

Opportunities and challenges of blockchain in the fishing companies supply chain: A review of the literature between 2018 and 2022.

Valeria Nicole Granados Muñoz, Bachelor's in International Business Administration¹, Kristel Marianela Vilela Obando, International Business Administration Graduate², Alvaro Mariano Mejia Mendivil, Bachelor's in International Business Administration³, and Delia Mercedes Cerna Huarachi, Master's in Superior Education⁴

¹⁻⁴Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Peru, valegm0312@gmail.com, krismvo@gmail.com, pcanamej@upc.edu.pe, pcaddcer@upc.edu.pe

Abstract– The research aims to describe the relationship between blockchain and the fishing companies' value chain for the period 2018-2022, as well as describe the benefits and challenges of said technology. This systematic review of the scientific literature analyzed 23 articles using the PRISMA methodology. The findings of this research reveal that the main benefits of blockchain are related to process optimization, costs reduction, and improved tracking capabilities. However, implementing this system can be expensive, which may exclude small companies that are an important link of this chain. Moreover, more research is needed regarding the actual application of the technology in this sector, to address some potential pitfalls or aspects that the current technology might not be able to track.

Keywords: blockchain, value chain, fishing, fisheries

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LEIRD).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LEIRD).
DO NOT REMOVE

Oportunidades y retos de la *blockchain* en la cadena de valor en las empresas pesqueras: Una revisión de literatura del periodo 2018-2022

Valeria Nicole Granados Muñoz, Bachelor's in International Business Administration¹, Kristel Marianela Vilela Obando, International Business Administration Graduate², Alvaro Mariano Mejia Mendivil, Bachelor's in International Business Administration³, and Delia Mercedes Cerna Huarachi, Master's in Superior Education⁴

¹⁻⁴Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Peru, valegm0312@gmail.com, krismvo@gmail.com, pcanamej@upc.edu.pe, pcaddcer@upc.edu.pe

Resumen– El objetivo de esta investigación es describir la relación entre la *blockchain* y la cadena de valor de las empresas pesqueras durante el periodo 2018-2022, al igual que describir los beneficios y retos que implica dicha tecnología. Esta revisión sistemática de la literatura analizó 23 artículos utilizando la metodología PRISMA. Los hallazgos del estudio revelan que los principales beneficios de la *blockchain* están relacionados a la optimización de procesos, reducción de costos y mejoras en las capacidades de trazabilidad. Sin embargo, la implementación de este sistema puede ser costosa, lo que puede excluir pequeñas empresas que son enlaces importantes de esta cadena. Además, la aplicación de esta tecnología en el sector requiere mayores investigaciones para poder atender algunos posibles vulnerabilidades que la tecnología actual pueda no ser capaz de trazar.

Palabras clave: *blockchain*, cadena de valor, pesca, empresas pesqueras.

I. INTRODUCCIÓN

La tecnología *blockchain* está transformando la forma en que las empresas trabajan. Si bien la *blockchain* se ha desarrollado principalmente en el sector financiero, las comunidades de negocios de otros rubros están comenzando a considerarla [1] debido a las posibilidades que ofrece. Entre los múltiples beneficios que esta tecnología ofrece se encuentran la optimización de la gestión de procesos, de las certificaciones, del cumplimiento de normas y, además, la reducción de los costos de transacción [2]. Es decir, la *blockchain* tiene el potencial de resolver cuellos de botella y permitir el análisis y verificación de una gran cantidad de datos [3], de una manera que la cadena de suministro cambie sustancialmente.

Un sector que podría beneficiarse en gran manera de esta tecnología es la pesca. Las industrias marinas generan una enorme cantidad de datos que no es recolectada adecuadamente con la actual tecnología [4]. Por ello, la cadena de suministro de las empresas pesqueras puede ser compleja, opaca [5] y difícil de seguir [6]. Por ello, la implementación de *blockchain* es una alternativa que puede transformar el sector pesquero, especialmente tras la gran demanda de trazabilidad de productos alimenticios generada por la pandemia [7]. Sin embargo, la implementación de *blockchain* también presenta diferentes desafíos no totalmente explorados [1] [5] [8]. Si los desafíos no son atendidos adecuadamente, la promesa de la cadena de suministro interconectada por *blockchain* podría no concretarse.

Los empresarios y académicos están empezando a explorar cómo integrar *blockchain* en las cadenas de valor. Sin embargo, existen vacíos en la literatura con respecto al sector pesquero [5]. En este contexto, el presente artículo tiene como fin describir la relación entre *blockchain* y las cadenas de valor en las empresas pesqueras de mar abierto. Para ello, se llevó a cabo una revisión sistemática de la literatura relacionada publicada en el periodo 2018-2022. En específico, la investigación cuenta con dos objetivos. En primer lugar, se identificarán los principales beneficios que la *blockchain* puede contribuir a la cadena de valor de las empresas pesqueras. En segundo lugar, los retos relacionados a la implementación de la tecnología serán presentados. En ambos casos, por la literatura se contrastará con información del sector, de tal manera que el análisis pueda ofrecer mayor *insight* acerca de la realidad en la que se desarrolla esta transformación tecnológica.

II. MARCO TEÓRICO

A. La cadena de valor pesquera

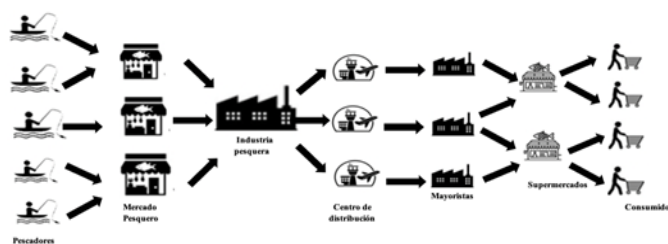


Fig. 1 Cadena de suministro en Tuban, Java. Adaptado de "Designing supply chain models with blockchain technology in the fishing industry in Indonesia" por Larissa y Parung, 2021 [5].

El sector pesquero cuenta con una cadena de valor compleja. En ella, se presentan una serie de múltiples actividades de venta, procesamiento y transporte [9] por actor diferentes actores con sus propios problemas y prioridades [5]. Los procesos clave que conforman la cadena incluyen la pesca, el procesamiento de productos pesqueros, el almacenamiento y la distribución, y la comercialización efectiva de los productos [10]. Si bien los procesos específicos varían por país, se ha tomado literatura de diferentes países [5], [9], [11]–[13] para dar una idea general de su funcionamiento.

