



UNIVERSITÀ TELEMATICA PEGASO

Facoltà di Ingegneria e Informatica

**Corso di laurea in
Informatica per le aziende digitali**

**Insegnamento di
Digitalizzazione dell'impresa**

**SVILUPPO DI UN CODICE PYTHON PER SIMULARE UN PROCESSO
PRODUTTIVO NEL SETTORE SECONDARIO**

**Simulazione della Produzione: Dashboard Interattiva per la
produzione Barilla**

RELATORE

Chiar.mo Prof.

LEONARDO GALTERI

CANDIDATO

ALESSIO BUONOMO

MATR. 0312401163

ANNO ACCADEMICO

2024/2025

A mia madre, che ha affrontato la battaglia più dura e l'ha vinta con una forza silenziosa e incrollabile. La tua resilienza è la mia guida, il tuo esempio il mio modello.

Mi hai insegnato a credere nell'impossibile.

INDICE

INTRODUZIONE	1
Utilizzo delle conoscenze e abilità derivate dal percorso di studi	2
Fasi di lavoro e relativi tempi di implementazione dell'elaborato.....	4
Risorse e strumenti impiegati	8
Obiettivi del progetto	10
Contestualizzazione	12
Descrizione dei principali aspetti progettuali.....	13
Panoramica del prodotto	17
Campi di applicazione	23
Valutazione dei risultati.....	24
Bibliografia.....	26

INTRODUZIONE

La crescente digitalizzazione dei processi produttivi e l'evoluzione delle tecnologie informatiche hanno reso imprescindibile l'integrazione di competenze tecniche e visione manageriale all'interno delle moderne realtà aziendali. In questo contesto si inserisce il presente elaborato, che ha l'obiettivo di simulare un processo produttivo industriale attraverso lo sviluppo di un'applicazione web, realizzata in Python, in grado di rappresentare dinamicamente la produzione di un lotto composto da più prodotti, ciascuno caratterizzato da specifici parametri tecnici.

L'elaborato si propone di dimostrare non solo la capacità di progettare e implementare soluzioni software orientate agli scenari industriali reali, ma anche di integrare discipline diverse, quali programmazione, ingegneria del software, statistica, basi di dati, organizzazione aziendale e marketing.

Attraverso un caso studio ispirato alla realtà produttiva della Barilla, leader nel settore alimentare, l'elaborato simula un ambiente industriale dove è possibile calcolare dinamicamente le quantità da produrre, i tempi per ciascuna fase e i parametri operativi. L'utente ha a disposizione una dashboard interattiva che consente di visualizzare e analizzare i dati generati, offrendo una panoramica dettagliata e accessibile dell'intero processo produttivo simulato.

L'obiettivo ultimo è dimostrare come anche strumenti semplici, se ben progettati, possano offrire un valido supporto alle decisioni aziendali, specialmente in contesti come quello delle PMI, spesso esclusi dalle logiche della digitalizzazione avanzata.

UTILIZZO DELLE CONOSCENZE E ABILITA' DERIVATE DAL PERCORSO DI STUDI

La redazione del presente elaborato ha rappresentato per me un'opportunità concreta di mettere in pratica le conoscenze, le abilità e le competenze tecniche e teoriche acquisite e consolidate durante il percorso di **Laurea Triennale in Informatica per le Aziende Digitali**. Tali saperi mi hanno permesso di sviluppare un approccio metodologico multidisciplinare che integra informatica, organizzazione aziendale e progettazione di sistemi.

Per la realizzazione del progetto, sono state per me indispensabili le conoscenze e le competenze sviluppate nell'ambito dello studio degli insegnamenti di **Programmazione I e Programmazione II**. Esse si sono rivelate fondamentali per strutturare un software in linguaggio Python che avesse i principi della OOP e, attraverso la gestione delle strutture dati e dei flussi logici condizionali, fosse in grado di generare dati dinamici; organizzare gli oggetti coinvolti (prodotti, fasi, parametri); eseguire calcoli sulle tempistiche produttive. Tutto ciò al fine di restituire un output che fosse coerente e attendibile con un'applicazione reale.

