



Universidad César Vallejo

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Disrupciones impulsadas por la transformación digital en el
dominio de la sostenibilidad ambiental: Revisión sistemática**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Mamani Huayllani, Jhon Elvis (ORCID: 0000-0001-7681-7349)

Cutipa Condori, Liz Elizabeth (ORCID: 0000-0003-4525-6213)

ASESOR:

Mgtr. Garzon Flores, Alcides (ORCID: 0000-0002-0218-8743)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistema de Gestión Ambiental

LIMA – PERÚ

AÑO 2022

Dedicatoria

Este trabajo lo quiero dedicar especialmente a mi madre por el apoyo incondicional.

Y a mi padre quien guía mi camino día a día desde el cielo

Cutipa Condori, Luz Elizabeth

A Dios por ser mi creador, fortaleza y por darme sabiduría.

A mis padres por su amor, confianza, preocupación por mi educación y por ser mi apoyo incondicional a lo largo de mi formación.

A mis hermanos, esposa e hijo por ser mi motivación a seguir adelante.

Mamani Huayllani, Jhon Elvis

Agradecimiento

Agradezco a mis profesores quienes con su gran sabiduría me ayudaron a llegar al punto donde me encuentro.

Sencillo no fue, pero gracias a la transmisión de sus conocimientos y la dedicación, he logrado importantes objetivos como culminar el desarrollo de mi tesis con éxito.

Cutipa Condori, Luz Elizabeth

Agradezco a Dios por guiarme en mi camino y por permitirme concluir con mi objetivo.

A mis padres por su esfuerzo, por ser mi motor y mi mayor inspiración, que, a través de su amor y buenos valores, ayudan a trazar mi camino.

A mi esposa por ser el apoyo incondicional en mi vida, que, con su amor y respaldo, me ayuda alcanzar mis objetivos.

Y por supuesto a la Universidad y a todas las autoridades, por permitirme concluir con una etapa de mi vida, gracias por la paciencia, orientación y guiarme en el desarrollo de esta investigación.

Mamani Huayllani, Jhon Elvis

Índice de contenidos

Caratula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos	vii
Índice de abreviaturas	viii
Resumen	ix
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	10
3.1. Tipo y diseño de investigación	10
3.2. Categorías, subcategorías y matriz de categorización apriorística	11
3.3. Escenario de estudio	12
3.4. Participantes	13
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	13
3.6. Procedimientos	14
3.7. Rigor científico	16
3.8. Método de análisis de información	16
3.9. Aspectos éticos	16
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
4.1. Control de polución	21
4.2. Agenda de Investigación 1: Capacidades para la Transformación Digital Ambientalmente Sostenible	23
4.3. Agenda de Investigación 2: Desempeño Organizacional y Digitalización de Prácticas de Sostenibilidad Ambiental	24
4.4. Agenda de Investigación 3: Estrategia de Transformación Digital y Sostenibilidad Ambiental	25
V. CONCLUSIONES	27

VI. RECOMENDACIONES

28

REFERENCIAS

29

Índice de tablas

Tabla N° 1.	Matriz de categorización apriorística	11
Tabla N° 2.	Transformaciones digitales en el control de la contaminación.	17
Tabla N° 3.	Transformaciones digitales en la gestión de residuos.	18
Tabla N° 4.	Transformaciones digitales en la producción sostenible.	18
Tabla N° 5.	Transformaciones digitales en la sostenibilidad urbana.	19

Índice de figuras

Figura N° 1. Figura con la evolución histórica por etapas	14
Figura N° 2. Línea de tiempo de evolución de la calidad. Tomado de Torres et al. (2010).	15
Figura N° 3. Transformaciones digitales identificadas en sostenibilidad Ambiental	19
Figura N° 1. Número de publicaciones por año.	20

Índice de abreviaturas

Algoritmo genético (AG).

Cuarta Revolución Industrial (IR 4.0).

Inteligencia artificial (IA).

Internet de las cosas (IoT).

Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Pequeñas y medianas empresas (PYMES).

Revisión sistemática de la literatura (RSL)

Tecnología de la información (TI).

Resumen

La transformación digital se refiere a las disrupciones sin precedentes en la sociedad, la industria y las organizaciones estimuladas por los avances en las tecnologías digitales como la inteligencia artificial, el análisis de big data, la computación en la nube y el Internet de las cosas (IoT). Actualmente, hay una falta de estudios para mapear la transformación digital en el dominio de la sostenibilidad ambiental. Esta investigación identifica las disrupciones impulsadas por la transformación digital en el dominio de la sostenibilidad ambiental a través de una revisión sistemática de la literatura. Los resultados presentan un marco que describe las transformaciones en cuatro áreas clave: control de la contaminación, gestión de residuos, producción sostenible y sostenibilidad urbana. Las transformaciones en cada área clave se dividen en otras subcategorías. Este estudio propone una agenda para futuras investigaciones en términos de capacidades organizacionales, desempeño y estrategia de transformación digital con respecto a la sostenibilidad ambiental.

Palabras clave: inteligencia artificial, internet de las cosas, sostenibilidad ambiental, transformación digital.

Abstract

Digital transformation refers to the unprecedented disruptions in society, industry and organizations stimulated by advances in digital technologies such as artificial intelligence, big data analysis, cloud computing and the Internet of Things (IoT). Currently, there is a lack of studies to map the digital transformation in the domain of environmental sustainability. This research identifies disruptions driven by digital transformation in the domain of environmental sustainability through a systematic review of the literature. The results present a framework that describes the transformations in four key areas: pollution control, waste management, sustainable production, and urban sustainability. Transformations in each key area are divided into other subcategories. This study proposes an agenda for future research in terms of organizational capabilities, performance, and digital transformation strategy with respect to environmental sustainability.

Keywords: artificial intelligence, digital transformation, environmental sustainability, internet of things

I. INTRODUCCIÓN

La transformación digital es un proceso impulsado por las tecnologías digitales donde se desencadenan disrupciones en las organizaciones, y sus impactos son enormes en los mecanismos de creación de valor, estrategia y estructura de la organización (Vial 2019).

También, se ha expandido hacia nuevos modelos de negocios, causando intermisión en los mercados e industrias globales. Las ondas de choque de la transformación digital han colapsado los negocios tradicionales, como resultado de la entrada de empresas con conocimientos digitales.

Se pueden observar algunos casos destacados de este tipo en el mercado global. Como ejemplo, se tiene a booking.com que realizó un corte radical a los negocios hoteleros (Verhoef et al. 2021), Spotify introdujo cambios revolucionarios en la industria de la música (Wlömert y Papiés 2016) y las empresas establecidas se han transformado, por ejemplo, la digitalización de Starbucks (Fitzgerald 2013). Estos bloqueos fueron permitidos gracias a tecnologías digitales como internet de las cosas, cloud computing, la robótica y la tecnología inteligente (Karimi y Walter 2015).

Si bien estas tecnologías son las encargadas de fomentar la transformación digital, existen otros factores que la expanden. Un ejemplo de estos serían la adopción de tecnologías, las percepciones y actitudes hacia el cambio tecnológico y la resiliencia y adaptabilidad al bienestar relacionado con el trabajo (Lemon y Verhoef 2016). También existen impactos relacionados más allá de estos campos, tales como los recursos humanos (Agarwal et al. 2010) y la cultura/clima organizacional (Chan, Ghose y Seamans 2016).

Además, se espera que la transformación digital cobre un peaje en el triángulo de la sostenibilidad, es decir, la sostenibilidad ambiental (Kamble, Gunasekaran y Gawankar 2018; Lopes de Sousa Jabbour et al. 2018). Su desarrollo también optimiza sectores relacionados a los recursos humanos y ambientales (Weersink

et al. 2018). Por lo tanto, la transformación digital se puede externalizar a muchos más aspectos que actualmente se ignoran, como el impacto en las relaciones en el lugar de trabajo (Vial 2019), la sociedad (Majchrzak, Lynne Markus y Wareham 2016), el desempeño (Verhoef et al. 2021), y el medio ambiente.

La protección del medio ambiente contra la contaminación y la degradación de los recursos sigue siendo un gran desafío (Beier et al. 2020) y requiere más atención a la transformación digital. Esta investigación también indica que los efectos de la transformación digital en la sostenibilidad ambiental son inciertos (Beier et al. 2020) y, por lo tanto, esto constituye la motivación de nuestro estudio.

Los hallazgos de nuestro estudio apoyaran la comprensión del impacto de la transformación digital en la sostenibilidad ambiental, lo que fomentara a definir metas en las naciones (Kulik, Steshenko y Kirilenko 2017). En este estudio, se mapea las disrupciones relacionadas con la transformación digital con respecto a la sostenibilidad ambiental.

A través de una revisión sistemática de la literatura, este documento identifica y clasifica los impactos de las transformaciones digitales en la sostenibilidad ambiental en cuatro áreas, a saber, gestión de residuos, control de la contaminación, producción sostenible y sostenibilidad urbana, que a su vez se dividen en subcategorías (Figura 3). Se proponen tres áreas principales de sostenibilidad ambiental para futuras investigaciones, como las capacidades organizacionales, el desempeño y la estrategia de transformación digital.

El resto de este documento está organizado de la siguiente manera. La siguiente sección define qué es la transformación digital y cómo se relaciona con la sostenibilidad ambiental. Los métodos de investigación utilizados para este estudio se presentan en la siguiente sección. Después de eso, se presentan los principales hallazgos de la investigación y se brinda un marco teórico para comprender las alteraciones de la sostenibilidad ambiental causadas por la transformación digital. Posteriormente, se discuten las implicaciones significativas de esta investigación y

proponemos una agenda para futuras investigaciones y, finalmente, la conclusión completa el artículo.

Sobre la base de realidad problemática presentada se planteó el problema general y los problemas específicos de la investigación. El problema general de la investigación fue ¿Qué disrupciones están teniendo lugar en el dominio de la sostenibilidad ambiental habilitado por la transformación digital? Los problemas específicos de la investigación fueron los siguientes:

- **PE1:** ¿Cómo el control de la polución y la gestión de residuos están teniendo lugar en el dominio de la sostenibilidad ambiental habilitado por la transformación digital?
- **PE2:** ¿Cómo la producción sostenible y la sostenibilidad urbana están teniendo lugar en el dominio de la sostenibilidad ambiental habilitado por la transformación digital?
- **PE3:** ¿Qué agendas de investigación se conciben respecto a la transformación, desempeño y estrategias digitales ambientalmente sostenibles?

