

Intelligenza artificiale per il reporting ESG: un dibattito accademico

Prof. SILVANA SECINARO - Prof. DAVIDE CALANDRA
Prof. FEDERICO CHMET - Dott. FEDERICO LANZALONGA

ABSTRACT: (ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR ESG REPORTING: AN ACADEMIC DEBATE). *The imperative for accurate and efficient Environmental, Social, and Governance (ESG) reporting has never been greater, especially after the 2022 European Union Directive on corporate sustainability. This paper explores the transformative potential of Artificial Intelligence (AI) in enhancing ESG reporting. We conduct a structured literature review (SLR) alongside a bibliometric analysis to examine the integration of AI in automating and optimizing the collection, analysis, and disclosure of ESG data. Our findings reveal that AI improves the precision and reliability of ESG reports and addresses significant challenges such as data quality, regulatory compliance, and ethical concerns. However, barriers such as integrating AI into existing workflows, the need for substantial resources, and the inconsistency of ESG standards pose considerable challenges, particularly for small and medium-sized enterprises (SMEs). This study highlights the dual role of AI as a strategic enabler and a complex disruptor in ESG reporting, discussing the role of business administration in this change.*

KEYWORDS: *Artificial Intelligence, ESG Reporting, Systematic Literature Review, Corporate Sustainability, Data Quality, Regulatory Compliance.*

DOI: 10.17408/RIRE.ASSDCFCFL091011122024 - ISSN: 1593-9154

Ricevuto: 07-10-2024 - Accettato: 16-12-2024

1. Introduzione

L'area di intersezione tra ESG (Ambientale, Sociale e Governance) e AI (i.e., Artificial Intelligence - Intelligenza Artificiale) costituisce un campo di avanguardia per affrontare i meccanismi operativi e competitivi chiave per le aziende di oggi e del futuro. L'integrazione di questi temi, complessi ma cruciali, mette in evidenza la pressante necessità di innovazione nelle pratiche di sostenibilità aziendale (BURNAEV et al., 2023).

La direttiva dell'Unione Europea del 2022 sulla rendicontazione di sostenibilità aziendale, nota come Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD), sottolinea l'importanza di comprendere in modo completo l'impatto delle organizzazioni sul loro ambiente e viceversa. Sebbene una maggiore rendicontazione sia utile per informare gli stakeholder sugli impatti ambientali e sociali, essa presenta notevoli sfide per le imprese, tra cui l'integrazione di nuovi processi che potrebbero sovraccaricare i flussi di lavoro esistenti, il miglioramento delle competenze di contabili e manager (ANDRADES et al., 2023), l'aumento dei costi (MANIORA, 2017), e, più significativamente, la qualità della raccolta dei dati.

Una definizione completa di AI nel contesto della rendicontazione ESG comprende vari strumenti e tecnologie, come il machine learning, il deep learning, l'elaborazione del linguaggio naturale e il calcolo cognitivo (MOHAMED RIYATH AND INUN JARIYA, 2024). Queste tecnologie automatizzano la raccolta dei dati, migliorano l'analisi e aumentano l'affidabilità delle divulgazioni ESG. Ad esempio, gli algoritmi di machine learning prevedono accuratamente le valutazioni e i punteggi ESG, mentre l'elaborazione del linguaggio naturale analizza grandi volumi di dati testuali relativi all'ambito ESG

(CALANDRA, 2023). Inoltre, questi strumenti offrono vantaggi significativi, come una maggiore accuratezza dei dati, la riduzione dei costi di rendicontazione e una maggiore conformità agli standard normativi (BINH AND LEE, 2024). Tuttavia, presentano anche delle sfide, tra cui la necessità di un investimento iniziale sostanziale e l'integrazione nei flussi di lavoro esistenti (BUCHANAN, 2005).

La tecnologia digitale introduce nuove soluzioni e opportunità per la rendicontazione ESG. L'implementazione dell'AI migliora notevolmente l'automazione della raccolta e dell'interpretazione dei dati ambientali e sociali, aumentando l'affidabilità e la precisione delle informazioni fornite. Secondo la letteratura accademica, SÆTRA (2023) dimostra che l'AI aumenta l'automazione nella raccolta e nell'analisi dei dati ambientali e sociali. Inoltre, come suggerito da KULKARNI ET AL. (2023), l'AI ottimizza questi processi, riduce i costi e migliora la governance, diventando così un fattore strategico nel panorama ESG.

L'applicazione di algoritmi di machine learning e deep learning offre un nuovo approccio all'analisi dei dati ESG, supportando le aziende a migliorare i loro sforzi di sostenibilità attraverso la previsione e l'analisi dei punteggi ESG con maggiore accuratezza e affidabilità (LEE ET AL., 2022). Questi avanzamenti tecnologici dimostrano il potenziale trasformativo dell'AI nel rivoluzionare la rendicontazione ESG, rendendola un elemento centrale nelle strategie di sostenibilità aziendale.

Tuttavia, nonostante i vantaggi dell'incorporazione dell'AI nella rendicontazione ESG, persistono sfide significative e lacune nella ricerca. BURNAEV ET AL. (2023) individuano ostacoli pratici, come l'integrazione fluida degli strumenti di AI nei flussi di lavoro aziendali esistenti senza causare interruzioni. Inoltre, questioni relative alla qualità dei dati, alla conformità normativa e alle implicazioni etiche delle applicazioni dell'AI nella rendicontazione ESG richiedono ulteriori approfondimenti. Il problema dell'affidabilità dei dati nella rendicontazione ESG si rileva particolarmente delicato. Sebbene l'AI migliori l'accuratezza e l'autenticità dei dati ESG, presenta anche rischi come bias nei dati e problemi di trasparenza (FLORIDI ET AL., 2018).

KULKARNI ET AL. (2023) sottolineano che, sebbene l'AI ottimizzi i processi e riduca i costi, le piccole e medie imprese (PMI) spesso non dispongono delle risorse e delle competenze necessarie per implementare queste tecnologie in modo efficace. Inoltre, come evidenziato da RAZA ET AL. (2022), l'incoerenza degli standard di rendicontazione ESG tra le diverse regioni rappresenta una sfida significativa, sottolineando la necessità di sistemi di valutazione ESG più affidabili per aiutare gli investitori a distinguere le aziende responsabili dalle altre.

Accanto ai benefici di riduzione dei costi e miglioramento dell'efficienza, l'implementazione iniziale dell'AI richiede investimenti significativi. Questi includono le spese relative alla formazione del personale, l'integrazione dei sistemi di AI con i quadri di raccolta dati esistenti e il superamento della resistenza al cambiamento all'interno dell'organizzazione (BUGHIN ET AL., 2017). Inoltre, l'allineamento della reportistica basata su AI con gli European Sustainability Reporting Standards (ESRS), obbligatori dal 2024, sarà cruciale per garantire la conformità e la comparabilità tra le imprese (EFRAG, 2023).

