



Economia Aziendale Online

Economia Aziendale Online

Business and Management Sciences
International Quarterly Review

I Big Data e l'Intelligenza Artificiale come
Strumento di Analisi della Performance
in Sanità

Andrea Fontanella, Paola Orlandini

Pavia, June 30, 2025
Volume 16 – N. 2/2025

DOI: 10.13132/2038-5498/16.2.485-510

www.ea2000.it
www.economiaaziendale.it


PaviaUniversityPress

Electronic ISSN 2038-5498
Reg. Trib. Pavia n. 685/2007 R.S.P.

I Big Data e l'Intelligenza Artificiale come Strumento di Analisi della Performance in Sanità

Andrea Fontanella

Assegnista di Ricerca
Dipartimento di Studi Storici
"Federico Chabod". Università
degli Studi di Milano, Italy.

Paola Orlandini

Senior professor
Dipartimento di Scienze
Economico Aziendali e Diritto
per l'Economia. Università
degli Studi di Milano-Bicocca,
Italy.

Corresponding Author:

Andrea Fontanella

andrea.fontanella@unimi.it

Cite as:

Fontanella, A., & Orlandini, P.
(2025). I Big Data e l'Intelligenza
Artificiale come Strumento di
Analisi della Performance in
Sanità. *Economia Aziendale
Online*, 16(2), 485-510.

Section:

Refereed Paper

Received: March 2025

Published: 30/06/2025

ABSTRACT

Questo conceptual paper propone l'utilizzo dell'intelligenza artificiale e dei big data come un innovativo sistema di misurazione della performance organizzativa ed aziendale delle aziende sanitarie italiane. Il progresso scientifico e tecnologico, anche in ambito medico e le pressioni che gli ambienti economici interno ed esterno fanno gravare sulle aziende sanitarie e sui loro professionisti, a tutti i livelli, rendono necessario l'incremento di efficacia ed efficienza per tutelare e promuovere la salute di tutti i pazienti-utenti. In questo senso, occorre implementare modelli di misurazione della performance anch'essi più efficaci ed efficienti, al fine di poter supportare al meglio le attività dei professionisti della salute e dei manager sanitari. Il processo di digitalizzazione ha coinvolto anche la sanità, rivoluzionandone alcune dinamiche ed ha aperto alla possibilità di poter generare più valore grazie a sistemi informatici più veloci, efficaci ed efficienti della precedente attività analogica. La digitalizzazione della sanità ha portato alla generazione di quantità enormi di dati (big data) ed alla possibilità di collezionarli, conservarli ed elaborarli al fine di produrre informazioni ma, soprattutto, conoscenza, che possa essere utilizzata per soddisfare i bisogni di tutti i pazienti-utenti. I big data possono essere usati per addestrare l'intelligenza artificiale, in grado di supportare i professionisti della sanità nei processi di misurazione della performance sia sul piano clinico che su quello organizzativo-aziendale. Questa ricerca propone, al meglio della nostra conoscenza, quello che è il primo modello di misurazione della performance organizzativa ed aziendale, basato sull'uso dell'intelligenza artificiale e dei big data, delle aziende sanitarie italiane, orientandosi non sulla dimensione delle singole aziende o della Regione, ma sull'intero panorama sanitario italiano.

This conceptual paper proposes the use of artificial intelligence and big data as an innovative system for measuring the organizational and business performance of Italian healthcare companies. Scientific and technological progress, including in the medical field, and the pressures that internal and external economic environments place on healthcare companies and their professionals, at all levels, make it necessary to increase effectiveness and efficiency in order to protect and promote the health of all patient-users. In this sense, it is necessary to implement performance measurement models that are also more effective and

efficient, in order to better support the activities of health professionals and health managers. The digitization process has also involved healthcare, revolutionizing some of its dynamics and has opened up the possibility of being able to generate more value thanks to faster, more effective and more efficient IT systems than the previous analog activity. The digitization of healthcare has led to the generation of enormous amounts of data (big data) and the possibility of collecting, storing and processing them in order to produce information but, above all, knowledge, which can be used to meet the needs of all patient-users. Big data can be used to train artificial intelligence, which can support healthcare professionals in performance measurement processes both on a clinical and organizational-business level. This research proposes, to the best of our knowledge, what is the first model for measuring organizational and corporate performance, based on the use of artificial intelligence and big data, of Italian healthcare companies, orienting itself not on the size of individual companies or the Region, but on the entire Italian healthcare landscape.

Keywords: Digitalizzazione, Sanità, Big Data, Artificial Intelligence, Conceptual paper.

1 – Introduzione

Il processo di digitalizzazione che ha e sta attraversando diversi settori della società, ha come fine un aumento dell'efficacia e dell'efficienza (Brynjolfsson & McAfee, 2014). Una prima manifestazione evidente del fenomeno è osservabile nella smaterializzazione dei documenti, che ha permesso di trasferire nel virtuale ciò che prima era materiale, con evidenti benefici in termini di archiviazione, disponibilità e riduzione dei tempi di produzione e trasformazione (Guarascio & Sacchi, 2017).

Tutto ciò ha permesso la realizzazione dei cosiddetti Big Data, ovvero enormi silos di dati creati dall'accumulo di dati derivati da diverse sorgenti digitali (Zikopoulos & Eaton, 2011; DeRoos, 2014). Il volume dei dati prodotti su base mondiale, dal 2010, si è notevolmente incrementato; infatti, si è passati dai 2 zettabytes (10^{21} bytes) ai 147 zettabytes (Taylor, 2021).

Le imprese che hanno utilizzato la big data analysis hanno ottenuto diversi benefici come:

- Strategie di marketing più mirate;
- Segmentazione realizzata a misura di stakeholder;
- Una determinazione più precisa dei bisogni degli stakeholders (Sagiroglu & Sinanc, 2013).

I big data, per la loro natura omnicomprensiva, possono essere utilizzati in diversi settori.

Riteniamo che, in particolare il settore della sanità, mediante l'utilizzo dei big data, potrebbe essere più efficace ed efficiente. In sanità, i dati sono caratterizzati da velocità, volume e varietà (Laney, 2001; Zikopoulos & Eaton, 2011).

Secondo Poelker (2012), l'utilizzo della big data analysis in sanità potrebbe portare ad un risparmio dai 300 ai 450 miliardi di dollari, grazie alla maggiore efficacia ed efficienza.

Sebbene la sanità sia un settore che genera molti dati (Raghupathi, 2010; Raghupathi, 2014), spesso questi sono conservati in database protetti che li rendono inaccessibili, anche in forma aggregata (Belle *et al.*, 2015), diversamente da quanto avviene in altre tipologie di azienda (Marr, 2015; Ferraris *et al.*, 2019; Bag *et al.*, 2020; Gupta *et al.*, 2020; Kamble & Gunasekaran, 2020). Le premesse fornite dalle potenzialità dei big data, permettono la potenziale adozione di tecnologie e metodologie innovative nel contesto sanitario (Meskò *et al.*, 2017; Secinaro *et al.*, 2021A), come è stato per i primordiali sistemi di assistenza tecnologica ai professionisti (Burton

et al., 2019; Yang *et al.*, 2019) e com'è oggi per evoluti sistemi di intelligenza artificiale ed uso dei big data (Junquera & Mitre, 2007; Secinaro *et al.*, 2021A), che si sono imposti come innovazione radicale (Hamid, 2016) nell'ambito di diverse aree della sanità come la medicina predittiva, la gestione delle aziende sanitarie, il decision-making in ambito ospedaliero (Secinaro *et al.*, 2021A).

Diversi sistemi sanitari, tra cui quello italiano stanno attraversando un processo di cosiddetta aziendalizzazione (Anselmi, 2014; Borgonovi, 2008, 2013) che mira ad incrementare l'efficacia e l'efficienza del sistema sanitario, a tutti i suoi livelli, introducendo le logiche dell'economia aziendale.

In questa ottica di miglioramento che caratterizza non solo il processo di aziendalizzazione in sanità ma della sanità stessa, l'introduzione della big data analysis potrebbe giocare un ruolo importante per comprendere meglio i bisogni del paziente-utente e, di conseguenza, erogare prestazioni più efficaci ed efficienti (Nambiar *et al.*, 2013; Nambiar *et al.*, 2014).

Al fine di incrementare la quantità di dati disponibili, il concetto di integrazione (Dong & Srivastava, 2015) potrebbe essere di grande utilità. Nambiar *et al.* (2013) suggeriscono l'integrazione con il mercato assicurativo. Tale contesto, infatti, rappresenta una grande sorgente di dati in virtù del suo stesso funzionamento: le aziende assicurative devono infatti costantemente ottenere nuovi dati per aggiornare i propri database per meglio comprendere le probabilità che si avveri un evento avverso, la giusta copertura, i rischi, ecc. Inoltre, le assicurazioni hanno un ruolo importante in sanità, soprattutto nel mercato privato. Questo significa che le compagnie assicurative sono in possesso di una grande quantità di dati del contesto sanitario che potrebbero essere utili per gli scopi sopra citati.

I dati raccolti possono essere utilizzati dai professionisti per meglio comprendere le necessità dei pazienti-utenti, avere a disposizione un vasto database di pratiche, diagnosi e, più in generale, informazioni che permettano un'erogazione più efficace ed efficiente dei servizi (Lombi & Moretti, 2020).

In tal senso, considerando anche le potenzialità dell'intelligenza artificiale nell'apprendere da grandi moli di dati e, successivamente, di proporre elaborazioni, anche complesse, in tempi rapidi, con questa ricerca si propongono i big data come elemento chiave di un più efficace ed efficiente (quindi di qualità) processo di misurazione della performance del contesto sanitario, rispondendo alla domanda di ricerca "È possibile sfruttare i big data prodotti dalla sanità per misurare in qualità la performance della sanità?".

Per fare ciò, questa ricerca si svolge come *conceptual paper*, coniugando le potenzialità dei big data con la capacità dell'intelligenza artificiale di poter affiancare i manager nelle loro operazioni di gestione dell'azienda sanitaria.

Partendo da ciò, questo paper si propone come un contributo originale nel campo dell'intelligenza artificiale in sanità, di cui la letteratura riporta l'uso per alcune applicazioni cliniche (Jiang *et al.*, 2017; Burrai *et al.*, 2021; Yin *et al.*, 2021) ma risulta ancora scarsa di contributi per quanto riguarda la dimensione organizzativa (Spanò & Ginestri, 2022), sebbene sia i big data che l'intelligenza artificiale abbiano cominciato ad essere utilizzati anche nel contesto sanitario italiano (Cingolani *et al.*, 2023; Sablone *et al.*, 2024). Inoltre, questo articolo può fungere da ispirazione per future ricerche, anche in ambito pratico, relativamente all'utilizzo dell'intelligenza artificiale, addestrata con dati prodotti dalle aziende sanitarie, nel supporto ai manager nelle attività di misurazione della performance.