El objetivo general fue Identificar qué disrupciones están teniendo lugar en el dominio de la sostenibilidad ambiental habilitado por la transformación digital. Los objetivos específicos fueron los siguientes:

- **OE1:** Analizar cómo están teniendo lugar el control de la polución y la gestión de residuos en el dominio de la sostenibilidad ambiental habilitados por la transformación digital.
- **OE2:** Analizar cómo están teniendo lugar la producción sostenible y la sostenibilidad urbana en el dominio de la sostenibilidad ambiental habilitados por la transformación digital.
- **OE3:** Proponer agendas de investigación respecto a la transformación, desempeño y estrategias digitales ambientalmente sostenibles.

II. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se ofrece una síntesis de los antecedentes más relevantes, teorías y enfoques conceptuales respecto a las disrupciones impulsadas por la transformación digital en el dominio de la sostenibilidad ambiental.

Yazdani et al. (2021) cuya investigación propone una simeurística novedosa basada en un enfoque integrado de simulación-optimización, en el que se aplica un algoritmo genético (AG) híbrido eficiente para optimizar la planificación de rutas de vehículos para la recolección de residuos de construcción y demolición desde proyectos de construcción hasta instalaciones de reciclaje. Se realizó un análisis comparativo con los enfoques bien conocidos existentes para representar la fuerza y la eficacia del enfoque propuesto. Los resultados demuestran un alto rendimiento del algoritmo simheurístico propuesto. Esta investigación contribuye en gran medida a los académicos al iluminar las formas de optimizar los problemas futuros de recolección de residuos en un rango más amplio y de manera más precisa. Este estudio recomienda a los responsables de la toma de decisiones y a los profesionales de los residuos de construcción y demolición que asignen los residuos de construcción y demolición generados a las instalaciones de reciclaje precisamente con respecto a la capacidad de los residuos de construcción y demolición producidos, la capacidad de las instalaciones de reciclaje, las distancias y la capacidad de los vehículos.

Balogun et al. (2020) proporcionan una descripción general del primer objetivo de desarrollo sostenible “hacer que las ciudades y los asentamientos humanos inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles” (USDG) y explora algunas de las dificultades relacionadas con el uso de este objetivo como herramienta para mejorar las ciudades. Argumentamos que surgen desafíos en torno a la selección de los indicadores en primer lugar y también en torno al uso práctico de estos indicadores una vez seleccionados. Los tres principales problemas prácticos del uso de indicadores incluyen 1) la escasa disponibilidad de datos estandarizados, abiertos y comparables 2) la falta de instituciones sólidas de recolección de datos a escala de la ciudad para apoyar el monitoreo del USDG y 3) la "localización": la adopción

y el contexto aplicación específica de la meta por parte de diversos actores en ciudades muy diferentes. Además de la complejidad, la conversación del USDG se lleva a cabo al mismo tiempo que la proliferación de una desconcertante variedad de sistemas de indicadores. a diferentes escalas. Impulsados por el cambio tecnológico, los debates sobre la “revolución de los datos” y la “ciudad inteligente” también tienen una relación directa con el USDG.

Idrees y Zheng (2020) presenta una revisión breve pero completa de estos sistemas de monitoreo de la contaminación del aire, sus tecnologías y protocolos habilitadores. Se clasificó el trabajo reciente en dos clases principales como sistemas de monitoreo de aire estáticos y móviles basados en los portadores del nodo de detección y las estrategias de implementación. Las subcategorías incluyen dispositivos de monitoreo portátiles, enfoques compatibles con la comunidad, sistemas basados en WSN y enfoques compatibles con IoT. Se realizaron amplias evaluaciones de desempeño y la comparación entre estas categorías con respecto a su arquitectura y las herramientas incorporadas. Además, el presente estudio exploró los problemas, el trabajo preliminar y la metodología para diseñar un sistema de monitoreo de la contaminación del aire en tiempo real. Finalmente, la revisión deliberó los límites de los trabajos existentes y resume los objetivos que deben alcanzarse en los futuros sistemas de monitoreo del aire para hacerlos más precisos y realistas.

Allam y Dhunny (2019) abordaron cuestiones como ¿la IA aceleraría nuestro progreso en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas (ONU) o nos llevaría más lejos en el camino hacia una mayor incertidumbre económica, colapso ambiental y agitación social? ¿Cuáles son algunas de las implicaciones para el liderazgo empresarial y la educación de los futuros líderes empresariales? mediante el análisis de los impactos de la IA en tres estudios de caso. Extrae algunas inferencias preliminares para la educación gerencial y el negocio de las corporaciones líderes en medio de un rápido cambio tecnológico y social. Este estudio combina las perspectivas de estrategia empresarial y política pública para analizar los impactos de la IA en el desarrollo sostenible con un enfoque específico en el avance de los ODS. También extrae algunas lecciones

sobre el aprendizaje gerencial y el desarrollo de liderazgo para la sostenibilidad global.

Asadi et al. (2020) cuyo estudio tuvo como objetivo investigar los factores que influyen en la adopción de la innovación verde y sus posibles efectos en el desempeño de la industria hotelera. La recopilación de datos se realizó mediante la inspección de 183 hoteles en Malasia. El análisis de datos se llevó a cabo empleando el método de mínimos cuadrados parciales. Se determinó que los dos factores de desempeño ambiental y económico tienen la mayor influencia, afectando los procedimientos de innovación verde de manera positiva y significativa. Los resultados del presente estudio tienen importantes implicaciones para la investigación hotelera, ya que demuestran la importancia y el potencial de la innovación verde para promover un desempeño sostenible en la industria hotelera. El modelo propuesto y los factores influyentes identificados de la innovación verde pueden ayudar a los responsables de la formulación de políticas y a los directores de hoteles a comprender los factores que conducen a la adopción de estas prácticas en la industria hotelera.

Ye et al. (2020) presentan los desarrollos en tecnologías de inteligencia artificial para el control de la contaminación ambiental. Se repasaron las características, ventajas y limitaciones de los métodos de IA, incluidos los métodos de IA únicos e híbridos. Los métodos híbridos de IA exhibieron efectos sinérgicos, pero con pesadez computacional. La revisión actualizada resume i) Varias redes neuronales artificiales empleadas en el proceso de degradación de aguas residuales para la predicción de la eficiencia de eliminación de contaminantes y la búsqueda de condiciones experimentales óptimas; ii) Evaluación de la lógica difusa utilizada para el control inteligente de la etapa aeróbica del proceso de tratamiento de aguas residuales ; iii) sensores blandos asistidos por IA para la estimación precisa en línea/fuera de línea de parámetros difíciles de medir en plantas de tratamiento de aguas residuales ; iv) Métodos de IA simples e híbridos aplicados para estimar las concentraciones de contaminantes y diseñar sistemas de monitoreo y alerta temprana para ambientes acuáticos y atmosféricos; v) Modelado de IA de generación de residuos sólidos a corto, mediano y largo plazo, y varias ANN para el reciclaje y la reducción de residuos sólidos.

Esmaeilian et al. (2020) cuyo objetivo de este estudio fue proporcionar una visión general de la tecnología Blockchain y la Industria 4.0 para hacer avanzar las cadenas de suministro hacia la sostenibilidad. Primero, evaluaron las capacidades de la Industria 4.0 para la sostenibilidad bajo tres temas principales de (1) gestión de energía habilitada por Internet de las cosas (IoT) en fábricas inteligentes; (2) logística y transporte inteligente; y (3) modelos de negocios inteligentes. Se expandieron más allá de la Industria 4.0 con el despliegue de las capacidades que ofrece Blockchain para aumentar la sostenibilidad, en cuatro áreas principales: (1) diseño de mecanismos de incentivos y tokenización para promover el comportamiento ecológico del consumidor; (2) mejorar la visibilidad en todo el ciclo de vida del producto; (3) aumentar la eficiencia de los sistemas mientras se reducen los costos operativos y de desarrollo; y (4) fomentar el seguimiento de la sostenibilidad y el rendimiento de los informes en las redes de la cadena de suministro. Además, se analizaron las capacidades de la tecnología Blockchain para contribuir a la sostenibilidad social y ambiental, las brechas de investigación, los efectos adversos de Blockchain y las futuras direcciones de investigación.

Transformación Digital

La intrusión implacable de nuevas tecnologías digitales en el mercado ha llevado a las organizaciones a transformar digitalmente sus negocios. La transformación digital ha ganado importancia estratégica como una agenda crítica para la alta dirección (Fitzgerald et al. 2013). Varias definiciones describen la transformación digital en la literatura (Fitzgerald et al. 2013). En términos literarios que existen, la transformación digital es entendida correctamente y el cómo esta afecta la vida diaria.

La transformación digital se conoce como "el uso de nuevas tecnologías digitales para permitir importantes mejoras comerciales en las operaciones y los mercados, como mejorar la experiencia del cliente, optimizar las operaciones o crear nuevos modelos comerciales" (Paavola, Hallikainen y Elbanna 2017). Se entiende entonces que la transformación digital es un proceso que toma en cuenta los modelos de negocio actualmente y los proyecta hacia un futuro.

Otros definieron la transformación digital como un proceso de evolución en el que las tecnologías digitales y las capacidades digitales crean valor al estimular los modelos comerciales, las experiencias de los clientes y los procesos operativos (Morakanyane, Grace y O'Reilly 2017). Li et al. (2018) especifico el hecho de que las pequeña y mediana empresas (PYME) puedan realizar un análisis de costo-beneficio de las tecnologías digitales y sean conscientes de esas tecnologías.

A partir de estas diversas definiciones, está claro que la transformación digital no es un paso único que se lleva a cabo para actualizar funciones específicas de las organizaciones, sino que es más un proceso que genera cambios fundamentales en las organizaciones y da como resultado la creación de oportunidades adicionales de mejora. Además, la transformación digital no es un proceso centrado en la organización, sino un fenómeno que desencadena cambios en la industria y la sociedad (Vial 2019).

La digitalización se ocupa de las rutinas y tareas automatizadas, como la conversión de información analógica en digital. La digitalización es la adición de componentes digitales a las ofertas de productos o servicios, y la transformación digital es una introducción más completa de nuevos modelos comerciales y plataformas digitales (Verhoef et al. 2021).

Esto es importante por varias razones: en primer lugar, las políticas juegan un papel importante en la configuración del desarrollo industrial y tecnológico y, a menudo, existen brechas entre el diseño del uso de las TIC dentro de las políticas y las condiciones reales sobre el terreno (Beier et al. 2020).

Sostenibilidad del medio ambiente

En el mundo global cada vez más interconectado, las relaciones de las partes interesadas se redefinen como la economía colaborativa basada en la sostenibilidad (Cohen y Kietzmann 2014).

