

Transformación digital del transporte marítimo: Blockchain para la ventanilla única europea

Digital transformation of maritime transport: blockchain for the European single window

JAVIER MARTÍNEZ BOADA

*Abogado, profesor y Doctor en Derecho
Universidad Camilo José Cela*

ORCID: 0009-0008-5482-4757

Recibido:15.11.2024 / Aceptado:30.01.2025

DOI: 10.20318/cdt.2025.9365

Resumen: Vivimos en un mundo donde las nuevas tecnologías facilitan las labores dentro de muchos sectores clave. Con el Reglamento (UE) 2019/1239 se establece una ventanilla única en Europa para facilitar el intercambio de información entre autoridades portuarias y Estados miembros, sin embargo, dicho modelo trae consigo retos relacionados con la seguridad, eficiencia e interoperabilidad del sistema. En este contexto, aparece Blockchain como una alternativa capaz de mejorar la transparencia, seguridad y eficiencia de esta ventanilla única, pues permite registrar datos de forma inmutable e intercambiar información en tiempo real y sin fronteras. Además, mediante la automatización que aportan los Smart Contracts se puede reducir la intervención humana y hacer el sistema mucho más eficaz, contribuyendo a que el sector marítimo avance hacia un futuro más eficiente y seguro.

Palabras clave: Blockchain, Ventanilla única, Transparencia, Seguridad, Smart Contracts.

Abstract: We live in a world where new technologies facilitate work within many key sectors. Regulation (EU) 2019/1239 establishes a single window in Europe to facilitate the exchange of information between port authorities and Member States, however, this model brings with it challenges related to the security, efficiency and interoperability of the system. In this context, Blockchain appears as an alternative capable of improving the transparency, security and efficiency of this single window, as it allows data to be recorded in an immutable way and information to be exchanged in real time and without borders. In addition, through the automation provided by Smart Contracts, human intervention can be reduced and the system made much more effective, helping the maritime sector to move towards a more efficient and safe future.

Keywords: Blockchain, Single window, Transparency, Security, Smart Contracts.

Sumario: I. Introducción. II. Evolución y funcionalidades de la tecnología Blockchain, III. Sistema de Ventanilla Única Marítima en el Reglamento (UE) 2019/1239. IV. Blockchain como sistema de Ventanilla Única Marítima. V. Conclusiones.

I. Introducción

1. El imparable desarrollo de las tecnologías ha permitido implementar durante los últimos años nuevos productos y servicios totalmente revolucionarios. En términos prácticos, la mayoría de los sectores estratégicos de la sociedad, como el comercio, el transporte, la educación o la salud, se nutren

de las nuevas tecnologías para facilitar el acceso y el intercambio de información (Martínez de Osés y Velásquez Correa 2011, 25).

2. Actualmente, muchos países de Asia, América Latina y Europa han puesto en marcha la denominada “ventanilla única” como medida para facilitar una actividad que es considerada por muchos el motor del crecimiento económico de la sociedad, el comercio (Sidorova y Sidorov 2021, 121).

3. De esta forma, al considerarse que los procedimientos comerciales son el eslabón clave del desarrollo económico de la sociedad, la Unión Europea busca implementar medidas estratégicas para gestionar y optimizar eficientemente las operaciones comerciales. En este sentido, presta especial atención a cómo las nuevas tecnologías pueden aplicarse a un sistema de ventanilla única para crear una estructura de gestión unificada que recopile y procese la información, favoreciendo una interacción más eficaz entre los participantes en el proceso comercial (Nikiforovich Sidorov y Víctorovna Sidorova 2021, 169).

4. Dentro del sector marítimo, distintos organismos observaron la importancia de implementar los sistemas de ventanilla única a través de, por ejemplo, el Proyecto de Ventanilla Única Nacional de la Agencia Europea de Seguridad Marítima. A este respecto, se configuró un sistema compartido de información entre todos los Estados europeos para realizar seguimientos de buques y mercancías, reducir el riesgo de contaminación del medio ambiente o incrementar la protección de los pasajeros y las tripulaciones (López Díaz, Gutiérrez García y González Aguilera 2016, 189).

5. Tal y como explican diferentes autores, la industria marítima ha estado experimentando en los últimos años un proceso de digitalización imparable y similar al que han atravesado otros sectores económicos e industriales. De esta forma, se busca automatizar los procedimientos y facilitar el acceso de los actores a través de la conexión entre las nuevas tecnologías y los procesos que se llevan a cabo dentro de este sector (Nicoleta, y otros 2020, 258).

6. En este contexto, surge la iniciativa de la Unión Europea de crear la denominada “ventanilla única marítima” mediante el Reglamento (UE) 2019/1239 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de junio de 2019 para, como indica en su artículo 1, establecer un sistema tecnológicamente interoperable, neutro y armonizado con el fin de facilitar el intercambio electrónico de información relacionada con las obligaciones informativas de los buques que ingresen, permanezcan o partan de un puerto de la Unión.

