

UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE

FACOLTÀ DI INGEGNERIA

Classe delle lauree in Ingegneria dell'informazione

Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale



TESI DI LAUREA

**La transizione digitale e l'intelligenza artificiale:
analisi dell'impatto nella Pubblica Amministrazione**

**Digital transition and artificial intelligence:
impact analysis in Public Administration**

Relatore

Prof. Alessio Vita

Candidato

Alessia Soccionovo

ANNO ACCADEMICO 2022-2023

INDICE

INTRODUZIONE	4
L'INDICE DESI	5
CAPITOLO 1 LA TRANSIZIONE DIGITALE	7
1.1 LA TRANSIZIONE DIGITALE: DEFINIZIONE E CONTESTO	8
1.2 LA TRASFORMAZIONE DIGITALE: UNA DEFINIZIONE EMPIRICA	10
1.3 L'E-GOVERNMENT: DEFINIZIONE E CONTESTO	13
1.4 LE APPLICAZIONI NELLA PUBBLICA AMMINISTRAZIONE	14
1.4.1 <i>Il Codice dell'Amministrazione Digitale (CAD)</i>	14
1.4.2 <i>La digitalizzazione e riorganizzazione delle pubbliche amministrazioni</i>	15
1.4.3 <i>L'identità digitale</i>	15
1.4.4 <i>Il documento informatico</i>	17
1.4.5 <i>La firma digitale</i>	19
1.4.6 <i>I pagamenti elettronici</i>	20
1.4.7 <i>Il Responsabile per la transizione al digitale</i>	21
1.4.8 <i>Il Piano Triennale per l'informatica nella Pubblica Amministrazione</i>	22
1.4.9 <i>Gli open data</i>	23
1.4.10 <i>La migrazione al cloud</i>	24
CAPITOLO 2 L'INTELLIGENZA ARTIFICIALE	27
2.1 INTELLIGENZA ARTIFICIALE: DEFINIZIONE, CONTESTO ED EVOLUZIONE	27
2.1.1 <i>Una definizione di intelligenza artificiale</i>	27
2.1.2 <i>Evoluzione dell'AI</i>	28
2.1.3 <i>L'AI oggi</i>	29

2.2	IL MACHINE LEARNING	31
2.2.1	<i>L'apprendimento supervisionato</i>	31
2.2.2	<i>L'apprendimento non supervisionato</i>	33
2.2.3	<i>Apprendimento per rinforzo</i>	34
2.3	LE PRINCIPALI APPLICAZIONI.....	34
2.4	LE OPPORTUNITÀ E I RISCHI DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE.....	37
2.4.1	<i>I vantaggi e le opportunità</i>	37
2.4.2	<i>I rischi etici e sociali</i>	39
2.4.3	<i>La regolamentazione</i>	42
2.5	CASO STUDIO: CHATGPT.....	43
2.5.1	<i>Una panoramica su ChatGPT</i>	44
2.5.2	<i>La protezione dei dati sensibili e le restrizioni d'uso per il personale</i>	46
2.5.3	<i>Casi d'uso nella PA</i>	48
CAPITOLO 3 IL PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA		51
3.1	DESCRIZIONE E CONTESTO DEL PNRR.....	51
3.1.1	<i>Il Next Generation EU</i>	51
3.1.2	<i>Il PNRR in Italia</i>	54
3.2	LA TRANSIZIONE DIGITALE NEL PNRR.....	55
3.2.1	<i>La Missione 1</i>	56
3.2.2	<i>Digitalizzazione, innovazione e sicurezza nella PA</i>	57
3.3	GLI INVESTIMENTI PREVISTI DAL PNRR	58
3.3.1	<i>Digitalizzazione della PA</i>	58
3.3.2	<i>Modernizzazione della PA</i>	60

3.3.3	<i>Innovazione organizzativa del sistema giudiziario</i>	61
-------	--	----

CAPITOLO 4 L'IMPATTO DELLA TRANSIZIONE DIGITALE E		
DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE NELLA PUBBLICA AMMINISTRAZIONE		63
4.1	LE POTENZIALITÀ DELLA TRANSIZIONE DIGITALE NELLA PA.....	63
4.2	L'INTELLIGENZA ARTIFICIALE NELLA PA.....	67
CONCLUSIONI		73
BIBLIOGRAFIA		75
INDICE DELLE FIGURE		78

INTRODUZIONE

Nell'ultimo decennio, abbiamo assistito a un processo di innovazione digitale senza precedenti: l'adozione delle nuove tecnologie sta non solo creando nuovi prodotti e servizi, ma anche rivoluzionando la società in cui viviamo, rendendo sempre più necessaria la trasformazione delle nostre abitudini.

Cogliendo il potenziale di questo cambiamento, le aziende hanno incominciato ad integrare le tecnologie digitali in ogni settore, dando vita a nuovi modelli organizzativi, tipici dell'Industria 4.0, i quali consentono un aumento in termini di produttività e competitività dell'impresa.

D'altra parte, la trasformazione digitale, come ogni cambiamento, provoca una certa resistenza: la sola modifica dei processi, se non viene accompagnata da un cambiamento culturale e dallo sviluppo di nuove competenze all'interno dell'organizzazione, impedisce di sfruttare al meglio le opportunità crescenti che le tecnologie digitali forniscono.

George Westerman, uno dei più autorevoli esperti nel campo della trasformazione digitale, in quanto ricercatore e docente presso il Center for Digital Economy Studies del MIT, descrive perfettamente questo concetto: "When digital transformation is done right, it's like a caterpillar turning into a butterfly, but when done wrong, all you have is a really fast caterpillar".

Per ottenere una trasformazione digitale efficace e duratura, l'ostacolo maggiore è rappresentato dalla necessità di andare oltre ad una semplice digitalizzazione dei processi (processi che prima avvenivano manualmente sono ora resi più efficienti dall'uso della tecnologia, ma rimanendo sostanzialmente gli stessi), raggiungendo il

coinvolgimento degli interessati, che siano consumatori o dipendenti, attraverso un mutamento della mentalità e del comportamento delle persone e promuovendo l'acquisizione delle conoscenze relative all'utilizzo degli strumenti digitali.

All'interno della Pubblica Amministrazione italiana, si sta verificando un processo di trasformazione analogo a quello a cui stiamo assistendo nella "Quarta Rivoluzione industriale" ed è proprio la carenza di conoscenze digitali ad opporsi al cambiamento.

L'indice DESI

La Commissione europea, dal 2014 al 2022, ha adottato un indice, detto DESI, per valutare il livello dei Paesi europei in termini di digitalizzazione dell'economia e della società. Secondo l'ultimo report, aggiornato al 2022, l'Italia occupa la 18^a posizione tra i 27 Stati membri dell'UE, con un punteggio di 49.3, mentre la media UE è di 52.3.

Dal confronto di questo risultato con gli anni precedenti, emerge che la trasformazione digitale sta acquisendo un ruolo sempre più rilevante, grazie all'adozione di strategie di transizione digitale e all'istituzione di un ministero *ad hoc*; sebbene sia indispensabile porre rimedio alle carenze che il nostro Paese sconta, come ad esempio la scarsa diffusione di competenze digitali di base, che coinvolge oltre la metà dei cittadini italiani.

Infatti, solo il 46% della popolazione possiede competenze digitali di base (al 25° posto in UE); oltretutto, l'Italia registra la più bassa percentuale nell'UE di laureati nel settore delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione, pari al solo 1.4% dei laureati.

Inoltre, altre mancanze riguardano la connettività: la copertura delle reti ad alta capacità, comprese quelle in fibra ottica, è ancora scarsa. Mentre di recente, con il “Gigabit Infrastructure Act”, l’UE si è posta l’obiettivo ambizioso di installare reti Gigabit (che consentano una velocità di trasferimento dati dal server verso il client di almeno 1 gigabit per secondo) su tutto il territorio dell’Unione entro il 2030, dotando di fibra ottica tutti gli edifici nuovi e consentendo un accesso pubblico al 5G.

In aggiunta, viene sottolineata la limitata diffusione di strumenti digitali, quali i Big Data e l’intelligenza artificiale (rispettivamente utilizzati dal 9% e dal 6% delle imprese italiane), e la bassa percentuale di specialisti digitali nella forza lavoro italiana (3,8%).

Tuttavia, l’offerta di servizi pubblici digitali è in aumento, grazie all’introduzione di misure volte a favorire la trasformazione digitale del Paese e ai fondi del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza per la transizione digitale, che ammontano a 48 miliardi di euro.

I risultati migliori riguardano l’adozione di servizi cloud, utilizzati dal 52% delle imprese e incentivati nella Pubblica Amministrazione dalla “Strategia Cloud Italia”, che si prefigge di migliorare la sicurezza e l’efficienza delle infrastrutture digitali mediante l’istituzione del “Polo Strategico Nazionale”.

Anche l’identità digitale è sempre più diffusa, così come l’applicazione mobile “IO”, che permette l’accesso ai servizi pubblici digitali.

CAPITOLO 1

LA TRANSIZIONE DIGITALE

La Pubblica Amministrazione italiana è stata a lungo accompagnata da un'immagine di arretratezza nell'ambito della digitalizzazione e l'obiettivo di questo capitolo è analizzare non le cause, ma le soluzioni portate avanti dalla PA per prendere parte all'innovazione tecnologica, che offre un'occasione importante per lo sviluppo economico e sociale del Paese.

Secondo i dati forniti dall'Agenzia per l'Italia Digitale, nel 2022 la spesa della Pubblica Amministrazione italiana in tecnologie dell'informazione e della comunicazione ha superato i 7 miliardi di euro, registrando un aumento del 5.8% rispetto all'anno precedente e con prospettive di crescita per il prossimo triennio, in virtù dei fondi del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza [1].

Gli ambiti di investimento individuati per i prossimi anni contemplano la cybersecurity: l'adozione di strategie di difesa è divenuta indispensabile per lo sviluppo digitale del Paese, considerato che gli attacchi hacker sono sempre più numerosi e che nella maggioranza dei casi sono proprio gli enti pubblici le vittime designate dai criminali informatici. Infatti, dati preoccupanti affermano che l'Italia è la terza Nazione al mondo più colpita, la prima in Europa [2].

Uno degli altri settori di intervento riguarda la migrazione verso il cloud, infrastrutture qualificate che devono rispondere ad alti standard di sicurezza e affidabilità, con lo scopo di aumentare l'efficienza dei servizi e ridurre i costi. Al fine di portare il 75% delle Amministrazioni italiane a utilizzare servizi in cloud entro il

2026, è stato istituito il Polo Strategico Nazionale (PSN), che proteggerà i dati ed i servizi pubblici strategici.

Prima di analizzare i servizi pubblici coinvolti nel processo di transizione digitale, si vogliono chiarire le definizioni di alcuni dei termini più frequentemente associati alla digitalizzazione della Pubblica Amministrazione.

1.1 La transizione digitale: definizione e contesto

Negli ultimi anni, l'espressione *transizione digitale* è divenuta sempre più di uso comune: è sufficiente osservare il numero di ricerche su Google [3] per appurare che la popolarità di questo termine è in netta crescita dal 2018 (Figura 1.1).



Figura 1 – Il grafico rappresenta la frequenza di ricerche del termine “transizione digitale” su Google. I dati sono stati estrapolati da Google Trends, riguardano intervalli di tempo mensili e rappresentano la media del numero di ricerche in rapporto al mese con frequenza massima a partire dal gennaio del 2018, l'ultimo aggiornamento risale al 20 novembre 2023.

Nonostante il concetto sia stato riscoperto soltanto negli ultimi anni, già un ventennio fa si parlava di *transizione digitale* quando, agli inizi degli anni 2000, tutto il mondo iniziò il passaggio dalla televisione analogica alla televisione digitale.

I principali benefici che derivarono dall'introduzione della televisione digitale terrestre (TDT) furono l'incremento della qualità dell'immagine e del suono e l'aumento del numero di canali disponibili: aspetti indissolubilmente legati alle caratteristiche vantaggiose del segnale digitale rispetto ad un segnale analogico.

Ad un segnale digitale, ovvero un segnale che varia a tempo discreto e ad ampiezza quantizzata, è associata una sensibilità molto minore ai disturbi introdotti dal canale di comunicazione rispetto al segnale tipico della televisione analogica terrestre. Inoltre, grazie all'utilizzo di tecniche di compressione dei dati, il segnale digitale consente un risparmio nell'occupazione di banda durante la trasmissione digitale dei dati: questa considerazione è doverosa, in quanto la banda disponibile è una risorsa finita che dipende dal mezzo trasmissivo utilizzato.

Quindi, l'utilizzo del digitale consente di ridurre i costi e di migliorare la qualità della trasmissione, necessitando, però, di sistemi di conversione analogico - digitale che effettuino il campionamento del segnale, la quantizzazione dei campioni e la codifica dei campioni quantizzati in un numero finito di cifre, solitamente espressi nel sistema binario come sequenze di 0 e 1.

L'Italia completò il passaggio alla televisione digitale terrestre nel luglio del 2012, in attuazione delle direttive europee sull'emittenza radiotelevisiva. Tuttavia, il picco storico di popolarità della *transizione digitale*, misurato in numero di ricerche sul web, si verificò anni prima, nel 2004, in corrispondenza alla promulgazione della cosiddetta Legge Gasparri del 3 maggio 2004, n. 112 per l'emanazione del "testo unico della radiotelevisione".

Fino ad ora è stata analizzata la prima coniugazione storica della *transizione digitale* e lo scenario in cui la stessa si è resa necessaria, eppure essa non si limita all'ambito televisivo, ma si incardina all'interno di un processo di digitalizzazione molto più ampio.

Dal momento che non è stata elaborata una definizione rigorosa ed univoca di questo termine, se ne analizza il significato dal punto di vista lessicale: “transizione” significa letteralmente “passaggio”; quindi, per transizione digitale si intende comunemente il processo di passaggio di un sistema analogico esistente a un formato digitale.

1.2 La trasformazione digitale: una definizione empirica

Termini quali *transizione digitale* o *trasformazione digitale* sono impropriamente utilizzati nel lessico comune come sinonimi, sebbene non sottintendano lo stesso concetto [4]: avendo già definito cosa si intenda per *transizione digitale*, si passerà ora ad approfondire il secondo.

Il concetto di “trasformazione” deriva dal termine latino *transformatio* e viene definito dal Vocabolario Treccani come “L’atto, l’azione o l’operazione di trasformare, il fatto di trasformarsi o di venire trasformato, che comporta un cambiamento, per lo più profondo e definitivo, di forma, aspetto, strutture o di altre qualità e caratteristiche” [5]. Dunque, elemento imprescindibile in una trasformazione è un cambiamento profondo e definitivo, come conseguenza di azioni ben determinate.

A differenza del termine “transizione”, che indica il passaggio di un sistema da uno stato ad un altro, una trasformazione implica sempre un cambiamento radicale ed irreversibile.

La *trasformazione digitale* può essere considerata come una delle modalità di attuazione della *transizione digitale*, di cui rappresenta il percorso più complesso ed estremo. Se si volesse fare un paragone con la realtà aziendale, corrisponderebbe alla modifica dell'intero modello di business, con il quale si crea e si distribuisce valore.

Una delle prime definizioni di *trasformazione digitale* presenti in letteratura risale al 2004, dove questa espressione indica “le modifiche apportate dall'integrazione della tecnologia digitale in tutti gli aspetti della società umana” [6].