El primer paso de la cadena de valor pesquera consiste en la captura de los peces [12]. Para describir este eslabón adecuadamente resulta útil diferenciar dos tamaños o tipos de empresas pesqueras, ya que cada una tiene ciertas diferencias en sus formas de operar [11]. Por un lado, el caso más usualmente considerado en la literatura es la pesca a gran escala. En esta modalidad, las pesqueras parten elaborando planes de captura de acuerdo a las regulaciones otorgadas por las autoridades (áreas y cuotas de pesca) y sus propios planes operativos (consumo de combustible, cantidad y calidad de la pesca, tiempos de trabajo, etc.) [9].

Cuando los planes de pesca ya han sido realizados, las pesqueras industriales se dedican a administrar y coordinar con sus flotas pesqueras [11]. Al respecto, las empresas empresas de pesca a gran escala cuentan con sistemas de gestión ERP como SAP, aunque el proceso de extracción de datos emplea herramientas propias para el proceso de extracción de la data de la pesca, generando inconvenientes con la integración de la data [9].

Por otro lado, la pesca a pequeña escala se refiere a pescadores artesanales o comunidades pesqueras. Si bien se puede pensar que estas empresas solo realizan la pesca de subsistencia y de consumo local, ellas también forman parte de las cadenas de valor internacionales [13], [14]. En algunos casos, las comunidades exportan sus productos directamente, en especial cuando están en las zonas fronterizas. En otros casos, los pescadores venden los pescados a las grandes pesqueras, a empresas mayoristas o a procesadoras, que realizan la exportación del producto [9], [11]. De esta manera, sus productos se unen a las cadenas de valor industrializadas, y esto debe considerarse.

Una vez que la pesca es desembarcada, con el fin de preservar la frescura y calidad durante el transporte y almacenamiento, se emplean métodos de almacenamiento como la congelación rápida [15]. Como Grillo-Núñez *et al.* [13] menciona, en esta fase existen terceros que influyen en la cadena de suministro a pesar de participar directamente con las labores de pesca. Se trata de proveedores de combustibles, herramientas, carnada, combustibles, o prestadores servicios de reparación. Sus provisiones pueden ser remuneradas monetariamente, o con una parte de la pesca obtenida ese día. Si bien la participación de estos intermediarios no es tan prevalente en el caso de las grandes pesqueras, su participación no debe ser desestimada.

Posteriormente, se inicia la etapa de procesamiento. En algunos casos, en especial el de las pequeñas pesqueras, el procesamiento es precedido por intermediarios, “*mobile traders*” o empresas que consolidan la carga y la venden a los procesadores [16], [17] y apoyan con tareas de limpieza y clasificación. En el caso de las grandes pequeñas, el procesamiento puede realizarse en altamar [12], aunque de igual manera se realizan ciertas labores de procesamiento en tierra.

Entre las labores que realizan los procesadores se encuentra la limpieza, el corte, el empaquetado y la congelación del

pescado capturado, además de producir subproductos como harina y aceite de pescado [6]. Durante el dichos procesos, la empresa debe garantizar estándares de calidad y seguridad alimentaria [15]. Asimismo, las empresas pesqueras disponen de instalaciones de almacenamiento refrigerado y congelado para mantener la calidad de sus productos antes y durante su transporte [18]. Este es otro punto importante que se considera en la trazabilidad, porque en este proceso se conforman los lotes o unidades de venta que serán verificados por los posteriores actores de la cadena [6].

La siguiente etapa en la cadena de valor es el almacenamiento distribución y comercialización de productos del mar [11]. Estos jugadores compran productos de procesadores y transformadores y los distribuyen a nivel local, nacional e incluso internacional según el mercado objetivo. Estos pueden incluir mayoristas, minoristas, exportadores y empresas de logística y transporte. Su trabajo es esencial para trasladar los productos pesqueros desde el sitio de procesamiento hasta el mercado y el consumidor final [18].

En muchos casos, los procesadores establecen acuerdos con distribuidores y minoristas nacionales e internacionales, con el fin de abordar de manera eficiente distintos mercados [18]. Se llevan a cabo diversas actividades de marketing con el propósito de promocionar los productos, destacando su calidad y sabor, como participar en ferias y eventos gastronómicos, así como marketing digital [10]. Además, la promoción y comercialización de productos también se enfoca en la creciente demanda de alimentos saludables y de alta calidad en el mercado internacional [19]. Dichos aspectos deberían poder ser corroborados por el cliente gracias a la trazabilidad [20].

Finalmente, los mercados y los consumidores desempeñan un papel fundamental como destinatarios principales de los productos pesqueros. Estos pueden incluir tanto mercados locales como extranjeros, así como consumidores individuales y empresas. Las necesidades y preferencias de los consumidores influyen en las decisiones relacionadas con la producción, elaboración y comercialización de los productos pesqueros [12]. Además de las consideraciones comerciales, es la presión del público la que ha generado las normativas de sostenibilidad y seguridad alimenticia [7].

B. El sector pesquero y los requerimientos de trazabilidad

Tras haber presentado cada enlace de la cadena de suministro del sector pesquero, es posible detallar que la gestión de la cadena de valor en las empresas pesqueras enfrenta a diversos desafíos. El principal reto y aspecto distintivo de la cadena de suministro de alimentos, es la demanda de trazabilidad en la cadena de suministro [14] [21] para lidiar con los productos subestándar. Este problema se manifiesta de diferentes maneras, como la pesca proveniente de zonas no permitidas, la caza de especies protegidas, o también una identificación errada del tipo de producto, ya sea adrede o por error [1], [11]. En general, es posible clasificar los requerimientos de trazabilidad que responden a este problema en dos grandes categorías.