Questo articolo è suddiviso come segue. La *Sezione 2* riguarda la metodologia, in cui vengono descritti e motivati sia l'approccio metodologico che lo strumento metodologico utilizzati per lo svolgimento della ricerca; la *Sezione 3* propone una descrizione del fenomeno di digitalizzazione della sanità, descrivendo come essa abbia influenzato la quotidianità delle persone ed anche la dimensione sanitaria, della quale vengono descritti alcuni strumenti che la digitalizzazione ha messo nelle mani dei professionisti. La *Sezione 4* illustra la teoria riguardante la misurazione della performance nel contesto sanitario. La *Sezione 5* affronta il tema dei cosiddetti big data, descrivendone la loro importanza nel contesto sanitario. La *Sezione 6* illustra, invece, l'intelligenza artificiale nella sanità, descrivendola come strumento in grado di apprendere dall'esposizione ai dati. Viene descritta la sua relazione con i big data ed il valore che, questi due strumenti, possono generare per i pazienti-utenti, soprattutto in ambito clinico. La *Sezione 7* tratta il tema della misurazione della performance dell'azienda sanitaria mediante l'utilizzo di big data ed intelligenza artificiale, illustrando inoltre come gli enti nazionali e sovranazionali stiano incentivando l'utilizzo di tali tecnologie nel contesto sanitario comunitario. La *Sezione 8* ospita nei suoi sottoparagrafi 8.1 e 8.2, rispettivamente, il concept di un sistema di misurazione della performance organizzativa ed aziendale dell'azienda sanitaria con intelligenza artificiale e big data e le conclusioni dell'articolo, nelle quali vengono riassunti i contenuti ed evidenziate le contribuzioni e le limitazioni del lavoro.

2 – Metodologia

Questo paper adotta un approccio metodologico qualitativo e si presenta come un cosiddetto conceptual paper (Rudestam & Newton, 2014; Fontanella, 2025). Tale strumento metodologico ha il fine di proporre un nuovo contributo che, sebbene in assenza di evidenze empiriche, possa essere ritenuto valido in virtù della conoscenza esistente prodotta da altri studiosi (Gilson & Goldberg, 2015). Secondo Rudestam & Newton (2014), il conceptual paper può essere definito come una forma embrionale di teoria, che collega dei concetti astratti a delle evidenze empiriche. Agendo in questa maniera, è dunque possibile elaborare e strutturare delle idee, ponendole in un determinato contesto, anche quando non esistono evidenze quantitative o qualitative in grado di dimostrarne la bontà.

Seguendo Gilson & Goldberg (2015), un buon conceptual paper presenta una panoramica della letteratura scientifica relativa al topic di riferimento. Nel caso di questo paper, tale processo di analisi della letteratura scientifica, viene svolto a livello dei paragrafi relativi all'utilizzo dei big data in sanità, del concetto di misurazione della performance in ambito sanitario e dell'intelligenza artificiale in sanità, per il quale è stata effettuata una breve revisione della letteratura al fine di investigare la rilevanza del topic nel contesto accademico.

Successivamente, viene proposto un sistema che, per analogia con quanto avviene già a livello di organizzazioni tradizionali e in alcune aree della sanità, coniuga insieme gli elementi descritti e propone il concept attraverso cui porre le basi per un efficace ed efficiente sistema di misurazione della performance sanitaria.

La scelta di adottare questo strumento metodologico per questo articolo è dovuta a più ragioni. In prima istanza, non ci sono molte evidenze che dimostrano che i big data e l'intelligenza artificiale possano essere usate con successo, in un contesto nazionale, per misurare la performance organizzativa ed aziendale delle aziende sanitarie italiane. È possibile individuare dei casi studio su aziende sanitarie o sistemi sanitari regionali specifici, come quello di Capalbo *et al.* (2023) e quello di Giampaoli & Quintaliani (2016), senza che ci sia, quindi, una

dimensione sistemica dell'oggetto di studio. Dall'altra parte, però, sono presenti numerosi contributi di come, tali strumenti informatici, siano utilizzati nelle aziende tradizionali nei processi di misurazione della performance (Marr, 2015; Ferraris *et al.*, 2019; Bag *et al.*, 2020; Gupta *et al.*, 2020; Kamble & Gunasekaran, 2020) e, spostandosi nella dimensione clinica delle aziende sanitarie, la letteratura scientifica offre molte pubblicazioni sull'uso dei big data e dell'intelligenza artificiale (Jiang *et al.*, 2017; Burrai *et al.*, 2021; Yin *et al.*, 2021). A partire da questi contributi e dalle loro evidenze, è stato elaborato il concept proposto in questo articolo. Secondo, per lo sviluppo di questo lavoro, non è stato condotto alcun esperimento empirico né svolto indagini volte ad improntare quantitativamente l'articolo, quindi non è possibile affidarsi a dati empirici collezionati appositamente per questo articolo e che quindi rispecchino le conclusioni tratte. Tale scelta è motivata da diverse ragioni. Primo, questo paper vuole descrivere un nuovo utilizzo che si può fare di big data ed intelligenza artificiale nel contesto sanitario, lasciando come spunto per future ricerche un gap nella letteratura scientifica colmabile con un esperimento sul campo.

Secondo, una raccolta dati per una ricerca quantitativa in questa direzione rischia di essere infruttifera. Essendo il prodotto di questa ricerca un concept, al meglio della nostra conoscenza non esistono le infrastrutture che permettano di adottare un approccio quantitativo per lo svolgimento di questa ricerca.

3 – La digitalizzazione della Sanità

La trasformazione digitale ha rivoluzionato il modo di lavorare delle aziende di tutti i settori. Questo fenomeno può essere definito come *“un processo che mira a migliorare un'entità innescando significativi cambiamenti alle sue proprietà attraverso una combinazione di informazione, computazione, comunicazione e tecnologie di connettività”* (Vial, 2021, p. 118).

Concretamente, la digitalizzazione di una disciplina, implica l'accoglimento dell'informatica laddove prima o non era prevista oppure era utilizzata ma senza essere una componente importante o strategica della disciplina stessa.

La sanità pubblica risulta essere una delle prime discipline ad aver recepito la tecnologia e l'informatica (Von Goethe, 2019) e, di conseguenza, essersi aperta alla digitalizzazione dei propri processi ed è un processo che comincia nel secondo dopoguerra, quando le tecnologie dell'informazione e della comunicazione (TIC) sono state introdotte anche in ambito sanitario, con lo scopo di migliorare le performance cliniche (Vicarelli & Bronzini, 2018). Il progredire della tecnologia ha permesso non solo l'utilizzo di dispositivi hardware che hanno impattato positivamente l'efficacia dei sistemi sanitari. Da un punto di vista software, il progredire dell'informatica ha permesso l'elaborazione di programmi sempre più efficienti, sia da un punto di vista clinico che comunicativo, permettendo di ampliare notevolmente le possibilità dei diversi professionisti della salute, creando valore per i pazienti utenti e conseguendo risultati positivi anche dal punto di vista dell'efficienza delle diverse unità organizzative.

La digitalizzazione della sanità non è tuttavia limitata all'introduzione di nuovi dispositivi e dell'informatica nei propri processi. Questo processo abbraccia la quarta rivoluzione industriale (Industria 4.0), che ha, tra i suoi obiettivi, quello di misurare, raccogliere e conservare una grande quantità di informazione e dati (Nappo, 2021). Questo elemento risulta di particolare interesse in quanto la sanità, per sua stessa natura, è una disciplina che produce rilevanti quantità di dati (Raghupathi, 2010; Raghupathi, 2014), soprattutto per quanto riguarda la componente clinica.

Sebbene il processo di digitalizzazione della sanità è un processo che era già in corso e che vedeva, come oggetto di particolare interesse, il contesto ospedaliero, da intendersi come la mera attività svolta a livello degli ospedali (Argawal *et al.*, 2010; Sousa *et al.*, 2019; Marques & Ferreira, 2020; Kraus *et al.*, 2021; Massaro, 2023; Raimo *et al.*, 2023), la pandemia da Covid-19 ha posto l'esigenza di implementare al meglio la cosiddetta digital health al fine di erogare un servizio sanitario efficace ed efficiente ai pazienti-utenti, affrontando le sfide del futuro con la logica della resilienza trasformativa (Borgonovi & Migliore, 2023) e della sostenibilità (Fontanella *et al.*, 2024)..

La dimensione sanitaria è assimilabile ad un organismo in cui tutte le unità organizzative coinvolte, come degli organi, svolgono i loro compiti specifici al fine di garantire il corretto funzionamento del sistema, che, per quanto riguarda la sanità, è da ricercare nell'assicurare il diritto alla salute tramite attività di promozione e tutela della salute per tutti gli individui.

L'utilizzo di tecnologie digitali ed elettroniche ha portato allo sviluppo di pratiche come telemedicina (nelle sue diverse declinazioni) ed e-health, che può essere vista come un'espansione delle attività di telemedicina, distaccandola esclusivamente dall'ambiente clinico ed introducendo le dimensioni diagnostico-terapeutiche, gestionali ed amministrative (Vicarelli & Bronzini, 2018).

Questo orientamento, ha fatto sì che alcune pratiche si siano rivoluzionate, soprattutto durante la pandemia. Le misure di distanziamento sociale, repentinamente introdotte, hanno richiesto contromisure immediate, che le tecnologie digitali hanno permesso di attuare prontamente: i dispositivi elettronici sempre più sofisticati unitamente all'ormai affermata presenza di internet e relative infrastrutture nella quotidianità di tutti gli individui, ha permesso ai professionisti sanitari di erogare le visite diagnostiche a distanza (Greenhalgh *et al.*, 2020; Ohanessian *et al.*, 2020; Cingolani *et al.*, 2023).

La digitalizzazione di queste pratiche ha permesso la produzione di fascicoli elettronici in grado di raccontare l'intero storico clinico dei pazienti-utenti.

Anche in questo contesto, si può osservare come il processo di digitalizzazione si sia via via adeguato all'avanzamento tecnologico, che ha permesso di spostare sui dispositivi elettronici ciò che solo pochi anni prima veniva registrato con carta e penna (Kruse *et al.*, 2016). I cosiddetti EHR, o Electronic Health Records, sono registrazioni di dati clinici, computerizzati ed immagazzinati nei dispositivi informatici stessi, relativi ad un determinato paziente-utente, in grado di raccontare lo storico clinico passato e presente, agevolando i professionisti della salute ad effettuare previsioni affidabili sul futuro prossimo del paziente-utente stesso (Reisman, 2017). Questi strumenti *"permettono di ottenere velocemente dati clinici e semplificano l'attività di riportare alle organizzazioni indicatori chiave sulla qualità e sono in grado di segnalare e monitorare possibili focolai di infettivi, migliorando la sorveglianza sulla salute pubblica"* (Dash *et al.*, 2019, p. 4). Gli EHR sono solo uno dei raccoglitori di dati che possono essere utilizzati dai professionisti della salute per migliorare l'erogazione del servizio sanitario, sono infatti utilizzati anche altri strumenti:

- a. Electronic Medical Record (EMR), che registrano dati medici e sanitari dei pazienti-utenti;
- b. Personal Health Record (PHR), che registrano dati sanitari personali dei pazienti-utenti;
- c. Medical Practice Management (MPM), software per la gestione delle pratiche mediche (Dash *et al.*, 2019).

Lo sviluppo tecnologico e la migrazione dalle macchine alla rete, ha permesso di sfruttare al meglio la grande quantità di dati prodotta dai vari strumenti, permettendo non solo l'immagazzinamento ma anche la possibilità di incrociare i dati di diversi database e di elaborarli per generare conoscenza ed informazioni più complesse in grado di migliorare l'efficacia e l'efficienza del servizio sanitario erogato ai pazienti-utenti.

4 – La misurazione della performance in Sanità

Il processo di misurazione della performance si introduce nella fase di controllo della gestione, che costituisce un meccanismo con il quale la gestione di un ente è guidato verso obiettivi (Tradori *et al.*, 2020).

“Non si può migliorare quello che non si può misurare”. Con questa frase Peter Drucker sottolineava l'importanza di misurare quanti più elementi possibili di un'organizzazione, al fine di poter migliorare la performance dell'organizzazione stessa, orientandola quindi a perseguire la qualità e quindi una miglior creazione di valore per sé stessa e per i suoi stakeholder (Orlandini & Amelio, 2022).