Un'altra questione rilevante è la cosiddetta "aggregate confusion" nella rendicontazione ESG, dove molteplici standard e quadri di rendicontazione portano a dati incoerenti e talvolta contrastanti (PIZZI ET AL., 2024). HAO AND DEMIR (2024) segnalano inoltre freni tecnologici, come le preoccupazioni per la privacy dei dati, la mancanza di normative e la necessità di sinergia tra AI e decisioni umane, che limitano l'adozione diffusa dell'AI nella rendicontazione ESG.

Pertanto, come suggerito da MASSARO ET AL. (2016) la mancanza di sistematizzazione e i numerosi dibattiti accademici potrebbero ostacolare lo sviluppo in questo campo scientifico. Comprendere l'impatto e il potenziale dell'AI richiede di considerare sfide e le opportunità, così da costruire un quadro critico per valutare l'influenza dell'AI sulla rendicontazione ESG, contribuendo alla base di conoscenze scientifiche e orientando le future ricerche. Con l'evoluzione dei requisiti di divulgazione, sempre più sfidanti, è essenziale che i professionisti trovino supporto per soddisfarli (KORPORAAL, 2023).

Date queste lacune di ricerca, il nostro studio si propone di rispondere alla seguente domanda di ricerca:

“Qual è l'impatto dell'AI sulla rendicontazione ESG?”

Questo studio si distingue dalle ricerche esistenti poiché offre una prospettiva integrata sulla trasformazione delle pratiche di reporting ESG attraverso l'intelligenza artificiale, includendo un'analisi approfondita delle sfide e delle opportunità specifiche per le PMI. Inoltre, esplora la conformità alle nuove normative, come la Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD) dell'Unione Europea, che viene trattata in modo critico e sistematico per evidenziare l'impatto normativo e operativo di queste tecnologie.

Il nostro articolo proseguirà come segue. La sezione successiva fornisce una panoramica del quadro metodologico utilizzato. Successivamente, presentiamo i risultati. L'ultima sezione discute e conclude il paper.

2. Metodologia

I ricercatori possono adottare approcci di revisione della letteratura multipli per svolgere un'analisi approfondita e affidabile delle fonti scientifiche pubblicate. Come osservato da TRANFIELD ET AL. (2003), le revisioni della letteratura contribuiscono a consolidare e costruire basi di conoscenza all'interno di un ambito di ricerca, offrendo una panoramica aggiornata attraverso l'identificazione di punti di forza e criticità nelle teorie e nei metodi adottati dai ricercatori. Le revisioni della letteratura assumono spesso un carattere narrativo. Tuttavia, negli ultimi anni è cresciuto il numero di articoli metodologici, con l'obiettivo di fornire strumenti pubblicativi innovativi e migliorare le nostre competenze in qualità di studiosi. Esistono diverse tipologie di revisione, quelle metodologiche (SNYDER, 2019), teoriche (DE CUYPER ET AL., 2008), tematiche (PAUL AND FELICIANO-CESTERO, 2021), bibliometriche (CALANDRA ET AL., 2024) o ibride (VLAČIĆ ET AL., 2021). La scelta di uno specifico metodo di revisione non può prescindere da un percorso il più possibile strutturato (MASSARO ET AL., 2016), che garantisca passaggi di ricerca replicabili, trasparenti e affidabili. Per tali ragioni, il presente articolo adotta un approccio combinato che mira a ridurre la soggettività nell'interpretazione dei risultati (VASKA ET AL., 2021).

Al fine di rispondere alla domanda di ricerca, effettuiamo una revisione strutturata della letteratura, selezionando studi rilevanti che esplorano l'integrazione dell'AI nel reporting ESG. Questa scelta ci consente di colmare una lacuna nella letteratura esistente, poiché poche ricerche hanno esplorato in modo esaustivo la sinergia tra AI e pratiche di sostenibilità aziendale in un contesto normativo sempre più stringente.

Essere strutturati e sistematici nel metodo implica seguire regole ben definite per la selezione del campione. In questo studio, adottiamo dieci passi, ispirandoci a MASSARO ET AL. (2016):

1. Scrivere un protocollo di revisione della letteratura;
2. Definire le domande a cui la revisione della letteratura intende rispondere;
3. Determinare il tipo di studi ed effettuare una ricerca completa della letteratura;
4. Misurare l'impatto degli articoli;
5. Definire un quadro analitico;
6. Stabilire l'affidabilità della revisione della letteratura;
7. Verificare la validità della revisione della letteratura;
8. Creare dei codici sui dati utilizzando il quadro di riferimento sviluppato;
9. Sviluppare intuizioni e critiche attraverso l'analisi dei dati;
10. Sviluppare percorsi e domande di ricerca futuri.

Il resto di questa sezione svilupperà i primi otto punti. Il punto nove è trattato nella sezione successiva dei risultati e il punto dieci è integrato nella discussione e conclusione. I primi elementi da affrontare riguardano lo sviluppo di un protocollo di ricerca rigoroso basato sugli elementi indicati in Tabella 1.

Tabella 1. Protocollo di ricerca

Elementi del protocollo di ricerca	Considerazioni degli autori
Cosa si sa già?	Esistono studi sulla rendicontazione ESG e sull'uso dell'intelligenza artificiale (AI) per migliorare la raccolta, l'analisi e la trasparenza dei dati ESG. Tuttavia, pochi lavori hanno esplorato a fondo l'integrazione dell'AI con le pratiche di sostenibilità aziendale, specialmente alla luce di normative sempre più stringenti come la direttiva CSRD dell'Unione Europea.
Argomento di ricerca	Esaminare l'impatto dell'AI nel contesto del reporting ESG, esplorando come questa tecnologia possa standardizzare, verificare e ottimizzare le pratiche di rendicontazione ESG, soprattutto considerando le esigenze delle PMI.
Motivazione della ricerca	La ricerca mira a colmare una lacuna nella letteratura sul potenziale dell'AI nel reporting ESG, in particolare riguardo all'automazione e all'affidabilità dei dati, nonché alla conformità normativa. L'obiettivo è di fornire una prospettiva

	sistematica e strutturata, contribuendo alla conoscenza accademica e offrendo linee guida pratiche per aziende e professionisti del settore.
Ricerca su riviste	Abbiamo utilizzato il database Scopus, selezionando articoli, abstract e parole chiave relativi all'AI e al reporting ESG senza limitazioni di anno, includendo fonti significative e peer-reviewed, con particolare attenzione alla rilevanza tematica e alla qualità accademica delle riviste.