Por un lado, las autoridades establecen normas de protección de ecosistemas y la sostenibilidad de los recursos marinos [22]. Entre los lineamientos que establecen se encuentra el fijado de áreas de pesca permisible, de temporadas de pesca, y de cuotas y tamaños de pesca permitida [9]. Para abordar este desafío, resulta crucial establecer prácticas de pesca sostenibles, implementar medidas como capturas mínimas y cuotas, y preservar áreas marinas para permitir la recuperación de las poblaciones de peces [13]. Para este tipo de requerimientos, el nivel de trazabilidad requerida es la verificación de su cumplimiento.

Por otro lado, los estados han establecido requerimientos sobre la cadena de suministro de alimentos con motivos de seguridad alimentaria [6], [14]. Este requerimiento se puede descomponer en dos elementos. Primero mantener altos estándares de calidad e inocuidad de los alimentos al implementar rigurosas medidas de control de higiene y cumplir con las regulaciones sanitarias vigentes [18]. Como mencionan Chizaryfard y Karakaya *et al.* [23], esta exigencia brinda la oportunidad de obtener certificaciones y sellos de sostenibilidad reconocidos a nivel internacional, lo que abre las puertas a exigentes mercados internacionales conscientes del medio ambiente. Es decir, este enfoque no solo mejora la eficiencia dentro de la cadena de valor, sino que también conduce a una reducción de costos y a un aumento de la confianza en el mercado [24].

Segundo, el estado requiere a las empresas el almacenamiento de información sobre el flujo de la cadena de suministro [12]. De esta manera, en caso de identificarse un problema con un producto, se puede identificar el origen del problema. Al respecto, la pandemia solo ha incrementado estos requerimientos [7]. Por lo que los requerimientos del estado son un reto necesario, que repercute en todos los eslabones de la cadena de suministro.

C. La tecnología Blockchain

La tecnología *blockchain* puede definirse como un registro digital público de las transacciones de los participantes de la cadena como una estructura de datos almacenada en una red de manera distribuida [25] [3], [5] [26]. Se trata de una base de datos que opera a través del poder de procesamiento de computadoras distribuidas entre todos los participantes de la cadena en tiempo real [4]. Cada una de las computadoras almacena una copia la base de datos *blockchain*, y un mecanismo de consenso verifica la concordancia entre ellas [2]. Asimismo, cada participante cuenta con una o dos "llaves" [8]. Una de ellas es una llave pública, que permite la lectura del contenido de la cadena. La otra, la llave privada, permite a su portador interactuar con la cadena, a través de actividades llamadas transacciones.

La cadena tiene su inicio cuando algún miembro realiza la creación de un bloque en el sistema. Este bloque, conocido como bloque génesis [8], es el punto de partida sobre el cual los participantes podrán realizar actividades. Las transacciones

realizadas sobre el bloque serán registradas como bloques subsiguientes, generando la cadena que da nombre al sistema.

Existen dos elementos claves dentro de las características de la tecnología *blockchain*. En primer lugar, la característica más enfatizada es la descentralización, ya que el sistema elimina la necesidad de una entidad dedicada a validar y mantener el registro de transacciones [27]. El registro es operado por todos los miembros en conjunto, lo que garantiza la integridad, confiabilidad y autenticidad de las dentro de una red [2], [3]. Asimismo, la seguridad y la inmutabilidad de registros es mantenida puesto no es posible realizar modificaciones no autorizadas por el sistema descentralizado, lo que aumenta la confianza de la red [25], [28].

Para el ámbito de negocios, la descentralización implica que la *blockchain* puede eliminar intermediarios y aumentar la eficiencia en las transacciones [27]. Compartir información sobre inventarios, los contratos, sistemas de pago y demás data significa eliminar los roles tradicionales de los bancos, empresas de bróker, y otros intermediarios en la cadena [4], [27]. De esta manera, según los proponentes de la *blockchain*, la gestión puede ser optimizada.

En segundo lugar, otra característica importante de la tecnología *blockchain*, consecuencia de la primera, es la transparencia de datos [26]. Debido a que todas las transacciones y datos registrados son visibles para todos los participantes de la red, la red aumenta la confianza y la rendición de cuentas entre los participantes [8]. De esta manera, el *blockchain* ofrece nuevas oportunidades para optimizar procesos de consulta de datos y mejorar la confianza en los sistemas existentes.

Debido a lo mencionado, la tecnología *blockchain* tiene el potencial de mejorar la transparencia y trazabilidad en la cadena de valor de las empresas pesqueras [12]. El sistema puede permitir rastrear, certificar y asegurar información de bienes y servicios. Además, la pesca sostenible podría asegurarse al proporcionar un registro inmutable de las prácticas pesqueras y el cumplimiento de las regulaciones desde la captura hasta el consumidor final se puede garantizar que los productos marinos provengan de fuentes legales y sostenibles [18].

III. METODOLOGÍA

La metodología empleada por la presente investigación cualitativa es la revisión bibliográfica y sistemática de la literatura científica. La revisión propiamente dicha hizo uso de la herramienta declaración PRISMA. A continuación, se presenta el detalle de las cuatro fases que componen dicha metodología.

La primera fase, identificación de fuentes, fue desarrollada en el mes de marzo de 2023, con palabras clave que incluyen los términos " *blockchain* ", "cadena de valor" y "sector pesquero". La búsqueda de artículos para la revisión se realizó en los repositorios académicos Scopus y Google Académico, lo que arrojó un total de 48 candidatos. Dichos artículos fueron

recopilados en una tabla Excel, en la que se aplicaron los filtros correspondientes a las siguientes etapas de la declaración.

En la segunda fase, selección, se llevó a cabo la exclusión de los estudios que no correspondían a la temática de estudio y sus objetivos. Asimismo, las publicaciones no comprendidas en el rango temporal 2018-2022 fueron eliminadas. Como resultado de este proceso, se obtuvieron un total de 27 registros seleccionados para su análisis.

En la tercera fase, llamada elegibilidad, análisis y síntesis, se llevó a cabo la lectura de los artículos científicos seleccionados y el tomado de notas con respecto a ellos. Asimismo, los autores registraron aspectos como la autoría, el año de publicación, objetivos del estudio, metodologías empleadas, variables analizadas, conclusiones obtenidas, aportes realizados y enfoque adoptado. Debido a que todos los artículos cumplieron con los criterios, no se llegó a descartar ninguno, por lo que la cantidad final de artículos incluidos, cuarta fase, se mantuvo en 27.

