



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE DI ORGANIZZAZIONE DELL'IMPRESA

Relazione di Progetto

Technology mapping sull'utilizzo dell'IA nelle aziende italiane del settore energetico

Gruppo di lavoro

Gianluca Baldelli (S1121772)

Federico Beni (S1123835)

Fabio Tempera (S1125574)

Professore

Donato Iacobucci

Anno Accademico 2024/2025

Indice

1	Introduzione	3
1.1	Contesto e Obiettivi Generali	3
1.2	Obiettivo del Progetto	4
2	Metodologia	6
2.1	Approccio e Strumenti Tecnologici Adottati	6
2.2	Flusso Operativo di Raccolta e Analisi Dati	7
3	Risultati dell'Analisi	9
3.1	Classificazione Dimensionale delle Imprese	9
3.1.1	Osservazioni principali	10
3.2	Distribuzione Geografica delle Imprese	10
3.2.1	Analisi regionale	10
3.2.2	Analisi provinciale	11
3.3	Ripartizione per Codice ATECO	12
3.3.1	Codici principali	12
3.3.2	Considerazioni	13
3.4	Conclusioni dell'Analisi	13
4	Applicazioni Aziendali dell'IA nel Settore Energetico	14
4.1	Gruppo Enel	14
4.2	Gruppo A2A	14
4.3	NEN (YADA ENERGIA S.R.L.)	14
4.4	Gruppo Eni	15
4.5	Gruppo Iren	15
4.6	Gruppo Hera	15
4.7	Gruppo Alperia	15
4.8	Sorgenia	16
4.9	ENGIE	16
4.10	RENEWABLE DISPATCHING S.R.L.	16
4.11	Enerbrain	16
4.12	Fornitori Tecnologici e System Integrator	17
5	Conclusioni	18

Elenco delle figure

1	Criteri di classificazione dimensionale delle imprese.	9
2	Classificazione per dipendenti (sinistra) e ricavi (destra).	10
3	Distribuzione geografica delle imprese IA in Italia.	11
4	Distribuzione dei codici ATECO 2007.	12

1 Introduzione

1.1 Contesto e Obiettivi Generali

L'Intelligenza Artificiale (AI) si configura come una delle forze trainanti più pervasive e trasformative dell'era digitale contemporanea. Il suo impatto, lungi dall'essere confinato a nicchie tecnologiche, si estende in maniera capillare attraverso l'intero spettro dei settori economici, ridefinendo paradigmi operativi, abilitando livelli di efficienza inediti e catalizzando l'emergere di nuovi modelli di business e servizi innovativi. A livello globale, l'AI è universalmente riconosciuta come un fattore strategico per la crescita economica, la competitività industriale e il progresso scientifico.

Anche all'interno del panorama italiano, l'adozione e l'integrazione dell'Intelligenza Artificiale stanno assumendo un'importanza crescente, diventando un elemento discriminante per la competitività e la resilienza delle imprese. Sebbene si registrino segnali incoraggianti di un crescente interesse, investimenti mirati e lo sviluppo di un ecosistema nazionale (supportato anche da iniziative governative e piani strategici dedicati), permane la necessità di una comprensione più profonda e granulare della sua reale diffusione, delle specifiche aree applicative in cui trova maggiore impiego e degli attori chiave che ne guidano lo sviluppo e l'implementazione.

In questo contesto generale, il **settore energetico italiano** emerge come un ambito di particolare rilevanza strategica e complessità. Questo settore si trova oggi ad affrontare una congiuntura di sfide epocali e opportunità senza precedenti, tra cui spiccano:

- La **transizione energetica** verso fonti rinnovabili e a basse emissioni di carbonio, in linea con gli obiettivi nazionali ed europei di decarbonizzazione (es. PNIEC, Green Deal Europeo).
- La gestione di **reti di distribuzione** sempre più complesse, decentralizzate e bidirezionali, caratterizzate dall'integrazione di generazione distribuita, sistemi di accumulo e veicoli elettrici (*smart grids*).
- L'imperativo di migliorare l'**efficienza energetica** lungo tutta la filiera, dalla produzione al consumo finale, per ridurre sprechi e costi.
- La necessità di garantire la **sicurezza e la resilienza** delle infrastrutture critiche contro guasti, eventi climatici estremi e minacce cyber.
- L'ottimizzazione della **manutenzione degli impianti** (produzione, trasmissione, distribuzione) attraverso approcci predittivi e prescrittivi per minimizzare i downtime e i costi associati.
- La crescente domanda di **personalizzazione delle offerte** e dei servizi ai consumatori finali, basata sull'analisi dei dati di consumo e comportamento.

In tale scenario, l'Intelligenza Artificiale si propone come un insieme di tecnologie abilitanti fondamentali, in grado di fornire strumenti potenti per affrontare queste sfide multifattoriali. Le potenzialità applicative dell'AI nel settore energetico includono, a titolo esemplificativo: previsioni più accurate e affidabili della domanda e della produzione di energia (soprattutto da fonti rinnovabili intermittenti), ottimizzazione in tempo reale dei flussi energetici e delle operazioni di mercato, gestione intelligente della ricarica dei veicoli elettrici, identificazione precoce di anomalie e guasti negli asset critici (*predictive maintenance*), automazione di processi operativi e di back-office, analisi avanzata dei dati provenienti da contatori intelligenti (*smart metering*), monitoraggio della sicurezza e rilevamento di frodi.

È in questo quadro che si colloca strategicamente il concetto di **'technology mapping'** (mappatura tecnologica). La mappatura tecnologica è definibile come un processo analitico e sistematico finalizzato a identificare, categorizzare, analizzare e visualizzare lo stato dell'arte, le traiettorie evolutive e

le interconnessioni relative a una specifica area tecnologica (nel nostro caso, l'AI) all'interno di un determinato dominio applicativo e geografico (il settore energetico italiano). Questo approccio va oltre la semplice compilazione di un inventario tecnologico; esso mira a svelare le dinamiche complesse tra le tecnologie stesse, le loro applicazioni pratiche, gli attori coinvolti (imprese utilizzatrici, fornitori di tecnologia, centri di ricerca, enti regolatori, associazioni di categoria) e le tendenze di mercato. L'impatto strategico di una mappatura tecnologica ben condotta sullo sviluppo aziendale e settoriale è significativo:

- **Consapevolezza Strategica Potenziata:** Fornisce una visione olistica e aggiornata del panorama tecnologico, permettendo alle organizzazioni di comprendere il posizionamento competitivo, identificare tecnologie emergenti da monitorare o adottare, e valutare potenziali alleanze o acquisizioni strategiche.
- **Supporto Decisionale Basato sui Dati:** Facilita l'identificazione di gap tecnologici interni, aree prioritarie per investimenti in Ricerca & Sviluppo (R&S), opportunità per l'adozione di soluzioni innovative disponibili sul mercato, e valutazione dei rischi associati all'obsolescenza tecnologica.
- **Catalizzatore per l'Innovazione:** Mette in luce aree con potenziale di innovazione non ancora sfruttato, possibilità di applicazione trasversale di tecnologie esistenti a nuovi problemi, e best practice da cui trarre ispirazione.
- **Identificazione di Competenze e Risorse Chiave:** Aiuta a mappare le competenze necessarie per lo sviluppo e l'implementazione delle tecnologie target, evidenziando eventuali carenze da colmare tramite formazione interna, assunzioni o collaborazioni esterne.