7. En la actualidad, nos encontramos inmersos en lo que se conoce como la cuarta revolución industrial o Industria 4.0 (Nicoleta, y otros 2020, 258). En ella, proliferan diferentes tecnologías que pueden facilitar la labor de implantar esta ventanilla única marítima y digitalizar un sector clave que se enfrenta al reto de adaptarse a las demandas crecientes de interconectividad, eficiencia y transparencia, hablamos de la tecnología Blockchain.¹

8. Es evidente que la idea de desarrollar un sistema digital armonizado y homogéneo utilizando las nuevas tecnologías es fundamental para el desarrollo del sector marítimo y para responder a las demandas crecientes de interconectividad, eficiencia y transparencia de la sociedad. En estas condiciones, la tecnología Blockchain emerge como una solución capaz de proporcionar un sistema descentralizado, seguro, inmutable, automático y confiable para la gestión de los datos y el intercambio de información en tiempo real.

9. Asimismo, la implementación de Blockchain dentro del sistema de ventanilla única marítima no solo busca construir un sistema fiable y seguro, sino que también, debido a las amplias funcionalidades que ofrece, facilita la automatización de procesos mediante Smart Contracts. De esta forma, la Blockchain tiene el potencial de agilizar los trámites, reducir la intervención humana, minimizar errores

¹ D. AKBAŞ AKDOĞAN / KURULAR, G. YILDIZ ŞEREN / O. GEYİK, “Cryptocurrencies and Blockchain, In 4th Industrial Revolution Process: Some Public Recommendations.” Globalisation Public Policy, 2019, pp.81.

y, al ser un sistema descentralizado, favorece la conexión entre los diferentes Estados, lo cual es esencial dentro de un sector donde la coordinación y transparencia es clave para el buen funcionamiento.

10. Así las cosas, bajo este escenario: necesidad de digitalizar el sector marítimo, existencia de un sistema de ventanilla única marítima y surgimiento de Blockchain como tecnología capaz de almacenar información de forma inmutable y confiable y automatizar procesos, parece esencial analizar esta tecnología y el sistema de ventanilla única marítima con el fin de proponer Blockchain como una alternativa idónea para la implementación de dicho sistema.

II. Evolución y funcionalidades de la tecnología Blockchain

11. Antes de proponer la tecnología Blockchain como sistema de ventanilla única marítima, debe conocerse en qué consisten este tipo de estructuras y su evolución, pues sus funcionalidades son producto de sus continuos desarrollos y serán, junto con sus características, los elementos que hacen tan atractiva su implementación en este sector.

12. Para explicar en qué consiste la tecnología Blockchain debemos acudir a la doctrina, pues no existe ninguna norma jurídica que conceptualice este tipo de sistemas (Ríos López 2021, 2).

13. Tras un examen del estado del arte de esta tecnología puede decirse que las definiciones que puede adoptar la Blockchain dependerán en gran medida de la funcionalidad a la que se destine (Zile y Strazdiņa 2018, 13). De esta forma, habrá que estudiar su evolución y desarrollo, ya que, resultado de éste, surgen diferentes funcionalidades que la posicionan como una opción interesante para su aplicación en la ventanilla única marítima y, en consecuencia, su definición puede variar.

14. En un primer momento, Blockchain fue el nombre que adoptó el sistema encargado de sustentar el funcionamiento de la criptomoneda Bitcoin (Ammous 2016, 1). Recordemos que esta estructura surgió en el año 2008 en medio de una crisis financiera con el objetivo de evitar el denominado “double spending” que se producía al gastar las monedas digitales, es decir, su funcionalidad originaria consistía en servir de hoja de registro para almacenar la información de las transacciones y monedas que se habían ido gastando por los usuarios en el sistema (De Filippi y Wright 2018, 205).

15. Como resultado de los avances cualitativos y funcionales que ha experimentado esta tecnología, actualmente se reconocen tres generaciones: Blockchain 1.0, 2.0 y 3.0 (Xu, Chen y Kou 2019, 1).

16. Como se ha explicado, el primer sistema Blockchain fue utilizado como una estructura de registro de las transacciones realizadas con criptomoneda por los usuarios, lo que permite concluir que las primeras versiones de Blockchain, ubicadas dentro de la etapa Blockchain 1.0, estaban destinadas a registrar datos y funcionar como libros de contabilidad distribuidos (Efanov y Roschin 2018, 117).

17. Posteriormente, producto de las evoluciones funcionales de la tecnología Blockchain surge la posibilidad de implementar los Smart Contracts, es decir, dentro de la generación Blockchain 2.0 estos sistemas van a permitir codificar acuerdos automáticos que desplegarán sus efectos en el caso de que se cumplan las condiciones preestablecidas. En este sentido, algunos autores afirman que pueden emplearse para verificar si los productos y servicios son enviados por el proveedor durante un proceso de transacción entre dos partes (Sarmah 2018, 26), lo que permite deducir su potencial dentro del sector marítimo y, en especial, en el ámbito de la ventanilla única marítima.

18. Después de esta generación, surgen las Blockchain 3.0 que, aunque no introducen funcionalidades específicas como tal, ofrecen mayor seguridad escalabilidad y sostenibilidad, lo que permite que puedan ser implementadas en diversas industrias, como el sector marítimo, la salud, la justicia, las artes o en instituciones gubernamentales (Sarmah 2018, 26). De esta forma, estas mejoras permiten que los

sistemas Blockchain sean más flexibles y adaptables a sectores concretos, facilitando la integración de la ventanilla única marítima y optimizando la gestión de información en tiempo real entre autoridades portuarias, navieras y agentes de carga.