La incorporación de principios de sostenibilidad ambiental en las operaciones puede mejorar el valor de las organizaciones y hacer que la digitalización sea más valiosa (Ukko et al. 2019).

Por lo tanto, las prácticas sostenibles se pueden posicionar de manera que sirvan como un medio para crear más valor para los clientes y mejorar la imagen de la marca (Aron y Molina 2020).

A medida que las organizaciones adoptan estrategias de transformación digital, también deben tenerse en cuenta las prácticas de sostenibilidad ambiental para la evolución de los modelos comerciales y la creación de impactos convincentes.

El impacto de la transformación digital en la sostenibilidad ambiental

Goralski y Tan (2020) destacaron las tecnologías basadas en IA, como los sistemas inteligentes de gestión del agua, PlantVillage y el uso innovador de la IA de Peter Ma para identificar enfermedades transmitidas por el agua que han infestado las aguas. Balogun et al. (2020) realizó un estudio sobre la implementación de la digitalización para mejorar la sostenibilidad ambiental (Yalina y Rozas 2020).

Las empresas ahora confían en la IA, la IoT y el análisis de big data para llevar a cabo prácticas comerciales sostenibles que implican la reducción de las emisiones de carbono y la minimización de otros desechos para el medio ambiente (Demartini, Evans y Tonelli 2019). Las aplicaciones de análisis de big data están cambiando cada vez más la forma en que se mide y mapea el impacto en el medio ambiente. El análisis de big data se puede utilizar para diseñar un método para mejorar la trazabilidad del sistema alimentario y la certificación de bienes en términos de su desempeño ambiental directo (es decir, huella de carbono) o las prácticas utilizadas para sus procesos de producción (Weersink et al. 2018).

De manera similar, blockchain se considera una herramienta con un enorme potencial para lograr la sostenibilidad en las prácticas comerciales e industriales (Leng et al. 2020). Blockchain ofrece capacidades para extender el ciclo de vida del producto, maximizar el uso de recursos y reducir las emisiones de carbono, lo que contribuye a aumentar la sostenibilidad (Esmailian et al. 2020).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Una revisión sistemática implica un resumen crítico y reproducible de los resultados de las publicaciones disponible sobre un mismo tema o pregunta clínica concreta (Linares-Espinós et al. 2018). El carácter sistemático de la investigación da por certero que se basó en una disciplina, y que el análisis se basó en estrictos procedimientos (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018, p.34).

Un estudio de enfoque cualitativo es representado por el análisis sistemático de fenómenos, contrario a lo que comúnmente sucede, no se inicia con una teoría marcada para confirmar si esta es apoyada por los datos y resultados, sino que el proceso empieza examinando los hechos en sí y revisando los estudios previos, ambas acciones de manera simultánea, a fin de generar una teoría que sea consistente con lo que está observando que ocurre (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018, p.46).

La presente investigación se propuso indagar la literatura sobre la identificación de disrupciones están teniendo lugar en el dominio de la sostenibilidad ambiental habilitado por la transformación digital; y cómo esto podría vincularse a un marco para la evaluación y el seguimiento; en este caso, en un tiempo único, referido a cómo se encuentran desarrollados esos conceptos en la actualidad, tratándose de una investigación Transversal descriptiva (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018, p.217).

Que el diseño cualitativo sea sistemático implica que hay una disciplina para realizar la investigación científica y que no se dejan los hechos a la casualidad. (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018, p.34)

Esta investigación cumple con el propósito fundamental de producir conocimiento y teorías, investigación básica (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018, p. 29), puesto que responde al propósito de responder sobre qué disrupciones están teniendo lugar en el dominio de la sostenibilidad ambiental habilitado por la transformación digital.

3.2. Categorías, subcategorías y matriz de categorización apriorística

Tabla Nº 1. Matriz de categorización apriorística

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	PROBLEMAS ESPECÍFICOS	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA
Identificar qué disrupciones están teniendo lugar en el dominio de la sostenibilidad ambiental habilitado por la transformación digital.	Analizar cómo están teniendo lugar el control de la polución y la gestión de residuos en el dominio de la sostenibilidad ambiental habilitados por la transformación digital.	¿Cómo el control de la contaminación y la gestión de residuos están teniendo lugar en el dominio de la sostenibilidad ambiental habilitado por la transformación digital?	Control de la contaminación. Gestión de residuos.	<ul style="list-style-type: none"> • La contaminación del aire. • CO₂ de emisión. • Tratamiento de aguas. • Cambio climático/Gestión de desastres. • Residuo sólido. • Residuos electrónicos. • Desechos alimentarios. • Residuos agrícolas.
	Analizar cómo están teniendo lugar la producción sostenible y la sostenibilidad urbana en el dominio de la sostenibilidad ambiental habilitados por la transformación digital.	¿Cómo la producción sostenible y la sostenibilidad urbana están teniendo lugar en el dominio de la sostenibilidad ambiental habilitado por la transformación digital?	Producción sostenible. Sostenibilidad urbana.	<ul style="list-style-type: none"> • Fabricación sostenible. • Cadena de suministro sostenible. • Ciudades inteligentes. • Ciudades sostenibles.
	Proponer agendas de investigación respecto a la transformación, desempeño y estrategias digitales ambientalmente sostenibles.	¿Qué agendas de investigación se conciben respecto a la transformación, desempeño y estrategias digitales ambientalmente sostenibles?	Agendas de investigación.	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidades para la Transformación Digital Ambientalmente Sostenible. • Desempeño Organizacional y Digitalización de Prácticas de Sostenibilidad Ambiental. • Estrategia de Transformación Digital y Sostenibilidad Ambiental.

3.3. Escenario de estudio

Se establecieron criterios de búsqueda específicos para identificar artículos relevantes. La búsqueda bibliográfica se realizó en dos fases. En la primera fase, nos enfocamos en identificar las tendencias actuales en sostenibilidad ambiental. A continuación, en la segunda fase, se amplió la búsqueda a tecnologías digitales que permitan transformaciones. Nos enfocamos en las tecnologías digitales incluidas en el marco SMACIT (Campbell y Flux 1952), que se refiere a social, móvil, análisis (big data), nube e Internet de las cosas, inteligencia artificial y cómo permiten interrupciones en el dominio de la sostenibilidad ambiental. Se considera que estas tecnologías provocan transformaciones digitales en las organizaciones, las industrias y la sociedad (Vial 2019).

El uso de palabras clave adecuadas es esencial para identificar artículos de investigación de alta calidad. La selección de palabras clave debe considerarse como un paso en evolución y debe implicar un enfoque continuo debido a la vida útil limitada de las palabras clave de la literatura de TI (Yang, Zheng y Huang 2012). Para que la búsqueda fuera lo más exhaustiva posible, se siguieron pautas y estrategias específicas para la selección de palabras clave y la búsqueda bibliográfica. Sobre la base de las directrices para la selección de palabras clave de Levy y Ellis (2012), se utilizaron los enfoques hacia atrás y hacia adelante para asegurarnos de obtener resultados de búsqueda bibliográfica de mayor calidad.

La búsqueda comenzó con las palabras clave que incluían transformación digital, transformación digital sostenible, sostenibilidad ambiental, sostenibilidad, gestión de residuos, control de la contaminación del aire, fabricación sostenible, economía circular, ciudades sostenibles y sostenibilidad urbana en la primera fase. Estas palabras clave dieron muchos resultados, dada su naturaleza multidisciplinar.

Se emplearon técnicas de búsqueda de referencias cuando conservamos los artículos relevantes del uso de estas palabras clave (Yang, Zheng y Huang 2012). Examinamos las secciones de bibliografía de los artículos, lo que nos proporcionó una mayor comprensión de las tendencias bibliográficas de nuestro dominio de

investigación. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, nuestro enfoque se centró solo en cómo las tecnologías digitales como IA, big data, IoT, redes sociales y la nube transformaron los espectros de sostenibilidad ambiental. Por lo tanto, refinamos nuestras palabras clave en la segunda fase.

El foco de búsqueda se desplazó a la transformación digital relacionada con las tecnologías. Usamos palabras clave como IoT, big data, computación en la nube, redes sociales, análisis, inteligencia artificial, IoT y sustentabilidad ambiental, big data y sustentabilidad ambiental, inteligencia artificial y sustentabilidad ambiental, IoT en la gestión de desechos, IoT y sustentabilidad, IoT en la contaminación control, inteligencia artificial en la gestión de residuos, inteligencia artificial y sustentabilidad, análisis en sostenibilidad ambiental, big data en gestión de residuos, big data en control de la contaminación, big data en sostenibilidad, redes sociales en sostenibilidad ambiental, tecnologías digitales sostenibles, etc.

3.4. Participantes

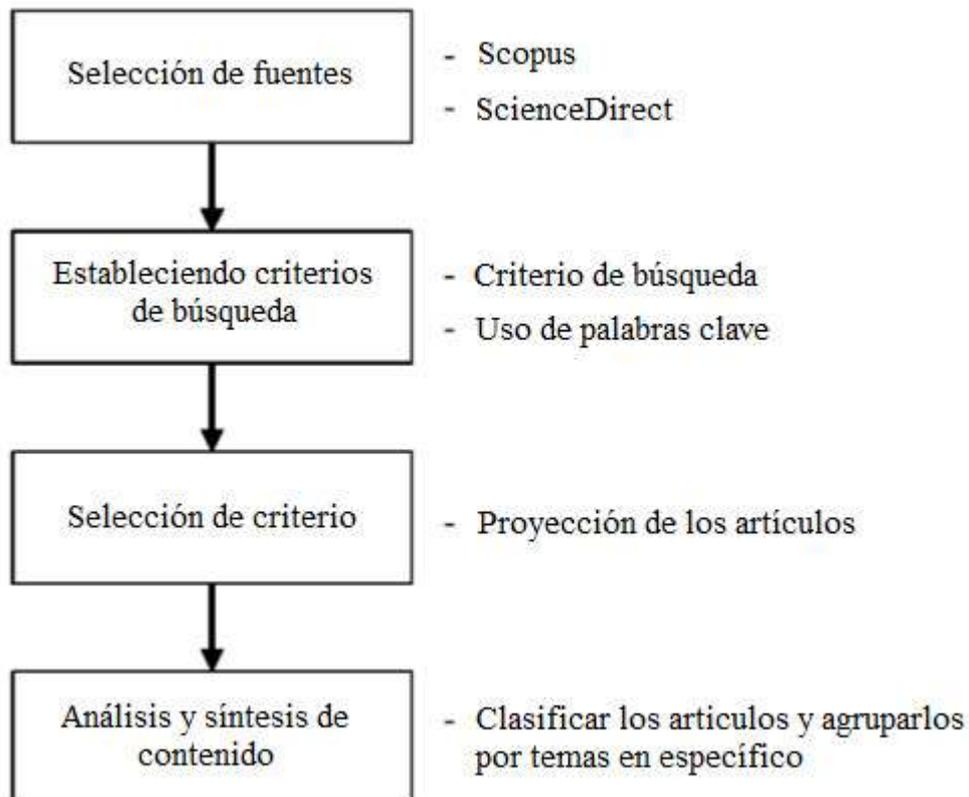
Dada la naturaleza interdisciplinaria de esta investigación que cubre la transformación digital y la sustentabilidad ambiental, se confió en múltiples bases de datos para lograr la máxima cobertura de artículos. Se realizó una búsqueda en línea en Scopus, ScienceDirect, Web of Science y JSTOR. Debido a la disponibilidad de artículos completos, confiamos principalmente en Scopus y ScienceDirect para adquirir los artículos relevantes. Scopus puede proporcionar una cobertura suficiente de las ciencias sociales y otros campos interdisciplinarios (Harzing y Alakangas 2016), y ScienceDirect permite una búsqueda general en todos los campos y una búsqueda avanzada relevante para campos de búsqueda específicos (Tober 2011).