IV. RESULTADOS

La Tabla N° 1 presenta el listado sistematizado de los 27 artículos producto de la metodología PRISMA. Se puede apreciar que el tema realmente gana tracción tras el inicio de la pandemia por el COVID-19 (2019). Asimismo, durante esos años la *blockchain* comenzó a hacerse más conocida por el público general. De esta manera, es de esperar que el daño que la coyuntura género en el sector [9], [11], [20] haya motivado la búsqueda de mejoras de gestión, entre las que se encontró la *blockchain*.

TABLA 1
LISTA DE SISTEMATIZACIÓN DE ARTÍCULOS DE INFORMACIÓN EN ORDEN DE PUBLACIÓN

N°	Título	Autores	Año
1	On the linkages between traceability levels and expected and actual traceability costs and benefits in the Italian fishery supply chain	Asioli, D., Boecker, A., y Canavari, M.	2014
2	Understanding Blockchain Technology	Shekhar, S.	2018
3	Blockchain challenges in adoption	Gaur, N.	2019
4	The Possibilities of Applying Blockchain Technology in Shipping	Jugović, A., Bukša, J., Dragoslavić, A., y Sopta, D.	2019
5	Assessment of the Blockchain Capabilities to Combat the Global Trade in “Falsified” and “Illegal” Fish Products	Korneyko, O., y Podvolotskaya, A.	2019
6	A comparison of environmental and economic sustainability across seafood and livestock product value chains	Tsakiridis, A., O'Donoghue, C., Hynes, S., y Kilcline, K.	2020
7	Loss and waste in fish value chains: A review of the evidence from low and middle-income countries	Kruijssen, F., Tedesco, I., Ward, A., Pincus, L., Love, D., y Thorne-Lyman, A. L.	2020

8	Building trust and equity in marine conservation and fisheries supply chain management with blockchain	Howson, P.	2020
9	Technology assessment of blockchain-based technologies in the food supply chain	Köhler, S., y Pizzol, M.	2020
10	Design model for a value chain-oriented quality management in global tooling	Bergs, T., Prümmer, M., Lürken, C., y Arntz, K.	2020
11	Blockchain, una oportunidad para el comercio internacional	Latorre Salvador, L.	2021
12	Designing supply chain models with blockchain technology in the fishing industry in Indonesia	Larissa, S., y Parung, J.	2021
13	The nature of innovation in global value chains	Ambos, B., Brandl, K., Perri, A., Scalera, V. G., y van Assche, A.	2021
14	The fishing and seafood sector in the time of COVID-19: Considerations for local and global opportunities and responses	Ruiz-Salmón, I., Fernández-Ríos, A., Campos, C., Laso, J., Margallo, M., y Aldaco, R.	2021
15	Impacts of COVID-19 on the value chain of the hake small scale fishery in northern Peru	Grillo-Núñez, J., Mendo, T., Gozzer-Wuest, R., y Mendo, J.	2021
16	Traceability system for quality monitoring in the fishery and aquaculture value chain	Oliveira, J., Lima, J. E., da Silva, D., Kuprych, V., Faria, P. M., Teixeira, C., Ferreira Cruz, E., y Rosado da Cruz, A. M.	2021
17	Traceability of Sustainability and Safety in Fishery Supply Chain Management Systems Using Radio Frequency Identification Technology	Rahman, L. F., Alam, L., Marufuzzaman, M., y Sumaila, U. R.	2021
18	Digital transformation model focused on Peruvian industrial fishing	Lezama Gonzales, P. M., Rodriguez Rodriguez, C., Hilario Falcón, F. M., y Mayhuasca Guerra, J. V.	2022
19	El uso de la tecnología blockchain para desarrollar una cadena logística sostenible en el transporte marítimo internacional: caso peruano	Babilonia Martel, P., y Carretero Gonzales, H. E. N.	2022
20	Traceability Study on Fishery Supply Chain Using Blockchain	Jadhav, M., y Iyer, S. S.	2022
21	A comparative study of small-scale fishery supply chains' vulnerability and resilience to COVID-19	Bassett, H. R., Sharan, S., Suri, S. K., Advani, S., y Giordano, C.	2022
22	Blockchain-Based Traceability for the Fishery Supply Chain	Patro, P. K., Jayaraman, R., Salah, K., y Yaqoob, I.	2022
23	Emerging Trends in Blockchain Technology and Applications: A Review and Outlook	Gad, A. G., Mosa, D. T., Abualigah, L., y Abohany, A. A.	2022
24	The value chain dilemma of navigating sustainability transitions: A case study of an upstream incumbent company	Chizaryfard, A., y Karakaya, E.	2022

25	Blockchain technology implementation challenges in supply chains – evidence from the case studies of multi-stakeholders"	Yadlapalli, A., Rahman, S., y Gopal, P.	2022
26	Blockchain: A business model innovation analysis	Marikyan, D., Papagiannidis, S., Rana, O. F., y Ranjan, R.	2022
27	Blockchain empowers supply chains: challenges, opportunities and prospects	Li, Y., y Chen, T.	2023

En la tabla Nro. 2 es posible apreciar la distribución geográfica de los 35 autores involucrados en la redacción de las 27 fuentes de información elegidas. De la siguiente tabla podemos encontrar que los continentes en donde hemos obtenido mayor información son Europa, las Américas y Asia. Se destaca la participación de Perú, puesto que es uno de los países con mayor número de investigaciones, a pesar de no encontrarse en Europa, región con mayor atención al tema. La gran relevancia que el país asigna a este sector es una posible causa.

