

El Desarrollo Sostenible en el Entorno Marítimo y Portuario. Una Mirada Desde Principios del Siglo XXI

Sustainable Development in the Maritime and Port Environment. A View from Beginning of 21st Century.

DOI: <https://doi.org/10.17981/bilo.5.2.2023.02>

Fecha de recepción: 06/10/2023. Fecha de Publicación: 22/10/2023

Sebastian Hinojoza-Montañez

Corporación de Educación Superior del Litoral, Barranquilla, Colombia
hinozasebastian@litoral.edu.co

Mauricio-Junior Santamaria-Ruiz

Corporación de Educación Superior del Litoral, Barranquilla, Colombia
msantamaria@litoral.edu.co

Alexander Troncoso-Palacio

Universidad de la Costa de Barranquilla, Colombia
atroncos1@cuc.edu.co

Como citar en IEEE este artículo: S.Hinojosa-Montañez, M. Santamaria-Ruiz y A. Troncoso-Palacio, «Desarrollo Sostenible en el Entorno Marítimo y Portuario. Una Mirada Desde el Siglo XXI,» *Boletín de Innovación, Logística y Operaciones*, vol. 5, n° 2, pp. 10-30, 2023. online. <https://revistascientificas.cuc.edu.co/bilo/article/view/5379>

Resumen

En esta investigación se analizan las principales tendencias de investigación y sus aportaciones a la construcción del desarrollo sostenible en el entorno marítimo y portuario global, desde principios del siglo XXI, Basado en la idea concebida por la Organización de las Naciones Unidas **ONU**, y la creación del concepto “**Smart Ports**”, para la mejora continua de este sector industrial. Se desarrolló un análisis documental-bibliográfico basado en software bibliométrico, aplicando estadística probabilística por defecto y utilizando machine learning proporcionados por la base de datos de Scopus. Se encontró que las principales tendencias temáticas estuvieron relacionadas con la gestión de zonas costeras, gestión pesquera, cambio climático, puertos verdes, innovación y eficiencia energética. Los autores representativos fueron Castilla J.C., Pauly D., Notteboom T. y Lam J.S. Se observó que en las investigaciones analizadas de este sector no se consideran los Objetivos de Desarrollo Sostenible (**ODS 1, 2, 3, 4**).

Palabras claves: Análisis bibliométrico, Cienciometría, Comercio Internacional, Desarrollo Sostenible, ODS, Puertos Inteligentes.

Abstract

The main research trends and their contributors to the construction of sustainable development in the global maritime and port environments have been analyzed since the beginning of the 21st century. Based on the idea conceived by the United Nations Organization and the creation of the “Smart Port”. Concept for the continuous improvement of this industrial sector. A documentary-bibliographic analysis was developed based on bibliometric software, applying probabilistic statistics by default, and using the machine learning resources provided by the Scopus database. It was found that the main thematic trends were related to the management of coastal zones, fisheries management, climate change, green ports, innovation, and energy efficiency. The representative authors were Castilla J.C., Pauly D., Notteboom T., and Lam J.S. It was observed that research in this sector does not consider the Sustainable Development Goals (SDG 1, 2, 3, 4).

Keywords: Bibliometric Analysis, Sustainable Development, Scienometric, SDG, Smart Ports, International Trade.

Introducción

El mundo ha experimentado importantes cambios en su natural evolución para el desarrollo de los pueblos. Las naciones unidas han promulgado un panorama internacional sobre el crecimiento económico, social y de preservación del medioambiente, a través de los años, como punto de referenciación para la sostenibilidad de todas las naciones. En la asamblea general de 2015 fue aprobada la resolución para la consecución de objetivos de desarrollo sostenible, enmarcados en su agenda para el 2030; transformar nuestro mundo hacia la sostenibilidad es el propósito de los países con base en 17 objetivos. El desarrollo sostenible conforme a la ONU es una propuesta para la erradicación de la pobreza y desigualdades, los riesgos mundiales para la salud provocado por las actividades económicas, la educación, el crecimiento en tecnologías de las comunicaciones; son algunos de los aspectos para tener en cuenta para la definición sobre desarrollo sostenible. Los puertos, a la vez, están promoviendo la cultura de cambio sostenible, implementado en sus procesos con el concepto de “Smart Ports” que, según el Banco de Desarrollo Asiático, sus impulsores son: Eficiencia operacional, gestión de activos, resiliencia empresarial, seguridad y protección, eficiencia energética y gestión medioambiental.

En cuanto al mundo occidental, el Banco interamericano de desarrollo apuesta a esta agenda con dirección a la transformación de todos los puertos bajo el concepto “Smart Ports”, con puntos fundamentales como: Sostenibilidad social, desempeño ambiental, digitalización e innovación, integración ciudad-puerto, integración con el hinterland o la expansión y crecimiento sostenible de la capacidad portuaria. En comparación con Asia, guarda rasgos similares con la conceptualización en el pacífico hacia un puerto futuro. Se presenta una propuesta portuaria para el conocimiento participativo de los puertos marítimos en el cambio mundial hacia el desarrollo sostenible, teniendo como referencia los ODS en sus procesos, No impuesto, solo guía para investigar e innovar con objetivos como punto de referencia. De esta problemática surge la pregunta de investigación: ¿Cuáles temáticas y autores han contribuido al desarrollo conceptual en torno al desarrollo sostenible desde la industria portuaria y marítima?

el actual artículo es un producto del grupo de investigación Tajamar, bajo el semillero de Investigación en Estudios Empresariales y del Territorio-SIET siendo pertinente en la línea de Investigación en Emprendimiento e Innovación, en la sublínea de investigación logística portuaria dentro de la asignatura de diseño de proyectos, y la asignatura de puertos verdes del programa Técnico profesional en Procesos administrativos portuarios El artículo se estructuró de la siguiente manera: antecedentes, marco teórico, metodología y datos, resultados, conclusiones y referencias bibliográficas.

Revisión de la Literatura

Desarrollo sostenible: Sistematización de conceptos y aportes en la literatura. El término Desarrollo sostenible (DS) se ha fundamentado desde sus orígenes con estrategias relacionadas para hacer una ruta hacia la transformación económica y social en el planeta. Los conceptos han variado en el tiempo pasando por tres periodos (embrionario, moldeo, desarrollo) dando resultados en la filosofía asiática de “el cielo y las personas en uno” y la racionalización de los recursos con las leyes naturales y no sobreexplotación. La conferencia de las UN sobre el medio ambiente y “nuestro futuro común” dieron forma al concepto de DS, la primera simbolizó el comienzo abordado desde el enfoque medioambiental, mientras que la segunda dio con su aporte, definiéndolo el desarrollo para satisfacer las necesidades presentes sin comprometer a las generaciones futuras. Desde entonces las conferencias internacionales para abordar la estrategia de sostenibilidad no se ha detenido culminando con el marco común de los objetivos de desarrollo sostenible, adoptado por los países miembros. [1]–[5] Se refiere a los principios de integración política, económica y de acción social preservando el “balance natural” para satisfacer las necesidades presentes y futuras en las generaciones [6] Puertos Marítimos: Sistematización de conceptos y aportes en la literatura.

Son redes de transporte marítimo que clusterizan la distribución física internacional de mercancía en la “economía de escala” a través de nodos o hub de concentración sobre el comercio internacional, los modelos modernos de logística integran a los puertos como punto focal de la cadena logística de suministro, sirviendo a la economía local en el reduccionamiento de costos en el transporte, generando valor añadido a los productos a través del justo a tiempo (JIT). Desde el enfoque de interdependencia en tres tipos basados en las redes de puertos marítimo: Secuencial, recíproca y relacionamiento de grupos [5]. Los puertos marítimos son la apertura a la economía funcional para en la cadena de suministro local y regional [7]. Aproximadamente, el 90% de las mercancías son transportadas vía marítima, convirtiéndose en un factor logístico del mundo actual y moderno para la competitividad del comercio internacional. Sin embargo, estos pueden causar efectos negativos en la comunidad.

Las plataformas portuarias son un espacio de manipulación de carga y descarga del barco de su propia carga y enlazada a las facilidades del puerto [8]. Esta fase implicó realizar la búsqueda de la información en la base de datos de Scopus utilizando la siguiente estrategia de búsqueda: (“Soils Contaminated by Gold OR absorption of Mercury with Vegetable Ashes, Technologies Used”). Los artículos seleccionados fueron en acceso abierto, publicados en los últimos 5 años (2019-2023), y disponibles en idioma inglés y español. Por último, la información de los 10 manuscritos seleccionados para la revisión se describió detalladamente en el capítulo de resultados de esta investigación. Cada estudio fue analizado minuciosamente, exponiendo las principales metodologías y resultados destacados. Las tecnologías empleadas en la absorción de mercurio con cenizas vegetales en suelos contaminados por la minería de oro, así como sus ventajas y limitaciones.

Metodología

Para la identificación de las temáticas de investigación relacionadas al desarrollo sostenible en el entorno marítimo y portuario se aplicaron mediante el análisis longitudinal, enfoque cuantitativo con algoritmos del software, y un análisis hermenéutico para la interpretación de las relaciones entre los nodos y clústeres [9]–[11] El análisis es realizado por técnicas de clusterización en el software VOSviewer, con Microsoft Excel, a través de minería de datos y redes científicas con mapas basados en información bibliométrica extraída de la base de datos Scopus, seleccionada por su impacto mundial en la literatura científica; diseñado por la técnica de normalización para la medición probabilística en similitud de las unidades de análisis presentadas, basada en el método de fuerza de asociación. [12]–[15].

Criterio de búsqueda diseñado en Scopus: (TITLE-ABS-KEY ("SUSTAINABLE DEVELOPMENT" OR "SUSTAINABILITY") AND TITLE-ABS-KEY ("PORTS" OR "MARITIME PORTS" OR "SEAPORT" OR "MARITIME TRANSPORT" OR "MARITIME")) AND PUBYEAR > 1999 AND PUBYEAR < 2023 AND (LIMIT-TO (SUBJAREA , "BUSI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "ENGI"))

El tipo de técnicas para desarrollar los objetivos de investigación fueron el análisis de concurrencia de las palabras claves, determina las tendencias en investigación por frecuencia, y el análisis de co-citacion de autores, con la aplicación del método de conteo completo, además del análisis de acoplamiento bibliográfico para los países [16], [17]. Para el desarrollo metodológico, en la construcción de los ODS, por periodo se realizó un análisis documental de los autores representativos arrojados por el Software Vosviewer, luego fueron encontrados en la matriz de datos descargada en Excel, y por último consultados en Scopus en el apartado nuevo “sustainable development goals”, arrojado, según la página oficial de Scopus, con machine learning para la reducción y metaanálisis seguro de la clasificación según el objetivo aportado por artículo. Así mismo, para elaborar la tabla de clasificación de revistas, fueron usadas las estadísticas de la base de datos. Siguiendo el mapeo bibliométrico sistematizado: la recolección de datos (1), seleccionar el tipo de unidad de análisis (2), la información es extraída (3), calculación de similitudes por el software (4), posición de los ítems (5) y, por último, la visualización (6). Añadiendo la gestión de errores en la escritura, sinónimos por tesauros [18]

Presentación de datos. Durante el nuevo siglo XXI, la cantidad de artículos publicados sobre desarrollo sostenible en el entorno marítimo y portuaria fue: 1865 documentos resultantes de la ecuación de búsqueda en Scopus. En el primer periodo, 2000 a 2005, 52 documentos en análisis bibliométrico. En el segundo, seguido por la misma cantidad de tiempo, 189 documentos. El tercer periodo de estudio, 332 artículos. El cuarto periodo, 613. Por último, el periodo emergente por la pandemia COVID-19, 2020 a 2022: 679 documentos.