19. Además de las diversas funcionalidades que ofrece Blockchain, sus tipos y características únicas son fundamentales y deben ser estudiadas muy brevemente para comprender por qué estos sistemas resultan tan atractivos para su implementación en la ventanilla única marítima.

20. Con tecnología Blockchain pueden construirse principalmente tres tipos de sistemas: públicos, híbridos y privados (Tourinho Pena, y otros 2022, 16). A esta investigación le interesa los sistemas privados, pues los dos primeros pueden ser consultados libremente por cualquier persona y se puede actuar bajo seudónimos y aquí es relevante que exista una autoridad central, por ejemplo, la Agencia Europea de Seguridad Marítima, que proporcione acceso a los Puertos, Ministerios y organismos relacionados con el sector marítimo y que se encuentren identificados los usuarios de forma fehaciente para que puedan consultar y facilitar la transmisión electrónica de información relacionada con las obligaciones de información de los buques que entren, permanezcan y abandonen un puerto de la Unión, objeto del Reglamento encargado de regular la ventanilla única marítima. Además, puesto que las Blockchain privadas son modulables al antojo de la autoridad que las gobierna, se podría dar acceso a otras autoridades que lo requieran para realizar inspecciones, consultar datos o llevar a cabo otras tareas relacionadas (Martínez Boada 2024, 4).

21. Junto a los tipos de sistemas Blockchain, debe prestarse atención a sus características únicas, pues con ellas se puede incrementar la seguridad y la transparencia y optimizar la eficiencia de la ventanilla única marítima, mejorando la gestión de información y la interacción entre las partes involucradas.

22. En boca de algunos autores, la tecnología Blockchain posee las siguientes características fundamentales: seguridad, rapidez, pseudoanonimato, independencia, autonomía, automatización, desintermediación (Bedecarratz Scholz 2018, 86 y 96) y, además, inmutabilidad de los datos e informaciones alojados en el sistema (Hofmann, y otros 2018, 1).

23. Junto a todas estas características, hay que destacar la transnacionalidad de Blockchain (Pardilla Sánchez 2020, 187). En este sentido, los sistemas permiten actuar a los usuarios sin estar limitados por fronteras geográficas o políticas, lo que permite construir una estructura de ventanilla única marítima no solo a nivel europeo, sino también a nivel mundial, para reflejar todas aquellas informaciones relacionadas con, por ejemplo, los buques, con independencia de su abanderamiento.

24. Como vemos, la tecnología Blockchain, según su concepto, evolución funcional y características, puede ser un sistema idóneo para implementar una ventanilla única marítima que se beneficie de la inalterabilidad de la información, su distribución en tiempo real entre todas las organizaciones pertinentes y, además, gracias a su capacidad de automatización a través de Smart Contracts, permite optimizar los procesos y reducir la intervención humana, evitando errores o manipulaciones de la información.

III. Sistema de Ventanilla Única Marítima en el Reglamento (UE) 2019/1239

25. Desde hace años, algunos autores han considerado la ventanilla única marítima como un elemento fundamental para mejorar la rapidez y eficiencia del comercio internacional y la gestión portuaria. De esta forma, se ha reflexionado acerca de la necesidad de construir un sistema que facilite el intercambio de información entre las diversas autoridades, empresas y agentes involucrados en el sector marítimo, eliminando la necesidad de múltiples trámites administrativos y reduciendo la burocracia.²

² I. GARRÓS FONT / S. ORTIZ HERNÁNDEZ / N. ROMERA SANTIAGO, «El entorno europeo de ventanilla única marítima.» *Actualidad Administrativa*, núm. 3, 2020, pp.14.

26. La regulación de los sistemas de información dentro del sector marítimo y, en especial, en el ámbito de la Unión Europea encuentra su razón en el artículo 100 del Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea, donde se mantiene que el Parlamento Europeo y el Consejo podrán conformar, de acuerdo con el procedimiento legislativo ordinario, las disposiciones que estimen oportuno en relación con la navegación marítima. De esta forma, el sistema de ventanilla única marítima a nivel comunitario se desarrolla dentro del entorno europeo para lograr la interoperabilidad entre las ventanillas únicas nacionales y dotar al sector de la máxima eficiencia, seguridad y rapidez. Así las cosas, se implanta una red de ventanillas marítimas únicas nacionales con interfaces unificadas de comunicación de información que incluyen intercambios de datos a través de SafeSeaNet, así como servicios de gestión de acceso, registro de usuarios, identificación de buques, información sobre mercancías peligrosas, sanidad o contaminantes o direccionamiento de embarcaciones (Sidorova y Sidorov 2021, 134).

27. Según la Organización Marítima Internacional esta estructura se define como un sistema de servicios integrados que agrupa los procedimientos administrativos tanto marítimos como portuarios, incluyendo las declaraciones de entrada y salida de los puertos, notificaciones sobre informes de seguridad, información comercial de las escalas portuarias y otros datos relacionados (Embankment 2023, 10).