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La búsqueda exhaustiva en la literatura anterior resultó en la recuperación de numerosos artículos, pero solo nos enfocamos en lo que era relevante para nuestra pregunta de investigación según los criterios definidos en la sección anterior. Los

criterios de selección de la muestra fueron los siguientes: (a) el artículo debía tratar sobre sostenibilidad ambiental y debía incluir al menos una de las tecnologías digitales antes mencionadas, (b) el artículo debía tener usos prácticos para reducir el impacto en el medio ambiente, (c) el artículo tenía que ser un trabajo de investigación publicado en una revista internacional, (d) los trabajos de congresos se incluían si estaban indexados en la base de datos Scopus. Además, no se incluyeron capítulos de libros ni notas de investigación en nuestra muestra. Mediante el uso de estos criterios, se seleccionaron un total de 151 artículos de Scopus y ScienceDirect, que se redujeron a 106 artículos después de una mayor selección y evaluación (Figura 1).

Figura Nº 1. Descripción general del proceso de búsqueda de literatura.

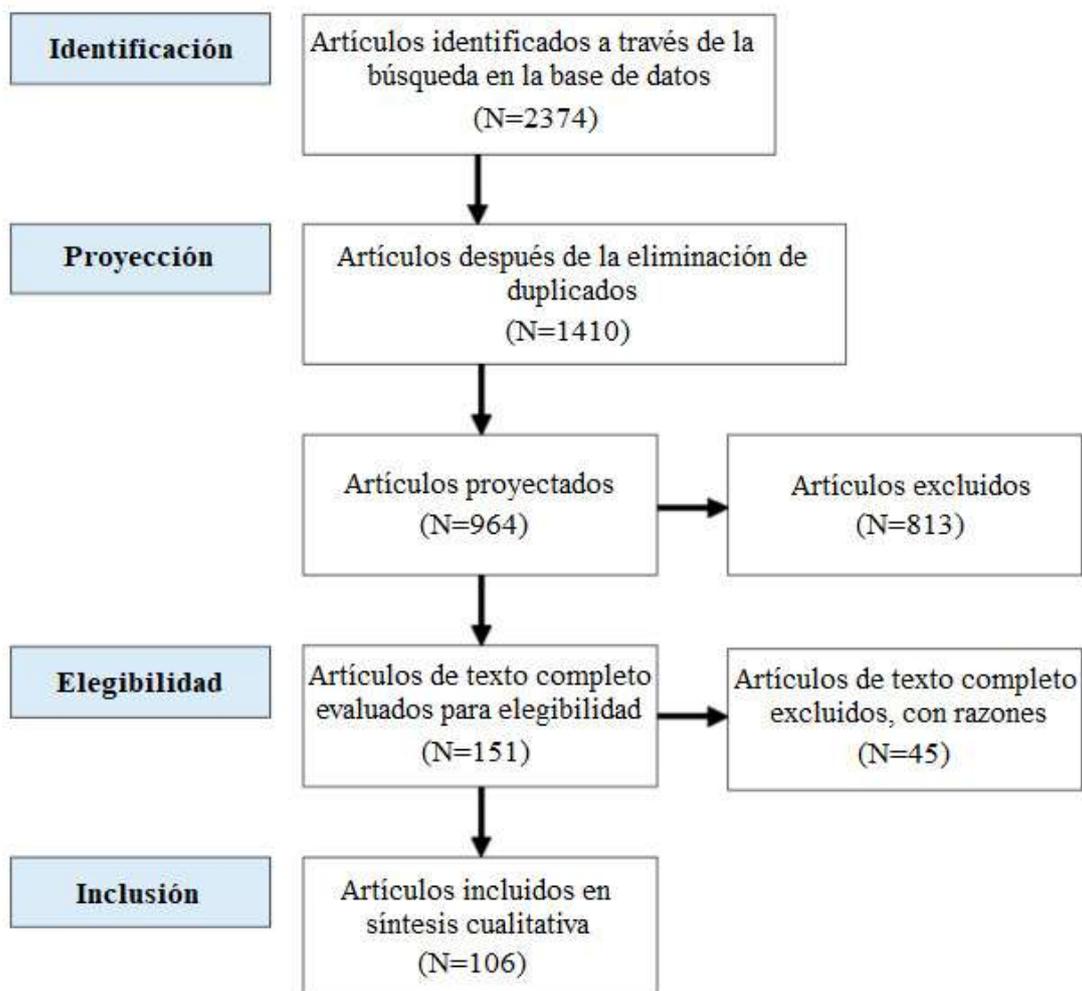


3.6. Procedimientos

Como se indicó anteriormente, este documento tiene como objetivo presentar tendencias de investigación e identificar futuras agendas de investigación con

respecto a la transformación digital en el dominio de la sostenibilidad ambiental. Este estudio empleó un método de revisión sistemática de la literatura (RSL) para lograr el objetivo de investigación mencionado anteriormente. RSL ha sido un método eficaz para identificar tendencias de investigación y definir futuras oportunidades de investigación (Tranfield, Denyer y Smart 2014). Este documento siguió un proceso paso a paso para identificar artículos de investigación y analizarlos según los procedimientos RSL. En este sentido, utilizamos las directrices de los estudios anteriores sobre cómo realizar una revisión sistemática de la literatura (Brocke et al. 2011). se presenta todo el proceso de revisión de la literatura Figura 2.

Figura N° 2. Pasos realizados para la identificación de los artículos objetivo según el estándar PRISMA (Moher et al. 2009).



3.7. Rigor científico

Después de finalizar una muestra de artículos, se realizó un análisis de contenido exhaustivo. Al igual que en la búsqueda bibliográfica, también seguimos una forma sistemática de analizar los artículos.

3.8. Método de análisis de información

Se establecieron criterios específicos para la selección de artículos para revisión final. Se examinó en detalle todos los artículos completos descargados y aislamos una muestra para su revisión. En el proceso de selección inicial, se desarrolló una tabla que incluía detalles de la publicación (p. ej., el título del artículo, nombre del autor o autores, año de publicación y nombre de la revista) y categoría (p. ej., tecnología y enfoque ambiental). Se resumió cada artículo por separado en la tabla para comprender completamente su alcance, enfoque, diseño y hallazgos para una evaluación más detallada. Todos los artículos fueron juzgados según la relevancia de la investigación para seleccionar una muestra final.

3.9. Aspectos éticos

Con el fin de exponer el interés por indagar la realidad en forma sistemática proponiendo soluciones a las problemáticas ambientales respecto a qué tanto se conoce sobre las disrupciones están teniendo lugar en el dominio de la sostenibilidad ambiental habilitado por la transformación digital; y cómo esto podría vincularse a un marco para la evaluación y el seguimiento del Control de la contaminación, la Gestión de residuos, la Producción sostenible, la Sostenibilidad urbana y futuras Agendas de investigación.. Siendo así, se destaca lo siguiente sobre esta investigación:

- A. Respeto a la autoría de las fuentes de información. Esto se logra citando apropiadamente con estilos internacionales.
- B. Cumplimiento de los principios éticos del colegio profesional al que pertenecerán los autores.
- C. Cumplimiento de los aspectos relevantes del código de ética de la investigación de la universidad o de la institución que autoriza la investigación

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una revisión exhaustiva de los artículos seleccionados reveló que las tecnologías digitales, incluida la inteligencia artificial, big data, IoT, análisis de redes sociales, computación en la nube y tecnologías móviles, causan transformaciones en los dominios de sostenibilidad ambiental (Tabla 2, Tabla 3, Tabla 4 y Tabla 5). Observamos que las tecnologías digitales permiten transformaciones en diferentes áreas de la sostenibilidad ambiental, como el control de la contaminación (An et al. 2017), la gestión de residuos (Sarc et al. 2019), la producción sostenible (Manavalan y Jayakrishna 2019), y sostenibilidad urbana (Allam y Dhunny 2019). Todos estos estudios muestran cómo las tecnologías digitales están transformando los diferentes aspectos de la sostenibilidad ambiental.

Tabla Nº 2. Transformaciones digitales en el control de la contaminación.

Categoría	Hallazgos principales
La contaminación del aire	Las tecnologías digitales ofrecen un número sin precedentes de oportunidades para estudiar, controlar, gestionar y predecir la contaminación del aire en ciudades de todo el mundo. Las tecnologías digitales están transformando los procesos y mecanismos relevantes en este sentido.
CO ₂ de emisión	A medida que los gobiernos y las organizaciones empresariales de todo el mundo se mueven para adoptar prácticas para reducir las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera, la digitalización de prácticas ambientalmente sostenibles está ganando terreno.
Tratamiento de aguas	El tratamiento de aguas residuales mediante la aplicación de tecnologías digitales abre notables cauces para el uso eficiente de la energía y ahorra recursos para minimizar el impacto en el medio ambiente.
Cambio climático / Gestión de desastres	Los métodos impulsados por la tecnología digital pueden desempeñar un papel vital en la reducción de la huella de carbono en el medio ambiente, la regulación del cambio climático y la gestión de los desastres naturales. Las organizaciones capitalizan cada vez más estas oportunidades.

Tabla N° 3. Transformaciones digitales en la gestión de residuos.