Il sistema di misurazione e valutazione della performance dell'azienda sanitaria deve considerare due macroaree distinte:

a – La *dimensione medica*, che si occupa delle attività di prevenzione, promozione e tutela del diritto alla salute per i pazienti-utenti, dove la performance viene misurata a livello dell'efficacia e dell'efficienza della totalità delle prestazioni sanitarie erogate ai pazienti-utenti;

b – La *dimensione organizzativa e aziendale*, dove la performance viene misurata nell'efficienza nell'utilizzo delle risorse per le attività di gestione amministrativa (Kontio *et al.*, 2013) e nei processi di comunicazione ed organizzazione interna.

Tali aree fanno sì che la salute assuma carattere di interdisciplinarietà (Missoni & Pacileo, 2016; Kivits *et al.*, 2019) e di multidimensionalità (Nutti, 2008; Murante, 2009) e che, dunque, un adeguato sistema di misurazione della performance sanitaria sia adatto a gestire discipline di questo genere (Preite, 2011).

È bene precisare che un buon sistema di misurazione della performance è strettamente collegato sia con l'ambiente organizzativo interno che con quello esterno, al fine di cogliere tutti i possibili cambiamenti che avvengono (Bititci *et al.*, 2000). Il buon sistema di misurazione della performance deve quindi essere contraddistinto dal dinamismo, elemento che nelle pubbliche amministrazioni usualmente è carente (Capalbo *et al.*, 2023), nonché dall'essere messo nelle condizioni di comparare le diverse performance realizzate dalle diverse organizzazioni sanitarie che compongono il sistema di riferimento, al fine di individuare le best practices ed intervenire sulle criticità rilevate.

Inoltre, occorre considerare che misurare la performance in sanità, significa osservare l'efficacia dei programmi attuati, anche in termini di customer satisfaction, e la loro efficienza delle risorse utilizzate (Gori *et al.*, 1993), quindi il perseguimento della qualità. Chiaramente, se la gestione è orientata alla qualità, allora il sistema di controllo della gestione e, conseguentemente, la misurazione della performance, comprenderà anche la misurazione e valutazione della qualità. Tale processo risulta caratterizzato da forte soggettività (Mosadeghrad, 2014), in quanto coinvolge diverse dimensioni, sia organizzative (Boshoff & Gray, 2004; Kasiri *et al.*, 2017) che esterne all'organizzazione, con particolare attenzione alla

percezione del paziente-utente (Ittner & Larcker, 1997; Alexander *et al.*, 2006; Lega *et al.*, 2013; Lega, 2023).

In sanità, è possibile definire la qualità come il livello al quale i servizi sanitari sono in grado di incrementare la probabilità, per il paziente-utente, di ottenere la quantità di salute necessitata, compatibilmente con le competenze professionali (intese come risorse, conoscenza e preparazione dei professionisti) disponibili (Lohr, 1990).

Analizzando il sistema sanitario italiano, si osserva una realtà contraddistinta da un'eterogeneità che ne permea ogni dimensione, incluso quella della misurazione della performance. Non esiste infatti, ad oggi, un sistema unico di misurazione della performance, bensì diversi sistemi che differiscono da Regione a Regione e, spesso, anche da un'azienda sanitaria all'altra, nel contesto del medesimo sistema sanitario regionale. Questo fatto non risulterebbe una criticità se si potesse sfruttare un vantaggio dell'eterogeneità, ovvero quello di poter comparare elementi diversi (Bernard & Redding, 2007; Totten, 2013), ottenere più informazioni e cercare di individuare delle best practices; tuttavia, cuna non rapida condivisione dei dati prodotti e delle informazioni derivate dall'elaborazione dei medesimi, rendono vana questa possibilità.

Inoltre, malgrado l'esistenza di metodologie di misurazione della performance particolarmente indicate per il contesto sanitario, come la balanced scorecard (Kaplan & Norton, 1992, 1996A, 1996B; Kaplan, 2009), esse non vengono utilizzate o, comunque, non vengono supportate da un uso davvero efficace ed efficiente della grande quantità di dati prodotta dal sistema sanitario.

5 – I big data in Sanità

5.1 – Cenni sui big data

Il processo di digitalizzazione comporta la produzione di ingenti quantità di dati ed informazioni. Si consideri, a tal proposito, che uno dei cambiamenti introdotti da tale processo che più hanno rivoluzionato il modo in cui le persone lavorano è stata la dematerializzazione dei documenti, grazie alla quale il cartaceo è divenuto digitale, con un indubbio impatto su più dimensioni come la velocità, la disponibilità, la sicurezza. La trasformazione non ha interessato meramente il tipo di supporto utilizzato, bensì ha cambiato radicalmente la natura stessa dei documenti: non hanno semplicemente mantenuto il loro status originale di documento, bensì hanno acquisito la proprietà di essere dei dati.

Le persone, vivendo in un contesto digitale, si ritrovano a produrre, anche inconsciamente, una considerevole mole di dati, che può essere utilizzata da diverse organizzazioni, operanti in diversi settori, per creare valore. In tal senso, è possibile identificare queste enormi moli di dati, generati da sorgenti digitali (mail, documenti, ricerche su motori di ricerca, ma anche interazioni su social network ed altre piattaforme virtuali) con il termine big data (Zikopoulos & Eaton, 2011; DeRoos, 2014).

I big data, nella loro definizione più condivisa dagli studiosi, sono contraddistinti dalle "3 V": volume, varietà, velocità (Laney, 2001), dove volume indica la quantità dei dati disponibili (da cui la dicitura *big data*), la velocità riguarda la rapidità con cui è possibile ricercare, collezionare ed elaborare i dati e la varietà indica la molteplicità di sorgenti di dati e tipologie diverse di file che possono essere considerati dati. Secondo Marmo (2020), le V sono cinque. Alle tre elencate sono infatti aggiunte la Veridicità ed il Valore.

In virtù della loro complessità ed eterogeneità, nonché delle enormi dimensioni dei database, la gestione dei big data non può essere deputata all'utilizzo di software tradizionale, bensì si rende necessario l'utilizzo di programmi dedicati o di algoritmi di intelligenza artificiale (AI) (Dash *et al.*, 2019).

La gestione dei big data non è però semplice. Il fatto che essi siano generati da molteplici sorgenti, fa sì che, ognuna di esse, produca i dati utilizzando il proprio linguaggio, generando così una grande mole di dati inizialmente non in grado di essere elaborati insieme (Asri *et al.*, 2015; Dash *et al.*, 2019).

5.2 – L'utilizzo dei big data in Sanità

Come si è detto, il processo di digitalizzazione ha investito anche il contesto sanitario, dotandolo di strumenti hardware e software in grado di produrre un'enorme quantità di dati, in grado di generare valore se correttamente analizzati. Gli EHR, descritti nella sezione precedente, hanno nei big data il loro "cervello" (Hermon & Williams, 2014). La possibilità di essere arricchiti con quantità di dati sempre maggiori, permette una migliore capacità descrittiva e predittiva, quindi di incrementare l'efficacia del servizio sanitario, mediante un più rapida e precisa intercettazione dei bisogni di salute dei pazienti-utenti, una conoscenza diffusa e condivisa delle malattie (ed altre condizioni avverse per la salute) che permette l'erogazione del trattamento sanitario più indicato: è il caso della medicina di precisione, che *"permette la programmazione di una terapia mirata per ogni soggetto, dunque maggiormente appropriata, efficace ed efficiente, e riducendo al minimo il rischio, per esempio, di eventi avversi o indesiderati"* (Burrai *et al.*, 2021, p. 44). In tal senso, i big data sono in grado, di tracciare dettagliatamente la condizione clinica di ogni singolo paziente-utente, correlando tra loro diverse variabili e dati sanitari, generando inoltre conoscenza su diversi aspetti sanitari (Korcsmaros *et al.*, 2017; Sheenan & Shanahan, 2017). Questa conoscenza diffusa permette anche di allocare e gestire meglio le risorse finanziarie e strategiche in possesso delle diverse unità organizzative, incrementando dunque anche l'efficienza del sistema sanitario.

Perché tutto questo sia realizzabile, occorre che i big data non abbiano solo una dimensione quantitativa, ma anche una qualitativa. Nel contesto sanitario, appare quindi utile considerare anche la quarta "V", quella della veridicità, alle tre che classicamente contraddistinguono i big data (Marmo, 2020; Burrai *et al.*, 2021). Veridicità significa che i dati raccolti devono essere accurati ed affidabili, in modo tale che la big data analysis restituisca risultati in grado di offrire informazioni veritiere ed utili.

A contribuire all'arricchimento dei database sanitari a disposizione dei professionisti della salute, oltre agli strumenti elencati nella precedente sezione, ci sono anche i dispositivi indossabili (Dimitrov, 2016; Burrai *et al.*, 2021) ad alta tecnologia come, ad esempio, gli smartwatch, che permettono la produzione e l'immagazzinamento di dati sanitari personali rilevati in tempo reale. Ovviamente, dover avere a che fare con così tanti dati, pone al centro la questione della qualità degli stessi, enfatizzata proprio dal processo di digitalizzazione (Secinaro *et al.*, 2021B). Come sosteneva Einstein *"non tutto ciò che si può contare (in questo senso, occorrerebbe dire misurare) o che è conveniente contare è rilevante e non tutto ciò che è rilevante può essere contato (quindi misurato)"*, quindi è fondamentale comprendere quali dati siano effettivamente di qualità e quindi utili ad accrescere il valore prodotto per l'organizzazione e per i pazienti-utenti.

Secondo Cunningham (1991), la qualità nel contesto sanitario può essere espressa in tre modi:

1. Qualità clinica, quindi relativa al servizio sanitario offerto;
2. Qualità economica, quindi relativa alla dimensione aziendale della sanità, la sua sostenibilità finanziaria ed alla sua gestione;
3. Qualità orientata al paziente-utente, ovvero tutti quei servizi aggregati che permettano di migliorare l'esperienza complessiva.

Un dato di qualità può impattare significativamente il contesto sanitario (Kerr *et al.*, 2008) e, più la qualità dei dati è elevata, più elevata sarà la qualità delle informazioni derivate dalla loro elaborazione; quindi, sarà più elevata anche la quantità di valore prodotto. Appare quindi evidente che, dovendo gestire i big data, un controllo sulla qualità dei dati risulti fondamentale in un contesto come la sanità.

Nella sanità italiana, i big data sono attenzionati dalla sezione IV del D.L. 179/2012, che introduce il Fascicolo Sanitario Elettronico (FSE), definendolo come *“l'insieme dei dati e documenti digitali di tipo sanitario e sociosanitario generati da eventi clinici presenti e trascorsi, riguardanti l'assistito, riferiti anche alle prestazioni erogate al di fuori del Servizio sanitario nazionale”* (Decreto Legge 179/2012, art.12 comma 1). L'introduzione di tale dispositivo ha di fatto aperto le porte ai cosiddetti big data sanitari, permettendo ai professionisti della salute, in tempi rapidi, di avere accesso ad un'enorme mole di dati utili anche per *“comprendere le malattie, potendo incrociare l'esito di analisi cliniche con dati ambientali e stili di vita, ottenendo, così, correlazioni in grado di portare consistenti vantaggi in termini di prevenzione”* (Giampaoli & Quintaliani, 2016, p. 129), creando quindi più valore per i pazienti-utenti. Il fatto che tale strumento sia istituito a livello regionale, ne limita tuttavia le potenzialità a livello nazionale, che non presenta un database unificato per i vari FSE.