28. Conscientes de la importancia de digitalizar e interconectar las actividades efectuadas dentro del sector marítimo, España a través de la entidad Indra pone el foco en renovar tecnológicamente y dotar de nuevas funcionalidades al sistema de ventanilla nacional DUEPORT. En este sentido, adapta al Reglamento (UE) 2019/1239 el sistema con el fin de ampliar la armonización entre puertos europeos, simplificar los procedimientos de declaración relativos a la entrada, salida y estancia de los buques en los puertos y reducir en la medida de lo posible las cargas administrativas de las partes involucradas (García Carballal 2023, 1).

29. Además, puesto que la implementación de un sistema de Ventanilla Única Marítima Europea es uno de los proyectos y Reglamentos instaurados con mayor repercusión en la transformación digital de los puertos situados dentro de la Unión, Puertos del Estado ha recibido durante este año una subvención de 2,77 millones de euros por parte de la Unión Europea para el desarrollo e implementación de dicho sistema (Puertos del Estado 2024).

30. Tal y como afirma la doctrina y la propia Comisión Europea,³ los Reglamentos son actos jurídicos obligatorios en todos sus elementos y son directamente aplicables a cada Estado miembro (Asín Cabrera 1993). De esta forma, a través del Reglamento (UE) 2019/1239 las intenciones de la Unión Europea son el establecimiento obligatorio de dicho sistema de ventanilla única marítima a fin de digitalizar e interconectar lo máximo posible el sector marítimo. Además, la propia Organización Marítima Internacional mantuvo que a partir del 1 de enero del año 2024 este sistema sería obligatorio para el intercambio electrónico de la información sobre la llegada, permanencia y salida de los buques en un puerto (Organización Marítima Internacional 2023).

31. Una de las razones por las que se decide armonizar el entorno de ventanillas marítimas es la lucha contra la corrupción marítima. En este sentido, la Unión Europea es consciente de la necesidad de reforzar la integridad, la transparencia y la responsabilidad en las actividades que se realizan dentro del sector marítimo, por lo que, unificando, digitalizando y armonizando un sistema en el que registrar los datos e informaciones de los buques se puede mejorar la eficiencia de las operaciones, minimizar los errores humanos y eliminar los trámites burocráticos (Organización Marítima Internacional 2022).

32. A la hora de implantar el sistema de Ventanilla Única Marítima se deben tener en cuenta las Directrices sobre la autenticación, integridad y confidencialidad (FAL.5/Circ.46) y las Directrices para

³ COMISIÓN EUROPEA. “Tipos de legislación de la UE”. s.f. https://commission.europa.eu/law/law-making-process/types-eu-law_es#:~:text=caso%20previo%20refer%C3%A9ndum.-,Reglamentos,elementos%2C%20en%20los%20Estados%20miembros (último acceso: 13 de noviembre de 2024).

el establecimiento de una ventanilla única marítima (FAL.5/Circ.42/Rev.3) establecidas por la Organización Marítima Internacional que establecen los requisitos generales para desarrollar e implantar la plataforma digital de Ventanilla Única Marítima (Organización Marítima Internacional 2022).

33. En lo que respecta a la FAL.5/Circ.42/Rev.3 hay que tener en cuenta que establece directrices para la armonización de los protocolos de comunicación y el intercambio electrónico de datos entre los buques y los puertos. En este sentido, fija como objetivo principal unificar los procesos de las actividades portuarias a fin de reducir la carga administrativa y, en consecuencia, mejorar la eficiencia de las operaciones efectuadas en los puertos. Además, una de las iniciativas que instaura es la automatización de las aduanas para simplificar los procesos y conseguir minimizar el tiempo que los barcos pasan en puerto y reducir el riesgo de errores durante el proceso de despacho y carga de buques.

34. En relación con la FAL.5/Circ.46 debe señalarse que aborda la importancia que debe prestarse a la integridad y seguridad en los intercambios de información mediante la ventanilla única marítima. A propósito de tal objetivo, establece diferentes requisitos como son: la implantación de métodos de cifrado robustos o firmas digitales y electrónicas para dar autenticidad e integridad a la información, a fin de garantizar la confidencialidad, autenticidad e integridad de los datos intercambiados entre los buques y las instalaciones portuarias. Como puede observarse, las pautas se encuentran diseñadas para fortalecer la protección de los sistemas digitales involucrados en las operaciones portuarias y, en especial, de aquellos que dependen de certificados electrónicos o firmas digitales, pues los ciberataques dentro de este sector se encuentran en expansión.⁴

35. Como puede observarse, ambos documentos contribuyen a la modernización de los sistemas del sector marítimo, apoyando la transformación digital de la industria y asegurando el cumplimiento normativo y la seguridad en los intercambios de datos durante las operaciones portuarias.