Per la progettazione della dashboard utente, per garantirne la conformità ai principi dell'usabilità e per far sì che fosse in grado di riflettere in tempo reale i dati generati e calcolati, ho sfruttato le capacità acquisite dagli insegnamenti dell'esame **Tecnologie Web**. Tali insegnamenti mi hanno permesso di sviluppare in maniera efficace l'interfaccia web, la comunicazione client-server, l'aggiornamento asincrono delle informazioni e la loro visualizzazione dinamica in formato tabellare, utilizzando i linguaggi studiati durante il corso, quali HTML e JavaScript.

La fase di progettazione del software è stata da me accuratamente divisa in passaggi ben definiti, il tutto adottando un approccio che riflette pienamente gli insegnamenti acquisiti durante il corso di **Ingegneria del Software**. Questo corso è stato fondamentale, in quanto mi ha fornito le adeguate competenze che mi hanno aiutato nella strutturazione del progetto in maniera ordinata e chiara. Partendo dalla realizzazione di diagrammi UML fino ad arrivare all'implementazione vera e propria del codice. In tutte le fasi ho fatto riferimento ai principi di modularità, riusabilità e separazione delle responsabilità, concetti cardine dei principi SOLID. Grazie a questa organizzazione, il progetto è risultato coerente con le buone pratiche di sviluppo software, ma anche facilmente scalabile e con buona manutenibilità. Tali caratteristiche saranno essenziali per garantire la sua evoluzione nel tempo, soprattutto se ci dovessero essere sviluppi futuri.

Dal punto di vista dei dati, durante il corso **Basi di Dati** mi sono state fornite le competenze necessarie e proficue per modellare i parametri di produzione in modo strutturato, ragionando in

termini di entità, attributi e relazioni. Sebbene il mio progetto non preveda ancora l'uso di un database, l'approccio concettuale appreso mi è stato estremamente utile per l'organizzazione dei dati e sono convinto che per le future implementazioni sarà sicuramente fondamentale.

Le competenze che ho sviluppato durante il corso di ***Calcolo delle Probabilità e Statistica*** si sono rivelate di fondamentale importanza durante la progettazione delle logiche di generazione casuale degli input. Grazie alle nozioni apprese, sono stato in grado di definire valori realistici che permettessero al progetto di simulare dei dati coerenti con scenari produttivi reali. Questo ha consentito di ottenere input attendibili e rappresentativi, capaci di riflettere le continue variabilità presenti nei contesti reali.

Nella fase di ricerca e durante la stesura dell'elaborato ho avuto modo di affrontare il tutto da un punto di vista manageriale e strategico. Durante tale percorso ho compreso l'importanza della capacità produttiva giornaliera, intesa come elemento determinante per la gestione efficiente delle risorse e per la riduzione dei tempi complessivi in una catena di produzione. Inoltre, grazie ai concetti appresi nei corsi ad area aziendale, in particolare quelli affrontati durante gli insegnamenti di ***Strategia, Organizzazione e Marketing, oltre a Corporate Planning e Valore d'Impresa*** ho imparato ad usare una metodologia che li incorpora totalmente. Questi corsi mi hanno fornito una solida base per comprendere il ruolo cruciale ed il valore strategico che l'ottimizzazione di un processo produttivo ricopre all'interno di un contesto aziendale competitivo.

FASI DI LAVORO E RELATIVI TEMPI DI IMPLEMENTAZIONE DELL'ELABORATO

La realizzazione dell'elaborato ha seguito un'organizzazione strutturata secondo le fasi tipiche dello sviluppo software. Avvalendomi della mia esperienza lavorativa che svolgo in qualità di sviluppatore ho suddiviso il lavoro come segue:

- **Analisi e raccolta requisiti funzionali** (4 giorni)