TABLA 2
DISTRIBUCIÓN DE FUENTE DE INFORMACIÓN POR PAÍSES EN EL PERIODO DE ESTUDIO 2018-2023

Continente	País	Cantidad	Porcentaje por país	Porcentaje por continente
África	Egipto	1	2.86%	2.86%
Américas	Canadá	2	5.71%	28.57%
	Estados Unidos	4	11.43%	
	Perú	4	11.43%	
Asia	China	1	2.86%	20.00%
	India	2	5.71%	
	Indonesia	2	5.71%	
	Malasia	2	5.71%	
Europa	Alemania	1	2.86%	45.71%
	Croacia	1	2.86%	
	Dinamarca	1	2.86%	
	España	2	5.71%	
	Países Bajos	2	5.71%	
	Italia	2	5.71%	
	Suecia	1	2.86%	
	Suiza	1	2.86%	
	Portugal	1	2.86%	
	Reino Unido	3	8.57%	
Oceanía	Rusia	1	2.86%	2.86%
	Australia	1	2.86%	
Total		35	100.00%	100.00%

En la tabla 3 se presentan los resultados de acuerdo a su variable principal y metodología de investigación. Se destaca que la mayoría de las fuentes identificadas tiene un énfasis bastante concreto en la tecnología, o en la cadena de valor. El estudio de ambas en conjunto, como es en casos de aplicación [9], [14], [29], es menos común, a pesar de ser necesario. Esto puede deberse a que gran parte de las iniciativas se encuentran en proceso de prototipado o ideación. De esta manera, tal y como menciona Asioli *et al.* [14] existen algunas problemáticas

al intentar cuantificar las expectativas de las empresas sobre la tecnología, en especial dada su novedad.

TABLA 3
PUBLICACIONES POR ENFOQUE DE INFORMACIÓN DE RELACIÓN ENTRE BLOCKCHAIN Y LA CADENA DE VALOR EN LAS EMPRESAS PESQUERAS

Enfoque	Cantidad	Blockchain	Cadena de Valor	Ambos
Cualitativo	16	6	7	3
Cuantitativo	0	0	0	0
Mixto	11	5	5	1
Total	27	11	12	4

V. DISCUSIÓN

A. Análisis de la literatura

Un hecho que salta a la vista es que la literatura se ha concentrado en investigaciones de tipo cualitativo. Esto puede explicarse porque la tecnología es bastante nueva, por lo que existen pocos casos de implementación en general. Asimismo, las empresas que ya han implementado esta tecnología probablemente tengan cierto recelo en compartir su información, ya que la *blockchain* es considerada una posible fuente de ventaja competitiva.

Otro detalle destacable de la literatura es su énfasis en los beneficios de la tecnología. Pocos estudios (con excepción de Asioli *et al.* [30] o Yadlapalli *et al.* [29]) elaboran en los riesgos o debilidades del sistema, mientras que la demás literatura, si es que llega a mencionar los retos, los desestima o les resta importancia. Si bien el entusiasmo por esta tecnología es entendible, es necesario que se tenga un análisis más crítico. En la sección de retos se expandirá en este apartado.

B. Los beneficios de la adopción de blockchain en la cadena de suministros pesquera

El uso de *blockchain* en la cadena de valor de una empresa pesquera puede brindar beneficios significativos. En primer lugar, emplear *blockchain* trae consigo una optimización de procesos al eliminar terceros o intermediarios innecesarios [8]. Actualmente la cadena de suministro de la pesca cuenta con muchos intermediarios, sin mencionar a los bancos y otras entidades. Con la *blockchain*, se hace posible compartir stocks y otros tipos de data que significarían eliminar los roles tradicionales empresas de bróker, y otros intermediarios [4].

Una forma innovadora y única en la que la *blockchain* puede apoyar a optimiza procesos son los contratos inteligentes y su cumplimiento obligatorio. Patro *et al.* [6] indica que su uso permitiría automatizar y asegurar acuerdos comerciales entre los diferentes actores de diferentes áreas, eliminando así los intermediarios y reduciendo los costos. Por ejemplo, este tipo de contratos agilizaría los procesos de pago, fomentando la colaboración entre los actores del sector pesquero [24]. Actualmente los pagos son un proceso opaco para los vendedores, ya que están sujetos a la burocracia y procesos internos del comprador, y son susceptibles a problemas de gestión y procesos de aprobaciones poco eficientes [28].

Oliveira *et al.* [12] y [2] van un paso más adelante y proponen la creación de mercados digitales en el sector pesquero para permitir una conexión directa entre los productores y los compradores, facilitando la comercialización eficiente de los productos marinos y eliminando procesos que no contribuyen a la fluidez de las transacciones. Este tipo de plataformas puede fomentar la co-creación y la colaboración en búsqueda de resultados conjuntos [28], e incluso contribuir a desarrollar nuevos modelos de negocio [2].

Futuras investigaciones deberían considerar en base a qué criterios se puede realizar esta optimización. Como se ha podido apreciar en la revisión de la cadena de suministro, los intermediarios realizan acciones complementarias al momento de intervenir en la cadena [6], [12], [13]. Por lo tanto, las empresas que implemente blockchain deberán considerar como mantener estos servicios al momento de descartar a los intermediarios.

En segundo lugar, la *blockchain* puede contribuir a una mejora en el rastreo los bienes y su información en la cadena de suministro. Actualmente la misma información es registrada de manera independiente por múltiples actores [28]. Esto resulta ineficiente, ya que no solo se trata de trabajo duplicado, sino que también dificulta la comunicación entre los miembros de la cadena de suministro. La *blockchain* aumenta la eficiencia dentro de la cadena de valor [31] al brindar un sistema que permite que esta información sea registrada una sola vez, de manera estandarizada a través de toda la cadena. El poder trazar en tiempo real con la *blockchain* permitirá a los puertos planear para el manejo en tierra, acelerando la operación del terminal y reduciendo costos. La data también puede usarse para hacer predicciones cuantitativas que mejoren sus operaciones de negocio [4]. Así, se pueden disminuir los costos de gestión [8].

Desde el punto de vista de las autoridades, la *blockchain* promueve la gestión sostenible de los recursos, ya que permite la recopilación y el registro de datos sobre la pesca, como la ubicación, el tamaño y las tácticas utilizadas en origen [9]. Estas estadísticas son útiles para desarrollar técnicas de pesca éticas y evitar la sobreexplotación de los recursos marinos, fomentando así la protección del medio ambiente. Por otro lado, la tecnología *blockchain* puede utilizarse para la recaudación transparente de fondos [25].