Resultados

Para el periodo 2000 al 2004

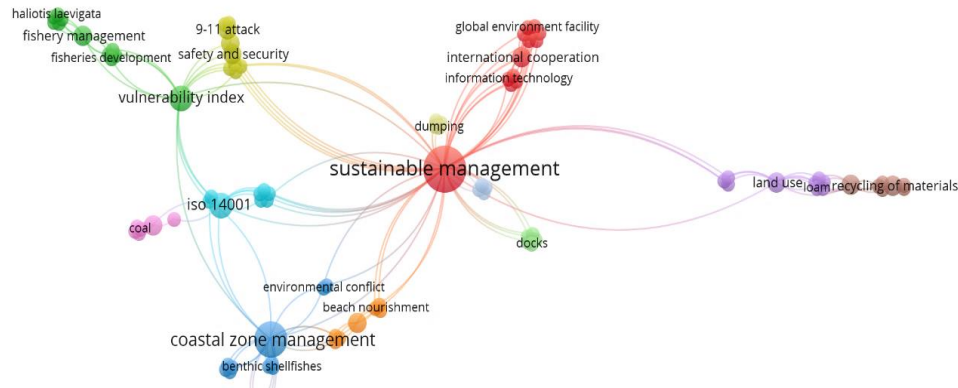


Figura 1. análisis de Co-concurrencia de las palabras claves, en áreas temáticas asociadas al desarrollo sostenible marítimo y portuario. Periodo 2000 – 2004. **Fuente:** Elaboración propia.

La gestión sostenible compuesta por 7 grandes clústeres grafica las tendencias emergentes durante el periodo de estudio. Sus temáticas abordaron la gestión y desarrollo pesquero e índices de vulnerabilidad asociados, en el nodo verde. La ISO 14001, el nodo azul, aparece con relación a las zonas costeras y desarrollo pesquero, así como a los conflictos ambientales, representados en los nodos azul y naranja. Añadido a los índices de vulnerabilidad aparece el término seguridad y protección e incluyendo el ataque 9-11. El clúster más centrado es el rojo, emergente de temáticas a la tecnología de la información y cooperación internacional. Por último, distanciadadas y con poca fuerza de asociación aparece el uso del suelo y el reciclaje de materiales, aunque integrados entre estos.

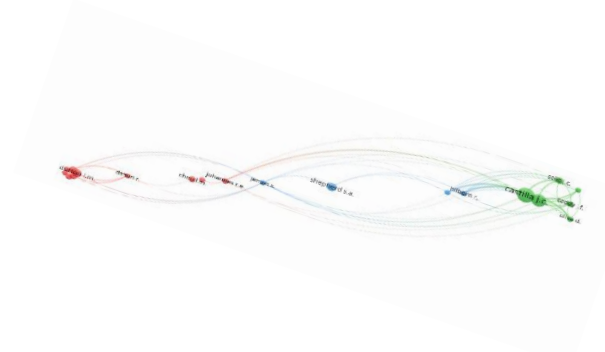


Figura 1.1. Análisis de co-citación en autores citados durante el periodo 2000 a 2004, en áreas temáticas de *desarrollo sostenible* marítimo y portuario. Fuente. Elaboración propia.

Los autores preponderantes para este periodo se dividen en tres áreas temáticas por la similitud de sus publicaciones. El nodo verde es representado por Castilla j.c con investigación asociada a la gestión de pescadores y ecosistema marino. Los problemas futuros, estabilidad del empleo, la política y los ingresos derivados influyen en la sostenibilidad en áreas protegidas [19]–[21], incidiendo hasta el problemas de zonas costeras [22], [23]; El clúster azul, asociado a Shepherd s.a como eje central, está fuertemente relacionado a la temática pesquera y cultural acerca del uso marino de las áreas protegidas [24], [25], la cogestión de pescadores y responsabilidad del gobierno toma partida [26], [27] y aproximación a la precaución por la pesca y cuidado de población marina [28]. El clúster rojo por Johannes r.e. abarca el comercio pesquero, su conocimiento, así como métodos e implicaciones sociales [29], [30], el estado de flora y fauna marina con enfoque en corales [31], [32], y la gestión costera en su mayor análisis [33], [34].

Periodo de análisis: 2005 a 2009

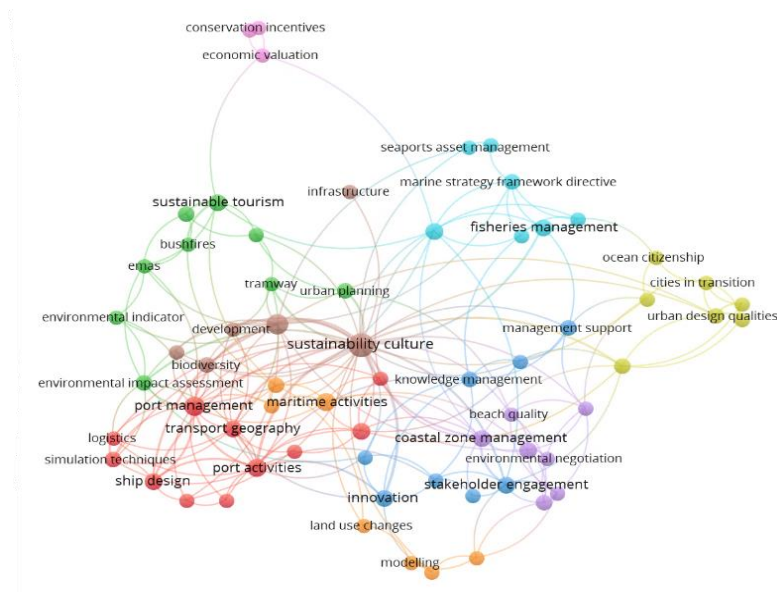


Figura 2. Análisis de Co-concurrencia de las palabras clave, en áreas temáticas asociadas al desarrollo sostenible marítimo y portuario. Periodo 2005 – 2009. Fuente: Elaboración propia

En este periodo se incluye principalmente el término de cultura de sostenibilidad, biodiversidad y desarrollo centrado a la tematica de estudio. Los cluster representados son 9. Se visualiza una tendencia de agrupacion de cluster más enlazados frente a otros clusters. El cluster morado incluye la gestión de zonas costeras, calidad de playas y negociacion ambiental; El rojo, en cambio muestra actividades para la gestion portuarias, como la geografía del transporte, diseño de barcos, logística y tecnicas de simulacion. El verde concibe el turismo sostenible, planeacion urbana, EMAS, e indicadores ambientales dentro de sus estudios. La gestion de pescadores, marco para estrategias marinas, gestio puertos maritimos, son nodos del cluster azul. Empieza un nuevo estudio sobre la urbanizacion, ciudadanos de mar, y ciudades en transicion, cluster amarillo. El cluster azul oscuro maneja dos areas divididas como son la gestion del conocimiento y apoyo en la gestión frente a innovacion y participacion de las partes interadas.

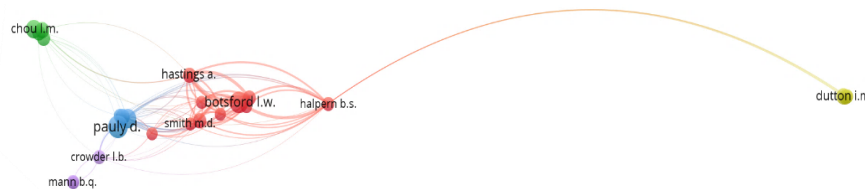


Figura 2.1. Análisis de co-citacion en autores citados durante el periodo 2005 a 2009, en áreas temáticas de *desarrollo sostenible* marítimo y portuario. Fuente. Elaboración propia.

Existe una aglomeracion o mayor fuerza de asociacion de los clusters rojos, azul y morado con respecto al verde y amarillo, estos últimos Chou L.M y Dutton I.M (son participativos del periodo de estudio anterior). El autor representativos del cluster rojo es Botsford L.W. seguido por ser central Halpen b.s., el ecosistema marino e impacto social en este, reformula las acciones a traves de politicas marinass favorecedores de la produccion y ecosistema [20], [35], [36]. El cluster azul prevalece el autor pauly D., hace énfasis en el desarrollo de paises con pesqueras a pequeña escala y su impacto social, su futuro o sostenibilidad frente al mundo [37]–[43]. El cluster morado por Crowder I.B y Mann B.Q., desarrollan por su parte problemas asociados a la toma de decisiones centrales en los paises siendo US y South Africa los estudiados, analizando variables dinamicas de poblaciones y delimitacion de areas protegidas [44]–[47]. En el caso del cluster amarillo Dutton I.M continua impactando la tematica a la gestion costera, pescadores y la gestion ambiental del turismo [48], [49]. Seguido Chou L.M. lo tienen en cuenta por sus estudios en la mejora de la calidad del agua, donde refleja sus beneficios y el nivel de impacto humano modificadorio en las areas productivas de la acuicultura, su cluster más asociado a esto último.