La prima fase ha riguardato l'identificazione degli obiettivi dell'elaborato. Mi era stato richiesto di simulare un processo produttivo realistico appartenente al settore secondario e modellarlo su almeno tre prodotti distinti, ognuno con una propria struttura di fasi e parametri. La difficoltà iniziale è stata ricercare e selezionare un'azienda del settore secondario che concedesse in chiaro o almeno in parte, dei dati relativi alla sua organizzazione produttiva. Il mio obiettivo, fin da subito, è stato quello di voler raggiungere un set di dati, che fosse in parte teorizzato ma quanto più vicino è possibile ai dati reali. Dopo un'attenta ricerca ho individuato l'azienda **Barilla** e l'ho selezionata come caso studio. Essa, infatti, dispone di fonti pubbliche, dettagliate e facilmente consultabili, relative ad alcuni aspetti della sua organizzazione produttiva. Per gli elementi che non sono pubblici, invece, mi sono avvalso di dati trovati da fonti terze quali: siti web, video e post di blog tutti appartenenti al settore gastronomico oppure a quello produttivo. Tramite queste fonti, sono riuscito a conoscere e documentare alcuni dei processi produttivi di prodotti della Barilla o simili. La raccolta e validazione delle fonti mi ha permesso di estrarre i dati necessari per il modello (fasi, durate, logica del ciclo produttivo) e trasformarli in requisiti software.

- **Modellazione concettuale e progettazione del sistema** (1 giorno)

I requisiti software sono stati concretizzati attraverso la realizzazione di appositi diagrammi UML (Unified Modeling Language). Ho elaborato due diagrammi UML, uno per le classi ed uno per i casi d'uso, questi due modelli mi hanno successivamente portato alla realizzazione di un modello a oggetti in Python, composto da una classe per rappresentare l'entità principale dell'applicazione: **Prodotto**. L'intera progettazione ha seguito i principi dell'**incapsulamento dei dati** e della **separazione delle responsabilità**, rispettando i principi SOLID al fine di garantire manutenibilità e coerenza strutturale.

Ho organizzato e suddiviso quindi il progetto nei seguenti file:

- **“prodotto.py”**: definisce le classi e la struttura dei prodotti.
 - **“config.py”**: gestisce la generazione casuale dei parametri.
 - **“produzione.py”**: contiene la logica per il calcolo del tempo di produzione, differenziando tempi per singola unità e per lotto.
 - **“app.py”**: costituisce l’interfaccia REST backend, permettendo la gestione comunicazione con il frontend.
- **Implementazione backend e logica di simulazione (3 giorni)**

Durante questa intera fase, ho sviluppato l’intera logica principale della simulazione, concentrandomi sull’implementazione del backend e sulla generazione casuale dei dati di produzione. La logica del progetto è stata strutturata in maniera tale da simulare coerentemente la quantità di prodotti da realizzare e i parametri associati a ciascuna tipologia.

Per ogni lotto generato, il sistema si occupa di calcolare in automatico:

- Il tempo di produzione per singola unità.
- Il tempo complessivo per tipologia di prodotto.
- Il tempo aggregato per ogni fase, sia per unità che per il totale.

Questi dati verranno poi elaborati e serializzati in formato JSON tramite Flask per essere restituiti al client.

Durante questa fase, la principale difficoltà emersa è stata legata alla gestione corretta della moltiplicazione dei tempi per ciascuna fase produttiva. Inizialmente, l’approccio adottato prevedeva che il calcolo del tempo complessivo per fase venisse eseguito lato FE, partendo dai dati costruiti randomicamente dal BE. Tuttavia, questa scelta è stata abbandonata in corso, in quanto ho ritenuto più opportuno lasciare al solo BE l’interpretazione logica dell’elaborato. Un’ ulteriore difficoltà è stata legata ai valori moltiplicati che generavano valori esponenzialmente errati e del tutto irrealistici. Un esempio tra tutti è stato il far durare migliaia di ore una fase breve come il confezionamento. Per sopperire a questo refuso sono stati ricalibrati i parametri utilizzati per la generazione randomica.

Questo problema ha evidenziato inoltre la necessità di mantenere univoca la responsabilità del calcolo all'interno del sistema, evitando che più componenti elaborassero gli stessi dati con logiche ridondanti, o manomettendo il dato iniziale.

- **Progettazione e sviluppo dell'interfaccia** (3 giorni)

L'interfaccia è stata implementata in HTML, CSS e JavaScript, con supporto a chiamate asincrone tramite fetch (). Ho creato una dashboard dinamica in grado di:

- Mostrare la quantità di ogni prodotto generata casualmente.
- Visualizzare i parametri configurati dinamicamente.
- Restituire il tempo totale di produzione per ciascun prodotto e per l'intero lotto.
- Visualizzare in modo tabellare la durata di ogni singola fase e la sua controparte complessiva.