Fonte: Elaborazione degli autori

Il secondo passaggio essenziale di una revisione strutturata della letteratura (SLR) è la definizione delle domande di ricerca. Considerando le motivazioni descritte nella sezione precedente, la domanda di ricerca – “Qual è l’impatto dell’AI sulla rendicontazione ESG?” esamina in dettaglio le caratteristiche della letteratura analizzata, i concetti chiave legati all’argomento e le implicazioni future per ulteriori ricerche.

In relazione al campione analizzato, nella terza fase gli autori determinano gli studi da includere per mezzo di una stringa di ricerca il più possibile olistica. Il nostro approccio di ricerca segue TSANG ET AL. (2023), che suggeriscono di rafforzare l’informativa ESG per migliorare la qualità e la comparabilità delle informazioni tra aziende e settori. Esplorando come l’AI consenta la standardizzazione e la verifica dell’informativa ESG, costruiamo possibili collegamenti per questo flusso di ricerca; pertanto, concentriamo la nostra stringa di ricerca su due pilastri.

Il primo si basa sui sinonimi di rendicontazione ESG ricavati da studi precedenti (TSANG ET AL., 2023).

Il secondo comprende tutti i sinonimi di AI, secondo il rapporto della Casa Bianca “Critical and Emerging Technologies List Update” (LANDER ET AL., 2022). Pertanto, utilizziamo la seguente chiave di ricerca:

(TITLE-ABS-KEY (“ESG Report*”) OR TITLE-ABS-KEY (“ESG disclosure”) OR TITLE-ABS-KEY (“Environmental report*”) OR TITLE-ABS-KEY (“Governance report*”) OR TITLE-ABS-KEY (“CSR Reporting”) OR TITLE-ABS-KEY (“Corporate Social Responsibility Reporting”) OR TITLE-ABS-KEY (“Integrated Reporting”) AND TITLE-ABS-KEY (“Artificial intelligence”) OR TITLE-ABS-KEY (“Deep learning”) OR TITLE-ABS-KEY (“Machine learning”) OR TITLE-ABS-KEY (“Neural networks”) OR TITLE-ABS-KEY (“Cognitive Computing”) OR TITLE-ABS-KEY (“Advanced Algorithms”) OR TITLE-ABS-KEY (“Algorithm*”) OR TITLE-ABS-KEY (“AI Technolog*”) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, “ar”) OR LIMIT-TO (DOCTYPE, “re”) OR LIMIT-TO (DOCTYPE, “cp”))

Utilizziamo il database Scopus per definire i confini della ricerca e iniziare la fase di raccolta dei dati. Le ricerche vengono condotte per titolo, abstract e parole chiave sui contributi in inglese, includendo tutti gli anni, senza limitazioni (CALANDRA ET AL., 2023). Questa strategia ha prodotto 79 risultati. Successivamente, raffiniamo le fonti includendo esclusivamente contributi scientifici peer-reviewed (i.e., articoli scientifici, review, capitoli

di libro), ottenendo 55 risultati. Infine, due autori, con il controllo di un terzo, classificano ogni contributo attraverso una lettura attenta dei titoli e degli abstract, verificandone la pertinenza rispetto all'ambito di ricerca oggetto di studio. Questo processo porta a un totale di 45 fonti, che saranno analizzate nelle fasi successive dello studio.

Per misurare l'impatto degli articoli (passo 4), applichiamo un'analisi bibliometrica, successivamente riportata per trasparenza nei risultati.

In aggiunta, come indicato dal passo 5, definiamo un quadro analitico di codifica (Tabella 2) per raggiungere gli obiettivi di questa ricerca e arricchire le conoscenze in questo campo.

Tabella 2. Quadro analitico

Categoria	Variabili	Specifiche
Dati bibliometrici	Informazioni principali sui dati	Anni, fonti, documenti, bibliografia, numero di autori, tipologia di documento
	Parole chiave	Frequenza delle parole chiave nel tempo
	Citazioni	Documenti più citati

Fonte: Elaborazione degli autori

Sesto, per stabilire l'affidabilità abbiamo adottato un processo di triangolazione per ridurre la soggettività nella codifica dei dati, utilizzando tre ricercatori per la classificazione delle fonti. Due autori hanno codificato in modo indipendente i temi, e un terzo autore ha validato le decisioni per garantire coerenza. L'affidabilità della revisione è stata ulteriormente rafforzata attraverso la discussione iterativa tra i membri del gruppo di ricerca per risolvere eventuali discrepanze nella categorizzazione (CAMPBELL ET AL., 2018).

Settimo, la validità della revisione è stata verificata attraverso un approccio sistematico per garantire la rappresentatività e l'applicabilità dei risultati. La validità esterna, intesa come capacità di generalizzare i risultati, è stata assicurata effettuando diverse query per valutare quanto gli articoli selezionati fossero rappresentativi della letteratura disponibile sull'argomento (DUMAY ET AL., 2016). In questa fase, due membri del gruppo di ricerca hanno letto attentamente gli abstract e, in alcuni casi, il contenuto completo degli articoli identificati nel passo tre, escludendo i contributi non pertinenti. Gli articoli sono stati scartati quando non erano contributi scientifici accademici, oppure quando i termini relativi al reporting ESG o all'intelligenza artificiale venivano utilizzati in modo ambiguo o in contesti non rilevanti per la revisione.

Ottavo, per proseguire con il processo di codifica, utilizziamo alcuni strumenti avanzati. Per analizzare i dati quantitativi, impieghiamo R e il pacchetto Bibliometrix di questo software (ARIA AND CUCCURULLO, 2017).

Nono, per sviluppare intuizioni e critiche attraverso l'analisi dei dati utilizziamo l'analisi tematica qualitativa (CA) che ha permesso di identificare i principali temi emersi nella letteratura sull'uso dell'intelligenza artificiale (AI) nel reporting ESG (HSIEH AND SHANNON, 2005). Nello specifico, abbiamo suddiviso il corpus della letteratura in cinque categorie tematiche – accuratezza e efficienza dei dati, riduzione dei costi e ottimizzazione dei processi, trasparenza e credibilità per contrastare il greenwashing, sfide pratiche ed etiche, e incoerenza degli standard di rendicontazione. Queste categorie - incluse in Tabella 5 (paragrafo Discussione e Conclusione) – derivano dalla frequenza e dalla rilevanza dei temi nei paper selezionati, poiché ciascun tema è stato frequentemente identificato come aspetto critico nelle applicazioni di AI per il reporting ESG.

L'ultima sezione del nostro articolo identifica i percorsi di ricerca futuri e le domande aperte per i ricercatori (passo 10).

3. Risultati

La tabella 3 fornisce le statistiche descrittive essenziali degli articoli selezionati per la revisione della letteratura sull'AI e il reporting ESG.