Periodo de análisis: 2010 a 2014

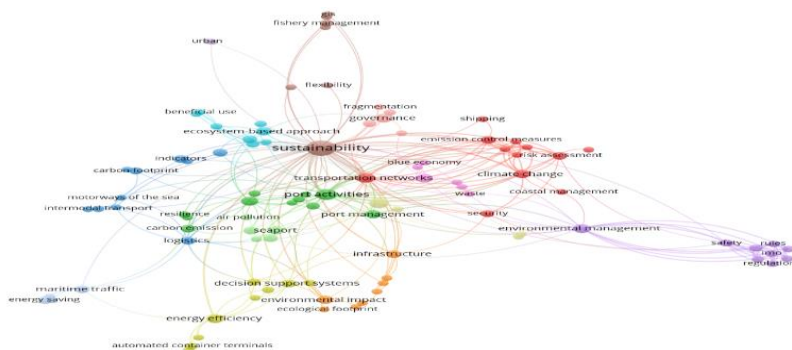


Figura 3. Análisis de Co-concurrencia de las palabras claves, en áreas temáticas asociadas al desarrollo sostenible marítimo y portuario. Período 2010 – 2015. **Fuente:** Elaboración propia

En este periodo toma nuevos conceptos adaptados al desarrollo sostenible en el área de estudio. Los clústeres presentados hacen asociación entre cada uno, aunque algunas de sus relaciones estén alejadas de otras. El clúster marrón en sostenibilidad mantiene una relación con el manejo pequero. El rojo menciona por primera vez el cambio climático, medición del control de emisiones, luego mantiene la gestión costera, la evaluación del riesgo y las redes de transporte y seguridad distanciadas. El clúster morado tiene nodos representados por la IMO, sus regulación y reglas, la seguridad y la gestión ambiental asociada a la seguridad del clúster rojo. El clúster naranja y Amarillo abordan temáticas a la infraestructura, el impacto ambiental y huellas ecológicas, como los sistemas de decisiones, eficiencia energética y la automatización de terminales de contenedores por primera vez. El clúster verde asocia la actividad portuaria con la polución del aire, la emisión de carbono y resiliencia. La logística es interferida por el tema medio ambiental asociado al carbono en los clústeres azules y enfocados basados en el ecosistema. Un término interesante surgido es economía azul.

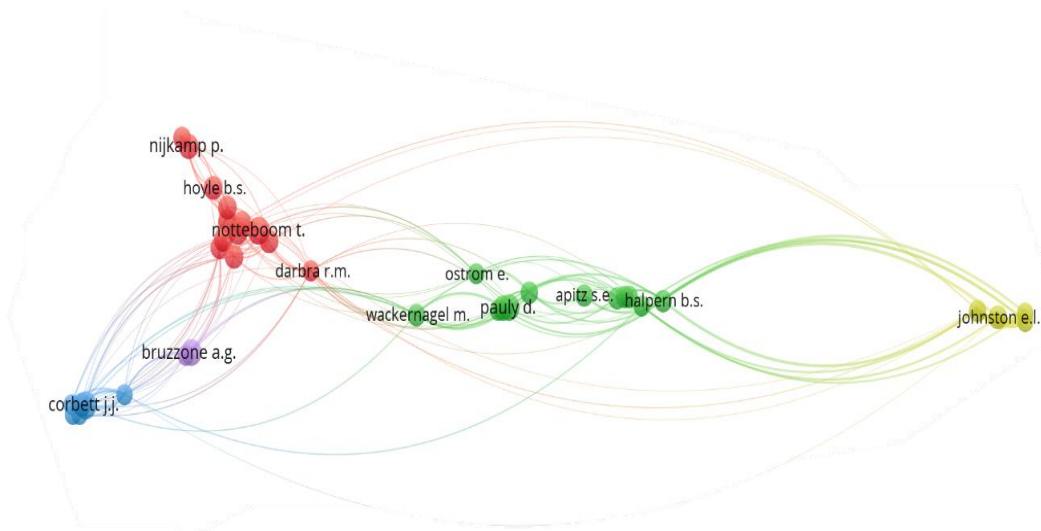


Figura 3.1 Análisis de co-citación en autores citados durante el periodo 2010 a 2014, en áreas temáticas de *desarrollo sostenible marítimo y portuario*. **Fuente.** Elaboración propia.

Los clústeres son agrupados fuertemente entre sus propios nodos, es decir las temáticas son muy precisas y diferentes en cada uno para el estudio. El clúster verde como central es representado por Pauly D., autor de periodos anteriores, continúa su temática de impacto por los animales marinos y el desarrollo de los países teniendo en cuenta el papel económico, se incluye en el clúster la huella de carbono como tema asociado [39], [50]–[52]. Johnston E.L. en el clúster amarillo, siendo el más distante, el enlace de animales marinos y su distribución es su tema central de estudio [53], [54]. En el rojo Notteboom T. es la representación por su impacto en citaciones, en sus publicaciones refleja el desarrollo de las redes de transporte intermodales y el hinterland, asimilando el sistema de contenedores con sinergia, a su vez el clúster detalla problemas con accidentes y prevención en las operaciones portuarias [55]–[59]. El morado por Bruozzone A.G. inicia a tener representatividad por el uso de simulaciones en logística y cadena de suministro en áreas aeroespaciales [60]–[63]. Corbett J.J en el clúster azul, menciona el impacto de los gases de efectos invernaderos provocados por los barcos, el impacto del transporte en la atmósfera, así como su consumo de combustibles por estos [64]–[68].

Periodo de análisis: 2015 a 2019

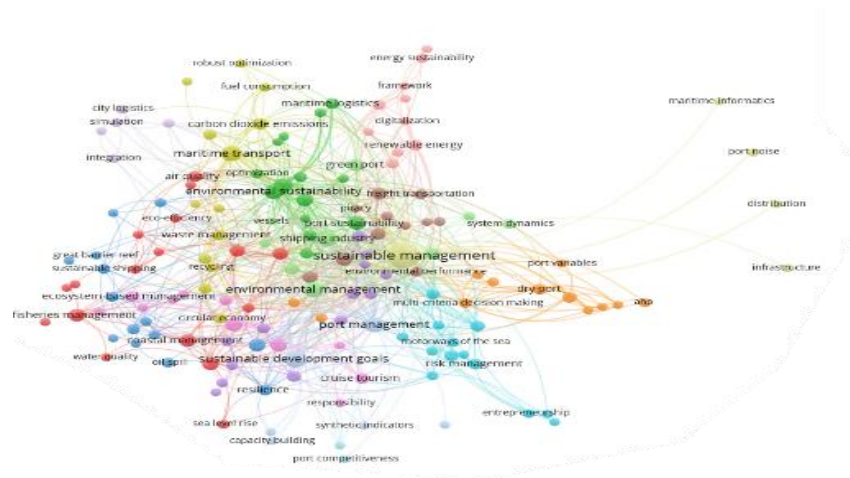


Figura 4. análisis de Co-concurrencia de las palabras claves, en áreas temáticas asociadas al desarrollo sostenible marítimo y portuario. Período 2015 – 2019. **Fuente:** Elaboración propia

A partir de este periodo la agenda 2030 es publicada y difundida por las naciones como marco de apoyo para el crecimiento sostenible. El aumento es notable y nuevos conceptos se apropian en el área de estudio. Se nota una fuerte relación de palabras claves y algunas empiezan a nacer como parte del proceso visto en los periodos anteriores. La cantidad de clústeres es evidente, por el restructuramiento de los participantes de la relación puerto-mar. El clúster verde y amarillo son los más representativos dentro del mapa, las tendencias son el termino puerto verde, transporte marítimo, la sostenibilidad medioambiental, optimización, emisiones de dióxido de carbono, combustión, gestión de desechos, el reciclaje y la operación robusta. Los clústeres azul, naranja y rosa están con sus nodos fuertemente enlazados, pero conservando la distancia central. Sus temáticas son: gestión del riesgo, emprendimiento; variables portuarias, AHP, puertos secos y la toma de decisiones multicriterio; sostenibilidad y energía renovable, con digitalización.

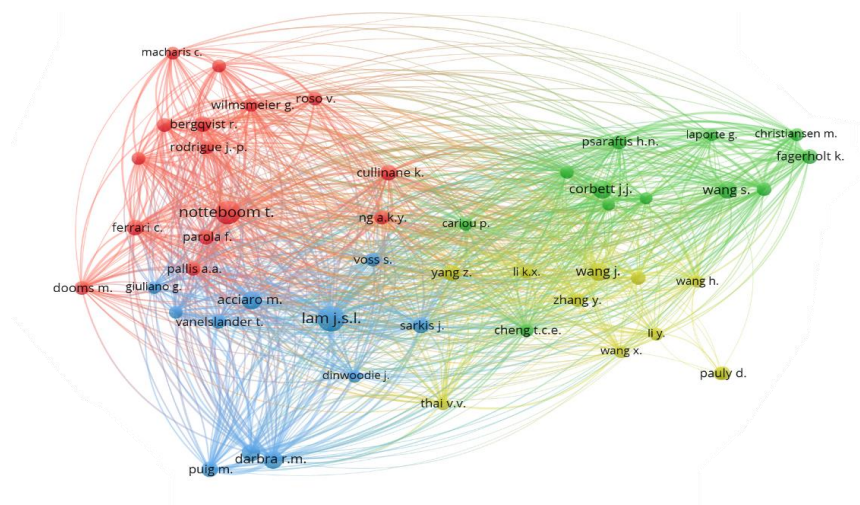


Figura 4.1. Análisis de co-citacion en autores citados durante el periodo 2015 a 2019, en áreas temáticas de desarrollo sostenible marítimo y portuario. **Fuente:** Elaboración propia.

El interés por la temática después del periodo de divulgación de los objetivos de desarrollo sostenible fomentó notablemente la cantidad de documentos y participación investigativa en el tema estudio. Los autores se interrelacionaron fuertemente en sus temáticas, indicando una relación de estudio conjunto. El nodo representativo en el clúster azul es el autor Lam J.S.L., presenta en sus publicaciones a las partes interesadas como funcionales dentro de una ciudad portuaria e integra hacia la sostenibilidad, la responsabilidad social como estrategia de planeación para las operaciones y estrategias para un hub sostenible. [69]–[75]. El clúster verde lo representa el autor Corbett J.J., en su mayoría abarca la contaminación por emisiones de gases efecto invernadero, los costos y políticas adoptadas para controlar las emisiones en áreas de actividades [67], [68], [76], [77]. El clúster rojo por Notteboom T, de los más asociados a la ecologización de puertos, la reducción de CO2 en la atmósfera y emisiones por el transporte contenerizado [70], [78], [79]. El nodo del autor Wang J. en el clúster amarillo, es el más representativo por temáticas asociadas a la automatización y reducción de tiempo de espera y sus costos, así como patrones económicos junto al uso de recursos y medioambiente asociados al riesgo en terminales y personas marítimas [80]–[84]