La principale criticità affrontata in questa fase ha riguardato il rendering dinamico della tabella che visualizza le informazioni relative a ciascun prodotto. Poiché i dati restituiti dal BE includono strutture annidate e oggetti complessi, ho dovuto progettare e adottare un sistema di visualizzazione flessibile, capace di interpretare e rappresentare correttamente i dati in formato tabellare. Una delle difficoltà iniziali è stata l'adattamento del formato JSON, che conteneva dizionari annidati non compatibili con la visualizzazione. Questo ha causato, durante il primo sviluppo, dei problemi con la visualizzazione del contenuto o l'inserimento errato delle informazioni nelle celle.

Per ovviare a questo problema, ho ritenuto opportuno customizzare una funzione di rendering in JavaScript per iterare esplicitamente sulle chiavi degli oggetti, formattare i dati con precisione e costruire dinamicamente ogni cella della tabella.

- **Ottimizzazione** (2 giorni)

Durante la scrittura dell'interfaccia, mi sono reso conto che, in un contesto reale, la sola visualizzazione testuale dei dati in output non sarebbe bastata. Per questo motivo ho deciso di implementare due funzionalità aggiuntive, uno storico ed un grafico, che mostrassero in maniera semplice l'andamento della produzione in un range di giorni selezionati. Per l'implementazione dello storico la difficoltà è nata quando in un test ho utilizzato un .csv con mille righe. Non avendo gestito in prima battuta un sistema di paginazione con un massimo di righe per pagina, l'interfaccia web impiegava non solo molto tempo per

caricare i risultati, ma gli stessi risultavano difficilmente leggibili in quanto la pagina non aveva un limite alle righe visualizzabili. Da tale criticità è nata l'idea di introdurre la paginazione nello storico, che ha reso ottimale la fruibilità della tabella.

- **Testing, debugging e ottimizzazione** (intero sviluppo + 2 giorni)

Ho condotto sia nel corso dello sviluppo del prodotto, che nella fase successiva allo sviluppo numerosi test funzionali. Tali test mi hanno portato a riscontrare alcuni malfunzionamenti. Con uno in particolare ho trovato molta difficoltà, in quanto non era immediata la sua provenienza. L'ho riscontrato solo successivamente quando ho utilizzato una delle funzionalità aggiuntive, che non permetteva il corretto caricamento della tabella e dello storico. Il file csv utilizzato come DB presentava, infatti, delle righe sporche che non erano state valutate in fase di sviluppo, in quanto la logica dietro al CSV prevedeva che venisse generato solo dall'applicazione. Questo mi ha indotto ad apportare una gestione condizionale, evitando rotture dell'interfaccia o disallineamenti.

RISORSE E STRUMENTI IMPIEGATI

Per lo sviluppo del progetto, ho scelto di utilizzare **Visual Studio Code** ([VSCode](#)) come ambiente di sviluppo integrato. VSCode è riconosciuto come uno strumento che vanta una grande versatilità, un suo supporto multi-linguaggio e una presenza di numerosi Add-On che lo rendono performante per ogni tipo di sviluppo.

Inoltre, esso dispone nativamente del supporto a GitHub Copilot che ho utilizzato come supporto intelligente all'interno dell'IDE per accelerare la scrittura del codice.

Tutti questi elementi hanno facilitato notevolmente le attività di scrittura, debugging e test del codice anche grazie alle numerose estensioni per i linguaggi e framework utilizzati (IntelliSense per HTML/Javascript/Python, Live Server, Python Debugger).

Il progetto è stato realizzato utilizzando il linguaggio di programmazione **Python** nella sua versione più recente disponibile, supportato dalla documentazione ufficiale consultabile tramite il sito [python.org](#). Per la creazione dell'interfaccia utente, è stato utilizzato il framework **Flask** con documentazione reperibile sul sito [flask.palletsprojects.com](#). La scelta è ricaduta su questo framework in quanto l'ho preferito ad altri per la sua semplicità di utilizzo e la buona flessibilità.