Inoltre, una definizione empirica di *trasformazione digitale* viene fornita dall'articolo “Defining digital transformation: Results from expert interviews” [7]: lo studio fu condotto nel 2018 attraverso interviste a 40 amministratori pubblici provenienti da 12 Paesi europei con l'obiettivo di cogliere il significato che gli esperti attribuiscono abitualmente a questo termine.

Si riassumono i principali risultati emersi:

- La trasformazione digitale è un approccio organizzativo ampio: non si limita alla mera digitalizzazione di documenti o al passaggio da analogico a digitale nella fruizione dei servizi pubblici.
- È un processo fortemente influenzato da fattori esterni, come ad esempio il cambiamento tecnologico nell'ambiente in cui le amministrazioni pubbliche operano, anche se la maggior pressione esterna è data dalle richieste dei cittadini.
- Richiede frequenti adeguamenti dei processi, dei servizi e dei prodotti alle esigenze esterne. A differenza dei progetti di e-government, non ha uno stato finale misurabile e definito o un budget fisso.

- Si traduce in un miglioramento delle relazioni tra le amministrazioni pubbliche e i loro stakeholder, in una maggiore soddisfazione dei cittadini e, soprattutto, in un cambiamento della struttura burocratica ed organizzativa.

Infine, lo studio [7] si propone di fare chiarezza sui principali termini correlati, come:

- *Digitizzazione (Digitization)*: evidenzia il passaggio da processi analogici a processi digitali tramite l'aggiunta di un canale tecnologico di erogazione, non comporta un mutamento del processo stesso.
- *Digitalizzazione (Digitalization)*: evidenzia i potenziali mutamenti nei processi quando i dati dell'organizzazione vengono elaborati mediante avanzate tecnologie digitali, può tradursi in nuovi modelli di business.

Nel settore privato, l'espressione *trasformazione digitale* è associata alla necessità di utilizzare le nuove tecnologie per rimanere competitivi nell'era di Internet, dove i servizi e i prodotti sono forniti sia online che offline. I risultati attesi riguardano la personalizzazione dell'offerta alle esigenze dei singoli clienti, la standardizzazione dei processi e la riduzione dei costi di ricerca per trovare il prodotto o servizio desiderato, come emerge dall'articolo "Digital Transformation of Traditional Businesses" del 2003 [8].

1.3 L'e-Government: definizione e contesto

Con il termine *e-government* si fa riferimento al modo in cui il settore pubblico utilizza le Tecnologie dell'Informazione e della Comunicazione per migliorare l'erogazione dei servizi ai cittadini e modificare i processi organizzativi.

Pertanto, l'*e-government* non si limita all'informatizzazione e alla digitalizzazione della Pubblica Amministrazione: l'uso di tecnologie innovative nelle pubbliche amministrazioni può essere definito con questo termine solo se contribuisce in modo chiaro al miglioramento dei servizi finali offerti ai cittadini e alle imprese [9].

L'Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico (OCSE) definisce l'*e-government* come “l'uso delle nuove tecnologie dell'informazione e della comunicazione da parte delle pubbliche amministrazioni applicato ad un vasto campo di funzioni amministrative. In particolare, il potenziale networking offerto da internet e dalle sue tecnologie ha il potenziale di trasformare le strutture e le procedure amministrative”. Inoltre, la Commissione europea sostiene che: “l'e-government consente ai cittadini, alle imprese e alle organizzazioni di svolgere le loro interazioni con il governo più facilmente, più rapidamente e a costi inferiori” [10].

L'obiettivo perseguito consiste in una maggiore efficienza amministrativa, interoperabilità tra le amministrazioni, trasparenza dei procedimenti e l'erogazione di servizi online, preferiti ai canali tradizionali, in modo da ridurre tempi e costi.

1.4 Le applicazioni nella Pubblica Amministrazione

1.4.1 Il Codice dell'Amministrazione Digitale (CAD)

Il processo di innovazione della Pubblica Amministrazione cominciò verso la metà degli anni '90 con il D. Lgs. n. 39 del 1993 che istituì l'Autorità per l'informatica della Pubblica Amministrazione (AIPA) con la finalità di disciplinare la progettazione, lo sviluppo e la gestione dei sistemi informativi [11].

Più tardi, nel 2006, entrò in vigore con il D. Lgs. n. 82 del 2005 la prima versione del Codice dell'Amministrazione Digitale (CAD) con lo scopo di assicurare “la disponibilità, la gestione, l'accesso, la trasmissione, la conservazione e la fruibilità dell'informazione in modalità digitale [...] utilizzando le tecnologie dell'informazione e della comunicazione” (art. 2).

Nel corso degli anni, si sono susseguiti vari interventi attuativi delle disposizioni del CAD, tra cui i più rilevanti sono: l'adozione della Posta Elettronica Certificata (PEC) per le comunicazioni tra la PA e cittadini ed imprese e la transizione ai documenti digitali con l'eliminazione del cartaceo.

Nel tempo, molte modifiche ed integrazioni si sono rese necessarie a fronte dell'avvento delle nuove tecnologie dell'informazione e della comunicazione, dette ICT, e per questa ragione sono state emanate varie riforme del CAD con l'obiettivo di semplificarne il linguaggio e di razionalizzarne i contenuti.

Le regole tecniche precedentemente contenute nel CAD sono state sostituite con *Linee Guida*, conferendo ad AgID (Agenzia per l'Italia Digitale) poteri maggiori, tra cui quelli di vigilanza, verifica, controllo e monitoraggio sul rispetto di tutte le norme

in materia di innovazione tecnologica e innovazione della Pubblica Amministrazione (ai sensi dell'art. 41 del D.L. 31 maggio 2021, n. 77).

1.4.2 La digitalizzazione e riorganizzazione delle pubbliche amministrazioni

L'articolo 12, comma 1 del CAD dispone che le pubbliche amministrazioni utilizzino le tecnologie ICT “per la realizzazione degli obiettivi di efficienza, efficacia, economicità, imparzialità, trasparenza, semplificazione e partecipazione”.

Gli strumenti per il perseguimento di questi obiettivi sono individuati dall'articolo 15 nella digitalizzazione e nella riorganizzazione strutturale e gestionale delle pubbliche amministrazioni, in conformità al programma di transizione digitale.

In aggiunta, nel comma 2 dello stesso articolo, si specifica la necessità di provvedere a una razionalizzazione e semplificazione dei procedimenti amministrativi, oltre ad una quantificazione dei risparmi che ne derivano, disposizione che rimane per lo più disapplicata [12].

1.4.3 L'identità digitale

Alcuni dei fondamentali strumenti tecnologici introdotti dal CAD in seguito al Regolamento europeo eIDAS n. 910/2014 riguardano l'identificazione elettronica: per garantire ai cittadini e alle imprese il diritto di interagire con le amministrazioni pubbliche tramite servizi online, sono stati implementati i concetti di *identità digitale* e *domicilio digitale*, secondo quanto stabilito agli articoli 2 e 3 del CAD.

L'*identità digitale* consente a tutti i cittadini e le imprese di utilizzare i servizi erogati in rete dalle amministrazioni pubbliche, l'autenticazione avviene tramite il Sistema Pubblico di Identità Digitale (SPID) o la Carta di Identità Elettronica (CIE).

Le amministrazioni pubbliche hanno l'obbligo di dotarsi di un *domicilio digitale*, cioè di un "indirizzo elettronico eletto presso un servizio di posta elettronica certificata (PEC) o un servizio elettronico di recapito certificato qualificato", ai sensi dell'art. 1.

In una visione più ampia, l'identità digitale consiste in tutte le informazioni e i dati in grado di identificare un individuo nel mondo digitale e include non solo informazioni personali, ma anche i dati relativi al comportamento online come la cronologia del browser, le interazioni sui social media e gli acquisti effettuati [13].

L'identità digitale nasce a fronte dell'esigenza di garantire l'autenticità online: negli ultimi anni, molti social network come Facebook si sono adoperati per eliminare i profili considerati falsi e promuovere la trasparenza attraverso una completa sovrapposizione tra identità virtuale e identità reale.

In quest'ottica, le misure di cybersecurity e l'applicazione rigorosa delle normative sulla protezione dei dati risultano di cruciale importanza per prevenire casi di frode informatica, diffusione di dati sensibili o furto d'identità digitale. Secondo i dati riportati dall'Osservatorio sulle Frodi Creditizie e i furti d'identità di CRIF, è stato registrato un significativo aumento del 20% di tali fenomeni nel 2022.

L'accesso da parte dei criminali informatici alle informazioni personali di un altro individuo può avvenire tramite pratiche illecite: la più diffusa è il *phishing*, che consiste nel convincere la vittima a fornire dati personali con l'inganno, spesso sfruttando e-mail, sms o QR Code.

Un'altra tecnica prevede l'uso di *malware*, come *virus* e *keylogger*, uno strumento in grado di registrare ogni tasto premuto sulla tastiera al fine di intercettare le password.

Per proteggersi da attacchi informatici, i sistemi di identità digitale come lo SPID utilizzano tre livelli di sicurezza, in funzione della tipologia di servizio: l'autenticazione di primo livello avviene attraverso nome utente e password, nel secondo livello si include la generazione di un codice temporaneo di accesso OTP (One Time Password), mentre il terzo livello si basa sull'utilizzo di certificati elettronici, che attestano l'identità di un soggetto tramite la *firma digitale*.

1.4.4 Il documento informatico

Il CAD definisce il *documento informatico* come “la rappresentazione informatica di atti, fatti o dati giuridicamente rilevanti” in contrapposizione al documento analogico che è la rappresentazione non digitale degli stessi [14].

L'articolo 23-ter del CAD sancisce l'autonomia del sistema documentale digitale: un documento informatico ha la stessa efficacia probatoria delle copie analogiche e costituisce “informazione primaria ed originale”, cioè non necessita di altri documenti che ne garantiscano l'originalità; perciò, non sussiste alcun obbligo di conservazione del corrispondente cartaceo.

D'altra parte, il Regolamento eIDAS si occupa della definizione di *documento elettronico*, la quale comprende “qualsiasi contenuto conservato in forma elettronica, in particolare testo o registrazione sonora, visiva o audiovisiva”.

Sotto l'aspetto tecnico, un documento informatico è memorizzato nel *file system* dell'elaboratore come una sequenza di byte e un duplicato conterrà la medesima sequenza binaria dell'originale. L'identificazione, come qualsiasi altro file, avviene tramite *directory*, o cartella, e *percorso*, ossia la posizione specifica del file all'interno della stessa.

Affinché un documento informatico sia giuridicamente valido, deve possedere alcune caratteristiche, regolate dal CAD, tra cui quelle di immutabilità ed integrità.

L'immutabilità consiste nella non alterabilità della forma e del contenuto e viene garantita dai "metadati", cioè tutta quella serie di informazioni che descrivono il contenuto, la struttura e il contesto del documento informatico e ne rendono possibile una corretta gestione nel tempo.

Esistono tre categorie di metadati: descrittivi, amministrativi e gestionali, strutturali.

1. I metadati descrittivi permettono l'identificazione e il recupero del documento. Essi contengono la descrizione del documento espressa con uno standard, uno dei più utilizzati è il *Dublin Core*.
2. I metadati amministrativi e gestionali certificano l'integrità e l'autenticità del documento nel tempo e facilitano la sua gestione attraverso informazioni come le modalità di archiviazione e i diritti di accesso.
3. I metadati strutturali consentono la localizzazione del documento e ne definiscono la struttura, indicando le relazioni tra le varie componenti. Lo standard di riferimento per questa tipologia di metadati è l'*XML*.

Secondo le più recenti Linee guida dell'AgID, i metadati obbligatori sono 14, se ne riportano i più significativi: identificativo, modalità di formazione, tipologia documentale, dati di registrazione, soggetti coinvolti (autore, mittente, destinatario, assegnatario, etc.), riservato (vero o falso), verifica (presenza di firma digitale).

L'integrità del documento informatico attesta l'autenticità del contenuto, la completezza e l'assenza di interventi di modifica, che ne preserva l'efficacia probatoria.

Alcune delle modalità per garantire l'integrità sono la memorizzazione su basi di dati che adottino criteri di sicurezza e l'apposizione di una marca temporale o di una firma digitale, argomento del prossimo paragrafo.

1.4.5 *La firma digitale*

Al fine di facilitare la gestione dei documenti digitali, il CAD richiama il concetto di *firma digitale*, che “è il risultato di una procedura informatica, detta validazione, che garantisce l'autenticità, l'integrità e il non ripudio dei documenti informatici” [15].

Questa tipologia di firma, detta anche *firma elettronica qualificata (FEQ)* consente lo scambio in rete di documenti con piena validità legale ed è equivalente alla firma autografa.

La firma digitale prevede il certificato qualificato e si basa su un sistema di crittografia asimmetrica, in quanto impiega una coppia di chiavi, una pubblica ed una privata, generate da un apposito algoritmo. La chiave pubblica può essere nota a chiunque e viene utilizzata per criptare i documenti e stabilire l'autenticità delle firme. La chiave privata, invece, è conosciuta solo dal ricevente ed è usata per decriptare e firmare i documenti.

L'utilizzo della firma digitale consente di ridurre la stampa di documenti cartacei, permettendo un risparmio di costi e risorse e favorendo la sostenibilità verso l'ambiente. Inoltre, permette di velocizzare i processi, in quanto non è necessaria la presenza fisica del firmatario.

In realtà, esistono anche altri tipi di firma elettronica, come la firma elettronica semplice (FES) o la firma elettronica avanzata (FEA). La prima non necessita di

particolari requisiti per l'utilizzo e corrisponde ad esempio al tratto del dito o di un pennino su un dispositivo elettronico.

Diversamente, la firma elettronica avanzata viene generata attraverso strumenti in grado di consentire l'identificazione del firmatario e la connessione univoca della firma al firmatario. Un esempio è la *firma grafometrica*, che registra dati biometrici come pressione, velocità, accelerazione e inclinazione del tratto.

1.4.6 I pagamenti elettronici

Il CAD promuove l'utilizzo di strumenti digitali per le transazioni finanziarie, in particolare, l'articolo 5 sancisce l'obbligo delle pubbliche amministrazioni ad accettare pagamenti elettronici, ovvero pagamenti effettuati con modalità informatiche.

A questo riguardo, l'AgID ha sviluppato la piattaforma digitale *pagoPA*, che consente di facilitare i pagamenti a favore delle pubbliche amministrazioni e aumentare la trasparenza delle operazioni, garantendo l'immediatezza dell'incasso.

Da un punto di vista tecnico, una transazione digitale deve poter avvenire con meccanismi di controllo dei guasti in grado di ripristinare la correttezza della base di dati in caso di malfunzionamenti.

Inoltre, una delle questioni più rilevanti riguarda il soddisfacimento contemporaneo di migliaia di richieste al secondo: per rendere possibile ciò i sistemi informativi bancari devono implementare funzionalità di controllo della concorrenza. Le richieste di accesso ai dati corrispondono a richieste di accesso al *buffer*, una risorsa che deve essere gestita in mutua esclusione dallo *scheduler*, il quale si occupa anche di stabilire l'ordine delle transazioni.

Tra i metodi più utilizzati dai sistemi di gestione di basi di dati per il controllo della concorrenza troviamo la tecnica del *locking*, che sfrutta le primitive *lock* e *unlock* per proteggere le operazioni di lettura e scrittura. In questo modo, la risorsa condivisa viene acquisita dalla transazione richiedente e successivamente rilasciata, tornando disponibile.