36. En este contexto y tras explicar el sistema, vemos cómo Blockchain se presenta como una solución idónea para asegurar la trazabilidad, transparencia y seguridad en la gestión y transmisión de la información dentro de la ventanilla única marítima. En tal sentido, gracias a su estructura descentralizada y a la capacidad de almacenar datos inalterables, Blockchain permite que las informaciones relacionadas con las operaciones marítimas sean compartidas de manera eficiente y segura entre todas las partes involucradas, garantizando su integridad y reduciendo el riesgo de manipulaciones, ataques o fraudes. Además, la implementación de Smart Contracts dentro de este sistema automatiza ciertos procesos, como, por ejemplo, la actividad de aduanas mencionada anteriormente, agilizando las transacciones, reduciendo la intervención humana y optimizando la coordinación entre los diferentes actores.

37. De esta forma, a continuación, trataremos más específicamente como Blockchain puede ser construida para servir como sistema de Ventanilla Única Marítima y qué beneficios concretos nos pueden aportar sus características propias y alguna de sus funcionalidades como los Smart Contracts.

IV. Blockchain como sistema de Ventanilla Única Marítima

38. Tal y como se ha adelantado, el sector marítimo no es ajeno a ataques cibernéticos y a actuaciones fraudulentas como la corrupción. En este sentido, la Organización Marítima Internacional centra el foco en evaluar y mitigar riesgos de corrupción mediante medidas preventivas que refuercen la integridad, transparencia y responsabilidad, para, así, detectar, investigar y sancionar cuales quiera actos ilícitos relacionados con la entrada y salida de buques, promoviendo tanto la cooperación nacional como internacional para abordar este problema (Organización Marítima Internacional 2024).

⁴ J. CRAWFORD CRAWFORD, “Ciberataque al transporte marítimo. ¿Una amenaza real o ciencia ficción?” *Revista de marina*. (970), 2019, pp. 15 y ss., o B. MIRANDA MENÉNDEZ, «El sector marítimo en el punto de mira de la ciberseguridad.” *Rotación: revista mensual de la industria naval, marítima y pesquera*, ISSN 0211-2892, N.º 613, 2024, pp. 34 y ss.

39. A fin de contrarrestar estas cuestiones y digitalizar el sector marítimo para optimizar los procedimientos y agilizar las transacciones, Europa puso en marcha la creación del sistema de Ventanilla Única Marítima. Sin embargo, como se ha visto, este tipo de estructuras no son susceptibles de ser corrompidas, el proceso sigue estando muy influido por decisiones humanas y, además, como indican algunos medios, en los grupos de trabajo sobre la implementación del Reglamento, se permite a cada país tomar decisiones en ciertos aspectos, lo cual podría comprometer la armonización prevista.⁵

40. En medio de estos problemas, encontramos una tecnología que está acaparando los intereses de la sociedad y que puede moldearse y utilizarse precisamente para crear un entorno de ventanilla única que respete los principios del Reglamento (UE) 2019/1239 e, incluso, mejorar ciertos aspectos debido a la automatización que nos brinda su funcionalidad de Smart Contracts.⁶

41. A priori, la tecnología Blockchain es de sobra conocida por la sociedad por servir como base de datos en la que registrar los datos e informaciones de transacciones o de cualquier índole (Ibáñez Jiménez 2018, 36-37), sin embargo, fruto de los desarrollos funcionales que ha ido sufriendo permite otras funcionalidades que, sumadas a sus características específicas, la posicionan como un sistema idóneo sobre el que implantar un sistema de ventanilla única.

42. Como se ha adelantado, la tecnología Blockchain ofrece muchísimas funcionalidades,⁷ sin embargo, la que interesa a este estudio es, por un lado, la de base de datos inmutable distribuida entre un número determinado de usuarios (autoridades de los puertos) y una autoridad central (Agencia Europea de Seguridad Marítima) que gestione los permisos y la cadena en sí y, por otro, la automatización de labores y obligaciones mediante Smart Contracts.

43. Al proponer el diseño de Blockchain como sistema de ventanilla única marítima tendremos que decidir entre dos cuestiones prioritarias. Por un lado, debe establecerse la tipología de cadena que quiere construirse a fin de determinar los accesos y, por otro, qué nodos o usuarios tendrán la facultad de gestionar la Blockchain y validar transacciones (Vega Maza 2019, 115).

44. En el caso del sistema de ventanilla única marítima se deberá estructurar una red Blockchain privada en el que la autoridad central se encargue de gestionar los accesos a los nodos que desee, en este caso a las autoridades portuarias, y se les aporte la capacidad de registrar los datos e informaciones de buques y cualesquiera otras que se necesiten para un correcto seguimiento, trazabilidad y gestión eficiente del tráfico portuario y de las operaciones marítimas en general.⁸

45. Toda vez que sabemos que la Blockchain que debe utilizarse es la de tipo privado, debemos tener presente que el sistema exige no solo una adecuada infraestructura técnica, sino también una sólida política de acceso y validación de transacciones. En este supuesto de estudio, se quiere implementar una Blockchain privada para gestionar la información portuaria, por lo que dicha autoridad central debe asumir el rol de administrador y asignar los permisos específicos a cada nodo, los cuales serán las autoridades portuarias, aduanas y otros actores estratégicos.⁹

46. Aunque es cierto que una de las virtudes y atractivos de Blockchain es la descentralización que ofrece en sus sistemas públicos, en esta red privada la administración se encontraría centralizada

⁵ NOVOLOGÍSTICA. “¿Por qué la ventanilla única marítima europea genera dudas?” 22 de marzo de 2024. <https://www.novologistica.com/maritimo-y-aereo/por-que-la-ventanilla-unica-maritima-europea-genera-dudas/> (último acceso: 13 de noviembre de 2024).