Il controllo di versione del codice sorgente è stato affidato a **GitHub**, strumento essenziale per mantenere traccia delle modifiche effettuate, gestire versioni del software, e facilitare un eventuale lavoro collaborativo futuro. Il repository del progetto è disponibile pubblicamente e visibile qui: [repository](#).

Durante le varie fasi di progettazione e sviluppo sono stati utilizzati anche siti web vari e modelli AI per affrontare e risolvere rapidamente problematiche tecniche legate all'implementazione di funzionalità specifiche, al debugging di codice, e alla gestione corretta di strutture dati complesse, nella serializzazione JSON e nella gestione delle richieste asincrone.

Nella fase di sviluppo del progetto, ho prestato particolare attenzione alla selezione delle fonti e delle risorse impiegate per lo studio dei processi produttivi dell'azienda Barilla, con l'obiettivo di garantire un'analisi dei processi che fosse il più rigorosa possibile. Fin dall'inizio, mi sono concentrato sull'affidabilità e sull'autenticità delle informazioni raccolte, basando inizialmente la mia ricerca su fonti primarie, come i siti istituzionali dell'azienda Barilla e dei suoi vari marchi. Questa decisione è stata guidata dalla certezza che i dati forniti direttamente dall'azienda rappresentassero un punto di riferimento solido e veritiero, capace di offrire un quadro aggiornato e ufficiale delle sue attività, strategie e posizionamento di mercato.

Per approfondire ulteriormente la mia analisi, e restringere il campo alle fonti più pertinenti e coerenti con gli obiettivi del mio elaborato, ho integrato l'utilizzo di strumenti forniti dall'intelligenza artificiale, come la funzione Deep Research di ChatGPT. In parallelo, ho fatto uso del motore di ricerca Google in combinazione con Gemini, che si è rivelato estremamente efficace nel reperire articoli e contenuti informativi attraverso l'utilizzo di parole chiave mirate.

Infine, ho consultato anche il motore di ricerca specializzato Google Scholar, che mi ha permesso di individuare studi ed articoli accademici, utili per contestualizzare e rafforzare lo studio dei processi produttivi di Barilla.

OBIETTIVI DEL PROGETTO

Le richieste principali specificate dalla traccia del progetto prevedevano lo sviluppo di un sistema in linguaggio Python che fosse in grado di simulare in maniera credibile ed efficace la produzione di un lotto industriale. Tra i vincoli stabiliti vi era quello di includere almeno tre prodotti differenti, ognuno caratterizzato da configurazioni variabili, per riflettere la complessità di una reale linea produttiva. Il progetto che ho realizzato risponde a quanto richiesto dalla traccia grazie alla implementazione di diverse funzionalità.

Nello specifico le funzionalità implementate sono:

- **Generazione mediante randomizzazione delle quantità per prodotto**
È stata implementata la funzione denominata *genera_quantita*, la quale si occupa di assegnare tramite una logica di randomizzazione, un numero casuale di unità da produrre per ciascun tipo di prodotto. Il sistema prevede l'utilizzo di tre prodotti distinti **Spaghetti, Pesto e Frollini**, i quali rappresentano tre diversi processi produttivi. A ciascuno viene assegnato un valore numerico casuale per la produzione, che va a simulare la produzione giornaliera.
- **Generazione mediante randomizzazione dei parametri configurabili**
È stata implementata la funzione *genera_parametri* che si occupa di generare dinamicamente i valori dei parametri che caratterizzano i prodotti:
 - Il **tempo unitario di produzione** per ciascun prodotto, espresso in ore.
 - La **capacità produttiva giornaliera**.
 - Le **fasi di produzione** per ogni tipologia di prodotto, a ciascuna viene assegnata una porzione di tempo in modo proporzionale.
 - La **capacità complessiva giornaliera** dell'intera linea produttiva
- **Calcolo del tempo totale necessario alla produzione di un lotto**
La funzione *calcola_tempo_totale* consente di calcolare il tempo necessario alla produzione dell'intero lotto, sommando i tempi richiesti per ogni prodotto tenendo conto della quantità e del tempo unitario.