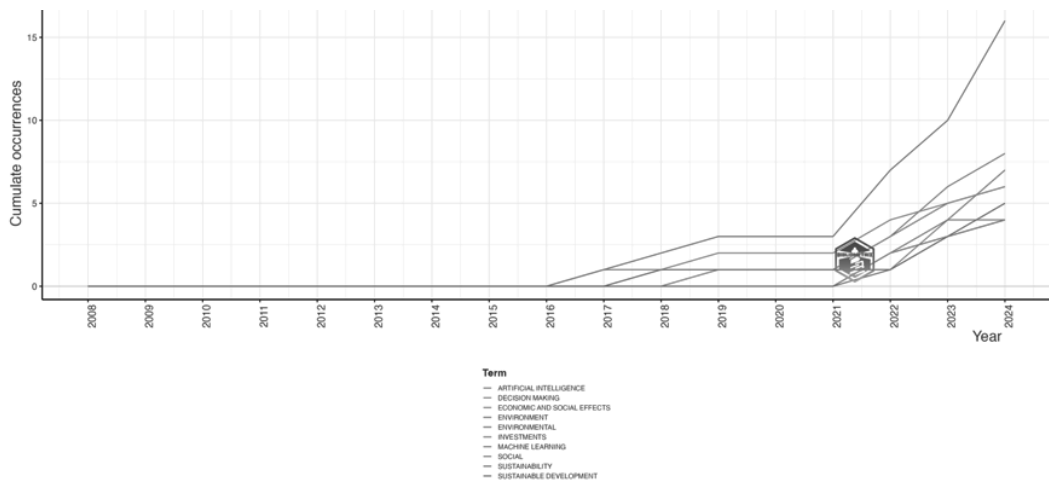
Tabella 3. Informazioni principali sui dati

Descrizione	Risultati
Periodo di analisi	2008-2024
Numero di fonti	40
Documenti	45
Crescita in percentuale annua %	16,8
Pubblicazioni annuali sul tema	2,62
Numero di elementi bibliografici	7.222
CONTENUTO DEI DOCUMENTI	
Parole chiave	163
AUTORI E COLLABORAZIONE	
Autori	156
Co-Autori per documento	3,56
TIPI DI DOCUMENTO	
Articoli	28
Articoli associati a una conferenza	15
Review	2

Fonte: Elaborazione degli autori con il pacchetto Bibliometrix R Package

I dati si estendono dal 2008 al 2024, riflettendo un'analisi completa e aggiornata delle tendenze e degli sviluppi dell'AI applicata al reporting ESG. La selezione di 45 documenti provenienti da 40 fonti diverse evidenzia la diversità della letteratura esaminata, garantendo un'ampia copertura dell'argomento. Il tasso di crescita annuale del 16,8% e una media di 2,62 documenti all'anno indicano un crescente interesse e produttività accademica in questo settore. I 7.222 riferimenti utilizzati dimostrano la profondità della ricerca e l'ampia gamma di studi considerati. Con 163 parole chiave, la rassegna coglie vari aspetti dell'AI e del reporting ESG, sottolineando la complessità dell'argomento. Il coinvolgimento di 156 autori e una media di 3,56 co-autori per documento suggerisce una collaborazione significativa, che riflette la natura interdisciplinare del campo. La maggior parte dei documenti è costituita da articoli (28), seguiti da documenti di conferenze (15) e review (2). Questa distribuzione suggerisce un'attenzione particolare alla ricerca empirica e alle nuove scoperte, con discussioni teoriche e revisioni della letteratura che contribuiscono alla base di conoscenza. La Figura 1 illustra le occorrenze cumulative di vari termini relativi all'AI e al reporting ESG dal 2008 al 2024.

Figura 1. Frequenza delle parole chiave nel tempo



Fonte: Elaborazione degli autori con bibliometrix

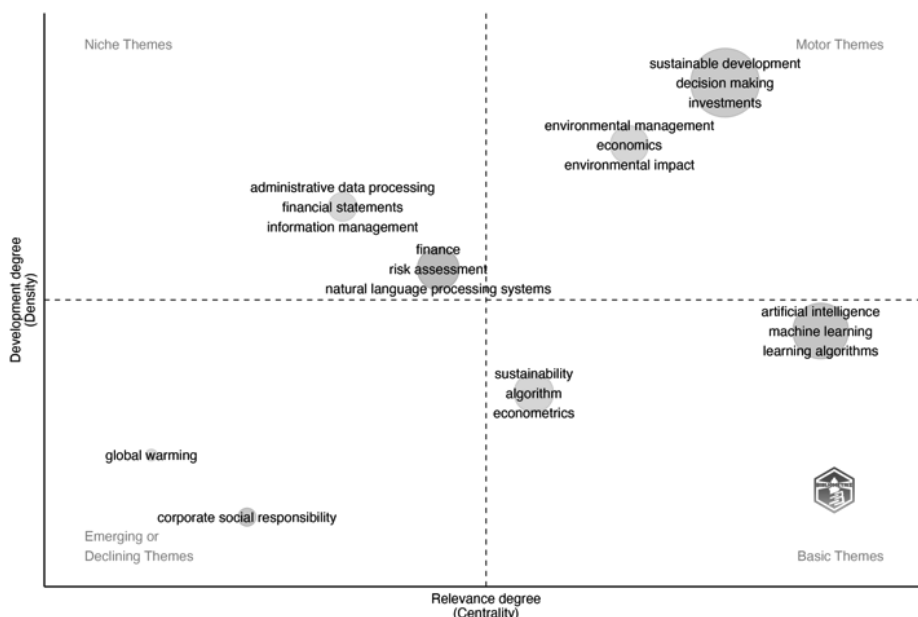
Si osserva una tendenza notevole: la frequenza di questi termini inizia ad aumentare significativamente intorno al 2016, con un'accelerazione pronunciata dal 2020 in poi. Ciò indica un crescente interesse accademico e professionale per l'integrazione dell'AI nel reporting ESG.

Il termine "Intelligenza Artificiale" ha registrato un aumento sostanziale, soprattutto dopo il 2020, riflettendo il crescente slancio delle applicazioni dell'AI nei contesti ESG. Allo stesso modo, "Sostenibilità" e "Sviluppo sostenibile" registrano aumenti significativi, sottolineando il loro ruolo centrale nel discorso ESG. Le parole "Ambiente" e "Sociale" registrano una crescita costante, indicando un'attenzione costante a questi aspetti nell'ambito del reporting ESG. Anche le considerazioni economiche e i processi decisionali sono sempre più discussi, come dimostrano le tendenze in aumento di "effetti economici

e sociali” e “processo decisionale”. I termini legati alla tecnologia come “Machine Learning” mostrano tendenze al rialzo simili a quelle dell’AI, sottolineando il ruolo crescente degli algoritmi avanzati nel migliorare le pratiche di rendicontazione ESG. Nel complesso, la figura mostra un interesse diversificato e in espansione per i vari aspetti dell’AI e del reporting ESG, evidenziando l’integrazione delle tecnologie AI per migliorare l’accuratezza, l’efficienza e l’impatto del reporting ESG.