Il comma 3 dello stesso articolo, identifica chiaramente l'intenzione della sanità di ricorrere all'utilizzo dei big data per l'espletamento dei propri servizi: *“Il FSE è alimentato con i dati degli eventi clinici presenti e trascorsi di cui al comma 1 in maniera continuativa e tempestiva [...] dai soggetti e dagli esercenti le professioni sanitarie che prendono in cura l'assistito sia nell'ambito del Servizio sanitario nazionale e dei servizi socio-sanitari regionali sia al di fuori degli stessi, nonché, su iniziativa dell'assistito, con i dati medici in possesso dello stesso”* (Decreto Legge 179/2012, art.12 comma 3). Il comma 3 introduce un importante dettaglio: i dati sanitari dei pazienti-utenti non sono solo collezionati a partire dalle attività dei professionisti della salute, ma anche da quelle dei pazienti-utenti stessi. In questo modo, i FSE vengono alimentati da un'enorme quantità di dati, riferiti alla quotidianità delle persone e non solo ai momenti di contatto tra esse ed il sistema sanitario.

Se il comma 1 fornisce dunque una prima definizione di quelli che sono i big data nel contesto sanitario italiano, il comma 3 fornisce un'indicazione generica sulle sorgenti di questi dati. Più precisamente, è possibile identificare alcune sorgenti di big data sanitari (OECD, 2019):

- a. Dati strutturati, come ad esempio quelli provenienti dagli EMR e dai dispositivi indossabili;
- b. Dati semi-strutturati, come ad esempio quelli rilevati mediante l'utilizzo di dispositivi di monitoraggio della salute;

c. Dati non strutturati. Questa sorgente è quella da cui è potenzialmente possibile ricavare il maggior valore per il sistema sanitario (ed i pazienti-utenti che ne usufruiscono), in quanto racchiude dati generati da EMR, social media ed altri dati online ed ambientali. Operare con questo tipo di dati richiede necessariamente uno sforzo supplementare, in quanto occorre effettuare un lavoro di comparazione ed analisi approfondita per poter ricavare l'informazione.

Sebbene il processo di digitalizzazione abbia trasformato alcune caratteristiche della sanità italiana, e sebbene la sanità italiana stessa produca considerevoli quantità di dati, essa ad oggi non risulta ancora pronta per poter sfruttare al meglio le innumerevoli possibilità offerte dai big data. Questo è dovuto, secondo Giampaoli & Quintaliani (2016), al fatto che i vari database che costituiscono il patrimonio italiano dei big data sanitari non siano in grado di colloquiare tra loro, ostacolando quindi la capacità della big data analysis di creare valore a partire dall'incrocio dei vari database.

Per quanto concerne l'utilizzo dei big data nei contesti di sanità pubblica, nei sistemi sanitari europei (incluso quindi quello italiano), la tendenza è quella di usufruirne per raggiungere obiettivi di natura socio-economica, orientando i sistemi a migliorare la propria efficacia ed efficienza nelle attività di prevenzione e promozione della salute (Pastorino *et al.*, 2019).

Come detto, la sanità è assimilabile ad un organismo e, soprattutto dopo l'inizio del processo di aziendalizzazione della sanità (Anselmi, 2014; Borgonovi, 2008, 2013), la dimensione aziendale del sistema sanitario ha assunto un'importanza crescente. I big data in sanità sono in grado di creare valore anche per la prospettiva aziendale. Alcune Regioni hanno iniziato ad adottare degli approcci che, sfruttando i big data, permettono di aumentare l'efficienza nell'allocazione di risorse strategiche. Anche in questo caso è però possibile evidenziare le differenze interregionali, sia in termini di strategia che di velocità di implementazione dei progetti e degli strumenti.

Ad esempio, la Regione Veneto, con l'implementazione del progetto ACG, è in grado di intercettare i diversi bisogni di salute dei cittadini (ad esempio farmaci più consumati, malattie più frequenti, ecc.) e di mapparli, cercando di stabilire quali territori della regione necessitino di risorse particolari ed in quale quantità, migliorando l'efficacia e l'efficienza del servizio offerto ai diversi pazienti-utenti (Giampaoli & Quintaliani, 2016; Tiozzo *et al.*, 2019).

6 – L'Intelligenza Artificiale in Sanità

L'intelligenza artificiale (da questo momento in avanti identificata con "AI") è una tecnologia che tende ad imitare il funzionamento di una mente umana mediante reti neurali artificiali ed algoritmi e che è in grado di supportare efficacemente ed efficientemente le persone nello svolgimento delle loro attività, grazie alla sua capacità di raccogliere e restituire informazioni in tempo reale (Querci & Sala, 2025). Le azioni ed i comportamenti delle persone, anche se non svolte in rete, vengono trasformati in dati e, conseguentemente alla loro elaborazione, in informazioni (Rosário & Dias, 2023), che l'AI utilizza per apprendere ed elaborare modelli predittivi più complessi ed efficaci.

Una branca dell'AI utilizzata nel contesto sanitario è il machine learning, che può essere definito come *"la tecnica che migliora le performance di un sistema imparando dall'esperienza mediante metodi computazionali"* (Zhou, 2021, p. 2).

Fare in modo che una macchina impari dall'esperienza, significa imitare una delle modalità di apprendimento umano, anch'esso basato sul *learning by experience*. Nel caso di una macchina, non si può tuttavia intendere l'esperienza nel senso pratico del termine: l'apprendimento

esperienziale della macchina deriva dalla sua esposizione ai dati. Quanti più dati la macchina acquisisce e processa, tanta più conoscenza riuscirà a sviluppare. A mano a mano che la macchina acquisisce e processa dati, essa riesce a sviluppare modelli predittivi via via più realistici e precisi, fino a padroneggiare, in poco tempo, una disciplina o un argomento mirato.

In questa ottica, i big data ricoprono un ruolo fondamentale, in quanto, essendo per definizioni grandissime moli di dati, sono in grado di essere particolarmente funzionali nei processi di machine learning.

Come si è detto, la sanità è una dimensione che produce una grandissima quantità di dati, non solo medico-sanitari. Considerato che i big data vengono sempre più utilizzati nel contesto sanitario, appare evidente come essi possano contribuire a creare ancora più valore se utilizzati per istruire l'AI a coadiuvare i professionisti della salute nelle loro operazioni nel sistema sanitario. In tal senso però, occorre anche che l'introduzione di questa tecnologia, vista anche la delicatezza e la riservatezza della tipologia di dati cui fa riferimento, venga attenzionata da una prospettiva di sicurezza e di etica (Sablone *et al.*, 2024) al fine di non rischiare di danneggiare i pazienti-utenti piuttosto che aiutarli a soddisfare i loro bisogni di salute.

L'interesse della comunità scientifica nei confronti dell'utilizzo AI nella gestione della salute è crescente. Jiang *et al.* (2017) hanno evidenziato come sulla rivista PubMed, le pubblicazioni inerenti all'utilizzo dell'AI in medicina erano crescenti già nel periodo 2013-2016.

Il grafico di Figura 1 evidenzia come le pubblicazioni scientifiche, sullo stesso journal, inerenti al medesimo argomento, siano in costante aumento, segno che la disciplina risulta essere di interesse rilevante da un punto di vista non soltanto teorico, ma anche pratico, considerando la considerevole quantità di paper che propongono casi pratici di utilizzo delle tecnologie di AI nel contesto clinico ed organizzativo della sanità.

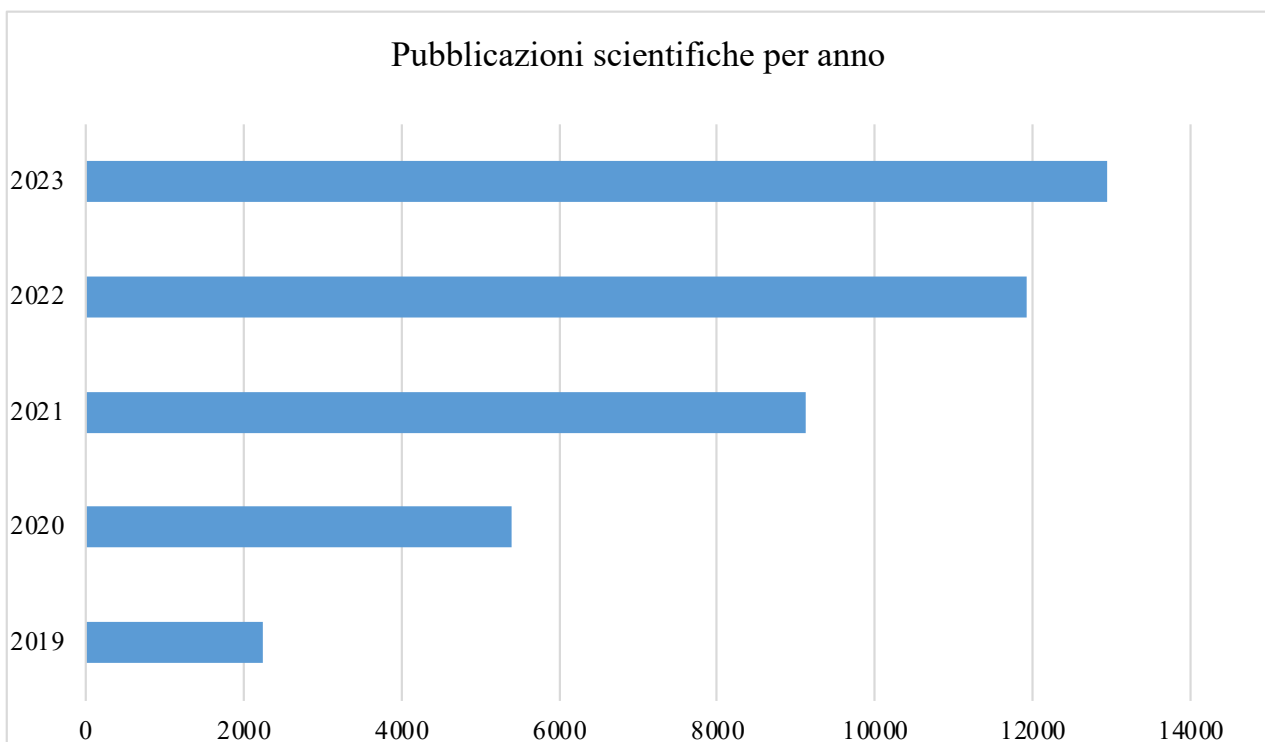


Fig. 1 – Pubblicazioni su PubMed inerenti all'intelligenza artificiale nel contesto sanitario
(Fonte: elaborazione propria su Dati ottenuti da archivio PubMed)

L'AI nel contesto sanitario non presenta solo una materia di interesse dell'accademia ma sta avendo un utilizzo pratico crescente, a tal punto che il dibattito sulla possibile sostituzione dei medici umani con intelligenze artificiali, per le diagnosi cliniche, è acceso (Jiang *et al.*, 2017).

Ci sono diversi motivi per cui l'affiancamento dell'AI ai professionisti della salute risulta utile:

1 – La capacità di apprendere servendosi dei big data fa sì che l'AI possa elaborare modelli predittivi efficaci in ambito sanitario, ponendosi come utile strumento per la medicina di precisione (Patel *et al.*, 2009; Burrai *et al.*, 2021). Inoltre, l'AI è in grado, mediante algoritmi, di correggere i propri errori e di poter imparare anche tramite i feedback che vengono dati al suo lavoro;

2 – L'AI, molto più veloce di una persona a leggere e reperire informazioni su internet, anche e soprattutto in grande quantità, è in grado di attingere ad una vastissima quantità di conoscenza (articoli scientifici, dati medici ed altre sorgenti di dati ed informazioni), potendo sempre tenere i professionisti della sanità aggiornati su come gestire al meglio i pazienti-utenti (Pearson, 2011);

3 – L'AI può aiutare i medici a ridurre i loro errori in fase di diagnosi e scelta ed erogazione della terapia da seguire (Patel *et al.*, 2009; Pearson, 2011; Lee *et al.*, 2013; Dilsizian & Siegel, 2014);

4 – Nell'ottica di sanità pubblica, l'AI risulta utile per potenziare la prevenzione e la promozione della salute, in quanto, mediante lo sfruttamento dei big data e l'apprendimento dai medesimi, è in grado di elaborare accurati modelli predittivi riguardo potenziali rischi per la salute e previsione dei risultati dell'applicazione di determinate misure sanitarie (Neil, 2013).