- **Visualizzazione dei dati**

L'implementazione di una **interfaccia grafica** nella dashboard e la possibilità di raccogliere i dati in una **tabella**, oltre a quella di generare **grafici**, permettono all'utente di avere accesso ai dati in maniera chiara ed immediata, oltre a consentire di effettuare anche comparazioni tra le 3 diverse linee produttive.

CONTESTUALIZZAZIONE

L'azienda sulla quale ho deciso di basare lo studio e l'applicazione del mio elaborato è la **Barilla G. e R. Fratelli S.p.A**, conosciuta semplicemente e notoriamente come **Barilla**.

In particolare, ho ritenuto interessante studiare ed approfondire come la gestione della produzione industriale di una delle più grandi aziende alimentari al mondo possa essere ottimizzata attraverso l'uso delle tecnologie moderne.

La Barilla, con la sua vasta gamma di prodotti e la sua presenza globale, affronta quotidianamente le sfide legate alla gestione delle risorse, alla pianificazione della produzione e all'efficienza operativa.

Il contesto teorico di questo studio si fonda sui principi di gestione della produzione e dell'analisi dei processi produttivi, che sono alla base delle tecniche di ottimizzazione. Le aziende moderne, in particolare quelle di grandi dimensioni come Barilla, si trovano costrette ad affrontare un continuo adattamento alle dinamiche di mercato, alla variabilità della domanda e alla necessità di ridurre i costi, migliorando o mantenendo al contempo la qualità del prodotto.

La gestione delle risorse produttive, la pianificazione della capacità e la distribuzione ottimale dei tempi di produzione sono temi fondamentali in questo contesto. La gestione della produzione si avvale di metodi per analizzare, pianificare e ottimizzare i processi, con l'obiettivo principale di minimizzare i costi e massimizzare l'efficienza.

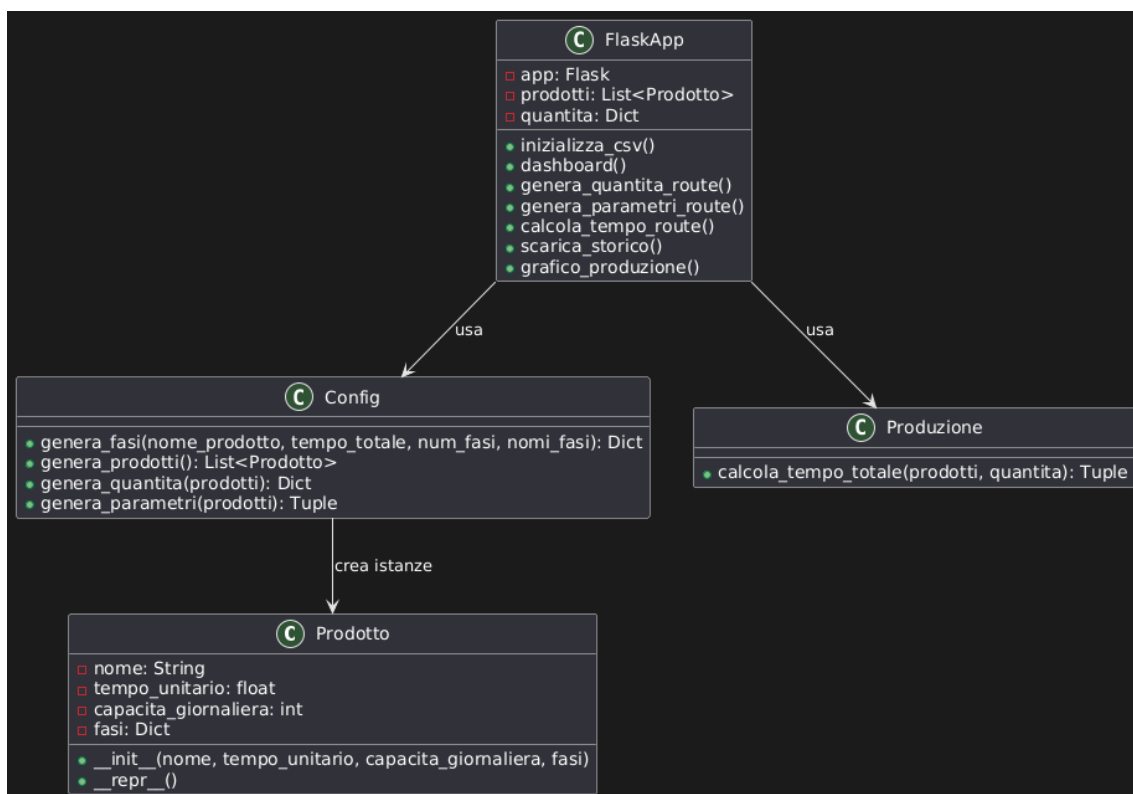
L'applicazione di strumenti come quello del mio elaborato in un'azienda come Barilla si traduce in una continua analisi dei dati relativi alla produzione, alla gestione dei tempi di lavorazione e alla capacità dell'azienda di adattarsi alle variabili di mercato. Il settore alimentare, infatti, si distingue per una domanda che può essere influenzata da stagionalità, preferenze dei consumatori e tendenze di mercato. Per affrontare tali sfide, Barilla ed aziende analoghe hanno bisogno di strumenti per monitorare e ottimizzare in tempo reale i propri processi produttivi.