La mappa tematica della Figura 2 è stata generata utilizzando R Studio e il pacchetto Bibliometrix (ARIA AND CUCCURULLO, 2017) con l’obiettivo di fornire una panoramica dettagliata dello sviluppo e della rilevanza dei vari temi di rendicontazione AI ed ESG. Essa combina metriche quantitative, come la densità e la centralità dei temi, con un’interpretazione qualitativa dei risultati. La dimensione orizzontale rappresenta la centralità del tema, ovvero il grado di connessione e rilevanza rispetto al dominio generale di ricerca. La dimensione verticale, invece, misura la densità, indicativa del grado di sviluppo di un tema specifico nella letteratura esaminata.

Figura 2. Mappa tematica



Fonte: Elaborazione degli autori con bibliometrix

Nel quadrante dei temi motori (in alto a destra), troviamo tematiche altamente sviluppate e centrali come “sviluppo sostenibile”, “processo decisionale”, “investimenti”, “gestione ambientale”, “economia” e “impatto ambientale” (DE MATTEIS ET AL., 2021). Questi temi sono fondamentali, in quanto guidano il discorso nel campo e indicano che le decisioni strategiche e le considerazioni finanziarie sono cruciali per raggiungere gli obiettivi di sostenibilità. Il quadrante dei temi di base (in basso a destra) comprende “intelligenza artificiale”, “apprendimento automatico” e “algoritmi di apprendimento”. Si tratta di temi molto rilevanti ma meno sviluppati, che costituiscono le fondamenta del settore. La loro

presenza sottolinea il potenziale di trasformazione delle tecnologie AI nel migliorare il reporting ESG, anche se c'è un notevole spazio per ulteriori esplorazioni e crescita.

Nel quadrante dei temi di nicchia (in alto a sinistra), vediamo temi come “elaborazione di dati amministrativi”, “bilanci”, “gestione delle informazioni”, “finanza”, “valutazione del rischio” e “sistemi di elaborazione del linguaggio naturale”. Questi temi sono ben sviluppati ma meno centrali e si concentrano su interessi specialistici all'interno del campo. Evidenziano l'importanza della gestione e dell'elaborazione dei dati per un reporting ESG efficace e gli approcci analitici avanzati che vengono applicati. Infine, il quadrante dei temi emergenti o in declino (in basso a sinistra) presenta “riscaldamento globale” e “responsabilità sociale d'impresa”. Questi temi sono meno sviluppati e rilevanti. La “responsabilità sociale d'impresa” sembra essere un tema emergente, potenzialmente in crescita, mentre il “riscaldamento globale” potrebbe essere emergente o considerato meno centrale rispetto ad altri temi (CORONELLA ET AL., 2018). La tabella 4 elenca i 10 articoli più citati in materia di AI e reporting ESG, con i relativi autori, titoli, riviste, anni di pubblicazione e numero di citazioni.

Le tecnologie di intelligenza artificiale e di apprendimento automatico diventano sempre più importanti per migliorare la rendicontazione ESG, automatizzando la raccolta dei dati, migliorandone l'accuratezza e fornendo approfondimenti sulle metriche di sostenibilità. Le tecniche di AI, in particolare gli algoritmi di apprendimento automatico, si utilizzano per analizzare grandi quantità di dati ESG, identificando schemi e generando modelli predittivi per aiutare le aziende a comprendere meglio i loro impatti ambientali e sociali. Questo approccio è utile anche a fini di audit (RAFFAELE, 2020). Ad esempio, D'AMATO ET AL. (2021), utilizzano un approccio di machine learning, in particolare l'algoritmo Random Forest, per studiare come i bilanci e le voci di bilancio influenzano i punteggi ESG. Il loro studio dimostra che i dati finanziari strutturali possono predire efficacemente i rating ESG, evidenziando il potenziale del ML nel semplificare le valutazioni ESG.

Inoltre, le tecnologie di intelligenza artificiale sono utili per affrontare questioni come il greenwashing, garantendo l'autenticità e la trasparenza dei dati. WU ET AL. (2022) hanno esplorato l'integrazione dell'AI con la blockchain e l'IoT per creare un sistema di reporting intelligente che migliora l'affidabilità delle informazioni ESG. Il sistema utilizza reti neurali non supervisionate per il rilevamento delle anomalie in tempo reale, che aiutano a mantenere l'integrità dei dati riportati e a prevenire le pratiche di manipolazione (WU ET AL., 2022). Inoltre, l'analisi del sentiment guidata dall'intelligenza artificiale, come evidenziato da ROCCA ET AL. (2020), può analizzare le comunicazioni aziendali e le divulgazioni pubbliche per valutare la sincerità delle dichiarazioni di sostenibilità delle aziende, attenuando ulteriormente i rischi di greenwashing.

Tabella 4. Documenti più citati

Paper	DOI	Totale citazioni
HÄMÄLÄINEN E, 2019, J IND INFOR INTEGR	10.1016/j.jii.2019.100105	53
SEELE P, 2017, J CLEAN PROD	10.1016/j.jclepro.2016.10.175	51
MICHAELS A, 2017, J MANAGE CONTROL	10.1007/s00187-017-0251-z	46
BENITES-LAZARO LL, 2018, J CLEAN PROD	10.1016/j.jclepro.2018.06.212	40
SAXENA A, 2023, SUSTAINABILITY	10.3390/su15010309	29
CAMODECA R, 2018, SUSTAINABILITY	10.3390/su10124393	23

D'AMATO V, 2021, DECIS ECON FINANC	10.1007/s10203-021-00364-5	20
ROCCA L, 2020, MEDITARI ACCOUNT RES	10.1108/MEDAR-09-2019-0563	15
KASPINA RG, 2015, ASIAN SOC SCI	10.5539/ass.v11n11p89	8
WU W, 2022, COMPUT IND	10.1016/j.compind.2022.103700	7

Fonte: Elaborazione degli autori con bibliometrix

4. Discussione e Conclusioni

I risultati di questo studio si collocano all'intersezione tra tecnologia e sostenibilità, fornendo un contributo originale per la letteratura accademica sul reporting ESG. Mentre molte ricerche si concentrano su applicazioni generiche dell'intelligenza artificiale, questa ricerca esplora in modo approfondito l'impatto delle tecnologie AI in relazione ai requisiti di compliance ESG, contribuendo così all'evoluzione della dottrina sull'applicazione dell'AI per il miglioramento della sostenibilità aziendale e l'integrità dei dati (Tabella 5).