Período de análisis: 2020 a 2022

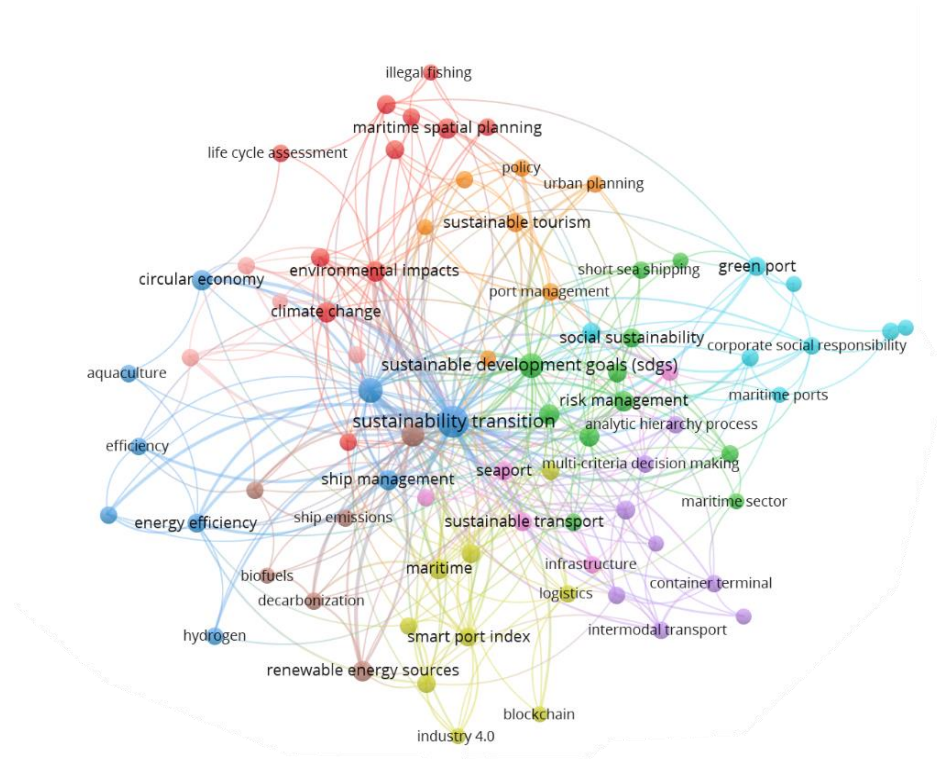


Figura 5. Análisis de Co-concurrencia de las palabras claves, en áreas temáticas asociadas al *desarrollo sostenible* marítimo y portuario. Período 2020 – 2022. **Fuente:** Elaboración propia

El periodo emergente provocado por Covid-19 derivó en el término próximo adoptado por los puertos marítimos como son los Índices de Smart port y componentes. Su correlación es significativa, la dispersión de los datos en su mayoría es central. Los clústeres visualizados son 8, como temática representativa está la transición de sostenibilidad. El clúster azul, basado en la transición experimenta conceptos como la gestión de los barcos, eficiencia energética, acuicultura, economía circular, separadas entre sí. El clúster marrón adorna temas como la descarbonización, emisiones de buques,

biocombustibles y energía renovables. Así el clúster amarillo, los índices de puertos inteligentes, la tecnología blockchain e industria 4.0 prevalecen asociados con el covid-19. Los nodos asociados al clúster azul marino es la responsabilidad social corporativa, mencionada, los puertos marítimos verdes y partes interesadas. El clúster verde, los ODS hacen presencia con fuerza sobre el clúster, acompañado de la gestión del riesgo, sostenibilidad portuaria y ambiental, como la innovación. Los nodos rojos guardan similitud respecto al cambio climático, impacto ambiental, planeación satelital marítima y ciclo de vida. Por último, el clúster naranja asocia la planeación urbana con el turismo sostenible.

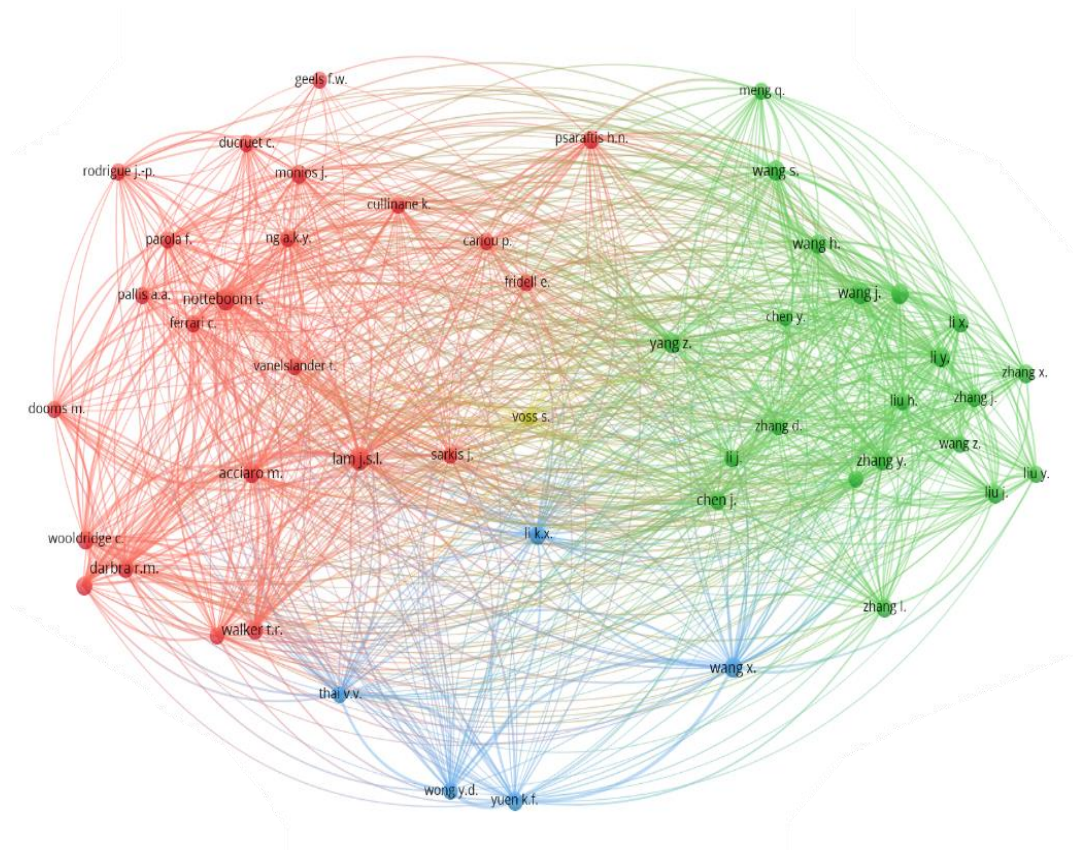


Figura 5.1. Análisis de co-citacion en autores citados durante el periodo 2020 a 2022, en áreas temáticas de *desarrollo sostenible* marítimo y portuario. **Fuente:** Elaboración propia.

Los autores se dividen en grupos relativamente distanciados, pero con similitud en investigaciones, como se visualiza en los 4 clústeres. El clúster rojo uno de los más impactantes es representado por Lam J.S.L, siendo un autor representativo en el periodo pasado, añadiendo estrategias para el crecimiento sostenible para puertos verdes, resiliencia en redes de transporte, sostenibilidad medioambiental para innovar en puertos marítimos, incluyendo en sus documentos perspectivas multi-stakholder [50], [85]–[89]. El autor Voss S. está centrado, aunque sin ninguna relación, menciona temas sobre los sistemas de informacion en puertos, estrategias de electricidad en tierra para naves y sostenibilidad en puertos, transporte y logística inteligente [90]–[93].

El clúster verde, otro de los más impactantes en la literatura es representado por Wang J. y Yang Z. tiene en cuenta la seguridad marítima, análisis y evaluación de los riesgos dentro de sus temas, así la mejora continua del desempeño y

logística de bajo carbono [94]–[100]. El nodo representativo del clúster azul es interpretado por Li K.X. y Wang X. el primero contribuye abordando con preguntas acerca de la contribución de la industria marítima en los ODS y la adaptación comercial portuaria con el cambio climático, el segundo a las regulaciones por emisiones de carbono e integración de partes interesadas en el desarrollo sostenible [101]–[104].

Análisis de acoplamiento de países

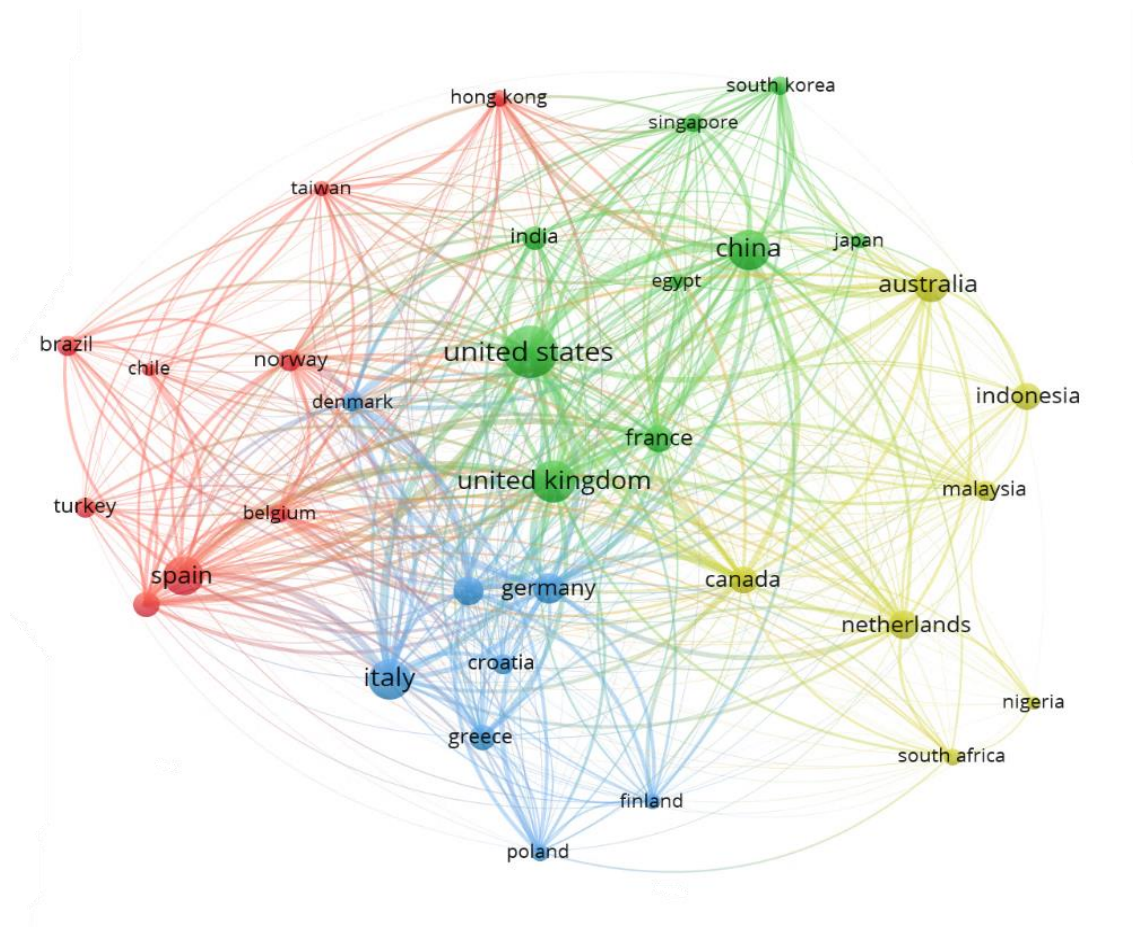


Figura 6. Análisis de acoplamiento bibliografico por países, en áreas tematicas al desarrollo sostenible marítimo y portuario. Abarca todo el periodo de tiempo estudiado. **Fuente:** Elaboracion propia.

