando cómo sacar provecho de ella. Se presentan algunos proyectos en curso para dar una idea del gran potencial que tiene Blockchain en un futuro no muy lejano:

- a) Ripple es una plataforma de pago basada en tecnología Blockchain. Es un protocolo de código abierto diseñado para el comercio y los intercambios financieros con dos objetivos muy claros.
- b) Alastria es una organización sin ánimo de lucro y la primera red española regulada basada en Blockchain. La red fue creada por 70 de las empresas e instituciones más grandes de España, incluidos Banco Santander, BBVA, Bankia, Caixabank, Deloitte, Everis, Repsol, Gas Natural Fenosa y otros.
- c) MoneyGram es la segunda compañía más grande del mundo en lo que transferencia de divisas se refiere. Esta empresa ha integrado la plataforma de pagos Ripple en su sistema de pago en 2018
- d) R3 CEV es una empresa emergente de Nueva York fundada en 2015. R3 creó una cadena de bloques empresarial llamada Corda. Su objetivo es transformar la industria mediante la digitalización de los procesos y sistemas en los que las empresas confían entre sí y hacen negocios (*Blockchain\_Martínez\_ori, s/f*).

***Mercado de valores:*** Las aplicaciones de Blockchain tienen un gran potencial en el mercado de valores. Los expertos en el campo argumentan que la tecnología podría revolucionar la forma en que opera la industria de valores, con la adopción de Blockchain en unos meses, y quizás años más tarde a escala en toda la industria (Corredor Higuera & Díaz Guzmán, 2018).

### **Aplicaciones sociales**

***Identidad digital:*** Una identidad digital segura, como la que puede proporcionar Blockchain, debe cumplir con tres requisitos básicos:

1. Seguridad: la información debe protegerse contra la divulgación accidental.
2. Control: los propietarios de la identidad deben controlar quién puede ver y acceder a sus datos y para para qué fines.
3. Portabilidad: los usuarios deben poder utilizar sus datos de identidad en cualquier lugar que deseen y no estar atados a un solo proveedor (Colle, s/f).

**Votación:** El costo de las elecciones es muy alto y necesitamos organizar toda la infraestructura necesaria para producir papeletas y gestionar la votación y el posterior cómputo. El sistema de votación electrónica ha sido probado, pero no pudo cubrir todas las vulnerabilidades de piratería ni garantizar conteos precisos. La cadena de bloques podría ser la solución, ya que permite que la identidad del votante esté protegida, sea inmutable, virtualmente gratuita y esté abierta al sistema de votación pública.

Al convertir votos en transacciones, podemos crear una cadena que rastree los votos, de esta manera, puede hacer el conteo usted mismo y asegurarse de que no se hayan cambiado o eliminado votos y que no se hayan agregado votos para que todos puedan ponerse de acuerdo sobre el conteo final. Algunos problemas de ciberseguridad como integridad de la información se podrían terminar en el sistema criptográfico de Blockchain. Esto ayudará a evitar el robo de identidad de los votantes y mejorará la conveniencia y la democratización del sistema electoral (Navarro, s/f).

### **Aplicaciones legales**

**Contratos inteligentes:** Un contrato inteligente es un acuerdo de voluntad entre dos o más personas que deciden utilizar un lenguaje de programación para ejecutar el contrato. Las relaciones contractuales tienen intervenciones de sistemas electrónicos descentralizados que intentan crear, ejecutar y cancelar contratos dentro de la red. Los contratos inteligentes, por otro lado, pueden incluir agentes no humanos en el escenario obligatorio, pero en cualquier caso

la máquina que representa un extremo de la relación contractual está diseñada, programada e iniciada por un agente humano. Sin embargo, la firma de un contrato inteligente por parte de un humano o una máquina es irrelevante, ya que constituye un acto legal en el sentido más amplio, independientemente de la presencia humana, cuando se materializa en la arquitectura de la cadena de bloques (Juan et al., s/f).

**Propiedad inteligente:** Las propiedades y contratos inteligentes fueron propuestos por primera vez en 1997 por Nick Szabo. Tal y como se ha descrito, el término propiedad inteligente se refiere a ciertos dispositivos cuya propiedad puede gestionarse y transferirse por medio de la cadena de bloques. Por otro lado, el concepto de contrato inteligente se refiere a un tipo de transacción que va más allá de la transferencia de activos, comprendiendo un método de acuerdo entre usuarios de la cadena (Ruiz\_Alvarez\_Guillermo\_tfg, s/f).

### **Otras posibles aplicaciones**

**Rastreo de activos:** Blockchain se puede usar para rastrear activos físicos y mantener un registro de la propiedad de cada activo. Everledger, por ejemplo, es una empresa que rastrea diamantes mediante la creación de una identificación digital para cada diamante en su red Blockchain (Price, 2015). Esto ayuda a autenticar las transacciones, por ejemplo, evitando la entrada de los llamados "diamantes de sangre" en el mercado de las gemas. Provenance proporciona otro ejemplo de seguimiento de activos. La procedencia se centra en la creación de registros de control o propiedad de varios productos físicos (Greenspan & Zehavi, 2016).