In primo luogo, le tecnologie basate su AI e machine learning (ML) migliorano in modo significativo l'accuratezza e l'efficienza del reporting ESG. Automatizzando la raccolta e l'analisi dei dati, queste tecnologie non solo riducono l'errore umano, ma aumentano anche l'affidabilità delle informazioni riportate. Studi come quello di D'AMATO ET AL. (2021) dimostrano la capacità di algoritmi di ML, come Random Forest, di prevedere accuratamente i punteggi ESG, fornendo uno strumento robusto per la valutazione della performance di sostenibilità aziendale.

Un altro contributo importante di questo studio riguarda l'impatto dell'AI nella promozione della trasparenza e dell'autenticità dei dati ESG, riducendo i rischi di greenwashing. I sistemi guidati dall'AI, come osservato da WU ET AL. (2022), integrano blockchain e IoT per garantire l'autenticità dei dati e il rilevamento delle anomalie in tempo reale, prevenendo così il greenwashing e migliorando la trasparenza. Ciò suggerisce un cambiamento nel modo in cui l'integrità e l'affidabilità dei dati vengono concettualizzate nel reporting di sostenibilità, enfatizzando il ruolo delle tecnologie avanzate nel mantenere elevati standard di qualità dei dati (NEELY & COOK, 2011). Le aziende possono sfruttare l'intelligenza artificiale per ottimizzare i processi di rendicontazione ESG, riducendo il carico di risorse umane e minimizzando gli errori.

Inoltre, l'adozione dell'AI permette una significativa riduzione dei costi operativi, soprattutto per le grandi organizzazioni con esigenze di reporting estese. Come indicato da KULKARNI ET AL. (2023) l'introduzione di tecnologie AI nel reporting ESG può ottimizzare i processi, riducendo l'impegno manuale e i costi associati, e migliorando la governance e l'efficienza operativa delle aziende. Questa ottimizzazione non solo rende il reporting ESG più sostenibile nel lungo termine, ma consente anche di rimodellare le strategie organizzative in funzione delle pratiche di sostenibilità. Tuttavia, occorre sottolineare che tali vantaggi potrebbero essere meno accessibili alle PMI, che spesso devono far fronte a risorse e competenze limitate, con implicazioni importanti sul loro potenziale di integrazione dell'AI.

Un'ulteriore sfida critica, come emerso in questo studio, è rappresentata dall'incoerenza degli standard di rendicontazione ESG nelle diverse regioni. Il nostro studio evidenzia che, affinché l'AI possa supportare un reporting ESG universalmente efficace e comparabile,

sarebbe necessaria un'armonizzazione degli standard. L'adozione di quadri di rendicontazione standardizzati a livello globale non solo faciliterebbe la comparabilità e il benchmarking tra aziende, ma permetterebbe anche agli investitori di effettuare valutazioni più informate, promuovendo un innalzamento dei livelli di sostenibilità aziendale a livello internazionale (ROCCA ET AL., 2020).

Il contributo dell'economia aziendale è cruciale per garantire un'efficace integrazione dell'AI nel reporting ESG. Come dimostrato in questo studio, il ruolo degli studiosi di economia aziendale è quello di supportare le organizzazioni nell'analizzare e ottimizzare le opportunità dell'AI, garantendo al contempo una coerenza normativa e un approccio etico in grado di mantenere la fiducia negli sforzi di sostenibilità delle aziende.

Infine, nonostante questi vantaggi, rimangono diverse sfide da affrontare. L'integrazione degli strumenti di AI nei flussi di lavoro aziendali esistenti senza causare interruzioni costituisce un ostacolo pratico, come osservato da BURNAEV ET AL. (2023). Inoltre, la qualità dei dati, la conformità alle normative e le considerazioni etiche devono essere esaminate a fondo. Le PMI, in particolare, possono incontrare difficoltà a reperire le risorse e le competenze necessarie per implementare queste tecnologie in modo efficace (KULKARNI ET AL., 2023). Queste sfide richiedono un esame più approfondito dei quadri etici e degli standard normativi che regolano l'uso dell'AI nel reporting ESG, assicurando che i progressi tecnologici siano in linea con i valori della società. Le aziende devono affrontare queste sfide con attenzione, investendo in formazione e infrastrutture per integrare efficacemente le tecnologie di AI senza compromettere la qualità dei dati o la conformità normativa.

Un'altra sfida significativa è l'incoerenza degli standard di rendicontazione ESG nelle diverse regioni. Come evidenziano RAZA ET AL. (2022) sistemi di punteggio ESG inaffidabili possono ostacolare la capacità degli investitori di distinguere tra aziende responsabili e irresponsabili. L'armonizzazione di questi standard garantisce che il reporting ESG guidato dall'intelligenza artificiale possa essere universalmente efficace e comparabile. La necessità di quadri di rendicontazione standardizzati sottolinea l'importanza della cooperazione globale e della coerenza nelle pratiche ESG, che possono guidare lo sviluppo di standard di rendicontazione più coesi e universalmente accettati. Quadri di rendicontazione ESG standardizzati possono facilitare una migliore comparabilità e benchmarking, consentendo agli investitori di prendere decisioni più informate e incoraggiando le aziende ad aderire a standard di sostenibilità più elevati.

Tabella 5. Discussione dei temi

Punto di discussione e citazione	Sintesi	Implicazioni teoriche	Implicazioni pratiche
Maggiore accuratezza ed efficienza dei dati (LEE ET AL., 2022; ZHANG AND ZHANG, 2023)	L'AI e il ML automatizzano la raccolta dei dati, riducono gli errori e garantiscono l'autenticità dei dati.	Le tecnologie avanzate migliorano l'affidabilità dei dati.	Snellisce i processi, riduce il carico umano.
Riduzione dei costi e ottimizzazione dei processi (BINH AND LEE, 2024; KULKARNI ET AL., 2023)	L'intelligenza artificiale riduce il lavoro manuale, taglia i costi e migliora l'efficienza.	Nuovi modelli di efficienza e ottimizzazione dei costi.	Riduce i costi e migliora l'allocazione delle risorse.
Affrontare il greenwashing e migliorare la credibilità (WU ET AL., 2022)	L'intelligenza artificiale garantisce la trasparenza e la credibilità dei dati, impedendo il greenwashing.	Ridefinisce gli standard di trasparenza e credibilità.	Consente di prendere decisioni informate basate su dati credibili.
Sfide pratiche ed etiche (BURNAEV ET AL., 2023)	Le sfide includono l'integrazione, la qualità dei dati e le limitazioni delle risorse.	Necessita di un esame etico e normativo più approfondito.	Richiede investimenti in formazione e infrastrutture.
Incoerenza degli standard di rendicontazione (RAZA ET AL., 2022)	Per un reporting coerente e comparabile sono necessari quadri di riferimento standardizzati.	Cooperazione globale per un reporting standardizzato.	Facilita la comparabilità e l'innalzamento degli standard.