La minaccia peggiore per i sistemi concorrenti è rappresentata dal blocco critico, detto anche *deadlock*, che consiste nella sospensione irreversibile dei processi in competizione per l'accesso ad alcune risorse. Fortunatamente, esistono alcune tecniche di prevenzione efficaci che permettono di evitare il verificarsi di questa situazione.

Un esempio molto intuitivo è l'uso del *timeout*: le transazioni rimangono in attesa per un tempo prefissato e se la risorsa non viene concessa entro questo lasso temporale, allora alla richiesta di lock viene restituita una risposta negativa e la transazione viene abortita.

Un metodo di prevenzione dinamica è il cosiddetto “algoritmo del banchiere”: durante l'esecuzione dei processi si studiano tutte le sequenze possibili e si procede con l'assegnazione delle risorse solo se il percorso evolve per stati “sicuri”, cioè in grado di soddisfare tutte le richieste scongiurando il blocco critico.

1.4.7 Il Responsabile per la transizione al digitale

Come emerge dall'articolo 17 del CAD, ogni Pubblica Amministrazione è tenuta a individuare un ufficio dirigenziale a cui affidare il coordinamento dei processi riorganizzativi legati alla transizione digitale.

Il responsabile di questo ufficio, noto come *Responsabile per la transizione al digitale* (RTD), deve possedere competenze adeguate in ambito tecnologico,

informatico, giuridico e organizzativo. Il suo ruolo principale è quello di assicurare operativamente la trasformazione digitale dell'amministrazione.

All'ufficio per la transizione digitale è attribuito il compito di coordinare lo sviluppo dei sistemi informativi e dei servizi forniti attraverso di essi e la gestione della sicurezza informatica relativamente a dati, sistemi e infrastrutture.

Nonostante l'obbligo per gli enti pubblici di designare un RTD sia in vigore da oltre 7 anni, la maggioranza delle pubbliche amministrazioni non ha provveduto alla nomina o i soggetti individuati non presentano i requisiti, come il possesso di una laurea idonea [16]. Secondo i dati più recenti, oltre mille comuni italiani sono tuttora sprovvisti di una figura che guidi la transizione digitale dell'amministrazione, correndo il rischio che ai fondi stanziati non corrispondano degli interventi strutturati ed incisivi.

1.4.8 Il Piano Triennale per l'informatica nella Pubblica Amministrazione

Con l'obiettivo di promuovere la transizione digitale della Pubblica Amministrazione, l'Agenzia per l'Italia Digitale adotta dal 2017 dei Piani Triennali. Ogni anno vengono diffusi degli aggiornamenti al Piano in modo da adeguarsi rapidamente alle mutevoli esigenze della PA e l'ultimo, pubblicato dall'AgID nel gennaio 2023, riguarda il triennio 2022-2024.

Il Piano Triennale 2022-2024 si allinea con gli obiettivi di digitalizzazione stabiliti dal PNRR e ha come scopo principale quello di promuovere l'adozione di tecnologie ICT, contribuire allo sviluppo sostenibile, etico ed inclusivo delle comunità e dei territori e di favorire lo sviluppo di una società digitale.

Alcuni dei "principi guida" enunciati al suo interno sono: prediligere canali digitali (*digital & mobile first*) e cloud (*cloud first*), consentire l'accesso esclusivamente

mediante l'identità digitale (*digital identity only*), evitare di chiedere ai cittadini informazioni già in possesso della PA (*once only*), rendere disponibile il patrimonio informativo della PA (*open data*) e prediligere l'utilizzo di software con codice aperto.

Le novità del più recente aggiornamento al Piano riguardano la realizzazione dei SERQ (servizi elettronici di recapito certificato qualificati), della piattaforma INAD (indice nazionale dei domicili digitali) e di misure per il rafforzamento della cybersecurity delle reti e dei sistemi informativi della PA, attuate tramite l'Agenzia per la cybersicurezza nazionale (ACN).

A conclusione del capitolo, si vorrebbero prendere in esame due dei principi guida del Piano Triennale perché di particolare interesse: il “cloud first” e il principio “dati pubblici un bene comune”, riguardante i “dati aperti” o “open data”.

1.4.9 Gli open data

Gli *open data* sono dei dati liberamente accessibili e utilizzabili da chiunque, in qualsiasi momento e senza alcuna restrizione. Vengono resi disponibili dalla Pubblica Amministrazione su piattaforme online in conformità al paradigma dell'*open government*, con il proposito di incrementare la trasparenza, promuovere l'innovazione e incoraggiare la partecipazione dei cittadini.

La piattaforma Open Knowledge Foundation si occupa di precisare il significato di “open”: “quando chiunque ha libertà di accesso, uso, modifica e condivisione” [17], quindi un dato aperto può essere liberamente utilizzato, modificato e condiviso da chiunque per finalità sia commerciali che non.

Il Piano Triennale si propone di favorire l'accesso e la fruibilità di Banche dati di interesse nazionale, inoltre prevede il potenziamento della Piattaforma Digitale

Nazionale Dati (PDND) e predilige *dataset* forniti attraverso interfacce per programmi applicativi (API) che rispettino i requisiti di interoperabilità.

L'obiettivo strategico dell'Unione Europea, espresso tramite la Direttiva 2019/1024, consiste nella valorizzazione del patrimonio informativo del settore pubblico, incoraggiando ed agevolando il riutilizzo dei dati con elevato potenziale commerciale, i quali sono resi disponibili gratuitamente in modo da accelerare lo sviluppo di prodotti e servizi a valore aggiunto.

1.4.10 La migrazione al cloud

Come accennato all'inizio del capitolo, una delle misure cardine del processo di transizione digitale è la migrazione al cloud dei dati e dei servizi della Pubblica Amministrazione.

Il *cloud computing* consiste nell'accesso tramite rete internet ad un insieme di risorse hardware, software e di rete, messe a disposizione da un fornitore sulla base delle necessità effettive dell'utente.

Il vantaggio dell'uso di infrastrutture cloud rispetto a un data center proprietario sta nella possibilità di adattare la capacità alla richiesta di risorse: un'infrastruttura di proprietà ha una capacità fissa, in grado di rispondere ai picchi di richiesta, e implica tempi e costi di gestione considerevoli; invece, un'infrastruttura cloud fornisce soltanto le risorse necessarie a soddisfare il carico computazionale richiesto in quel momento, evitando che alcune risorse restino inutilizzate.

Le infrastrutture cloud implementano vari modelli di servizio:

- Software as a Service (SaaS): il cliente noleggia l'uso di un'applicazione finita, resa disponibile su cloud dal fornitore.

- Platform as a Service (PaaS): il fornitore mette a disposizione le risorse hardware e il software di base, ovvero la piattaforma che il cliente usa per sviluppare le proprie applicazioni.
- Infrastructure as a Service (IaaS): il fornitore mette a disposizione le sole risorse hardware, utilizzate dal cliente per installare il software di base e le applicazioni.

Per attuare il modello del *cloud computing*, un passaggio necessario è la realizzazione di una classificazione dei dati in relazione all'impatto che la loro compromissione provocherebbe sulla sicurezza nazionale: le classi individuate sono composte da dati e servizi:

- Strategici
- Critici
- Ordinari

e ad ognuna sono associati specifici requisiti di sicurezza.

Tutti i dati della Pubblica Amministrazione italiana sono gestiti con servizi cloud qualificati, ossia che rispondono a requisiti tecnici, organizzativi e di sicurezza. Tuttavia, mentre i dati ordinari sono localizzati genericamente in UE, i dati strategici devono essere collocati obbligatoriamente entro i confini nazionali [18].

Per rispondere a questa esigenza, dal 22 dicembre 2022 è operativo il Polo Strategico Nazionale (PSN), un'infrastruttura cloud localizzata sul territorio nazionale che risponde alla necessità di gestire i dati in modo sicuro, efficiente ed affidabile.

Il PSN è strutturato in quattro data center interconnessi, la distribuzione geografica serve ad assicurare continuità operativa, consentendo il *disaster recovery*, cioè il ripristino del sistema in caso di calamità naturali o guasti meccanici.

La sostenibilità ambientale rappresenta una delle principali questioni correlate all'utilizzo di servizi cloud: le apparecchiature nei centri di elaborazione dati necessitano di quantità di energia elettrica pari a circa l'1% dei consumi energetici globali (le stime dell'Agenzia Internazionale dell'Energia indicano 220-320 TWh all'anno).

In aggiunta, le emissioni nell'ambiente di CO₂, dovute ai generatori diesel, contribuiscono all'inquinamento atmosferico. Infine, non si possono dimenticare nemmeno gli ingenti consumi di acqua, dovuti agli impianti di raffreddamento che impediscono il surriscaldamento dei server: le stime parlano di ordini di grandezza di milioni di litri di acqua al giorno per un solo data center.

A conclusione del capitolo, vorrei porre l'attenzione su come il digitale rappresenti una scelta obbligata e irrinunciabile sia nel settore pubblico che nel privato, ma è indispensabile mitigarne gli effetti dannosi sull'ambiente, prediligendo soluzioni il più possibile "green".

CAPITOLO 2

L'INTELLIGENZA ARTIFICIALE

2.1 Intelligenza artificiale: definizione, contesto ed evoluzione

Negli ultimi mesi, uno degli argomenti più al centro del dibattito internazionale e che rappresenta una delle frontiere ancora in gran parte inesplorate, con potenzialità di cambiare il modo di relazionarsi tra le persone, oltre ai meccanismi decisionali e sociali che governano la collettività, è l'intelligenza artificiale.

A partire dal 2022, in tutto il mondo si è registrato un considerevole aumento dell'interesse che questa nuova frontiera suscita. Questo interessamento può essere spiegato alla luce del lancio del chatbot ChatGPT: infatti, dal mese di novembre 2022, in Italia e in quasi tutti gli altri Paesi del mondo l'accesso all'intelligenza artificiale è stato reso disponibile liberamente a chiunque, consentendo a tutti di prendere parte a quest'innovazione che sicuramente spaventa per i possibili rischi di un uso poco attento alle questioni etiche ed allo stesso tempo affascina per le immense potenzialità che potrebbe avere in tutti i settori della società.

2.1.1 Una definizione di intelligenza artificiale

In primis, si vorrebbe fornire una definizione esauriente: l'Intelligenza Artificiale è una disciplina dell'informatica che studia la capacità di una macchina di eseguire compiti comunemente associati al pensiero umano. Il termine può essere indicato anche con la sigla "AI", da *Artificial Intelligence*.

Il termine "intelligenza artificiale" fu coniato nel 1955 da John McCarthy, matematico ed informatico statunitense, che voleva distinguere questo campo di

ricerca dalla già nota cibernetica. Lo studioso si occupò anche di fornirne una definizione: “la scienza di creare ed ingegnerizzare macchine intelligenti, in particolare di programmi informatici intelligenti. Si tratta di un compito simile a quello di utilizzare i computer per comprendere l'intelligenza umana, ma l'AI non deve limitarsi a metodi biologicamente osservabili” [19].

2.1.2 Evoluzione dell'AI

Le prime teorizzazioni dell'intelligenza artificiale risalgono al periodo della Seconda guerra mondiale, lo stesso periodo storico in cui Alan Turing progettò la macchina crittografica “Enigma”.

Fu proprio il matematico britannico uno dei primi ad introdurre questo concetto nell'articolo pubblicato nel 1950 dal titolo “Computing machinery and intelligence”, nel quale teorizzò una macchina “intelligente”, cioè in grado di esibire capacità di pensiero [20]. Per rispondere al quesito "Can machines think?", Turing propose un test, detto appunto “Test di Turing” o “Imitation Game”, con lo scopo di paragonare intelligenza artificiale e intelligenza umana: se un intervistatore umano non riesce a distinguere la risposta testuale fornita dalla macchina da quella umana, la macchina può essere considerata “intelligente”.

La nascita dell'intelligenza artificiale come disciplina scientifica risale al 1956, quando alcuni dei maggiori esperti nel campo della computazione si riunirono in un convegno al Dartmouth College, al quale seguì un periodo di crescente ottimismo riguardo le potenzialità di questo nuovo ambito con numerose ricerche ed invenzioni.

Entusiasmo che, però, si spense tra gli anni '70 e '80, quando a causa delle aspettative troppo ambiziose formulate nel decennio precedente, prontamente deluse,

i finanziamenti per le ricerche vennero interrotti. La ragione principale di questa “crisi” va ricercata nelle limitate capacità tecnologiche dell’epoca, che non si rivelarono all’altezza delle promesse fatte.

Infatti, l’ipotesi secondo cui l’intelligenza artificiale avrebbe esibito capacità di ragionamento simili a quelle dell’uomo si rafforzò nel corso degli anni ’60: nel 1957, erano già stati elaborati dei programmi in grado di giocare a scacchi, come dimostra l’articolo di quell’anno “A Chess Playing Program for the IBM 704”. Questo spinse numerosi studiosi, tra cui Herbert Simon, a prevedere che entro un decennio le macchine sarebbero state in grado di competere con i migliori giocatori al mondo.

Tuttavia, si dovettero attendere quasi quarant’anni per vedere realizzata questa aspettativa: fino al 1996, quando *Deep Blue*, il computer prodotto da IBM appositamente per giocare a scacchi, riuscì a battere il campione del mondo in carica Garri Kasparov.

Un altro evento di grande rilievo nella storia dell’intelligenza artificiale fu segnato da un’altra macchina realizzata dall’azienda statunitense IBM: nel 2011, il sistema di intelligenza artificiale *Watson*, in grado di comprendere ed elaborare il linguaggio naturale, sconfisse in un programma televisivo i migliori concorrenti dello show.

2.1.3 *L’AI oggi*

Nella società odierna, l’intelligenza artificiale assume un ruolo sempre più rilevante ed è destinata a rivoluzionare ogni settore della società, trovando soluzioni a problemi sempre più complessi e influenzando in modo significativo molti aspetti della vita quotidiana delle persone.

Tra le ragioni che spiegano la rapida evoluzione a cui stiamo assistendo, specialmente negli ultimi mesi, possiamo individuare tre fattori chiave: se dopo quasi 70 anni si è ricominciato a parlare di intelligenza artificiale in modo così massiccio, la motivazione va ricercata *in primis* nella capacità computazionale delle macchine di oggi. In secondo luogo, la disponibilità di enormi quantità di dati digitali ha reso possibile l'addestramento di modelli sempre più sofisticati. Infine, l'elaborazione di algoritmi di ottimizzazione innovativi, basati su reti neurali profonde, come nel *deep learning*, ha consentito di ottenere risultati davvero sorprendenti.

Attualmente, i principali ambiti di ricerca studiano la riproduzione del ragionamento umano, la rappresentazione della conoscenza, l'apprendimento automatico o *Machine Learning*, l'elaborazione del linguaggio naturale o *Natural Language Processing*, la robotica, la visione artificiale o *Computer Vision*, le reti neurali, in particolare le applicazioni del *deep learning*.

L'impatto che l'AI genera, anche in termini di dimensioni di mercato, è destinato a crescere di anno in anno. In Italia, il mercato dell'intelligenza artificiale nel 2022 ha raggiunto 500 milioni di euro, con una crescita del 32% in un solo anno, secondo l'Osservatorio Artificial Intelligence. Inoltre, le stime future indicano che il tasso di crescita annuo continuerà ad attestarsi intorno al 30% almeno fino al 2026, raggiungendo un volume di 1,2 miliardi di euro.