1.2 Obiettivo del Progetto

L'obiettivo primario della presente relazione è la realizzazione di una **mappatura tecnologica dettagliata e focalizzata sulle attività di sviluppo e adozione dell'Intelligenza Artificiale specificamente all'interno del settore energetico italiano**. Questo lavoro si propone di fornire una fotografia chiara e strutturata dello stato attuale e delle dinamiche evolutive dell'AI in questo contesto cruciale. Nello specifico, gli obiettivi intermedi del progetto sono:

1. **Identificare e censire i principali attori** che operano all'intersezione tra AI e settore energetico in Italia. Questa categoria comprende un ecosistema variegato:
 - **Aziende del settore energetico** (grandi utilities, multiutility locali, produttori indipendenti, operatori di rete, trader energetici, fornitori di servizi energetici – ESCO) che stanno attivamente sviluppando soluzioni AI *in-house* o adottando tecnologie AI fornite da terze parti per migliorare le proprie operazioni o offerte.
 - **Aziende tecnologiche, system integrator e startup innovative** che sviluppano e commercializzano prodotti, piattaforme o servizi basati su AI specificamente progettati o adattati per le esigenze del settore energetico.
 - **Centri di ricerca universitari, istituti di ricerca pubblici e privati, parchi scientifici e tecnologici** coinvolti in progetti di ricerca fondamentale o applicata sull'AI con focus sul dominio energetico.
 - **Portali informativi specializzati, riviste di settore, associazioni di categoria, osservatori e società di consulenza** che pubblicano notizie, analisi di mercato, report e studi di caso

sull'applicazione dell'AI nel contesto energetico italiano, fungendo da fonti informative chiave.

2. **Mappare e categorizzare le principali aree applicative dell'AI** riscontrate nel settore energetico nazionale. Si cercherà di identificare dove l'AI sta generando maggior valore, ad esempio in ambiti quali: manutenzione predittiva e gestione degli asset, ottimizzazione delle reti e dispacciamento, previsione della domanda e dei prezzi dell'energia, trading algoritmico, gestione della flessibilità e della domanda (*Demand Response*), efficienza energetica negli edifici e nei processi industriali, gestione della relazione con il cliente (*customer care*, churn prediction), sicurezza informatica (*cybersecurity*) delle infrastrutture, ottimizzazione della logistica per le rinnovabili, ecc.
3. **Analizzare e descrivere il ruolo specifico** ricoperto da ciascun attore identificato all'interno dell'ecosistema (es. sviluppatore di tecnologia core, integratore di sistemi, utente finale avanzato, ente di ricerca fondamentale, divulgatore/analista di mercato).
4. **Costruire una base di dati strutturata e organizzata**, derivante dalle informazioni raccolte, che consenta di aggregare, filtrare e analizzare i dati relativi agli attori, alle loro attività e alle tecnologie impiegate. Questa base dati rappresenterà l'output primario della fase di mappatura.

Il risultato atteso è una risorsa informativa completa e aggiornata, capace di fornire insight preziosi sulle dinamiche correnti, sui trend emergenti, sulle sfide aperte e sulle potenziali sinergie nel campo dell'AI applicata all'energia in Italia. Tale mappatura si pone come strumento utile per supportare le decisioni strategiche degli operatori del settore, degli investitori, dei fornitori di tecnologia e dei policy maker impegnati a promuovere l'innovazione e la competitività del sistema energetico nazionale nell'era dell'Intelligenza Artificiale.

2 Metodologia

2.1 Approccio e Strumenti Tecnologici Adottati

Per conseguire gli obiettivi di identificare l'adozione di tecnologie di Intelligenza Artificiale (AI) da parte delle aziende italiane del settore energetico, si è optato per un approccio metodologico incentrato sull'analisi automatizzata di contenuti web pubblicamente accessibili. Tale approccio si basa sulla tecnica del **web scraping**, integrata con avanzate capacità di Elaborazione del Linguaggio Naturale (NLP) per il riconoscimento specifico di terminologia AI. L'esecuzione dell'intero processo è stata demandata ad un ambiente **Google Colaboratory**, sfruttandone la flessibilità e l'accesso a risorse computazionali e librerie preconfigurate. Il linguaggio di programmazione scelto per l'implementazione è stato **Python (versione 3.x)**, data la sua preminenza nel campo del data science, la vasta disponibilità di librerie specializzate e la facilità di integrazione. L'ecosistema di librerie impiegate è stato cruciale per le diverse fasi del progetto:

- **requests** e **urllib3**: La libreria **requests** è stata utilizzata per effettuare richieste HTTP (principalmente GET) ai server web ospitanti i siti aziendali target, al fine di recuperare il contenuto HTML grezzo. È stata impiegata in congiunzione con una gestione delle sessioni per migliorare l'efficienza e la persistenza. **urllib3** è stato utilizzato implicitamente da **requests**, e le sue avvertenze relative a connessioni SSL non sicure sono state disabilitate in specifici scenari di fallback per massimizzare la capacità di raccolta dati.
- **BeautifulSoup4 (bs4)**: Questa libreria è stata fondamentale per il parsing dei documenti HTML ottenuti. Ha permesso di navigare la struttura del Document Object Model (DOM) delle pagine, estraendo il contenuto testuale rilevante attraverso la selezione di specifici tag HTML e classi CSS (es. `<article>`, `<main>`, `<div>` con ID o classi indicative del contenuto principale), con logiche di fallback per massimizzare l'estrazione.
- **pandas**: Utilizzata per la gestione dei dati tabellari. In particolare, è servita per caricare l'elenco iniziale di URL aziendali da un file CSV (`ImpreseEnergetiche.csv`), per la manipolazione dei dati durante l'analisi (es. rimozione duplicati, gestione valori mancanti) e per il salvataggio dei risultati finali, arricchiti con l'indicazione della presenza di AI, in un nuovo file CSV.
- **spaCy** (con il modello `it_core_news_lg`): Libreria di punta per l'Elaborazione del Linguaggio Naturale (NLP) in Python. È stata impiegata per l'analisi semantica del testo estratto dalle pagine web. Specificamente, è stato utilizzato il componente **EntityRuler** per identificare menzioni di un'ampia gamma di termini e concetti relativi all'Intelligenza Artificiale (definiti in una lista precompilata, **KEYWORDS**), che spaziano da concetti base (es. "intelligenza artificiale", "machine learning") a tecnologie specifiche (es. "reti neurali", "NLP"), applicazioni (es. "analisi predittiva") e strumenti (es. "TensorFlow", "ChatGPT").
- **Pytesseract** e **Pillow (PIL)**: Queste librerie sono state installate e utilizzate per fornire capacità di Optical Character Recognition (OCR). Ciò permette di estrarre testo da immagini qualora il contenuto testuale diretto fosse insufficiente o assente.
- **builtwith**: Utilizzata per tentare di identificare le tecnologie web sottostanti ai siti analizzati, fornendo un contesto aggiuntivo (sebbene non direttamente correlato all'identificazione AI nel testo).

L'approccio allo scraping ha tenuto conto della necessità di apparire quanto più possibile come un utente legittimo e di rispettare le risorse dei server:

- **Rotazione degli User-Agent:** È stata utilizzata una lista di stringhe User-Agent comuni (USER_AGENTS) per variare l'identità del client ad ogni richiesta.
- **Ritardi Randomizzati:** Sono stati introdotti ritardi variabili (tra 0.8 e 3.5 secondi) tra richieste successive allo stesso dominio o a domini diversi per evitare di sovraccaricare i server.
- **Gestione degli Errori e Tentativi Multipli:** Il codice implementa una logica di tentativi multipli (3) con backoff esponenziale implicito in caso di fallimento della richiesta o di specifici codici di stato HTTP (es. 429 - Too Many Requests, con attesa basata sull'header Retry-After se disponibile).
- **Timeout:** Sono stati configurati timeout per la connessione (10 secondi) e la lettura della risposta (30 secondi) per evitare blocchi indefiniti.
- **Gestione SSL:** La verifica dei certificati SSL è stata mantenuta attiva di default (verify=True), con un meccanismo di fallback a verify=False solo in caso di specifiche SSLError, per massimizzare il numero di siti accessibili.
- **Filtro Content-Type:** È stato verificato che il Content-Type della risposta fosse text/html prima di procedere con il parsing, ignorando altri tipi di contenuto (es. PDF, immagini dirette).

2.2 Flusso Operativo di Raccolta e Analisi Dati

Il processo di identificazione dell'uso di AI è stato articolato nelle seguenti fasi, eseguite iterativamente per ciascun URL presente nel file di input:

1. **Caricamento e Preparazione degli URL di Input:** Il processo inizia con il caricamento di un elenco predefinito di URL aziendali dal file `ImpreseEnergetiche.csv` utilizzando `pandas`. Vengono rimossi eventuali URL duplicati o record privi di URL.
2. **Recupero del Contenuto Web (Funzione `get_website_content`):**
 - Per ogni URL, viene effettuata una richiesta HTTP GET utilizzando la libreria `requests` e una delle User-Agent selezionate casualmente.
 - Vengono gestiti i reindirizzamenti e gli errori di connessione, inclusa la logica di retry e la gestione degli errori SSL come descritto precedentemente.
 - Se la richiesta ha successo (status code 200) e il contenuto è HTML, l'HTML grezzo viene passato alla fase successiva.
3. **Estrazione del Contenuto Testuale Rilevante (Funzione `extract_main_content`):**
 - L'HTML grezzo viene parsato con `BeautifulSoup4`.
 - Viene applicata una strategia di estrazione del testo mirata a isolare il corpo principale dell'articolo o della pagina, provando selettori prioritari (es. tag `<article>`, `<div>` con ID o classi comuni per il contenuto principale) e, in caso di insuccesso, selettori di fallback più generici (es. `<main>`, `<section>`), o infine l'intero `<body>` con una successiva pulizia. Viene applicata una soglia minima di caratteri per considerare il testo estratto significativo.
4. **Analisi del Contenuto per Rilevamento AI (Funzione `analyze_content`):**

- Il testo estratto viene pre-processato: convertito in minuscolo e rimossi caratteri non alfa-numeric (eccetto spazi e caratteri accentati).
- Viene effettuato un primo controllo rapido tramite espressioni regolari (`re.search`) per la presenza di termini AI di base (es. "ai", "intelligenza artificiale", "machine learning").
- Se questo controllo preliminare non è sufficiente o per una conferma più robusta, il testo viene analizzato con `spaCy`. Il modello `it_core_news_lg`, arricchito con le regole personalizzate dell' `EntityRuler` basate sulla lista `KEYWORDS`, identifica entità etichettate come "AI". La presenza di almeno una di queste entità determina un riscontro positivo.
- Viene fatto un ulteriore controllo per quanto riguarda il testo presente nelle immagini tramite le librerie `Pytesseract` e `Pillow` (PIL).

5. Registrazione dei Risultati e Progresso:

- Il risultato dell'analisi per ogni URL (classificato come "Presente", "Assente", o "Errore" con una descrizione) viene aggiunto a una lista.
- Viene implementato un meccanismo di feedback testuale che aggiorna l'utente sul progresso dell'elaborazione (numero di URL processati, percentuale di completamento, tempo trascorso e stima del tempo rimanente - ETA).

6. **Salvataggio dei Dati Elaborati:** Al termine dell'elaborazione di tutti gli URL, i risultati raccolti vengono aggiunti come una nuova colonna (`AI_Detection`) al `DataFrame` `pandas` originale. Il `DataFrame` risultante viene quindi salvato in un nuovo file CSV su Google Drive, preservando così i dati iniziali e l'esito dell'analisi.

L'analisi ha processato un totale di **1.466 URL**, restituendo i seguenti risultati:

- **Assente** (73,6%): 1.079 siti non presentano contenuti rilevanti per l'*Intelligenza Artificiale*;
- **Presente** (18,2%): 267 siti includono riferimenti a IA, confermando l'efficacia del rilevamento basato su pattern linguistici e NLP;
- **Errore: Contenuto non disponibile** (8,2%): 120 URL hanno generato errori, principalmente dovuti a blocchi attivi da parte dei server (es. *rate-limiting*, *firewall*), certificati SSL obsoleti o risposte non HTML (es. PDF, API).

Gli errori riflettono limiti tecnologici delle infrastrutture gratuite (es. Google Colab) e la complessità dei siti moderni, dove misure anti-scraping, configurazioni di sicurezza rigide e dinamicità del contenuto aumentano il rischio di fallimenti. Nonostante questo, la pipeline automatizzata ha garantito una copertura significativa, bilanciando precisione e scalabilità grazie a tecniche di *retry* intelligente, parsing contestuale e modelli linguistici multilingua. Questi risultati costituiscono una base solida per analisi quantitative e qualitative, pur evidenziando la necessità di approcci complementari (es. *validazione manuale*, integrazione di dati esterni) per massimizzare l'affidabilità delle conclusioni.

3 Risultati dell'Analisi

L'indagine condotta ha permesso di individuare un campione di 267 imprese operanti nel settore energetico italiano che, in misura variabile, fanno uso di tecnologie riconducibili all'ambito dell'intelligenza artificiale. Tali imprese sono state analizzate secondo tre principali dimensioni:

- **Classe dimensionale** basata su numero di dipendenti e ricavi.
- **Distribuzione territoriale**, considerando regioni e province.
- **Classificazione ATECO**, ossia in base all'attività commerciale.

Le analisi mirano a fornire una lettura sistematica dell'attuale penetrazione dell'IA nel comparto energetico nazionale, individuando eventuali pattern strutturali, criticità informative e fenomeni emergenti. Per quanto concerne i dati relativi al numero di dipendenti e al fatturato annuo, si precisa che i casi classificati come *n.d.* (non disponibili) includono i valori esplicitamente indicati come *n.d.* e valori pari a zero, ritenuti non attendibili nel contesto di imprese operative nel settore energetico. Questa scelta è stata adottata per garantire maggiore coerenza nell'analisi, escludendo valori potenzialmente anomali o imputabili a incompletezze nei dataset.

3.1 Classificazione Dimensionale delle Imprese

La prima dimensione di analisi riguarda la classificazione delle imprese secondo la normativa comunitaria sulla dimensione aziendale, la quale distingue tra micro, piccole, medie e grandi imprese sulla base di due parametri: il numero di dipendenti e il fatturato annuo. La tabella presente in Figura 1 mostra i dettagli della classificazione con la presenza di una colonna relativa al *Totale di bilancio annuo*, la quale non è stata impiegata per l'analisi in questione.

Categoria di impresa	Effettivi: unità lavorative-anno (ULA)	Fatturato annuo	Totale di bilancio annuo
Medie imprese	< 250	≤ 50 milioni di euro	≤ 43 milioni di euro
Piccole imprese	< 50	≤ 10 milioni di euro	≤ 10 milioni di euro
Microimprese	< 10	≤ 2 milioni di euro	≤ 2 milioni di euro

Figura 1: Criteri di classificazione dimensionale delle imprese.

Sono stati prodotti due istogrammi, presenti in Figura 2, che rappresentano il numero di imprese classificate in ciascuna categoria, sia secondo il numero di dipendenti che secondo i ricavi.

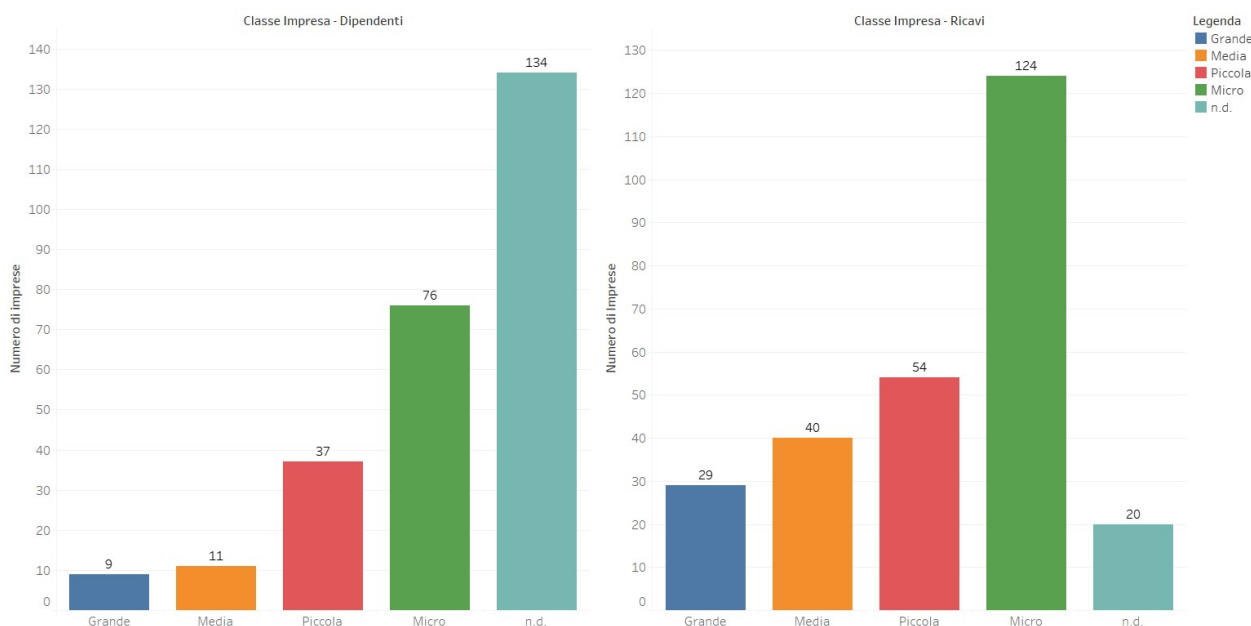


Figura 2: Classificazione per dipendenti (sinistra) e ricavi (destra).

3.1.1 Osservazioni principali

- **Dipendenti:** La maggior parte delle imprese IA è classificata come "n.d." (non disponibile), seguita da un alto numero di microimprese (76). Solo una piccola quota appartiene a imprese grandi (9) o medie (11).
- **Ricavi:** I dati sui ricavi sono più completi. Le microimprese rappresentano il gruppo più numeroso (124), seguite da piccole (54) e medie imprese (40). Solo 29 sono grandi imprese.

Si può quindi constatare che l'elevata incidenza delle micro e piccole imprese nell'adozione dell'IA suggerisce una crescente democratizzazione tecnologica. Tuttavia, il numero ancora rilevante di valori *n.d.* nel campo *dipendenti* evidenzia l'importanza di fonti informative affidabili e aggiornate.

3.2 Distribuzione Geografica delle Imprese

L'analisi territoriale è stata suddivisa in due livelli, visibili in Figura 3

- Per **regione**
- Per **provincia**

3.2.1 Analisi regionale

Dall'analisi emerge con chiarezza un'accentuata polarizzazione geografica nella diffusione delle imprese IA nel settore energetico; La Lombardia domina la graduatoria con 67 imprese, pari a circa il 25% del totale, consolidando il proprio ruolo di hub nazionale per l'innovazione tecnologica ed

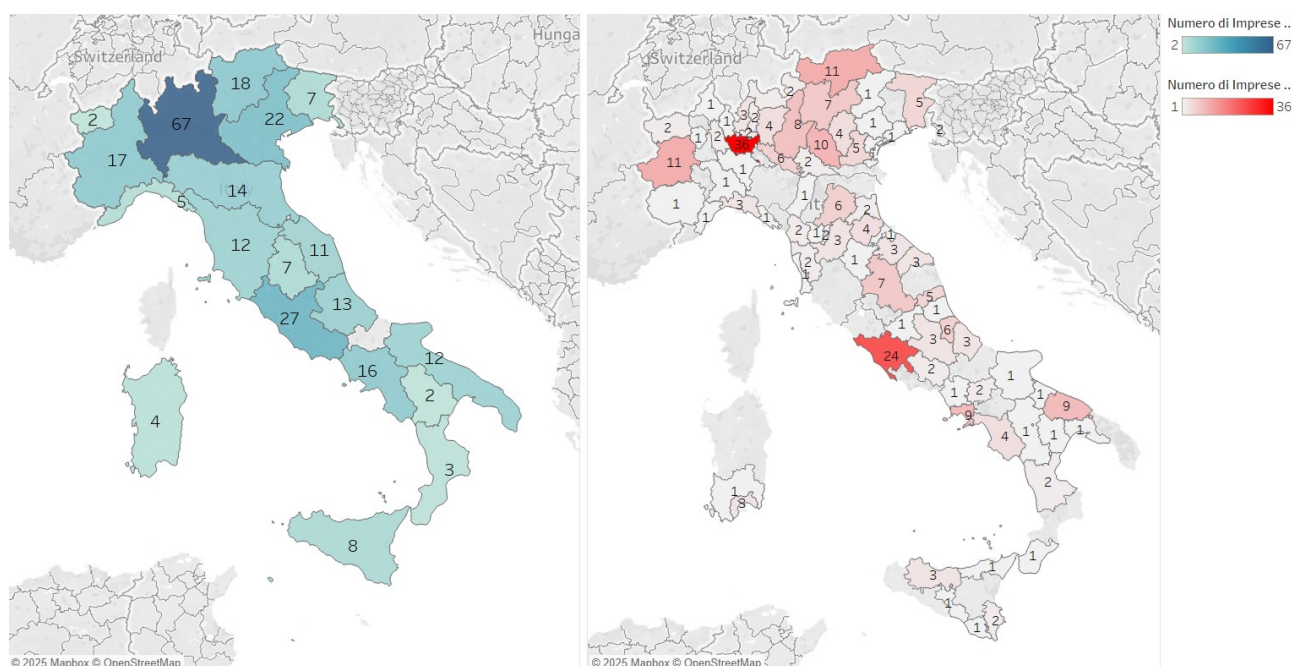


Figura 3: Distribuzione geografica delle imprese IA in Italia.

energetica. A seguire troviamo Campania (27 imprese), Emilia-Romagna (22), Lazio (18), Veneto (14) e Toscana (14). Altre regioni come Piemonte, Sicilia e Puglia mostrano valori intermedi, mentre Molise, Basilicata e Valle d'Aosta registrano una presenza nulla o marginale. Veniamo ora all'analisi critica:

- La concentrazione in Lombardia, Emilia-Romagna e Veneto riflette il peso di un tessuto industriale maturo, ad elevata digitalizzazione e con forte penetrazione delle tecnologie 4.0. Queste regioni beneficiano anche della presenza di centri di ricerca pubblici e privati, università tecniche, distretti energetici e smart grid.
- La Campania, pur appartenendo al Mezzogiorno, si distingue per un tasso di adozione insolitamente elevato, probabilmente alimentato da politiche regionali di incentivazione all'innovazione (cluster sull'energia, bandi POR-FESR, partenariati pubblico-privati).
- Il divario territoriale permane significativo, con un'evidente sottorappresentazione delle regioni del Sud più interne, che rispecchia una più generale difficoltà di accesso all'innovazione, minori investimenti in R&S e un limitato capitale umano specializzato.

3.2.2 Analisi provinciale

A livello provinciale, l'analisi conferma e raffina i trend evidenziati a scala regionale:

- **Milano** si posiziona nettamente al primo posto con 36 imprese localizzate, rafforzando il ruolo della città come capitale italiana dell'hi-tech e dell'energia. Milano ospita, infatti, numerose utility, startup cleantech e multinazionali che fanno largo uso di strumenti di IA, sia per la gestione operativa che per il decision-making strategico.
- **Napoli** si colloca sorprendentemente al secondo posto con 24 imprese, un dato che testimonia l'attivismo imprenditoriale locale in ambiti come l'energia distribuita, la gestione intelligente delle reti e i servizi energetici digitali.

- Seguono **Roma** (14 imprese), **Bologna** (13) e **Torino** (11).

La concentrazione provinciale mostra una forte correlazione con gli indici di attrattività e sviluppo digitale urbano: le province più dinamiche in termini di IA applicata all'energia risultano essere anche quelle caratterizzate da una solida infrastrutturazione digitale, un facile accesso a fonti di capitale e una elevata densità di startup tecnologiche. In questo contesto, le città metropolitane si configurano come veri e propri ecosistemi dell'innovazione energetica, all'interno dei quali convivono imprese consolidate, PMI ad alto contenuto tecnologico, centri di ricerca applicata, acceleratori d'impresa e fondi di venture capital, generando sinergie che favoriscono lo sviluppo e la diffusione di soluzioni intelligenti nel settore.

3.3 Ripartizione per Codice ATECO

Il grafico a torta in Figura 4 rappresenta la distribuzione percentuale delle imprese IA in base al loro codice ATECO 2007, limitatamente alla sezione 35 (Fornitura di energia elettrica, gas, vapore e aria condizionata).

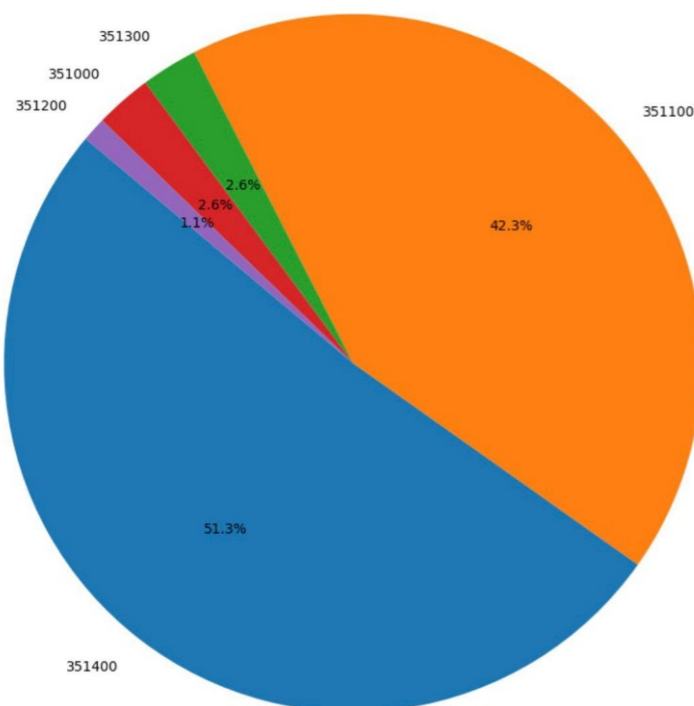


Figura 4: Distribuzione dei codici ATECO 2007.

3.3.1 Codici principali

I codici ATECO che vediamo rappresentati nel diagramma a torta sono i seguenti:

- **351400** Relativo al commercio di energia elettrica: 51,3%.
- **351100** Relativo alla produzione di energia elettrica: 42,3%.
- Le restanti categorie, ossia **351200**, **351000** e **351300** rappresentano quote marginali: 6,4% in totale.

3.3.2 Considerazioni

La prevalenza dei codici 351400 e 351100 segnala che l'utilizzo dell'IA si concentra soprattutto nella gestione e distribuzione dell'energia (es. ottimizzazione reti, forecasting, manutenzione predittiva) e nella produzione (es. bilanciamento carichi, gestione impianti rinnovabili). La scarsa incidenza degli altri sottosettori evidenzia una minore penetrazione dell'IA in ambiti come il trading energetico o i servizi ausiliari, probabilmente per limiti dimensionali o barriere regolatorie.

3.4 Conclusioni dell'Analisi

L'analisi dei dati evidenzia come l'intelligenza artificiale stia trovando progressiva applicazione anche nelle micro e piccole imprese del settore energetico, con una forte concentrazione geografica nei poli economici più sviluppati. Il quadro emerso sottolinea l'importanza di politiche di sostegno all'innovazione anche nelle aree e nei segmenti meno rappresentati, affinché il potenziale trasformativo dell'IA possa essere sfruttato in modo diffuso e inclusivo.

4 Applicazioni Aziendali dell'IA nel Settore Energetico

A completamento dell'analisi quantitativa e territoriale, il presente capitolo propone un approfondimento qualitativo su una selezione rappresentativa di imprese attive in Italia che impiegano soluzioni di Intelligenza Artificiale all'interno del settore energetico. L'obiettivo è quello di delineare in modo più concreto le modalità con cui l'IA viene implementata per generare valore lungo la filiera energetica, dalla produzione alla distribuzione, fino ai servizi al consumatore, evidenziando le diverse strategie tecnologiche, i modelli organizzativi, le forme di collaborazione e i canali di commercializzazione adottati. L'insieme dei soggetti censiti riflette un ecosistema eterogeneo, composto da grandi utility, startup digitali e PMI innovative, spesso collegate a gruppi industriali maggiori. Le schede che seguono presentano una panoramica sintetica delle soluzioni AI rilevate, articolate per gruppi societari o singole aziende di particolare rilievo.

4.1 Gruppo Enel

Il Gruppo Enel, attraverso le sue varie divisioni come **ENEL ENERGIA S.P.A.**, **E-DISTRIBUZIONE S.P.A.** e **COGENIO S.R.L.** (integrata in Enel X), manifesta un forte impegno nello sviluppo di soluzioni AI. Dispone di team interni specializzati in Data Solutions, Predictive Machine Learning, NLP e Computer Vision, responsabili della creazione di applicazioni proprietarie, come il sistema **ODIN** per l'analisi delle infrastrutture di rete di E-Distribuzione. Questo sviluppo è sostenuto da piattaforme quali **C3 AI Suite** e da framework interni, con una governance assicurata da un AI Committee dedicato. Enel promuove inoltre l'innovazione tramite collaborazioni con startup e partner tecnologici (tra cui Myst AI, Axyon AI, indigo.ai, Wegaw, iGenius, Kaleyra, VIA, iMerit). Un esempio tangibile è il dispositivo **Quantum Edge® (QEd)**, lanciato dalla controllata Gridspertise, che integra AI per l'edge computing nelle reti di distribuzione. La commercializzazione di queste soluzioni avviene principalmente tramite **Gridspertise**, che si rivolge ai gestori di reti (DSO), e tramite **Enel X**, che offre alle imprese servizi di efficienza energetica (ESCO) potenziati da piattaforme software basate su AI per l'ottimizzazione dei consumi e la gestione degli asset energetici.

4.2 Gruppo A2A

Il Gruppo A2A, con le sue società **A2A ENERGIA S.P.A.**, **A2A CALORE & SERVIZI S.R.L.** e **A2A RINNOVABILI S.P.A.**, sta investendo in modo cospicuo nello sviluppo di applicazioni AI per i propri asset. L'approccio include l'adozione di strumenti avanzati, lo sviluppo di modelli automatizzati supervisionati, la creazione di infrastrutture dedicate come i **"DATA LABS"** e la collaborazione con partner tecnologici quali Reply. L'interesse strategico del gruppo si riflette anche nell'attenzione verso standard emergenti come il protocollo di interoperabilità AI Agent2Agent. Per quanto concerne la vendita, A2A propone soluzioni integrate con AI attraverso la divisione **A2A Smart City**, che offre prodotti specifici come **"Chiller AI"** e **"Smart Bin"**. Sebbene i servizi di A2A Calore & Servizi siano ottimizzati tramite AI, non si tratta di una vendita diretta di prodotti AI. A2A Rinnovabili utilizza l'AI sviluppata dal gruppo ma non la commercializza direttamente.

4.3 NEN (YADA ENERGIA S.R.L.)

NEN (YADA ENERGIA S.R.L.), startup digitale del Gruppo A2A, si distingue per lo sviluppo e l'integrazione attiva di soluzioni AI volte a migliorare la customer experience e l'offerta di servizi. Nello specifico, NeN commercializza direttamente ai propri clienti il servizio **"Robo"**, un prodot-

to per l'analisi e l'ottimizzazione dei consumi domestici che si basa esplicitamente su algoritmi di Intelligenza Artificiale.

4.4 Gruppo Eni

Il Gruppo Eni, con **ENIPOWER SPA**, centralizza gran parte dello sviluppo AI. Investe massicciamente in supercalcolo (**HPC5** e il più recente **HPC6**, tra i più potenti al mondo dedicati all'industria) e sviluppa algoritmi proprietari, ad esempio per l'analisi dei dati sismici e l'ottimizzazione dei processi industriali. Utilizza piattaforme interne come la “**Cognitive Discovery Platform**” per accelerare la ricerca e l'analisi. Collabora con partner tecnologici come Microsoft Azure e AWS per le infrastrutture cloud AI e ha avviato la joint venture **Eni-Quantum (Eniquantic)** con ITQuanta per esplorare le sinergie tra AI e calcolo quantistico. Sebbene lo sviluppo sia avanzato e strategico, la commercializzazione diretta di questi algoritmi o piattaforme AI al mercato esterno non sembra essere un'attività principale; la tecnologia è prevalentemente impiegata per l'ottimizzazione interna e il vantaggio competitivo.

4.5 Gruppo Iren

Il Gruppo Iren impiega l'AI trasversalmente per ottimizzare la gestione delle reti (idriche, energetiche, teleriscaldamento) e il ciclo dei rifiuti (**Iren Ambiente**), oltre che per migliorare l'interazione con i clienti. Lo sviluppo e l'offerta di soluzioni avvengono spesso tramite **Iren Smart Solutions**, la ESCo del gruppo, e **IrenGO** per la mobilità elettrica. Queste società propongono a municipalità, imprese e cittadini servizi integrati per le smart city (es. monitoraggio ambientale, illuminazione intelligente, gestione del traffico) e l'efficienza energetica, che incorporano funzionalità di analisi dati e AI. Iren ha anche lanciato **IrenUp**, un programma di corporate venture capital per investire in startup innovative, incluse quelle che sviluppano tecnologie AI applicabili ai settori di interesse del gruppo. La strategia commerciale è quindi focalizzata sulla vendita di servizi complessi e soluzioni integrate, dove l'AI agisce come abilitatore tecnologico, piuttosto che sulla vendita di prodotti software AI stand-alone.

4.6 Gruppo Hera

Il Gruppo Hera, analogamente, sfrutta l'AI per ottimizzare le proprie reti multi-utility, implementare la manutenzione predittiva e potenziare il customer service (ad esempio con chatbot evoluti). Offre servizi avanzati per l'ambiente (es. gestione rifiuti con sensoristica e ottimizzazione dei percorsi tramite **Hera Ambiente**) e l'energia (tramite **Hera Comm** e **Hera Servizi Energia**) che beneficiano di piattaforme digitali e analisi dati arricchite da algoritmi AI. **Hera Luce** sviluppa soluzioni di illuminazione pubblica intelligente che possono integrare funzioni di monitoraggio e controllo basate su AI. Come Iren, Hera commercializza principalmente servizi a valore aggiunto in cui l'AI è una componente tecnologica integrata, piuttosto che vendere software AI come prodotto separato. Il gruppo investe in innovazione anche tramite partnership e partecipazione a progetti di ricerca focalizzati sulla digitalizzazione e l'AI.

4.7 Gruppo Alperia

Il Gruppo Alperia, attraverso la sua società di distribuzione **EDYNA SRL** e altre divisioni, utilizza AI e machine learning per la manutenzione predittiva e l'ottimizzazione della rete elettrica e degli impianti idroelettrici. Il concetto di “**Smart Region**” promosso da Alperia implica l'uso di tecnologie digitali avanzate, inclusa l'AI, per la gestione integrata del territorio e dei servizi. **Alperia Smart**

Services sviluppa e propone soluzioni in questo ambito. Il gruppo collabora con centri di ricerca come il NOI Techpark Alto Adige per l'innovazione. Sebbene vi sia sviluppo e utilizzo interno di AI, non è chiara l'esistenza di una strategia di produzione e vendita diretta di prodotti AI specifici al mercato esterno, al di là della loro integrazione in servizi e soluzioni più ampie per il territorio e i clienti.

4.8 Sorgenia

Sorgenia, in qualità di digital energy company, fa ampio uso dell'AI per ottimizzare le proprie operations, in particolare nel marketing (profilazione, offerte personalizzate, prevenzione del churn), nel trading energetico e nella gestione delle interazioni con i clienti attraverso canali digitali e chatbot (come **"LARA"**). L'AI è integrata nelle piattaforme e app offerte ai clienti per fornire insight sui consumi e suggerimenti personalizzati. Hanno sviluppato competenze interne significative nell'analisi dei big data e nell'applicazione di machine learning. Tuttavia, le informazioni pubbliche non indicano una strategia di vendita diretta di prodotti o piattaforme AI stand-alone; l'enfasi è sull'uso dell'AI per migliorare l'efficienza interna e arricchire l'esperienza digitale dei propri clienti.

4.9 ENGIE

ENGIE, anche tramite la sua presenza in Italia con **ENGIE PRODUZIONE S.P.A.**, sviluppa e utilizza piattaforme digitali globali che incorporano AI, come **NEMO** per la manutenzione predittiva o **Ellipse** per la gestione degli asset. Queste piattaforme possono essere offerte come parte di servizi di gestione energetica o contratti di performance a clienti industriali e terziari anche sul mercato italiano. ENGIE Italia è attiva nello sviluppo di progetti di efficienza energetica e smart building che integrano tecnologie digitali e AI. Lo sviluppo principale avviene a livello di gruppo (**ENGIE Digital**), e la commercializzazione in Italia si concretizza principalmente attraverso l'offerta di servizi energetici avanzati e soluzioni integrate, piuttosto che la vendita di licenze software AI separate.