Fonte: Elaborazione degli autori

Il settore dell'economia aziendale svolge un ruolo cruciale nel facilitare l'integrazione dell'AI nel reporting ESG. Come ricercatori, il nostro obiettivo principale è analizzare e presentare le opportunità e le sfide dell'adozione dell'AI per il reporting ESG. Comprendendo e calcolando chiaramente i benefici economici e i potenziali risparmi sui costi, possiamo incoraggiare le organizzazioni a investire in queste tecnologie. Inoltre, possiamo contribuire a progettare e sostenere quadri di rendicontazione standardizzati che garantiscano coerenza e comparabilità tra regioni e settori diversi. Affrontando le sfide pratiche, normative ed etiche, gli economisti aziendali possono supportare le organizzazioni nella gestione delle complessità dell'integrazione dell'AI, favorendo in ultima analisi una maggiore fiducia e trasparenza negli sforzi di sostenibilità delle aziende.

Il nostro contributo ci permette di individuare prospettive e conclusioni innovative. Tuttavia, come ogni ricerca, anche questa presenta diversi limiti. Sebbene la revisione della letteratura adottata in questo studio segua un approccio rigoroso e strutturato, è importante

riconoscere che la classificazione delle fonti e l'interpretazione possono essere influenzate dalla soggettività degli autori, un aspetto inevitabile in una ricerca multidisciplinare. La vastità del tema e l'inclusione di contributi da diverse discipline hanno richiesto un processo di valutazione e categorizzazione che potrebbe riflettere giudizi discrezionali. Questo limite può essere particolarmente rilevante quando si affrontano tematiche complesse come l'integrazione dell'AI nel reporting ESG, dove i criteri di analisi possono variare tra le diverse aree di studio. Per attenuare tale arbitrarietà, future ricerche potrebbero beneficiare di un maggiore grado di standardizzazione nei criteri di classificazione e dell'impiego di approcci collaborativi interdisciplinari per fornire una prospettiva più completa e condivisa sull'argomento.

Un secondo limite riguarda l'opportunità di non cogliere i progressi più recenti e le implementazioni pratiche dell'AI nel reporting ESG. Inoltre, lo studio si basa prevalentemente su fonti disponibili in lingua inglese, trascurando potenzialmente le preziose intuizioni provenienti da pubblicazioni non inglesi. L'approccio metodologico, pur essendo sistematico, può presentare pregiudizi intrinseci dovuti ai criteri di selezione e alle banche dati utilizzate. Un'altra limitazione è la generalizzazione dei risultati in diversi settori e regioni, che potrebbero avere sfide uniche in termini di reporting ESG e capacità di integrazione dell'AI. Data la natura in evoluzione dell'AI e della rendicontazione ESG, ulteriori ricerche dovrebbero studiare gli impatti a lungo termine dell'AI sulla rendicontazione ESG per comprendere i benefici sostenuti e i potenziali svantaggi su periodi prolungati. È essenziale esplorare applicazioni dell'AI specifiche per ogni settore, per soddisfare le esigenze di rendicontazione ESG dei diversi settori. Lo sviluppo di quadri etici completi per governare l'uso dell'AI nel reporting ESG è fondamentale per garantire l'allineamento con i valori della società. Un'altra area importante è la valutazione dell'efficacia dei programmi di formazione progettati per migliorare l'alfabetizzazione all'AI dei professionisti coinvolti nel reporting ESG. Infine, un'analisi comparativa dei vari standard e quadri di rendicontazione ESG in diverse regioni e settori, concentrandosi sugli sforzi di armonizzazione, fornirà preziosi spunti di riflessione.

SILVANA SECINARO
*Professoressa Ordinaria
di Economia Aziendale*

Università degli Studi di Torino
Dipartimento di Management "Valter Cantino"

DAVIDE CALANDRA
Ricercatore in Economia Aziendale

Università degli Studi di Torino
Dipartimento di Management "Valter Cantino"

FEDERICO CHMET
Ricercatore in Economia Aziendale

Università degli Studi di Torino
Dipartimento di Management "Valter Cantino"

FEDERICO LANZALONGA
Assegnista di ricerca in Economia Aziendale

Università degli Studi di Torino
Dipartimento di Management "Valter Cantino"
Społeczna Akademia Nauk University of Social Science Łódź, Poland