En tercer lugar, la *blockchain* trae beneficios en cuanto a seguridad y confianza en la cadena de suministro. Por un lado, la inclusión de criptografía inherente a la tecnología blockchain es garante de mayor seguridad y protección de los datos en el sector [3]. La implementación de la *blockchain* permite verificar y registrar información sobre el origen la captura de productos marinos. Esta transparencia contribuye a garantizar la calidad y la autenticidad de los productos [28]. Asimismo, la alteración de datos dentro de la cadena, como sucede a con el comercio ilegal [1], [25] puede ser contrarrestada. Falsificar los registros sería muy difícil. Asimismo, si esto sucediera, y el problema es descubierto, la transacción quedara registrada, delatando al mal agente.

Un resultado del uso de *blockchain* en el sector pesquero es la eliminación de malas prácticas. La tecnología *blockchain* puede utilizarse para la protección de los océanos, la disminución de la contaminación plástica, la erradicación de la esclavitud en alta mar y la promoción de prácticas pesqueras sostenibles [25].

Por otro lado, tal fiabilidad de la información en la cadena puede aumentar la confianza del consumidor al aumentar la transparencia y la trazabilidad a lo largo de la cadena de valor [9]. Los consumidores pueden obtener información detallada sobre el origen del producto, las prácticas de pesca y las certificaciones de calidad, lo que les permite tomar decisiones informadas y aprobar los productos del mar que se ajusten a sus estándares éticos y de sostenibilidad. Sin embargo, los beneficios causados por el aumento en la confianza de los consumidores deberían ser manejados de manera realista. Como Asioli *et al.* [30] revela en su estudio, existe una gran diferencia entre las expectativas de acceso a nuevos mercados, de aumento de cuota de mercado y de capacidad de aumentar precios y la realidad de los beneficios reales de la trazabilidad. Es posible que la mayoría de los beneficios de la *blockchain* vengan de optimización de procesos y costos, no de acceso directo a mayores rentas.

C. Retos de la tecnología blockchain en el sector empresarial pesquero

Es importante considerar las limitaciones de la tecnología blockchain en el sector pesquero. En primer lugar, según Li y Chen [3], su implementación puede presentar desafíos ya que las empresas pequeñas o en crecimiento no cuentan con los recursos técnicos y costos para implementarlos de manera eficiente [14], como en el caso de las pesqueras de pequeña escala [11]. En estos casos, la labor de crear y registrar el bloque génesis de la *blockchain* probablemente tendría que recaer en las grandes pesqueras, los mayoristas o los procesadores. Esto implica dos importantes consideraciones. Por un lado, a nivel de diseño, las soluciones *blockchain* debe permitir que actores en la mitad de la cadena inicien o creen bloques, y no limitarlos a operar con información ya registrada por el actor inmediatamente anterior, como es descrito en la mayoría de las propuestas. De lo contrario, esta práctica tan común en la industria no podrá ser manejada por la cadena, y las empresas se verán forzadas a contar con un registro paralelo propio además de la *blockchain*. Esto podría aumentar la carga de gestión, en vez de optimizarla.

Por otro lado, lo anteriormente descrito presenta una posible vulnerabilidad del sistema. Si los miembros en medio de la cadena pueden iniciar bloques, la información ingresada al registro puede ser incorrecta, ya sea adrede o por error. Editar la información, como ha sucedido en algunos prototipos [26] puede resultar en las mismas condiciones en el caso de su adopción generalizada. Dado que hoy en día el ingreso de pesca subestándar en la cadena de suministros un hecho común que suele pasar desapercibido [1], este problema debe abordarse.

En segundo lugar, la seguridad y privacidad de los datos se presentan como un aspecto crítico a tener en cuenta al implementar la tecnología blockchain. Aunque la blockchain proporciona mayor transparencia y trazabilidad [3], también suscita preocupaciones sobre la confidencialidad de la información sensible de las empresas pesqueras. Tal como menciona Gaur [28], la *blockchain* es descrita como una red digital de confianza con apertura radical. Al aplicarse a la cadena de suministro, tal apertura puede no ser deseable por algunos de los miembros

Las empresas probablemente solo estén interesadas en que los miembros de su propia cadena de suministro sean los que tienen acceso a la cadena, además de los entes reguladores que pueden forzar su inclusión en la misma. Resulta fundamental establecer mecanismos apropiados de protección de datos y control de acceso, así como salvaguardias para garantizar la integridad y seguridad de la información almacenada en la blockchain [5].

En tercer lugar, la interoperabilidad e integración entre diferentes sistemas blockchain y con los sistemas ya existentes puede ser desafiante su aplicación [11]. La incorporación de una plataforma blockchain en la cadena de valor pesquera demanda la adaptación y sincronización de los diferentes sistemas y procesos empleados por los participantes involucrados. Esto implica superar obstáculos tecnológicos y garantizar la compatibilidad entre los sistemas existentes y la nueva infraestructura basada en blockchain [10].

Más allá de los problemas tecnológicos, la posibilidad de que firmas rivales no deseen utilizar la misma cadena que sus competidores también debe abordarse. Incluso si las firmas entienden la privacidad que la cadena ofrece, existen diferentes sistemas de blockchain, con diferentes características, procesos [8] [26] y costos, que pueden ser deseables para algunos socios, pero no para otros. Esto quiere decir que la adopción de la tecnología puede ser engorrosa. En vez de tratarse de una única cadena en la que todos los participantes de la industria suben sus datos, la realidad probablemente sea de múltiples cadenas. La literatura y los sistemas propuestos deben incluir esta interoperabilidad, en especial cuando se trata de la cadena de suministro global.

En cuarto lugar, existen retos significativos en términos de capacidad de escalabilidad y procesamiento de la tecnología blockchain. La gestión de un gran volumen de transacciones en tiempo real, como el seguimiento de los productos pesqueros desde su captura hasta su comercialización, requiere una infraestructura blockchain sólida y altamente eficiente [29]. Asimismo, la red blockchain debe contar con potencial para expandir su capacidad de manejo del flujo de transacciones se vuelve crucial para asegurar su eficacia y eficiencia en la gestión de la cadena de valor [12]. Para ello, se requiere la colaboración y coordinación efectiva entre los diversos participantes de la cadena de valor para adoptar la tecnología blockchain. Además, es necesario contar con un marco regulatorio claro que respalde y fomente la adopción de la

tecnología blockchain en la gestión de la cadena de valor pesquera [6].