Categoría	Hallazgos principales
Residuo sólido	La acumulación de desechos municipales e industriales está provocando un daño significativo al medio ambiente. Las tecnologías digitales se están utilizando para desarrollar nuevas formas de hacer frente a los desechos en escalas notablemente grandes que no eran imaginables hace una década. Las organizaciones pueden confiar en las oportunidades relacionadas con la sustentabilidad para desarrollar nuevos modelos de negocios en la era de la Industria 4.0.
Residuos electrónicos	Hay cada vez más llamados a utilizar de manera efectiva las tecnologías digitales para gestionar los desechos generados por los dispositivos electrónicos.
Desechos alimentarios	Los desechos de alimentos industriales y domésticos se pueden eliminar con éxito utilizando tecnologías digitales como IoT y big data.
Residuos agrícolas	Se están empleando tecnologías digitales para tratar los residuos generados en los procesos agrícolas para una producción de alta calidad.

Tabla N° 4. Transformaciones digitales en la producción sostenible.

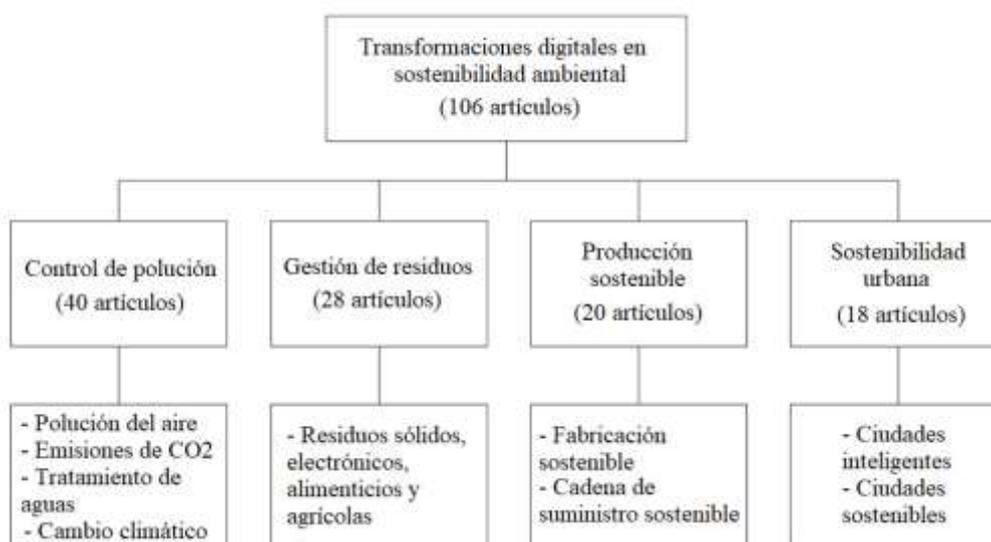
Categoría	Hallazgos principales
Fabricación sostenible	Se están buscando procesos de fabricación limpios impulsados por la tecnología digital que no dañen el medio ambiente después de que surgiera el concepto de economía circular. Dichos procesos pueden reducir no solo el costo sino también el impacto negativo en el ecosistema.
Cadena de suministro sostenible	Las tecnologías digitales permiten a las empresas eliminar al máximo los residuos en cadenas de valor completas, mejorar el consumo sostenible y eliminar los residuos nocivos para el medio ambiente.

Tabla Nº 5. Transformaciones digitales en la sostenibilidad urbana.

Categoría	Hallazgos principales
Ciudades inteligentes	Los desarrollos tecnológicos del mundo moderno impulsan la transición de los centros urbanos a ciudades inteligentes mejorando el bienestar de los ciudadanos, mejorando la sostenibilidad, ampliando el alcance del uso eficiente de la energía y proporcionando un entorno propicio para prácticas saludables.
Ciudades sostenibles	Con la ayuda de las tecnologías digitales, las ciudades inteligentes evolucionan aún más hacia ciudades sostenibles cuando adoptan mecanismos de generación de residuos cero, uso de energía limpia y prácticas de consumo sostenible.

Aunque los artículos seleccionados tratan sobre diferentes tecnologías digitales, su enfoque principal se relaciona con áreas ambientales específicas, por lo que los agrupamos por temas. Por ejemplo, los estudios sobre big data, IoT, IA, redes sociales y tecnologías de la nube se pueden encontrar en el control de la contaminación, la gestión de residuos, la producción sostenible o la sostenibilidad urbana.

Figura Nº 3. Transformaciones digitales identificadas en sostenibilidad ambiental.

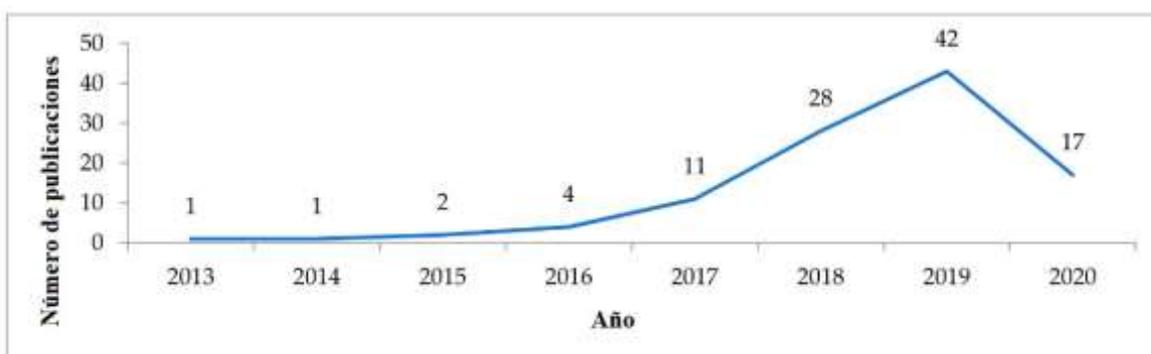


Por lo tanto, los agrupamos en cuatro temas, cada uno de los cuales tiene subcategorías descritas en el marco. se muestra el número total de artículos revisados en cada categoría Figura 3. Parece que el control de la contaminación es el área que tuvo el mayor número de estudios sobre las interrupciones digitales, seguida de la gestión de residuos.

Los estudios relacionados con la categoría de contaminación abarcaron una variedad más amplia de problemas de la sociedad moderna derivados de las emisiones de carbono (Lamba, Singh y Mishra 2019), el cambio climático (Bui et al. 2019) y los desastres naturales (Kavota, Kamdjoug y Wamba 2020). La amplia gama de estudios disponibles en otras disciplinas ambientales como la gestión de residuos (Belaud et al. 2019) también contribuyó en gran parte a la muestra de este estudio.

En términos de publicaciones anuales, vimos una tendencia creciente en las cuatro categorías a lo largo del tiempo. Es probable que la tendencia continúe a medida que se agreguen más publicaciones a la literatura en los próximos años. Los totales de publicación fueron 42, 28 y 17 en 2019, 2018 y 2020, respectivamente (Figura 4). Aunque buscamos en la literatura sin establecer límites de tiempo, no pudimos recuperar artículos anteriores a la década de 2010 que coincidieran con nuestros criterios, como se describe en la sección anterior. Con la aparición de nuevas tecnologías digitales a lo largo del tiempo, pueden aparecer más estudios en la literatura con los criterios de búsqueda.

Figura Nº 4. Número de publicaciones por año.



4.1. Control de la contaminación

Las tecnologías digitales transforman la forma en que se mide, controla y gestiona la contaminación. La literatura muestra que las tecnologías digitales permiten alteraciones significativas en la contaminación del aire, la emisión de carbono, el tratamiento de aguas residuales, la gestión de desastres y el cambio climático (Tabla 2).

Del mismo modo, los macrodatos pueden ser útiles para permitir el despliegue de vehículos ecológicos de próxima generación a gran escala y respaldar el transporte con bajas emisiones de carbono que eventualmente ayudará a la sostenibilidad ambiental mediante el control de las emisiones de CO₂ (De Gennaro, Paffumi y Martini 2016). An et al. (2017) evaluó la eficiencia de las unidades de decisión en un entorno de big data y fijó los permisos de emisión de dióxido de carbono para cada unidad de decisión con los costos mínimos.

Por ejemplo, Huang et al. (2017) midió el flujo de emisiones de carbono y la relación espacial de los recorridos sin conductor con los lugares panorámicos en función de macrodatos en China. Los sensores IoT brindan información de monitoreo en tiempo real y demuestran un gran potencial como una herramienta efectiva para comprender el movimiento de la pluma de PM 2.5 con variación temporal y ubicación geoespecífica, lo que puede conducir a una mejor calidad del aire (Kanabkaew et al. 2019).

Los desechos sólidos se están convirtiendo en un problema ambiental en todo el mundo debido a la rápida urbanización y al crecimiento de la población (Yazdani et al. 2021). De manera similar, en los desechos electrónicos o e-waste, las técnicas de IA se utilizan para recolectar desechos electrónicos a pedido de los usuarios (Nowakowski, Szwarc y Boryczka 2018).

Por ejemplo, el recogedor pesado de ZenRobotics utiliza tecnología de inteligencia artificial para clasificar los desechos de construcción y demolición, desechos industriales, metales, madera, plásticos duros y bolsas por color (Sarc et al. 2019).

Como se indicó anteriormente, dividimos la literatura sobre desechos sólidos, desechos electrónicos, desechos de alimentos y desechos agrícolas para una mejor comprensión (Tabla 3).

Por ejemplo, se diseñó y utilizó un sistema basado en IoT para tratar los desechos de alimentos generados por la comunidad del campus del Instituto Asiático de Tecnología (AIT), y se observó una cantidad significativa de reducción de desechos de alimentos (Logan et al. 2019).

La producción sostenible puede permitir que los fabricantes reduzcan el uso de recursos, la degradación y la contaminación mientras alcanzan los objetivos de desarrollo (Roy y Singh 2017).

En la literatura, encontramos que las tecnologías digitales como IA, big data e IoT están transformando de manera sostenible el sector manufacturero en términos de fabricación ecológica, fabricación sin desperdicios, fabricación eficiente así como sostenibilidad cadena de suministro (Wang et al. 2018). Por ejemplo, Kaur y Singh (2018) realizaron un estudio y propusieron un modelo de logística y adquisiciones ambientalmente sostenible para una cadena de suministro impulsada por macrodatos para reducir las emisiones de carbono.

Zhang et al. (2017) propuso un método de producción más limpia mejorado por la integración sistemática de la gestión del ciclo de vida del producto y el análisis de big data para superar los problemas en los mecanismos de producción más limpia. Las prácticas sostenibles ayudan a la producción sostenible en la cadena de suministro, la fabricación limpia, la reducción de fuentes y la opción por operaciones ecológicas en todo el proceso de creación de valor de cualquier industria (Tabla 4).

Por ejemplo, Osman (2019) desarrolló un nuevo marco de análisis de big data para ciudades inteligentes llamado "Panel de análisis de datos de ciudades inteligentes (SCDAP)" destinado a aprovechar las aplicaciones de análisis de big data para ciudades inteligentes.