⁶ M.N. PACHECO JIMÉNEZ, “De la tecnología blockchain a la economía del Token”. *Revista de Derecho PUCP*, N°83, 2019, pp. 62.

⁷ R. DE BENITO, “¿Es más seguro volar con «blockchain»?” *ElPaís*, 23 de enero de 2020: “los analistas han llegado a documentar más de 130 usos diferentes del Blockchain en distintas áreas”.

⁸ A. PREUKSCHAT/ C. KUCHKOVSKY, *Blockchain: la revolución industrial de internet*. España: Gestión 2000, 2017, pp. 23-24.

⁹ Ídem. Pp. 24: “Ésta puede estar (...) limitada a sólo algunos participantes (caso de la «blockchain privada»)”.

facilitando con ello un entorno de confianza y control donde cada nodo autorizado tiene la capacidad de registrar, validar o consultar datos relaciones con la llegada, estancia o salida de los buques en tiempo real, así como cualquier información relacionada con la seguridad, logística o mercancías transportadas (Palomo Zurdo 2018, 885).

47. A su vez, el sistema Blockchain privado de ventanilla única marítima permitiría a los agentes e involucrados portuarios actuar bajo un sistema seguro para la trazabilidad y registro de transacciones y eventos relacionados con las operaciones marítimas.¹⁰ En este sentido, recordemos que esta tecnología dota de inmutabilidad a la información, por lo que se reduce significativamente los riesgos de manipulación de los datos y, en consecuencia, se acrecienta la seguridad e integridad. Además, no debe olvidarse que dentro de este sector se incluyen actividades como el intercambio de información sobre mercancías peligrosas a bordo, inspecciones sanitarias, gestión de permisos o la coordinación logística de las operaciones en puerto, las cuales, son fundamentales para la seguridad y eficiencia en el contexto portuario, lo que incrementa la necesidad de operar a través de sistemas digitales que ofrezcan todas las garantías posibles.¹¹

48. Tal y como se ha descrito en líneas anteriores, la Blockchain sufre diferentes desarrollos hasta el punto de permitir alojar en su sistema acuerdos inmutables capaces de automatizar obligaciones, es decir, concede programar Smart Contracts con los que ejecutar automáticamente condiciones pactadas previamente. Dentro de la industria marítima y, en especial, en el entorno de la ventanilla única, este tipo de contratos tienen gran potencial a la hora de mejorar la eficiencia, transparencia y seguridad de las operaciones portuarias. Bajo esta premisa, pueden automatizarse diferentes procesos reduciendo la intervención humana y, de esta forma, reducir tiempos de espera o minimizar errores en los procesos de entrada, estancia y salida de buques o inspecciones (Ramírez y Vacca 2020, 131).

49. Por otro lado, la automatización de procedimientos que ofrecen los Smart Contracts alojados en Blockchain pueden reducir enormemente la burocracia existente dentro del ámbito de la administración pública y, en concreto, en el sector marítimo. En este contexto, en vez de depender de procesos tradicionales y analógicos en los que se deben enviar documentos físicos o comunicaciones electrónicas a través de sistemas digitales menos novedosos, los Smart Contracts permiten validar de forma inmediata el cumplimiento de los requisitos que se requieran y conceder permisos de forma automática (Mahmudnia, Arashpour y Yang 2022, 104379).

50. Además, como se ha visto, el alcance transnacional que posee Blockchain permite crear una ventanilla única a nivel no solo europeo si no internacional. En este sentido, los Smart Contracts permiten ser moldeados al antojo de quienes los programen, por lo que pueden ser configurados para cumplir con las normas y regulaciones de diferentes jurisdicciones y, dado que se encuentran alojados en la red Blockchain, pueden ser sincronizados y compartidos entre todos los países (Argelich Comelles 2020, 15-16).

51. En lo que respecta al entorno actual de ventanilla única marítima del Reglamento (UE) 2019/1239, puede decirse que implementar los Smart Contracts alojados en Blockchain en este sistema de SafeSeaNet puede aportar un valor añadido significativo. En el supuesto de que se integren estos acuerdos automáticos dentro del sistema se podrán activar automáticamente alertas y avisos de control con los que poder monitorizar la navegación seguridad y riesgo medioambiental de los buques o infra-

¹⁰ T. ALLADI / V. CHAMOLA / N. SAHU / M. GUIZANI. "Applications of blockchain in unmanned aerial vehicles: A review." *Vehicular Communications*, 23, 2020: pp. 100249: Estos autores proponen Blockchain para trazar y vigilar los vehículos aéreos no tripulados, lo que nos permite observar como también sería una opción idónea para registrar y realizar un seguimiento de los buques dentro del sector marítimo.