**Aplicaciones de ingeniería:** Los sistemas de ingeniería complejos se consideran el próximo dominio de aplicación potencial para la tecnología Blockchain. El trabajo prevé una gama de transacciones relacionadas con la ingeniería que pueden beneficiarse inmediatamente de Blockchain. Estos incluyen la gestión de transacciones financieras entre y dentro de la empresa, seguimiento de activos y productos durante y después de la producción, control

---

de calidad y pruebas, diseño modular distribuido de máquinas y sistemas, y cadenas de suministro de fabricación. Este es el tema principal de esta investigación.

### 3. PROPUESTA DE APLICACIÓN

La cadena de suministro de un sistema de fabricación está formada por un conjunto de entidades en el cual se incluyen personas, recursos materiales, conocimientos, procesos y contratos y transacciones financieras que facilitan el movimiento de productos de los proveedores a los clientes. Dentro de estos sistemas de cadena de suministro, el seguimiento global de todas las transacciones es muy difícil (Carreño, 2020). Esta información generalmente se almacena en varias ubicaciones y se puede acceder a ella mediante una instancia del sistema en particular.

El cliente (ya sea el usuario final o un recurso humano de la organización) suele tener acceso parcial a la información global (Fontalvo-Herrera et al., 2019). En muchos casos, el proveedor trata cierta información como una mercancía. Debido a la falta de transparencia, el seguimiento de transacciones se basa en la confianza entre los actores del sistema. La tecnología Blockchain tiene el potencial de mejorar los problemas de visibilidad y trazabilidad dentro de la cadena de suministro de fabricación mediante el uso de registros inmutables de datos, almacenamiento descentralizado y acceso controlado de usuarios.

Esta investigación utiliza la tecnología Blockchain para proponer un sistema descentralizado que recopila, almacena y administra información crítica para productos individuales a lo largo de su ciclo de vida. El bloque de información crea un registro compartido seguro de las transacciones de cada producto, junto con la información específica del mismo.

El costo de implementación incurre específicamente en función de las necesidades personalizadas de las PYMES. La estructura de costos depende de algunos factores tales como:

Tipo de aplicación Blockchain requerida, es decir, analizar la aplicación que puede cumplir con los requisitos de la empresa y las diferencias de costos en la industria, por ejemplo, una aplicación de cadena de bloques con permiso.

Esta aplicación puede necesitar herramientas de suscripción a terceros como Microsoft Azure por ejemplo, servicios que permitan notificar todas las interacciones que ocurran en el proceso, servicios de marketing, seguimientos de errores o análisis de datos.

Otro punto importante es el tipo de industria que requiere la aplicación, dentro del cual puede subdividirse detalles como la complejidad de la aplicación y número de interacciones. La complejidad de la aplicación es parte importante del desarrollo y se recomienda a la empresa que tenga una comprensión clara de los siguientes aspectos: el propósito, los problemas que presentan los usuarios actuales y soluciones existentes para los problemas.

El sistema propuesto se describe en las siguientes secciones, incluidos los tipos de actores dentro de la red del proveedor, cómo acceder y registrarse en la red, cómo se valida y almacena la entrada de datos.

El enfoque propuesto incluye un sistema distribuido descentralizado que utiliza Blockchain para recopilar, almacenar y administrar información importante sobre cada producto a lo largo de su ciclo de vida.

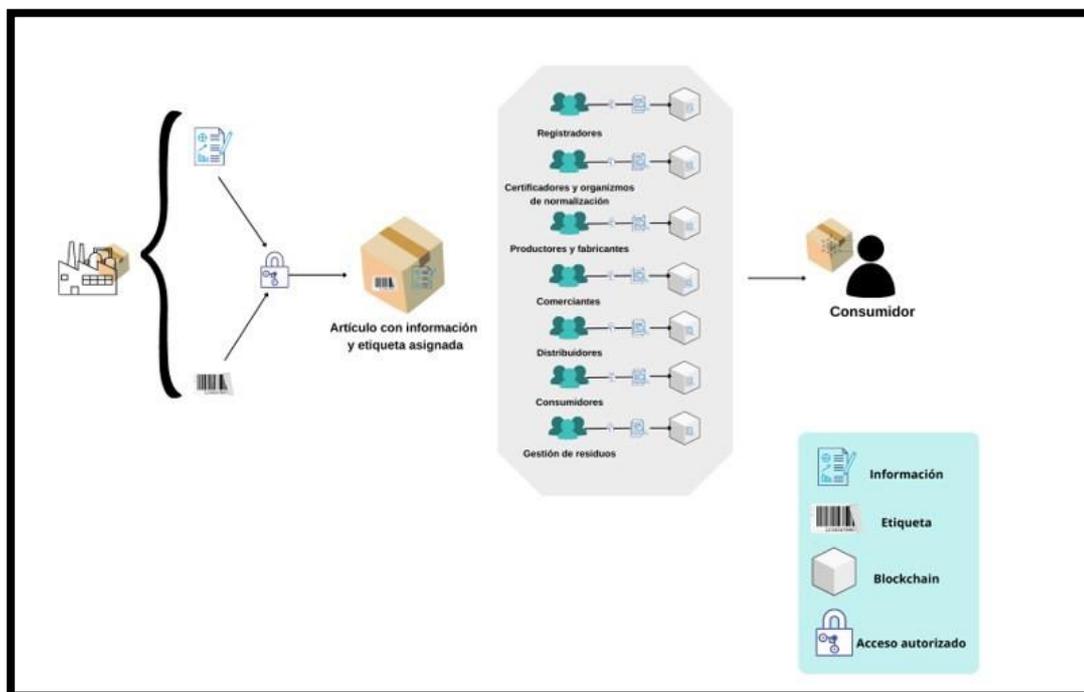


Figura 3 Propuesta de sistema descentralizado

Esto crea un conjunto de datos de intercambio seguro que contiene información específica del producto.