Los datos de contaminación del aire en tiempo real juegan un papel vital en la sostenibilidad urbana (Honarvar y Sami 2019). Kim (2018) propuso una metodología alternativa basada en big data para correlacionar los niveles de polvo fino reportados y experimentados para ayudar a prevenir la contaminación del aire en el contexto de una ciudad inteligente en Corea (Tabla 5).

Esta investigación descubrió que las tecnologías digitales ofrecen a las organizaciones oportunidades únicas para desarrollar nuevos modelos comerciales que se centren en el medio ambiente (Goralski y Tan 2020) o adoptar tecnologías digitales para incorporar prácticas ambientalmente sostenibles en los modelos comerciales actuales (Demartini, Evans y Tonelli 2019). En cualquier caso, la transformación digital mejora la sostenibilidad ambiental.

Por ejemplo, la aplicación de big data en el análisis de millones de registros de eliminación de basura (Lu et al. 2016) es un desarrollo sin precedentes que tiene una señal positiva en el ámbito de la sostenibilidad ambiental.

Hay que señalar aquí dos cosas importantes. Por otro lado, existen negocios cuyos modelos están enteramente enfocados a la sustentabilidad ambiental.

Por ejemplo, todo el modelo de negocio de Zenrobotics se basa en la sostenibilidad ambiental y proporciona soluciones basadas en IA para la gestión de residuos (Sarc et al. 2019). Las capacidades requeridas para la transformación digital ambientalmente sostenible para el primero serán completamente diferentes a las del segundo.

4.2. Agenda de Investigación 1: Capacidades para la Transformación Digital Ambientalmente Sostenible

Las capacidades deben ser dinámicas y permitir que las organizaciones introduzcan los cambios necesarios a través de la evaluación continua de los entornos internos y externos. Por ejemplo, las capacidades dinámicas describen la habilidad de una organización “para detectar y dar forma a oportunidades y

amenazas, aprovechar oportunidades y mantener la competitividad mediante la mejora, la combinación, la protección y, cuando sea necesario, la reconfiguración de los activos intangibles y tangibles de la empresa comercial” (Teece 2010). Dado que las capacidades necesarias para la transformación digital no han recibido suficiente atención en la literatura (Warner y Wäger 2019), los estudios futuros deben centrarse en la transformación digital desde la perspectiva de las capacidades dinámicas.

Para desarrollar capacidades, debemos comprender completamente los fenómenos a fondo, ya que los académicos aún no se han puesto de acuerdo sobre una definición única para la transformación digital. En este sentido, sugerimos posibles preguntas de investigación para futuros estudios de la siguiente manera:

- ¿Cómo interpretamos la incorporación de la sostenibilidad ambiental en la transformación digital?
- ¿Qué capacidades se necesitan para una transformación digital de las organizaciones que quieren incorporar la sostenibilidad ambiental en sus modelos de negocio?
- ¿Qué capacidades necesitan las organizaciones que desean cambiar todo su modelo de negocio al espectro de la sostenibilidad ambiental?
- ¿En qué se diferencian las capacidades de las organizaciones cuyo modelo de negocio se basa completamente en la sostenibilidad ambiental frente a las organizaciones que solo quieren la sostenibilidad ambiental como un principio de responsabilidad social corporativa sin cambiar el modelo de negocio?

4.3. Agenda de Investigación 2: Desempeño Organizacional y Digitalización de Prácticas de Sostenibilidad Ambiental

En esta investigación, observamos que las tecnologías digitales (IoT, IA, big data, redes sociales, análisis, nube y tecnologías móviles) están impulsando las prácticas de sostenibilidad ambiental hacia la digitalización de una forma u otra (Tabla 2, Tabla 3, Tabla 4 y Tabla 5). En medio de todo esto, entra en juego el tema del desempeño organizacional.

Si bien la literatura ha demostrado que se puede ganar la lealtad del cliente mediante la incorporación de la sostenibilidad y el cuidado del medio ambiente (Ukko et al. 2019), la pregunta sobre el desempeño general de la empresa a través de la digitalización de la sostenibilidad ambiental sigue sin respuesta. Las empresas eligen transformarse digitalmente porque esperan que sea beneficioso en el mundo digitalizado.

- ¿Cuál es el impacto de las capacidades identificadas para la transformación digital ambientalmente sostenible en la mejora del desempeño de las organizaciones?
- ¿Qué recursos específicos se necesitan para permitir la digitalización de las prácticas de sostenibilidad ambiental?
- ¿La digitalización de las prácticas de sostenibilidad ambiental permite a las empresas desarrollar una ventaja competitiva en el mercado?

4.4. Agenda de Investigación 3: Estrategia de Transformación Digital y Sostenibilidad Ambiental

Tras la aparición de nuevas tecnologías, la estrategia de transformación digital exige transformar productos, procesos y aspectos organizativos (Verhoef et al. 2021). El surgimiento continuo de nuevas tecnologías da forma a la forma en que las organizaciones llevan a cabo operaciones, crean nuevas oportunidades comerciales y se embarcan en una colaboración en toda la industria.

Tiene que haber un enfoque en la alineación de las prácticas de sostenibilidad en el proceso de renovación estratégica central como lo justifica la transformación digital. Para encontrar tal alineación, proponemos las siguientes preguntas de investigación.

- ¿Cómo podemos incorporar la sostenibilidad ambiental en la estrategia de negocio digital?

- ¿Qué estrategias de negocios digitales son necesarias para las organizaciones que quieren embarcarse en una transformación digital ambientalmente sostenible?
- ¿Cuáles son las fuerzas impulsoras que empujan a las organizaciones a llevar a cabo la transformación digital de manera sostenible?

V. CONCLUSIONES

Las conclusiones de la investigación fueron las siguientes:

1. Usando el marco, se observó que las principales interrupciones de la transformación digital ocurren en la gestión de desechos, el control de la contaminación, la producción sostenible y la sostenibilidad urbana. La revisión también ayudará a los investigadores en el dominio de la sustentabilidad ambiental a conectarse y trabajar juntos en temas de interés mutuo.
2. Los hallazgos de este estudio ayudarán a los tomadores de decisiones en empresas públicas y privadas a identificar y priorizar áreas de inversión. Los hallazgos pueden contribuir a las empresas a desarrollar y evolucionar su estrategia de sustentabilidad ambiental, creando una situación de “ganar-ganar” para todas las partes interesadas. Los gerentes pueden enfocarse inicialmente en cambios incrementales como la digitalización de subprocesos y procesos, creando un mejor modelo de negocios.
3. La investigación identificó muchas preguntas para futuras investigaciones que requieren aportes de la industria. Algunas de estas preguntas de investigación pueden quedar sin respuesta si las empresas no cooperan. El estudio se enfocó en la transformación digital solo en el dominio de la sostenibilidad ambiental. Este esfuerzo puede haber limitado el alcance y las contribuciones del presente estudio.
4. Se concluye finalmente que los hallazgos del estudio deberían servir como punto de partida para futuras investigaciones en el área de la sostenibilidad ambiental. Los estudios futuros en este dominio pueden centrarse en identificar las capacidades de transformación digital, el impacto de la digitalización en el desempeño organizacional y la estrategia de transformación que agrega valor y enriquece este campo.

VI. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones para futuras investigaciones son las siguientes:

1. Las tecnologías digitales están transformando la forma en que se miden y controlan los problemas relacionados con la sostenibilidad ambiental. Sin embargo, existe una falta de comprensión en la literatura académica sobre cómo las organizaciones deben adaptarse a estas interrupciones y las capacidades necesarias para garantizar que la sostenibilidad ambiental se incorpore en la transformación digital. Por lo tanto, se debe ampliar la investigación científica abordando la necesidad de estudios más completos para comprender los impactos de la transformación digital en el dominio de la sostenibilidad ambiental.
2. Como se mostró anteriormente, la investigación académica futura puede ampliar los horizontes de investigación respecto a las preguntas que se plantearon en este estudio para las capacidades, el desempeño organizacional y el estudio de digitalización y transformación digital y así ampliar la comprensión de la sostenibilidad ambiental.
3. Se descubrió que las tecnologías digitales ofrecen a las organizaciones oportunidades únicas para desarrollar nuevos modelos comerciales que se centren en el medio ambiente (Goralski y Tan 2020) o adoptar tecnologías digitales para incorporar prácticas ambientalmente sostenibles en los modelos comerciales actuales (Demartini, Evans y Tonelli 2019). Estos casos pueden ser un punto de partida para las discusiones en la sala de juntas con respecto a sus planes estratégicos y la ejecución relacionada.
4. Los estudios futuros podrían centrarse en la revisión y el impacto de la transformación digital en otros campos relacionados con la sostenibilidad, como los dominios económicos y sociales, e identificar una agenda de investigación común.

REFERENCIAS

- AGARWAL, R., GAO, G.G., DESROCHES, C. y JHA, A.K., 2010. The digital transformation of healthcare: Current status and the road ahead. *Information Systems Research* [en línea], vol. 21, no. 4, pp. 796-809. ISSN 15265536. DOI 10.1287/isre.1100.0327. Disponible en: <https://doi.org/10.1287/isre.1100.0327>.
- ALLAM, Z. y DHUNNY, Z.A., 2019. On big data, artificial intelligence and smart cities. *Cities* [en línea], vol. 89, no. November 2018, pp. 80-91. ISSN 02642751. DOI 10.1016/j.cities.2019.01.032. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.01.032>.
- AN, Q., WEN, Y., XIONG, B., YANG, M. y CHEN, X., 2017. Allocation of carbon dioxide emission permits with the minimum cost for Chinese provinces in big data environment. *Journal of Cleaner Production* [en línea], vol. 142, pp. 886-893. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2016.07.072. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.072>.
- ARON, A.S. y MOLINA, O., 2020. Green innovation in natural resource industries: The case of local suppliers in the Peruvian mining industry. *Extractive Industries and Society* [en línea], vol. 7, no. 2, pp. 353-365. ISSN 2214790X. DOI 10.1016/j.exis.2019.09.002. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.exis.2019.09.002>.
- ASADI, S., OMSALAMEH POURHASHEMI, S., NILASHI, M., ABDULLAH, R., SAMAD, S., YADEGARIDEHKORDI, E., ALJOJO, N. y RAZALI, N.S., 2020. Investigating influence of green innovation on sustainability performance: A case on Malaysian hotel industry. *Journal of Cleaner Production*, vol. 258. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2020.120860.
- BALOGUN, A.L., MARKS, D., SHARMA, R., SHEKHAR, H., BALMES, C., MAHENG, D., ARSHAD, A. y SALEHI, P., 2020. Assessing the Potentials of Digitalization as a Tool for Climate Change Adaptation and Sustainable Development in Urban Centres. *Sustainable Cities and Society* [en línea], vol. 53, pp. 101888. ISSN 22106707. DOI 10.1016/j.scs.2019.101888. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101888>.