Nel dettaglio, l'utilizzo dell'AI risulta di grande utilità non solo per gli elementi sopra indicati, ma anche per la sua capacità, in fase di elaborazione dei dati, di individuare dei pattern tra i medesimi, che spesso sono estremamente complessi da individuare per l'occhio umano o per strumenti informatici non dotati di tale tecnologia (Musacchio *et al.*, 2018).

Basandosi sulle evidenze emerse dalla revisione sistematica della letteratura condotta da Secinaro *et al.* (2021A), l'AI è stata introdotta nel contesto sanitario come un'innovazione radicale (Panch *et al.*, 2018) e può affiancare i professionisti della sanità in diverse aree cliniche ed organizzative, migliorando la qualità dell'output prodotto (Hamid, 2016).

In conclusione, sebbene l'AI presenti alcune criticità, soprattutto da una prospettiva di qualità dei dati utilizzati per il suo apprendimento e di tutela della privacy, risulta essere un prezioso alleato dei professionisti della salute per migliorare l'efficacia e l'efficienza della sanità.

7 – Big data e Intelligenza Artificiale per misurare la performance della Sanità

Quello della misurazione della performance, per quanto concerne le realtà che offrono un servizio, è un processo che si sviluppa dall'interno all'esterno dell'azienda (Marchi, 2014).

Nel contesto dell'azienda pubblica, la misurazione della performance deve essere capace di rispondere alle crescenti esigenze degli stakeholders interni ed esterni, sempre più orientati verso un'azienda pubblica più attenta ad erogare servizi con un grado elevato di efficacia nel raggiungimento dei diversi obiettivi e di efficienza nell'allocazione ed utilizzo delle diverse risorse a disposizione per raggiungerli (Simonen *et al.*, 2012).

Le aziende sanitarie italiane, soprattutto dopo la legge 502/1992, con cui il processo di aziendalizzazione della sanità è iniziato, presentano una dimensione della performance caratteristico. Infatti, a causa dell'interdisciplinarietà del concetto di salute, che si trasla inevitabilmente nelle aziende sanitarie, appare evidente che il manager dell'azienda sanitaria abbia una responsabilità diffusa e spaziente tra diverse attività, dovendo possedere la capacità di gestire gli specialisti, le risorse umane, il contesto relazionale e comunicativo nonché la qualità del servizio erogato ed i costi necessari per la produzione e consegna degli outcome (Simonen *et al.*, 2012).

In questo contesto, i big data e l'AI possono giocare un ruolo centrale in entrambe le dimensioni.

Analizzando la *prospettiva organizzativa*, i big data e l'AI sono utilizzati per misurare la performance di più dimensioni dell'organizzazione tradizionale (Gazzola *et al.*, 2020). Ad esempio, i big data sono utilizzati per misurare la performance delle supply chain (Bag *et al.*, 2020; Kamble & Gunasekaran, 2020) o dell'intera performance organizzativa (Marr, 2015; Ferraris *et al.*, 2019; Gupta *et al.*, 2020). Per quanto riguarda la performance organizzativa dell'azienda sanitaria, con particolare attenzione al contesto sanitario italiano, non risultano molti contributi in letteratura scientifica, soprattutto a livello di case studies empirici.

Analizzando la *prospettiva medica*, invece, si evince come i big data e l'AI siano sempre più utilizzati (Friedman & Elhadad, 2014; Jiang *et al.*, 2017) e, nello specifico, per finalità diagnostiche (Musacchio *et al.*, 2018), stabilire standard di cura (Alugubelli, 2016), utilizzo di robot in chirurgia (Connelly *et al.*, 2020).

La necessità di orientare la sanità verso la digitalizzazione deriva dal bisogno di far fronte ai crescenti livelli di efficacia ed efficienza richiesti dai vari stakeholders: *“si prevede, infatti, che i costi pubblici relativi a sanità ed assistenza a lungo termine, negli ultimi anni in crescente aumento negli Stati membri dell'Unione europea, continueranno a seguire questo andamento anche nel prossimo futuro, obbligando necessariamente ad innovare e riformare, almeno in parte, i relativi comparti di welfare”* (Ferioli, 2019, p. 163).

La Commissione Europea riconosce le potenzialità dei big data e dell'AI (soprattutto per quanto riguarda il machine learning), soprattutto nell'ottica di acquisizione ed elaborazione dei dati, sostenendo che la digitalizzazione della sanità *“La digitalizzazione può anche aiutare a promuovere la salute ed a prevenire le malattie, includendo i luoghi di lavoro. Essa può supportare le riforme dei sistemi sanitari e la loro transizione verso nuovi modelli assistenziali, centrati sui bisogni delle persone ed attivando un cambio di direzione da sistemi con gli ospedali al centro a sistemi più basati sulla comunità e l'integrazione delle strutture”* (European Commission, 2018, p. 1).

Se lo stesso ente sovranazionale auspicava un cambio di prospettiva dei sistemi sanitari dei diversi Paesi Membri, la recente pandemia da Covid-19 del 2020 ha esasperato la necessità di direzionare decisamente la sanità verso una dimensione ancora più digitalizzata, che possa accogliere le nuove tecnologie informatiche e digitali al fine di poter creare ancora più valore per i pazienti-utenti e per i sistemi sanitari stessi.

L'importanza di implementare, soprattutto nella sanità italiana, un efficace ed efficiente sistema sanità digitale, è evidenziata nel Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (da questo momento in avanti nominato “PNRR”). Il piano prevede lo stanziamento di 15,63 miliardi di euro per il raggiungimento di diversi obiettivi in ambito sanità, inclusa la transizione digitale, per la quale sono stati stanziati 8,63 miliardi di euro, più di metà del budget complessivo per il comparto sanità.

Come si evince dallo stesso documento PNRR, uno degli obiettivi del Servizio Sanitario Nazionale dell'imminente futuro è *"Potenziare e innovare la struttura tecnologica e digitale del SSN a livello Centrale e Regionale, al fine di garantire un'evoluzione significativa delle modalità di assistenza sanitaria, migliorando la qualità e la tempestività delle cure; valorizzando il ruolo del paziente come parte attiva del processo clinico-assistenziale; e garantendo una maggiore capacità di governance e programmazione sanitaria guidata dalla analisi dei dati, nel pieno rispetto della sicurezza e della tutela dei dati e delle informazioni"* (p. 231).

Dalla prospettiva della misurazione della performance, appare evidente come l'obiettivo del PNRR richieda l'implementazione e l'adozione di sistemi di misurazione della performance più evoluti ed avanzati.

Le aziende sanitarie italiane pubbliche elaborano un piano triennale delle prestazioni (Lecci *et al.*, 2015; Capalbo *et al.*, 2023), che considera variabili di natura sia clinica che economica.

L'introduzione dei big data e dell'approccio *data-driven* alla misurazione della performance organizzativa dell'azienda sanitaria pubblica richiedono una forte integrazione tra la Business Intelligence e i sistemi ERP (Enterprise Resource Planning) (Elbashir *et al.*, 2008) nonché la presenza di personale formato a lavorare con queste tipologie evolute di sistemi informativi, in modo tale da ottenere le conoscenze necessarie.

Un sistema di misurazione della performance di questo tipo non si limita alla fase di misurazione ma gestisce la conoscenza prodotta al fine di incrementare il valore prodotto (Melnyk *et al.*, 2013).

Come detto, sebbene nel contesto della misurazione della performance delle aziende e delle organizzazioni tradizionali esistano evidenze scientifiche e case studies che dimostrano che l'utilizzo dei big data e delle AI siano in grado di svolgere il processo in maniera più efficace ed efficiente, nel caso delle aziende sanitarie italiane, malgrado la doppia spinta data dall'Unione Europea (prima) e dal PNRR (poi), questi approcci risultano perlopiù isolati.

Capalbo *et al.* (2023) hanno illustrato il caso dell'ASL di Caserta in cui è stato implementato un sistema di misurazione della performance basato sulle nuove tecnologie digitali. Nel dettaglio, sono stati implementati dei sistemi ERP avanzati che permettono ai manager di scegliere, personalizzare ed impostare gli indicatori della performance, basandosi su quelli che sono gli obiettivi dell'organizzazione sia da una prospettiva medica che da una prospettiva aziendale (Davenport, 2006; Chaudhuri *et al.*, 2011), giungendo alla conclusione che tale approccio abbia migliorato l'efficacia e l'efficienza dell'organizzazione di riferimento, incrementando quindi la creazione di valore per il paziente-utente.

Tale caso studio risulta emblematico per l'elaborazione del concept proposto in questo paper perché dimostra che lo sfruttamento dei big data e dell'AI può essere finalizzato allo sviluppo di un sistema efficace ed efficiente di misurazione della performance. Ovviamente, tale strumento di misurazione della performance necessita un database che sia ampio e fruibile dalle diverse organizzazioni che compongono il sistema sanitario italiano. Come sostengono Janssen *et al.* (2020), una buona organizzazione dei dati, che quindi sia centralizzata, incrementa il valore prodotto dai dati stessi, non solo in termini di data analysis ma anche come valore generato dall'intelligenza artificiale che si basasse su quei dati.

In tal senso occorrerebbe allestire e gestire un database centralizzato che raccolga i dati provenienti da tutte le organizzazioni sanitarie nazionali, al fine di facilitare la data analysis e l'uso dell'intelligenza artificiale. Essa, potendo basarsi su un'enorme mole di dati che può elaborare e comparare, risulterebbe più efficace ed efficiente nella sua attività di supporto ai

manager sanitari nel processo di misurazione della performance. Inoltre, sempre grazie alla grande quantità di dati a disposizione, l'AI risulterebbe utile anche al comparto clinico, che potrebbe sfruttarla come supporto in tema di medicina preventiva e diagnosi (Secinaro *et al.*, 2021A).

La creazione di tale database, con le conseguenze in termini di data analysis ed intelligenza artificiale, non è un processo semplice. Infatti, realizzare tale progetto richiede delle premesse in materia di tecnologia e capitale umano. In prima istanza, occorre investire nella realizzazione di un sistema informatico potente e capiente, che sia in grado di accumulare i dati prodotti dalle aziende sanitarie. In secondo luogo, da una prospettiva di capitale umano, occorre provvedere alla formazione di un team di tecnici ed informatici in grado di:

- Rendere i dati compatibili tra loro, ottimizzandoli per la big data analysis;
- Possedere le conoscenze e le competenze per gestire la big data analysis e, al tempo stesso, di utilizzare tali dati per istruire l'AI;
- Monitorare il processo di apprendimento dell'AI, fornendo i giusti feedback che permettano di ridurre potenziali devianze e male-interpretazioni dei dati (Giampaoli & Quintaliani, 2016).

8 – Discussione e conclusioni

8.1 – Discussione

Il caso dell'ASL di Caserta, che ha posto il controllo di gestione dell'azienda sanitaria "*tra i più innovativi nel panorama delle aziende pubbliche della Campania*" (Capalbo *et al.*, 2023, p. 129), solleva una questione di primaria importanza, quella della disomogeneità nell'implementazione della digitalizzazione della sanità sia a livello locale che nazionale, che il concept proposto in questa ricerca si propone di superare introducendo un database centralizzato in cui immagazzinare i dati prodotti dalle diverse aziende ospedaliere del sistema sanitario italiano.