A medida que un producto avanza en su ciclo de vida, pasa a ser propiedad de diferentes partes interesadas, como fabricantes, proveedores, procesadores, distribuidores, minoristas y, en última instancia, usuarios finales. Cada una de estas partes interesadas desempeña un papel clave en este sistema, cifrando la información sobre el producto y su estado actual en la red Blockchain. Cada producto tiene su propio perfil digital que contiene toda la información relevante introducida en las diferentes etapas.

Cada producto tiene una etiqueta útil que puede tener la forma de un código de barras, RFID o código QR. Esta etiqueta representa un identificador de cifrado digital único que vincula el producto físico con una identificación virtual en la

red. Esta identificación virtual aparece en el software del sistema como parte del perfil digital del producto. Los actores también tienen su propio perfil digital en la red que se crea durante el registro. Este perfil proporciona información como la descripción, la ubicación, la certificación y el enlace al producto. Los productos firmados tienen un vínculo entre el perfil del producto y el perfil del actor.

Este sistema permite a los actores cambiar los derechos de privacidad del perfil de diferentes tipos y pueden optar por permanecer completamente anónimos, pero deben estar certificados por un auditor o certificador para mantener la confianza en el sistema. Los actores del sistema se registran en la red a través de un registrador. Un registrador es un servicio de certificación que proporciona a los actores credenciales y una identificación única. En el registro, se genera un par de claves de cifrado público/privado para cada actor.

Las claves públicas identifican a los actores en la red y las claves privadas los autentican cuando interactúan con el sistema. Los actores sólo pueden interactuar con la red si se autentican criptográficamente utilizando la clave privada. Esto permite a los actores firmar digitalmente cada producto a medida que se reemplazan o agregan a la cadena de suministro.

Este sistema consta de varios tipos de actores.

**Registrador:** Proporciona una identificación única a los actores de la red.

**Organización de estándares:** Define un organismo de estándares (como Comercio Justo).

**Certificador:** Proporciona a las partes interesadas una certificación que les permite unirse a la red.

**Productores, fabricantes, comerciantes, minoristas, gestión de residuos:** Ingresan datos específicos del producto en su cadena de bloques.

**Consumidores:** pueden comprar productos y, a veces, ingresar datos de productos en la cadena de bloques.

Cada actor que usa este sistema accede a una red Blockchain particular a través de la interfaz de usuario. La aplicación de software utilizada por el actor está configurada para un perfil específico de producto digital. El software del sistema es desarrollado por un grupo de partes de confianza y está disponible para que las organizaciones e instituciones registradas lo descarguen y lo ejecuten en el sistema. A los consumidores se les ofrece una versión personalizada de la interfaz de usuario que les permite acceder a los datos asociados al producto. El software del sistema facilita la introducción de nuevos datos y el acceso a los existentes.

Este software se ejecuta en una cadena de bloques que permite la ejecución de código programable como la cadena de bloques Ethereum (Buterin, s/f). Todos los datos de la red se almacenan en la cadena de bloques y están disponibles para cualquiera que ejecute el software del sistema con la autenticación correcta. El acceso a los datos otorgados a un actor depende del tipo y la ubicación del actor en la cadena de suministro.

El conjunto de reglas que rigen el sistema se escribe en código y se almacena en la cadena de bloques. Estas reglas definen cómo los actores de la red interactúan con el sistema y cómo se comparten los datos entre las redes. Las reglas no pueden ser modificadas por el actor, lo que garantiza la integridad de los datos y las condiciones de validez. Una vez que las reglas se almacenan en la cadena de bloques, funcionan según lo definido, se transmiten a todos los nodos y no se pueden modificar a menos que las partes interesadas clave las verifiquen.

Los programas de certificación y estándares como Comercio Justo y FSC se pueden implementar en este sistema (Elder et al., 2013). Los certificadores y auditores de la red visitan fábricas e instalaciones para verificar el cumplimiento de los programas estándar. Después de la verificación por parte del certificador, el perfil del actor y sus productos pueden ser firmados

digitalmente por el certificador y el organismo de normalización para certificar la certificación. El certificador verifica la identificación de todos los actores. El certificador debe divulgar las identificaciones de todos los actores a la red a través del registrador. El objetivo es maximizar la transparencia de los elementos del sistema manteniendo la integridad y seguridad de los datos.

### 3.1 ENTRADA DE DATOS

Cada producto físico en el sistema propuesto debe presentarse digitalmente en la red Blockchain para que cualquier persona interesada en el producto pueda acceder directamente a su perfil. Esto es necesario para permitirle intercambiar y actualizar la información del producto.