Secondo il report "State of AI" pubblicato nell'ottobre del 2023, si stanno facendo dei significativi passi in avanti nel settore dell'intelligenza artificiale generativa, specialmente nell'ambito dei *large language model*, cioè gli algoritmi che usano il *deep learning* nell'elaborazione di contenuti testuali, sempre più potenti e flessibili, tra cui spicca GPT-4 di OpenAI, il modello linguistico più evoluto disponibile.

Inoltre, sempre nel mese di ottobre 2023, OpenAI ha lanciato *DALL-E 3*, un algoritmo di intelligenza artificiale per la creazione di immagini a partire da descrizioni testuali. Le raffigurazioni generate tramite la più recente versione di *DALL-E* possiedono un livello di accuratezza dei dettagli sorprendente e, in secondo luogo, un elemento di novità consiste nell'integrazione con ChatGPT.

Negli ultimi mesi, è esploso il dibattito sulla sicurezza dei sistemi di intelligenza artificiale e sono state registrate profonde divisioni sia all'interno della comunità scientifica, che negli approcci contrastanti dei governi di tutto il mondo riguardo alla regolamentazione da adottare.

2.2 Il Machine Learning

Una branca dell'intelligenza artificiale è il *Machine Learning*, o *apprendimento automatico*, che si occupa di creare sistemi che apprendono dai dati che utilizzano, consentendo al software di migliorare le proprie prestazioni nel tempo grazie all'esperienza acquisita, senza dover essere esplicitamente programmato.

Sulla base delle modalità in cui i dati vengono appresi dal software, si distinguono due tipi di algoritmi di Machine Learning: l'apprendimento supervisionato e l'apprendimento non supervisionato.

2.2.1 L'apprendimento supervisionato

Nel Machine Learning supervisionato, l'algoritmo viene addestrato su un set di dati etichettato e con un output predefinito. Questo tipo di apprendimento utilizza un *training set* per insegnare all'algoritmo le regole del modello in modo da produrre l'output desiderato in corrispondenza di un certo input.

L'*apprendimento supervisionato* risolve due tipologie di problemi, a seconda degli output forniti: la classificazione e la regressione. I problemi di *classificazione* sfruttano l'algoritmo per assegnare i dati in input a categorie specifiche, che sono delle variabili qualitative dette *features*. Invece, i problemi di *regressione* studiano le relazioni tra le variabili, fornendo in output una previsione che assume un valore quantitativo.

L'esempio più semplice di problema di regressione è la *regressione lineare*: a partire da un dataset, si crea un modello lineare, ovvero una retta, che descriva i dati con sufficiente accuratezza. Nel caso di una regressione lineare semplice si avrebbe:

$$Y_i = a + bX_i + \varepsilon_i$$

Dove X_i è la variabile indipendente, Y_i è la variabile dipendente, a è l'intercetta della retta di regressione, b è il coefficiente angolare e ε_i è l'errore statistico del modello.

Nel caso di una regressione lineare multipla, la variabile dipendente è influenzata da più variabili indipendenti:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_k X_{ki} + \varepsilon_i$$

Il metodo utilizzato per determinare i coefficienti β_0, \dots, β_k è quello dei minimi quadrati, che consiste nel minimizzare la somma dei quadrati delle distanze tra i dati e i corrispondenti punti della retta, detta *retta di regressione*. La quantità da minimizzare è quindi pari a: $S(a, b) = \sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i)^2$.

Un'alternativa più complessa è la *regressione non lineare*: il modello è costituito da una curva, che approssima meglio l'andamento dei dati relativi a fenomeni biologici.

2.2.2 *L'apprendimento non supervisionato*

Nell'*apprendimento non supervisionato*, invece, non è necessario disporre di un dataset etichettato in cui le classi sono già note, in questo caso l'algoritmo del modello impara a identificare gli schemi senza la supervisione del *data scientist*, ovvero nel *training set* sono forniti gli input, ma non gli output.

Questa tecnica si rivela particolarmente efficace nei casi in cui si hanno a disposizione grandi moli di dati sconosciuti, di cui non si conosce alcuna classificazione: l'algoritmo di Machine Learning non supervisionato confronta i dati per individuare le categorie in base alle somiglianze.

Gli algoritmi di apprendimento non supervisionato più comuni sono le tecniche di *clustering*, nelle quali i dati vengono raggruppati in gruppi, detti *cluster*, che contengono elementi con caratteristiche simili. I vari gruppi sono disgiunti e la distanza reciproca si riduce all'aumentare delle somiglianze.

Esistono varie classificazioni delle tecniche di *clustering*, in base ai criteri utilizzati per effettuare il raggruppamento nei cluster: si possono distinguere clustering esclusivi e non esclusivi, partizionali e gerarchici.

Nel *clustering partizionale*, dopo aver fissato il numero dei cluster pari a k , per ognuno viene individuato un punto rappresentativo, detto centroide, e l'appartenenza ad un cluster dipende dalla distanza da esso. L'algoritmo partizionale più conosciuto è il "k-means".

Nel *clustering gerarchico*, si costruisce una gerarchia di cluster secondo una strategia bottom-up o top-down, la quale viene rappresentata tramite un grafo ad albero, detto dendrogramma.

Un esempio di applicazione del *clustering* nel marketing è la segmentazione del mercato: questa tecnica è molto efficace per individuare il segmento obiettivo, cioè l'insieme di clienti dei quali si vogliono soddisfare le esigenze, personalizzando l'offerta e l'immagine dell'impresa con lo scopo di ottenere un buon posizionamento.

2.2.3 *Apprendimento per rinforzo*

Il *reinforcement learning* utilizza algoritmi in grado di apprendere dai feedback ricevuti e decidere la successiva azione da compiere, che dipende dallo stato presente del sistema e determina lo stato futuro.

Questo tipo di apprendimento non necessita di alcun *training set* di addestramento perché, al pari degli esseri umani, impara dalle interazioni con l'ambiente circostante, secondo un sistema di ricompense, che incentivano i comportamenti corretti.

2.3 **Le principali applicazioni**

Oggi, l'intelligenza artificiale influenza ogni aspetto della nostra vita quotidiana: nell'ultimo ventennio, i progressi in questo campo hanno portato a risultati sorprendenti, come ad esempio i *veicoli a guida autonoma* o i *robot collaborativi*, una delle innovazioni tecnologiche che consentono di attuare i principi dell'Industria 4.0.

Però, l'applicazione dell'intelligenza artificiale più utilizzata è data dai cosiddetti *sistemi di raccomandazione*, in grado di fornire suggerimenti all'utente, particolarmente sfruttati nelle piattaforme social e di e-commerce per apprendere le preferenze e dare raccomandazioni sempre più precise, arrivando ad influenzare il consumatore nelle scelte future. Sistemi di questo tipo vengono utilizzati per personalizzare l'offerta di piattaforme come Netflix, Amazon o YouTube.

Nell'ambito dell'assistenza ai clienti, trovano spazio i “chatbot”: *assistenti virtuali* che interagiscono con il fruitore del servizio tramite la lingua utilizzata dallo stesso, detta “linguaggio naturale”, con lo scopo di fornire informazioni tramite una chat.

L'esempio più noto di chatbot è ChatGPT, sviluppato da OpenAI impiegando tecniche di *Machine Learning*. Tuttavia, gli assistenti virtuali possono essere integrati anche in altre piattaforme: questo è il caso, ad esempio, degli altoparlanti con Amazon Alexa oppure dei sistemi operativi come iOS, che utilizza l'assistente virtuale Siri, o Microsoft Windows, con Cortana.

Un'altra categoria molto ampia di applicazioni riguarda l'IDP o *Intelligent Data Processing*, ovvero l'utilizzo di algoritmi di intelligenza artificiale su dati strutturati e non strutturati, con lo scopo di estrarre le informazioni presenti nei dati stessi. I dati strutturati sono organizzati secondo uno schema, delle regole sintattiche e una struttura comune, tipica del modello relazionale. I dati non strutturati, invece, sono dataset conservati senza alcuno schema, come testo, immagini, audio e video.

L'IDP coinvolge generalmente varie fasi come la *pattern recognition*, che identifica le classificazioni e le correlazioni tra i dati; inoltre sfrutta la *predictive analytics*, per fornire previsioni sull'andamento futuro del fenomeno studiato, attraverso tecniche di Machine Learning. Un'altra fase consiste nell'*anomaly detection*, per il rilevamento delle anomalie rispetto ad un modello.

Sistemi di questo tipo offrono vantaggi importanti, in quanto semplificano l'analisi e la gestione di ingenti moli di informazioni, i cosiddetti *Big Data*, fornendo una classificazione dei dati, solitamente documenti.

Un'altra applicazione è la *Computer Vision*: settore dell'intelligenza artificiale che permette ai computer di interpretare immagini digitali e video, tramite algoritmi che consentono il riconoscimento di oggetti e l'estrazione di informazioni utili per ricostruire il contesto. Anche in questo caso, vengono sfruttate tecniche di Machine Learning, addestrando i sistemi con *training dataset* composti da migliaia di immagini, opportunamente elaborate e classificate.

La *Computer Vision* trova applicazione in vari settori, tra cui il cinema, dove viene utilizzata sia nella produzione dei film che nel restauro cinematografico: si rivela particolarmente utile ai fini della classificazione delle immagini, tramite tecniche di riconoscimento di oggetti e volti, per individuare il contenuto dei film e fornire delle raccomandazioni che migliorino l'esperienza di intrattenimento degli utenti.

Nell'ambito dell'Industria 4.0, i sensori utilizzano sistemi di visione artificiale per vari scopi: identificare i prodotti difettosi prima della fase d'ispezione; tracciare i prodotti tramite la lettura del *bar code*; misurare la dimensione degli oggetti e calcolare le traiettorie del robot in base alla posizione e all'orientamento del pezzo.

L'ultima applicazione che si vorrebbe analizzare è il *deepfake*: immagini, video o audio generati dall'intelligenza artificiale a partire da contenuti reali, che riproducono in modo estremamente realistico le sembianze e il tono di voce di una persona.

Per la produzione di questi contenuti visivi si sfruttano tecniche di apprendimento automatico di *deep learning*, una sottocategoria del *Machine Learning* che simula il comportamento del cervello umano tramite reti neurali artificiali. Il *deepfake*, infatti, prevede l'addestramento di architetture di reti neurali generative per la manipolazione delle immagini.

Il rischio nella diffusione di questi contenuti falsi, creati con lo scopo di ingannare le persone, riguarda la disinformazione, in quanto i *deepfake* sono sempre più difficili da smascherare, tanto da minare la reputazione delle vittime e arrivando potenzialmente ad influenzare l'opinione pubblica.

2.4 Le opportunità e i rischi dell'Intelligenza Artificiale

2.4.1 I vantaggi e le opportunità

L'intelligenza artificiale presenta indubbiamente innumerevoli vantaggi: sono state già menzionate alcune delle molteplici applicazioni, ma i settori in cui arreca benefici significativi spaziano dalla sanità alla mobilità, dall'apprendimento a distanza alla sicurezza sul posto di lavoro, dall'arte al turismo, dalla finanza al marketing.

Le opportunità create da questa tecnologia in un contesto di transizione digitale sono pressoché illimitate, considerata l'amplissima diffusione degli strumenti di intelligenza artificiale: le aziende italiane ne hanno compreso il potenziale competitivo, infatti, il 65% ha avviato almeno un progetto basato su questa tecnologia.

Nelle aziende, le soluzioni predilette includono l'automazione dei processi: attraverso la *Robotic Process Automation* è possibile aumentare l'efficienza di un sistema di produzione, riducendo parallelamente i tempi delle operazioni e i rischi correlati alle stesse.

Inoltre, i software che sfruttano l'intelligenza artificiale sono in grado di elaborare ed analizzare enormi quantità di dati, semplificando significativamente il lavoro umano e supportando il processo decisionale. In particolare, gli algoritmi di *Machine Learning* elaborano previsioni sui risultati futuri a partire dai dati storici disponibili.

L'intelligenza artificiale supporta anche altre attività aziendali, come l'analisi dei CV nelle Risorse Umane, la *Sentiment analysis* e la *Trend analysis* nel reparto Marketing, l'uso dei Chatbot nel supporto alla clientela. Nella Supply Chain, svolge funzioni di cruciale importanza nell'ambito della logistica e nella distribuzione, come la pianificazione del percorso e la riduzione dell'impatto sull'ambiente; mentre, nella programmazione della produzione può mitigare gli effetti legati alla variabilità della domanda e di eventuali eventi inaspettati come l'interruzione della produzione, aumentando la flessibilità dei processi.

Fino ad ora sono stati analizzati i benefici dell'uso di questa tecnologia all'interno delle aziende, ma l'intelligenza artificiale può fornire un contributo importante anche nella Pubblica Amministrazione.

In molti casi, il funzionario pubblico può essere sostituito da un chatbot, che offre un servizio di assistenza, rispondendo in tempi brevi alle richieste più semplici e ripetitive dei cittadini, le cosiddette FAQ, in modo da alleviare il carico di lavoro degli uffici pubblici e consentire ai dipendenti di focalizzarsi sui compiti più complessi.

Un altro ambito di applicazione riguarda la gestione documentale degli enti pubblici, notevolmente velocizzata e semplificata dall'uso di tecnologie come l'*Optical Character Recognition* (OCR), che consente di processare grandi quantità di documenti in tempi ridotti rispetto ai sistemi tradizionali, segnalando eventuali inesattezze o dati mancanti.

Nel settore dei trasporti, l'uso di sistemi di visione artificiale implementati su telecamere per il monitoraggio del traffico può identificare le aree a più alto rischio di incidenti e aiutare a migliorare il livello di sicurezza stradale. In aggiunta, sistemi di

questo tipo possono monitorare i livelli di traffico in tempo reale e prevenire congestioni.

Sono moltissimi i settori pubblici che già traggono beneficio dall'integrazione di strumenti di intelligenza artificiale nelle attività quotidiane, con incrementi significativi nei livelli di efficienza dei propri servizi.

A conclusione del paragrafo, si vorrebbe proporre un esempio di applicazione che promuove il coinvolgimento dei cittadini nelle decisioni amministrative. In Belgio, dal 2016, l'azienda CitizenLab fornisce ai funzionari pubblici una piattaforma che elabora le considerazioni di migliaia di cittadini, raggruppandole attraverso tecniche di *clustering*, a seconda di tema, gruppo demografico e posizione geografica, con lo scopo di avere una visione globale e sempre aggiornata delle questioni più rilevanti per la collettività [21].

I risultati dell'automatizzazione dell'analisi dei dati evidenziano un risparmio di tempo per le amministrazioni, oltre ad una migliore comprensione dei bisogni e delle priorità dei cittadini che, partecipando in maniera più attiva e trasparente alle decisioni politiche, ripongono una maggiore fiducia nelle istituzioni.

2.4.2 I rischi etici e sociali

A fronte delle immense potenzialità offerte, la diffusione degli strumenti di intelligenza artificiale comporta anche delle sfide etiche e sociali.

Nonostante l'opinione pubblica sia concorde nel riconoscere l'incremento di produttività legato all'utilizzo di queste tecnologie, la principale preoccupazione è la cancellazione di milioni di posti di lavoro.

Inevitabilmente, i compiti ripetitivi svolti dai lavoratori saranno gradualmente sostituiti dall'intelligenza artificiale, lasciando spazio a mansioni più appaganti e creative, per le quali le macchine non possono sostituire l'uomo. Secondo l'ultimo rapporto dell'OCSE, l'impatto sui livelli occupazionali è stato finora limitato, sebbene in Italia il 30% dei posti di lavoro siano automatizzabili [22].