Come evidenziato dal Ministero per l'Innovazione Tecnologica e la Digitalizzazione (MITD), c'è disparità tra le varie Regioni nel livello di implementazione del FSE. Questo esempio è utile per evidenziare una potenziale barriera ad una buona performance sistemica della sanità italiana, che dovrebbe essere orientata ai principi di universalità, equità ed uguaglianza, come spiegato dalla legge costitutiva della sanità italiana, la legge 833/1978. Inoltre, la sanità italiana, al fine di assicurare un servizio più efficace ed efficiente, si sta muovendo non solo verso una dimensione più digitale, che permetta lo sfruttamento di nuove modalità di intervento e di migliorare alcune pratiche già esistenti, ma anche verso una dimensione di maggiore integrazione, come suggerisce il decreto legge 77/2022.

Se l'obiettivo di assicurare i principi evidenziati dalle norme può dirsi ben definito a livello clinico, anche osservando i numerosi contributi in letteratura scientifica in merito alla misurazione della performance della prestazione sanitaria, la stessa cosa non si può dire per la dimensione organizzativa ed aziendale della sanità, dove in letteratura si registrano pochi contributi (Dash *et al.*, 2019; Spanò & Ginesti, 2022).

La letteratura scientifica in tema di big data ed AI nel performance management delle aziende sanitarie offre diversi contributi. Alcuni articoli dimostrano come l'implementazione di tali sistemi aumenti l'efficacia e l'efficienza del servizio sanitario erogato (Bennington, 2010;

Jiang *et al.*, 2017; Spanò & Ginesti, 2022), sebbene sia rilevabile un gap in relazione a come i big data e la performance si influenzino reciprocamente (Spanò & Ginesti, 2022).

Gli stessi studi però evidenziano alcune limitazioni nell'introduzione efficace di sistemi di performance management avanzati e *data-driven*. Sebbene i potenziali vantaggi relativi alle moderne tecnologie utilizzabili nel performance management siano molto chiari, il loro effettivo conseguimento può essere ostacolato da barriere rappresentate da forti gruppi di professionisti (Eldenburg *et al.*, 2010; Conrad & Uslu, 2011; Horenberg *et al.*, 2020), problemi nella comunicazione (Jacobs *et al.*, 2004; Wändell *et al.*, 2018), compatibilità tra differenti sorgenti di dati e tra i diversi silos di dati (Asri *et al.*, 2015; Giampaoli & Quintaliani, 2016; Dash *et al.*, 2019).

Considerando che i big data possono essere utilizzati per istruire l'AI e che l'AI stessa è tanto più efficace quanto più viene esposta ai dati, potrebbe rivelarsi utile cercare di istruire i sistemi di AI ad agire per migliorare la performance delle aziende sanitarie. La fase di addestramento di un'AI orientato a tale scopo dovrebbe seguire la stessa metodologia di quella utilizzata per istruire l'AI in ambito clinico: un'esposizione non solo ai dati della struttura di riferimento o dell'ambiente in cui essa opera (nel contesto sanitario italiano, identificabile come il Distretto di appartenenza o la Regione), ma anche ai dati sia geografici, che prodotti dalle altre aziende sanitarie. Questo approccio vuole far sì che l'AI, imparando da realtà anche molto lontane dalla propria ed avendo a disposizione, per il proprio apprendimento, una grandissima quantità di dati (Yue *et al.*, 2022), sia in grado di fornire ai manager più modelli predittivi diversi, riuscendo ad analizzare diversi contesti operativi e socioeconomici.

Considerando tali premesse, attuando il concept proposto, verrebbero superate alcune delle barriere individuate precedentemente. Un sistema informatico avanzato permetterebbe l'accumulo e la gestione di grandi quantità di dati in maniera efficace ed efficiente; mentre un team di risorse umane preparate permetterebbe di abbattere le barriere sulla comunicazione inefficace (Musheke & Phiri, 2021) e, soprattutto, una gestione ottimale della big data analysis, che permetterebbe una maggiore generazione di valore in condizioni di maggior efficienza.

Un'AI con più dati a disposizione, esattamente come avviene per la dimensione clinica della sanità, è in grado di fornire modelli predittivi più efficaci, in grado di identificare dei pattern che, per le persone o per tecnologie meno avanzate, potrebbero essere difficili da individuare (Musacchio *et al.*, 2018) anche se utilizzata per la misurazione della performance organizzativa.

L'adozione dell'AI e dei big data come strumenti di misurazione della performance organizzativa non presenta solo vantaggi ma anche delle limitazioni intrinseche a questa tipologia di tecnologie.

In prima istanza, occorre prestare particolare attenzione ai dati che vengono utilizzati per l'apprendimento dell'AI e, in generale, di tutti i dati cui l'AI avrà accesso, per evitare possibili errori di interpretazione (Marmo, 2020). Secondo, occorre determinare a quale figura attribuire la responsabilità (Younis *et al.*, 2024) di quanto elaborato dall'AI. Le decisioni che vengono prese con l'aiuto dello strumento tecnologico, portano a conseguenze (indipendentemente dalla qualità di queste ultime) di cui una macchina non può essere ritenuta responsabile.

Di fondamentale importanza, risulta la questione della privacy (Burrai *et al.*, 2021; Khalid *et al.*, 2023; Younis *et al.*, 2024). Sebbene, in questo caso, si tratta di misurare la performance organizzativa ed aziendale dell'azienda sanitaria, il delicato settore in cui essa opera e la necessità dell'AI di produrre modelli predittivi e di misurazione della performance quanto più accurati possibile, rende inevitabile che la tecnologia venga a contatto con dati sensibili dei pazienti-utenti.

8.2 – Conclusioni

Questo articolo indaga la possibilità dell'implementazione di un sistema di misurazione della performance, basato sui big data e l'intelligenza artificiale, delle aziende sanitarie del sistema sanitario italiano da una prospettiva centralizzata. La research question alla quale risponde è *È possibile sfruttare i big data prodotti dalla sanità per misurare in qualità la performance della sanità?*

Tale domanda riceve risposta affermativa grazie ai riscontri rinvenuti in letteratura scientifica e, in virtù del concept proposto, si propone un superamento delle barriere esistenti che ostacolano un uso efficace ed efficiente di tali risorse.

Il processo di aziendalizzazione della sanità (Anselmi, 2014; Borgonovi, 2008, 2013) iniziato con la riforma del 1992 ed ancora in corso richiede, in virtù dei bisogni crescenti e di un progresso scientifico e tecnologico che permette di creare più valore, in termini di promozione e tutela della salute, per i pazienti-utenti non solo nelle aziende sanitarie, ma anche sul territorio (Vicarelli & Bronzini, 2018).

A tal fine, la sanità abbraccia lo sviluppo tecnologico e del digitale, introducendo nelle proprie dinamiche innovazioni tecnologiche e dispositivi e sistemi informatici più prestanti e capaci, al fine di aumentare l'efficacia e l'efficienza dei propri processi (Vial, 2021).

La migrazione dei sistemi fisici sui supporti digitali ha aperto le porte della sanità ai big data, enormi quantità di dati che possono essere utilizzati per generare conoscenza e valore partendo da molte e differenti sorgenti diverse.

L'intelligenza artificiale (AI) è in grado, analizzando ed apprendendo dai big data, di elaborare modelli predittivi e pattern altamente fedeli ed in grado di coadiuvare l'azione dei professionisti della salute nell'espletare i loro compiti. Inoltre, tali tecnologie sono in grado di misurare la performance di una determinata organizzazione o di un determinato processo.

Sebbene in letteratura ci siano diverse evidenze di come i big data e l'AI siano utilizzati nella dimensione clinica della sanità (Jiang *et al.*, 2017; Burrai *et al.*, 2021; Younis, 2024), e considerando che, tali metodologie, cominciano ad essere introdotte anche nella sanità italiana (Sablone *et al.*, 2024) si possono apprezzare alcune pubblicazioni sull'utilizzo di questa tecnologia per misurare la performance organizzativa delle aziende sanitarie (Spanò & Ginesti, 2022; Capalbo *et al.*, 2023). L'utilizzo di tali strumenti per misurare la performance organizzativa è comunque noto in letteratura per quanto concerne le organizzazioni tradizionali (Marr, 2015; Ferraris *et al.*, 2019; Gupta *et al.*, 2020). Da queste evidenze, scaturisce l'elaborazione del concept che si propone di utilizzare gli stessi strumenti per misurare la performance delle aziende sanitarie italiane da una prospettiva centrale e non solo locale.

Proponendo l'elemento della sistematicità e della centralità, questo articolo contribuisce quindi a colmare il gap nella letteratura sull'utilizzo dei big data e dell'AI per misurare la performance delle aziende sanitarie italiane, al fine di incrementare l'efficacia, l'efficienza e, di conseguenza, il valore prodotto dalle medesime per i pazienti-utenti, arricchendo inoltre la letteratura scientifica sul performance management sanitario italiano.

Il presente studio, per la metodologia utilizzata, presenta delle limitazioni.

In prima istanza, l'introduzione di tale sistema richiede l'implementazione di un sistema informatico che, per potenzialità e capienza, richiede un notevole sforzo. In quest'ottica, questo articolo non affronta il tema del costo sia della realizzazione dell'infrastruttura, che i costi di formazione del personale specializzato, né dei costi di gestione del sistema. Inoltre, sebbene le evidenze dimostrino che approcci simili, nelle organizzazioni tradizionali, siano in grado di generare valore, ponendosi come un utile strumento nelle mani dei professionisti e sebbene la

metodologia dei *conceptual paper* sia riconosciuta come valida nella comunità scientifica (Gilson & Goldberg, 2015), c'è una mancanza di evidenza empirica che dimostri che le stesse conclusioni valgano anche per le aziende sanitarie. I possibili risultati positivi nonché un'analisi dei costi relativi alla realizzazione di questo concept devono quindi essere comprovati da casi studio e/o ricerche di carattere empirico, in modo tale da poter confermare con i dati quanto evidenziato in letteratura.

9 – Bibliografia

- Alexander, J.A., Weiner, B.J., Griffith, J., (2006). Quality improvement and hospital financial performance. *Journal of Organizational Behavior*, 27, 1003–1029.
- Alugubelli, R. (2016). Exploratory study of artificial intelligence in healthcare. *International Journal of Innovations in Engineering Research and Technology*, 3(1), 1-10.
- Anselmi, L. (2014). *Percorsi aziendali per le pubbliche amministrazioni: Edizione rivista ed ampliata*. Giappichelli Editore.
- Agarwal, R., Gao, G., DesRoches, C., & Jha, A. K. (2010). Research commentary—The digital transformation of healthcare: Current status and the road ahead. *Information systems research*, 21(4), 796-809.
- Asri, H., Mousannif, H., Al Moatassime, H., & Noel, T. (2015, June). Big data in healthcare: Challenges and opportunities. In *2015 International Conference on Cloud Technologies and Applications (CloudTech)* (pp. 1-7). IEEE.
- Bag, S., Wood, L. C., Xu, L., Dhamija, P., & Kayikci, Y. (2020). Big data analytics as an operational excellence approach to enhance sustainable supply chain performance. *Resources, conservation and recycling*, 153, 104559.
- Belle, A., Thiagarajan, R., Soroushmehr, S. R., Navidi, F., Beard, D. A., & Najarian, K. (2015). Big data analytics in healthcare. *BioMed research international*, 2015(1), 370194.
- Bennington, L. (2010). Review of the corporate and healthcare governance literature. *Journal of Management & Organization*, 16(2), 314-333.
- Bernard, A. B., Redding, S. J., & Schott, P. K. (2007). Comparative advantage and heterogeneous firms. *The Review of Economic Studies*, 74(1), 31-66.
- Bernard, A. (2013). Healthcare Industry Sees Big Data As More Than a Bandage. Retrieved from: <https://www.cio.com/article/288862/data-management-healthcare-industry-sees-big-data-as-more-than-a-bandage.html>
- Bititci, U. S., Turner, U., & Begemann, C. (2000). Dynamics of performance measurement systems. *International journal of operations & production management*, 20(6), 692-704.
- Borgonovi, E. (2008). La tutela della salute è il fine, il funzionamento dei sistemi e delle aziende è il mezzo. Egea, Milano.
- Borgonovi E., (2013). Le aziende del SSN e il processo manageriale incompiuto. Le esigenze di cambiamento sono indipendenti dalle caratteristiche del Governo. in *Mecosan*, Special Issue, n°85, Gennaio-Marzo, 2013.
- Borgonovi, E., & Migliore, G. (2023). Digitalizzazione della sanità o sanità digitale? *Mecosan*, (2022/123).