El actor digital y los identificadores de producto pueden utilizarse para crear "contratos inteligentes" en forma de reglas para cada producto, de modo que sólo las partes con la clave digital adecuada puedan acceder al producto. En algún momento, el producto pertenece a un actor en particular. Solo este actor tiene la autoridad para ingresar nueva información en el perfil de este producto o para iniciar una transacción con otra parte. Por lo tanto, si el producto se transfiere a otro actor, ambas partes deben firmar un contrato digital para autenticar el intercambio. Cuando todas las partes firman el contrato, los detalles de la transacción se añaden a la cadena de bloques.

La red procesa estos datos y actualiza el estado de este perfil de producto para mostrar a los nuevos usuarios. Esto permite que la red mantenga una prueba clara de propiedad de cada producto. Cuando se completa el intercambio, el sistema actualiza los permisos para que solo los nuevos propietarios puedan crear nuevas listas para actualizar los detalles del producto. Se garantiza que los datos ingresados en el perfil pertenecen a cada una de las partes, ya que ambas deben firmar con una clave privada para acreditar su identidad. Los datos pueden ser agregados manual o automáticamente por un actor que necesita autenticarse con una clave privada para conectarse a la red.

La aplicación informática proporciona al agente una interfaz para crear una nueva lista de productos. Hay una variedad de datos que pueden ser recopilados por este sistema. Puede variar según la condición del producto, el tipo de producto y las reglamentaciones que se aplican a este producto. El sistema actualiza automáticamente el registro de transacciones de datos cuando comienza el intercambio. Cuando se le otorga acceso para crear una nueva lista, el propietario del producto agrega información adicional específica del producto.

A continuación, se enumeran los diferentes tipos de datos que se pueden recopilar en relación con un producto en particular:

### **Datos de propiedad**

Lista cronológica de todos los propietarios anteriores del producto o entidad en la red Blockchain, incluido el propietario actual. Cada vez que el producto se intercambia entre dos partes, el sistema crea una nueva entrada que registra los detalles de las partes que realizan la transacción y se añade al perfil del producto. Las partes de la transacción se denominan por su identidad digital.

De este modo, el sistema puede asignar los permisos de entrada de datos a la parte correcta. Además, esto permite implementar un nivel controlado de transparencia entre las partes relacionadas.

### **Sellado de tiempo**

Cuando se crea una nueva entrada en el perfil de un producto, el sistema registra automáticamente la hora de esa entrada. Esto permite a la red crear un orden cronológico de las entradas relacionadas con ese producto específico.

## **Datos de localización**

Los datos de localización registran dónde ha estado el producto y dónde se encuentra actualmente. Dado que el sistema dispone de los datos de localización de todos los actores registrados, puede registrar la ubicación de un producto cada vez que un actor realiza una nueva entrada. La información de ubicación puede ser simplemente un identificador de ubicación único o datos GPS dinámicos que podrían implementarse para determinadas cadenas de suministro.

## **Datos específicos del producto**

Se trata de información clave específica de un producto. Esta información puede utilizarse para demostrar ciertos atributos del producto o para proporcionar datos de rendimiento como retroalimentación a los fabricantes, a los constructores y a los controladores de calidad.

## **Datos sobre el impacto medioambiental**

Información adicional sobre el impacto medioambiental del producto a lo largo de su ciclo de vida.

Algunos productos podrían programarse para transmitir sus datos de rendimiento a la cadena de bloques durante su vida útil. En ejemplo, un teléfono móvil podría actualizar la información sobre el rendimiento de su batería a la cadena de bloques durante su uso. Esta información podría ser consultada por los respectivos fabricantes y diseñadores de baterías, para mejorar su producto basándose en dicha información.

Otro ejemplo sería el de un vehículo conectado a Internet que, de forma autónoma, subiera a la Blockchain datos sobre su rendimiento e impacto ambiental e impacto medioambiental a la cadena de bloques. Esta información puede ser muy útil para el futuro comprador de este vehículo, ya que tendrían acceso a los datos históricos de rendimiento del vehículo, para poder tomar

decisiones más informadas. Al mismo tiempo, los diseñadores de motores y los fabricantes de vehículos también pueden beneficiarse de esta información.

### 3.2 ACCESO A LOS DATOS

El perfil digital del producto sirve como fuente principal para que todas las partes de este sistema accedan a la información del producto. La figura 4 muestra una plantilla de perfil de producto de muestra.

Cada entrada tiene un sello de tiempo y una firma digital del actor, las certificaciones relacionadas con el producto también se incorporan al perfil digital del producto (ver imagen) junto con ciertas reglas que están integradas para mantener el control sobre el acceso de los usuarios a la información, como los detalles específicos del producto y las identificaciones de los actores.