¹¹ M. ALBIOL-PERARNAU, / I. ALARCÓN BELMONTE, "Blockchain en salud: transformando la seguridad y la gestión de datos clínicos." *Atencion Primaria*, 56(5), 2024: pp. 2, "la naturaleza descentralizada, segura e inmutable de *blockchain* tiene el potencial de superar desafíos actuales y redefinir la manera en que se almacenan, comparten y gestionan los datos".

estructuras marítimas. En este sentido, encontramos cierta similitud a los proyectos Blockchain que son utilizados para registrar la información y datos de los drones que sobrevuelan un determinado espacio aéreo (Torrubia Chalmeta 2022, 341).

52. Grosso modo, los Smart Contracts pueden ser destinados a automatizar, como se ha adelantado, las actuaciones aduaneras, a gestionar los permisos de entrada y de salida de buques, a verificar los protocolos de seguridad y normativas en actuaciones que conlleven manipulación, estiba y transporte de mercancías peligrosas, pagos de tarifas y servicios portuarios, seguimiento del transporte de los buques, o, incluso, facilitar inspecciones (Echebarría Sáenz 2017, 70-71).

53. En cuanto a las inspecciones, puede decirse que dentro de la Blockchain la autoridad central que gestiona los permisos, puede dar acceso de consulta a los órganos inspectores para que de forma directa puedan observar los datos e informaciones contenidos en el sistema. Además, este tipo de exámenes realizados bajo los sistemas Blockchain serán de lo más efectivos, pues dada la inmutabilidad de la información y la trazabilidad, los órganos inspectores, como las autoridades aduaneras, sanitarias o de seguridad, podrán acceder en tiempo real a los datos y registros de cada buque, obteniendo así una visión completa y precisa de la documentación, los permisos y el historial de cada navío sin necesidad de intermediarios (Martínez Boada 2024, 7).

54. Como puede observarse, el sistema Blockchain de ventanilla única marítima parece una opción novedosa y una alternativa significativa para mejorar el sistema actual de ventanillas, sin embargo, aunque ofrece numerosas ventajas, también puede enfrentarse a diferentes desafíos que deben ser tenidos en cuenta a la hora de implantar este tipo de sistemas.

55. La tecnología Blockchain per se no se encuentra pensada para cumplir con normativas como la protección de datos (Fink 2019, 91). Como se ha visto, la función principal de la red Blockchain propuesta será la de almacenar un sinfín de datos, los cuales, se encuentran sujetos a las normativas protectoras de datos como es el Reglamento (UE) 2016/679 Del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de abril de 2016 relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos y por el que se deroga la Directiva 95/46/CE (Reglamento general de protección de datos).

56. Tal y como se establece en su articulado, concretamente en el artículo 4, los datos que quedarán sujetos a protección y sometimiento de los preceptos del texto normativo son aquellos que permitan identificar o hacer identificable a una persona. De esta forma, aquellas informaciones que se encuentren en la Blockchain de ventanilla única marítima que puedan identificar o hacer identificable a una persona tendrán que respetar todas las disposiciones y, en especial, aquellas que hacen referencia a los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición de los datos.

57. Además, bien es sabido que generalmente dentro de las Blockchain las partes pueden actuar bajo seudónimos que dificultan la identificación de los usuarios participantes y, por lo tanto, los nodos no pueden conocer quiénes son, por un lado, los encargados del tratamiento y, por otro, los responsables del tratamiento de los datos alojados en la red (Fink 2019, 91).

58. Bajo esta situación, surge la duda de cómo pueden respetarse dichos derechos y cómo pueden designarse las responsabilidades y figuras mencionadas en un sistema sin jerarquía cuya información es inmutable, aparentemente los usuarios no son identificables y, por si fuera poco, existen acuerdos que tampoco pueden ser modificados una vez hayan sido codificados. La respuesta se encuentra en la tipología de red elegida para implantar este sistema de ventanilla única. A través de una Blockchain privada en la que la gestión de ingresos se encuentra centralizada en una autoridad determinada, todos estos inconvenientes pueden ser suprimidos (Preukschat y Kuchkovsky 2017, 28-30).

59. En el momento en el que se conforme la Blockchain privada de ventanilla única y, teniendo en cuenta que es un entorno privado donde los usuarios se encuentran debidamente identificados, se podrán otorgar los accesos pertinentes y proporcionar ciertos poderes a unos nodos determinados. En este sentido, la autoridad podrá designar que algunos sean los encargados del tratamiento y que otros ejerzan las labores de responsables del tratamiento. Asimismo, la información contenida en la red y en los contratos, aunque inmutable, puede ser eliminada por estos nodos, los cuales, deben ser totalmente imparciales y ajenos a la actividad marítima, en aras de garantizar la máxima integridad y los derechos anteriormente descritos (Martínez Boada 2024, 7).

60. En definitiva, la implementación de la tecnología Blockchain dentro de la Ventanilla Única Marítima puede mejorar la seguridad, trazabilidad, integridad y eficiencia de los procesos portuarios debido a las funcionalidades que aporta y a sus características inherentes. Junto a ello, el empleo de Smart Contracts reducen la intervención humana, los costes y los errores, sin embargo, deberá tenerse en cuenta que el sistema tendrá que modularse de acuerdo con el sistema de ventanilla única actual y utilizar el abanico de posibilidades que nos brindan las estructuras Blockchain privadas, dejando atrás ciertas características propias de los esquemas públicos que pueden poner en riesgo la legislación existente y la garantía del sistema.