El análisis de acoplamiento por países detalla la ubicación de los autores que lograron mayor cantidad de referencias para publicaciones e investigaciones en el campo de estudio, donde seleccionan a Estados Unidos, China, Reino Unido e Italia entre las publicaciones más influyentes por su calidad, en el área de desarrollo sostenible marítimo y portuario. Los tres países principales guardan similitud tematico por ser tomados en cuenta por otros autores para sus bibliografias o referencias. Los 4 clusteres representan tematicas con tendencia a abordar temas similares, por su referencia. En el caso del cluster verde y de países con mayor impacto está Estados Unidos, China, Reino Unido; para el azul los nodos principales son Alemania e Italia; Tanto para el amarillo y rojo, son España, noruega y países bajos con Australia respectivamente.

Los países más referenciados hacen parte del mapa bibliométrico independiente de la cantidad o antigüedad de sus publicaciones, por razón de interpretar el análisis de acoplamiento bibliográfico. Durante todo el periodo de estudio, es decir desde el año 2000 hasta 2022, las revistas también hicieron parte contributiva del estudio de desarrollo sostenible marítimo y portuario. Todas las revistas forman parte del aparato de investigación con gran participación e interés en el tema, publicando la calidad del producto, entre las más sobresalientes por su cantidad de publicaciones en el tema mostrados en l Tabla 1.

Tabla 1. Ranking de revistas que publican artículos relacionados al objeto estudio. Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por Scopus.

Nombre revista	PT ^c	CT ^c	PPC [*]	CiteScore ^a	SNIP ^a	SJR ^b
<i>Sustainability (switzerland)</i>	200	1991	10	5	1.31	0.66 Q1
<i>Marine policy</i>	51	1072	21	6.8	1.582	1.17 Q1
<i>IOP Conference Series Earth and Environmental Science</i>	49	37	0.76	0.6	0.409	0.2 N/A
<i>Journal Of Cleaner Production</i>	44	982	22	15.8	2.44	1.92 Q1
<i>Ocean And Coastal Management</i>	39	1164	30	6.2	1.383	0.97 Q1
<i>Maritime Policy and Management</i>	36	894	25	6.4	1.49	1.07 Q1
<i>Transportation Research Part D Transport and Environment</i>	25	1057	42	10.5	2.11	1.98 Q1

Nota: TP = Publicaciones totales; TC = Citaciones totales; CPP = Publicacion por citacion; SNIP = Source normalised impact per paper; SJR = Scimago journal ranking. a) Proporcionado por Scimago SJR para 2021. b) Proporcionado por SCOPUS para el 2021. c) Vosviewer, análisis de citación. *CPP = TC/TP

La revista Sustainability (switzerland) destaca por la cantidad de publicaciones totales, representa por sí sola más del doble por cada revista individual que aborde la temática estudio. Las revistas por promedio sobresalientes son Sustainability, Marine Policy, Ocean and Coastal Management y Transportation research part D Transporte and

entorno, se encuentran por encima de este. Las citas por publicación son importantes por el dinamismo de interacción de la revista donde curiosamente de menor a mayor por TP son aquellas con más CPP. El SNIP es competitivo entre cada una, excepto la segunda en lista. Por último, el SJR publicado reflejan que las revistas a excepción de IOP Conference Series Earth and Environment Science, debido a no publicarse oficialmente, representan el 25% de la población con puntuación más alta en términos de calidad e impacto por pertenecer al cuartil 1 (Q1). Lo cual se evidencia en las Tablas 2 y 3.

Tabla 2. Tendencias temáticas en investigación para los años anteriores a la publicación oficial de los objetivos de desarrollo sostenibles. **Nota.** Elaboración propia.

Período anterior a la agenda 2030			
Intervalo estudio (años)	Tendencias principales	Autores representativos	ODS Prerelacionados
2000 a 2005	ISO 14001, Seguridad y protección, Gestión zonas costeras, gestión pescadores, TI, Cooperación internacional, uso del suelo y reciclaje.	Shepherd S.A [24], [25], Castilla J.C [21], [22], Dutton I.M [33], Chou L.M. [31], [32], Johannes, R.E. [29]	14, 17, 6, 12, 15
2010 a 2015	Cambio climático, Sistema de apoyo en las decisiones, Gestión costera, redes de transporte, Regulaciones IMO, impacto ambiental, contaminación de aire, emisión de carbono.	Pauly D. [39], [50]–[52], Johnston E.L. [53], [54], Notteboom T [56]–[59], Bruzzone A.G. [60]–[63], Corbett J.J [64]–[68]	14, 17, 13, 3, 8, 12, 1, 2,

Tabla 3. Tendencias temáticas en investigación para los años posteriores a la publicación oficial de los objetivos de desarrollo sostenible. **Nota.** Elaboración propia.

Período post agenda 2030			
Año	Temáticas primarias	Autores representativos	ODS relacionados
2015 - 2020	Puerto verde, Sostenibilidad ambiental, Optimización, Emisiones de carbono, Gestión de desechos, Gestión de riesgo, Puertos secos, Toma de decisiones multicriterio, energía renovable, digitalización, economía circular, Gestión de pescadores.	Lam J.S [69]–[75], Corbett J.J [68], [76], [77], [105], Notteboom T. [70], [78], [79], Wang J. [80]–[84].	11, 13, 14, 17, 3, 9, 12, 7, 8,
Período pandemia Covid-19			
2020 - 2022	Índices de puertos inteligentes, Eficiencia energética, acuicultura, descarbonización, Biocombustibles, Energía renovable, Emisión de buques, Blockchain, Industria 4.0, Responsabilidad social corporativa, partes interesadas, Gestión del riesgo, innovación, planeación urbana, cambio climático.	Lan J.S.L [50], [85]–[89], Voss S. [90]–[93], Wang J. [94]–[96], Yang Z. [97]–[100], Li K.X. [101], [103], [104], Wang X. [101]–[103]	9, 17, 7, 13, 8, 10, 12, 16, 5, 6, 11

Conclusión

El concepto de desarrollo sostenible durante el siglo XXI ha cambiado en base a los sucesos o tendencias progresivas en intervalos de tiempo. Durante el primer periodo las tendencias en el desarrollo sostenible en el entorno marítimo y portuario marcaban en áreas de estudio hacia las ISO 14001, gestión de pesca y zonas costeras, mientras que los autores representativos fueron Shepherd S.A [24], [25], Castilla J.C [21], [22]. El Segundo periodo de estudio se mantuvo la cultura de sostenibilidad, gestión costera y pesquera, e incluyó la gestión del conocimiento, siendo los autores con relevancia Pauly D. [39]–[43] y Botsford L.W. [20], [35], Durante el tercer periodo o 2010 a 2015, se mantuvo la gestión costera y pesquera, y nacieron temáticas en el entorno marítimo y portuario como el cambio climático, emisiones de carbono y regulaciones IMO, los autores representativos fueron Pauly D. [39], [50]–[52], Johnston E.L. [53], [54], Notteboom T [56]–[59].

En el periodo de tiempo después a la resolución de los ODS u objetivos referenciados globalmente, donde el puerto verde, la sostenibilidad ambiental, gestión de pescadores, decisiones multicriterio, energías renovables fueron temáticas principales en los años de estudio, mientras que los autores han sido Lam J.S [69]–[75], Corbett J.J [68], [76], [77], [105], Notteboom T. [70], [78], [79]. Siendo Corbett un autor sobresaliente durante este periodo, teniendo en cuenta igualmente su participación en periodos pasado con menor representatividad en estos. El último periodo de estudio o post pandemia, fue caracterizado por los cambios en todos los aspectos sociales y productivos de la sociedad, donde los puertos inteligentes, la eficiencia energética, Blockchain, responsabilidad social, energía renovable, innovación y acuicultura como sinónimo remplazante de la gestión pesquera, perteneciendo estas palabras claves de impacto en este periodo de transformación, al tanto de los autores estuvieron Lam J.S.L [50], [85]–[89], Voss S. [90]–[93], Wang J. [94]–[96].

En cuanto a las publicaciones acumuladas en cada país basado en la literatura existente del estudio fueron los estados unidos, España, Italia, países bajos, reino unido y china, los países que conservaron un acoplamiento en bibliografía mayor. Las revistas indexadas más representativas por su cantidad de publicación, ranking o cuartil: Sustainability (switzerland), Marine policy, Ocean And Coastal Management, Transportation Research Part D Transport and Environment han sido las más representativas durante todo el siglo XXI. Perteneciendo todas al Q1. En cuanto al aporte en la literatura de los objetivos de desarrollo sostenible por los autores producido con machine learning en Scopus, es decir, en base a los autores referidos por el software fueron analizados los trabajos clasificados en la base de datos utilizada. Como conclusión y aporte e invitación a las partes interesadas en el desarrollo de los ODS, se presenta una sistematización sobre los faltantes a través del tiempo, pero también una visión actualizada para trabajar en los objetivos faltantes promulgados por la ONU. Debe tenerse en cuenta que, en todos los años de estudio lo ideal sería abarcar todos, por su importancia en acuerdo por los países ver tabla 4

Tabla 4. Sistematización de los ODS obtenidos con inteligencia artificial de Scopus en base a la temática de estudio. Elaboración propia

Periodo	ODS Encontrados	ODS Faltantes
1	14, 17, 6, 12, 15	1,2,3,4,5,7,8,9,10, 11,13, 16
2	14, 6, 15, 16, 12, 1, 2, 17	3,4,5,7,8,9,10,11, 13
3	14, 17, 13, 3, 8, 12, 1, 2	2,4,5,6,7,9,10,11,12,15,16
4	11, 13, 14, 17, 3, 9, 12, 7, 8	1,2,3,4,5,6,10, 15,16
5	9, 17, 7, 13, 8, 10, 12, 16, 5, 6, 11	1,2,3,4,14,15

Financiamiento

El actual artículo es un producto del grupo de investigación Tajamar, bajo el semillero de Investigación en Estudios Empresariales y del Territorio-SIET, siendo pertinente en la línea de Investigación en Emprendimiento e Innovación, en la sublínea de investigación logística portuaria dentro de la asignatura de diseño de proyectos, y la asignatura de puertos verdes del programa Técnico profesional en Procesos administrativos portuarios y proceso administrativos.