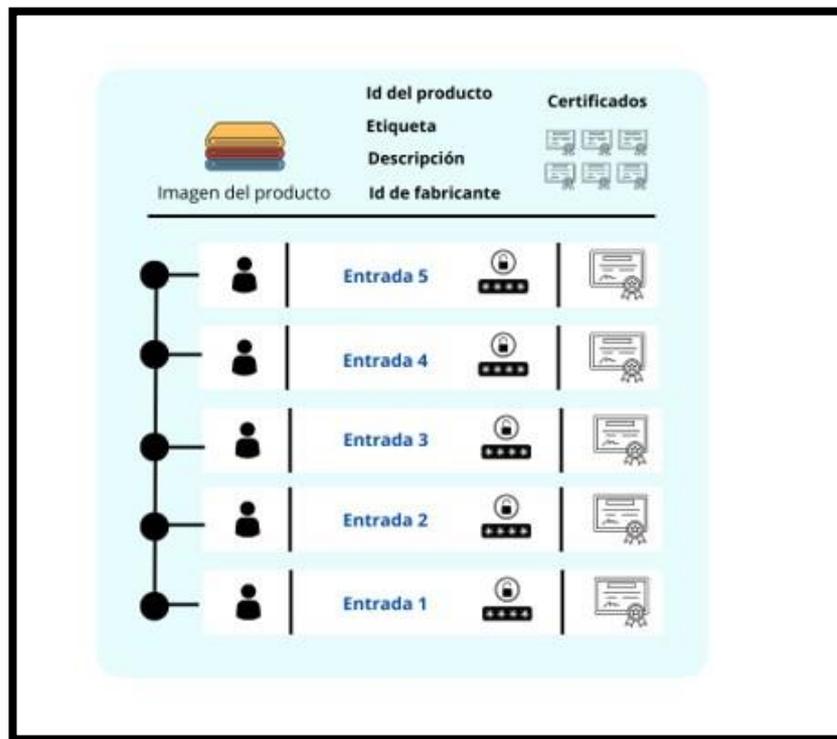


Figura 4 Plantilla del perfil del producto

Todos los actores deben usar su clave privada para autenticarse al acceder a su perfil de producto, esto permite que el sistema vea el perfil de acuerdo con los permisos establecidos para ese actor. La Figura 4 muestra el acceso de cada entrada como un carácter de bloqueo o desbloqueo y representa el nivel de privilegio otorgado a cada uno de los diferentes usuarios que acceden al perfil.

Por ejemplo, los productos como los pantalones tienen un perfil que contiene detalles. ¿Dónde se extrajeron, distribuyeron y entregaron los artículos? Los consumidores que compran este producto tienen acceso a estos detalles, pero no al nombre específico de la fábrica que produjo el artículo. En cambio, el comerciante o el gerente de calidad puede acceder a información detallada, como la identificación del lugar, detalles de la extracción y producción de materias primas, transformación de materias y confección.

## 4. ESQUEMATIZACIÓN DE LA PROPUESTA

Esta sección proporciona un escenario de aplicación de ejemplo para ilustrar mejor el potencial del concepto propuesto. Se están explorando las aplicaciones de cadena de suministro habilitadas para Blockchain para materias primas, fabricación, distribución. Muchas partes interesadas están involucradas en la cadena de producción y suministro de textiles. La aplicación de Blockchain en este ejemplo se puede extender no solo a la fabricación de telas, sino también al reciclaje.

Este escenario se centra en una rama de la cadena de suministro, que incluye la extracción de materias primas de la tela, el procesamiento en prendas de vestir y, finalmente, la etapa de reciclaje de cajas de cartón, como se muestra en la Figura 5.

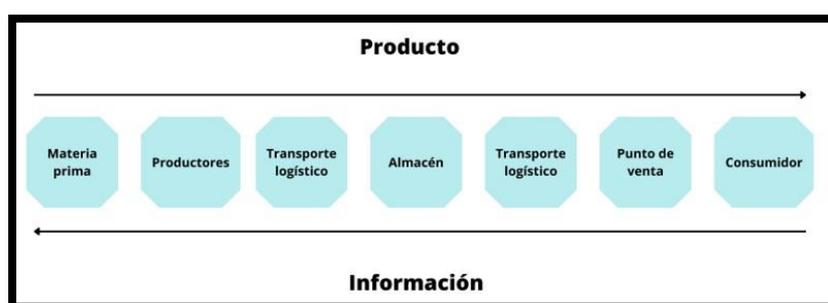


Figura 5 Etapas de producto - información

Todos los actores mencionados en este escenario están registrados en el sistema a través de un servicio de registro y tienen su propia identidad dentro de la red, incluyendo su perfil de actor. Los actores interactúan con el sistema a través de interfaces creadas por el software del sistema de la organización. Un escenario de fabricación de prendas de vestir habilitado para Blockchain implica procesos comerciales.

1. **Producción de algodón:** Los algodones registrados en la industria textil se etiquetan e introducen como nuevos productos de cadena de bloques. Puede ingresar información específica del algodón de claves en el sistema, como el origen, calidad, longitud, grado o carácter. Comenzarán nuevas negociaciones entre el productor de algodón y el fabricante de prendas de vestir. Los productos se intercambian después de firmar un contrato digital almacenado en la cadena de bloques (la entrada de datos se realiza en la cadena de bloques).

El fabricante está certificado por una organización estándar que nombra a certificadores para que comprueben si se ha cumplido la normativa (por ejemplo, si los algodones se obtienen sin dañar el ecosistema o atentar en contra de las especies en peligro de extinción). Este certificado aparece en el perfil del actor con las firmas digitales tanto de los certificadores como de las organizaciones de normalización.