Come conseguenza, il mercato del lavoro richiederà competenze specializzate nel campo dell'informatica e della gestione dei Big Data, tendendo a favorire una forza lavoro sempre più qualificata, in grado di sfruttare le potenzialità dell'intelligenza artificiale. Quindi, risulta di cruciale importanza investire nella formazione dei lavoratori, in modo da riqualificare i dipendenti, piuttosto che ricorrere al licenziamento.

Una delle questioni giuridiche riguarda la responsabilità civile: è necessario poter stabilire chi debba rispondere dei danni provocati dalle applicazioni di intelligenza artificiale. Il dibattito internazionale ha valutato la possibilità di riconoscere questi sistemi come soggetti giuridici; tuttavia, la più recente direttiva europea sulla responsabilità per l'intelligenza artificiale, ha decretato un alleggerimento dell'onere della prova a carico del danneggiato, l'introduzione di un regime di responsabilità oggettiva e l'obbligatorietà di una copertura assicurativa.

Tra le sfide etiche, viene posto il principio secondo cui l'intelligenza artificiale debba essere al servizio della collettività, secondo un approccio "human-centric" che ponga i diritti dell'uomo al centro dell'attenzione. Un ruolo importante è rivestito dal diritto alla trasparenza: i processi decisionali devono poter essere supervisionati dall'uomo, consentendo a tutti una comprensione del funzionamento dei sistemi.

Inoltre, è necessario limitare il “pregiudizio algoritmico”, oltre a qualsiasi altro tipo di discriminazione intrinseca, che derivi dalle istruzioni fornite dai programmatori, che, in quanto esseri umani, sono soggetti a *bias* che possono influenzare intenzionalmente o meno i risultati prodotti dall’intelligenza artificiale.

Un’ulteriore minaccia che si ritiene opportuno analizzare riguarda la protezione dei dati: i sistemi di intelligenza artificiale acquisiscono un’ingente quantità di informazioni relative agli utilizzatori, un esempio è dato dai dispositivi di riconoscimento facciale o dalla profilazione online. Per il rispetto della privacy, i cittadini devono essere informati dell’utilizzo dei propri dati personali e devono essere garantiti mezzi adeguati di *cybersecurity*, rispetto ad attacchi informatici o errori.

Infine, si vogliono ricordare alcuni dei rischi correlati all’intelligenza artificiale generativa, il settore attualmente in più rapido sviluppo che, come già menzionato, consente la creazione di contenuti originali a partire da dati esistenti.

La minaccia più significativa è la disinformazione, legata all’incapacità di determinare la qualità delle fonti e, quindi, l’accuratezza delle risposte. Un fattore di rischio è rappresentato proprio dalle cosiddette “allucinazioni”, informazioni create *ex novo* dall’intelligenza artificiale, che genera rappresentazioni distorte della realtà, pur di fornire una risposta. Le allucinazioni sono uno dei motivi della perdita di fiducia nell’affidabilità dei *Large Language Model*, come ChatGPT, e la causa può essere individuata in un’errata elaborazione delle informazioni, specialmente se incomplete o ambigue, o nella mancanza di contesto.

Un’altra criticità tipica dei modelli di apprendimento automatico consiste nei fenomeni di *underfitting* e *overfitting*: nell’*overfitting*, il modello si adatta

eccessivamente all'andamento dei dati di addestramento, non riuscendo a generalizzare. Al contrario, nell'underfitting il modello non riesce ad individuare una tendenza dominante, tipicamente per l'insufficienza di dati nel *training set*.

Un fattore di rischio è rappresentato anche dalla diffusione di dati sensibili o riservati, come i dati aziendali, che i dipendenti possono involontariamente far trapelare utilizzando i chatbot.

In aggiunta, si ricorda che le tecnologie di intelligenza artificiale generativa facilitano la creazione di contenuti falsi e potenzialmente pericolosi come i *deepfake*.

Per concludere, si sottolinea la necessità di un approccio responsabile e consapevole nell'utilizzo degli strumenti di intelligenza artificiale, che possono rivelarsi di straordinaria utilità nell'esecuzione di compiti noiosi o ripetitivi, ma che in ogni caso non possono sostituire l'empatia e la creatività umana, né la capacità decisionale. Per questa ragione, si raccomanda in ogni situazione di eseguire un'analisi critica dei risultati prodotti dall'AI.

2.4.3 *La regolamentazione*

Nel giugno del 2023, il Parlamento europeo ha approvato *l'Artificial Intelligence Act*, in breve "AI Act", la proposta di regolamento proposta dalla Commissione europea sulla regolamentazione dell'intelligenza artificiale.

L'obiettivo di questa norma consiste nella valutazione dei rischi correlati all'uso di questa tecnologia, tematica affrontata anche in un articolo pubblicato dallo stesso Parlamento europeo, che si occupa di ponderare i benefici e i rischi derivanti dalle applicazioni dell'intelligenza artificiale [23].

La normativa individua quattro livelli di rischio: minimo, limitato, elevato ed inaccettabile. Quindi, viene stabilito che i sistemi di intelligenza artificiale a rischio inaccettabile, cioè che costituiscono una chiara minaccia per la sicurezza e per i diritti delle persone, siano vietati. Un esempio sono i sistemi di identificazione biometrica in tempo reale e a distanza, quale il riconoscimento facciale.

Poi, sono stati imposti requisiti rigorosi per i sistemi a rischio elevato, che influiscono sulla sicurezza o sui diritti fondamentali, e degli obblighi di trasparenza per i sistemi a rischio limitato, come i chatbot e altri sistemi di intelligenza artificiale generativa. Solo i sistemi a rischio minimo, che rappresentano la maggioranza, possono essere utilizzati liberamente.

L'intelligenza artificiale ha l'enorme potenziale di migliorare molti aspetti delle nostre vite, ma devono essere stabilite delle regole precise che individuino un orientamento da seguire, che sia socialmente sostenibile e che tenga in considerazione valori e principi, come l'equità.

È indispensabile, quindi, occuparsi della valutazione dei rischi correlati ai sistemi di intelligenza artificiale sin dalla fase della progettazione e dello sviluppo, cioè prima della loro applicazione, secondo un approccio trasparente e responsabile.

2.5 Caso studio: ChatGPT

Il più noto strumento di intelligenza artificiale conversazionale è indubbiamente ChatGPT che, a partire dal lancio nel novembre 2022, ha ricevuto un'accoglienza molto positiva, raggiungendo i 100 milioni di utenti attivi in soli due mesi e diventando l'applicazione con la crescita più rapida nella storia di internet, secondo uno studio condotto da UBS [24].

Le ragioni dietro questo successo sono molteplici: se le domandassimo proprio alla piattaforma di AI, la risposta potrebbe essere la seguente: “il successo di ChatGPT deriva dalla combinazione di una solida architettura, un ampio pre-addestramento, la capacità di adattarsi al contesto, le dimensioni del modello e un impegno per migliorare la sicurezza e la qualità delle interazioni”.

Come possiamo osservare dall’esempio appena proposto, le informazioni vengono presentate in maniera chiara e organizzata, prediligendo in molti casi l’uso di elenchi puntati e numerati, che evidenziano i punti chiave e migliorano la leggibilità del testo.

2.5.1 Una panoramica su ChatGPT

Fino ad ora sono state illustrate alcune delle caratteristiche principali, ma è naturale chiedersi come questo strumento funzioni dal punto di vista tecnico.

ChatGPT è un chatbot che sfrutta l’intelligenza artificiale generativa, in particolare modelli di apprendimento automatico non supervisionato, per l’elaborazione del linguaggio naturale. La sigla GPT, infatti, è l’acronimo di *Generative Pre-trained Transformer*, che specifica anche la tipologia di architettura alla base: i trasformatori.

I trasformatori sono dei modelli di *deep learning*, o apprendimento profondo, particolarmente impiegati nel campo dei *large language models*, quali i modelli GPT. L’architettura dei trasformatori utilizza reti neurali artificiali, che simulano il funzionamento del cervello umano, per l’elaborazione dei dati attraverso strati di nodi interconnessi, detti *layers*.

Le sequenze di parole vengono elaborate dagli strati utilizzando il meccanismo della auto-attenzione, per cui l’importanza di ogni parola viene soppesata per comprendere il contesto e le relazioni. Durante il pre-addestramento, che avviene su

enormi *data sets* di testo non etichettato, il trasformatore elabora una previsione sull'output atteso o sulla parola successiva del testo, aggiornando il modello sulla base di quanto la sua previsione corrisponda all'output effettivo.

Dunque, ChatGPT si avvale di algoritmi di *Machine Learning non supervisionato* che sono in grado di apprendere la struttura e gli schemi sottostanti dei dati in ingresso, senza conoscere l'output specifico assegnato a ciascun input. Questa scelta è motivata dall'impossibilità di prevedere tutte le domande che potrebbero essere poste al modello. In questo contesto, il *pre-training* non supervisionato si occupa di addestrare il modello a comprendere le regole sintattiche e semantiche del linguaggio naturale, consentendogli di adattare le proprie risposte in modo coerente al contesto.

Successivamente alla fase di *pre-training*, i modelli sono sottoposti a una fase di discriminazione supervisionata, che utilizza tecniche di apprendimento supervisionato e apprendimento per rinforzo, il "Reinforcement Learning From Human Feedback". In quest'ultimo caso, i modelli vengono ottimizzati da istruttori umani che forniscono dei feedback sotto forma di premi o penalità, che possono essere utilizzati per aggiornarne i parametri e migliorarne le prestazioni rispetto a compiti specifici.

I modelli linguistici creati da OpenAI per ChatGPT sono in continuo aggiornamento: nel mese corrente, di dicembre 2023, il chatbot supporta il modello GPT-3.5 nella sua versione gratuita, sebbene a marzo di questo anno sia stata rilasciata la quarta generazione, GPT-4, per gli utenti con abbonamento ChatGPT Plus.

Le differenze tra i modelli derivano dai *training set* utilizzati per l'addestramento: GPT-3 dispone di 175 miliardi di parametri, mentre il suo successore GPT-4, secondo alcune stime, ne avrebbe oltre 100.000 miliardi. Inoltre, l'avanzatissimo GPT-4 è in

grado di gestire input testuali di oltre 25 mila parole di testo, rispetto alle 3 mila della versione precedente. Anche le prestazioni sono migliorate, in termini di potenza computazionale, con un incremento sia della velocità che della qualità delle risposte, in grado di adattarsi sempre meglio al contesto e gestire richieste sempre più complesse.

Ma il vero elemento innovativo in GPT-4 è la capacità di accettare come input immagini e foto, benché le risposte restino testuali. Infatti, ora è possibile chiedere a ChatGPT di analizzare grafici e descrivere un'immagine con precisione, oltre a scrivere codice in un linguaggio di programmazione, esaminare un file Excel, riassumere un documento, supportare la creazione di contenuti come articoli, e-mail, post per social media e molto altro.

Sebbene non sia concepito con l'intenzione di soppiantare Google Search, ChatGPT ha rivoluzionato anche il settore della ricerca sul web, offrendo un approccio basato sul dialogo, molto più simile ad una conversazione con un esperto. Tuttavia, tra gli aspetti negativi, bisogna constatare la mancanza di accuratezza, l'impossibilità di accedere ad internet e di confrontare informazioni tra fonti diverse. Inoltre, un altro svantaggio significativo è dato dalla mancanza di aggiornamento delle informazioni, poiché le risposte sono limitate ai dati forniti nella fase di addestramento.

2.5.2 La protezione dei dati sensibili e le restrizioni d'uso per il personale

Secondo le ultime ricerche, sono sempre di più le aziende che vietano l'uso interno degli strumenti di AI generativa ai propri dipendenti: colossi come Apple e Samsung hanno vietato l'uso di ChatGPT e altri chatbot esterni, mentre le stesse aziende sono impegnate nello sviluppo di una propria piattaforma.

Le ragioni per questo divieto sono facilmente comprensibili: sebbene i livelli di produttività aumentino considerevolmente grazie all'integrazione dei chatbot nello svolgimento del proprio lavoro, il rischio di divulgare accidentalmente informazioni riservate e protette da segreto industriale rappresenta una minaccia ineluttabile per il patrimonio informativo aziendale.

Infatti, la diffusione non autorizzata di dati sensibili o riservati, chiamata *Data Leak*, rappresenta un problema concreto per molte multinazionali: si sono già verificati episodi in cui sono trapelate porzioni di codice sorgente o registrazioni di riunioni tramite ChatGPT, che conserva tutti i dati che gli vengono forniti in input per l'addestramento del modello.

Nonostante siano sempre più le aziende che vietano ai propri dipendenti di usare ChatGPT, alcuni studi affermano che circa il 43% dei lavoratori lo userebbe sul posto di lavoro e, di questi, il 68% lo farebbe di nascosto. Secondo uno studio condotto dalla Harvard Business School, riguardante le performance dei consulenti del Boston Consulting Group, è emerso che i dipendenti che utilizzano GPT-4 sono "significativamente più produttivi e hanno prodotto risultati di qualità significativamente superiore" rispetto a chi non utilizza l'intelligenza artificiale [25].

Infatti, grazie all'AI, la velocità nell'esecuzione dei compiti è aumentata del 25%, con un tasso di completamento incrementato del 12%. Eppure, la rapidità non ha inficiato sulla qualità del lavoro, la quale è addirittura aumentata del 40%.

Inoltre, lo studio sottolinea come tutti i lavoratori abbiano tratto beneficio dall'uso dell'intelligenza artificiale, sebbene quelli in possesso di competenze inferiori alla

media ne abbiano giovato maggiormente, con un incremento delle prestazioni del 43% a fronte del +17% dei dipendenti migliori.

2.5.3 *Casi d'uso nella PA*

A conclusione del capitolo, si illustrano degli esempi di utilizzo di ChatGPT, nella versione GPT-3.5, a supporto del cittadino nel dialogo con la Pubblica Amministrazione.

- **Esempio 1:**

Cittadino: Salve, vorrei sapere gli orari di apertura dell'ufficio comunale.

Chatbot: Certo, posso fornirti queste informazioni. L'ufficio comunale è aperto dal lunedì al venerdì dalle 9:00 alle 17:00. Ci sono altri dettagli che desideri conoscere?

Cittadino: Grazie! Sì, vorrei sapere quali documenti sono necessari per il rinnovo della Carta d'identità.

Chatbot: Per il rinnovo della Carta d'identità, di solito sono richiesti un documento di identità scaduto e una fototessera recente. Assicurati di portare anche eventuali documenti aggiuntivi che potrebbero essere richiesti dal tuo ufficio comunale. Posso aiutarti con qualcos'altro?

Cittadino: Perfetto, grazie! Mi chiedevo anche se potessi avere informazioni sui costi della Carta d'identità elettronica.

Chatbot: Certamente, i costi della Carta d'identità elettronica possono variare a seconda della tua località e delle politiche comunali. Ti consiglio di contattare direttamente l'ufficio comunale o di consultare il loro sito web per ottenere informazioni dettagliate sui costi e su eventuali tariffe aggiuntive.

- **Esempio 2:**

Cittadino: Salve, vorrei ottenere informazioni riguardo al rinnovo della patente di guida.

Chatbot: Certamente, posso guidarti attraverso la procedura di rinnovo. Solitamente, il rinnovo della patente di guida richiede il completamento di un modulo fornito dall'ufficio della motorizzazione civile. Saranno necessari documenti come una fototessera recente, il documento di identità, e la patente di guida scaduta. Tuttavia, i requisiti possono variare a seconda del paese e delle normative locali. Ti consiglio di consultare il sito web dell'ente di gestione delle patenti del tuo paese o di contattarli direttamente per ottenere informazioni specifiche sulla documentazione richiesta. Hai altre domande?