Agradecimientos

Los autores agradecen a el Semillero de Investigación en Gestión y Mejora Empresarial SIGME de la Universidad de la Costa, También a la Corporación de Educación Superior la Litoral, Barranquilla, Colombia por compartir experiencias en investigación, acercamiento a espacios de reflexión con colegas, investigadores y docentes comprometidos con la región del Caribe Colombiano, y a Carlos Rodríguez por ser un guía, por despertar ese anhelo de investigar.

Referencias

- [1] L. Rueda-Gómez *et al.*, “Ruteo costo-efectivo para la supervisión de un sistema de formación flexible para población vulnerable de la costa norte de Colombia,” no. July, pp. 24–26, 2019. Online https://laccei.org/LACCEI2019-MontegoBay/work_in_progress/WP355.pdf
- [2] C. Santamaría Delgado, “Estado del arte de los inicios de la historiografía de la música popular en Colombia,” *Memoria y Sociedad*. vol. 13, no. 26, pp. 87–103, 2009. Online <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/memoyosociedad/article/view/8232>
- [3] D. A. Sierra Gómez, “Red extensiva inteligente territorial para la ciudad región de Barranquilla,” 2017. Online <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/40193>
- [4] F. Valenciaport, “Manual de puertos inteligentes: Estrategia y hoja de ruta,” *Manual de puertos inteligentes: Estrategia y hoja de ruta*, 2020, <http://dx.doi.org/10.18235/0002384>
- [5] F. Carlucci, A. Cirà, and F. Costanza, “Is the Rapid Increase in Maritime Transports a Threat or an Opportunity for Port Cities? A System Dynamics Analysis,” in *Studies in Systems, Decision and Control*, vol. 288, Springer, 2020, pp. 31–41. https://doi.org/10.1007/978-3-030-45340-4_4
- [6] A. Klimczuk, “Public Policy: Ethics,” *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences: Second Edition*, pp. 580–585, Jan. 2015, <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-08-097086-8.75014-8>
- [7] B. Belmoukari, J. F. Audy, and P. Forget, “Smart port: a systematic literature review,” *European Transport Research Review*, vol. 15, no. 1, pp. 1–12, Dec. 2023, <https://doi.org/10.1186/s12544-023-00581-6>
- [8] E. C. Tupper, “Chapter 14 - Ship Design,” *Introduction to Naval Architecture*, pp. 343–377, Jan. 2013, <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-098237-3.00014-X>
- [9] A. F. J. Van Raan, “In matters of quantitative studies of science the fault of theorists is offering too little and asking too much,” *Scientometrics*, vol. 43, no. 1, pp. 129–139, Jul. 2006, online <https://akjournals.com/view/journals/11192/43/1/article-p129.xml>
- [10] P. Van Den Besselaar and G. Heimeriks, “Mapping research topics using word-reference co-occurrences: A method and an exploratory case study,” *Scientometrics*, vol. 68, no. 3, pp. 377–393, Jul. 2006, <https://doi.org/10.1007/S11192-006-0118-9>
- [11] P. A., “Statistical bibliography or bibliometrics,” *Journal of Documentation*, vol. 25, pp. 348–, 1969, https://doi.org/10.18919/JKG.53.1_34
- [12] N. J. Van Eck and L. Waltman, “How to normalize cooccurrence data? An analysis of some well-known similarity measures,” *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, vol. 60, no. 8, pp. 1635–1651, Aug. 2009, <https://doi.org/10.1002/ASI.21075>
- [13] D. N. Effendi *et al.*, “Bibliometric analysis of scientific literacy using VOS viewer: Analysis of science education,” *J Phys Conf Ser*, vol. 1796, no. 1, p. 012096, Feb. 2021, [24](https://doi.org/10.1088/1742-

</div>
<div data-bbox=)

- 6596/1796/1/012096
- [14] N. Donthu, S. Kumar, D. Mukherjee, N. Pandey, and W. M. Lim, “How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines,” *J Bus Res*, vol. 133, pp. 285–296, Sep. 2021, <https://doi.org/10.1016/J.JBUSRES.2021.04.070>
- [15] C. G. Beleño, C. R. Arias, and A. C. Solano, “Calidad de la Gerencia: un análisis bibliométrico,” *Ad-Gnosis*, vol. 9, no. 9, pp. 109–118, Dec. 2020, <https://doi.org/10.21803/ADGNOSIS.9.9.442>
- [16] N. J. Van Eck and L. Waltman, “Bibliometric mapping of the computational intelligence field,” *International Journal of Uncertainty Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, vol. 15, no. 5, pp. 625–645, 2007, <https://doi.org/10.1142/S0218488507004911>
- [17] A. Perianes-Rodriguez, L. Waltman, and N. J. van Eck, “Constructing bibliometric networks: A comparison between full and fractional counting,” *J Informetr*, vol. 10, no. 4, pp. 1178–1195, Nov. 2016, <https://doi.org/10.1016/J.JOI.2016.10.006>
- [18] N. J. Van Eck and L. Waltman, “Bibliometric Mapping of The Computational Intelligence Field,” *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, vol. 15, no. 5, pp. 625–645, Nov. 2011, <https://doi.org/10.1142/S0218488507004911>
- [19] J. C. Castilla and M. Fernandez, “Small-scale benthic fisheries in Chile: On co-management and sustainable use of benthic invertebrates,” *Ecological Applications*, vol. 8, no. 1 SUPPL., 1998, <https://doi.org/10.2307/2641370>
- [20] L. W. Botsford, J. C. Castilla, and C. H. Peterson, “The Management of Fisheries and Marine Ecosystems,” *Science (1979)*, vol. 277, no. 5325, pp. 509–515, Jul. 1997, <https://doi.org/10.1126/SCIENCE.277.5325.509>
- [21] G. E. Leiva and J. C. Castilla, “A review of the world marine gastropod fishery: Evolution of catches, management and the Chilean experience,” *Rev Fish Biol Fish*, vol. 11, no. 4, pp. 283–300, Dec. 2002, <https://doi.org/10.1023/A:1021368216294>
- [22] J. C. Castilla, “Coastal marine communities: Trends and perspectives from human-exclusion experiments,” *Trends Ecol Evol*, vol. 14, no. 7, pp. 280–283, Jul. 1999, [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(99\)01602-X](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(99)01602-X)
- [23] M. Fernández and J. C. Castilla, “The Chilean Artisanal Stone Crab (*Homalaspis Plana*) Fishery: Catch Trends in Open Access Zones and the Effect of Management Areas in Central Chile,” *J Shellfish Res*, vol. 16, no. 2, pp. 371–377, 1997.
- [24] S. A. Shepherd and K. R. Rodda, “Sustainability demands vigilance: Evidence for serial decline of the greenlip abalone fishery and a review of management,” *J Shellfish Res*, vol. 20, no. 2, pp. 829–841, 2001.
- [25] T. A. Okey *et al.*, “A trophic model of a Galápagos subtidal rocky reef for evaluating fisheries and conservation strategies,” *Ecol Modell*, vol. 172, no. 2–4, pp. 383–401, Mar. 2004, <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2003.09.019>
- [26] S. Jentoft, “Fisheries co-management: Delegating government responsibility to fishermen’s organizations,” *Mar Policy*, vol. 13, no. 2, pp. 137–154, Apr. 1989, [https://doi.org/10.1016/0308-597X\(89\)90004-3](https://doi.org/10.1016/0308-597X(89)90004-3)
- [27] S. Jentoft, B. J. McCay, and D. C. Wilson, “Social theory and fisheries co-management,” *Mar Policy*, vol. 22, no. 4–5, pp. 423–436, Jul. 1998, [https://doi.org/10.1016/S0308-597X\(97\)00040-7](https://doi.org/10.1016/S0308-597X(97)00040-7)
- [28] K. A. Rose, J. H. Cowan, K. O. Winemiller, R. A. Myers, and R. Hilborn, “Compensatory density dependence in fish populations: importance, controversy, understanding and prognosis,” *Fish and Fisheries*, vol. 2, no. 4, pp. 293–327, Dec. 2001, <https://doi.org/10.1046/J.1467-2960.2001.00056.X>
- [29] R. E. Johannes, “The Renaissance of Community-Based Marine Resource Management in Oceania,” *Annu Rev Ecol Syst*, vol. 33, pp. 317–340, Nov. 2003, <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.33.010802.150524>
- [30] R. E. Johannes, “The case for data-less marine resource management: Examples from tropical nearshore finfisheries,” *Trends Ecol Evol*, vol. 13, no. 6, pp. 243–246, Jun. 1998, [http://dx.doi.org/10.1016/S0169-5347\(98\)01384-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0169-5347(98)01384-6)
- [31] C. Wilkinson, L. Chou, E. Gomez, A. R. Ridzwan, S. Soekarno, and S. Sudara, “Status of coral reefs in Southeast Asia: threats and responses,” *Proceedings of the colloquium on global aspects of coral reefs*, Miami, pp. 311–3171, 1993.
- [32] P. K. L. Ng, L. M. Chou, and T. J. Lam, “The status and impact of introduced freshwater animals in Singapore,” *Biol Conserv*, vol. 64, no. 1, pp. 19–24, Jan. 1993, <http://dx.doi.org/10.1016/0006->