2. **Manufactura:** Los algodones son aceptados por empresas textiles al ser evaluados por un escáner en red. Esto cerrará el intercambio y permitirá que el fabricante lea los nuevos datos e ingrese en el perfil del producto. Aquí, otras materias primas se combinan con el algodón para crear telas, al que eventualmente se le da una nueva etiqueta (o, si se usa una etiqueta reescribible, se modifica la etiqueta existente). Las etiquetas de materia prima se destruyen durante la operación, pero el perfil del producto se actualiza y el perfil de la tela resultante muestra su presencia. Una vez que se completa el proceso, puede crear otra etiqueta física y adjuntarla a su producto.

3. **Fabricante de prendas de vestir:** La tela se vende al fabricante de prendas de vestir, quien recibe la mercancía mediante la firma digital del contrato y accede al perfil del producto. Los fabricantes de prendas de vestir ingresan información nueva e importante, como la calidad de la

tela, los resultados de las pruebas de resistencia y las mezclas de colores. Después de ingresar los datos del producto, este producto se venderá al siguiente agente en la cadena de suministro.

4. **Envasador del producto:** El envasador del producto usan cajas de cartón para empacar sus propios productos. El perfil de este producto se actualiza con el perfil de la caja para indicar que ambos son artículos individuales con dos etiquetas diferentes. Esto le permite identificar los productos en la caja escaneando la etiqueta de la caja. Esto es muy importante para los sistemas de distribución.
  
5. **Distribuidor:** El siguiente actor en esta cadena de suministro es un distribuidor que transporta productos en diferentes contenedores a través de diferentes ubicaciones. En cada una de estas ubicaciones, el perfil del producto se actualiza mediante el escaneo de la etiqueta para el contenedor de paquetes múltiples más grande. Esto facilita la actualización de su producto de forma rápida y eficiente. La cadena de bloques asociada con el contenedor más grande actualiza automáticamente las cadenas posteriores para permitir la trazabilidad de los artículos en lotes más grandes.
  
6. **Minorista:** El minorista acepta el artículo como una caja de productos completa, retira el artículo de la caja y actualiza el perfil de la caja con su estado actual. Estas cajas ya han cumplido su propósito y ahora los minoristas las están reciclando. La transacción comienza con un reciclador de residuos que acepta la caja de residuos mediante la firma digital de un contrato en la cadena de bloques. El perfil digital del producto se separa de los lotes y cajas en la cadena de bloques, pero

queda un registro de todos los pasos anteriores en la cadena de bloques. Sin embargo, los registros de todas las fases anteriores permanecen en la cadena de bloques.

7. **Reciclador de residuos:** El reciclador procesa las cajas en lotes de paquetes de papel usados y crea una nueva identificación en la red. Luego, el reciclador ingresa información importante sobre el producto reciclado y comienza a intercambiar con la compañía de papel. Las empresas papeleras utilizan este papel reciclado como parte del proceso de fabricación de papel, cerrando el ciclo de vida del cartón. Sin embargo, las materias primas pueden rastrearse hasta la siguiente caja que se va a fabricar, lo que permite registrar todos los datos.

Tomaremos como ejemplo una empresa de fabricación de prendas de vestir “X”, utilizando la tecnología Blockchain se pretende reducir la desinformación entre los departamentos, validar la información y alcanzar los aspectos claves de ciberseguridad (confidencialidad, integridad, disponibilidad, trazabilidad y no repudio).

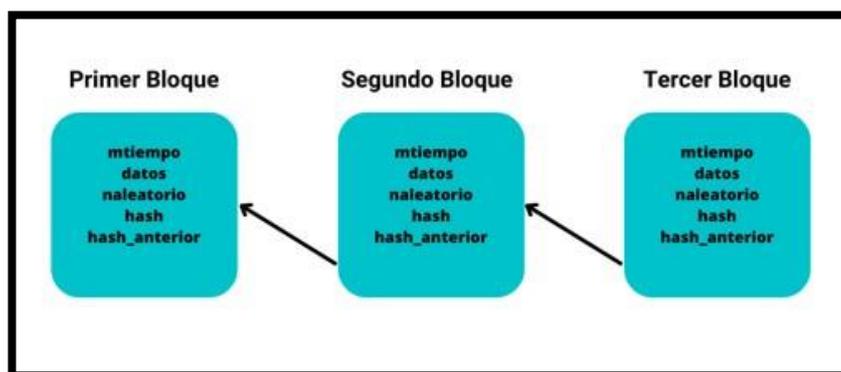


Figura 6 Ejemplo de información dentro de los bloques

De acuerdo con la figura 5 cada grupo de transacciones se almacena en un bloque y se usa una clave llamada hash para crear una función criptográfica para garantizar la seguridad de estas transacciones y el contenido. El objetivo principal de las funciones hash es relacionar el bloque actual con el bloque anterior.

En general, cada transacción almacena los datos de la operación, incluyendo típicamente el hash antes mencionado y otros parámetros como una marca de tiempo, que son datos únicos generados por la fecha y hora actual (en milisegundos). El número aleatorio garantiza que no se repita cada hash generado y el hash del bloque anterior, el cual es público.

La base de la cadena de bloques son las transacciones. Para entender mejor el concepto de transacción, supongamos que el usuario A, en este caso el supervisor de bodega de la empresa "X" recibe la tela que es el recurso necesario para comenzar a fabricar las prendas de vestir.