Ogni prodotto ha una propria caratteristica di tempo di produzione e fase di lavorazione, che deve essere monitorata e ottimizzata.

Il mio studio si è quindi concentrato sull'analisi dei dati di produzione, con l'obiettivo di migliorare la gestione della capacità produttiva, ridurre i tempi morti e ottimizzare la distribuzione delle risorse in modo che l'azienda possa rispondere prontamente alle variazioni della domanda e alle necessità di mercato.

DESCRIZIONE DEI PRINCIPALI ASPETTI PROGETTUALI

Durante la fase iniziale di progettazione della struttura dell'applicazione, ho posto particolare attenzione alla definizione degli elementi fondamentali che avrebbero guidato l'intero sviluppo. L'obiettivo principale era quello di chiarire fin dal principio chi sarebbero stati gli utenti ad utilizzare il sistema, quali ruoli avrebbero ricoperto, quali funzionalità sarebbero state messe a loro disposizione e in che modo tali funzionalità avrebbero interagito tra loro. Per rappresentare visivamente e formalizzare questi aspetti cruciali, ho fatto ricorso all'uso dei diagrammi UML. In particolare, ho realizzato sia il diagramma dei casi d'uso, per descrivere le interazioni tra utenti e sistema, sia il diagramma delle classi, per definire la struttura interna e le relazioni tra i vari componenti dell'elaborato.



Nella progettazione del **diagramma delle classi**, ho posto al centro della struttura l'entità che ho denominato **FlaskApp**. Questa classe, pur rappresentando un'entità concettuale all'interno del progetto, funge da **entrypoint** per il mio progetto di applicazione web.

All'interno di **FlaskApp** sono state concentrate tutte le route principali del progetto, che rappresentano i punti di accesso tramite i quali l'utente interagisce con il sistema.

Le principali funzionalità gestite includono:

- La generazione delle quantità di prodotti da produrre.
- La generazione dei parametri di produzione (tempi unitari, capacità produttive, fasi).
- Il calcolo del tempo totale di produzione necessario.
- La visualizzazione dello storico di produzione.
- La visualizzazione dei grafici rappresentativi dell'andamento produttivo.

Inoltre, la classe FlaskApp mantiene anche due attributi fondamentali per la gestione del processo produttivo:

- Una **lista di oggetti Prodotto**, rappresentanti i prodotti da lavorare.
- Un **dizionario delle quantità prodotte**, associato ai vari prodotti.

Durante lo sviluppo, ho deciso di adottare e rispettare con rigore i principi SOLID, fondamentali per garantire manutenibilità, scalabilità e chiarezza del codice. In particolare, per rispettare il **Single Responsibility Principle (SRP)**, ho suddiviso la logica dell'applicazione in moduli di servizio specifici:

Modulo Config

Il modulo config è stato progettato come un **generatore di dati**, che detiene il compito di creare dinamicamente istanze della classe Prodotto, assegnando a ciascun prodotto:

- Una quantità da produrre.
- Parametri di produzione come il **tempo unitario** e la **capacità giornaliera**.
- Una suddivisione dettagliata delle **fasi produttive**.