- 3207(93)90379-F
- [33] I. M. Dutton, W. E. Boyd, K. Luckie, S. Knox, and R. Derrett, “Measuring Coastal Landscape and Lifestyle Values: An Interpretive Approach,” *Australian Journal of Environmental Management*, vol. 2, no. 4, pp. 245–256, Jan. 1995, <http://dx.doi.org/10.1080/14486563.1995.10648335>
- [34] I. M. Dutton, P. Saenger, T. Perry, G. Luker, and G. L. Worboys, “An integrated approach to management of coastal aquatic resources—a case study from Jervis Bay, Australia,” *Aquat Conserv*, vol. 4, no. 1, pp. 57–73, Mar. 1994, <https://doi.org/10.1002/aqc.3270040106>
- [35] J. B. C. Jackson *et al.*, “Historical Overfishing and the Recent Collapse of Coastal Ecosystems,” *Science (1979)*, vol. 293, no. 5530, pp. 629–637, Jul. 2001, <https://doi.org/10.1126/science.1059199>
- [36] B. S. Halpern, “The Impact of Marine Reserves: Do Reserves Work and Does Reserve Size Matter? - Halpern - 2003 - Ecological Applications - Wiley Online Library,” *Ecological Applications*, vol. 13, no. 1, pp. 117–137, 2003, [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2003\)013\[0117:TIOMRD\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2003)013[0117:TIOMRD]2.0.CO;2)
- [37] S. Nayar, D. J. Miller, A. Hunt, B. P. L. Goh, and L. M. Chou, “Environmental effects of dredging on sediment nutrients, carbon and granulometry in a tropical estuary,” *Environ Monit Assess*, vol. 127, no. 1–3, pp. 1–13, Apr. 2007, <https://doi.org/10.1007/s10661-006-9253-2>
- [38] L. M. Chou, J. Y. Yu, and T. L. Loh, “Impacts of sedimentation on soft-bottom benthic communities in the southern islands of Singapore,” *Hydrobiologia*, vol. 515, no. 1, pp. 91–106, Mar. 2004, <https://doi.org/10.1023/B:HYDR.0000027321.23230.2f>
- [39] D. Pauly, R. Watson, and J. Alder, “Global trends in world fisheries: impacts on marine ecosystems and food security,” *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, vol. 360, no. 1453, pp. 5–12, Jan. 2005, <https://doi.org/10.1098/rstb.2004.1574>
- [40] U. Rashid Sumaila *et al.*, “Fuel price increase, subsidies, overcapacity, and resource sustainability,” *ICES Journal of Marine Science*, vol. 65, no. 6, pp. 832–840, Sep. 2008, doi: 10.1093/ICESJMS/FSN070.
- [41] D. Pauly *et al.*, “Towards sustainability in world fisheries,” *Nature*, vol. 418, no. 6898, pp. 689–695, Aug. 2002, <https://doi.org/10.1038/nature01017>
- [42] D. Pauly, J. Alder, E. Bennett, V. Christensen, P. Tyedmers, and R. Watson, “The Future for Fisheries,” *Science (1979)*, vol. 302, no. 5649, pp. 1359–1361, Nov. 2003, <https://doi.org/10.1126/science.1088667>
- [43] D. Pauly and V. Christensen, “Primary production required to sustain global fisheries,” *Nature*, vol. 374, no. 6519, pp. 255–257, Mar. 1995, <https://doi.org/10.1038/374255a0>
- [44] R. L. Lewison, L. B. Crowder, A. J. Read, and S. A. Freeman, “Understanding impacts of fisheries bycatch on marine megafauna,” *Trends Ecol Evol*, vol. 19, no. 11, pp. 598–604, Nov. 2004, <https://doi.org/10.1016/j.tree.2004.09.004>
- [45] F. C. Coleman, W. F. Figueira, J. S. Ueland, and L. B. Crowder, “The Impact of United States Recreational Fisheries on Marine Fish Populations,” *Science (1979)*, vol. 305, no. 5692, pp. 1958–1960, Sep. 2004, <https://doi.org/10.1126/science.1100397>
- [46] S. L. Brouwer, B. Q. Mann, S. J. Lamberth, W. H. H. Sauer, and C. Erasmus, “A survey of the South African shore-angling fishery,” *South African Journal of Marine Science*, no. 18, pp. 165–177, 2010, <https://doi.org/10.2989/025776197784161126>
- [47] B. Q. Mann, L. Celliers, S. T. Fennessy, S. Bailey, and A. D. Wood, “Towards the declaration of a large marine protected area: a subtidal ichthyofaunal survey of the Pondoland coast in the Eastern Cape, South Africa,” *African Journal of Marine Science*, vol. 28, no. 3–4, pp. 535–551, 2010, <https://doi.org/10.2989/18142320609504204>
- [48] K. A. Wilson *et al.*, “Conserving biodiversity in production landscapes,” *Ecological Applications*, vol. 20, no. 6, pp. 1721–1732, Sep. 2010, <https://doi.org/10.1890/09-1051.1>
- [49] I. M. Dutton, P. Saenger, T. Perry, G. Luker, and G. L. Worboys, “An integrated approach to management of coastal aquatic resources—a case study from Jervis Bay, Australia,” *Aquat Conserv*, vol. 4, no. 1, pp. 57–73, Mar. 1994, <https://doi.org/10.1002/aqc.3270040106>
- [50] U. R. Sumaila, W. W. L. Cheung, V. W. Y. Lam, D. Pauly, and S. Herrick, “Climate change impacts on the biophysics and economics of world fisheries,” *Nature Climate Change*, vol. 1, no. 9, pp. 449–456, Nov. 2011, <https://doi.org/10.1038/nclimate1301>

- [51] W. W. L. Cheung, V. W. Y. Lam, J. L. Sarmiento, K. Kearney, R. Watson, and D. Pauly, “Projecting global marine biodiversity impacts under climate change scenarios,” *Fish and Fisheries*, vol. 10, no. 3, pp. 235–251, Sep. 2009, <http://dx.doi.org/10.1111/J.1467-2979.2008.00315.X>
- [52] W. W. L. Cheung *et al.*, “Large-scale redistribution of maximum fisheries catch potential in the global ocean under climate change,” *Glob Chang Biol*, vol. 16, no. 1, pp. 24–35, Jan. 2010, <http://dx.doi.org/10.1111/J.1365-2486.2009.01995.X>
- [53] R. F. Piola, K. A. Dafforn, and E. L. Johnston, “The influence of antifouling practices on marine invasions,” *Biofouling* vol. 25, no. 7, pp. 633–644, Oct. 2009, <https://doi.org/10.1080/08927010903063065>
- [54] K. A. Dafforn, T. M. Glasby, and E. L. Johnston, “Links between estuarine condition and spatial distributions of marine invaders,” *Divers Distrib*, vol. 15, no. 5, pp. 807–821, Sep. 2009, <https://doi.org/10.1111/J.1472-4642.2009.00587.X>
- [55] T. E. Notteboom, C. Coeck, A. Verbeke, and W. Winkemans, “Containerization and the competitive potential of upstream urban ports in Europe,” *Maritime Policy & Management*, vol. 24, no. 3, pp. 285–289, 2006, <https://doi.org/10.1080/03088839700000031>
- [56] J. P. Rodrigue and T. Notteboom, “The terminalization of supply chains: reassessing the role of terminals in port/hinterland logistical relationships,” *Maritime Policy & Management*, vol. 36, no. 2, pp. 165–183, 2009, <https://doi.org/10.1080/03088830902861086>
- [57] T. E. Notteboom, “Concentration and load centre development in the European container port system,” *J Transp Geogr*, vol. 5, no. 2, pp. 99–115, Jun. 1997, doi: 10.1016/S0966-6923(96)00072-5.
- [58] J. P. Rodrigue, T. Notteboom, and A. A. Pallis, “The financialization of the port and terminal industry: revisiting risk and embeddedness,” *Maritime Policy & Management*, vol. 38, no. 2, pp. 191–213, Mar. 2011, <https://doi.org/10.1080/03088839.2011.556675>
- [59] T. Notteboom, “An application of multi-criteria analysis to the location of a container hub port in South Africa,” *Maritime Policy & Management*, vol. 38, no. 1, pp. 51–79, Jan. 2011, <https://doi.org/10.1080/03088839.2010.533710>
- [60] A. Bruzzone, F. Longo, L. Nicoletti, E. Bottani, and R. Montanari, “Simulation, analysis and optimization of container terminals processes,” *International Conference on Harbour, Maritime and Multimodal Logistics Modelling and Simulation*, vol. 1, pp. 241–249, 2011.
- [61] A. G. Bruzzone, R. Mosca, R. Revetria, and S. Rapallo, “Risk analysis in harbor environments using simulation,” *Saf Sci*, vol. 35, no. 1–3, pp. 75–86, Jun. 2000, doi: 10.1016/S0925-7535(00)00023-0.
- [62] A. G. Bruzzone, “Supply Chain Simulation,” *Simulation*, vol. 76, no. 5, p. 307, May 2001, <https://doi.org/10.1177/003754970107600518>
- [63] A. G. Bruzzone, R. Mosca, R. Revetria, E. Bocca, and E. Briano, “Agent Directed HLA Simulation for Complex Supply Chain Modeling,” *Simulation*, vol. 81, no. 9, pp. 647–655, Sep. 2005, <https://doi.org/10.1177/0037549704047602>
- [64] J. J. Corbett, D. A. Lack, J. J. Winebrake, S. Harder, J. A. Silberman, and M. Gold, “Arctic shipping emissions inventories and future scenarios,” *Atmos Chem Phys*, vol. 10, no. 19, pp. 9689–9704, 2010, <https://doi.org/10.5194/ACP-10-9689-2010>
- [65] B. Comer *et al.*, “Marine Vessels as Substitutes for Heavy-Duty Trucks in Great Lakes Freight Transportation,” *Journal of the Air & Waste Management Association*, vol. 60, no. 7, pp. 884–890, 2012, <https://doi.org/10.3155/1047-3289.60.7.884>
- [66] J. J. Winebrake, J. J. Corbett, E. H. Green, A. Lauer, and V. Eyring, “Mitigating the health impacts of pollution from oceangoing shipping: An assessment of low-sulfur fuel mandates,” *Environ Sci Technol*, vol. 43, no. 13, pp. 4776–4782, Jul. 2009, <https://doi.org/10.1021/es803224q>
- [67] D. A. Lack *et al.*, “Particulate emissions from commercial shipping: Chemical, physical, and optical properties,” *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, vol. 114, no. D7, pp. 0–04, Apr. 2009, <https://doi.org/10.1029/2008JD011300>
- [68] J. J. Corbett, H. Wang, and J. J. Winebrake, “The effectiveness and costs of speed reductions on emissions from international shipping,” *Transp Res D Transp Environ*, vol. 14, no. 8, pp. 593–598, Dec. 2009, <https://doi.org/10.1016/j.trd.2009.08.005>