El usuario A crea el bloque de información que contiene los detalles de la materia prima, como el origen y la calidad, la cantidad y el diseño de la tela adquirida para el usuario B, en nuestro caso el supervisor de finanzas. Lo primero que necesita es la aprobación de la red, de manera que debe comunicárselo a cada miembro de la misma. El usuario que quiera realizar una transacción revela sus intenciones, y el resto de los usuarios validan la operación comprobando si la información es correcta, dando por válido el procedimiento utilizando el proceso de verificación de las firmas electrónicas, esto aporta unas garantías tecnológicas y legales inigualables hoy en día que protege y custodia la identidad de personas físicas o jurídicas, y permite la generación de evidencias electrónicas.

Luego, este nuevo bloque recibe información del departamento de producción, tales como el tipo de tela, la talla, el color y el código del modelo que permite identificar a que grupo pertenece. Finalmente, el último paso en esta cadena de bloques lo cumple el departamento de transporte que añade información necesaria

para el control de calidad de los productos, entre los que se encuentran: origen del producto, destinatario y certificaciones de calidad.

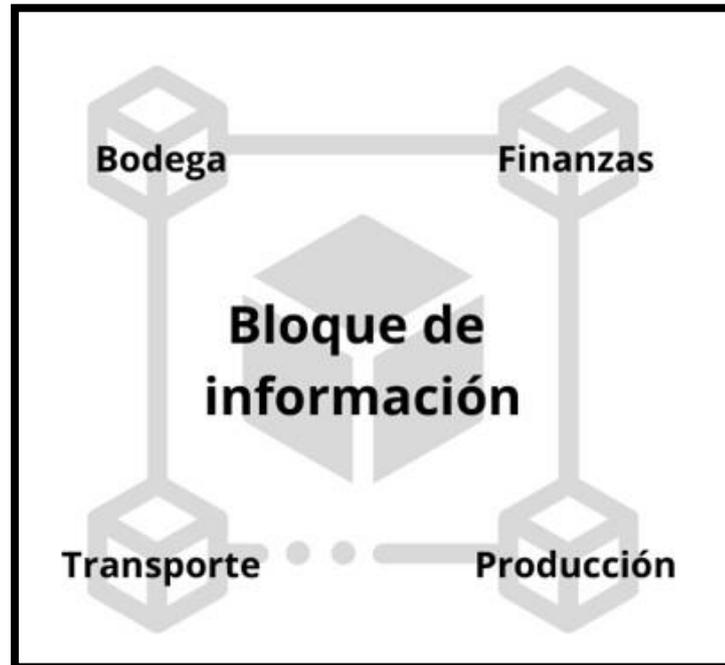


Figura 7 Bloques de información para la empresa "X"

---

## 5. CONCLUSIONES

---

La tecnología Blockchain es una innovadora apuesta con la capacidad de transformar muchos de los sistemas tradicionales existentes en sistemas más seguros, más descentralizados, transparentes y colaborativos al tiempo que empodera a los usuarios.

En esta investigación, describimos algunas características clave de la tecnología Blockchain y sus posibles áreas de aplicación. A continuación, se centra en las aplicaciones dentro de la cadena de suministro del fabricante y se propone una visión ficticia de una cadena de suministro de fabricación habilitada para Blockchain y algunos ejemplos de escenarios de cadena de suministro para la fabricación de pantalón hasta el reciclaje de las cajas que sirven como contenedores.

El desarrollo de esta investigación presentó ideas para mostrar los beneficios potenciales y facilitar futuras investigaciones que comprendan completamente los futuros desafíos culturales y técnicos. Sin embargo, los beneficios potenciales para el consumidor y el proveedor y los impactos ambientales se consideran una motivación suficiente para seguir adelante.

El sistema propuesto facilita la recopilación de grandes cantidades de datos sobre la fabricación de productos y usuarios, esto puede ser útil para una variedad de individuos, organizaciones, gobiernos e investigadores. Esto permite a los consumidores, por ejemplo, acceder fácilmente a datos precisos específicos de cada producto fabricado a través de una cadena de suministro compatible con la cadena de bloques de la cadena de suministro y tomar mejores decisiones de compra.

Las organizaciones involucradas en el diseño, la fabricación y la producción pueden comprender mejor cómo se utilizan sus productos a lo largo de la

---

cadena de suministro. Esta capa de información se puede utilizar para mejorar la tecnología y el marketing, así como la contabilidad de producción y ventas. La integración de los contratos inteligentes en este sistema puede mejorar la seguridad de las transacciones, ya que cada artículo solo puede obtenerse del comprador que firmó el contrato asociado con el vendedor, lo que permite al sistema identificar las transacciones fraudulentas y los artículos que faltan.

Sin embargo, esta tecnología requiere que todos los agentes dispongan de una infraestructura informática específica y acceso a Internet. Actualmente, puede que no sea práctico para algunos proveedores remotos de materias primas. Los perfiles digitales siempre deben mantenerse actualizados mediante sistemas manuales o automatizados, como etiquetas simples y RFID. Debe implementar contratos inteligentes e incorporarlos a su sistema para crear incentivos que permitan que su cadena de bloques impulse sus procesos comerciales. Además, el rendimiento de este sistema puede ser un cuello de botella de aplicación para la solución propuesta.