- Boshoff, C., Gray, B., (2004). The relationships between service quality, customer satisfaction and buying intentions in the private hospital industry. *South African journal of business management*, 35, 27–37.
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. WW Norton & Company.
- Burrai, F., Micheluzzi, V., & Apuzzo, L. (2021). Governance nell'innovazione: Sanità Digitale, Mobile Health, Big Data, Virtual Reality. *Giornale di Clinica Nefrologica e Dialisi*, 33(1), 42-50.
- Burton, R. J., Albur, M., Eberl, M., & Cuff, S. M. (2019). Using artificial intelligence to reduce diagnostic workload without compromising detection of urinary tract infections. *BMC medical informatics and decision making*, 19, 1-11.
- Capalbo, F., Sorrentino, M., Smarra, M., & Ippolito, A. (2023). Il ruolo strategico dei Sistemi di Misurazione delle Performance nelle aziende sanitarie: un caso studio. *Management Control*: 1, 2023, 119-142.
- Chaudhuri, S., Dayal, U., & Narasayya, V. (2011). An overview of business intelligence technology. *Communications of the ACM*, 54(8), 88-98.
- Cingolani, M., Scendoni, R., Fedeli, P., & Cembrani, F. (2023). Artificial intelligence and digital medicine for integrated home care services in Italy: opportunities and limits. *Frontiers in Public Health*, 10, 1095001.
- Connelly, T. M., Malik, Z., Sehgal, R., Byrnes, G., Coffey, J. C., & Peirce, C. (2020). The 100 most influential manuscripts in robotic surgery: a bibliometric analysis. *Journal of robotic surgery*, 14, 155-165.
- Conrad, L., & Uslu, P. G. (2011). Investigation of the impact of 'Payment by Results' on performance measurement and management in NHS Trusts. *Management Accounting Research*, 22(1), 46-55.
- Cunningham, P. A. (1991). The need for cardiac monitoring after electrical injury. *Medical Journal of Australia*, 154(11), 765–766. DOI: <https://doi.org/10.5694/j.1326-5377.1991.tb121321.x>
- Dash, S., Shakyawar, S. K., Sharma, M., & Kaushik, S. (2019). Big data in healthcare: management, analysis and future prospects. *Journal of big data*, 6(1), 1-25.
- Davenport, T. H. (2006). Competing on analytics. *Harvard business review*, 84(1), 98.
- Decreto-Legge 18 Ottobre 2012 n.179. Ulteriori misure urgenti per la crescita del Paese. Pubblicato in Gazzetta Ufficiale n. 245 del 19/10/2012. Retrieved from: <https://def.finanze.it/DocTribFrontend/getAttoNormativoDetail.do?ACTION=getSommariorio&id=%7B4EB5EA56-624C-4829-9A21-FDBBDC574F47%7D>
- DeRoos, D. (2014). *Hadoop for dummies*. John Wiley & Sons.
- Dilsizian, S. E., & Siegel, E. L. (2014). Artificial intelligence in medicine and cardiac imaging: harnessing big data and advanced computing to provide personalized medical diagnosis and treatment. *Current cardiology reports*, 16, 1-8.
- Dimitrov, D. V. (2016). Medical internet of things and big data in healthcare. *Healthcare informatics research*, 22(3), 156.
- Dong, X. L., & Srivastava, D. (2015). *Big data integration*. Morgan & Claypool Publishers.

- Drucker, P. (2012). *The practice of management*. Routledge.
- Elbashir, M. Z., Collier, P. A., & Davern, M. J. (2008). Measuring the effects of business intelligence systems: The relationship between business process and organizational performance. *International journal of accounting information systems*, 9(3), 135-153.
- Eldenburger, L., Soderstrom, N., Willis, V., & Wu, A. (2010). Behavioral changes following the collaborative development of an accounting information system. *Accounting, Organizations and Society*, 35(2), 222-237.
- European Commission. (2018). COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS on enabling the digital transformation of health and care in the Digital Single Market; empowering citizens and building a healthier society. Retrieved from: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018DC0233>
- Feroli, E. A. (2019). L'intelligenza artificiale nei servizi sociali e sanitari: una nuova sfida al ruolo delle istituzioni pubbliche nel welfare italiano?. *BioLaw Journal*, 1, 163-175.
- Ferraris, A., Mazzoleni, A., Devalle, A., & Couturier, J. (2019). Big data analytics capabilities and knowledge management: impact on firm performance. *Management Decision*, 57(8), 1923-1936.
- Fontanella, A. (2025). Digital Game-Based Learning as a Tool for Intercepting Stakeholders' Tendencies. In *Game-Based Education Approaches to Inclusive Business Management* (pp. 129-164). IGI Global.
- Friedman, C., & Elhadad, N. (2014). Natural language processing in health care and biomedicine. *Biomedical Informatics: Computer Applications in Health Care and Biomedicine*, 255-284.
- Gazzola, P., Pavione, E., Amelio, S., & Magrì, J. (2020). Smart Industry e sviluppo sostenibile, imprese intelligenti e SDGs 2030. *Economia Aziendale Online*, 11 (1), 41-53.
- Giampaoli, R., & Quintaliani, G. (2016). Big data, big value, huge opportunity. *Giornale di Tecniche Nefrologiche e Dialitiche*, 28(2), 128-133.
- Gilson, L. L., & Goldberg, C. B. (2015). Editors' comment: so, what is a conceptual paper?. *Group & Organization Management*, 40(2), 127-130.
- Gori, E., Mealli, F., & Rampichini, C. (1993). Indicatori di efficienza ed efficacia per la valutazione dell'attività di formazione professionale. *Statistica*, 53(3), 501-528.
- Greenhalgh, T., Wherton, J., Shaw, S., & Morrison, C. (2020). Video consultations for covid-19. *Bmj*, 368.
- Guarascio, D., & Sacchi, S. (2017). Digitalizzazione, automazione e futuro del lavoro. INAPP (Istituto Nazionale per l'Analisi delle Politiche Pubbliche). Retrieved from: <https://oa.inapp.gov.it/server/api/core/bitstreams/112cfc9c-891b-42c1-b821-460c4f5e764a/content>
- Gupta, S., Drave, V. A., Dwivedi, Y. K., Baabdullah, A. M., & Ismagilova, E. (2020). Achieving superior organizational performance via big data predictive analytics: A dynamic capability view. *Industrial Marketing Management*, 90, 581-592.

- Hamid, S. (2016). The opportunities and risks of artificial intelligence in medicine and healthcare. CUSPE Communications. Summer 2016.
- Hermon, R., & Williams, P. A. (2014). Big data in healthcare: What is it used for? 3rd Australian eHealth Informatics and Security Conference. Held on the 1-3 December, 2014 at Edith Cowan University, Joondalup Campus, Perth, Western Australia.
DOI: 10.4225/75/57982b9431b48
- Horenberg, F., Lungu, D. A., & Nuti, S. (2020). Measuring research in the big data era: The evolution of performance measurement systems in the Italian teaching hospitals. *Health Policy*, 124(12), 1387-1394.
- Ittner, C.D., Larcker, D.F., (1997). Quality strategy, strategic control systems, and organizational performance. *Accounting, Organizations and Society* 22, 293–314. DOI:10.1016/S0361-3682(96)00035-9
- Jacobs, K., Marcon, G., & Witt, D. (2004). Cost and performance information for doctors: an international comparison. *Management Accounting Research*, 15(3), 337-354.
- Janssen, M., Brous, P., Estevez, E., Barbosa, L. S., & Janowski, T. (2020). Data governance: Organizing data for trustworthy Artificial Intelligence. *Government information quarterly*, 37(3), 101493.
- Jiang, F., Jiang, Y., Zhi, H., Dong, Y., Li, H., Ma, S., ... & Wang, Y. (2017). Artificial intelligence in healthcare: past, present and future. *Stroke and vascular neurology*, 2(4).
- Kamble, S. S., & Gunasekaran, A. (2020). Big data-driven supply chain performance measurement system: a review and framework for implementation. *International journal of production research*, 58(1), 65-86.
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (2005). The balanced scorecard: measures that drive performance. *Harvard Business Review*, 40, 71-79.
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (1996A). Linking the balanced scorecard to strategy. *California Management Review*, 39(1), 53-79.
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (1996B). Strategic learning & the balanced scorecard. *Strategy & Leadership*, 24(5), 18-24.
- Kasiri, L.A., Guan, C., Sambasivan, M., Sidin, S.M., (2017). Integration of standardization and customization: Impact on service quality, customer satisfaction, and loyalty. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 35, 91–97. Doi: 10.1016/j.jretconser.2016.11.007
- Kerr, K. A., Norris, T., & Stockdale, R. (2008). The strategic management of data quality in healthcare. *Health Informatics Journal*, 14(4), 259–266.
DOI: <https://doi.org/10.1177/1460458208096555>
- Khalid, N., Qayyum, A., Bilal, M., Al-Fuqaha, A., & Qadir, J. (2023). Privacy-preserving artificial intelligence in healthcare: Techniques and applications. *Computers in Biology and Medicine*, 106848.
- Kivits, J., Ricci, L., & Minary, L. (2019). Interdisciplinary research in public health: the 'why' and the 'how'. *J Epidemiol Community Health*, 73(12), 1061-1062.
- Kontio, E., Lundgren-Laine, H., Kontio, J., Korvenranta, H., & Salanterä, S. (2013). Information utilization in tactical decision making of middle management health managers. *CIN: Computers, Informatics, Nursing*, 31(1), 9-16.