- [69] Ç. Iris and J. S. L. Lam, “A review of energy efficiency in ports: Operational strategies, technologies and energy management systems,” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 112, pp. 170–182, Sep. 2019, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.04.069>
- [70] J. S. L. Lam and T. Notteboom, “The Greening of Ports: A Comparison of Port Management Tools Used by Leading Ports in Asia and Europe,” *Transport Reviews*, vol. 34, no. 2, pp. 169–189, 2014, <https://doi.org/10.1080/01441647.2014.891162>
- [71] J. S. L. Lam and S. Su, “Disruption risks and mitigation strategies: an analysis of Asian ports,” *Maritime Policy & Management*, vol. 42, no. 5, pp. 415–435, Jul. 2015, <https://doi.org/10.1080/03088839.2015.1016560>
- [72] K. Wang, A. K. Y. Ng, J. S. L. Lam, and X. Fu, “Cooperation or competition Factors and conditions affecting regional port governance in South China,” *Maritime Economics and Logistics*, vol. 14, no. 3, pp. 386–408, Sep. 2012, <https://doi.org/10.1016/j.ajsl.2022.03.001>
- [73] J. S. L. Lam, “Designing a sustainable maritime supply chain: A hybrid QFD–ANP approach,” *Transp Res E Logist Transp Rev*, vol. 78, pp. 70–81, Jun. 2015, <https://doi.org/10.1016/j.tre.2014.10.003>
- [74] J. S. L. Lam and J. M. Lim, “Incorporating corporate social responsibility in strategic planning: Case of ship-operating companies,” *International Journal of Shipping and Transport Logistics*, vol. 8, no. 3, pp. 273–293, 2016, <https://doi.org/10.1504/IJSTL.2016.076258>
- [75] J. S. L. Lam and W. Y. Yap, “A Stakeholder Perspective of Port City Sustainable Development,” *Sustainability 2019, Vol. 11, Page 447*, vol. 11, no. 2, p. 447, Jan. 2019, <https://doi.org/10.3390/su11020447>
- [76] J. J. Corbett and J. J. Winebrake, “Emissions Tradeoffs among Alternative Marine Fuels: Total Fuel Cycle Analysis of Residual Oil, Marine Gas Oil, and Marine Diesel Oil,” *Journal of the Air & Waste Management Association*, vol. 58, no. 4, pp. 538–542, 2012, <https://doi.org/10.3155/1047-3289.58.4.538>
- [77] E. W. Carr and J. J. Corbett, “Ship Compliance in Emission Control Areas: Technology Costs and Policy Instruments,” *Environ Sci Technol*, vol. 49, no. 16, pp. 9584–9591, Aug. 2015, <https://doi.org/10.1021/acs.est.5b02151>
- [78] C. Pierre, P. Francesco, and N. Theo, “Towards low carbon global supply chains: A multi-trade analysis of CO2 emission reductions in container shipping,” *Int J Prod Econ*, vol. 208, pp. 17–28, Feb. 2019, <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.11.016>
- [79] T. Notteboom and Z. Yang, “Port governance in China since 2004: Institutional layering and the growing impact of broader policies,” *Research in Transportation Business & Management*, vol. 22, pp. 184–200, Mar. 2017, <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2016.09.002>
- [80] Y. T. Xi, Z. L. Yang, Q. G. Fang, W. J. Chen, and J. Wang, “A new hybrid approach to human error probability quantification—applications in maritime operations,” *Ocean Engineering*, vol. 138, pp. 45–54, Jul. 2017, <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2017.04.018>
- [81] S. Fan, J. Zhang, E. Blanco-Davis, Z. Yang, J. Wang, and X. Yan, “Effects of seafarers’ emotion on human performance using bridge simulation,” *Ocean Engineering*, vol. 170, pp. 111–119, Dec. 2018, <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2018.10.021>
- [82] A. John, Z. Yang, R. Riahi, and J. Wang, “A risk assessment approach to improve the resilience of a seaport system using Bayesian networks,” *Ocean Engineering*, vol. 111, pp. 136–147, Jan. 2016, <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2015.10.048>
- [83] M. Kiani, S. Bonsall, J. Wang, and A. Wall, “A break-even model for evaluating the cost of container ships waiting times and berth unproductive times in automated quayside operations,” *WMU Journal of Maritime Affairs*, vol. 5, no. 2, pp. 153–179, 2006, <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.07.376>
- [84] K. Mokhtari, J. Ren, C. Roberts, and J. Wang, “Application of a generic bow-tie based risk analysis framework on risk management of sea ports and offshore terminals,” *J Hazard Mater*, vol. 192, no. 2, pp. 465–475, Aug. 2011, <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2011.05.035>
- [85] N. K. Tran and J. S. L. Lam, “Effects of container ship speed on CO2 emission, cargo lead time and supply chain costs,” *Research in Transportation Business & Management*, vol. 43, p. 100723, Jun. 2022, <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2021.100723>
- [86] M. Acciaro *et al.*, “Environmental sustainability in seaports: a framework for successful innovation,” *Maritime*

- Policy & Management*, vol. 41, no. 5, pp. 480–500, Jul. 2014, <https://doi.org/10.1080/03088839.2014.932926>
- [87] Ç. Iris and J. S. L. Lam, “Optimal energy management and operations planning in seaports with smart grid while harnessing renewable energy under uncertainty,” *Omega (Westport)*, vol. 103, p. 102445, Sep. 2021, <https://doi.org/10.1016/j.omega.2021.102445>
- [88] H. Chen, J. S. L. Lam, and N. Liu, “Strategic investment in enhancing port–hinterland container transportation network resilience: A network game theory approach,” *Transportation Research Part B: Methodological*, vol. 111, pp. 83–112, May 2018, <https://doi.org/10.1016/j.trb.2018.03.004>
- [89] M. H. Ha, Z. Yang, and J. S. L. Lam, “Port performance in container transport logistics: A multi-stakeholder perspective,” *Transp Policy (Oxf)*, vol. 73, pp. 25–40, Jan. 2019, <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2018.09.021>
- [90] J. Yu, S. Voß, and G. Tang, “Strategy development for retrofitting ships for implementing shore side electricity,” *Transp Res D Transp Environ*, vol. 74, pp. 201–213, Sep. 2019, <https://doi.org/10.1016/j.trd.2019.08.004>
- [91] L. Heilig and S. Voß, “Information systems in seaports: a categorization and overview,” *Information Technology and Management*, vol. 18, no. 3, pp. 179–201, Sep. 2017, <https://doi.org/10.1007/s10799-016-0269-1>
- [92] E. Lalla-Ruiz, L. Heilig, and S. Voß, “Environmental Sustainability in Ports,” *Sustainable Transportation and Smart Logistics: Decision-Making Models and Solutions*, pp. 65–89, Jan. 2019, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814242-4.00003-X>
- [93] L. Heilig, E. Lalla-Ruiz, and S. Voß, “Digital transformation in maritime ports: analysis and a game theoretic framework,” *NETNOMICS: Economic Research and Electronic Networking*, vol. 18, no. 2–3, pp. 227–254, Dec. 2017, <https://doi.org/10.1007/s11066-017-9122-x>
- [94] E. Özaydın, R. Fışkın, Ö. Uğurlu, and J. Wang, “A hybrid model for marine accident analysis based on Bayesian Network (BN) and Association Rule Mining (ARM),” *Ocean Engineering*, vol. 247, p. 110705, Mar. 2022, <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2022.110705>
- [95] S. Fang, Z. Liu, X. Wang, J. Wang, and Z. Yang, “Simulation of evacuation in an inclined passenger vessel based on an improved social force model,” *Saf Sci*, vol. 148, p. 105675, Apr. 2022, <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2022.105675>
- [96] S. Fan, Z. Yang, J. Wang, and J. Marsland, “Shipping accident analysis in restricted waters: Lesson from the Suez Canal blockage in 2021,” *Ocean Engineering*, vol. 266, p. 113119, Dec. 2022, <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2022.113119>
- [97] C. Kontovas *et al.*, “Fostering innovation in the blue economy within the United Kingdom (UK): A stakeholders’ perspective,” *Ocean Coast Manag*, vol. 224, p. 106143, Jun. 2022, <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2022.106143>
- [98] C. Wan, J. Tao, Z. Yang, and D. Zhang, “Evaluating recovery strategies for the disruptions in liner shipping networks: a resilience approach,” *The International Journal of Logistics Management*, vol. 33, no. 2, pp. 389–409, Apr. 2022, <https://doi.org/10.1108/IJLM-05-2021-0263>
- [99] M. Jiang, J. Lu, Z. Qu, and Z. Yang, “Port vulnerability assessment from a supply Chain perspective,” *Ocean Coast Manag*, vol. 213, p. 105851, Nov. 2021, <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.105851>
- [100] M. C. P. Poo, Z. Yang, D. Dimitriu, Z. Qu, Z. Jin, and X. Feng, “Climate Change Risk Indicators (CCRI) for seaports in the United Kingdom,” *Ocean Coast Manag*, vol. 205, p. 105580, May 2021, <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.105580>
- [101] X. Wang, K. F. Yuen, Y. D. Wong, and K. X. Li, “How can the maritime industry meet Sustainable Development Goals? An analysis of sustainability reports from the social entrepreneurship perspective,” *Transp Res D Transp Environ*, vol. 78, p. 102173, Jan. 2020, <https://doi.org/10.1016/j.trd.2019.11.002>
- [102] K. F. Yuen, X. Wang, Y. D. Wong, and Q. Zhou, “Antecedents and outcomes of sustainable shipping practices: The integration of stakeholder and behavioural theories,” *Transp Res E Logist Transp Rev*, vol. 108, pp. 18–35, Dec. 2017, <https://doi.org/10.1016/j.tre.2017.10.002>
- [103] K. F. Yuen, X. Wang, Y. D. Wong, and K. X. Li, “The role of stakeholder participation and sustainability integration in maritime transport: A structure-conduct-performance analysis,” *Transp Policy (Oxf)*, vol. 99, pp. 44–53, Dec. 2020, <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2020.08.011>

- [104] A. K. Y. Ng, T. Wang, Z. Yang, K. X. Li, and C. Jiang, “How is Business Adapting to Climate Change Impacts Appropriately? Insight from the Commercial Port Sector,” *Journal of Business Ethics*, vol. 150, no. 4, pp. 1029–1047, Jul. 2018, <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202123400055>
- [105] J. J. Winebrake *et al.*, “Assessing Energy, Environmental, and Economic Tradeoffs in Intermodal Freight Transportation,” *Journal of the Air & Waste Management Association*, vol. 58, no. 8, pp. 1004–1013, 2012, <https://doi.org/10.3155/1047-3289.58.8.1004>

Autor 1. Joven innovador MINCIENCIAS. Estudiante de procesos administrativos portuarios, integrante del semillero de investigación SIET. Tecnólogo en distribución física internacional. Perfeccionamiento profesional en Gestión de proyectos. Investigador con experiencia en ciencias sociales, económicas y gestión de empresarial. Corporación de Educación Superior del Litoral. <https://orcid.org/0009-0007-5706-3183>

Autor 2. Maestrando en Administración y negocios. Especialista en alta gerencia. Diplomado en pedagogía y docencia universitaria, Diplomado en MIPG. Investigador con experiencia en ciencias sociales: gestión del talento humano, liderazgo, administración social, administración estratégica, psicología, marketing. Con manejo de TIC. Docente investigador, con experiencia en creación y ejecución de proyectos de regalías. Formador de formadores. Diligente, emprendedor y líder resonante. <https://orci.d.org/0000-0002-2976-083>

Autor 3. Profesor Tiempo Completo Universidad de la Costa. Magíster en Ingeniería. Director del Semillero de Investigación en Gestión y Mejora Empresarial SIGME. Es Par evaluador e Investigador Junior reconocido por Minciencias. Sus intereses en las líneas de investigación son sobre: Desarrollo Sostenible, Sostenibilidad Empresarial, Innovación y Competitividad en las organizaciones. Posee sólidos conocimientos en la enseñanza y la aplicación de herramientas tecnológicas y ofimáticas para la Mejora Continua, la Simulación de Sistemas y la Optimización de Procesos bajo diferentes escenarios. <https://orcid.org/0000-0001-6034-695X>