Cittadino: Perfetto, grazie! Vorrei anche sapere se c'è una scadenza per richiedere il rinnovo prima che la mia patente attuale scada.

Chatbot: Sì, è importante richiedere il rinnovo prima della scadenza della tua patente attuale per evitare interruzioni nella validità. Le tempistiche possono variare, quindi ti suggerisco di controllare sul sito web dell'ente di gestione delle patenti per conoscere gli specifici tempi di rinnovo e per evitare possibili sanzioni. Posso aiutarti con qualcos'altro?

Cittadino: No, è tutto per ora. Grazie mille per le informazioni!

- **Esempio 3:**

Cittadino: Salve, avrei bisogno di informazioni sulla procedura per richiedere un permesso di costruire per la mia abitazione.

Chatbot: Certamente, posso fornirti le indicazioni necessarie. Per richiedere un permesso di costruire, di solito dovrai presentare una domanda all'ufficio urbanistico del tuo comune. Puoi trovare il modulo di richiesta sul sito web del comune o ritirarlo di persona. Hai domande più specifiche o c'è qualcos'altro su cui posso assisterti?

Cittadino: Grazie! Vorrei sapere quali documenti sono necessari per la richiesta del permesso di costruire.

Chatbot: I documenti richiesti per la domanda di permesso di costruire possono variare, ma di solito includono il progetto architettonico, la planimetria, e talvolta una relazione tecnica. Ti suggerisco di verificare sul sito web del tuo comune o di contattare l'ufficio urbanistico per ottenere una lista completa dei documenti necessari. Posso aiutarti con altro?

Cittadino: Perfetto, grazie! Vorrei anche sapere se c'è un costo associato alla richiesta del permesso di costruire.

Chatbot: Sì, di solito è previsto un costo per la richiesta del permesso di costruire. Questo importo varia in base alle dimensioni e alla tipologia della costruzione. Puoi trovare le informazioni specifiche sulle tariffe sul sito web del tuo comune o contattare direttamente l'ufficio urbanistico.

- **Esempio 4:**

Cittadino: Salve, vorrei chiedere informazioni riguardo alle agevolazioni fiscali per l'acquisto della prima casa.

Chatbot: Certo, posso darti alcune indicazioni al riguardo. Le agevolazioni fiscali per l'acquisto della prima casa possono variare in base al paese e alle normative locali. Di solito, puoi usufruire di agevolazioni sul pagamento dell'imposta di registro o dell'imposta di bollo. Ti consiglio di consultare il sito web dell'Agenzia delle Entrate o di contattare l'ufficio fiscale del tuo comune per ottenere informazioni specifiche sulle agevolazioni disponibili nella tua zona. Hai domande più dettagliate o c'è qualcos'altro su cui posso assisterti?

Cittadino: Grazie! Vorrei sapere quali documenti sono necessari per usufruire di queste agevolazioni fiscali.

Chatbot: Per usufruire delle agevolazioni fiscali per l'acquisto della prima casa, di solito dovrai presentare la documentazione relativa alla compravendita, come il contratto preliminare di vendita e l'atto notarile. Alcuni documenti personali, come il tuo documento di identità, potrebbero essere richiesti. Ti consiglio di verificare sul sito dell'Agenzia delle Entrate o di contattare il tuo consulente fiscale per avere una lista completa dei documenti necessari. Posso aiutarti con altro?

Cittadino: Perfetto, grazie!

CAPITOLO 3

IL PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA

3.1 Descrizione e contesto del PNRR

Con la diffusione della pandemia di Covid-19, la già fragile economia italiana ha subito un ulteriore indebolimento, che ha portato ad una riduzione del PIL dell'8.9% nel 2020: impatto decisamente superiore a quello che l'emergenza sanitaria ha avuto su altri Paesi europei, dove si è registrato un calo medio del 6.2%.

La condizione di arretratezza tecnologica in cui il nostro Paese versa rispetto agli Stati europei più avanzati implica un notevole rallentamento nella crescita della produttività, tendenza che potrebbe variare soltanto se si riuscissero a cogliere i benefici della rivoluzione digitale, sia nel settore pubblico che nel privato. Infatti, la pandemia ha enfatizzato la carenza di competenze digitali, dovuta anche alle infrastrutture inadeguate, le quali sono la diretta conseguenza del calo degli investimenti pubblici e privati che ha segnato lo scorso ventennio.

Risulta, perciò, di vitale importanza promuovere riforme ed investimenti per modernizzare la Pubblica Amministrazione, oltre a rafforzare il sistema produttivo e garantire una maggiore attenzione ai temi della sostenibilità sociale ed ambientale.

3.1.1 Il Next Generation EU

In reazione alla crisi provocata dalla pandemia, nel luglio del 2020 l'Unione Europea ha previsto un piano di ripresa dal valore attuale di 806,9 miliardi di euro, da concedere agli Stati membri tramite l'erogazione di fondi da rimborsare entro il 2058.

Il fulcro del *Next Generation EU* (NGEU) è il Dispositivo per la Ripresa e la Resilienza, uno strumento che fornirà 385,8 miliardi sotto forma di sovvenzioni e 338 in prestiti a lunga durata e a tassi agevolati, per un totale di 723,8 miliardi di euro [26].

Per raccogliere queste risorse, la Commissione europea ha contratto prestiti sui mercati dei capitali: infatti, con l'emissione di titoli obbligazionari, grazie ad un elevato rating creditizio, l'UE riesce ad ottenere condizioni finanziarie più favorevoli rispetto ai singoli Stati membri.

Il Dispositivo, anche denominato *Recovery and Resilience Facility* (RRF), si fonda su sei pilastri:

1. *Transizione verde*: fronteggiare i cambiamenti climatici tramite tecnologie pulite e fonti rinnovabili, efficientamento degli edifici, mobilità sostenibile, economia circolare, riduzione delle emissioni di gas serra.
2. *Trasformazione digitale*: promuovere la razionalizzazione e la digitalizzazione della Pubblica Amministrazione, la diffusione di reti ad altissima capacità, l'introduzione di servizi in cloud e il rafforzamento delle competenze digitali.
3. *Crescita intelligente, sostenibile e inclusiva*: promuovere la produttività e la competitività, sostenere lo sviluppo delle piccole e medie imprese.
4. *Coesione sociale e territoriale*: migliorare le infrastrutture e i servizi sociali, ridurre le disparità e gli squilibri territoriali.
5. *Politiche per la prossima generazione*: migliorare i sistemi educativi e supportare le competenze digitali per favorire l'occupazione.
6. *Salute e resilienza economica, sociale e istituzionale*: supportare la sanità e le altre infrastrutture critiche, rafforzare le catene di approvvigionamento.

Per accedere a questi finanziamenti, i governi degli Stati europei hanno dovuto elaborare e presentare dei piani di investimento per il periodo 2021-2026, in linea con le priorità dell'UE, sviluppati secondo un sistema basato sulle prestazioni, cioè che conceda i fondi ai Paesi soltanto al raggiungimento dei traguardi stabiliti.

A sottolineare l'importanza rivestita dalla transizione digitale ed ecologica, uno dei requisiti stabilisce che almeno il 20% dei fondi dell'RRF venga destinato a misure che

contribuiscono agli obiettivi digitali e almeno il 37% agli obiettivi climatici, fissati nell'*European Green Deal* con l'obiettivo di azzerare l'impatto climatico del continente entro il 2050.

Il secondo strumento previsto dal NGEU è il *REACT-EU*, con il quale sono stati stanziati 47,5 miliardi di euro, assegnato ai Paesi più colpiti dalla pandemia per aiutarli a rilanciare le proprie economie in una logica di più breve termine (2021-2022).

Per accedere ai fondi del Next Generation EU, la Commissione europea ha individuato sette aree *Flagship*, ovvero delle sfide comuni a tutti gli Stati membri che richiedono una risposta congiunta, le quali devono essere incluse nei Piani nazionali.

- *Power Up*: Potenziare l'uso di energia da fonti rinnovabili, incrementando la produzione di 200GW entro il 2025. Installare delle infrastrutture per la produzione e il trasporto dell'idrogeno.
- *Renovate*: Rinnovare gli edifici pubblici e privati, migliorandone l'efficienza energetica attraverso l'isolamento termico, gli impianti di riscaldamento e raffreddamento, l'autoproduzione di elettricità e il monitoraggio dei consumi.
- *Recharge and refuel*: Promuovere la mobilità sostenibile, costruendo punti di ricarica e stazioni di rifornimento a idrogeno.
- *Connect*: Diffondere le connessioni a banda ultra-larga, sia con reti in fibra che con reti Fixed Wireless Access (FWA), per una copertura 5G su tutto il territorio nazionale.
- *Modernise*: Digitalizzare tutti i servizi pubblici chiave, quali l'identità digitale, i pagamenti digitali, le notifiche digitali.

- *Scale up*: Promuovere l'adozione di tecnologie avanzate, come i servizi cloud e i big data, raddoppiando la produzione in Europa di semiconduttori, per produrre processori dieci volte più efficienti dal punto di vista energetico.
- *Reskill and upskill*: Incentivare l'apprendimento di nuove competenze e il miglioramento di quelle esistenti per supportare la transizione verde e la transizione digitale, potenziando l'innovazione e promuovendo l'inclusione.

3.1.2 *Il PNRR in Italia*

L'Italia è tra gli Stati dell'Unione ad aver maggiormente beneficiato del programma: infatti, questi fondi rappresentano un'occasione importante per l'incremento dell'occupazione e l'ammodernamento del Paese.

Il Dispositivo per la ripresa e la resilienza ha finanziato 191,5 miliardi di euro, di cui 122,6 in prestiti e i restanti 68,9 in sovvenzioni a fondo perduto.

Il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) presentato dall'Italia, dal valore complessivo di circa 236 miliardi di euro, comprende oltre ai fondi del Dispositivo, 30,6 miliardi di un Piano Nazionale Complementare e 13,5 miliardi del REACT-EU.

Il PNRR si snoda intorno a tre assi strategici:

1. La digitalizzazione e l'innovazione di processi, prodotti e servizi
2. La transizione ecologica
3. L'inclusione sociale

Inoltre, il piano è articolato in 16 Componenti, raggruppate da 6 Missioni: ogni Componente si riferisce ad un determinato settore e propone un pacchetto coerente di misure ed interventi.

L'allocazione delle risorse del RRF nelle Missioni segue la seguente ripartizione:



Figura 2 – L'immagine rappresenta la ripartizione dei fondi del Dispositivo per la Ripresa e la Resilienza nelle 6 missioni del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR)

Le misure del PNRR sono distinte in riforme e in investimenti, il cui stato di avanzamento è scandito da *Milestone* e *Target*.

Le *Milestone* sono dei traguardi qualitativi che individuano le fasi rilevanti nell'attuazione delle misure, generalmente di natura amministrativa e procedurale.

I *Target* sono obiettivi quantitativi misurati tramite parametri specifici, che misurano il grado di raggiungimento di un risultato atteso.

3.2 La transizione digitale nel PNRR

Il compito di sostenere la transizione digitale del Paese è assegnato alla prima Missione del PNRR, che punta anche a modernizzare la Pubblica Amministrazione, le infrastrutture di comunicazione e il sistema produttivo, con lo scopo di rilanciare la competitività e la produttività del Paese.

Gli strumenti per il raggiungimento di questi obiettivi sono stati individuati nel miglioramento della connettività del Paese, tramite la diffusione di reti a banda larga che implementino il 5G, e nell'adozione di tecnologie digitali avanzate, come il cloud. Inoltre, particolare attenzione è posta al rafforzamento della sicurezza informatica e all'interoperabilità tra i dati delle amministrazioni.

Nella transizione digitale della PA viene ribadito il principio dello “once only”, secondo cui non devono essere richiesti a cittadini o imprese dati già in possesso delle autorità pubbliche, le quali sono tenute allo scambio di informazioni e documenti, previa autorizzazione dell'utente.

Oltre al rafforzamento dell'identità digitale e degli altri servizi pubblici digitali, come i pagamenti sulla piattaforma PagoPA e l'app “IO”, un altro scopo del PNRR è il miglioramento delle competenze digitali della cittadinanza, come strumento di partecipazione alla vita democratica.

Infine, per quanto riguarda il sistema produttivo, nel piano per la Transizione 4.0 viene ribadita la necessità di incentivare gli investimenti nelle nuove tecnologie, in modo da promuovere l'innovazione e, quindi, la competitività dell'industria.

3.2.1 La Missione 1

Sebbene la digitalizzazione e l'innovazione accomunino tutte le Missioni del PNRR, in quanto temi trasversali, esse assumono un ruolo centrale nella Missione 1.

La Missione 1 si articola in tre componenti: la digitalizzazione della Pubblica Amministrazione, l'innovazione del sistema produttivo e il rilancio della cultura e del turismo.



Figura 3 – Le tre componenti della Missione 1

3.2.2 Digitalizzazione, innovazione e sicurezza nella PA

Merita una considerazione più approfondita la prima delle 16 componenti del PNRR, denominata “Digitalizzazione, innovazione e sicurezza nella PA” e contraddistinta dalla sigla M1C1, in quanto si allinea in modo coerente con i temi precedentemente esaminati nel Capitolo 1.

Nel periodo della pandemia, il distanziamento sociale ha accentuato la necessità di una Pubblica Amministrazione digitale e facilmente accessibile, accelerando il processo di digitalizzazione e modernizzazione di molti servizi. Tuttavia, l’Italia sconta ancora notevoli ritardi in merito, che dovranno essere recuperati al più presto, attraverso l’attuazione di misure *ad hoc*.

Per quanto concerne questa componente, sono stati individuate tre misure che delineano l’ambito di intervento, a loro volta distinte in riforme normative e investimenti economici, che analizzeremo nello specifico nel seguente paragrafo:

1. Digitalizzazione della PA
2. Modernizzazione della PA
3. Innovazione organizzativa del sistema giudiziario

3.3 Gli investimenti previsti dal PNRR

In linea con quanto osservato fino ad ora, si vorrebbe dedicare qualche riga all'analisi delle riforme e degli investimenti previsti dal PNRR nell'ambito della Missione 1, in particolare si tratteranno le misure contemplate dalla componente M1C1.

3.3.1 Digitalizzazione della PA

Il programma di “Digitalizzazione della PA” mira a fornire a cittadini ed imprese servizi pubblici efficaci, performanti e accessibili. Prevede degli interventi negli ambiti di: infrastrutture digitali, migrazione al cloud, interoperabilità dei dati, piattaforme e servizi di cittadinanza digitale, *cybersecurity*.

È l'ambito di intervento a cui sono state destinate più risorse, pari al 63% dei 9,72 miliardi di euro assegnati alla componente M1C1 del PNRR.

Tra gli obiettivi già raggiunti in materia di digitalizzazione della Pubblica Amministrazione, si menzionano gli investimenti più importanti e i risultati ottenuti.

Nell'ambito delle *infrastrutture digitali*, ovvero delle infrastrutture cloud utilizzate da enti pubblici, si riporta il completamento del Polo Strategico Nazionale. Entro settembre 2024 almeno 100 enti pubblici dovranno migrare al PSN, tra cui si segnala l'Azienda Ospedaliero Universitaria delle Marche, che riceverà finanziamenti per un valore di 518 mila euro per la migrazione di servizi digitali.

In merito alla misura *dati e interoperabilità*, si evidenzia il completamento della Piattaforma Digitale Nazionale Dati. Questo traguardo consente di attuare il principio “once only” e valorizzare il capitale informativo delle amministrazioni pubbliche, semplificando le procedure per garantire una completa interoperabilità.

A causa della crescente digitalizzazione, sta aumentando l'esposizione della società a minacce cyber, come frodi o attacchi informatici. Dunque, il processo di trasformazione digitale della Pubblica Amministrazione deve essere accompagnato da misure di rafforzamento delle difese di *cybersecurity*.

Le aree di intervento contemplano: il rafforzamento dei presidi *front-line* e delle unità incaricate della protezione della sicurezza nazionale, il miglioramento delle specifiche tecniche degli strumenti elettronici e delle applicazioni, l'impiego di nuovo personale dedicato alla prevenzione e investigazione del crimine informatico.

Tra le Milestone raggiunte, si riporta l'istituzione dell'Agenzia per la cybersicurezza nazionale, mentre tra i progetti da completare si include la creazione di una rete di laboratori di valutazione e certificazione, che verificheranno la sicurezza dei sistemi ICT tramite strumenti di analisi del rischio.

Infine, si menziona la misura più consistente, dal valore di oltre 2 miliardi, che comprende una serie di investimenti per migliorare i servizi digitali offerti ai cittadini. Oltre al rafforzamento delle piattaforme di identità digitale e del sistema PagoPA, uno dei nuovi servizi proposti è l'adozione di una piattaforma unica di notifiche digitali, che consentirà lo scambio di notifiche con valore legale.

Un elemento innovativo è l'introduzione di servizi *Mobility as a Service* (Mobilità come Servizio), che consentiranno di integrare diversi servizi di trasporto, sia pubblici che privati, all'interno di un'unica piattaforma digitale. L'obiettivo è offrire agli utenti un'esperienza di viaggio personalizzata in base alle loro esigenze, semplificando l'accesso alle varie opzioni di mobilità. Questa iniziativa mira a promuovere l'uso di mezzi di trasporto sostenibili, limitare l'uso di veicoli privati e a ridurre il traffico.

3.3.2 *Modernizzazione della PA*

La strategia del PNRR punta a rendere i processi della PA più efficienti ed efficaci tramite la digitalizzazione degli stessi, con lo scopo di adeguarli alle esigenze di una società sempre più digitale. In questo contesto si sono resi necessari degli investimenti che rafforzino le competenze del capitale umano, oltre ad una indispensabile semplificazione e velocizzazione delle procedure burocratiche.

La prima area di intervento riguarda l'istituzione di un portale unico per la selezione e la gestione del capitale umano, contenente sia i profili dei candidati che le competenze possedute dai dipendenti in servizio. Oltre a semplificare l'incontro tra domanda e offerta di lavoro pubblico, l'intento è anche quello di favorire l'assunzione di personale tecnico e altamente specializzato, in grado di gestire la complessa realizzazione dei progetti del PNRR.

Il secondo investimento riguarda la creazione di una *task force* costituita da circa mille professionisti che si occuperanno di catalogare e semplificare le procedure amministrative, ridisegnando i processi secondo un'ottica digitale, che promuova l'interoperabilità delle informazioni. A questo proposito, si segnala l'introduzione di un sistema di *performance management* per i dipendenti della PA sulla base del quale calcolare eventuali incentivi.

Il terzo investimento si pone come obiettivo il potenziamento delle competenze digitali del personale della PA, strategia che prevede tre azioni: in primo luogo, l'impiego di un'ampia offerta di corsi online per il *reskilling* e l'*upskilling* del capitale umano, che consenta di raggiungere un vasto numero di partecipanti. I programmi approfondiranno le priorità del PNRR e lo sviluppo delle competenze manageriali.

In secondo luogo, l'attivazione di "comunità di competenze" trasversali che favoriscano la diffusione di conoscenze relative ad uno specifico tema individuato all'interno della *community*, composta da dirigenti di ogni amministrazione.

Infine, l'ultimo strumento per favorire le amministrazioni locali concerne il finanziamento per l'implementazione di progetti di *change management*, che supportino la semplificazione delle procedure e l'utilizzo del *remote working*.

3.3.3 *Innovazione organizzativa del sistema giudiziario*

L'ultima misura analizzata è il programma di riforma del sistema giudiziario. Negli ultimi mesi, la riforma della Giustizia è divenuta un tema prioritario: il sistema giudiziario italiano è gravato da tempi processuali molto lunghi rispetto ad altri Stati membri e questa lentezza ne impatta negativamente sull'efficienza.

La terza area di intervento della Componente M1C1 del PNRR propone delle misure che abbrevino la durata dei procedimenti e semplifichino l'iter procedurale. L'obiettivo di incrementare la produttività degli uffici giudiziari sarà conseguito tramite la digitalizzazione dei fascicoli e l'utilizzo di strumenti di analisi dati avanzati.

In quest'ottica, sono state individuate due tipologie di interventi, che mirano a ridurre la durata media dei processi civili almeno del 40% e dei processi penali del 25%.

Il primo investimento finanzia un piano di assunzioni a tempo determinato, al fine di rafforzare le risorse a supporto dei giudici nei tribunali civili e penali. Lo scopo è quello di ridurre i procedimenti pendenti e garantire le competenze tecniche necessarie per la realizzazione dei progetti di trasformazione digitale della Giustizia. Le assunzioni riguarderanno un totale di oltre 18 mila laureati e quasi 4 mila diplomati.

Il secondo investimento, al pari del primo, prevede dei finanziamenti per assunzioni a tempo pieno e determinato. Lo scopo, in questo caso, è di rafforzare l'Ufficio del processo per migliorare la qualità dell'azione giudiziaria, supportando i giudici e concedendo loro di concentrarsi sui compiti più complessi. L'investimento comprende anche la formazione del personale giudiziario e l'assunzione di professionisti con competenze informatiche che supportino la transizione digitale.

CAPITOLO 4

L'IMPATTO DELLA TRANSIZIONE DIGITALE E DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE NELLA PUBBLICA AMMINISTRAZIONE

Per concludere questo elaborato, si vorrebbe fornire una visione d'insieme dei temi trattati nei capitoli precedenti, analizzando le ripercussioni globali del fenomeno della digitalizzazione della Pubblica Amministrazione e dell'utilizzo dell'intelligenza artificiale in questo contesto.

4.1 Le potenzialità della transizione digitale nella PA

Viviamo in un mondo che genera, consuma, copia e immagazzina sempre più dati ogni anno: alcune stime riportano che nel 2023 il volume mondiale di dati creati si aggiri intorno ai 120 zettabytes, un multiplo del byte che equivale a 10^{21} bytes, quasi il doppio delle informazioni del 2020. Le previsioni annunciano che, se il tasso di incremento annuale continuerà ad attestarsi intorno al 20%, si arriverà a 180 zettabytes nel 2025 [27].

Volumi così ingenti di informazioni rappresentano un asset essenziale per le organizzazioni: da circa un decennio si parla dei Big Data come una risorsa molto preziosa che, se sfruttata in modo tale da apportare valore ai processi, può produrre benefici per la società in molti ambiti.

In un panorama di questo tipo, dove la società sta rapidamente mutando e le aziende sono costrette ad innovarsi continuamente, anche il settore pubblico deve adattarsi. La

tecnologia ha, infatti, il potenziale per migliorare le relazioni tra le istituzioni e i cittadini: per questa ragione, l'Unione Europea già da qualche anno promuove un approccio comune sul tema della transizione digitale delle pubbliche amministrazioni.

L'intento dichiarato dall'UE è quello di costruire una società che rispetti i diritti fondamentali e i valori democratici, nel quale i governi siano aperti, trasparenti e responsabili, consentendo al cittadino di partecipare attivamente e, conseguentemente, nutrire maggiore fiducia nel governo.

Il metodo per conseguire questi obiettivi è stato individuato nella modernizzazione della PA, che comprende: lo snellimento e la revisione delle procedure; l'offerta di servizi digitali efficaci e semplici da utilizzare, che non richiedano saltuariamente di inserire informazioni già fornite; l'implementazione di sistemi di cybersecurity adeguati, in modo che i dati dei cittadini siano protetti.

Nella visione europea, si sta adottando un approccio "human-centric", nel quale i cittadini contribuiscono al processo decisionale, fornendo le proprie prospettive e proposte tramite piattaforme digitali [28].

Uno degli strumenti che la PA può adottare è il *crowdsourcing*: un modello che prevede che un gran numero di persone possa partecipare ai progetti innovativi della Pubblica Amministrazione, condividendo le proprie conoscenze e idee. L'accesso al "patrimonio informativo collettivo" rappresenta una risorsa a basso costo che in molti casi può rivelarsi più efficace dell'opinione di esperti, soprattutto nel settore pubblico, dove il ruolo dell'intera comunità e dei suoi desideri è rilevante.

L'opinione della "folla" può essere analizzata da strumenti di elaborazione del linguaggio naturale, come la *sentiment analysis*, e dal Machine Learning: per i governi,

l'analisi di ampi volumi di contributi rappresenta un'opportunità per scoprire i temi principali, valutare le tendenze e le opinioni politiche del pubblico in modo più rapido e sofisticato. Inoltre, un'altra utilità del *crowdsourcing* è il brainstorming di idee: in Cile, ad esempio, per aumentare la partecipazione pubblica dei giovani, nel 2019 è stata attivata una piattaforma online in cui vengono proposte e discusse idee per risolvere i problemi della comunità [29].

Il secondo strumento suggerito dall'UE è l'adozione di una governance dei dati democratica: in seguito allo scandalo Cambridge Analytica, l'attenzione verso la corretta gestione dei dati personali degli utenti si è trasformata in una questione politica e sociale. Come conseguenza, la Commissione europea ha iniziato a sanzionare gli usi anticoncorrenziali delle informazioni e ha introdotto nuove normative per la protezione dei dati, come il *General Data Protection Regulation* (GDPR).

Secondo lo studio "Emerging models of data governance in the age of datafication", per contrastare il potere di mercato delle aziende che controllano grandi quantità di dati, possono essere individuati quattro modelli di Data Governance emergenti, a seconda degli interessi e degli obiettivi degli stakeholders coinvolti [30]. Tra questi modelli alternativi di governance dei dati, non è possibile individuarne uno adatto a tutte le situazioni, anzi, essi possono completarsi a vicenda.

Attraverso il *Data Governance Act* (DGA), l'UE stimola la condivisione dei dati e la incoraggia per fini altruistici, oltre a regolamentare i nuovi intermediari. L'obiettivo è quello di sfruttare l'enorme potenziale economico e sociale che i dati delle pubbliche amministrazioni dispongono, facilitando la condivisione dei dati in modo tale da non minarne la riservatezza.

Il DGA disciplina il riutilizzo dei dati protetti in possesso del settore pubblico, i quali possono essere usati in forma aggregata in modo tale da non comprometterne la natura, ma anche da trarne valore. A tutela della riservatezza dei dati, devono essere utilizzate tecniche di anonimizzazione o pseudonimi; in aggiunta, le informazioni riservate possono essere divulgate per il riutilizzo solo con il consenso del titolare.

Il terzo strumento impiegato dall'UE è la tecnologia *blockchain*: un registro distribuito contenente le informazioni sulle transazioni e non manipolabile, in quanto costituito da blocchi collegati tramite crittografia. Il vantaggio fornito da questa tecnologia è la trasparenza: le informazioni sono le stesse per tutti i membri che hanno accesso alle transazioni, riducendo i rischi e aumentando l'efficienza.

Inizialmente, questo sistema era considerato inaffidabile, poiché elimina l'intermediazione delle autorità. Tuttavia, questa visione è ormai superata: la tecnologia blockchain si basa su regole matematiche e crittografiche, che garantiscono l'affidabilità del sistema computazionale [31].

Tuttavia, è comunque necessario implementare meccanismi di sicurezza per l'accesso alle reti blockchain e regole procedurali per ridurre la vulnerabilità agli attacchi informatici, i quali si verificano generalmente a causa di controlli insufficienti nella gestione delle identità e degli accessi all'infrastruttura di rete.

I vantaggi che la blockchain può apportare alla Pubblica Amministrazione sono molteplici: essa garantisce trasparenza specialmente nei settori soggetti a frodi o errori e dove è necessario azzerare il rischio derivante dalla perdita dei dati, come la gestione delle transazioni finanziarie o dei contratti. Grazie alla tracciabilità delle operazioni,

cittadini e pubbliche amministrazioni possono utilizzare questa tecnologia per garantire uno scambio sicuro e verificabile delle informazioni.

L'Italia ha stanziato ingenti risorse per la transizione digitale del Paese, pari a 48,1 miliardi di euro, una cifra superiore a molti altri Stati europei, a dimostrazione di quanto questo campo sia di vitale rilevanza. Inoltre, ha già completato il 19,3% delle misure totali previste dal PNRR nella componente M1C1, nella quale sono stati destinati circa 6,14 miliardi alla digitalizzazione della Pubblica Amministrazione. Nello specifico, secondo i dati aggiornati nel giugno 2023, sono state conseguite il 91,5% delle misure previste per lo stesso periodo, avendo completato l'88,8% degli investimenti e il 93,1% delle riforme.

Avendo analizzato alcune delle opportunità fornite dall'applicazione di nuove tecnologie nelle pubbliche amministrazioni, in un contesto di transizione digitale, si vorrebbe passare ad approfondire le implicazioni che l'intelligenza artificiale avrà sulla società e sugli enti pubblici nel futuro.

4.2 L'Intelligenza Artificiale nella PA

All'interno della transizione digitale della società, l'intelligenza artificiale gioca un ruolo chiave: grazie all'immensa disponibilità di dati e a sistemi con capacità computazionali sempre maggiori, il settore pubblico può utilizzare soluzioni di intelligenza artificiale per ottimizzare i processi e fornire servizi efficienti ai cittadini.

Attualmente, la diffusione delle tecnologie di intelligenza artificiale all'interno della Pubblica Amministrazione italiana è ancora ridotta, sebbene se ne comprendano le potenzialità. Infatti, l'Italia figura al primo posto in Europa per numero di progetti

già implementati sull'utilizzo dell'intelligenza artificiale nella PA, avendo già avviato 38 delle 63 iniziative totali previste [32].

Secondo il report “Le opzioni tecnologiche per la digitalizzazione avanzata della Pubblica Amministrazione”, tra le tecnologie maggiormente utilizzate nei progetti innovativi vi è il *Machine Learning*, adottato per il rilevamento delle frodi, per il miglioramento della qualità dei documenti e per l'automatizzazione di compiti ripetitivi: in Austria, ad esempio, è stato utilizzato dall'azienda Viadonau per ridurre di 15 volte il tempo richiesto per redigere i report amministrativi.

In Portogallo, è stato lanciato un progetto di apprendimento automatico con lo scopo di individuare gli studenti che potrebbero interrompere gli studi, consentendo interventi preventivi per ridurre i tassi di abbandono. Invece, a Dublino, si utilizzano algoritmi di *Machine Learning* e *Natural Language Processing* per effettuare l'analisi di migliaia di tweet su tematiche cruciali come il funzionamento dei servizi pubblici, in modo da disporre mensilmente di una visione aggiornata dell'opinione della cittadinanza sui temi del momento così da migliorare il processo decisionale.