VI. CONCLUSIONES

El presente estudio analizó la literatura acerca de la implementación de *blockchain* en la cadena de suministro de las empresas pesqueras publicada entre 2008 y 2022, para conocer sus beneficios y los retos asociados con su adopción. En primer lugar, gran parte de la literatura ha concordado en que la tecnología *blockchain* trae muchos beneficios para el sector pesquero. El aspecto que ha tenido mayor consenso ha sido el aumento de capacidades de trazabilidad y seguridad en la información para las empresas pesqueras. Esta tecnología puede permitir rastrear y registrar el paso de los productos a través de todos intermediarios que han participado en la pesca, procesamiento y distribución de los productos. Al respecto de los intermediarios, aplicar *blockchain* contribuye a una optimización de la cadena de suministro al eliminar los intermediarios innecesarios [27] y automatizar procesos de gestión [6]. Otros beneficios resaltados por la literatura incluyen mejoras en la transparencia, la autenticidad y la seguridad de la información, que son especialmente importantes para el sector alimentario [7]. A su vez, estos resultados pueden aumentar la confianza del consumidor [9] y contribuyen al desarrollo de un mercado pesquero más responsable y ético [25].

Es importante, sin embargo, que la literatura no exagere los beneficios, ya que como plantea Asioli *et al.* [30], existe una diferencia entre las expectativas de los beneficios que la tecnología puede generar y los verdaderos resultados. La literatura debería trabajar más en como maximizar los beneficios de ahorro de costos en la cadena de pesca. Asimismo, se deben discutir como extender la capacidad de rastreo de la *blockchain* mediante su integración con tecnologías como la *Radio Frequency Identification Technology* [32], o su acceso a tecnologías que ya están en uso en la industria pesquera, como *tablets*, *smartphones* y sistemas ERP [9].

En relación al segundo objetivo, la *blockchain* debe enfrentar retos para poder ser implementada a gran escala en la industria pesquera. Por un lado, al analizar la literatura se destaca que los diseños de los sistemas de *blockchain* deben considerar ciertos riesgos como la seguridad con la privacidad de datos y la posible brecha digital para empresas del sector que aún no cuentan con los medios para implementarlos. La cadena de valor de la pesca considera muchos intermediarios y participantes sin los recursos suficientes para implementar esta tecnología [13]. Para que la implementación de estos sistemas sea exitosa, se requieren más estudios como el de Patro *et al.* [6] o Yadlapalli [29], que profundizan en el diseño de la cadena, pero que además incluyan un elemento experimental, para verificar como estos sistemas se desempeñan una vez ya implementados. De esta manera, se puede atender los problemas planteados con respecto a la posible pérdida o vulnerabilidad de la trazabilidad en la cadena.

Por otro lado, se recomienda que las empresas de la industria implementen programas de formación y desarrollo para el personal de una organización [29], en especial al personal de pesca, que se encargara crear los bloques iniciales de la *blockchain*. De esta manera, el personal estará capacitado para emplear las herramientas de trazabilidad *blockchain* adecuadamente, generando una mejora significativa en la eficiencia operativa. Asimismo, el personal será capaz de proponer soluciones y alternativas sobre como implementar la tecnología, combinando su nuevo conocimiento con su experiencia en el sector.

VII. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Dirección de Investigación de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas por su apoyo en la elaboración de la investigación.

REFERENCIAS

- [1] O. Korneyko y A. Podvolotskaya, "Assessment of the Blockchain Capabilities to Combat the Global Trade in 'Falsified' and 'Illegal' Fish Products", *Journal of Engineering and Applied Sciences*, vol. 14, n° 10, pp. 3310–3315, nov. 2019, doi: 10.36478/jeasci.2019.3310.3315.
- [2] D. Mariqyan, S. Papagiannidis, O. F. Rana, y R. Ranjan, "Blockchain: A business model innovation analysis", *Digital Business*, vol. 2, n° 2, p. 100033, 2022, doi: 10.1016/j.digbus.2022.100033.
- [3] Y. Li y T. Chen, "Blockchain empowers supply chains: challenges, opportunities and prospects", *Nankai Business Review International*, vol. 14, n° 2, pp. 230–248, jun. 2023, doi: 10.1108/NBRI-06-2022-0066.
- [4] A. Jugović, J. Bukša, A. Dragoslavić, y D. Sopta, "The Possibilities of Applying Blockchain Technology in Shipping", *Pomorstvo*, vol. 33, n° 2, pp. 274–279, dic. 2019, doi: 10.31217/p.33.2.19.
- [5] S. Larissa y J. Parung, "Designing supply chain models with blockchain technology in the fishing industry in Indonesia", *IOP Conf Ser Mater Sci Eng*, vol. 1072, n° 1, p. 012020, feb. 2021, doi: 10.1088/1757-899X/1072/1/012020.
- [6] P. K. Patro, R. Jayaraman, K. Salah, y I. Yaqoob, "Blockchain-Based Traceability for the Fishery Supply Chain", *IEEE Access*, vol. 10, pp. 81134–81154, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3196162.
- [7] L. F. Rahman, L. Alam, M. Marufuzzaman, y U. R. Sumaila, "Traceability of Sustainability and Safety in Fishery Supply Chain Management Systems Using Radio Frequency Identification Technology", *Foods*, vol. 10, n° 10, p. 2265, sep. 2021, doi: 10.3390/foods10102265.
- [8] A. G. Gad, D. T. Mosa, L. Abualigah, y A. A. Abohany, "Emerging Trends in Blockchain Technology and Applications: A Review and Outlook", *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, vol. 34, n° 9, pp. 6719–6742, oct. 2022, doi: 10.1016/j.jksuci.2022.03.007.
- [9] P. M. Lezama Gonzales, C. Rodriguez Rodriguez, F. M. Hilario Falcón, y J. V. Mayhuasca Guerra, "Digital transformation model focused on Peruvian industrial fishing", *3C Tecnología Glosas de innovación aplicadas a la pyme*, vol. 40–2, pp. 237–255, feb. 2022, doi: 10.17993/3ctecno.2022.specialissue9.237-255.
- [10] S. Köhler y M. Pizzol, "Technology assessment of blockchain-based technologies in the food supply chain", *J Clean Prod*, vol. 269, p. 122193, oct. 2020, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.122193.
- [11] H. R. Bassett, S. Sharan, S. K. Suri, S. Advani, y C. Giordano, "A comparative study of small-scale fishery supply chains' vulnerability and resilience to COVID-19", *Maritime Studies*, vol. 21, n° 2, pp. 173–192, jun. 2022, doi: 10.1007/s40152-021-00231-4.
- [12] J. Oliveira *et al.*, "Traceability system for quality monitoring in the fishery and aquaculture value chain", *J Agric Food Res*, vol. 5, p. 100169, sep. 2021, doi: 10.1016/j.jafr.2021.100169.
- [13] J. Grillo-Núñez, T. Mendo, R. Gozzer-Wuest, y J. Mendo, "Impacts of COVID-19 on the value chain of the hake small scale fishery in northern Peru", *Mar Policy*, vol. 134, p. 104808, dic. 2021, doi: 10.1016/j.marpol.2021.104808.
- [14] D. Asioli, A. Boecker, y M. Canavari, "On the linkages between traceability levels and expected and actual traceability costs and benefits in the Italian fishery supply chain", *Food Control*, vol. 46, pp. 10–17, dic. 2014, doi: 10.1016/j.foodcont.2014.04.048.
- [15] F. Kruijsen, I. Tedesco, A. Ward, L. Pincus, D. Love, y A. L. Thorne-Lyman, "Loss and waste in fish value chains: A review of the evidence from low and middle-income countries", *Glob Food Sec*, vol. 26, p. 100434, sep. 2020, doi: 10.1016/j.gfs.2020.100434.
- [16] S. Larissa y J. Parung, "Designing supply chain models with blockchain technology in the fishing industry in", vol. Indonesia.1072(1. p. 12020. doi: 10.1088/1757-899x/1072/1/012020.
- [17] J. Grillo-Núñez, T. Mendo, R. Gozzer-Wuest, y J. Mendo, "Impacts of COVID-19 on the value chain of the hake small scale fishery in northern Peru", vol. 134. p. 104808. doi: 10.1016/j.marpol.2021.104808.
- [18] T. Bergs, M. Prümmer, C. Lürken, y K. Arntz, "Design model for a value chain-oriented quality management in global tooling", *Procedia CIRP*, vol. 93, pp. 1013–1018, 2020, doi: 10.1016/j.procir.2020.04.011.
- [19] B. Ambos, K. Brandl, A. Perri, V. G. Scalera, y A. Van Assche, "The nature of innovation in global value