V. Conclusiones

61. Somos partícipes de un mundo donde la innovación tecnológica redefine las reglas y formas de actuación dentro de diversos sectores. Entre ellos, destaca la industria marítima, un ámbito tradicionalmente complejo que busca beneficiarse de las nuevas tecnologías para optimizar sus procesos, reducir los tiempos de operación y aumentar la transparencia.

62. Entre las diferentes medidas que se han tomado para digitalizar el sector, puede destacarse la Ventanilla Única Marítima Europea, un sistema virtual diseñado para centralizar y simplificar la presentación de información relacionada con el transporte marítimo en la Unión Europea. Su principal objetivo es facilitar el cumplimiento de las normativas y requisitos de los diferentes Estados miembros al permitir que las navieras, agentes marítimos y otros actores del sector presenten los datos necesarios a través de un único punto de acceso electrónico.

63. Paralelamente, puede encontrarse el Reglamento (UE) 2019/123 de la Comisión, de 24 de enero de 2019 en el que se establece la necesidad de armonizar los procedimientos en todos los puertos de la UE, con el fin de crear un espacio marítimo único europeo que permita una mayor interoperabilidad y eficiencia en las operaciones portuarias.

64. En este contexto: necesidad de digitalización y búsqueda de interoperabilidad, armonización y optimización, encontramos la tecnología Blockchain, sus características únicas y sus funcionalidades, como una alternativa ideal para implantar una plataforma de ventanilla única europea o, incluso, dado su alcance transnacional, a nivel mundial, que mejore el sistema estableciendo una conexión sin fisuras entre puertos, aduanas y operadores logísticos de diferentes países.

65. Entre los diferentes caracteres que proporcionan las arquitecturas Blockchain, puede decirse que la transnacionalidad es una de las más importantes a la hora de proponer esta tecnología como sistema de ventanilla única. En este sentido, Blockchain elimina la necesidad de interfaces distintas en cada país, ya que permite la creación de una red armonizada y estandarizada para todos los participantes, eliminando la fragmentación actual. De este modo, una vez implementada, podría interoperar a nivel mundial, integrando sistemas como SafeSeaNet y otros sistemas de registro de buques y mercancías peligrosas, lo cual se traduciría en una mayor eficiencia y seguridad en el comercio marítimo.

66. Asimismo, el sistema será totalmente transparente y respetará la integridad de los datos contenidos en los bloques, pues, como se ha analizado, la información que contienen se caracteriza por su inmutabilidad, es decir, no puede manipularse y, en el caso de cambio, quedará registrado para que se pueda observar la trazabilidad de la información. Como vemos, dicha característica no solo garantiza la seguridad de las transacciones, sino que también proporciona un historial verificable de todas las acciones realizadas, permitiendo una trazabilidad completa en cada etapa del proceso.

67. Junto a ello y producto de los desarrollos que ha sufrido la tecnología Blockchain, actualmente ofrece a los usuarios la posibilidad de automatizar procesos y obligaciones mediante la figura de los Smart Contracts. En este sentido, muchos de los procesos actualmente manuales en los puertos, como la facturación de servicios, la liberación de mercancías o la gestión de permisos y licencias, podrían realizarse sin intervención humana, reduciendo significativamente los tiempos de espera y minimizando los errores operativos y administrativos.

68. Así las cosas, el sistema de ventanilla única marítima con Blockchain, en lugar de depender de personas para verificar y aprobar cada transacción o solicitud, utiliza los Smart Contracts, para verificar y ejecutar las operaciones automáticamente. De esta forma, se reduce la posibilidad de errores humanos, posible corrupción y se asegura que los procesos sean más rápidos y precisos.

69. En definitiva, implementar Blockchain en la Ventanilla Única Marítima representa una evolución en la digitalización y armonización de los trámites efectuados dentro del sector marítimo, proporcionando una estructura preparada para responder a los continuos desafíos a los que se enfrenta. Toda vez que se combine la automatización y eficiencia de los Smart Contracts y la transparencia, inmutabilidad y transnacionalidad del sistema que los hace posibles: Blockchain, se puede transformar la operatividad de la industria y la experiencia de las empresas y organismos que dependen de estos servicios. Además, no debe olvidarse que con este sistema se pueden paliar las barreras normativas y falta de homogenización logrando un funcionamiento más eficiente del sector.

70. Por último, recordemos que Blockchain puede damnificar las legislaciones garantes de la protección de datos de las personas. Como se ha visto, las estructuras públicas donde todas las personas tienen acceso pueden llegar a trasgredir este tipo de normativas, sin embargo, la estructura que debe adoptarse es la de forma privada donde la autoridad central gestione los accesos y permisos de participación dentro de la red Blockchain. De esta forma, se creará un entorno particular donde estén conectados todos los organismos involucrados en las actividades del sector marítimo garantizando la protección de datos, pues, además, como se ha dicho, podrán nombrarse nodos responsables del tratamiento y, que éstos, tengan la capacidad, por ejemplo, de garantizar el ejercicio y respeto de los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición.