



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PAVIA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE E DELL'INFORMAZIONE

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA DELL'AUTOMAZIONE INDUSTRIALE
PERCORSO DI INDUSTRIAL TECHNOLOGIES AND MANAGEMENT

INTEGRATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN PROJECT MANAGEMENT

RELATORE:

Prof. Marco Francesco Di Pede

Tesi di Laurea Magistrale di

Jamal NAJI

Matricola **529912**

Anno accademico 2025/2026

Table of Contents

I. Introduzione generale	5
II. Revisione della letteratura	7
1. Definizione, principi ed evoluzione del project management	8
2. Fondamenti di Intelligenza Artificiale.....	13
2.1. Definizione e classificazione dell'AI.....	14
2.2. Tipologie di intelligenza applicata.....	16
2.3. Dati, conoscenza e apprendimento automatico	17
3. Integrazione tra Intelligenza Artificiale e Project Management.....	18
3.1. Dal Project Management tradizionale al paradigma AI-Driven	18
3.2. Modelli e Framework.	20
3.3. L'AI come partner strategico nei processi di governance	23
3.4. Applicazioni pratiche e strumenti attuali di Project Management AI-based ...	26
3.5. Intelligenza Artificiale nei processi chiave del Project Management e benefici misurabili.	29
3.6- Condizioni abilitanti, limiti e barriere di adozione dell'AI nel Project Management.....	31
3.7. Impatti organizzativi, di leadership ed etici dell'AI nel Project Management ..	32
3.8. Futuri sviluppi, prospettive di ricerca e impatti strategici dell'AI nel Project Management.....	34
III. Casi applicativi di AI nel Project Management.....	38
1. Caso 1 – Matisa e Planview LeanKit: “visibility and control” come leva di trasformazione del Project Management.....	38
1.1. La crisi della visibilità progettuale nei contesti industriali complessi	39
1.2. Dalla diagnosi delle cause al bisogno di semplificazione e standardizzazione	40
1.3. La scelta di LeanKit: rendere il lavoro osservabile e discutibile “in tempo reale”	41
1.4. Regole di flusso, disciplina operativa e meccanismi di accountability.....	42
1.5. Risultati misurabili: ciclo ridotto, puntualità aumentata e decisioni più informate.....	42
1.6. Cambiamento culturale e posizionamento del caso rispetto all'AI nel PM.....	43
2. Caso 2 – Previsione dei tempi di progetto in edilizia con modelli predittivi basati su apprendimento automatico.....	44

2.1. Il ritardo come fenomeno ricorrente e i limiti della pianificazione deterministica	44
2.2. Costruzione del dataset: eterogeneità dei progetti e trasformazione dei dati in variabili utilizzabili	45
2.3. Modelli predittivi confrontati e logica di valutazione: accuratezza, errore e robustezza	48
2.4. Risultati quantitativi e lettura gestionale: accuratezza, costo computazionale e variabilità tra tipologie	50
2.5. Implicazioni operative, condizioni di adozione e limiti: come integrare la previsione nei processi di gestione	54
3. Caso 3 – Fluor e IBM Watson: diagnostica predittiva e governo dei megaprogetti EPC	55
3.1. Complessità dei megaprogetti e limiti del controllo tradizionale	55
3.2. La strategia data-centrica di Fluor e l'introduzione dell'analisi predittiva	56
3.3. Sistemi di diagnostica predittiva e analisi delle dinamiche di progetto	57
3.4. Supporto alle decisioni e interazione uomo-sistema	58
3.5. Impatti organizzativi e valore per il project management	58
3.6. Inquadramento critico e coerenza con il paradigma AI-driven	59
IV. Fedegari come caso di studio: applicazioni dell'Intelligenza Artificiale nel Project Management	60
1. Fedegari: contesto aziendale e natura progettuale delle commesse	60
2. Il Project Management in Fedegari: ruolo, processi e criticità operative	61
3. Digitalizzazione come infrastruttura necessaria per il Project Management su commessa	64
4. Asana in Fedegari: coordinamento, tracciabilità e standardizzazione operativa ..	65
5. Dal digitale all'Intelligenza Artificiale	67
5.1. Gestione predittiva dei long lead items come leva di mitigazione del rischio temporale nei progetti complessi	67
5.2. Predizione e mitigazione di ritardi da Punch List e deviazioni: AI tra qualità, spedizione e performance economico-finanziaria	69
V. Conclusione	71
References	74

Table of Figures:

Figure 1. PM triangle Cost, Quality, Time	9
Figure 2. Scrum Framework representation	10
Figure 3. IMPA vs PMI approach in PM triangle	12
Figure 4. The project management framework empowered by GenAI agent	22
Figure 5. Distribution of Project Management Activities Between Artificial Intelligence and Human Intervention as a Function of Task Complexity	24
Figure 6. Overview and Breakdown of the Project Dataset	46
Figure 7. Overview and Breakdown of the Project Dataset	47
Figure 8. Overview and Breakdown of the Project Dataset	49
Figure 9. Performance Comparison of Machine Learning Models	50
Figure 10. Error Distribution Comparison Across Prediction Models	51
Figure 11. Top 10 Features Importance in The Ensemble Model	52
Figure 12. Top 10 Features Importance in The Ensemble Model	53
Figure 13. Factors Associated with High Prediction Deviations	53

I. Introduzione generale

Negli ultimi anni, l'intelligenza artificiale (AI) ha assunto un ruolo sempre più strategico all'interno delle organizzazioni, affermandosi come una delle principali leve di trasformazione dei processi decisionali, produttivi e gestionali.

Il progresso nelle capacità di calcolo, la crescente disponibilità di dati e lo sviluppo di tecniche avanzate di machine learning e analisi predittiva hanno reso l'AI uno strumento concretamente applicabile in numerosi ambiti aziendali, superando la fase sperimentale e incidendo in modo diretto sulle modalità con cui le organizzazioni pianificano, monitorano e governano le proprie attività.

In questo contesto di profonda trasformazione digitale, anche il project management (PM) sta attraversando una fase di evoluzione significativa.

Tradizionalmente, la gestione dei progetti si è fondata su metodologie strutturate, sull'esperienza del project manager e su strumenti di controllo prevalentemente ex-post, quali report periodici e indicatori di avanzamento statici.

Tuttavia, l'aumento della complessità dei progetti, la molteplicità degli stakeholder e la necessità di operare in contesti sempre più dinamici e incerti hanno evidenziato i limiti di approcci basati esclusivamente su pianificazione deterministica e controllo reattivo. L'integrazione di algoritmi di intelligenza artificiale nei processi di project management rappresenta una risposta a tali criticità.

Le applicazioni di AI nei processi di pianificazione, risk management, monitoraggio e reporting consentono di analizzare grandi volumi di dati eterogenei, individuare pattern ricorrenti e supportare il processo decisionale attraverso modelli predittivi e simulazioni di scenario.

In questo modo, il project management evolve da disciplina prevalentemente procedurale a sistema decisionale sempre più orientato ai dati, capace di anticipare potenziali criticità, ottimizzare l'allocazione delle risorse e migliorare l'affidabilità delle previsioni su tempi, costi e performance.

Questo insieme di trasformazioni ha dato origine a un nuovo paradigma comunemente definito **AI-driven Project Management**, nel quale l'intelligenza artificiale non si configura come un semplice strumento di automazione, ma come un vero e proprio elemento abilitante del processo di gestione.

In tale paradigma, il ruolo del project manager viene progressivamente ridefinito: da figura focalizzata prevalentemente sul controllo operativo a **interprete dei dati e decisore supportato da sistemi intelligenti**, in grado di integrare intuizione ed esperienza umana con informazioni generate algoritmicamente (Bradee, 2025; Al-Sharafi et al., 2025).

II. Revisione della letteratura

La revisione della letteratura ha l'obiettivo di offrire una sintesi critica e comparativa degli studi più recenti (2019-2025) che analizzano l'adozione e l'impatto dell'AI nel PM.

In particolare, la rassegna si concentra su tre dimensioni principali:

1. Le aree di applicazione dell'AI nelle diverse fasi del ciclo di vita del progetto (Start-up, planning, execution, monitoring and controlling, closing).
2. I framework e modelli teorici che definiscono i livelli di maturità e d'integrazione dell'AI nel PM.
3. Le implicazioni pratiche ed etiche, incluse le trasformazioni culturali e organizzative che accompagnano la collaborazione uomo-macchina.

La crescente **letteratura scientifica** dimostra che il project management sta evolvendo da disciplina empirico-procedurale a sistema **basato sui dati** e predittivo. Fridgerisson et al. (2023) mostrano come modelli di ML (Machine Learning) e NLP (Natural Language Processing) hanno ridotto significativamente errori di stima e ritardi, mentre Bradee (2025) descrive strumenti già disponibili (PMI Infinity, Asana AI, Planview) in grado di automatizzare **reportistica** e **supporto** alle **decisioni**.

Parallelamente, contributi di taglio più teorico, come quelli di Cinkusz et al. (2025) e Chan e Li (2025), introducono i concetti di agenti cognitivi (cognitive agents) e di Intelligenza Artificiale generativa (Generative AI / GenAI).

Con il termine agenti cognitivi si fa riferimento a sistemi in grado di supportare e potenziare i processi mentali tipicamente umani — quali analisi, pianificazione, valutazione delle alternative e presa di decisione — interagendo con il contesto informativo del progetto.

La Generative AI, invece, indica modelli capaci di produrre contenuti, soluzioni e rappresentazioni strutturate (ad esempio piani, report o scenari) a partire da dati e istruzioni.

In questo quadro, gli autori delineano un modello di collaborazione ibrida in cui agenti basati su modelli linguistici di grandi dimensioni (Large Language Models – LLM) affiancano i team

di progetto assumendo ruoli di pianificatore, analista o facilitatore, senza sostituire il project manager ma ampliandone le capacità decisionali e operative.

Dal punto di vista metodologico, la letteratura adotta approcci eterogenei: revisioni sistematiche (MDPI Digital, 2025), studi qualitativi (Applied Sciences, 2023), framework concettuali (Planview, PMI, Bradee 2025) e simulazioni multi-agent (arXiv 2025).

Nonostante la varietà, emerge una convergenza chiara: l'AI è oggi considerata un fattore strategico capace di incrementare la maturità organizzativa e supportare decisioni basate sui dati **più che sull'esperienza**.

Tuttavia, gli autori segnalano anche limiti concreti: **carenza nella qualità dei dati** (Fridgeirsson et al., 2023), resistenza culturale da parte dei **project manager tradizionali**, ossia PM che adottano approcci basati su metodologie classiche con poca integrazione tecnologica, assenza di standard etici ossia regole chiare che definiscano come i sistemi di intelligenza artificiale debbano essere progettati e utilizzati in modo corretto, trasparente e responsabile, e problemi di **distorsione algoritmica** (Al-Sharafi et al., 2025).

Queste sfide rendono evidente la necessità di una governance chiara e di nuove competenze ibride tra management e data science.

1. Definizione, principi ed evoluzione del project management

Il Project Management (PM) rappresenta una disciplina tattica volta a pianificare, organizzare e controllare le risorse necessarie per raggiungere obiettivi specifici entro **vincoli di tempo, costo e qualità**.

Secondo la definizione proposta dal Project Management Institute (PMI, PMBOK 7^a Edizione, 2021), il project management è “l'applicazione di conoscenze, competenze, strumenti e tecniche alle attività di progetto per soddisfare i requisiti del progetto”.

La sua essenza risiede nell'equilibrio tra le **tre dimensioni fondamentali del progetto**

(ambito, **tempi e costi**) che devono essere gestite in modo coerente con la qualità del risultato finale e con la soddisfazione degli stakeholder.

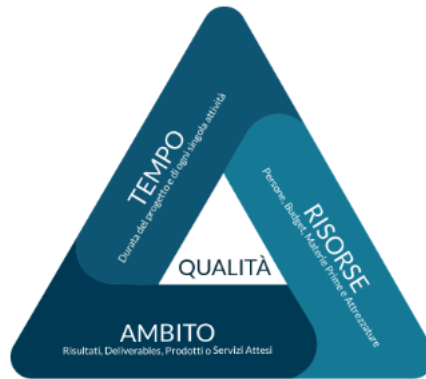


Figure 1. PM triangle Cost, Quality, Time

Ad esempio, se si decide di ridurre i tempi di consegna, sarà necessario aumentare le risorse (e quindi i costi) o ridurre l'ambito del progetto per mantenere la qualità. Allo stesso modo, un incremento dell'ambito richiede più tempo e budget.

Questa interdipendenza rende il project management una disciplina complessa, che richiede un approccio integrato e decisioni strategiche per bilanciare le priorità.

Nato come disciplina formale negli anni '50, il project manager si è progressivamente evoluto da un modello lineare e predittivo, basato su pianificazioni rigide, a un modello iterativo e adattivo, capace di rispondere alla complessità e all'incertezza dei contesti moderni. I primi approcci — come il metodo del Critical Path Method (CPM) e il Program Evaluation and Review Technique (PERT) — si concentravano sull'efficienza dei processi e sulla programmazione delle attività.

Negli anni '90, il PM ha cominciato ad assumere una dimensione più sistemica, in cui la gestione del rischio, della conoscenza e della comunicazione diventano elementi centrali.

Oggi il paradigma dominante è quello Agile, che si basa su flessibilità, collaborazione e miglioramento continuo. L'approccio Agile parte dal presupposto che i requisiti di progetto possano cambiare nel tempo e che il lavoro debba adattarsi progressivamente a tali cambiamenti.

Un esempio rappresentativo di questo approccio è il framework Scrum, illustrato nella figura sotto che struttura il lavoro di progetto in cicli brevi e iterativi (sprint) e favorisce un coordinamento continuo tra i membri del team. Il framework si basa su elementi chiave quali il product backlog, la pianificazione dello sprint, l'incremento progressivo del prodotto e momenti strutturati di confronto e miglioramento continuo, come le riunioni quotidiane, le review e le retrospettive.

In questo contesto, il ruolo del project manager si trasforma rispetto ai modelli tradizionali: da figura principalmente orientata al controllo delle attività e delle scadenze, evolve verso una funzione di facilitazione del lavoro di squadra, supporto al coordinamento e promozione della creazione di valore per il progetto e per gli stakeholder.

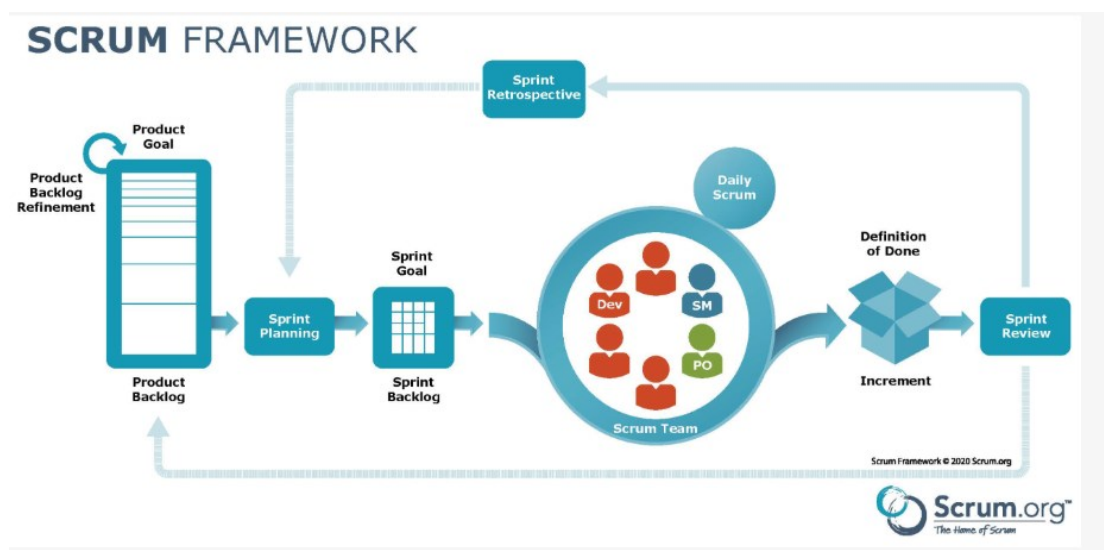


Figure 2. Scrum Framework representation

Il PMBOK Guide individua cinque **gruppi di processi** fondamentali — **Avvio, Pianificazione, Esecuzione, Monitoraggio e Controllo, Chiusura** — e dieci **aree di conoscenza** (integrazione, ambito, tempi, costi, qualità, risorse, comunicazioni, rischi, approvvigionamenti, stakeholder). Ogni progetto segue una logica ciclica, in cui pianificazione, esecuzione e controllo si alimentano **mutuamente**.

L'efficacia del project management dipende dalla capacità di prevedere deviazioni, coordinare i flussi informativi e garantire un equilibrio costante fra efficienza operativa e valore strategico. Oggi, il ruolo del project manager è progressivamente cambiato da tecnico-amministrativo a tattico e trasversale, agisce come collegamento tra la visione aziendale e l'esecuzione operativa, gestendo non solo risorse e tempi, ma anche aspetti di leadership, comunicazione e cultura organizzativa.

Tuttavia, la responsabilità strategica rimane prevalentemente del **portfolio manager**, mentre il project manager opera a livello tattico, pur richiedendo competenze che favoriscono l'allineamento con gli obiettivi aziendali.

Le competenze richieste si articolano in tre dimensioni principali, secondo il modello **PMI Talent Triangle**:

- **Gestione tecnica del progetto**, cioè padronanza di metodologie, strumenti e tecniche;
- **Leadership**, intesa come capacità di motivare e coordinare **gruppi eterogenei**;
- **Gestione strategica e di business**, ovvero comprensione del contesto economico e degli obiettivi aziendali.

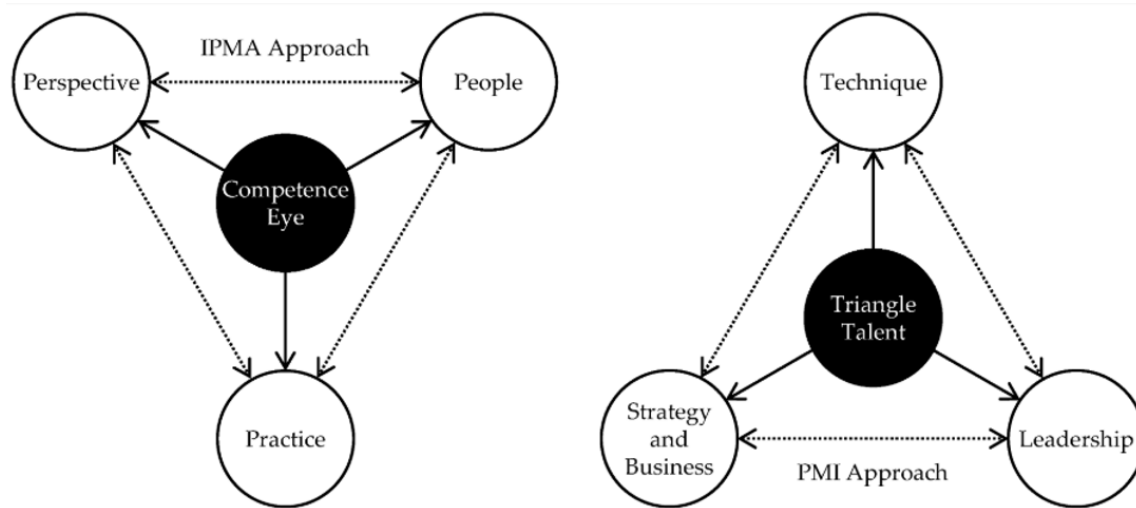


Figure 3. IPMA vs PMI approach in PM triangle

In aggiunta, il modello proposto dall'International Project Management Association (IPMA) adotta un approccio più orientato alla dimensione umana del project management, ponendo l'accento sulle competenze individuali e comportamentali del project manager. In particolare, il framework IPMA introduce la sfera *People*, che comprende competenze quali comunicazione, negoziazione, leadership e intelligenza emotiva, considerate fondamentali per gestire le interazioni tra gli attori del progetto. Questo approccio riconosce che la riuscita di un progetto non dipende esclusivamente dall'applicazione di strumenti e metodologie, ma anche dalla capacità del project manager di comprendere le dinamiche relazionali, gestire i conflitti e favorire la collaborazione all'interno del team. Le competenze *People* si affiancano quindi alle competenze tecniche e contestuali, contribuendo a una visione più completa e integrata del ruolo del project manager.

La crescente complessità dei progetti globali richiede figure capaci di integrare competenze analitiche e digitali. In questo scenario, l'**alfabetizzazione dei dati** e la conoscenza di strumenti di analisi predittiva stanno diventando competenze chiave.

Diversi autori (Fridgeirsson et al., 2023; IJIEOR, 2024) sottolineano che la competitività del project manager del futuro dipenderà dalla capacità di collaborare con sistemi intelligenti e interpretare i dati generati dagli algoritmi.

Oggi, la trasformazione digitale ha introdotto il concetto di **Project Management 4.0**, in cui

tecnologie come Intelligenza Artificiale, Internet of Things, Big Data Analytics e Blockchain vengono integrate nelle fasi di gestione.

L'obiettivo è passare da una logica reattiva, basata sul controllo ex-post, a una logica predittiva e proattiva, in grado di anticipare problemi, ottimizzare risorse e migliorare l'affidabilità delle previsioni. Secondo Hofmann et al. (2024), l'adozione dell'AI nel PM consente di spostare il focus dall'"execution control" alla "smart intelligence", in cui le scelte manageriali sono supportate da modelli algoritmici in grado di simulare scenari multipli e stimare probabilità di successo.

Questo cambiamento implica una ridefinizione della "governance": il project manager diventa un interprete dei dati, capace di bilanciare intuizione umana e suggerimenti generati dall'AI. In sintesi, il project management moderno non può più essere considerato un insieme di procedure statiche, ma un sistema dinamico di conoscenza che integra persone, processi e tecnologie.

La crescente pressione competitiva, unita alla disponibilità di dati e strumenti avanzati, ha spinto le organizzazioni a evolversi verso modelli intelligenti, adattivi e predittivi.

Il prossimo passo, approfondito nelle sezioni successive, riguarda la comprensione dell'Intelligenza Artificiale come insieme di tecniche e approcci in grado di ampliare il potenziale del PM tradizionale, trasformandolo in una disciplina realmente cognitiva e basata sull'evidenza.

2. Fondamenti di Intelligenza Artificiale

L'Intelligenza Artificiale (AI) rappresenta una delle più importanti rivoluzioni tecnologiche del XXI secolo, capace di trasformare profondamente le modalità con cui le organizzazioni gestiscono informazioni, processi decisionali e innovazione.

Il termine “Artificial Intelligence” fu coniato nel 1956 da John McCarthy per descrivere “la scienza e l’ingegneria nel creare macchine intelligenti”, ma solo negli ultimi dieci anni, grazie ai progressi nell’elaborazione dei dati, nella potenza computazionale e nella disponibilità di grandi dataset, l’AI ha raggiunto un livello di maturità applicativa tale da impattare direttamente la **gestione** dei processi aziendali.

Nel contesto del Project Management (PM), l’AI non è semplicemente un supporto informatico, ma un sistema cognitivo capace di apprendere, ragionare e prevedere, contribuendo alla riduzione dell’incertezza e al miglioramento della qualità delle decisioni.

Secondo il PMI Report “AI Innovators 2024”, oltre il 70% delle aziende globali ha già introdotto strumenti basati su machine learning o analisi predittiva in almeno una fase del ciclo di vita del progetto.

2.1. Definizione e classificazione dell’AI

L’AI può essere definita come “l’insieme di tecniche e algoritmi che consentono ai sistemi informatici di svolgere compiti che richiederebbero intelligenza umana”, come il riconoscimento di pattern, la previsione, la comprensione del linguaggio o la risoluzione di problemi complessi.

La letteratura distingue generalmente tre livelli di intelligenza artificiale:

1. **Intelligenza Artificiale Ristretta (ANI)** – sistemi specializzati che svolgono compiti ben definiti, come **ottimizzare la pianificazione delle attività** o **analizzare i rischi di progetto**.
2. **Intelligenza Artificiale Generale (AGI)** – capacità di apprendere e adattarsi a contesti differenti, imitando il ragionamento umano.
3. **Intelligenza Artificiale Superiore (ASI)** – una forma ipotetica di intelligenza superiore a quella umana, attualmente oggetto di studio teorico.

Nel contesto aziendale e manageriale, l'attenzione è rivolta principalmente alla Narrow AI (ristretta), che include strumenti di machine learning, natural language processing (NLP) e analisi predittivi. Queste tecnologie consentono di gestire in modo automatizzato enormi quantità di dati generati da progetti complessi, identificando correlazioni e anomalie che sfuggirebbero all'analisi umana.

Le principali tecnologie che compongono l'ecosistema dell'AI applicata al management sono:

- Machine Learning (ML): algoritmi che apprendono da dati storici per generare modelli predittivi. Nel PM, vengono utilizzati per stimare tempi, costi e probabilità di successo dei progetti (Fridgeirsson et al., 2023).
- Deep Learning (DL): reti neurali multilivello che elaborano grandi quantità di dati non strutturati, come immagini, audio o testo. Trovano applicazione nell'analisi dei sentimenti dei team e nella classificazione automatica dei rischi (IJIEOR, 2024).
- Natural Language Processing (NLP): tecniche che permettono ai sistemi di comprendere e generare linguaggio naturale. In ambito PM, l'NLP consente di analizzare report, e-mail e documentazione progettuale per identificare trend o problemi ricorrenti.
- Robotic Process Automation (RPA): automazione di attività ripetitive e amministrative, come la compilazione di report o la gestione di task ricorrenti, liberando tempo per attività strategiche.
- Large Language Models (LLM): modelli generativi come GPT-4, Gemini o Claude, capaci di sintetizzare informazioni complesse e supportare decisioni multidimensionali in tempo reale.

Queste tecnologie operano in sinergia per creare soluzioni di Intelligent Project Management Systems (IPMS), ovvero piattaforme integrate che combinano dati, algoritmi e processi in un unico ambiente decisionale.

2.2. Tipologie di intelligenza applicata

- Diversi autori propongono classificazioni alternative dell'AI in base alla sua funzione nel processo decisionale. Il modello proposto da Al-Sharafi et al. (2024) distingue tre categorie operative:**AI analitica**: orientata all'analisi dei dati e alla produzione di risultati quantitativi a supporto delle decisioni.
- **AI predittiva**: focalizzata sulla previsione di eventi futuri e sulla valutazione dei rischi progettuali.
- **AI cognitiva**: in grado di simulare processi mentali umani, quali apprendimento, ragionamento e creatività; in questa categoria rientrano anche le applicazioni di **Generative AI (GenAI)** e i sistemi **agentici**, ossia soluzioni capaci non solo di supportare il processo decisionale, ma anche di intraprendere azioni operative in modo semi-autonomo, sotto il controllo del project manager.

Dopo aver definito queste tre tipologie funzionali, è opportuno approfondire due declinazioni particolarmente rilevanti dell'AI cognitiva: l'intelligenza artificiale generativa e l'intelligenza artificiale agentica.

La AI generativa (Generative AI) si riferisce a sistemi capaci di produrre nuovi contenuti a partire dai dati disponibili, come testi, report, piani di progetto, scenari alternativi o proposte di soluzione. Nel contesto del project management, tali sistemi supportano il project manager nella rielaborazione delle informazioni, nella sintesi di grandi quantità di dati e nella formulazione di opzioni decisionali, fungendo da estensione del ragionamento umano piuttosto che da semplice strumento di calcolo.

Un'evoluzione ulteriore è rappresentata dalla AI agentica, che introduce un grado maggiore di autonomia operativa. I sistemi agentici non si limitano a generare contenuti o raccomandazioni, ma sono in grado di pianificare azioni, eseguire attività operative e

interagire con altri sistemi informativi in funzione di obiettivi predefiniti. In ambito progettuale, ciò può tradursi nella capacità di aggiornare automaticamente pianificazioni, riassegnare risorse o segnalare deviazioni critiche, pur mantenendo il project manager in un ruolo di supervisione e controllo decisionale.

In questa prospettiva, l'AI generativa e quella agentica non costituiscono categorie separate rispetto alla classificazione delle tipologie proposte, ma rappresentano livelli di maturità crescenti dell'AI cognitiva: la prima orientata al supporto creativo e decisionale, la seconda all'azione semi-autonoma all'interno di processi strutturati.

Questa distinzione è particolarmente utile per comprendere i diversi livelli di complessità con cui l'AI può essere applicata al project management, dal semplice supporto analitico fino a sistemi che collaborano con i manager nella presa di decisioni strategiche.

2.3. Dati, conoscenza e apprendimento automatico

Il valore dell'AI risiede nella sua capacità di trasformare i dati in conoscenza utile.

Ogni progetto genera una grande quantità di informazioni: cronoprogrammi, budget, comunicazioni, deliverable, indicatori di performance. Tuttavia, la maggior parte di questi dati rimane inutilizzata o disorganizzata.

L'AI consente di analizzare tali dataset in modo sistematico, individuando pattern nascosti e correlazioni non lineari che possono anticipare rischi o migliorare la pianificazione.

Come evidenziano Cinkusz et al. (2025), l'Intelligenza Artificiale non sostituisce il project manager, ma lo aiuta a prendere decisioni migliori, offrendo una visione completa del progetto grazie all'analisi rapida di informazioni complesse.

Inoltre, grazie al principio di apprendimento continuo (continuous learning), i modelli di AI migliorano progressivamente la loro accuratezza: ogni nuovo progetto diventa una fonte di dati addizionale che perfeziona le previsioni future.

Questo porta alla nascita di una nuova disciplina, denominata Project Intelligence, che integra dati storici, strumenti predittivi e analisi comportamentali per ottimizzare le decisioni

manageriali.

L'AI oggi non rappresenta più un semplice ausilio operativo, ma un vero partner cognitivo in grado di ampliare la capacità analitica, ridurre l'incertezza e supportare strategie decisionali complesse.

Nei **paragrafi** successivi si analizzerà come tali tecnologie vengano integrate nei processi del Project Management, quali framework ne guidano l'implementazione e in che modo la collaborazione uomo-macchina stia ridefinendo la leadership e la cultura organizzativa all'interno dei team di progetto.

3. Integrazione tra Intelligenza Artificiale e Project Management

L'integrazione dell'Intelligenza Artificiale (AI) nel project management (PM) rappresenta una delle trasformazioni più significative degli ultimi anni, segnando il passaggio da una disciplina basata sull'esperienza e sulla pianificazione tradizionale a un sistema guidato dai dati, dalla predizione e dall'automazione cognitiva.

Come osservano Al-Sharafi et al. (2025), l'AI sta progressivamente modificando ogni fase del ciclo di vita del progetto, introducendo strumenti e approcci che permettono di prevedere scenari, ottimizzare decisioni e ridurre l'incertezza.

3.1. Dal Project Management tradizionale al paradigma AI-Driven

Il modello tradizionale di project management, come descritto nel *PMBOK Guide* (PMI, 2021), si fonda su una pianificazione di tipo predittivo, su meccanismi di controllo sequenziali e su attività di reporting prevalentemente manuali. Questo approccio ha garantito nel tempo ordine, tracciabilità e standardizzazione dei processi, risultando

efficace in contesti caratterizzati da requisiti relativamente stabili e da una complessità contenuta. Tuttavia, l'aumento della variabilità dei contesti operativi, la crescente interdipendenza tra attività e la rapidità con cui si manifestano i cambiamenti hanno progressivamente evidenziato i limiti di un modello basato su controlli *ex-post* e su processi decisionali prevalentemente reattivi.

In particolare, nei progetti complessi e dinamici, il Project Management tradizionale manifesta criticità legate alla lentezza del processo decisionale, alla frammentazione delle informazioni disponibili e alla difficoltà di adattamento tempestivo alle variazioni di contesto.

In questo scenario si inserisce l'Intelligenza Artificiale, che rappresenta un fattore abilitante per una trasformazione strutturale delle modalità di gestione dei progetti, introducendo strumenti avanzati di analisi, previsione e supporto alle decisioni.

L'integrazione dell'Intelligenza Artificiale nel project management può essere interpretata come un percorso evolutivo articolato in livelli progressivi di maturità funzionale.

In una fase iniziale, l'AI viene impiegata principalmente per l'automazione operativa, con l'obiettivo di ridurre le attività ripetitive e a basso valore aggiunto, quali la generazione di report, il monitoraggio dello stato di avanzamento e la gestione delle comunicazioni ricorrenti. Questo livello produce benefici in termini di efficienza operativa, senza incidere direttamente sul processo decisionale.

Un secondo livello riguarda l'analisi avanzata e predittiva dei dati, basata su algoritmi di apprendimento automatico di tipo statistico-predittivo, utilizzati per elaborare grandi volumi di informazioni di progetto al fine di stimare con maggiore precisione tempi, costi e rischi. In questo stadio, l'Intelligenza Artificiale supporta il project manager nella previsione delle possibili deviazioni e nella gestione proattiva delle incertezze, rafforzando le capacità analitiche senza sostituire il giudizio umano.

Un ulteriore livello evolutivo è infine rappresentato dai sistemi di supporto decisionale cognitivo riconducibili al paradigma dell'Intelligenza Artificiale agentiva. In questo caso, l'AI non si limita ad analizzare dati o a generare contenuti, ma contribuisce attivamente al processo decisionale attraverso la simulazione di scenari, la valutazione di alternative e la

formulazione di raccomandazioni adattive. Secondo Bradee (2025), tale evoluzione segna il passaggio dal “controllo reattivo” a un project management proattivo, in cui l’Intelligenza Artificiale agisce come estensione cognitiva del project manager, ampliandone la capacità di percezione, analisi e valutazione delle decisioni.

Le proposte generate dai sistemi intelligenti richiedono una validazione consapevole da parte del project manager, che integra tali suggerimenti con l’esperienza, la conoscenza del contesto organizzativo e le considerazioni etiche e strategiche.

Il paradigma AI-driven si configura pertanto come una collaborazione strutturata tra uomo e tecnologia, orientata a migliorare la qualità delle decisioni senza delegare il governo del progetto ai sistemi automatizzati.

3.2. Modelli e Framework

La letteratura più recente sull’intelligenza artificiale applicata al project management propone diversi framework teorici volti a descrivere e sistematizzare le modalità con cui le organizzazioni possono integrare l’AI nei processi di gestione dei progetti.

Tali contributi non devono essere interpretati come strumenti alternativi o indipendenti, bensì come **approcci complementari** che affrontano il tema dell’AI nel PM da prospettive differenti: organizzativa, operativa e cognitiva.

Un primo contributo rilevante è rappresentato dal framework **AIPM-F (Artificial Intelligence Project Management Framework)**, proposto da Al-Sharafi et al. (2025), che definisce un **percorso strutturato di maturità organizzativa** per l’adozione dell’AI nel project management. Il modello descrive l’evoluzione delle organizzazioni attraverso cinque livelli progressivi: dalla fase iniziale di consapevolezza e alfabetizzazione sull’AI, alla valutazione della prontezza tecnologica e procedurale, fino alla progettazione dell’integrazione, dall’esecuzione controllata delle soluzioni e al miglioramento continuo tramite feedback e aggiornamento dei modelli.

L'elemento centrale del framework è l'enfasi sulla **maturità digitale e sulla governance**, considerate condizioni necessarie affinché l'AI produca valore reale e non introduca distorsioni decisionali, bias o inefficienze operative.

In una prospettiva più operativa e orientata all'esecuzione dei progetti, il framework **CogniSim**, presentato da Cinkusz et al. (2025), costituisce un'evoluzione significativa del concetto di integrazione AI-PM. CogniSim propone l'utilizzo di **sistemi multi-agent basati su modelli linguistici di grandi dimensioni**, in grado di simulare ruoli tipici dei team Agile (ad esempio Product Owner, Architect, Developer, QA Engineer) e di collaborare nella gestione di backlog, pianificazione e attività di testing. I risultati sperimentali riportati mostrano riduzioni dei tempi di completamento delle attività e una maggiore coerenza dei deliverable rispetto a team umani simulati, ovvero team modellati tramite regole e pattern decisionali derivati da dati storici di progetti reali, utilizzati come baseline comparativa negli esperimenti.

È importante sottolineare che tali simulazioni non implicano una sostituzione dei team reali, ma servono a valutare in modo controllato l'efficacia dei meccanismi di coordinamento e pianificazione automatizzata.

Un aspetto cruciale emerso da questo filone di ricerca riguarda la **dimensione decisionale**. Sebbene i sistemi multi-agent siano in grado di proporre ri-pianificazioni e adattamenti automatici in risposta al cambiamento delle priorità ma la validazione finale delle decisioni rimane affidata all'essere umano. Questo principio denominato "*human-in-the-loop*" risponde all'esigenza di mantenere responsabilità, giudizio contestuale e controllo etico nel processo decisionale, evitando una delega completa dell'autorità agli algoritmi. In questo senso, l'AI agisce come **facilitatore cognitivo** piuttosto che come decisore autonomo.

Un'ulteriore estensione concettuale è fornita dal **Team Diversity with Generative AI**, introdotto da Chan e Li (2025), che amplia l'attenzione dalla dimensione organizzativa e operativa a quella cognitiva e comportamentale, utilizzando sistemi di Intelligenza Artificiale generativa (GenAI) come strumento per potenziare la diversità cognitiva dei team.

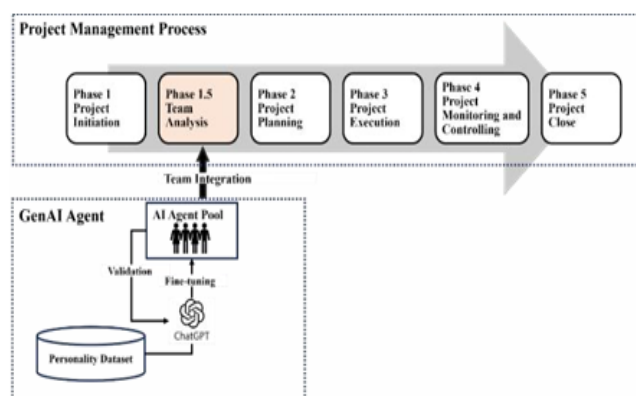


Figure 4. The project management framework empowered by GenAI agent

In questo modello, i sistemi di AI generativa vengono utilizzati per rafforzare la diversità cognitiva all'interno dei team di progetto, simulando differenti stili decisionali e tratti di personalità (ad esempio analitico, creativo, riflessivo o proattivo), ispirati ai Big Five Personality Traits. L'obiettivo non è sostituire le competenze umane, ma **complementarle**, riducendo bias decisionali, migliorando la qualità delle deliberazioni e favorendo soluzioni più robuste a problemi complessi. Questo approccio si collega direttamente al concetto emergente di **Agentic AI**, in cui l'intelligenza artificiale non si limita a generare contenuti o suggerimenti isolati, ma opera come insieme di agenti capaci di perseguire obiettivi, coordinarsi e adattarsi al contesto. Tuttavia, anche in questo scenario avanzato, il ruolo del project manager rimane centrale: egli assume la funzione di **orchestratore di intelligenze**, responsabile dell'allineamento tra obiettivi di progetto, valori organizzativi e decisioni suggerite dai sistemi intelligenti.

Nel loro insieme, questi framework delineano una visione coerente del **project management come sistema socio-tecnico cognitivo**, in cui l'AI supporta l'analisi, la previsione e la coordinazione, mentre l'essere umano mantiene il controllo decisionale e la responsabilità strategica.

L'integrazione dell'intelligenza artificiale nel PM non si configura quindi come una mera evoluzione tecnologica, ma come una trasformazione strutturale del modo in cui i progetti vengono concepiti, governati e realizzati.

3.3. L'AI come partner strategico nei processi di governance

L'integrazione dell'Intelligenza Artificiale nel Project Management non riguarda esclusivamente l'adozione di strumenti operativi avanzati, ma incide in modo sempre più significativo sui processi di governance del progetto. In tale prospettiva, l'AI modifica le modalità con cui vengono definite le priorità, allocate le risorse e supportate le decisioni manageriali, configurandosi non più come semplice tecnologia di automazione, ma come partner strategico a supporto della leadership.

Il Project Management Institute, nel documento *Shaping the Future of Project Management with AI* (PMI, 2023/2024), evidenzia come l'AI stia progressivamente assumendo il ruolo di facilitatore strategico, ovvero di sistema capace di affiancare il project manager nella gestione della complessità decisionale, nella valutazione delle alternative e nell'allineamento tra obiettivi operativi e strategici. In particolare, il PMI propone una distinzione tra diversi livelli di utilizzo della GenAI nei progetti, che spaziano dall'automazione delle attività a bassa complessità, al supporto analitico nei compiti decisionali intermedi, fino all'aumentazione delle capacità cognitive del project manager nelle decisioni strategiche ad elevata incertezza.

La Figura sotto illustra il livello di supporto che GenAI può fornire per specifiche attività di progetto, mappato in base alle dimensioni di complessità dell'attività e grado di intervento umano.

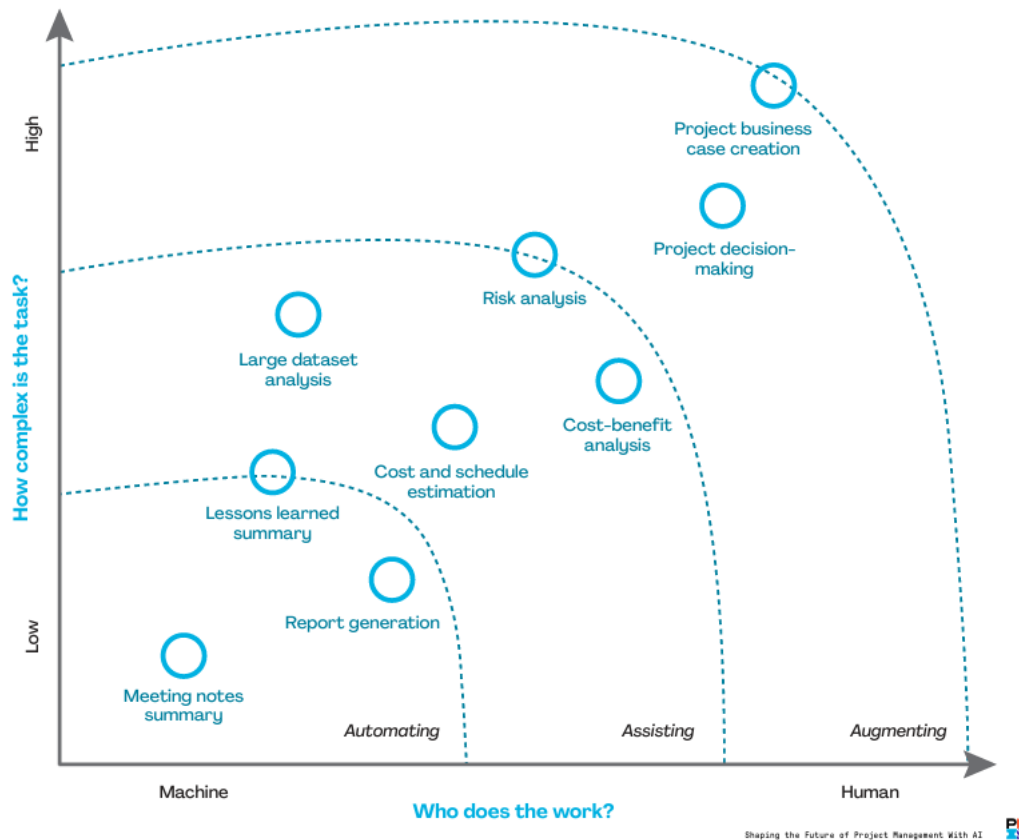


Figure 5. Distribution of Project Management Activities Between Artificial Intelligence and Human Intervention as a Function of Task Complexity

In questo quadro, l'adozione dell'AI si inserisce pienamente nel paradigma del Project Management 4.0, caratterizzato da un approccio data-driven, predittivo e sistemico, in cui l'analisi avanzata dei dati e l'integrazione di tecnologie intelligenti supportano la governance senza sostituire la responsabilità umana. L'AI agisce come estensione cognitiva del project manager, ampliandone la capacità di analisi e previsione, ma lasciando invariata la centralità del giudizio manageriale.

Bradee (2025) propone inoltre una AI Tools Roadmap, che definisce cinque step di adozione operativa:

1. Mappatura dei processi interni e individuazione dei task automatizzabili.
2. Integrazione progressiva di strumenti AI nei flussi di lavoro esistenti.
3. Formazione del personale sulla governance e sull'etica dell'AI.

4. Valutazione degli impatti tramite indicatori di successo (KPI).
5. Scalabilità del modello e adozione aziendale diffusa.

Questa roadmap, in linea con l'AIPM-F (AI-Powered Project Management Framework), sottolinea come l'Intelligenza Artificiale debba essere introdotta come componente sistemica del Project Management e non come supporto tecnologico isolato. L'adozione efficace dell'AI richiede infatti un'integrazione progressiva nei processi decisionali, accompagnata da adeguata formazione e da una governance coerente con i valori organizzativi.

L'analisi dei diversi contributi mostra una convergenza teorica verso un modello di Project Management intelligente (Smart PM), fondato su tre pilastri:

1. Data Intelligence – sfruttare il potenziale predittivo dei dati storici e in tempo reale.
2. Cognitive Collaboration – integrare agenti AI come membri attivi del team.
3. Strategic Alignment – utilizzare l'AI come leva per collegare obiettivi operativi e strategici.

In questa prospettiva, l'AI non è più vista come uno strumento, ma come partner decisionale, capace di sostenere il project manager nella gestione della complessità e nel mantenimento della visione d'insieme.

L'efficacia dell'integrazione, tuttavia, dipende da tre fattori critici: qualità dei dati, maturità organizzativa e competenze umane.

Come sottolinea Hofmann et al. (2024), “la vera sfida non è far funzionare l'AI, ma costruire un contesto in cui l'AI possa apprendere, adattarsi e creare valore condiviso”

3.4. Applicazioni pratiche e strumenti attuali di Project Management AI-based

L'integrazione dell'Intelligenza Artificiale nel Project Management non si esaurisce nei modelli teorici e nei framework concettuali descritti nelle sezioni precedenti, ma si manifesta in modo sempre più concreto attraverso l'adozione di strumenti e piattaforme già operative in numerosi contesti aziendali. Negli ultimi anni, il mercato delle soluzioni AI-based applicate alla gestione dei progetti ha registrato una crescita significativa, alimentata dall'esigenza di ridurre il carico amministrativo, migliorare la capacità di previsione e supportare decisioni manageriali in ambienti caratterizzati da elevata complessità e incertezza (Bradee, 2025).

A differenza delle prime applicazioni sperimentali, focalizzate prevalentemente sull'automazione di singole attività, le soluzioni attuali presentano un grado crescente di integrazione con i processi di Project Management esistenti. L'AI viene infatti incorporata all'interno dei flussi di lavoro, dei sistemi di pianificazione e delle piattaforme collaborative, configurandosi come componente funzionale del paradigma del Project Management 4.0, nel quale dati, processi e strumenti digitali concorrono alla gestione proattiva delle performance di progetto.

Dal punto di vista tecnologico, gli strumenti oggi disponibili combinano diverse capacità di Intelligenza Artificiale. In primo luogo, tali soluzioni implementano **meccanismi di automazione avanzata**, in grado di gestire attività ripetitive e a basso valore aggiunto, come la generazione di report periodici, l'aggiornamento dello stato di avanzamento e la sintesi delle comunicazioni di progetto. In secondo luogo, integrano **modelli di machine learning e analisi predittiva**, addestrati su dati storici, che consentono di individuare pattern ricorrenti, anticipare ritardi e supportare la valutazione dei rischi. Infine, l'impiego di **tecniche di Natural Language Processing e Large Language Models** rende possibile l'interazione conversazionale con i sistemi, semplificando l'accesso alle informazioni e migliorando la gestione della conoscenza.

Un elemento chiave che favorisce la diffusione di tali strumenti è la loro **integrazione con i software tradizionali di Project Management**, quali Microsoft Project, Jira, Trello, Asana, Monday.com e Smartsheet. Questa caratteristica consente alle organizzazioni di adottare l'AI in modo graduale, senza stravolgere i processi esistenti e senza introdurre discontinuità

operative significative. L'adozione progressiva risulta particolarmente rilevante nei contesti organizzativi maturi, nei quali il cambiamento tecnologico deve essere accompagnato da continuità procedurale e da adeguate attività di formazione.

All'interno di questo ecosistema applicativo, un ruolo di particolare rilievo è svolto da **PMI Infinity**, la piattaforma istituzionale introdotta dal Project Management Institute nel 2024. PMI Infinity è concepita come un *compagno cognitivo* per i project manager, basato su un modello linguistico addestrato su oltre 14.000 documenti ufficiali del PMI, comprendenti standard, guide metodologiche e report di ricerca. La piattaforma integra funzionalità di supporto conversazionale, generazione automatica della documentazione di progetto e AI coaching, contribuendo a rafforzare la coerenza tra pratica operativa e framework teorici. In questo senso, PMI Infinity non si limita a fornire suggerimenti puntuali, ma favorisce la diffusione di una cultura di **AI literacy**, sostenendo l'evoluzione delle competenze richieste nel Project Management contemporaneo (PMI, 2023/2024).

Un secondo esempio significativo è rappresentato dalla suite **Planview AI**, frequentemente citata in letteratura come strumento avanzato di *Decision Intelligence* per la governance di progetti complessi e portafogli di iniziative. Planview AI è progettata per supportare la pianificazione strategica e l'allocazione ottimale delle risorse attraverso funzionalità di *predictive scheduling*, analisi dei rischi e simulazione di scenari alternativi. In questo contesto, l'Intelligenza Artificiale opera come intelligenza integrativa, affiancando il project manager nella valutazione delle interdipendenze tra progetti, nell'analisi dei vincoli di capacità e nella gestione delle priorità organizzative, migliorando la trasparenza delle informazioni e la rapidità delle decisioni (Planview, 2024).

Accanto alle piattaforme specialistiche orientate alla governance, un numero crescente di strumenti generalisti di Project Management sta incorporando funzionalità di Intelligenza Artificiale, rendendo l'adozione tecnologica più accessibile anche alle piccole e medie imprese. Soluzioni come **Asana AI**, **Monday.com AI**, **ClickUp Brain**, **Notion AI** e **Microsoft Copilot** introducono meccanismi di sintesi automatica, rilevazione di anomalie, supporto alla pianificazione e generazione di contenuti a partire da input testuali. In particolare, l'integrazione di Copilot nella suite Microsoft 365 rappresenta un esempio di *AI embedded*, in cui le funzionalità intelligenti sono incorporate direttamente negli strumenti di produttività

quotidiana, riducendo le barriere all'adozione e favorendo un utilizzo continuativo dell'AI nei contesti di progetto.

Secondo Bradee (2025), l'impiego di tali strumenti consente una riduzione dei tempi dedicati al reporting fino al 30%, con un conseguente riallocazione del tempo del project manager verso attività a maggiore valore aggiunto, quali il coordinamento del team, la gestione degli stakeholder e la comunicazione strategica. Questo spostamento del focus operativo è coerente con l'evoluzione del ruolo del project manager nel Project Management 4.0, sempre meno orientato alla produzione di documentazione e sempre più coinvolto nei processi decisionali e di leadership.

Infine, stanno emergendo strumenti di **analisi cognitiva e supporto conversazionale** basati su Large Language Models, orientati al miglioramento della comunicazione e del knowledge management. Soluzioni come **Claude 3**, progettata secondo i principi della Constitutional AI, **Perplexity AI**, focalizzata sulla restituzione di risposte documentate e verificabili, e **Gamma AI**, dedicata alla trasformazione automatica di contenuti testuali in presentazioni visive, ampliano ulteriormente il perimetro applicativo dell'Intelligenza Artificiale nel Project Management. Questi strumenti delineano lo sviluppo di una dimensione di **Cognitive Communication**, nella quale analisi linguistica, comprensione semantica e storytelling intelligente supportano il coinvolgimento degli stakeholder e la condivisione efficace del valore di progetto.

Nel loro insieme, le applicazioni analizzate confermano che l'Intelligenza Artificiale ha superato la fase di semplice supporto operativo, affermandosi come componente strutturale degli strumenti di Project Management contemporanei. L'AI non sostituisce il project manager, ma ne amplia la capacità decisionale e cognitiva, contribuendo a rendere il Project Management più predittivo, adattivo e coerente con le esigenze di governance del contesto organizzativo attuale.

3.5. Intelligenza Artificiale nei processi chiave del Project Management e benefici misurabili.

La disponibilità di strumenti AI-powered si accompagna a un insieme crescente di evidenze sui benefici ottenibili nei processi chiave del Project Management. La letteratura analizzata riconosce che l'AI può contribuire a migliorare prestazioni misurabili e indicatori operativi, soprattutto quando applicata in aree in cui esistono dati storici, regolarità nei processi e possibilità di valutazione comparativa dei risultati. Ciò è coerente con l'impostazione del PMI, che suggerisce di collegare l'adozione della GenAI a competenze e benefici concreti, evitando un utilizzo generico o non finalizzato.

Diversi studi (Fridgeirsson et al., 2023; Bradee 2025; Planview 2024) concordano su alcuni benefici tangibili derivanti dall'introduzione dell'AI nei processi di gestione:

Area	Miglioramento osservato	Fonte
Schedule Management	Riduzione dei ritardi medi del 20–30 % grazie a previsioni più accurate	Fridgeirsson et al. (2023)
Cost Management	Ottimizzazione dei costi fino al 15 % per effetto di stime dinamiche	IJIEOR (2024)
Risk Management	Individuazione precoce dei rischi (+35 % rispetto ai metodi tradizionali)	MDPI Digital (2025)
Resource Utilization	Miglior bilanciamento carichi e riduzione turnover	Planview (2024)
Decision Quality	Maggiore rapidità e coerenza nelle scelte manageriali	Bradee (2025)

Un primo ambito di applicazione rilevante è lo **Schedule Management**. La pianificazione tradizionale, spesso fondata su stime deterministiche e su una rappresentazione “statica” del piano, può diventare vulnerabile in contesti ad alta variabilità, dove ritardi e cambiamenti

generano effetti a cascata. L'AI consente invece approcci più dinamici, basati sull'analisi di pattern storici e sulla capacità di aggiornare le previsioni in funzione di nuovi dati e segnali di progetto. In tale prospettiva, la gestione del tempo evolve verso una logica predittiva, nella quale il valore principale non è soltanto pianificare, ma anticipare criticità e supportare la ripianificazione adattiva in modo più informato.

Anche il **Cost Management** beneficia di modelli di previsione e di tecniche di rilevazione di anomalie: quando i costi vengono monitorati non solo come consuntivo, ma come serie di segnali correlabili a tempi, risorse e rischi, l'AI può supportare l'individuazione precoce di scostamenti e la valutazione di scenari alternativi. In questo contesto, l'AI rafforza la governance economica del progetto, soprattutto se integrata con processi decisionali chiari e con indicatori condivisi tra funzioni.

Nel **Risk Management**, l'AI assume un ruolo particolarmente rilevante quando consente di combinare fonti informative eterogenee e di analizzare indicatori che spesso non vengono utilizzati in modo sistematico nei modelli tradizionali. La capacità di correlare eventi, identificare pattern ricorrenti e suggerire azioni di mitigazione rafforza la gestione proattiva dei rischi. Tuttavia, come sottolineato dal PMI, la qualità dei risultati dipende dal contesto e dall'intervento umano, soprattutto quando i rischi sono legati a dinamiche organizzative, stakeholder o vincoli normativi che richiedono interpretazione e responsabilità manageriale.

Il **Quality Management** può essere supportato da AI in diverse forme, tra cui la verifica di coerenza dei deliverable, la standardizzazione della documentazione e l'identificazione di anomalie. In un contesto di Project Management 4.0, la qualità non è soltanto controllo ex post, ma diventa processo di miglioramento continuo alimentato da evidenze, feedback e tracciabilità. La tecnologia può rendere più tempestiva la rilevazione di non conformità o incoerenze, riducendo rework e aumentando la trasparenza verso gli stakeholder.

Infine, lo **Resource Management** rappresenta uno degli ambiti più complessi, soprattutto in contesti multi-progetto e multi-funzione. L'AI può contribuire a ridurre conflitti di assegnazione e sovraccarichi, supportando decisioni più coerenti con la capacità reale e con le priorità di portafoglio. Il valore, anche in questo caso, non risiede unicamente

nell'automazione, ma nella capacità di rendere visibili vincoli e trade-off che spesso restano impliciti, migliorando la qualità complessiva della governance.

Nel loro insieme, questi benefici quantitativi si accompagnano a un effetto qualitativo rilevante: la diffusione di una cultura decisionale più **data-driven**, in cui le scelte vengono motivate, giustificate e comunicate con maggiore coerenza. Il passaggio è coerente con la trasformazione descritta dal PMI: l'AI tende a liberare tempo da attività amministrative e ripetitive, consentendo al project manager di focalizzarsi su attività ad alto valore quali leadership, stakeholder engagement e governance strategica.

3.6- Condizioni abilitanti, limiti e barriere di adozione dell'AI nel Project Management

Nonostante i benefici descritti, la letteratura riconosce che l'adozione dell'Intelligenza Artificiale nel project management è accompagnata da criticità rilevanti di natura tecnica, organizzativa e culturale. Tali limiti evidenziano le condizioni di sostenibilità: l'AI genera valore quando esiste un contesto in cui può essere integrata, alimentata da dati e governata attraverso processi chiari.

Una prima barriera riguarda la **qualità e disponibilità dei dati**. Senza dati coerenti, completi e accessibili, l'AI produce output fragili, poco affidabili o difficilmente validabili. La governance AI-driven non è quindi un semplice problema di tool, ma dipende dalla maturità del sistema informativo e dalla capacità dell'organizzazione di gestire la qualità del dato come asset strategico. In assenza di questa condizione, l'AI rischia di amplificare rumore e incoerenze anziché produrre valore.

Un secondo limite frequente è la **mancanza di integrazione** tra sistemi e piattaforme. In molte organizzazioni, le informazioni di progetto sono distribuite tra strumenti differenti (pianificazione, procurement, qualità, CRM, reporting), spesso con logiche e formati non compatibili. L'AI può essere efficace solo se inserita in un ecosistema in cui i flussi informativi sono connessi e tracciabili; diversamente, produce analisi parziali o non aggiornate, riducendone l'utilità per la governance.

Accanto ai fattori tecnici, emergono barriere **culturali e organizzative**. Una parte dei project manager, soprattutto in contesti caratterizzati da approcci tradizionali, può percepire l'AI come perdita di controllo o come elemento opaco che riduce la trasparenza delle decisioni. La letteratura e i contributi istituzionali evidenziano quindi la necessità di formazione continua, sviluppo di competenze e costruzione di fiducia, affinché la collaborazione uomo-AI venga percepita come aumentazione delle capacità professionali e non come sostituzione.

Infine, un ulteriore limite è legato alla necessità di definire un perimetro chiaro di responsabilità e validazione. Anche quando i sistemi sono in grado di produrre suggerimenti e raccomandazioni, la responsabilità decisionale non può essere trasferita all'algoritmo. La governance efficace richiede quindi meccanismi di supervisione, criteri di controllo qualità degli output e una chiara distinzione tra ciò che può essere automatizzato e ciò che deve rimanere sotto controllo umano. Questo principio è coerente con l'impostazione del PMI: all'aumentare della complessità cresce la necessità di intervento umano, perché la decisione strategica implica contesto, valori e responsabilità.

3.7. Impatti organizzativi, di leadership ed etici dell'AI nel Project Management

L'introduzione dell'Intelligenza Artificiale nel Project Management non produce soltanto miglioramenti tecnici o un aumento dell'efficienza operativa, ma determina un cambiamento profondo nel modo in cui le organizzazioni lavorano, prendono decisioni e attribuiscono responsabilità. Nel contesto del project management 4.0, la gestione dei progetti assume sempre più le caratteristiche di un processo socio-tecnico, nel quale strumenti intelligenti, dati e persone cooperano per supportare decisioni più rapide, coerenti e verificabili. Il cambiamento non riguarda quindi soltanto le modalità di esecuzione delle attività, ma investe direttamente il modo in cui le decisioni vengono formulate, giustificate e governate all'interno dell'organizzazione.

Dal punto di vista organizzativo, l'adozione dell'Intelligenza Artificiale tende a favorire assetti di lavoro più integrati e trasparenti. L'uso di sistemi basati su dati condivisi, indicatori comuni e analisi predittive consente di rendere più evidenti le relazioni tra scelte operative, disponibilità delle risorse e risultati di progetto. Ciò consente di comprendere con maggior chiarezza come una decisione presa in una determinata area influisca sulle altre attività e sugli obiettivi complessivi. La maggiore chiarezza informativa facilita il coordinamento tra le funzioni coinvolte nel progetto e contribuisce a ridurre incomprensioni, ritardi decisionali e interventi correttivi tardivi. Tuttavia, questi benefici emergono solo in presenza di un adeguato livello di maturità organizzativa: senza processi strutturati, qualità dei dati e una cultura orientata alla collaborazione, l'Intelligenza Artificiale rischia di essere utilizzata in modo parziale o inefficace, senza generare un reale miglioramento delle prestazioni.

Parallelamente, l'uso dell'AI comporta una trasformazione significativa del ruolo del project manager e delle modalità di esercizio della leadership. Le funzionalità di automazione e analisi avanzata riducono il tempo dedicato ad attività ripetitive e di controllo manuale, consentendo al project manager di concentrarsi maggiormente su compiti a più alto valore aggiunto, come il coordinamento del team, la comunicazione con gli stakeholder e il supporto alle decisioni strategiche. In questo scenario, la leadership non si fonda più sulla capacità di controllare ogni singolo dettaglio operativo o di detenere l'informazione, ma sulla capacità di interpretare correttamente i risultati prodotti dai sistemi intelligenti e di utilizzarli in modo responsabile. Il project manager diventa un coordinatore di competenze e informazioni, chiamato a integrare l'intelligenza umana con le capacità analitiche dell'Intelligenza Artificiale e a garantire una visione complessiva del progetto. La leadership assume quindi una dimensione principalmente cognitiva e decisionale, nella quale contano il pensiero critico, la capacità di sintesi e la responsabilità delle scelte adottate.

Accanto agli impatti organizzativi e di leadership, l'adozione dell'Intelligenza Artificiale introduce rilevanti implicazioni di natura etica. In questo contesto, parlare di aspetti etici significa interrogarsi su come l'AI viene utilizzata nei processi decisionali e su quali conseguenze tali decisioni producono sulle persone e

sull'organizzazione. L'etica riguarda, in particolare, la correttezza delle decisioni supportate dagli algoritmi, la trasparenza dei criteri utilizzati, la prevenzione di trattamenti non equi e la chiara attribuzione delle responsabilità. Poiché le raccomandazioni fornite dall'AI si basano su dati e modelli, esiste il rischio che errori, distorsioni o informazioni incomplete influenzino le decisioni, con effetti diretti sui carichi di lavoro, sull'allocazione delle risorse e sul benessere dei team di progetto.

Di conseguenza, l'uso dell'Intelligenza Artificiale nel project management richiede che le decisioni rimangano sempre sotto il controllo umano. Anche quando i sistemi intelligenti forniscono analisi avanzate o indicazioni operative, la responsabilità finale delle scelte deve essere assunta dal project manager, che è chiamato a valutare il contesto, considerare le implicazioni organizzative e garantire la coerenza con i valori aziendali. L'etica, quindi, non rappresenta un elemento accessorio, ma una componente strutturale della governance del progetto: utilizzare l'AI in modo etico significa assicurare trasparenza, supervisione, possibilità di verifica e attenzione agli impatti sulle persone coinvolte.

In sintesi, l'Intelligenza Artificiale non sostituisce il ruolo del project manager né elimina la necessità del giudizio umano, ma ne rafforza la centralità e la responsabilità. L'AI diventa uno strumento di supporto che amplia la capacità decisionale e organizzativa, mentre il project manager mantiene il compito di governare il progetto in modo consapevole, responsabile e coerente con gli obiettivi strategici e i principi etici dell'organizzazione.

3.8. Futuri sviluppi, prospettive di ricerca e impatti strategici dell'AI nel Project Management

L'evoluzione dell'Intelligenza Artificiale nel Project Management non rappresenta un semplice avanzamento tecnologico, ma riflette un cambiamento profondo nel modo in cui i progetti vengono concepiti, governati e valutati. Dopo aver analizzato le applicazioni attuali, i benefici misurabili e le implicazioni organizzative ed etiche dell'AI, risulta necessario guardare alle traiettorie future della

disciplina, considerando sia l'impatto strategico sulle organizzazioni sia le principali direzioni di ricerca che stanno emergendo nella letteratura più recente.

Nel contesto attuale, il Project Management 4.0 costituisce il riferimento teorico e operativo più solido per interpretare questa trasformazione. Tale paradigma è caratterizzato da un approccio fortemente data-driven, nel quale le decisioni di progetto non si basano più esclusivamente sull'esperienza individuale o su valutazioni qualitative, ma sull'uso sistematico di dati reali, raccolti e analizzati lungo l'intero ciclo di vita del progetto. Essere data-driven significa, in pratica, utilizzare informazioni misurabili – come tempi di esecuzione, utilizzo delle risorse, costi, rischi e risultati passati – per orientare le scelte future, anticipare criticità e confrontare scenari alternativi.

In questo approccio, i dati non servono solo a verificare ciò che è già accaduto, ma diventano uno strumento attivo di supporto alle decisioni, consentendo una gestione più predittiva e adattiva dei progetti.

All'interno di questo scenario, è possibile distinguere due modalità principali di integrazione dell'Intelligenza Artificiale nel Project Management.

L'approccio AI-based che fa riferimento all'utilizzo dell'AI come insieme di strumenti a supporto dei processi tradizionali di gestione, ad esempio per l'automazione delle attività ripetitive, l'analisi dei dati storici o il miglioramento delle previsioni di tempo e costo. In questo caso, l'AI affianca il project manager senza modificare in modo sostanziale l'architettura della governance del progetto.

L'approccio AI-driven, invece, rappresenta una configurazione più avanzata, nella quale l'Intelligenza Artificiale diventa una componente strutturale del sistema di governo del progetto, contribuendo in modo continuativo all'orientamento delle decisioni e alla gestione della complessità, pur mantenendo la responsabilità finale in capo al project manager. Questa distinzione non è puramente teorica, ma riflette diversi livelli di maturità organizzativa e di integrazione dell'AI nei processi decisionali.

La letteratura più recente colloca queste evoluzioni all'interno di un dibattito più ampio che introduce il concetto di Project Management 5.0 come possibile sviluppo futuro della disciplina.

Questo paradigma emergente non si pone in contrapposizione al Project Management 4.0, ma ne rappresenta un'estensione, integrando alla dimensione digitale e data-driven una maggiore attenzione alla centralità della persona, alla sostenibilità e alla responsabilità sociale.

Nel Project Management 5.0, l'Intelligenza Artificiale non è interpretata soltanto come strumento di efficienza e ottimizzazione, ma come parte di un ecosistema che deve produrre valore condiviso, mantenendo un equilibrio tra automazione e giudizio umano, velocità decisionale e riflessione, prestazioni di progetto e benessere organizzativo.

Secondo il Project Management Institute, questo modello evolutivo si fonda su alcuni principi chiave, tra cui l'utilizzo sistematico dei dati a supporto delle decisioni, la collaborazione strutturata tra persone e sistemi intelligenti, la responsabilità e la trasparenza delle decisioni, la capacità di adattarsi in tempo reale ai cambiamenti e l'allineamento dei progetti agli obiettivi di sostenibilità e di benessere collettivo. In questa visione, l'AI può essere considerata un "motore cognitivo" del project management, mentre il project manager rimane il "centro valoriale" del sistema, responsabile della direzione, del contesto e delle conseguenze delle decisioni adottate.

Parallelamente all'evoluzione dei modelli teorici, la ricerca scientifica sta esplorando nuove direzioni che ampliano il potenziale dell'Intelligenza Artificiale nel Project Management. Tra queste, emerge l'interesse per sistemi più comprensibili e controllabili, capaci di rendere trasparenti i criteri su cui si basano le raccomandazioni algoritmiche. Un'altra area di sviluppo riguarda modelli più collaborativi e agentici, nei quali l'AI non si limita a fornire suggerimenti puntuali, ma supporta sequenze di attività, pianificazione e coordinamento in modo continuativo, sempre sotto supervisione umana. Ulteriore attenzione è dedicata alla definizione di standard condivisi e criteri di valutazione comuni, necessari per misurare in modo affidabile l'efficacia, i benefici e i rischi dell'adozione dell'AI nei processi di project management.

Queste tendenze stanno contribuendo alla nascita di un nuovo ambito interdisciplinare, nel quale competenze di management, analisi dei dati, ingegneria e scienze sociali si integrano per progettare sistemi intelligenti orientati al valore. In tale contesto, l'Intelligenza Artificiale sta trasformando anche le competenze richieste ai project manager, rendendo sempre più rilevante la capacità di interpretare dati complessi, comprendere il funzionamento dei modelli algoritmici e valutare le implicazioni organizzative ed etiche delle loro applicazioni.

Le organizzazioni che intendono trarre un vantaggio competitivo duraturo dall'AI dovranno quindi investire non solo in tecnologia, ma anche in formazione continua e in modelli di governance responsabili.

In conclusione, l'Intelligenza Artificiale non può più essere considerata un fenomeno sperimentale nel project management, ma rappresenta una trasformazione strutturale della disciplina. Il passaggio verso modelli data-driven consente di migliorare la qualità delle decisioni e di gestire la complessità in modo più efficace; l'evoluzione verso approcci ispirati al Project Management 5.0 richiama invece la necessità di mantenere l'essere umano al centro del processo decisionale.

Il futuro del project management non sarà determinato soltanto dalla potenza degli algoritmi, ma dalla capacità del project manager di governarli con consapevolezza, responsabilità e visione strategica.

III. Casi applicativi di AI nel Project Management

1. Caso 1 – Matisa e Planview LeanKit: “visibility and control” come leva di trasformazione del Project Management

Il caso Matisa è particolarmente utile perché mostra un passaggio spesso sottovalutato nei percorsi di adozione dell'AI nel Project Management: la costruzione delle condizioni abilitanti che rendono possibile un PM realmente “guidato dai dati”. Nel documento, la criticità iniziale non è descritta come mancanza di competenze tecniche o assenza di metodologie, ma come una combinazione di disorganizzazione, scarsa comunicazione e insufficiente collaborazione, che impediva all'azienda di consegnare in tempo ai clienti. La gestione dei progetti era basata su strumenti frammentati (fogli di calcolo complessi ed e-mail), con conseguente carenza di visibilità sullo stato di avanzamento: pochi avevano una comprensione chiara di cosa stesse accadendo, inclusi i livelli esecutivi.

In questo senso, il caso Matisa non va letto come “adozione di un software” fine a sé stessa, ma come trasformazione del sistema informativo di progetto: passare da dati dispersi e poco fruibili a una rappresentazione condivisa del lavoro, capace di supportare decisioni più tempestive. Il documento evidenzia l'adozione di Planview LeanKit tramite bacheche Kanban virtuali – ha consentito di aumentare la visibilità sullo stato delle attività, migliorare la collaborazione tra gruppi e produrre risultati misurabili (riduzione del ciclo medio e incremento della puntualità).

Questo caso si colloca in una fase “AI-based / data-driven” (abilitante): non sostituisce il giudizio umano, ma crea un ambiente in cui indicatori, storicità e trasparenza rendono possibile una governance più robusta.

La ragione per includerlo è quindi metodologica: molti approcci “AI-driven” falliscono non perché l'algoritmo sia “debole”, ma perché mancano dati affidabili, processi standardizzati e un “luogo” unico dove il progetto è rappresentato e discusso. Quanto descritto è la problematica che Matisa dichiara di voler risolvere.

1.1. La crisi della visibilità progettuale nei contesti industriali complessi

Matisa Materiel Industriel S.A. è presentata come azienda svizzera fondata nel 1945, pioniera nello sviluppo di macchine per la manutenzione e i servizi per treni e binari, con un portafoglio di macchinari ad alto valore e una vocazione all'esportazione globale. In contesti di questo tipo, la gestione progetti tende a essere naturalmente complessa: molte funzioni partecipano agli stessi deliverable, i passaggi di consegna (handoff) sono frequenti e il valore per il cliente dipende dalla coerenza tra progettazione, approvvigionamento, produzione, assemblaggio e interfaccia commerciale.

La fonte del caso descrive chiaramente che la difficoltà principale non era la mancanza di "lavoro", ma la mancanza di organizzazione e coordinamento: l'assenza di comunicazione e collaborazione efficace tra team rendeva complicato consegnare ai clienti nei tempi attesi. Questo passaggio è cruciale per un'analisi accademica: il ritardo non è letto come evento puntuale, ma come proprietà emergente di un sistema in cui il lavoro è "invisibile", quindi difficilmente governabile.

Un indicatore rilevante della criticità è la descrizione degli strumenti utilizzati: "solo fogli Excel complessi ed e-mail".

In un ambiente multiprogetto, questi strumenti tendono a produrre tre effetti noti nella letteratura sul PM data-driven:

- duplicazione e incoerenza delle informazioni,
- ritardi informativi (si scopre un problema quando è già esploso),
- dipendenza da poche persone "che sanno".

La fonte lo dice in modo esplicito: c'era scarsa visibilità su stato e progresso e "pochi sapevano cosa stava succedendo", inclusi i dirigenti.

Il caso sottolinea anche un aspetto spesso trascurato: la bassa qualità delle riunioni di avanzamento quando non esiste una base informativa condivisa.

Matisa riporta che i meeting di stato spesso terminavano senza una comprensione completa dello stato del lavoro. Questo elemento si collega direttamente al tema, discusso in precedenza, del passaggio da “controllo ex post” a forme più continue di monitoraggio: non basta riunirsi più spesso, se le informazioni sono frammentate o non affidabili.

1.2. Dalla diagnosi delle cause al bisogno di semplificazione e standardizzazione

Un punto di forza del caso è che la scelta tecnologica viene preceduta da una “root-cause analysis” e dalla mappatura dei processi per capire perché molti progetti risultassero in ritardo.

Il responsabile qualità e miglioramento continuo, Franck Lombardo, attribuisce le difficoltà a tre fattori:

- mancanza di trasparenza,
- pianificazione inefficiente
- comunicazione debole.

La fonte esplicita anche dove si generava l’attrito organizzativo: colli di bottiglia e disorganizzazione tra una “control tower” di coordinamento e gruppi come R&D e Sales, che producevano handoff tardivi e quindi ritardavano la consegna di valore al cliente.

Matisa voleva rendere i processi più controllabili e migliorare comunicazione, collaborazione e trasparenza attraverso principi **Lean**. In termini di coerenza con la revisione della letteratura, qui emerge una logica compatibile con i framework di maturità: prima si rende il flusso osservabile e governabile, poi si innestano componenti predittive più avanzate. Il documento non parla di modelli di apprendimento automatico, però descrive esattamente lo “strato organizzativo” che molti modelli considerano prerequisito: standardizzazione, visibilità, metriche, responsabilità.

1.3. La scelta di LeanKit: rendere il lavoro osservabile e discutibile “in tempo reale”

La soluzione adottata è Planview LeanKit, scelta per portare ordine in un flusso di lavoro descritto come caotico, fornendo visibilità approfondita sullo stato dei progetti e migliorando la collaborazione tramite bacheche Kanban virtuali.

LeanKit è uno strumento software di gestione visuale basato su **Kanban**. Aiuta i team a visualizzare il lavoro, limitare le attività in corso (WIP) e ottimizzare il flusso, supportando la metodologia Lean per migliorare l'efficienza e ridurre gli sprechi.

Secondo Franck Lombardo, la necessità era “portare le persone in un unico posto” per gestire i problemi in tempo reale.

Il documento introduce anche una motivazione tecnica specifica: LeanKit offriva una “visione bidimensionale” che rendeva più facile organizzare e modificare il lavoro, vedere milestone e KPI, e identificare ed escalationare problemi precocemente, prima che producessero ritardi. L'intelligenza, qui, non è “generazione di testo”, ma capacità di trasformare un insieme di attività in una rappresentazione navigabile, misurabile e governabile.

Un ulteriore elemento evidenziato è la possibilità di organizzare il lavoro attorno al critical path e di mantenere le attività “in traiettoria” per consegnare in tempi ragionevoli. Anche qui, senza inventare, puoi valorizzare l'idea accademica che la tecnologia diventa una “infrastruttura di governance”: se la dipendenza dalle e-mail produce disallineamento, una piattaforma condivisa riduce l'ambiguità e rende le scelte (priorità, blocchi, ritardi) esplicite e tracciabili.

1.4. Regole di flusso, disciplina operativa e meccanismi di accountability

Il caso non descrive solo un'implementazione tecnica, ma l'introduzione di regole operative che "disciplinano" il flusso. Matisa istituisce un vincolo: ogni scheda (card) creata in LeanKit deve attraversare la bacheca dall'inizio alla fine in sei settimane o meno. La logica dichiarata è ridurre la tendenza ad avviare nuovo lavoro senza concludere quello in corso e concentrare i team sui prodotti già in processo fino alla consegna al cliente.

Questo caso afferma anche che progetti, task e documenti associati diventano visibili sulle bacheche e seguono un processo standardizzato, stabilendo accountability, controllo e ownership.

I team si incontrano settimanalmente per rivedere le bacheche e discutere cosa serve per spostare il lavoro da una fase all'altra del processo produttivo.

Questo consente di argomentare che il sistema non sostituisce la governance umana, ma la rende più informata: le riunioni diventano più produttive proprio perché si basano su uno "stato del lavoro" condiviso e osservabile.

Infine, il case study segnala un aspetto di knowledge management: LeanKit conserva schede e allegati in un archivio documentale, creando una storia delle attività accessibile anche a persone senza accesso alla piattaforma. Questa storicizzazione è uno dei mattoni che, nella letteratura, supportano approcci successivi (analisi di trend, apprendimento organizzativo, comparazioni tra progetti).

1.5. Risultati misurabili: ciclo ridotto, puntualità aumentata e decisioni più informate

Sul piano della rapidità, la piattaforma ha contribuito a una riduzione di quattro settimane del ciclo medio. Sul piano della puntualità, Matisa ha creato un KPI per misurare la capacità di consegna in tempo: prima dell'adozione si attestava al 33% e, entro tre mesi, era già al 70%.

Il case study evidenzia inoltre che l'adozione è stata rapida: LeanKit è stato operativo in tre settimane e i membri del team sono stati formati in pochi minuti, accelerando l'adozione e producendo miglioramenti immediati nella comunicazione. Questo passaggio è utile per discutere una barriera tipica citata spesso nella letteratura (resistenza culturale / costi di formazione): nel caso specifico, la facilità di adozione appare come fattore abilitante.

Un elemento di governance esplicitamente citato è la maggiore visibilità per il Board of Directors, che ottiene informazioni sullo stato del lavoro utili per prendere decisioni più intelligenti su dove migliorare i processi, rimuovere colli di bottiglia e aumentare la velocità di consegna.

1.6. Cambiamento culturale e posizionamento del caso rispetto all'AI nel PM

Il documento analizzato afferma chiaramente che, pur essendo misurabili i benefici, il cambiamento più grande è culturale: le persone iniziano a lavorare in modo sincronizzato creando una base per il miglioramento continuo nel modo in cui l'azienda gestisce innovazione e impegni. La citazione di Franck Lombardo enfatizza che, per la prima volta, le persone comprendono obiettivi e priorità del cliente e come il proprio ruolo contribuisca a generare valore; inoltre, un maggiore controllo sui propri task aumenta il senso di scopo.

Questa parte è fondamentale per "far scopa" con la revisione della letteratura: molti autori insistono che l'adozione efficace di sistemi intelligenti non è solo un problema tecnico, ma un problema di cultura organizzativa, collaborazione uomo-tecnologia e governance.

Anche se il caso Matisa non descrive esplicitamente l'uso di algoritmi di machine learning o agenti autonomi, mostra un passaggio che spesso costituisce il prerequisito per l'AI-driven PM: la trasformazione del progetto in un oggetto osservabile, misurabile e governabile tramite dati condivisi.

In termini critici, questo caso può quindi essere presentato come fase abilitante: un esempio di come un'organizzazione costruisce trasparenza, standardizzazione, indicatori e storicità, elementi che la letteratura indica come necessari per introdurre successivamente modelli predittivi più avanzati. Il valore del caso, è dimostrare che l'innovazione nel PM non coincide sempre con "mettere un algoritmo", ma può consistere nel trasformare la governance del

lavoro affinché l'AI – quando introdotta – abbia dati e processi su cui realmente operare.

2. Caso 2 – Previsione dei tempi di progetto in edilizia con modelli predittivi basati su apprendimento automatico

2.1. Il ritardo come fenomeno ricorrente e i limiti della pianificazione deterministica

Nel settore delle costruzioni, lo scostamento tra durata pianificata e durata reale è considerato un problema ricorrente, con conseguenze dirette su costi, efficienza delle risorse, contenziosi contrattuali e reputazione verso gli stakeholder. Il lavoro analizzato parte da questa criticità, riportando che una quota elevata di progetti supera la durata prevista e che i ritardi producono effetti a catena su budget, produttività e soddisfazione degli attori coinvolti.

Il punto centrale non è soltanto che “si ritarda”, ma perché la previsione è difficile: i metodi tradizionali di pianificazione dei tempi, come il percorso critico e la tecnica PERT (**Program Evaluation and Review Technique**, tecnica che stima la durata delle attività di progetto usando tre valori (ottimistico, pessimistico, più probabile) e calcola una media ponderata per prevedere i tempi in modo più realistico) si basano su stime spesso influenzate dal giudizio esperto e faticano a rappresentare la natura dinamica dei progetti di costruzione, dove variabili esterne e condizioni operative cambiano nel tempo.

In questa prospettiva, la previsione della durata non è solo un esercizio di calcolo, ma un problema decisionale complesso: la stima iniziale condiziona contratti, risorse, strategie di approvvigionamento e gestione del rischio.

Il caso si inserisce quindi nel paradigma discusso nella revisione della letteratura: l'uso dell'intelligenza artificiale come supporto predittivo per ridurre l'incertezza e migliorare la qualità delle decisioni. In particolare, l'obiettivo dichiarato è sviluppare e valutare più modelli di apprendimento automatico al fine di prevedere la durata, identificare i fattori più influenti e confrontare i risultati con la stima ottenuta tramite percorso critico.

2.2. Costruzione del dataset: eterogeneità dei progetti e trasformazione dei dati in variabili utilizzabili

L'impianto empirico del caso è basato su dati storici relativi a **87 progetti** di edilizia commerciale completati tra **2018 e 2023**, localizzati principalmente in California. Il dataset include tipologie diverse di opere: uffici (32), sanità (23), istruzione (18) e retail (14). La dimensione economica varia da **5 a 150 milioni di dollari**, con durate pianificate tra **8 e 36 mesi** e durate effettive tra **9 e 45 mesi**; nel campione, 24 progetti risultano "in tempo" e 63 "in ritardo".

Questa articolazione mostra che la previsione non deve funzionare su un "classico progetto astratto", ma su iniziative con differente livello di complessità, vincoli normativi e modalità esecutive. Una tabella di dettaglio per categoria evidenzia differenze nelle medie di durata e negli scostamenti: ad esempio i progetti in ambito sanitario hanno durata pianificata media più elevata e ritardi medi maggiori rispetto ad altre categorie.

TABLE I: DATASET CHARACTERISTICS

Characteristic	Description
Number of projects	87
Time period	2018-2023
Project types	Office (32), Healthcare (23), Education (18), Retail (14)
Project value range	\$5M - \$150M
Planned duration range	8-36 months
Actual duration range	9-45 months
Schedule performance	On-time (24), Delayed (63)
Features collected per project	47

TABLE IA: DETAILED DATASET BREAKDOWN BY PROJECT TYPE

Project Type	Count	Avg. Value (\$M)	Avg. Planned Duration (months)	Avg. Actual Duration (months)	Avg. Delay (%)	On-time Projects (%)
Office	32	42.6	18.3	21.7	18.6	31.3
Healthcare	23	78.9	24.7	31.2	26.3	21.7
Education	18	35.4	16.1	18.9	17.4	33.3
Retail	14	12.8	11.2	12.8	14.3	28.6
Overall	87	46.2	18.5	22.3	20.5	27.6

Figure 6. Overview and Breakdown of the Project Dataset

La raccolta dei dati proviene da tre fonti: documentazione progettuale (contratti, piani, report di avanzamento), interviste con project manager e database ambientali ed economici. In termini applicativi, questo aspetto chiarisce che un modello predittivo non si fonda solo su tempi e costi, ma richiede informazioni organizzative e contestuali, coerentemente con la visione “data-driven” del project management.

La fase di preparazione del dataset prevede passaggi tecnici espliciti:

- gestione dei valori mancanti con metodo dei vicini più prossimi,
- trattamento dei valori anomali con intervallo interquartile,
- normalizzazione con min-max scaling
- codifica delle variabili categoriali con one-hot encoding.

Questa sequenza, pur essendo tecnica, ha un significato sostanziale: la qualità della previsione dipende dalla qualità del processo con cui i dati vengono resi comparabili, puliti e strutturati.

In origine vengono raccolte **47 variabili**; attraverso analisi di correlazione, eliminazione ricorsiva delle variabili meno utili e validazione con esperti di dominio, si arriva a **18 variabili chiave**.

Il lavoro descrive inoltre la creazione di variabili composte che sintetizzano aspetti complessi in indicatori utilizzabili: un indice di complessità del progetto, un rapporto di disponibilità delle risorse, un punteggio di allineamento tra stakeholder e un fattore di impatto meteo. Dal punto di vista del project management, queste variabili sono particolarmente rilevanti perché “traducono” concetti gestionali noti (complessità, risorse, stakeholder, contesto) in grandezze osservabili su cui costruire previsioni.

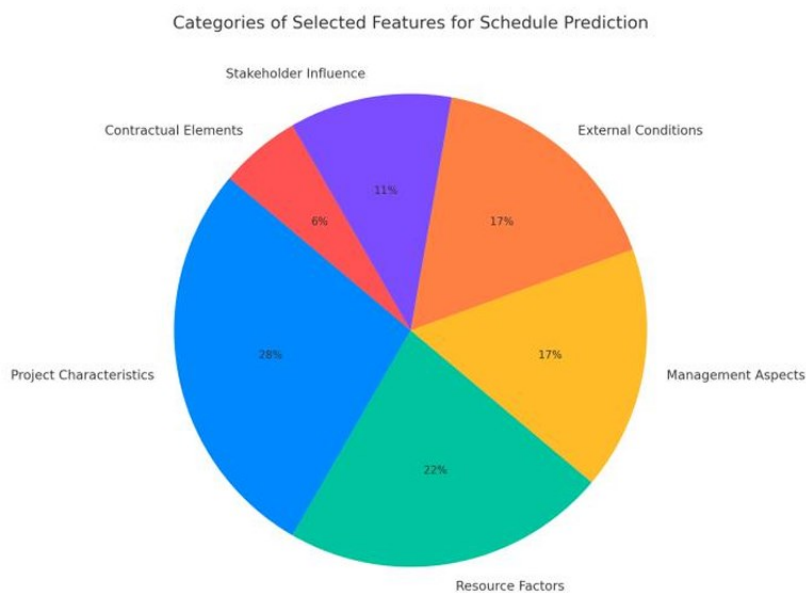


Figure 7. Overview and Breakdown of the Project Dataset

2.3. Modelli predittivi confrontati e logica di valutazione: accuratezza, errore e robustezza

Per il confronto con i metodi tradizionali, la ricerca ha sviluppato piani di progetto secondo il metodo del percorso critico (CPM), utilizzando gli stessi dati di input disponibili per diversi modelli di apprendimento automatico.

- **Regressione lineare:** utilizzata come modello di riferimento di base.
- **Albero decisionale:** in grado di cogliere relazioni non lineari tra le variabili.
- **Foresta casuale (Random Forest):** modello che combina più alberi decisionali per migliorare la stabilità e l'accuratezza delle previsioni.
- **Gradient Boosting Machine:** tecnica di ensemble sequenziale che costruisce modelli in serie, correggendo progressivamente gli errori.
- **Rete neurale:** architettura multilivello (perceptron multistrato) capace di rappresentare relazioni complesse tra i dati.
- **Modello ensemble:** combinazione pesata delle previsioni di Random Forest, Gradient Boosting e Rete Neurale. Il modello ensemble è stato realizzato con un approccio di stacking, utilizzando un meta-modello (regressione ridge) per integrare le previsioni dei singoli modelli.

L'elemento distintivo consiste nell'adozione dell'approccio "ensemble", realizzato con una logica di stacking: le previsioni di random forest, gradient boosting e rete neurale vengono combinate da un meta-modello basato su ridge regression.

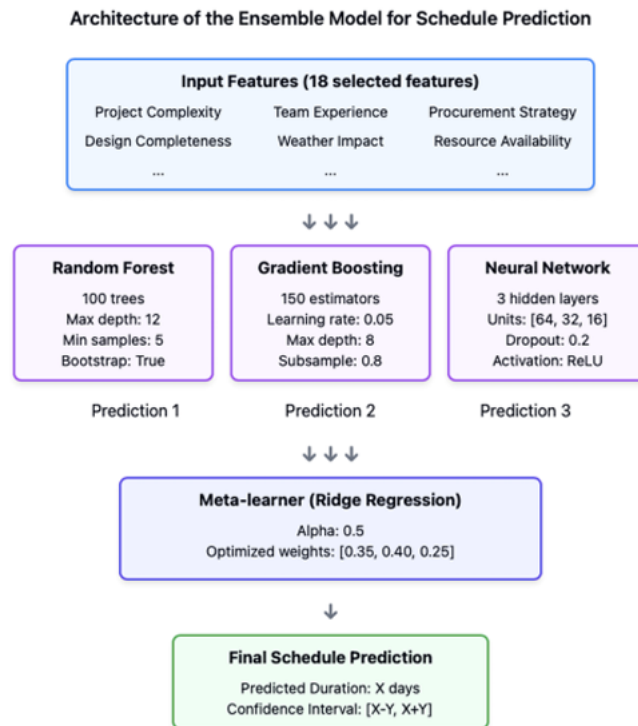


Figure 8. Overview and Breakdown of the Project Dataset

In termini di interpretazione per il project management, questa impostazione risponde a un problema pratico: modelli diversi “sbagliano” in modi diversi; combinarli può ridurre errori sistematici e aumentare stabilità, soprattutto quando i progetti sono eterogenei.

La valutazione è impostata in modo rigoroso: suddivisione del dataset in training (70%), validazione (15%) e test (15%), ottimizzazione degli iperparametri con grid search e cross-validation a 5 fold, e misurazione delle prestazioni con più indicatori.

Questa parte è utile da valorizzare perché dimostra che il risultato non deriva da un singolo esperimento “occasionale”, ma da un processo strutturato, coerente con un’adozione professionale di sistemi predittivi.

Per il confronto con i metodi tradizionali, lo studio costruisce anche piani basati su percorso critico usando gli stessi input disponibili ai modelli predittivi, così da avere un confronto coerente tra approccio deterministico e approccio basato sui dati.

2.4. Risultati quantitativi e lettura gestionale: accuratezza, costo computazionale e variabilità tra tipologie

I risultati mostrano in modo netto che il modello “ensemble” ottiene le prestazioni migliori su tutte le metriche considerate.

Nella tabella comparativa, l'**errore percentuale medio assoluto (MAPE)** passa da 21,5% (percorso critico) a 8,3% (ensemble), con riduzione anche di RMSE e MAE e incremento di R² fino a 0,92.

Model	MAPE (%)	RMSE (days)	R ²	MAE (days)
Linear Regression	18.7	42.3	0.65	36.9
Decision Tree	14.2	33.8	0.78	29.5
Random Forest	10.5	25.6	0.86	21.3
Gradient Boosting	9.7	23.4	0.88	19.8
Neural Network	9.2	22.1	0.89	18.5

Ensemble Model	8.3	19.7	0.92	16.4
CPM (Traditional)	21.5	47.6	0.59	43.2

Figure 9. Performance Comparison of Machine Learning Models

Lo studio riporta esplicitamente che ciò rappresenta un miglioramento del 27% in accuratezza rispetto alle stime tradizionali.

Un elemento particolarmente interessante è la distribuzione degli errori: il modello ensemble presenta la quota più alta di progetti con **errore sotto il 5%** (42%), mentre il metodo tradizionale (CPM) mostra una quota più alta di casi con errore oltre il 20% (35%).

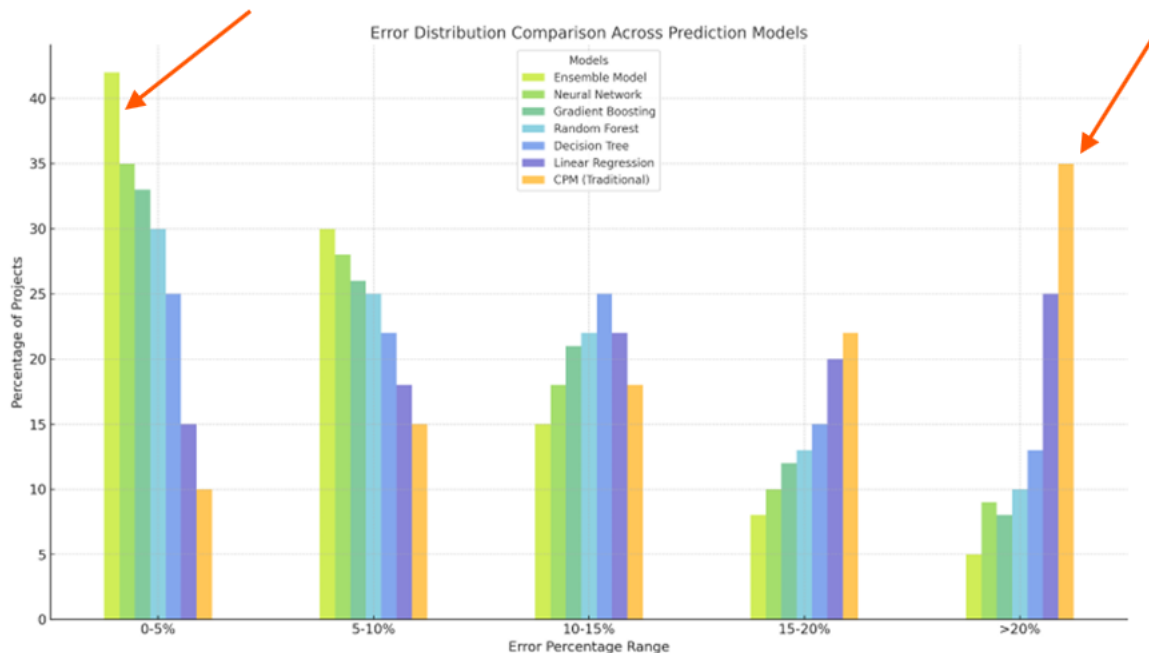


Figure 10. Error Distribution Comparison Across Prediction Models

Questa informazione è strategica perché, nella gestione reale, non è sufficiente migliorare la media: spesso sono gli “errori grandi” a generare scelte sbagliate (sottostima della durata, piani di risorse irrealistici, buffer insufficienti). Ridurre i casi estremi aumenta la qualità complessiva della governance del tempo.

Lo studio introduce inoltre un’analisi di efficienza computazionale, evidenziando un trade-off tra accuratezza e risorse richieste. Il modello ensemble, pur essendo il più accurato, richiede tempi di addestramento più elevati (84,2 s) e maggiore memoria (175 MB) rispetto a modelli più semplici; al contrario, la regressione lineare è molto leggera ma meno accurata. Per un’organizzazione, questo significa che l’adozione non è solo una decisione “tecnica”, ma anche organizzativa: disponibilità di infrastruttura, tempi di elaborazione accettabili e capacità di integrare il modello nei processi.

Dal lato interpretativo, lo studio analizza l’importanza delle variabili e conclude che la complessità del progetto, l’esperienza del team e la strategia di approvvigionamento hanno un impatto particolarmente significativo sulle prestazioni temporali; inoltre, variabili spesso enfatizzate in modo tradizionale, come tipologia contrattuale e budget iniziale, risultano relativamente meno influenti.

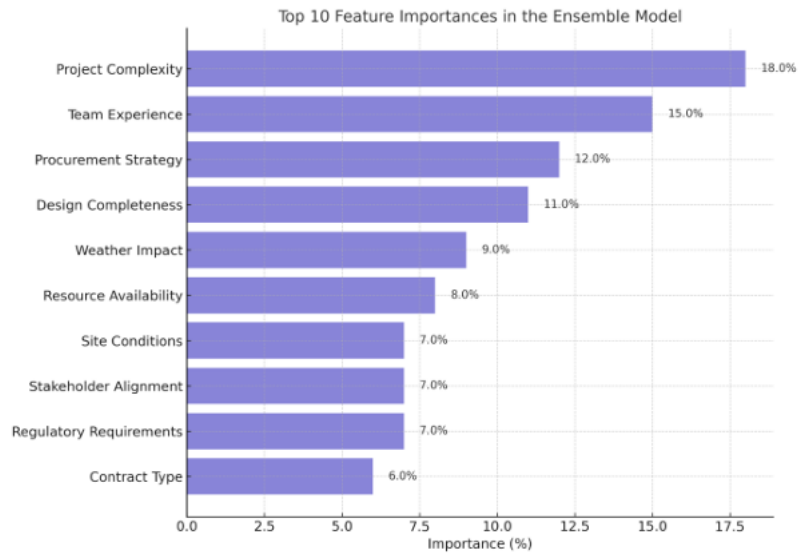


Figure 11. Top 10 Features Importance in The Ensemble Model

Questa evidenza è coerente con una visione del project management orientata ai processi decisionali e ai meccanismi di coordinamento: ritardi e scostamenti non derivano solo da vincoli contrattuali, ma da come complessità, competenze e scelte di procurement si combinano nella pratica.

Un ulteriore risultato riguarda la variabilità tra tipologie: i progetti sanitari mostrano errori più elevati per tutti i modelli, e anche nel modello ensemble il MAPE per tale categoria risulta superiore rispetto ad altre, con una distanza maggiore tra approccio predittivo e metodo tradizionale. Lo studio interpreta questa variabilità come effetto di requisiti normativi più complessi e integrazione di sistemi specializzati. Dal punto di vista applicativo, ciò suggerisce che modelli generali possono funzionare bene, ma alcune classi di progetto potrebbero richiedere specializzazione o dataset più ricchi.

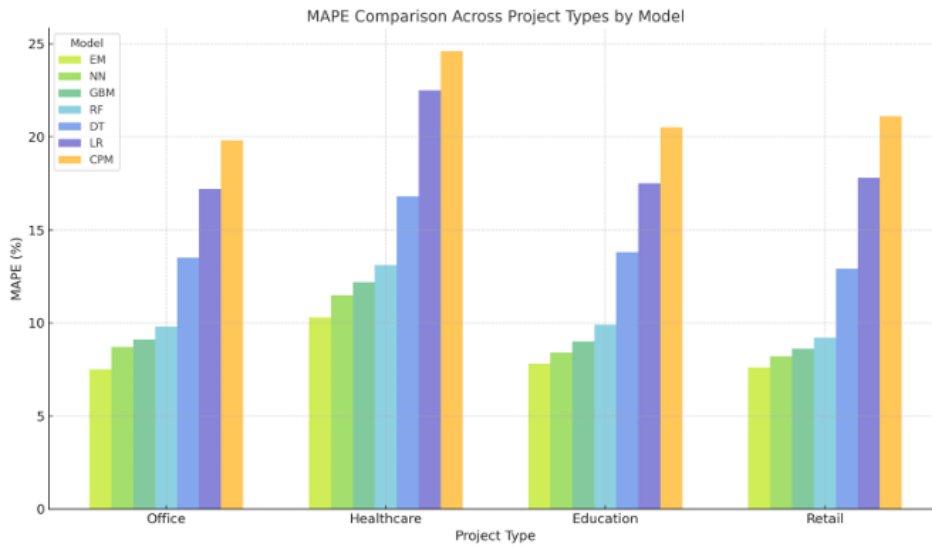


Figure 12. Top 10 Features Importance in The Ensemble Model

Infine, viene condotta un'analisi dei casi con errore superiore al 15%, identificando fattori ricorrenti: cambiamenti regolatori, modifiche progettuali, condizioni del sottosuolo non previste, carenze di manodopera o ritardi materiali, oltre a fattori esterni come meteo estremo.

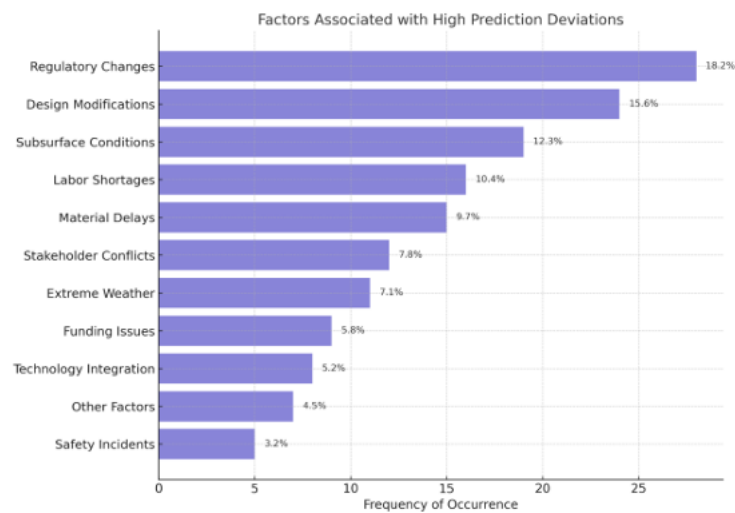


Figure 13. Factors Associated with High Prediction Deviations

Lo studio quantifica anche la presenza relativa di alcune categorie di fattori (ad esempio eventi esterni, problemi di risorse e modifiche di progetto) e sottolinea che molte grandi deviazioni sono associate a elementi difficili da catturare solo con dati storici. Questa parte è importante per collegare il caso alla gestione del rischio: un modello predittivo migliora la stima, ma deve convivere con incertezza “non modellabile” e con eventi rari.

2.5. Implicazioni operative, condizioni di adozione e limiti: come integrare la previsione nei processi di gestione

La discussione del caso propone implicazioni pratiche chiare. In primo luogo, l’approccio basato su apprendimento automatico viene presentato come supporto decisionale capace di migliorare la previsione delle tempistiche e quindi la qualità delle decisioni in pianificazione ed esecuzione, con indicazione che il miglioramento di accuratezza equivale a una riduzione sostanziale dell’incertezza temporale in un progetto annuale.

In secondo luogo, l’analisi dell’importanza delle variabili permette di individuare i principali fattori di rischio temporale su cui intervenire con misure mirate, anziché distribuire l’attenzione in modo uniforme.

Un terzo punto riguarda il miglioramento continuo: lo studio sottolinea che il modello può essere aggiornato con nuovi dati, aumentando la precisione nel tempo e adattandosi all’evoluzione delle condizioni di settore.

Questo implica un cambio culturale: non basta “usare” un modello, bisogna costruire una disciplina di raccolta dati e di apprendimento organizzativo, affinché ogni progetto concluso migliori la capacità di previsione dei successivi.

Sul piano implementativo, vengono segnalate condizioni e attenzioni. L’approccio richiede disponibilità di dati storici e protocolli standardizzati di raccolta delle informazioni. Inoltre,

l'articolo propone che tali strumenti non debbano sostituire i metodi tradizionali: il percorso critico rimane utile per la sequenza dettagliata delle attività e per la rappresentazione del piano, mentre la previsione predittiva può affiancarlo migliorando la stima di durata e l'aggiornamento delle aspettative. Viene anche richiamata la necessità di formazione per interpretare correttamente gli output e comprenderne i limiti, evitando un uso "automatico" e acritico.

Lo studio esplicita, infine, i limiti principali: dataset concentrato in una specifica area geografica, possibile ridotta trasferibilità a contesti con pratiche differenti, rischio che l'evoluzione del settore introduca variabili non presenti nello storico, difficoltà nel rappresentare eventi eccezionali rari e inevitabili criticità di qualità dei dati nonostante il pretrattamento.

Questi limiti sono rilevanti per una lettura accademica perché evitano una narrazione "tecnologica" eccessivamente ottimistica: l'approccio migliora la previsione, ma non elimina la necessità di giudizio e gestione del rischio.

Le direzioni future proposte includono: ampliamento del dataset a più regioni, integrazione di dati di monitoraggio in tempo reale per aggiornare dinamicamente le previsioni, modelli specializzati per tipologie di progetto più difficili, uso dell'elaborazione del linguaggio naturale sulle comunicazioni per incorporare fattori qualitativi, e uso di tecniche di trasferimento di apprendimento per contesti con storico limitato. Questo insieme di sviluppi rende il caso coerente con un'evoluzione verso un project management sempre più predittivo e adattivo.

3. Caso 3 – Fluor e IBM Watson: diagnostica predittiva e governo dei megaprogetti EPC

3.1. Complessità dei megaprogetti e limiti del controllo tradizionale

I megaprogetti EPC (engineering, procurement, fabrication and construction) rappresentano uno dei contesti più critici per il project management. Essi coinvolgono investimenti di capitale molto elevati, un numero significativo di attori distribuiti a livello globale, catene di

fornitura complesse e una quantità estremamente ampia di dati tecnici, economici e operativi che evolvono nel tempo. In tali contesti, il rispetto di tempi e costi non dipende da singole decisioni isolate, ma dall'interazione dinamica di migliaia di variabili e interdipendenze distribuite lungo l'intero ciclo di vita del progetto.

Fluor, multinazionale attiva nei settori energia, chimica, minerario e industriale, opera abitualmente in queste tipologie di progetti, dove i metodi tradizionali di monitoraggio basati su report periodici, indicatori statici e controllo ex post mostrano limiti strutturali. In particolare, l'ampiezza dei dataset, la varietà delle fonti informative e la rapidità con cui cambiano le condizioni operative rendono difficile per il project manager mantenere una visione aggiornata e coerente dello "stato di salute" del progetto.

In questo scenario, il problema centrale non è la mancanza di dati, **ma l'eccesso di dati non integrati e non interpretabili in tempo utile**. Il rischio è che segnali deboli di deviazione su costi o tempi emergano troppo tardi, quando le possibilità di intervento correttivo sono già ridotte. Il caso Fluor nasce esattamente da questa esigenza: trasformare grandi volumi di dati eterogenei in informazioni predittive utili per il governo dei megaprogetti.

3.2. La strategia data-centrica di Fluor e l'introduzione dell'analisi predittiva

Per affrontare queste criticità, Fluor ha intrapreso un percorso di trasformazione data-centrica, finalizzato a valorizzare il patrimonio informativo accumulato in decenni di esperienza su progetti complessi. L'obiettivo era potenziare le competenze del project manager attraverso strumenti capaci di analizzare sistematicamente dati storici e dati di progetto in tempo quasi reale.

La collaborazione con **IBM** (International Business Machines Corporation), una delle principali aziende globali nel settore della tecnologia e dell'informatica, ha portato allo sviluppo di sistemi basati su tecnologie di intelligenza artificiale e analisi avanzata, progettati per monitorare e prevedere l'andamento dei megaprogetti lungo tutte le fasi EPC.

Il principio alla base è l'integrazione tra competenza di dominio e capacità algoritmica:

l'analisi dei dati non è guidata esclusivamente da correlazioni statistiche, ma da modelli semantici che riflettono la struttura reale dei progetti EPC.

Questo approccio consente di fondere migliaia di punti dati provenienti da pianificazione, approvvigionamenti, esecuzione, supply chain e mercato, creando una base informativa unificata su cui costruire modelli predittivi e diagnostici. In termini di project management, **si passa da una logica di controllo reattivo a una logica di anticipazione delle criticità.**

3.3. Sistemi di diagnostica predittiva e analisi delle dinamiche di progetto

Il cuore della soluzione sviluppata da Fluor è rappresentato da due sistemi complementari. Il primo è un sistema di diagnostica dello stato dei progetti EPC, progettato per valutare in modo continuo la “salute” del progetto e individuare segnali precoci di potenziali deviazioni su costi, tempi e performance complessiva. Questo sistema analizza pattern storici e tendenze ricorrenti per stimare la probabilità di eventi critici, come ritardi di avanzamento o incrementi di costo.

Il secondo sistema è focalizzato sull'analisi delle dinamiche di mercato e della spesa, con l'obiettivo di comprendere come fattori esterni – quali condizioni di mercato, fluttuazioni dei prezzi e comportamenti della supply chain – possano influenzare l'andamento del progetto. L'integrazione di questi due livelli consente di collegare le prestazioni interne del progetto con il contesto esterno in cui esso opera.

Dal punto di vista funzionale, questi sistemi non si limitano a fornire indicatori sintetici, ma supportano il project manager nell'identificazione delle dipendenze critiche tra attività, nella valutazione degli impatti potenziali di cambiamenti e nella comprensione delle cause profonde delle deviazioni. In questo senso, l'intelligenza artificiale agisce come strumento diagnostico avanzato, capace di supportare analisi che sarebbero difficilmente realizzabili manualmente.

3.4. Supporto alle decisioni e interazione uomo-sistema

Un elemento distintivo del caso Fluor è l'attenzione all'interazione tra sistemi intelligenti e decisori umani. I risultati delle analisi predittive non vengono presentati come output tecnici isolati, ma come evidenze integrate in un'interfaccia cognitiva che consente al project manager di interrogare i dati, esplorare scenari e comprendere le implicazioni delle possibili decisioni.

L'uso di modelli semantici di dominio permette al sistema di fornire spiegazioni e sintesi comprensibili, facilitando l'interpretazione dei risultati e riducendo il rischio di decisioni basate su output "opachi". Questo aspetto è particolarmente rilevante in contesti di megaprogetto, dove la responsabilità decisionale rimane in capo ai manager e dove la trasparenza delle informazioni è un requisito essenziale.

In termini di governance, il sistema supporta attività chiave del project management avanzato, quali l'analisi delle stime, la valutazione delle previsioni, la gestione del rischio e l'analisi del percorso critico. L'intelligenza artificiale non sostituisce questi processi, ma li rafforza fornendo una base analitica più ampia e tempestiva.

3.5. Impatti organizzativi e valore per il project management

L'introduzione di sistemi di diagnostica predittiva ha un impatto che va oltre il singolo progetto. Fluor può sfruttare il proprio storico globale di dati e l'esperienza distribuita della forza lavoro per migliorare la prevedibilità e l'efficienza su scala aziendale. Questo consente una maggiore certezza nei confronti dei clienti e una migliore protezione degli investimenti di capitale.

Dal punto di vista del project management, il valore principale risiede nella capacità di individuare criticità in fase precoce, quando le azioni correttive sono ancora efficaci e meno costose. Inoltre, l'analisi sistematica delle cause e degli impatti dei cambiamenti consente di passare da una gestione basata su reazioni a una gestione basata su evidenza e previsione.

Il caso Fluor dimostra anche come l'adozione dell'intelligenza artificiale richieda un'evoluzione delle competenze: il project manager assume sempre più il ruolo di interprete

dei dati e orchestratore di decisioni supportate da sistemi intelligenti, in linea con il paradigma del project management guidato dai dati discusso nella revisione teorica.

3.6. Inquadramento critico e coerenza con il paradigma AI-driven

Il caso Fluor rappresenta un esempio avanzato di project management AI-driven applicato a megaprogetti complessi. A differenza di approcci limitati all'automazione o alla previsione di singole variabili, la soluzione descritta integra analisi predittiva, diagnostica e supporto decisionale in un sistema coerente di governance del progetto.

L'intelligenza artificiale opera come estensione cognitiva del project manager, ampliando la capacità di analisi e anticipazione senza sostituire la responsabilità umana. Questo rende il caso particolarmente coerente con i framework teorici discussi in precedenza, in cui l'AI viene concepita come abilitatore strategico di decisioni più informate, trasparenti e tempestive.

Nel complesso, il caso Fluor evidenzia come l'adozione dell'intelligenza artificiale nel project management non sia semplicemente una scelta tecnologica, ma una trasformazione strutturale del modo in cui i progetti vengono monitorati, interpretati e governati, soprattutto nei contesti di massima complessità.

IV. Fedegari come caso di studio: applicazioni dell'Intelligenza Artificiale nel Project Management

1. Fedegari: contesto aziendale e natura progettuale delle commesse

Fedegari opera nel settore delle macchine che offrono soluzioni per sterilizzazione e biodecontaminazione, con un posizionamento consolidato in ambito farmaceutico e life science e un'offerta che comprende macchinari e servizi lungo il ciclo di vita delle apparecchiature.

In tale contesto, la commessa non assume la forma di un prodotto standard replicabile, bensì quella di una soluzione ingegneristica fortemente **personalizzata**, progettata e realizzata internamente **sulla base di requisiti specifici del cliente**. Questa impostazione, tipica di un modello Engineering-to-Order, ha una conseguenza rilevante per la gestione: la variabilità tra commesse è elevata e il "progetto" diventa l'unità fondamentale di lavoro.

La complessità non è soltanto tecnica. Le soluzioni si inseriscono in contesti regolati, dove requisiti normativi, documentazione, qualifiche e vincoli di conformità incidono direttamente su tempi qualità e modalità operative.

Inoltre, il numero di stakeholder coinvolti è ampio: oltre al cliente e ai suoi referenti, il progetto coinvolge in modo trasversale funzioni interne quali ingegneria meccanica, automazione, qualità, produzione/assemblaggio, collaudo, logistica, service e talvolta integratori locali. La conseguenza è che la performance di progetto dipende in modo significativo dalla capacità di coordinamento tra funzioni e dalla qualità dei flussi informativi.

In un ambiente di questo tipo, i progetti presentano spesso caratteristiche tipiche dei "sistemi complessi": molte attività sono interdipendenti, alcune appartengono al percorso critico, altre dipendono da decisioni del cliente e altre ancora dipendono da capacità produttive e disponibilità delle risorse. La pianificazione non può essere un esercizio: deve essere costantemente riallineata in funzione di vincoli, decisioni e progressi reali.

Questa dinamica rende evidente il valore di una disciplina di project management strutturata, capace di governare non solo l'avanzamento, ma anche priorità, rischi e comunicazione.

Un'ulteriore caratteristica del contesto Fedegari, particolarmente rilevante ai fini di questo lavoro di tesi, riguarda la crescita e la trasformazione organizzativa legata all'evoluzione di mercato. La transizione da una logica più artigianale e prodotto-centrica a una logica orientata alla commessa e alla soluzione ha richiesto l'introduzione di ruoli e pratiche specifiche di project management, nonché strumenti digitali di supporto in grado di aumentare visibilità e coordinamento. Questo passaggio è coerente con quanto osservato nel percorso di "cambiamento culturale" che ha accompagnato l'evoluzione dell'azienda verso una gestione più strutturata delle commesse.

In sintesi, Fedegari rappresenta un caso di studio particolarmente adatto per analizzare l'integrazione tra project management e tecnologie digitali: da un lato per la natura complessa e personalizzata dei progetti, dall'altro per la necessità di strumenti che riducano la latenza decisionale, rendano trasparenti i carichi di lavoro e consentano una gestione più proattiva. Su queste basi si innesta l'evoluzione verso l'uso di piattaforme di gestione del lavoro e, più recentemente, verso l'adozione di funzionalità "intelligenti" e automatizzate a supporto del project manager.

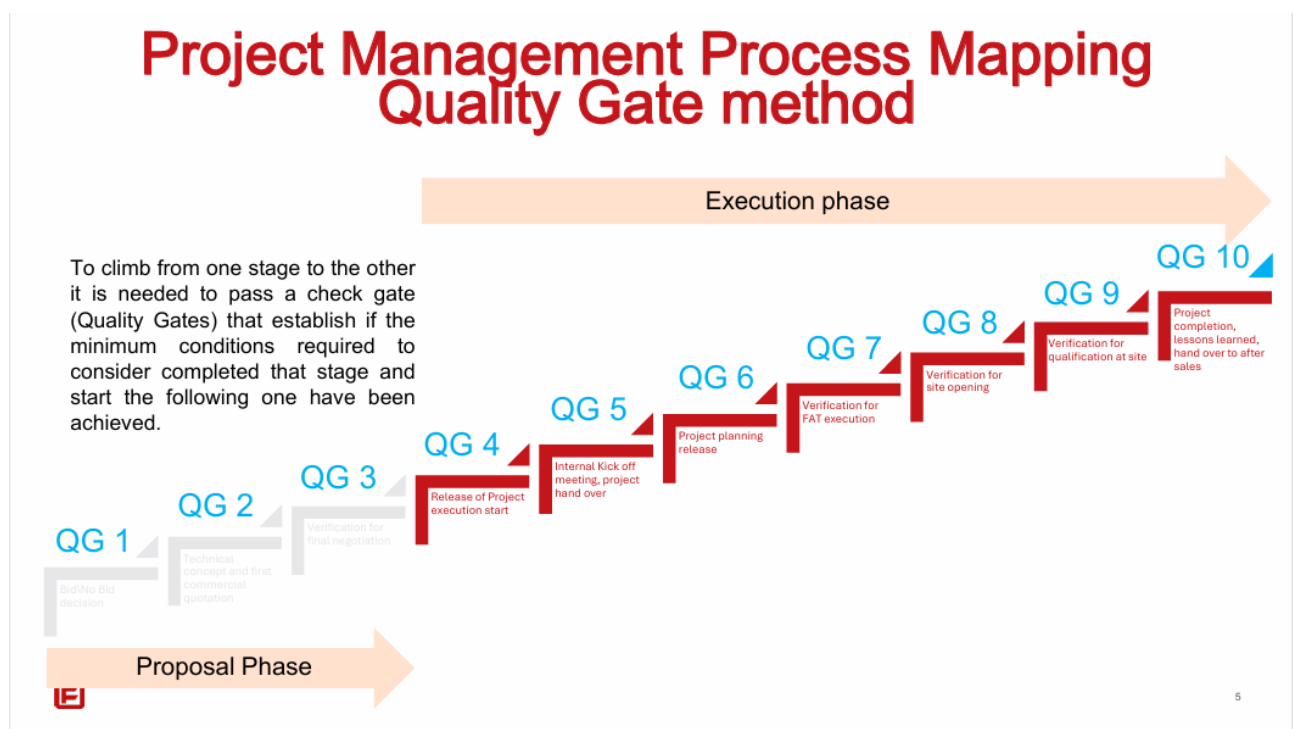
2. Il Project Management in Fedegari: ruolo, processi e criticità operative

L'introduzione e il consolidamento del project management in Fedegari si inseriscono nel contesto tipico delle organizzazioni industriali su commessa, caratterizzate da un'elevata complessità operativa, da una forte interdipendenza tra funzioni e dalla necessità di garantire coerenza tra requisiti contrattuali e attività esecutive. In questo scenario, il project manager assume il ruolo di figura trasversale, responsabile dell'integrazione tra le diverse funzioni aziendali e del mantenimento di un allineamento continuo tra obiettivi di progetto, vincoli tecnici e aspettative del cliente.

All'interno di una struttura organizzativa a matrice, per sua natura più o meno "debole", il project manager non dispone di un controllo gerarchico diretto sulle risorse, ma esercita una

responsabilità di coordinamento che richiede competenze non soltanto tecniche, bensì anche **relazionali, organizzative e decisionali**. Il valore del ruolo risiede quindi nella capacità di prevenire disallineamenti, ridurre la frammentazione informativa e garantire che le decisioni critiche non restino bloccate all'interno di silos funzionali.

Un elemento centrale del modello di project management adottato in Fedegari è la strutturazione del ciclo di vita del progetto in fasi successive, separate da **Quality Gate** che regolano il passaggio da una fase all'altra. Tali gate rappresentano momenti formali di verifica, nei quali viene valutata la disponibilità delle informazioni minime necessarie per procedere con l'avanzamento del progetto, dalla fase commerciale fino alle attività di collaudo e consegna.



In un'organizzazione su commessa, uno dei momenti più delicati del ciclo di progetto è rappresentato dal passaggio tra la fase commerciale e la fase esecutiva (da QG3 a QG4). In questa transizione devono essere trasferite in modo completo e utilizzabile informazioni critiche, quali lo scopo di fornitura, i requisiti e i vincoli del cliente, le logiche di accettazione, la documentazione prevista, le milestone di riferimento (Factory Acceptance Test,

spedizione, installazione e qualifiche) e le condizioni contrattuali che incidono su tempi e priorità operative. La qualità di questo handover iniziale determina in modo significativo la capacità del project manager di avviare rapidamente la pianificazione e di attivare il team di progetto in modo efficace.

Nei contesti reali emerge con frequenza una criticità definibile come **“latenza di avvio”**: anche quando il progetto è formalmente assegnato al project manager, l’attivazione delle prime attività operative può risultare rallentata dalla mancanza di documentazione completa, dalla necessità di chiarimenti tecnici o dalla difficoltà di tradurre tempestivamente l’ordine cliente in un piano di lavoro strutturato. Nel caso Fedegari, tale criticità assume particolare rilevanza poiché alcune attività iniziali, in particolare quelle di natura ingegneristica e documentale, risultano fortemente vincolanti e, se posticipate, generano effetti a cascata sulle fasi successive di approvvigionamento, produzione e collaudo.

In questo contesto, il ruolo del project manager non si limita al monitoraggio dell’avanzamento, ma comprende la responsabilità di presidiare l’intero perimetro di progetto, fungendo da punto di riferimento unico per il cliente e per le funzioni interne. Lo **scopo del Project Management** in Fedegari include infatti attività di pianificazione, coordinamento interfunzionale, gestione dei rischi e delle deviazioni, controllo delle milestone e consolidamento delle informazioni di progetto, come sintetizzato nello schema seguente.

Scope of the Project Management



La combinazione tra complessità organizzativa, presenza di attività vincolanti e necessità di garantire continuità informativa rende evidente come la sola gestione “manuale” del progetto risulti insufficiente. In questo scenario, la capacità del project manager di rendere visibili le attività critiche, anticipare i colli di bottiglia e coordinare funzioni condivise diventa un fattore determinante di successo, ponendo le basi per l’adozione di strumenti e pratiche di gestione sempre più strutturate e orientate ai dati.

3. La digitalizzazione come infrastruttura necessaria per il Project Management su commessa

Nel contesto Fedegari, la gestione del progetto si colloca in un ambiente caratterizzato da un **elevato numero di commesse parallele**, da **funzioni condivise tra progetti differenti** e dalla presenza di **attività vincolanti** che richiedono un’attenta sincronizzazione temporale e una definizione chiara delle priorità. In tali scenari, la digitalizzazione non può essere interpretata come un semplice supporto operativo o come un elemento di “comodità” per il project manager, ma assume il ruolo di **infrastruttura abilitante** per rendere la gestione del lavoro ripetibile, trasparente e scalabile.

In assenza di strumenti digitali strutturati, il coordinamento tra funzioni tende infatti a basarsi su comunicazioni informali, e-mail e conoscenza tacita, modalità che risultano inefficaci quando il numero di progetti cresce e le interdipendenze aumentano.

In un contesto multi-commessa, il rischio non è soltanto la perdita di informazioni, ma soprattutto la **latenza decisionale**: attività che vengono avviate in ritardo, priorità che non sono condivise e problemi che emergono solo quando l'impatto sul percorso critico è ormai significativo. La necessità di strumenti digitali emerge in particolare in tre ambiti fondamentali. In primo luogo, la **gestione multi-progetto** richiede una visione aggregata e aggiornata delle attività in corso: pianificazione e monitoraggio devono potersi basare su informazioni condivise e accessibili, non su ricostruzioni manuali. In secondo luogo, la presenza di attività di tipo "gating", soprattutto in ambito ingegneristico e documentale, richiede **visibilità e tracciabilità**, poiché ritardi o ambiguità su tali deliverable generano effetti a cascata su approvvigionamenti, produzione e collaudo. Infine, nei progetti regolati da milestone di accettazione e test (come il Factory Acceptance Test), **documentazione e qualità esecutiva** non sono elementi accessori, ma componenti integranti del valore percepito dal cliente.

È all'interno di questo quadro che si colloca l'adozione di una piattaforma di gestione del lavoro come **Asana**, intesa non come semplice strumento di task management, ma come **ambiente di orchestrazione del lavoro**, nel quale attività, responsabilità, scadenze e decisioni vengono rese esplicite, condivise e monitorabili. La digitalizzazione diventa quindi la base strutturale su cui costruire un Project Management più affidabile e meno dipendente da interventi reattivi.

4. Asana in Fedegari: coordinamento, tracciabilità e standardizzazione operativa

L'adozione di Asana come strumento di supporto al Project Management in Fedegari risponde all'esigenza di **trasformare la complessità operativa in lavoro osservabile e governabile**. Attraverso la rappresentazione delle commesse in termini di task e sotto-task, con assegnatari, scadenze e commenti, il project manager può costruire un piano operativo che risulta al tempo stesso condivisibile, aggiornabile e verificabile nel tempo.

Un primo beneficio concreto riguarda la **trasformazione delle attività implicite in attività esplicite**. Nel lavoro su commessa, molte azioni rischiano di rimanere affidate al passaparola o a comunicazioni frammentate; la formalizzazione in task con un responsabile e una data rende invece immediatamente visibili priorità, dipendenze e ritardi potenziali. Questo non elimina la complessità intrinseca dei progetti, ma riduce in modo significativo la probabilità che un'attività critica resti invisibile fino a quando diventa un problema.

Un secondo beneficio riguarda la **memoria organizzativa**. In contesti nei quali i team lavorano su più progetti in parallelo e le interazioni con il cliente sono frequenti, diventa facile perdere il rationale di alcune decisioni. La possibilità di registrare commenti, aggiornamenti, modifiche di scadenza e storico delle attività consente di ricostruire le motivazioni alla base di ritardi o variazioni, riducendo la dipendenza dalla conoscenza tacita e rendendo la gestione più robusta nel tempo.

Un ulteriore elemento di valore è la possibilità di **leggere il carico di lavoro in modo trasversale**. Attraverso progetti master, dashboard o viste aggregate, Asana consente di visualizzare attività appartenenti a commesse diverse ma della stessa tipologia (ad esempio attività di ingegneria critica), permettendo al project manager e alle funzioni di individuare sovraccarichi, colli di bottiglia e opportunità di anticipazione o riallocazione delle risorse.

Gestione strutturata delle deviazioni: dal dato al flusso operativo

Un'area in cui la standardizzazione digitale diventa particolarmente evidente è la gestione delle deviazioni. In Fedegari un processo in cui le deviazioni vengono create a partire da un progetto basato su template, con regole di naming e compilazione, e con assegnazione al project manager responsabile della macchina/commessa.

Il workflow prevede che il project manager effettui una categorizzazione esplicita tra **non conformità** e **change** (con implicazioni operative e commerciali differenti), mantenendo il controllo della decisione e gestendo l'avanzamento secondo regole coerenti. Inoltre, la gestione delle scadenze e delle modifiche di data viene mantenuta sotto controllo del project manager, e la chiusura del task richiede evidenza documentale (link o allegato del documento aggiornato), rafforzando tracciabilità e qualità.

Questo tipo di configurazione rende il processo più robusto: la deviazione non rimane un'informazione "sparsa", ma diventa un elemento governabile, assegnato, misurabile e verificabile.

5. Dal digitale all'Intelligenza Artificiale

5.1. Gestione predittiva dei long lead items come leva di mitigazione del rischio temporale nei progetti complessi

Nei progetti industriali complessi, in particolare in contesti engineer-to-order, una delle principali fonti di incertezza temporale è rappresentata dalla presenza di componenti caratterizzati da tempi di approvvigionamento elevati, comunemente definiti long lead items. Tali elementi, spesso legati a fornitori specializzati o a componenti customizzati, hanno un impatto diretto sulla pianificazione del progetto e, in caso di ritardo, possono compromettere il rispetto delle milestone critiche.

L'analisi condotta su un ampio insieme di progetti ha evidenziato come una quota rilevante dei ritardi complessivi non sia riconducibile a eventi isolati, bensì alla ricorrenza sistematica di specifiche categorie di componenti con tempi di consegna superiori alle stime iniziali. Attraverso l'utilizzo di tecniche di Intelligenza Artificiale applicate a dati storici di progetto, è stato possibile analizzare in modo trasversale numerosi progetti e individuare pattern ripetuti di ritardo associati a determinati materiali, fornitori e configurazioni tecniche. In questo modo, l'Intelligenza Artificiale ha permesso di superare un approccio basato esclusivamente sull'esperienza individuale del project manager, introducendo una capacità di analisi predittiva fondata sull'elaborazione di dati provenienti da più progetti.

Il funzionamento dell'AI può essere ricondotto a due livelli integrati. Il primo riguarda la predizione del "rischio di shortage", inteso come probabilità che la carenza di un componente diventi "critica" rispetto alle milestone temporali del progetto. Il modello viene addestrato su dati storici opportunamente strutturati, nei quali la criticità viene ricostruita a posteriori osservando se e quanto un componente abbia contribuito a slittamenti temporali nelle fasi successive. Le variabili utilizzate includono attributi tecnici e organizzativi, come la famiglia di macchina, la configurazione, la tipologia di fornitore, classi di lead time e soprattutto evidenze storiche di ritardo ricorrente per determinate combinazioni

componente-fornitore-progetto. L'output non è una semplice etichetta, ma un indicatore probabilistico che consente di distinguere in modo quantitativo i componenti "ad alto rischio" da quelli "a rischio contenuto", già nelle fasi iniziali del ciclo di vita del progetto, quando le decisioni di progettazione e approvvigionamento risultano maggiormente influenti. In parallelo, l'AI permette di rendere esplicite le motivazioni della previsione, evidenziando le variabili che contribuiscono maggiormente al rischio stimato, così da supportare un processo decisionale trasparente e tracciabile.

Il secondo livello riguarda la definizione di una strategia di mitigazione tramite ottimizzazione vincolata, cioè un meccanismo che propone una lista di acquisti anticipati compatibile con vincoli economici e tecnici. In questa fase, l'AI non si limita a "segnalare" un rischio, ma supporta la scelta operativa su cosa anticipare e cosa posticipare. La logica si basa sul bilanciamento tra impatto sul tempo e rischio di decisione prematura: vengono privilegiati componenti "safe to buy", ossia elementi standard o poco soggetti a variazioni progettuali, che possono essere ordinati senza attendere il completamento di tutte le informazioni di progetto; al contrario, vengono mantenuti in attesa componenti ad alta variabilità, che potrebbero cambiare in seguito a revisioni o a chiarimenti tecnici, evitando così sprechi, rilavorazioni o immobilizzi non necessari. Il risultato è un piano di approvvigionamento anticipato che massimizza la protezione del percorso critico riducendo al contempo l'esposizione a acquisti non ottimali.

Dal punto di vista metodologico, i long lead items rappresentano una fonte di rischio temporale intrinseca al progetto e rientrano quindi nel dominio del Risk Management. Tuttavia, la loro gestione operativa si concretizza attraverso azioni di Project Schedule Management, quali l'anticipazione dei rilasci di ingegneria, l'ordine anticipato dei componenti critici, la revisione della sequenza delle attività e l'introduzione di buffer temporali sul percorso critico. In questo contesto, l'Intelligenza Artificiale non sostituisce il processo decisionale umano, ma agisce come strumento di supporto, fornendo evidenze oggettive basate sull'analisi comparativa di numerosi progetti precedenti. Ciò consente al project manager di intervenire in modo proattivo, adottando strategie di mitigazione prima che il rischio si manifesti sotto forma di ritardo effettivo.

Questo approccio trasforma la gestione dei *long lead items* da problema operativo ricorrente a leva strategica di governo del progetto, migliorando l'affidabilità delle pianificazioni e

riducendo l'esposizione complessiva al rischio temporale. L'uso dell'AI contribuisce così a una gestione del progetto più matura e *data-driven*, in cui l'esperienza umana viene integrata con capacità predittive e con strumenti di ottimizzazione che orientano le decisioni nelle fasi in cui l'impatto sul risultato finale è massimo.

5.2. Predizione e mitigazione di ritardi da Punch List e deviazioni: AI tra qualità, spedizione e performance economico-finanziaria

Una quota rilevante dei ritardi emerge in prossimità delle milestone di collaudo e rilascio, dove eventi come non conformità, deviazioni e richieste di modifica possono tradursi in blocchi operativi e slittamenti di consegna. In particolare, gli eventi registrati in Punch List e le deviazioni emerse in fasi avanzate del progetto hanno un impatto diretto sulla capacità di procedere alla spedizione: la presenza di punti "bloccanti" impedisce l'imballo e la preparazione alla spedizione fino alla chiusura, mentre l'assenza di punti bloccanti consente il rilascio immediato, con conseguenze evidenti su milestone e flussi di cassa. Questo meccanismo rende la Punch List non solo uno strumento di tracciamento, ma un vero driver di rischio su consegna e saturazione della capacità interna, in quanto la macchina permane in azienda finché i punti bloccanti non risultano chiusi.

In parallelo, un secondo flusso con impatto comparabile è rappresentato dalle deviazioni e dalle non conformità che emergono durante attività eseguite presso il cliente o in fasi di avanzamento, le quali richiedono una classificazione operativa tra non conformità e change: nel primo caso l'obiettivo è il ripristino della conformità, nel secondo caso la richiesta evolve in un processo di gestione commerciale con quotazione e ordine, e l'avanzamento operativo non procede finché la componente commerciale non è definita. In entrambi i casi, l'effetto finale è simile: la deviazione diventa un vincolo di avanzamento che può amplificare la variabilità temporale e generare ritardi di consegna con impatti economici.

L'introduzione dell'Intelligenza Artificiale in questo ambito mira a spostare l'attenzione dalla gestione reattiva "a valle" alla prevenzione "a monte", trasformando Punch List e deviazioni in oggetti di analisi predittiva.

La condizione necessaria è pertanto la disponibilità di un dataset multi-progetto strutturato, estratto dai sistemi operativi e consolidato in un database centralizzato: l'estrazione periodica dei dati e l'aggiornamento in tabelle consentono di analizzare la commessa per fasi di progetto e di trattare la sequenza "FAT + Punch List + Shipment" come fase autonoma, rendendo possibile collegare eventi qualità e scostamenti temporali. A livello di modello informativo, la possibilità di associare a ogni commessa un'origine del ritardo e una motivazione testuale abilita una lettura aggregata delle cause, distinguendo ad esempio ritardi imputabili a fattori esterni o interni e riconducendo le deviazioni a cluster tematici confrontabili nel tempo.

Su queste basi, l'AI lavora su tre livelli complementari. Il primo livello riguarda la **strutturazione e classificazione dei contenuti testuali**: mediante tecniche di elaborazione del linguaggio naturale, le descrizioni storiche di Punch List e deviazioni vengono normalizzate e ricondotte a categorie omogenee, consentendo di identificare pattern ricorrenti che non emergono con una lettura caso-per-caso. Tale passaggio permette di distinguere in modo robusto tra criticità prevalentemente documentali, discrepanze tra documentazione e macchina, mancanze fisiche, problematiche funzionali o richieste del cliente, trasformando informazioni qualitative in variabili misurabili e aggregabili. La presenza di tracciati operativi che includono esplicitamente attributi come "blocking shipment" e la natura di non conformità costituisce un ulteriore fattore di robustezza, perché consente di associare etichette coerenti agli eventi e di ridurre l'ambiguità nella fase di addestramento dei modelli.

Il secondo livello consiste nella costruzione di un **modello predittivo pre-FAT**, il cui obiettivo non è prevedere il singolo punto che comparirà in Punch List, ma stimare la probabilità che una commessa generi una Punch List ad alto impatto, includendo punti potenzialmente bloccanti per la spedizione, e fornire una stima del tempo atteso di chiusura complessiva. L'addestramento sfrutta informazioni multi-progetto e combina caratteristiche della commessa (famiglia macchina, complessità, storico cliente/mercato) con indicatori indiretti di instabilità (ad esempio segnali di elevata variabilità documentale e revisioni che, empiricamente, sono spesso correlate a discrepanze emerse in fase di collaudo). L'output del modello è quindi una metrica probabilistica di rischio "blocking shipment" e una stima

del tempo di chiusura, che consente di anticipare le conseguenze operative prima che l'evento si manifesti.

Il terzo livello riguarda un **motore di mitigazione e priorità**, che utilizza gli output predittivi per supportare decisioni operative: in presenza di rischio elevato, vengono suggeriti controlli preventivi mirati e una prioritizzazione delle verifiche, con l'obiettivo di ridurre la probabilità che difetti o discrepanze si trasformino in punti bloccanti in prossimità della spedizione. In parallelo, il modello consente una simulazione dell'impatto sul piano, poiché l'evento viene ricondotto a una specifica fase del ciclo di vita e può essere correlato alle variabili che determinano lo scostamento temporale e la sua causa, secondo la logica di tracciamento origine/motivazione del ritardo.

Nel complesso, questo caso dimostra come Punch List e deviazioni possano essere integrate in un approccio di Risk Management data-driven: la causa del ritardo viene ricondotta a categorie analitiche, la fase di manifestazione viene mappata nel ciclo di vita della commessa, e la probabilità di blocchi in prossimità della spedizione viene stimata prima che l'evento si trasformi in un vincolo operativo. L'Intelligenza Artificiale non sostituisce il giudizio del project manager, ma lo rafforza, rendendo possibile intervenire con misure preventive quando l'efficacia delle azioni correttive è massima e il costo dell'intervento è minimo.

V. Conclusione

L'analisi sviluppata nel lavoro di tesi ha mostrato come l'Intelligenza Artificiale stia progressivamente trasformando il project management da disciplina prevalentemente procedurale e reattiva a sistema decisionale predittivo, adattivo e data-driven. A partire dalla revisione della letteratura, emerge con chiarezza che l'AI non rappresenta un semplice strumento di automazione, ma un fattore abilitante di un cambiamento strutturale nel modo in cui i progetti vengono pianificati, monitorati e governati.

I contributi teorici analizzati evidenziano una convergenza verso un nuovo paradigma, comunemente definito *AI-driven Project Management*, in cui l'intelligenza artificiale supporta in modo sistematico il processo decisionale lungo l'intero ciclo di vita del progetto. In tale contesto, l'AI consente di analizzare grandi volumi di dati eterogenei, individuare pattern ricorrenti e anticipare eventi critici, superando i limiti dei modelli deterministici tradizionali basati esclusivamente sull'esperienza e sul controllo ex post. Il Project Management evolve così da pratica orientata al rispetto delle procedure a disciplina fondata sull'evidenza, sulla previsione e sull'apprendimento continuo.

L'analisi dei framework teorici ha ulteriormente chiarito che l'integrazione efficace dell'AI richiede un percorso di maturità organizzativa e di governance, nel quale tecnologia, processi e competenze umane devono essere sviluppati in modo coerente. I modelli esaminati mostrano che il valore dell'AI non risiede nella delega automatica delle decisioni, ma nella capacità di amplificare le competenze del project manager, che rimane responsabile della validazione finale, dell'interpretazione del contesto e della gestione degli aspetti etici e strategici.

I casi di studio presentati hanno fornito una dimostrazione concreta di come questi principi possano tradursi in pratica. Il primo caso ha evidenziato l'importanza delle condizioni abilitanti – visibilità, standardizzazione e qualità dei dati – come prerequisito per un project management realmente guidato dai dati. Il secondo caso ha mostrato il potenziale dei modelli predittivi basati su apprendimento automatico nel migliorare l'accuratezza delle previsioni temporali, riducendo l'incertezza e supportando decisioni più robuste nella pianificazione e nella gestione del rischio. Il terzo caso e i casi di Fedegari presentati hanno infine illustrato come, nei contesti di massima complessità, l'AI possa agire come strumento di diagnostica predittiva e supporto cognitivo, consentendo di anticipare criticità e governare megaprogetti attraverso una visione integrata e sistemica.

Nel loro insieme, questi casi confermano che l'adozione dell'Intelligenza Artificiale nel Project Management produce benefici misurabili in termini di riduzione dei ritardi, ottimizzazione dei costi, miglioramento della qualità e maggiore affidabilità delle decisioni. Tuttavia, la tesi ha anche evidenziato come tali benefici non siano automatici né esclusivamente tecnologici. Le principali barriere all'adozione riguardano la qualità dei dati,

l'integrazione dei sistemi informativi, la resistenza culturale e la necessità di sviluppare nuove competenze ibride, capaci di coniugare management, data literacy e pensiero critico.

Un aspetto centrale emerso riguarda la trasformazione del ruolo del project manager. Nell'era dell'AI-driven Project Management, il project manager non è più solo un pianificatore o un controllore, ma assume il ruolo di interprete dei dati e orchestratore di intelligenze multiple. La leadership di progetto diventa sempre più cognitiva e collaborativa, fondata sulla capacità di integrare intuizione umana, esperienza di dominio e "insight algoritmici". In questo scenario, l'AI non sostituisce la responsabilità umana, ma ne amplifica il valore, consentendo decisioni più informate, tempestive e coerenti con gli obiettivi strategici.

La dimensione etica e organizzativa rappresenta infine un elemento imprescindibile. L'utilizzo di sistemi intelligenti nei processi decisionali richiede trasparenza, supervisione umana e una governance chiara, in grado di prevenire distorsioni algoritmiche, garantire la tracciabilità delle decisioni e tutelare le persone coinvolte. Il Project Management 5.0, delineato nella letteratura più recente, propone un modello antropocentrico aumentato, in cui l'AI diventa un partner cognitivo al servizio del benessere organizzativo, della sostenibilità e della creazione di valore condiviso.

In conclusione, questa tesi dimostra che l'Intelligenza Artificiale non rappresenta un trend passeggero, ma una trasformazione epistemologica del Project Management. Essa sposta il baricentro della disciplina dal controllo alla previsione, dall'esperienza all'evidenza e dall'autorità individuale alla collaborazione cognitiva. Il futuro del Project Management non sarà determinato dalla sola potenza degli algoritmi, ma dalla capacità delle organizzazioni e dei professionisti di governarli con consapevolezza, responsabilità ed equilibrio tra tecnologia e valori umani.

References

Al-Sharafi, M. A., et al. (2025). *Artificial Intelligence Project Management Framework (AIPM-F): A maturity-based approach to AI adoption in project management*. **International Journal of Project Management**.

Chan, K., & Li, H. (2025). *Enhancing team diversity with generative AI: A novel project management framework*. **arXiv preprint**.

Cinkusz, M., et al. (2025). *Cognitive agents powered by large language models for agile software project management*. **arXiv preprint**.

Felicetti, A. M., et al. (2024). *Artificial intelligence and project management*. **International Journal of Project Management / ScienceDirect**.

Fridgeirsson, T. V. (2023). *Impact of artificial intelligence on project management knowledge areas*. **Applied Sciences**, 13(19), 11081.

Hofmann, E., et al. (2024). *Artificial intelligence and decision-making in project environments*. **Applied Sciences / MDPI**.

Klünder, J., et al. (2025). *Advanced AI project management tools and decision support systems*. **PM World Journal**.

Musarat, M., et al. (2024). *Artificial intelligence in construction project management: A structured literature review*. **Buildings / MDPI**.

Nieto-Rodriguez, A., & Vargas, R. V. (2023). *How AI will transform project management*. **Harvard Business Review**.

Project Management Institute (PMI). (2023). *Shaping the future of project management with AI*. **PMI Publications**.

Project Management Institute (PMI). (2024). *AI Innovators: Transforming project management through artificial intelligence*. **PMI Report**.

Kothapalli, S. (2024). *Enhanced construction schedule prediction using ensemble machine learning: A comparative case study*. **Journal of Architecture and Civil Engineering**, 9(2), 28–36.

Planview. (2020). *Matisa gains visibility and control over projects across business units for significant improvements in project delivery*. **Planview Case Study**.

Fluor Corporation & IBM. (2018). *Fluor uses IBM Watson to deliver predictive analytics capability for megaprojects*. **Fluor Corporate Publications**.

Offshore Magazine. (2018). *Fluor and IBM develop predictive analytics solutions for EPC megaprojects*. **Offshore Magazine**.