4.10 RENEWABLE DISPATCHING S.R.L.

RENEWABLE DISPATCHING S.R.L., basandosi su informazioni precedenti, aveva sviluppato algoritmi proprietari di machine learning per le previsioni nel settore rinnovabile, offrendo servizi specifici di previsione e trading basati su AI. Questo modello di business era chiaramente focalizzato sulla vendita di un servizio AI specializzato. La verifica dello stato attuale e dell'eventuale evoluzione o integrazione in altre strutture societarie (es. Evolvere/Esapro) è necessaria per confermare la continuità di questa specifica offerta.

4.11 Enerbrain

Enerbrain si distingue come esempio di startup tecnologica italiana che ha sviluppato e commercializza attivamente un prodotto specifico basato su AI e IoT. Il loro sistema è progettato per l'ottimizzazione dinamica degli impianti HVAC (riscaldamento, ventilazione, condizionamento) negli edifici, utilizzando sensori e algoritmi AI per massimizzare l'efficienza energetica e il comfort. Il modello di business di Enerbrain è centrato sulla produzione e vendita di questa soluzione tecnologica, il cui valore distintivo risiede proprio nell'intelligenza artificiale integrata.

4.12 Fornitori Tecnologici e System Integrator

Infine, attori tecnologici come **Engineering Ingegneria Informatica S.p.A.** e **Reply** sono fondamentali nell'ecosistema AI per l'energia. **Engineering** sviluppa e vende attivamente piattaforme software avanzate destinate alle utility, che includono moduli e funzionalità specifiche basate su AI per la gestione di smart grid (es. DERMS), energy trading (ETRM), ottimizzazione degli impianti e manutenzione predittiva. Il loro ruolo è quello di fornitore di tecnologia che produce e commercializza soluzioni AI embedded. **Reply**, specializzata in consulenza, system integration e servizi digitali, sviluppa e offre soluzioni AI e IoT per il settore energetico, coprendo aree come la manutenzione predittiva, la demand forecasting e la fraud detection. Opera sia sviluppando soluzioni proprietarie o personalizzate, sia integrando tecnologie di terzi, e vende sia le soluzioni software sia i relativi servizi di consulenza e implementazione.

5 Conclusioni

La presente relazione si è posta l'obiettivo primario di realizzare una mappatura tecnologica sull'utilizzo dell'Intelligenza Artificiale da parte delle aziende italiane operanti nel settore energetico, come delineato nell'Introduzione. Tale obiettivo è stato perseguito attraverso una metodologia iterativa basata principalmente sul web scraping e sull'analisi sistematica di fonti online pubblicamente accessibili. Questo approccio ha consentito la costruzione progressiva di un dataset ricco e strutturato, che ha costituito la base empirica per l'analisi dei risultati e la comprensione delle dinamiche attuali.

Dall'indagine condotta, emerge un quadro eterogeneo ma indicativo di un crescente impegno e di una significativa adozione di tecnologie IA all'interno del settore energetico italiano. I principali attori, tra cui grandi utility come Enel, A2A, Eni, Iren, Hera, Alperia e ENGIE, stanno attivamente investendo nello sviluppo e nell'integrazione di queste soluzioni per ottimizzare le proprie operazioni, migliorare l'efficienza, innovare i servizi offerti e affrontare le sfide della transizione energetica.

Le aree applicative più ricorrenti nel settore includono la manutenzione predittiva degli asset, l'ottimizzazione delle reti di distribuzione e trasmissione, la previsione della domanda e dei prezzi dell'energia, il trading algoritmico, la gestione della flessibilità e della domanda (*Demand Response*), l'efficienza energetica negli edifici e nei processi industriali, la gestione della relazione con il cliente e la sicurezza informatica delle infrastrutture.

Si osserva una diversità di approcci strategici all'IA da parte delle aziende analizzate:

- Sviluppo *in-house* di competenze e piattaforme proprietarie, spesso affiancato da team dedicati e infrastrutture di calcolo avanzate (es. HPC di Eni, Data Labs di A2A, C3 AI Suite e ODIN di Enel).
- Collaborazioni strategiche con startup innovative, università e partner tecnologici per accelerare l'adozione di soluzioni specifiche o esplorare nuove frontiere (es. edge computing, calcolo quantistico, come nel caso della joint venture Eni-Quantum).
- Offerta di servizi integrati ad alto valore aggiunto, in cui l'IA agisce come abilitatore tecnologico fondamentale piuttosto che come prodotto software stand-alone (es. Iren Smart Solutions, Hera).
- Commercializzazione diretta di prodotti o servizi specificamente basati sull'IA, come nel caso di alcune startup (es. Enerbrain per l'ottimizzazione HVAC) o divisioni specializzate di grandi gruppi (es. NEN con il servizio "Robo", Gridspertise con Quantum Edge®).
- Ruolo cruciale dei fornitori tecnologici e system integrator (es. Engineering Ingegneria Informatica, Reply) nello sviluppo e nella diffusione di soluzioni AI embedded (es. DERMS, ETRM) e servizi di consulenza specializzati per il settore energetico.

La mappatura tecnologica realizzata, sebbene rappresenti una fotografia di un panorama in continua e rapida evoluzione, fornisce una risorsa informativa completa e aggiornata. Come auspicato negli obiettivi del progetto, essa si pone come uno strumento utile per supportare le decisioni strategiche degli operatori del settore, degli investitori, dei fornitori di tecnologia e dei policy maker impegnati a promuovere l'innovazione e la competitività del sistema energetico nazionale nell'era dell'Intelligenza Artificiale. Il dataset strutturato e le analisi presentate offrono insight preziosi sulle dinamiche correnti, sui trend emergenti, sulle sfide aperte e sulle potenziali sinergie nel campo dell'IA applicata all'energia in Italia. L'approccio metodologico adottato, incentrato sul web scraping etico e responsabile, si è dimostrato efficace per raccogliere un volume significativo di dati da fonti pubbliche, permettendo di affrontare la complessità informativa del dominio indagato in modo efficace e sistematico.

In definitiva, il lavoro svolto conferma che l'Intelligenza Artificiale non è più una prospettiva futuribile ma una realtà concreta e un fattore di trasformazione per il settore energetico italiano, con un potenziale significativo per contribuire alla sua modernizzazione, efficienza e sostenibilità.