- BEIER, G., FRITZSCHE, K., KUNKEL, S., MATTHESS, M., REISSIG, M. y ZYL-BULITTA, V. Van, 2020. A Green Digitalized Economy? Challenges and Opportunities for Sustainability. *Iass Fact Sheet 1/2020* [en línea], no. April. DOI 10.2312/iass.2020.028. Disponible en: <https://doi.org/10.2312/iass.2020.028>.
- BELAUD, J.P., PRIOUX, N., VIALLE, C. y SABLAYROLLES, C., 2019. Big data for agri-food 4.0: Application to sustainability management for by-products supply chain. *Computers in Industry* [en línea], vol. 111, pp. 41-50. ISSN 01663615. DOI 10.1016/j.compind.2019.06.006. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.06.006>.
- BROCKE, J. V., SIMONS, A., REIMER, K., PLATTFAUT, R. y CLEVEN, A., 2011. Reconstructing the giant: On the importance of rigour in documenting the literature search process. *Experientia* [en línea], vol. 52, no. 9, pp. 865-870. ISSN 00144754. DOI 10.1007/BF01938871. Disponible en: <https://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1145&context=ecis2009>.
- BUI, D.T., TSANGARATOS, P., NGO, P.T.T., PHAM, T.D. y PHAM, B.T., 2019. Flash flood susceptibility modeling using an optimized fuzzy rule based feature selection technique and tree based ensemble methods. *Science of the Total Environment* [en línea], vol. 668, pp. 1038-1054. ISSN 18791026. DOI 10.1016/j.scitotenv.2019.02.422. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.422>.
- CAMPBELL, I.L. y FLUX, D.S., 1952. Body weights of some New Zealand Jersey and Friesian cattle. *The Journal of Agricultural Science* [en línea], vol. 42, no. 1-2, pp. 150-154. ISSN 14695146. DOI 10.1017/S0021859600058731. Disponible en: <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9780429286797-6/big-old-companies-navigate-digital-transformation-ina-sebastian-jeanne-ross-cynthia-beath-martin-mocker-kate-moloney-nils-fonstad>.
- CHAN, J., GHOSE, A. y SEAMANS, R., 2016. The internet and racial hate crime: Offline spillovers from online access. *MIS Quarterly: Management Information Systems* [en línea], vol. 40, no. 2, pp. 381-403. ISSN 21629730. DOI 10.25300/MISQ/2016/40.2.05. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2335637>.

- COHEN, B. y KIETZMANN, J., 2014. Ride On! Mobility Business Models for the Sharing Economy. *Organization and Environment* [en línea], vol. 27, no. 3, pp. 279-296. ISSN 15527417. DOI 10.1177/1086026614546199. Disponible en: <https://doi.org/10.1177%2F1086026614546199>.
- DE GENNARO, M., PAFFUMI, E. y MARTINI, G., 2016. Big Data for Supporting Low-Carbon Road Transport Policies in Europe: Applications, Challenges and Opportunities. *Big Data Research* [en línea], vol. 6, pp. 11-25. ISSN 22145796. DOI 10.1016/j.bdr.2016.04.003. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bdr.2016.04.003>.
- DEMARTINI, M., EVANS, S. y TONELLI, F., 2019. Digitalization technologies for industrial sustainability. *Procedia Manufacturing* [en línea], vol. 33, pp. 264-271. ISSN 23519789. DOI 10.1016/j.promfg.2019.04.032. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.04.032>.
- ESMAEILIAN, B., SARKIS, J., LEWIS, K. y BEHDAD, S., 2020. Blockchain for the future of sustainable supply chain management in Industry 4.0. *Resources, Conservation and Recycling* [en línea], vol. 163, no. July, pp. 105064. ISSN 18790658. DOI 10.1016/j.resconrec.2020.105064. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105064>.
- FITZGERALD, M., 2013. How Starbucks has gone digital. *MIT Sloan Management Review* [en línea], vol. 54, no. 4, pp. 1-8. ISSN 15329194. Disponible en: [http://search.proquest.com/docview/1399095649?accountid=14723%5Cnhttp://cf5pm8sz2l.search.serialssolutions.com/?&genre=article&sid=ProQ:&atitle=How+Starbucks+Has+Gone+Digital&title=MIT+Sloan+Management+Review&issn=15329194&date=2013-07-01&volume=54&issue=.](http://search.proquest.com/docview/1399095649?accountid=14723%5Cnhttp://cf5pm8sz2l.search.serialssolutions.com/?&genre=article&sid=ProQ:&atitle=How+Starbucks+Has+Gone+Digital&title=MIT+Sloan+Management+Review&issn=15329194&date=2013-07-01&volume=54&issue=)
- FITZGERALD, M., KRUSCHWITZ, N., BONNET, D. y WELCH, M., 2013. Embracing Digital Technology: A New Strategic Imperative | Capgemini Consulting Worldwide. *MIT Sloan Management Review* [en línea], vol. 55, no. 1, pp. 1-13. Disponible en: <https://www.capgemini-consulting.com/SMR>.
- GORALSKI, M.A. y TAN, T.K., 2020. Artificial intelligence and sustainable development. *International Journal of Management Education* [en línea], vol. 18, no. 1. ISSN 14728117. DOI 10.1016/j.ijme.2019.100330. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2019.100330>.

- HARZING, A.W. y ALAKANGAS, S., 2016. Google Scholar, Scopus and the Web of Science: a longitudinal and cross-disciplinary comparison. *Scientometrics* [en línea], vol. 106, no. 2, pp. 787-804. ISSN 15882861. DOI 10.1007/s11192-015-1798-9. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1798-9>.
- HERNÁNDEZ-SAMPIERI, R. y MENDOZA, C., 2018. *Metodología De La Investigación - La ruta cuantitativa, cualitativa y mixta* [en línea]. 1°. México D.F.: Mc Graw Hill Education. ISBN 9781456260965. Disponible en: <https://bit.ly/3fA7hEp>.
- HONARVAR, A.R. y SAMI, A., 2019. Towards Sustainable Smart City by Particulate Matter Prediction Using Urban Big Data, Excluding Expensive Air Pollution Infrastructures. *Big Data Research* [en línea], vol. 17, pp. 56-65. ISSN 22145796. DOI 10.1016/j.bdr.2018.05.006. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.bdr.2018.05.006>.
- HUANG, Z., CAO, F., JIN, C., YU, Z. y HUANG, R., 2017. Carbon emission flow from self-driving tours and its spatial relationship with scenic spots – A traffic-related big data method. *Journal of Cleaner Production* [en línea], vol. 142, pp. 946-955. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2016.09.129. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.09.129>.
- IDREES, Z. y ZHENG, L., 2020. Low cost air pollution monitoring systems: A review of protocols and enabling technologies. *Journal of Industrial Information Integration* [en línea], vol. 17, pp. 100123. ISSN 2452414X. DOI 10.1016/j.jii.2019.100123. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jii.2019.100123>.
- KAMBLE, S.S., GUNASEKARAN, A. y GAWANKAR, S.A., 2018. Sustainable Industry 4.0 framework: A systematic literature review identifying the current trends and future perspectives. *Process Safety and Environmental Protection* [en línea], vol. 117, pp. 408-425. ISSN 09575820. DOI 10.1016/j.psep.2018.05.009. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.psep.2018.05.009>.
- KANABKAEW, T., MEKBUNGWAN, P., RAKSAKIETISAK, S. y KANCHANASUT, K., 2019. Detection of PM2.5 plume movement from IoT ground level monitoring data. *Environmental Pollution* [en línea], vol. 252, pp. 543-552. ISSN 18736424. DOI 10.1016/j.envpol.2019.05.082. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.05.082>.

- KARIMI, J. y WALTER, Z., 2015. The role of dynamic capabilities in responding to digital disruption: A factor-based study of the newspaper industry. *Journal of Management Information Systems* [en línea], vol. 32, no. 1, pp. 39-81. ISSN 1557928X. DOI 10.1080/07421222.2015.1029380. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/07421222.2015.1029380>.
- KAUR, H. y SINGH, S.P., 2018. Heuristic modeling for sustainable procurement and logistics in a supply chain using big data. *Computers and Operations Research* [en línea], vol. 98, pp. 301-321. ISSN 03050548. DOI 10.1016/j.cor.2017.05.008. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cor.2017.05.008>.
- KAVOTA, J.K., KAMDJOU, J.R.K. y WAMBA, S.F., 2020. Social media and disaster management: Case of the north and south Kivu regions in the Democratic Republic of the Congo. *International Journal of Information Management* [en línea], vol. 52, no. January, pp. 102068. ISSN 02684012. DOI 10.1016/j.ijinfomgt.2020.102068. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2020.102068>.
- KIM, P.W., 2018. Operating an environmentally sustainable city using fine dust level big data measured at individual elementary schools. *Sustainable Cities and Society* [en línea], vol. 37, pp. 1-6. ISSN 22106707. DOI 10.1016/j.scs.2017.10.019. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scs.2017.10.019>.
- KULIK, D.Y., STESHENKO, S.A. y KIRILENKO, A.A., 2017. Compact polarization plane rotator at a given angle in the square waveguide. *Telecommunications and Radio Engineering (English translation of *Elektrosvyaz and Radiotekhnika*)* [en línea], vol. 76, no. 10, pp. 855-864. ISSN 19436009. DOI 10.1615/TelecomRadEng.v76.i10.20. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S146290112030157X>.
- LAMBA, K., SINGH, S.P. y MISHRA, N., 2019. Integrated decisions for supplier selection and lot-sizing considering different carbon emission regulations in Big Data environment. *Computers and Industrial Engineering* [en línea], vol. 128, pp. 1052-1062. ISSN 03608352. DOI 10.1016/j.cie.2018.04.028. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.04.028>.