Bibliografia

- ANDRADES, J., MARTINEZ-MARTINEZ, D., HERRERA, J. AND LARRAN, M. (2023), *Is water management really transparent? A comparative analysis of ESG reporting of Andalusian publicly-owned enterprises*, Public Money & Management, Routledge.
- ARIA, M. AND CUCCURULLO, C. (2017), *bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis*, Journal of Informetrics, Vol. 11 Issue 4, pp. 959–975.
- BINH, N.T.T. AND LEE, H.C. (2024), *Unveiling the Impacts of Corporate Environmental, Social, and Governance Disclosure*, Sustainability, Vol. 16, pp. 2459.
- BUCHANAN, B.G. (2005), *A (Very) Brief History of Artificial Intelligence*, AI Magazine, Vol. 26 Issue 4, pp. 53–60.
- BURNAEV, E., MIRONOV, E., SHPILMAN, A., MIRONENKO, M. AND KATALEVSKY, D. (2023), *Practical AI Cases for Solving ESG Challenges*, Sustainability, Vol. 15 Issue 17, p. 12731.
- CALANDRA, D. (2023), *Accounting e Intelligenza Artificiale: Profili Applicativi e Nuove Tendenze*, Giappichelli Editore, Torino.
- CALANDRA, D., LANZALONGA, F. AND BIANCONE, P. (2024), *Exploring IFRS in Islamic finance: a bibliometric and coding analysis of emerging topics and perspectives*, International Journal of Islamic and Middle Eastern Finance and Management, Vol. 17 Issue 4, pp. 711–729.
- CALANDRA, D., WANG, T., CANE, M. AND ALFIERO, S. (2023), *Management of hydrogen mobility challenges: A systematic literature review*, Journal of Cleaner Production, Vol. 410, p. 137305.
- CAMPBELL, R., GOODMAN-WILLIAMS, R., FEENEY, H., & FEHLER-CABRAL, G. (2018). *Assessing Triangulation Across Methodologies, Methods, and Stakeholder Groups: The Joys, Woes, and Politics of Interpreting Convergent and Divergent Data*, American Journal of Evaluation, Vol. 41, pp. 125 - 144.
- CORONELLA, S., CAPUTO, F., LEOPIZZI, R. AND VENTURELLI, A. (2018), *Corporate social responsibility in Economia Aziendale scholars' theories: A taxonomic perspective*, Meditari Accountancy Research, Vol. 26 Issue 4, pp. 640–656.
- DE CUYPER, N., DE JONG, J., DE WITTE, H., ISAKSSON, K., RIGOTTI, T. AND SCHALK, R. (2008), *Literature review of theory and research on the psychological impact of temporary employment: Towards a conceptual model*, International Journal of Management Reviews, Vol. 10 Issue 1, pp. 25–51.
- D'AMATO, V., D'ECCLESIA, R. AND LEVANTESI, S. (2021), *Fundamental ratios as predictors of ESG scores: a machine learning approach*, Decisions in Economics and Finance, Vol. 44 Issue 2, pp. 1087–1110.
- DUMAY, J., BERNARDI, C., GUTHRIE, J., & DEMARTINI, P. (2016), *Integrated reporting: A structured literature review*, Accounting Forum, Vol. 40 Issue 3, pp. 166-185.
- FLORIDI, L., COWLS, J., BELTRAMETTI, M., CHATILA, R., CHAZERAND, P., DIGNUM, V., LUETGE, C., ET AL. (2018), *“AI4People—An Ethical Framework for a Good AI Society: Opportunities, Risks, Principles, and Recommendations”*, Minds and Machines, Vol. 28 Issue 4, pp. 689–707.
- HAO, X. AND DEMIR, E. (2024), *Artificial intelligence in supply chain decision-making: an environmental, social, and governance triggering and technological inhibiting protocol*, Journal of Modelling in Management, Vol. 19 Issue 2, pp. 605–629.
- HSEH, H.-F. AND SHANNON, S.E. (2005), *Three Approaches to Qualitative Content Analysis*, Qualitative Health Research, Vol. 15 Issue 9, pp. 1277–1288.
- KULKARNI, A., JOSEPH, S. AND PATIL, K. (2023), *Role of Artificial Intelligence in Sustainability Reporting by Leveraging ESG Theory into Action*, International Conference on Advancement in Computation and Computer Technologies, pp. 795–800.
- LANDER, E., KOIZUMI, K., DWYER, M., PARKER, L. AND STALKER-LEHOUX, S. (2022), *Critical and Emerging Technologies List Update*, Washington.
- LEE, O., JOO, H., CHOI, H. AND CHEON, M. (2022), *Proposing an Integrated Approach to Analyzing ESG Data via Machine Learning and Deep Learning Algorithms*, Sustainability, Vol. 14, Page 8745.
- MANIORA, J. (2017), *Is Integrated Reporting Really the Superior Mechanism for the Integration of Ethics into the Core Business Model? An Empirical Analysis?*, Journal of Business Ethics, Vol. 140 Issue 4, pp. 755–786.
- MASSARO, M., DUMAY, J. AND GUTHRIE, J. (2016), *On the shoulders of giants: undertaking a structured literature review in accounting*, Accounting, Auditing & Accountability Journal, Vol. 29 Issue 5, pp. 767–801.
- DE MATTEIS, F., PREITE, D., STRIANI, F. AND BORGONOV, E. (2021), *Cities' role in environmental sustainability policy: The Italian experience*, Cities, Vol. 111, p. 102991.
- MOHAMED RIYATH, M.I. AND INUN JARIYA, A.M. (2024), *The role of ESG reporting, artificial intelligence, stakeholders and innovation performance in fostering sustainability culture and climate resilience*, Journal of Financial Reporting and Accounting.
- PAMELA NEELY, M. AND COOK, J.S. (2011), *Fifteen Years of Data and Information Quality Literature: Developing a Research Agenda for Accounting*, Journal of Information Systems, Vol. 25 Issue 1, pp. 79–108.
- PAUL, J. AND FELICIANO-CESTERO, M.M. (2021), *Five decades of research on foreign direct investment by MNEs: An overview and research agenda*, Journal of Business Research, Vol. 124, pp. 800–812.

- RAFFAELE, M. (2020), *The use of big data analytics and artificial intelligence tools to prevent fraud in the audit field: a conceptual frame*, *Rivista Italiana Di Ragioneria e Di Economia Aziendale*, Vol. 120 Issue 9/12, pp. 380–389.
- RAZA, H., KHAN, M.A., MAZLIHAM, M.S., ALAM, M.M., AMAN, N. AND ABBAS, K. (2022), *Applying artificial intelligence techniques for predicting the environment, social, and governance (ESG) pillar score based on balance sheet and income statement data: A case of non-financial companies of USA, UK, and Germany*, *Frontiers in Environmental Science*, *Frontiers Media S.A.*, Vol. 10, p. 975487.
- ROCCA, L., GIACOMINI, D. AND ZOLA, P. (2020), *Environmental disclosure and sentiment analysis: state of the art and opportunities for public-sector organisations*, *Meditari Accountancy Research*, Vol. 29 Issue 3, pp. 617–646.
- SÆTRA, H.S. (2023), *The AI ESG protocol: Evaluating and disclosing the environment, social, and governance implications of artificial intelligence capabilities, assets, and activities*, *Sustainable Development*, Vol. 31 Issue 2, pp. 1027–1037.
- SNYDER, H. (2019), *Literature review as a research methodology: An overview and guidelines*, *Journal of Business Research*, Vol. 104, pp. 333–339.
- TRANFIELD, D., DENYER, D. AND SMART, P. (2003), *Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review*, *British Journal of Management*, Vol. 14 Issue 3, pp. 207–222.
- TSANG, A., FROST, T. AND CAO, H. (2023), *Environmental, Social, and Governance (ESG) disclosure: A literature review*, *The British Accounting Review*, Vol. 55 Issue 1, p. 101149.
- VASKA, S., MASSARO, M., BAGAROTTO, E.M. AND DAL MAS, F. (2021), *The Digital Transformation of Business Model Innovation: A Structured Literature Review*, *Frontiers in Psychology*, *Frontiers Media S.A.*, Vol. 11, p. 3557.
- VLAČIĆ, B., CORBO, L., COSTA E SILVA, S. AND DABIĆ, M. (2021), *The evolving role of artificial intelligence in marketing: A review and research agenda*, *Journal of Business Research*, Vol. 128, pp. 187–203.
- WU, W., CHEN, W., FU, Y., JIANG, Y. AND HUANG, G.Q. (2022), *Unsupervised neural network-enabled spatial-temporal analytics for data authenticity under environmental smart reporting system*, *Computers in Industry*, Vol. 141, p. 103700.
- ZHANG, A.Y. AND ZHANG, J.H. (2023), *Renovation in environmental, social and governance (ESG) research: the application of machine learning*, *Asian Review of Accounting*, Vol. 32 Issue 4, pp. 554–572.