Un altro importante contributo alla PA è dato dagli strumenti di elaborazione del linguaggio naturale, i quali consentono l'implementazione di chatbot per servizi di supporto al cittadino, una delle applicazioni dell'intelligenza artificiale più diffuse.

Infatti, gli assistenti virtuali conferiscono notevoli vantaggi nel contesto della PA. Essi rispondono alle domande dei cittadini e offrono un servizio di assistenza sempre attivo, rapido ed efficiente, tale da ridurre la necessità per gli utenti di consultare i siti web degli enti e da offrire un supporto nella compilazione di documenti. Inoltre,

contribuiscono a ottimizzare e rendere più efficienti i processi interni delle amministrazioni, alleggerendo il carico di lavoro dei funzionari pubblici.

Altre soluzioni fornite dall'IA coinvolgono l'uso di strumenti di *Computer Vision*, come i sistemi di controllo visivo delle videocamere o dei sistemi satellitari, che in Francia hanno permesso di individuare degli abusi edilizi, grazie alla sovrapposizione delle immagini satellitari sulle mappe immobiliari, riducendo l'evasione fiscale.

Infine, altre tecnologie dell'intelligenza artificiale di interesse nel settore pubblico sono le tecniche di *reasoning* e *problem solving*, il *planning* e lo *scheduling*, la robotica e la rappresentazione della conoscenza.

Bisogna evidenziare che l'intelligenza artificiale non si limita a migliorare i servizi verso i cittadini, detti *Government-to-Citizen* (G2C), e verso le imprese, *Government-to-Business* (G2B), ma fornisce anche benefici nelle relazioni tra varie organizzazioni pubbliche (G2G), cioè nel flusso informativo tra amministrazioni centrali e locali.

Per quanto rappresenti uno strumento molto potente, l'intelligenza artificiale non è però esente da rischi, classificabili in due tipologie: rischi intrinseci alla tecnologia, cioè legati al modello algoritmico, e rischi derivanti dall'adozione su larga scala, come il *deepfake* e gli attacchi informatici.

Per contrastare queste minacce, è necessario che vengano adottati 5 principi guida:

1. Trasparenza e facilità di interpretazione dei risultati
2. Responsabilità nell'ambito del processo decisionale
3. Qualità dei dati
4. Interoperabilità e condivisione dei dati tra le amministrazioni
5. Privacy e protezione dei dati

Il primo principio punta a fornire a cittadini e stakeholder informazioni chiare su come vengano utilizzati i sistemi di intelligenza artificiale, per sventare il rischio di risultati inaffidabili e difficili da spiegare. Il secondo vuole limitare i *bias* algoritmici e le disuguaglianze intrinseche al modello: perciò, la responsabilità delle decisioni, anche se supportate da strumenti di AI, ricade sempre sull'essere umano, il quale si impegna ad effettuare un testing e un monitoraggio accurato del sistema.

Il terzo principio riguarda il problema della qualità dei dati forniti al modello, che devono essere accurati, completi e rappresentativi. Per conseguire ciò, i dati devono essere sottoposti a tecniche di campionamento e a cicli di verifica, per controllare l'assenza di inconsistenze.

La quarta linea guida ribadisce il principio dello “once only” secondo cui deve essere favorita la condivisione dei dati tra le amministrazioni tramite l'adozione di standard comuni e meccanismi di sicurezza che prevengano gli attacchi. Bisogna inoltre evidenziare che nell'ambito dell'interoperabilità delle informazioni, l'Italia è al settimo posto in Europa.

Infine, è possibile concretizzare la transizione digitale della PA e l'adozione dell'intelligenza artificiale soltanto con il supporto della cittadinanza: l'ultimo principio mira a ottenere la fiducia dei cittadini tramite l'integrazione della normativa sulla privacy e sulla sicurezza dei dati in ogni fase e attraverso meccanismi di controllo sull'accesso e l'utilizzo dei dati. Infine, gioca un ruolo di cruciale importanza la formazione del personale, al quale si richiede consapevolezza su questi temi.

Le ragioni principali per i disaccordi sull'adozione dell'AI nella Pubblica Amministrazione sono dovute principalmente alla mancanza di accuratezza dei

risultati forniti da questi strumenti (nel 36.2% dei casi), ma anche a questioni di privacy e sicurezza (con un'incidenza rispettivamente del 21.9% e 14.3%), oltre a problemi etici (3.1%).

Sebbene l'adozione dell'intelligenza artificiale all'interno della Pubblica Amministrazione sia ormai divenuta obbligatoria per stare al passo con i tempi, essa è legata ad alcuni elementi che potrebbero sfavorirne la diffusione: *in primis*, i sistemi informatici a disposizione dei dipendenti pubblici sono spesso obsoleti e limitano l'adozione di tecnologie all'avanguardia, così come lo scambio di informazioni tra le varie amministrazioni: a questo scopo si promuove l'uso di sistemi cloud.

Un altro elemento che ostacola lo sviluppo di nuovi servizi digitali è il peso della burocrazia italiana, oltre ai problemi di responsabilità nell'utilizzo delle soluzioni di intelligenza artificiale da parte dei funzionari pubblici. Tuttavia, il fattore decisivo sono le scarse competenze digitali dei cittadini italiani: attualmente, solo il 45,6% possiede le competenze "di base", con un divario di circa 15 milioni di cittadini rispetto all'obiettivo europeo dell'80% della popolazione entro il 2030.

A conclusione del capitolo, si vorrebbero presentare le cinque proposte di azione, elaborate da The European House Ambrosetti, con l'obiettivo di supportare l'adozione e la diffusione delle soluzioni di intelligenza artificiale all'interno della PA italiana.

La prima proposta mira a favorire la formazione di una visione nazionale condivisa riguardo agli ambiti di applicazione e alle potenzialità delle soluzioni di intelligenza artificiale nel contesto della Pubblica Amministrazione, da sviluppare tramite il confronto tra i vari stakeholder.

La seconda stimola le collaborazioni tra le amministrazioni e il settore privato, allo scopo di avviare iniziative congiunte di sperimentazione e testing degli algoritmi di intelligenza artificiale, finalizzate allo sviluppo di nuove soluzioni tecnologiche.

La terza proposta è incentrata sulla comunicazione efficace dei potenziali benefici delle applicazioni dell'intelligenza artificiale all'interno della PA, da ottenere tramite una promozione delle iniziative di maggior successo, al fine di accrescere la consapevolezza rispetto alle opportunità che questa tecnologia può offrire.

La quarta proposta sottolinea l'importanza della creazione di percorsi di formazione specifici, mirati a soddisfare le esigenze delle amministrazioni pubbliche italiane. Nei prossimi anni, sarà fondamentale migliorare e aggiornare le competenze digitali dei dipendenti della PA, con l'obiettivo di consentire a tutti di utilizzare gli strumenti tecnologici di base. In aggiunta, sarà necessario garantire una quota di personale altamente specializzato, in grado di interfacciarsi con le nuove soluzioni di intelligenza artificiale. In un panorama così complesso, dove cooperano persone con background e percorsi di formazione diversi, una sfida cruciale è la gestione della multidisciplinarietà: esperti di campi differenti devono essere opportunamente coordinati per il raggiungimento degli obiettivi dell'organizzazione.

La quinta ed ultima proposta vuole coinvolgere gli stakeholder nell'elaborazione della normativa sull'intelligenza artificiale, promuovendo la collaborazione tra il legislatore, le amministrazioni e tutti i soggetti interessati. Lo scopo è limitare che gli obblighi burocratici frenino la diffusione di applicazioni potenzialmente utilissime, sempre nel rispetto, però, dei diritti alla privacy degli utenti, come emerso nel caso di ChatGPT nel marzo del 2023, quando il Garante della Privacy sospese l'accesso all'applicazione per raccolta illecita di dati personali.

CONCLUSIONI

Questo elaborato ha voluto sottolineare l'importanza dell'innovazione nel settore pubblico: il percorso di ammodernamento intrapreso già da qualche anno dalle principali amministrazioni va inquadrato in un contesto di transizione digitale più ampio, del quale fa parte anche il passaggio all'Industria 4.0.

All'interno di uno scenario in continua evoluzione, la Pubblica Amministrazione è tenuta a sfruttare i vantaggi derivanti dall'utilizzo delle più avanzate soluzioni tecnologiche per soddisfare i bisogni dei cittadini, migliorare i propri servizi e aumentare l'efficienza dei processi.

Tuttavia, affinché gli strumenti digitali possano apportare benefici concreti alle organizzazioni, è necessario il coinvolgimento di tutti gli interessati. Come esordito nell'introduzione, uno dei principali ostacoli è dato dalla mancanza di competenze digitali: sia i dipendenti delle pubbliche amministrazioni che i cittadini devono non solo disporre delle competenze necessarie a prendere parte alla transizione digitale, ma anche comprenderne le ragioni, i vantaggi e i rischi conseguenti l'adozione di questi strumenti.

Le continue innovazioni nel campo dell'intelligenza artificiale e del *Machine Learning* offrono un potenziale illimitato alle amministrazioni, le quali dispongono di quantità considerevoli di dati che, se opportunamente valorizzati, possono rappresentare una risorsa molto preziosa. L'interpretazione dei dati, infatti, consente di analizzare e prevedere eventi futuri: ciò è possibile a condizione che si promuova l'interoperabilità delle informazioni, ovvero lo scambio di dati tra amministrazioni diverse e all'interno della stessa amministrazione, anche tramite la diffusione dei dati

in formato aperto, che consentono una maggiore trasparenza e favoriscono la creazione di nuovi prodotti e servizi.

Il PNRR offre un ulteriore impulso alla transizione digitale: in particolare, la componente M1C1 del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza destina 6,14 miliardi di euro alla digitalizzazione della Pubblica Amministrazione, con l'obiettivo di consolidare le infrastrutture digitali pubbliche e di supportare la migrazione al cloud.

In conclusione, la transizione digitale rappresenta un'opportunità rilevante per l'innovazione della Pubblica Amministrazione italiana. Grazie ai fondi del PNRR e agli strumenti di intelligenza artificiale, la PA potrà semplificare le procedure amministrative e digitalizzare i servizi offerti ai cittadini, contribuendo in modo significativo allo sviluppo economico e sociale del Paese. È dunque fondamentale che la PA sappia cogliere questa occasione per garantire un futuro migliore per tutti.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Dipartimento per la trasformazione digitale,
<https://innovazione.gov.it/notizie/articoli/cresce-la-spesa-ict-della-pa-5-8-migliora-ancora-l-indice-complessivo-di-digitali/#spesa-ict-nella-pa>.
- [2] Trend Micro,
https://www.trendmicro.com/it_it/about/newsroom/press-releases/2023/20230515-malware-q1-l-italia-e-sempre-la-terza-nazione-al-mondo-piu-attaccata.html.
- [3] Google Trends,
<https://trends.google.com/trends/explore?date=2018-01-01%202023-11-20&q=transizione%20digitale&hl=it>.
- [4] S. O'Carroll, «The difference between digital transformation and digital transition» *Technology Record*.
- [5] Vocabolario Treccani,
<https://www.treccani.it/vocabolario/trasformazione/>.
- [6] B. Kaplan, D. Truex, D. Wastell, T. Wood-Harper e J. deGross, «Information Systems Research: Relevant Theory and Informed Practice» *Kluwer Academic Publishers*, 2004, p. 689.
- [7] I. Mergel, N. Edelman e N. Haug, «Defining digital transformation: Results from expert interviews» *Government Information Quarterly*, vol. 36, n. 4, 2019.
- [8] A. Andal-Ancion, P. Cartwright e G. Yip, «The Digital Transformation of Traditional Businesses» *MIT Sloan Management Review*, vol. 44, pp. 34-41, 2003.
- [9] Qualità PA,
<http://qualitapa.gov.it/sitoarcheologico/relazioni-con-i-cittadini/open-government/e-government/index.html>.
- [10] Commissione europea,
<https://digital-strategy.ec.europa.eu/it/policies/egovernment>.
- [11] Agenda Digitale,
<https://www.agendadigitale.eu/cittadinanza-digitale/egovernment-in-italia-quadro-normativo-e-tecniche-di-valutazione-degli-interventi/>.

- [12] Agenda Digitale,
<https://www.agendadigitale.eu/documenti/cad-questo-sconosciuto-perche-la-pa-non-applica-larticolo-15-anche-se-fa-risparmiare/>.
- [13] Adnovum,
<https://www.adnovum.com/blog/digital-identity>.
- [14] AgID,
<https://www.agid.gov.it/it/piattaforme/sistema-gestione-procedimenti-amministrativi>.
- [15] AgID,
<https://www.agid.gov.it/it/piattaforme/firma-elettronica-qualificata>.
- [16] «Relazione della commissione parlamentare d'inchiesta sulla digitalizzazione e l'innovazione della PA» 2020.
- [17] Open Definition, Open Knowledge Foundation,
<https://opendefinition.org/od/2.0/it/>.
- [18] AgID,
https://docs.italia.it/italia/cloud-italia/strategia-cloud-italia-docs/it/stabile/4_la_strategia_cloud_per_la_pubblica_amministrazione.html#id14.
- [19] J. McCarthy, «What is Artificial Intelligence?» 2007.
- [20] A. M. Turing, «Computing machinery and intelligence» *Mind*, n. 59, pp. 433-460, 1950.
- [21] OECD, «Hello, World: Artificial intelligence and its use in the public sector» 2019.
- [22] OECD, «OECD Employment Outlook 2023» 2023.
- [23] Parlamento europeo, «Quali sono i rischi e i vantaggi dell'intelligenza artificiale», 2020.
- [24] K. Hu, «ChatGPT sets record for fastest-growing user base» *Reuters*, 2023.
<https://www.reuters.com/technology/chatgpt-sets-record-fastest-growing-user-base-analyst-note-2023-02-01/>.
- [25] Harvard Business School, «Navigating the Jagged Technological Frontier: Field Experimental Evidence of the Effects of AI on Knowledge Worker Productivity and Quality» *Social Science Research Network*, 2023.

- [26] Commissione Europea, «The EU's 2021-2027 long-term budget and NextGenerationEU» 2021.
- [27] Statista, «World Wide Data Created»
<https://www.statista.com/statistics/871513/worldwide-data-created/>.
- [28] Commissione europea, «Digital transformation of public administration and services» 2021.
- [29] Citizen Lab,
<https://www.citizenlab.co/blog/case-study/case-study-injuv-empowers-millennials-sustainable-development-chile/>.
- [30] Micheli, Ponti, Craglia e B. Suman, «Emerging models of data governance in the age of datafication» *Big Data & Society*, 2020.
- [31] De Filippi, Mannan e Reijers, «Blockchain as a confidence machine: The problem of trust & challenges of governance» *Technology in Society*, p. 62, 2020.
- [32] The European House Ambrosetti, «Le opzioni tecnologiche per la digitalizzazione avanzata della Pubblica Amministrazione» 2023.

INDICE DELLE FIGURE

<i>Figura 1 – Il grafico rappresenta la frequenza di ricerche del termine “transizione digitale” su Google. I dati sono stati estrapolati da Google Trends, riguardano intervalli di tempo mensili e rappresentano la media del numero di ricerche in rapporto al mese con frequenza massima a partire dal gennaio del 2018, l’ultimo aggiornamento risale al 20 novembre 2023.....</i>	<i>8</i>
<i>Figura 2 – L’immagine rappresenta la ripartizione dei fondi del Dispositivo per la Ripresa e la Resilienza nelle 6 missioni del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR)</i>	<i>55</i>
<i>Figura 3 – Le tre componenti della Missione 1</i>	<i>57</i>