- LEMON, K.N. y VERHOEF, P.C., 2016. Understanding customer experience throughout the customer journey. *Journal of Marketing* [en línea], vol. 80, no. 6, pp. 69-96. ISSN 15477185. DOI 10.1509/jm.15.0420. Disponible en: <https://doi.org/10.1509%2Fjm.15.0420>.
- LENG, J., RUAN, G., JIANG, P., XU, K., LIU, Q., ZHOU, X. y LIU, C., 2020. Blockchain-empowered sustainable manufacturing and product lifecycle management in industry 4.0: A survey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* [en línea], vol. 132, no. July, pp. 110112. ISSN 18790690. DOI 10.1016/j.rser.2020.110112. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110112>.
- LI, L., SU, F., ZHANG, W. y MAO, J.Y., 2018. Digital transformation by SME entrepreneurs: A capability perspective. *Information Systems Journal* [en línea], vol. 28, no. 6, pp. 1129-1157. ISSN 13652575. DOI 10.1111/isj.12153. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/isj.12153>.
- LINARES-ESPINÓS, E., HERNÁNDEZ, V., DOMÍNGUEZ-ESCRIG, J.L., FERNÁNDEZ-PELLO, S., HEVIA, V., MAYOR, J., PADILLA-FERNÁNDEZ, B. y RIBAL, M.J., 2018. Methodology of a systematic review. *Actas Urológicas Españolas* [en línea], vol. 42, no. 8, pp. 499-506. ISSN 02104806. DOI 10.1016/j.acuro.2018.01.010. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.acuroe.2018.07.002>.
- LOGAN, M., SAFI, M., LENS, P. y VISVANATHAN, C., 2019. Investigating the performance of internet of things based anaerobic digestion of food waste. *Process Safety and Environmental Protection* [en línea], vol. 127, pp. 277-287. ISSN 09575820. DOI 10.1016/j.psep.2019.05.025. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.psep.2019.05.025>.
- LOPES DE SOUSA JABBOUR, A.B., JABBOUR, C.J.C., GODINHO FILHO, M. y ROUBAUD, D., 2018. Industry 4.0 and the circular economy: a proposed research agenda and original roadmap for sustainable operations. *Annals of Operations Research* [en línea], vol. 270, no. 1-2, pp. 273-286. ISSN 15729338. DOI 10.1007/s10479-018-2772-8. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10479-018-2772-8>.

- LU, W., CHEN, X., HO, D.C.W. y WANG, H., 2016. Analysis of the construction waste management performance in Hong Kong: The public and private sectors compared using big data. *Journal of Cleaner Production* [en línea], vol. 112, pp. 521-531. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2015.06.106. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.06.106>.
- MAJCHRZAK, A., LYNNE MARKUS, M. y WAREHAM, J., 2016. Designing for digital transformation: Lessons for information systems research from the study of ICT and societal challenges. *MIS Quarterly: Management Information Systems* [en línea], vol. 40, no. 2, pp. 267-277. ISSN 21629730. DOI 10.25300/MISQ/2016/40. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Ann-Majchrzak/publication/305181007_Designing_for_Digital_Transformation_Lessons_for_Information_Systems_Research_from_the_Study_of_ICT_and_Societal_Challenges/links/57843bcf08aeca7daac3eaf3/Designing-for-Digital-Trans.
- MANAVALAN, E. y JAYAKRISHNA, K., 2019. A review of Internet of Things (IoT) embedded sustainable supply chain for industry 4.0 requirements. *Computers and Industrial Engineering* [en línea], vol. 127, pp. 925-953. ISSN 03608352. DOI 10.1016/j.cie.2018.11.030. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.11.030>.
- MOHER, D., LIBERATI, A., TETZLAFF, J., ALTMAN, D.G., ALTMAN, D., ANTES, G., ATKINS, D., BARBOUR, V., BARROWMAN, N., BERLIN, J.A., CLARK, J., CLARKE, M., COOK, D., D'AMICO, R., DEEKS, J.J., DEVEREAUX, P.J., DICKERSIN, K., EGGER, M., ERNST, E., GØTZSCHE, P.C., GRIMSHAW, J., GUYATT, G., HIGGINS, J., IOANNIDIS, J.P.A., KLEIJNEN, J., LANG, T., MAGRINI, N., MCNAMEE, D., MOJA, L., MULROW, C., NAPOLI, M., OXMAN, A., PHAM, B., RENNIE, D., SAMPSON, M., SCHULZ, K.F., SHEKELLE, P.G., TOVEY, D. y TUGWELL, P., 2009. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLoS Medicine* [en línea], vol. 6, no. 7. ISSN 15491277. DOI 10.1371/journal.pmed.1000097. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>.

- MORAKANYANE, R., GRACE, A. y O'REILLY, P., 2017. Conceptualizing digital transformation in business organizations: A systematic review of literature. *30th Bled eConference: Digital Transformation - From Connecting Things to Transforming our Lives, BLED 2017* [en línea], pp. 427-444. DOI 10.18690/978-961-286-043-1.30. Disponible en: <https://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1028&context=bled2017>.
- NOWAKOWSKI, P., SZWARC, K. y BORYCZKA, U., 2018. Vehicle route planning in e-waste mobile collection on demand supported by artificial intelligence algorithms. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* [en línea], vol. 63, pp. 1-22. ISSN 13619209. DOI 10.1016/j.trd.2018.04.007. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2018.04.007>.
- OSMAN, A.M.S., 2019. A novel big data analytics framework for smart cities. *Future Generation Computer Systems* [en línea], vol. 91, pp. 620-633. ISSN 0167739X. DOI 10.1016/j.future.2018.06.046. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.future.2018.06.046>.
- PAAVOLA, R., HALLIKAINEN, P. y ELBANNA, A., 2017. Role of middle managers in modular digital transformation: The case of Servu. *Proceedings of the 25th European Conference on Information Systems, ECIS 2017* [en línea], vol. 2017, pp. 887-903. Disponible en: https://aisel.aisnet.org/ecis2017_rp/58/.
- ROY, V. y SINGH, S., 2017. Mapping the business focus in sustainable production and consumption literature: Review and research framework. *Journal of Cleaner Production* [en línea], vol. 150, pp. 224-236. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2017.03.040. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.040>.
- SARC, R., CURTIS, A., KANDLBAUER, L., KHODIER, K., LORBER, K.E. y POMBERGER, R., 2019. Digitalisation and intelligent robotics in value chain of circular economy oriented waste management – A review. *Waste Management* [en línea], vol. 95, pp. 476-492. ISSN 18792456. DOI 10.1016/j.wasman.2019.06.035. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.06.035>.
- TEECE, D., 2010. Explicating dynamic capabilities: the nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance. *Business* [en línea], vol. 920, no. October, pp. 1-43. ISSN 01432095. DOI 10.1002/smj. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/smj.640>.

- TOBER, M., 2011. PubMed, ScienceDirect, Scopus or Google Scholar - Which is the best search engine for an effective literature research in laser medicine? *Medical Laser Application* [en línea], vol. 26, no. 3, pp. 139-144. ISSN 16151615. DOI 10.1016/j.mla.2011.05.006. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.mla.2011.05.006>.
- TRANFIELD, D., DENYER, D. y SMART, P., 2014. Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. *Supply Chain Forum* [en línea], vol. 15, no. 2, pp. 20-32. ISSN 16246039. DOI doi.org/10.1111/1467-8551.00375. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/1467-8551.00375>.
- UKKO, J., NASIRI, M., SAUNILA, M. y RANTALA, T., 2019. Sustainability strategy as a moderator in the relationship between digital business strategy and financial performance. *Journal of Cleaner Production* [en línea], vol. 236, pp. 117626. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2019.117626. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117626>.
- VERHOEF, P.C., BROEKHUIZEN, T., BART, Y., BHATTACHARYA, A., QI DONG, J., FABIAN, N. y HAENLEIN, M., 2021. Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. *Journal of Business Research* [en línea], vol. 122, no. July 2018, pp. 889-901. ISSN 01482963. DOI 10.1016/j.jbusres.2019.09.022. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.09.022>.
- VIAL, G., 2019. Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *Journal of Strategic Information Systems* [en línea], vol. 28, no. 2, pp. 118-144. ISSN 09638687. DOI 10.1016/j.jsis.2019.01.003. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2019.01.003>.
- WANG, S., LIANG, Y.C., LI, W.D. y CAI, X.T., 2018. Big Data enabled Intelligent Immune System for energy efficient manufacturing management. *Journal of Cleaner Production* [en línea], vol. 195, pp. 507-520. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2018.05.203. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.203>.

- WARNER, K.S.R. y WÄGER, M., 2019. Building dynamic capabilities for digital transformation: An ongoing process of strategic renewal. *Long Range Planning* [en línea], vol. 52, no. 3, pp. 326-349. ISSN 18731872. DOI 10.1016/j.lrp.2018.12.001. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2018.12.001>.
- WEERSINK, A., FRASER, E., PANNELL, D., DUNCAN, E. y ROTZ, S., 2018. Opportunities and Challenges for Big Data in Agricultural and Environmental Analysis. *Annual Review of Resource Economics* [en línea], vol. 10, no. May, pp. 19-37. ISSN 19411359. DOI 10.1146/annurev-resource-100516-053654. Disponible en: <https://doi.org/10.1146/annurev-resource-100516-053654>.
- WLÖMERT, N. y PAPIES, D., 2016. On-demand streaming services and music industry revenues - Insights from Spotify's market entry. *International Journal of Research in Marketing* [en línea], vol. 33, no. 2, pp. 314-327. ISSN 01678116. DOI 10.1016/j.ijresmar.2015.11.002. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijresmar.2015.11.002>.
- YALINA, N. y ROZAS, I.S., 2020. Digital workplace: Digital transformation for environmental sustainability. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* [en línea], vol. 456, no. 1. ISSN 17551315. DOI 10.1088/1755-1315/456/1/012022. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/456/1/012022>.
- YANG, H.S., ZHENG, L. y HUANG, Y., 2012. Critical success factors for MES implementation in China. *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management* [en línea], vol. 9, pp. 558-562. ISSN 2157362X. DOI 10.1109/IEEM.2012.6837801. Disponible en: <https://doi.org/10.28945/479>.
- YAZDANI, M., KABIRIFAR, K., FRIMPONG, B.E., SHARIATI, M., MIRMOZAFFARI, M. y BOSKABADI, A., 2021. Improving construction and demolition waste collection service in an urban area using a simheuristic approach: A case study in Sydney, Australia. *Journal of Cleaner Production* [en línea], vol. 280, pp. 124138. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2020.124138. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124138>.

YE, Z., YANG, J., ZHONG, N., TU, X., JIA, J. y WANG, J., 2020. *Tackling environmental challenges in pollution controls using artificial intelligence: A review* [en línea]. S.I.: Elsevier B.V. ISBN 8657188320882. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134279>.

ZHANG, Y., REN, S., LIU, Y. y SI, S., 2017. A big data analytics architecture for cleaner manufacturing and maintenance processes of complex products. *Journal of Cleaner Production* [en línea], vol. 142, pp. 626-641. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2016.07.123. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.123>.