- Korcsmaros, T., Schneider, M. V., & Superti-Furga, G. (2017). Next generation of network medicine: interdisciplinary signaling approaches. *Integrative Biology*, 9(2), 97-108.
- Kraus, S., Schiavone, F., Pluzhnikova, A., & Invernizzi, A. C. (2021). Digital transformation in healthcare: Analyzing the current state-of-research. *Journal of Business Research*, 123, 557-567.
- Kruse, C. S., Kothman, K., Anerobi, K., & Abanaka, L. (2016). Adoption factors of the electronic health record: a systematic review. *JMIR medical informatics*, 4(2), e5525.
- Laney, D. (2001). 3D data management: Controlling data volume, velocity and variety. *META group research note*, 6(70), 1.
- Lecci, F., Lega, F., Prenestini, A., Valotti, G., & Rotolo, A. (2015). *Misurare per governare le aziende sanitarie: Controllo direzionale, governo clinico, valutazione delle performance e rendicontazione sociale*. EGEA spa.
- Lee, C. S., Nagy, P. G., Weaver, S. J., & Newman-Toker, D. E. (2013). Cognitive and system factors contributing to diagnostic errors in radiology. *American Journal of Roentgenology*, 201(3), 611-617.
- Lega, F., Prenestini, A., Spurgeon, P., (2013). Is Management Essential to Improving the Performance and Sustainability of Health Care Systems and Organizations? A Systematic Review and a Roadmap for Future Studies. *Value in Health* 16, S46-S51. DOI: 10.1016/j.jval.2012.10.004.
- Lega, F. (2023). *Economia e management sanitaria. Settore, sistema, aziende, protagonisti*. Terza Edizione. Egea, Milano.
- Locatelli, P., Restifo, N., Gastaldi, L., Sini, E., & Torresani, M. (2010). The evolution of hospital information systems and the role of electronic patient records: from the Italian scenario to a real case. In *MEDINFO 2010* (pp. 247-251). IOS Press.
- Locatelli, P., Restifo, N., Gastaldi, L., & Corso, M. (2012). Health care information systems: architectural models and governance. *Innov Informa Syst Modell Tech*, 71-96.
- Lohr, K. N. (Ed.). (1990). *Medicare: a strategy for quality assurance*, volume I.
- Lombi, L., & Moretti, V. (2020). Salute digitale e big data in sanità. In *Sociologia della salute e della medicina* (pp. 345-361). Il Mulino.
- Marchi, L. (2014). Nuove prospettive di valutazione delle performance nelle aziende di servizi. *Management Control*, 2014/1.
- Marmo, R. (2020). *Algoritmi per l'intelligenza artificiale: Progettazione dell'algoritmo-Dati e Machine Learning-Neural Network-Deep Learning*. HOEPLI EDITORE.
- Marques, I. C., & Ferreira, J. J. (2020). Digital transformation in the area of health: systematic review of 45 years of evolution. *Health and Technology*, 10(3), 575-586.
- Marr, B. (2015). *Big Data: Using SMART big data, analytics and metrics to make better decisions and improve performance*. John Wiley & Sons.
- Massaro, M. (2023). Digital transformation in the healthcare sector through blockchain technology. Insights from academic research and business developments. *Technovation*, 120, 102386.

- Melnyk, S. A., Bititci, U., Platts, K., Tobias, J., & Andersen, B. (2014). Is performance measurement and management fit for the future?. *Management accounting research*, 25(2), 173-186.
- Meskó, B., Drobni, Z., Bényei, É., Gergely, B., & Gyórfy, Z. (2017). Digital health is a cultural transformation of traditional healthcare. *Mhealth*, 3, 38.
- Murante, A. M. (2009). Strumenti e metodi per misurare la patient satisfaction nei sistemi multidimensionali di valutazione della performance in sanità. In *14th Annual Conference "Performance Evaluation of Health Systems and Organizations"* of Italian Health Economics Association (AIES), Bergamo.
- Missoni, E., & Pacileo, G. (2016). *Elementi di salute globale: globalizzazione, politiche sanitarie e salute umana*. Franco Angeli.
- Mosadeghrad, A.M., (2014). Factors Affecting Medical Service Quality. *Iran J Public Health*, 43, 210–220.
- Musacchio, N., Guaita, G., Ozzello, A., Pellegrini, M. A., Ponzani, P., Zilich, R., & De Micheli, A. (2018). Intelligenza Artificiale e Big Data in ambito diabetologico. La prospettiva di AMD. *JAMD*, 21, 3.
- Musheke, M. M., & Phiri, J. (2021). The effects of effective communication on organizational performance based on the systems theory. *Open Journal of Business and Management*, 9(2), 659-671.
- Nambiar, R., Bhardwaj, R., Sethi, A., & Vargheese, R. (2013, October). A look at challenges and opportunities of big data analytics in healthcare. In *2013 IEEE international conference on Big Data* (pp. 17-22). IEEE.
- Nambiar, R., Chitor, R., & Joshi, A. (2014). Data management—A look back and a look ahead. In *Specifying Big Data Benchmarks: First Workshop, WBDB 2012, San Jose, CA, USA, May 8-9, 2012, and Second Workshop, WBDB 2012, Pune, India, December 17-18, 2012, Revised Selected Papers* (pp. 11-19). Springer Berlin Heidelberg.
- Nappo, V. (2021). 4. LE NUOVE FRONTIERE DEL SETTORE SANITARIO. *Health management system per la gestione di lesioni cutanee da decubito*, 72.
- Neill, D. B. (2013). Using artificial intelligence to improve hospital inpatient care. *IEEE Intelligent Systems*, 28(2), 92-95.
- Nuti, S. (2008). La valutazione della performance in sanità. IL MULINO.
- OECD. (2019). Health in the 21st century: putting data to work for stronger health systems. ORGANIZATION FOR ECONOMIC. Paris, France.
- Ohannessian, R., Duong, T. A., & Odone, A. (2020). Global telemedicine implementation and integration within health systems to fight the COVID-19 pandemic: a call to action. *JMIR public health and surveillance*, 6(2), e18810.
- Orlandini, P., Amelio, S. (2022). *Un percorso aziendale verso la sostenibilità*. Giappichelli Editore.
- Panch T, Szolovits P, Atun R. (2018). Artificial intelligence, machine learning and health systems. *J Glob Health*, 8(2), 020303.

- Patel, V. L., Shortliffe, E. H., Stefanelli, M., Szolovits, P., Berthold, M. R., Bellazzi, R., & Abu-Hanna, A. (2009). The coming of age of artificial intelligence in medicine. *Artificial intelligence in medicine*, 46(1), 5-17.
- Pearson, T. (2011). *How to replicate Watson hardware and systems design for your own use in your basement*. IBM: Watson, MN, USA.
- Poelker, C. (2012). *Centralizing healthcare bigdata in the cloud*. Retrieved from: <http://blogs.computerworld.com/cloud-computing/20488/centralizing-healthcare-big-data-cloud>: 2012.
- Preite, D. (2011). *Misurare la performance nelle amministrazioni pubbliche: logiche, metodi, strumenti ed esperienze*. EGEA, Milano.
- Querci, E., & Sala, A. (2025). Innovazione strategie e trattamento dei dati nel Marketing della digital era. *Economia Aziendale Online-*, 16(1), 151-165.
- Raghupathi, W. (2010). Data mining in health care. *Healthcare informatics: improving efficiency and productivity*, 211, 223.
- Raghupathi, W., & Raghupathi, V. (2014). Big data analytics in healthcare: promise and potential. *Health information science and systems*, 2(1), 1-10.
- Raimo, N., De Turi, I., Albergo, F., & Vitolla, F. (2023). The drivers of the digital transformation in the healthcare industry: An empirical analysis in Italian hospitals. *Technovation*, 121, 102558.
- Reisman, M. (2017). EHRs: the challenge of making electronic data usable and interoperable. *Pharmacy and Therapeutics*, 42(9), 572.
- Rosário, A. T., & Dias, J. C. (2023). How has data-driven marketing evolved: Challenges and opportunities with emerging technologies. *International Journal of Information Management Data Insights*, 3(2), 100203
- Rudestam, K. E., & Newton, R. R. (2014). *Surviving your dissertation: A comprehensive guide to content and process*. Sage publications.
- Sablone, S., Bellino, M., Cardinale, A. N., Esposito, M., Sessa, F., & Salerno, M. (2024). Artificial intelligence in healthcare: an Italian perspective on ethical and medico-legal implications. *Frontiers in Medicine*, 11, 1343456.
- Sagiroglu, S., & Sinanc, D. (2013, May). Big data: A review. In 2013 international conference on collaboration technologies and systems (CTS) (pp. 42-47). IEEE.
- Secinaro, S., Brescia, V., Calandra, D., & Biancone, P. (2021A). Data quality for health sector innovation and accounting management: a twenty-year bibliometric analysis. *Economia Aziendale Online*, 12(4), 407-431.
- Secinaro, S., Calandra, D., Secinaro, A., Muthurangu, V., & Biancone, P. (2021B). The role of artificial intelligence in healthcare: a structured literature review. *BMC medical informatics and decision making*, 21, 1-23.
- Sheehan, D., & Shanahan, F. (2017). The gut microbiota in inflammatory bowel disease. *Gastroenterology Clinics*, 46(1), 143-154.

- Simonen O., Viitanen E., Blom M. (2012). Factors relating to effectiveness data use in healthcare management, *International Journal of Productivity and Performance Management*, 61(7), pp. 752-764.
- Sousa, M. J., Pesqueira, A. M., Lemos, C., Sousa, M., & Rocha, Á. (2019). Decision-making based on big data analytics for people management in healthcare organizations. *Journal of medical systems*, 43, 1-10.
- Spanò, R., & Ginesti, G. (2022). Fostering performance management in healthcare: insights into the role of big data. *Meditari Accountancy Research*, 30(4), 941-963.
- Taylor, P. (2021). Volume of data/information created, captured, copied, and consumed worldwide from 2010 to 2020, with forecasts from 2021 to 2025. IDC & Statista, Jun.
- Tiozzo, S. N., Basso, C., Capodaglio, G., Schievano, E., Dotto, M., Avossa, F., ... & Corti, M. C. (2019). Effectiveness of a community care management program for multimorbid elderly patients with heart failure in the Veneto Region. *Aging clinical and experimental research*, 31, 241-247.
- Totten, H. L. (2013). The advantages of diversity. *The Library Quarterly*, 83(3), 204-206.
- Tradori, V., Brescia, V., & Biancone, P. (2020). Dal concetto di qualità multidisciplinare in sanità a un modello di verifica. *Economia Aziendale Online-*, 10(4), 607-625.
- Vial, G. (2021). Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *Managing digital transformation*.
- Vicarelli, G., & Bronzini, M. (2018). La sanità digitale: dimensioni di analisi e prospettive di ricerca. *Social Policies*, (2), 147-162.
- von Goethe, J. W. (2019). La terza rivoluzione della Sanità pubblica: la Sanità pubblica informatica. *Igiene e Sanità Pubblica*, 75, 413-417.
- Wändell, P. E., de Waard, A. K. M., Holzmann, M. J., Gornitzki, C., Lionis, C., de Wit, N., ... & Carlsson, A. C. (2018). Barriers and facilitators among health professionals in primary care to prevention of cardiometabolic diseases: A systematic review. *Family Practice*, 35(4), 383-398.
- Yang, X., Wang, Y., Byrne, R., Schneider, G., & Yang, S. (2019). Concepts of artificial intelligence for computer-assisted drug discovery. *Chemical reviews*, 119(18), 10520-10594.
- Yin, J., Ngiam, K. Y., & Teo, H. H. (2021). Role of artificial intelligence applications in real-life clinical practice: systematic review. *Journal of medical Internet research*, 23(4), e25759.
- Younis, H. A., Eisa, T. A. E., Nasser, M., Sahib, T. M., Noor, A. A., Alyasiri, O. M., ... & Younis, H. A. (2024). A Systematic Review and Meta-Analysis of Artificial Intelligence Tools in Medicine and Healthcare: Applications, Considerations, Limitations, Motivation and Challenges. *Diagnostics*, 14(1), 109.
- Yue, P., Shangguan, B., Hu, L., Jiang, L., Zhang, C., Cao, Z., & Pan, Y. (2022). Towards a training data model for artificial intelligence in earth observation. *International Journal of Geographical Information Science*, 36(11), 2113-2137.
- Zhou, Z. H. (2021). *Machine learning*. Springer nature.
- Zikopoulos, P., & Eaton, C. (2011). *Understanding big data: Analytics for enterprise class hadoop and streaming data*. McGraw-Hill Osborne ET ALMedia.