- chains”, *Journal of World Business*, vol. 56, n° 4, p. 101221, jun. 2021, doi: 10.1016/j.jwb.2021.101221.
- [20] I. Ruiz-Salmón, A. Fernández-Ríos, C. Campos, J. Laso, M. Margallo, y R. Aldaco, “The fishing and seafood sector in the time of COVID-19: Considerations for local and global opportunities and responses”, *Curr Opin Environ Sci Health*, vol. 23, p. 100286, oct. 2021, doi: 10.1016/j.coesh.2021.100286.
- [21] I. Ruiz-Salmón, A. Fernández-Ríos, C. Campos, J. Laso, M. Margallo, y R. Aldaco, “The fishing and seafood sector in the time of COVID-19: Considerations for local and global opportunities and responses”, vol. 23. p. 100286. doi: 10.1016/j.coesh.2021.100286.
- [22] A. Tsakiridis, C. O’Donoghue, S. Hynes, y K. Kilcline, “A comparison of environmental and economic sustainability across seafood and livestock product value chains”, *Mar Policy*, vol. 117, p. 103968, jul. 2020, doi: 10.1016/j.marpol.2020.103968.
- [23] A. Chizaryfard y E. Karakaya, “The value chain dilemma of navigating sustainability transitions: A case study of an upstream incumbent company”, *Environ Innov Soc Transit*, vol. 45, pp. 114–131, dic. 2022, doi: 10.1016/j.eist.2022.10.002.
- [24] M. Jadhav y S. S. Iyer, “Traceability Study on Fishery Supply Chain Using Blockchain”, *ECS Trans*, vol. 107, n° 1, pp. 15595–15601, abr. 2022, doi: 10.1149/10701.15595ecst.
- [25] P. Howson, “Building trust and equity in marine conservation and fisheries supply chain management with blockchain”, *Mar Policy*, vol. 115, p. 103873, may 2020, doi: 10.1016/j.marpol.2020.103873.
- [26] L. Latorre Salvador, “Blockchain, una oportunidad para el comercio internacional”, *ICE, Revista de Economía*, vol. 922, n° 922, pp. 53–64, oct. 2021, doi: 10.32796/ice.2021.922.7291.
- [27] S. Shekhar, “Understanding Blockchain Technology”, *Computer Science and Engineering*, vol. 8, n° 2, pp. 23–29, 2018, doi: 10.5923/j.computer.20180802.02.
- [28] N. Gaur, “Blockchain challenges in adoption”, *Managerial Finance*, vol. 46, n° 6, pp. 849–858, ago. 2019, doi: 10.1108/MF-07-2019-0328.
- [29] A. Yadlapalli, S. Rahman, y P. Gopal, “Blockchain technology implementation challenges in supply chains – evidence from the case studies of multi-stakeholders”, *The International Journal of Logistics Management*, vol. 33, n° 5, pp. 278–305, dic. 2022, doi: 10.1108/IJLM-02-2021-0086.
- [30] D. Asioli, A. Boecker, y M. Canavari, “On the linkages between traceability levels and expected and actual traceability costs and benefits in the Italian fishery supply chain”, vol. 46. pp. 10–17. doi: 10.1016/j.foodcont.2014.04.048.
- [31] P. Babilonia Martel y H. E. N. Carretero Gonzales, “El uso de la tecnología blockchain para desarrollar una cadena logística sostenible en el transporte marítimo internacional: Caso peruano. Tesis para optar el Título Profesional de Licenciado en Negocios Internacionales”, Universidad de Lima, Lima, 2022. Accedido: 9 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12724/17182>
- [32] L. F. Rahman, L. Alam, M. Marufuzzaman, y U. R. Sumaila, “Traceability of sustainability and safety in fishery supply chain management systems using radio frequency identification technology”, *Foods*, vol. 10, n° 10, p. 2265.