Los grandes fabricantes deben estar convencidos de los beneficios potenciales del sistema de cadena de suministro propuesto. Inicialmente, pueden ser reacios a proporcionar funciones como la visibilidad del ciclo de vida y los pagos automáticos. Estas características también se utilizan como palanca para su negocio, sin embargo, la experiencia con las monedas digitales y las grandes instituciones financieras ha demostrado que las grandes agencias industriales y gubernamentales son conscientes del potencial y están dispuestas a mantener la mente abierta sobre esta tecnología.

Con una estrecha cooperación entre organizaciones de investigación, industriales y las agencias gubernamentales, se necesita mucha investigación para desarrollar esta idea para aplicaciones a escala industrial.

## REFERENCIAS

---

- Bianchini, M., & Kwon, I. (2020). *Blockchain for SMEs and entrepreneurs in Italy*.  
[www.oecd.org](http://www.oecd.org).
- Blockchain: understanding the potential*. (s/f). [www.insidebitcoins.com/news/bitcoin-venture-capital-funding-pace-1-billion-2015/30665](http://www.insidebitcoins.com/news/bitcoin-venture-capital-funding-pace-1-billion-2015/30665)
- Blockchain\_Martínez\_ori*. (s/f).
- Buterin, V. (s/f). *A NEXT GENERATION SMART CONTRACT & DECENTRALIZED APPLICATION PLATFORM*.
- Carreño, A. (2020). *Cadena de Suministro y Logística*.
- Cleri, C. A. R. (2007). *El libro de las PyMEs*. Ediciones Granica.  
<https://elibro.net/es/lc/bibliotecaups/titulos/66672>
- Colle, R. (s/f). *La identidad digital en la internet futura con blockchain*.
- Corredor Higuera, J. A., & Díaz Guzmán, D. (2018). Blockchain y mercados financieros: aspectos generales del impacto regulatorio de la aplicación de la tecnología blockchain en los mercados de crédito de América Latina. *Derecho PUCP*, 81, 405–439.  
<https://doi.org/10.18800/derechopucp.201802.013>
- de Medios, R., & Educación, Y. (s/f). *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación PIXEL-BIT*.  
<https://revistapixelbit.com>
- Dolader, C., Joan, R., Roig, B., Luís, J., & Tapia, M. (s/f). *LA BLOCKCHAIN: FUNDAMENTOS, APLICACIONES Y RELACIÓN CON OTRAS TECNOLOGÍAS DISRUPTIVAS*.
- Elder, S. D., Zerriffi, H., & le Billon, P. (2013). Is Fairtrade certification greening agricultural practices? An analysis of Fairtrade environmental standards in Rwanda. *Journal of Rural Studies*, 32, 264–274. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2013.07.009>
- Fontalvo-Herrera, T., De-la-Hoz-Granadillo, E., & Mendoza-Mendoza, A. (2019). Procesos Logísticos y La Administración de la Cadena de Suministro. *Saber, Ciencia y Libertad*, 14(2), 102–112. <https://doi.org/10.18041/2382-3240/saber.2019v14n2.5880>

- García Mexía, P. (2018). *Criptoderecho: la regulación de Blockchain*. Wolters Kluwer España.  
<https://elibro.net/es/lc/bibliotecaups/titulos/107187>
- Greenspan, G., & Zehavi, M. (2016, enero 7). Will Provenance be the Blockchain's break out use case in 2016? *CoinDesk*.
- Juan, D. R., Henao, C., Sol, D., & Calle, B. (s/f). *UNIVERSIDAD EXTERNADO DE COLOMBIA FACULTAD DE DERECHO*.
- Kuchkovsky, C. (2017). *Blockchain : la revolución industrial de internet*. Gestión 2000.
- Navarro, B. Y. (s/f). *Blockchain y sus aplicaciones*. <http://www.universidadcatolica.edu.py/>
- Noriega C., G. A. (2021). ¿Blockchain es más que criptomonedas?, presente y futuro. *Apuntes Contables*, 29, 49–65. <https://doi.org/10.18601/16577175.n29.04>
- Parrondo, L. (2018). Tecnología blockchain, una nueva era para la empresa. En *Revista de Contabilidad y Dirección* (Vol. 27).
- Price, R. (2015, septiembre 28). This London startup could make diamond theft a thing of the past. *Business Insider UK*.
- Rojo, M. I. (2019). *Blockchain: fundamentos de la cadena de bloques*. Ediciones de la U.  
<https://elibro.net/es/lc/bibliotecaups/titulos/127086>
- Ruiz\_Alvarez\_Guillermo\_tfg. (s/f).
- Simó, D., Martín, C., & Aguirregomezcorta, A. (2020, abril 22). *El blockchain llega a las pymes*.  
<https://www.diarioelcanal.com/el-blockchain-llega-a-las-pymes/>
- Solis Granda, L. E., & Robalino Muñiz, R. C. (2019). El papel de las PYMES en las sociedades y su problemática empresarial. *INNOVA Research Journal*, 4(3), 85–93.  
<https://doi.org/10.33890/innova.v4.n3.2019.949>
- Staff Reuters. (216 C.E., abril 29). *IBM launches new cloud services for blockchain*.
- Zozaya, C., Incera, J., & Franzoni, A. L. (2017). *Money as a Social Phenomenon of Trust*.