In questo modo, Config incapsula tutta la logica relativa alla preparazione dei dati necessari per la simulazione della produzione.

Modulo Produzione

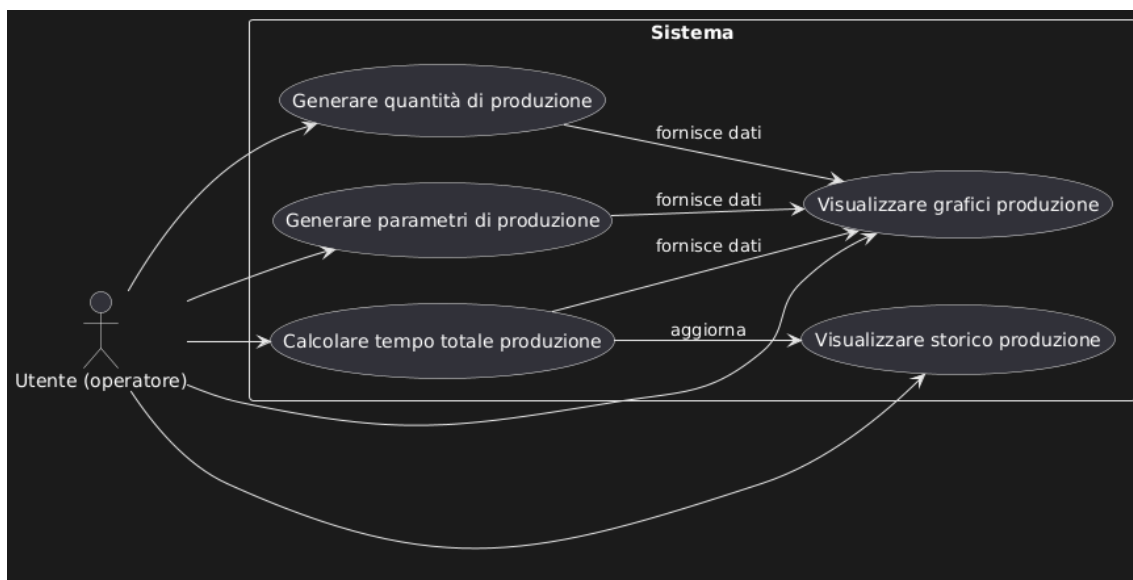
Il modulo Produzione invece è stato progettato per concentrare tutta la **logica di calcolo** del sistema. In particolare, esso è responsabile del calcolo del **tempo totale necessario alla produzione** basandosi sui prodotti generati, con i rispettivi dati e sulle relative quantità. Questo modulo ritorna sia il tempo totale complessivo sia i dettagli sulle singole fasi di produzione per ogni prodotto.

Modello dei Dati: Classe Prodotto

Alla base dell'intero sistema si trova la classe “**Prodotto**”, pensata e progettata come un'entità concreta dotata di attributi semplici ma essenziali:

- nome: identifica il prodotto.
- tempo_unitario: tempo richiesto per produrre un'unità.
- capacita_giornaliera: capacità massima giornaliera di produzione.
- fasi: dettagli sulle fasi di produzione e relative durate.

L'oggetto “Prodotto” rappresenterà quindi l'**unità base** su cui andranno ad operare sia il modulo Config sia il modulo Produzione, fungendo da elemento centrale nella simulazione del processo produttivo.



Nel diagramma dei casi d'uso troviamo un solo attore, l'**Utente**, che può essere però identificato con un operatore, o un tecnico di produzione, che interagisce con il sistema attraverso cinque principali casi d'uso:

- **Generare quantità di produzione:** creazione casuale delle quantità da produrre per ciascun prodotto.
- **Generare parametri di produzione:** assegnazione casuale dei tempi unitari di produzione, capacità giornaliera e dettagli delle fasi produttive.
- **Calcolare tempo totale produzione:** computazione del tempo complessivo richiesto per la produzione in base ai dati generati.
- **Visualizzare grafici produzione:** rappresentazione grafica dei dati di produzione nel tempo.

- **Visualizzare storico produzione:** consultazione dello storico della produzione tramite una tabella interattiva.

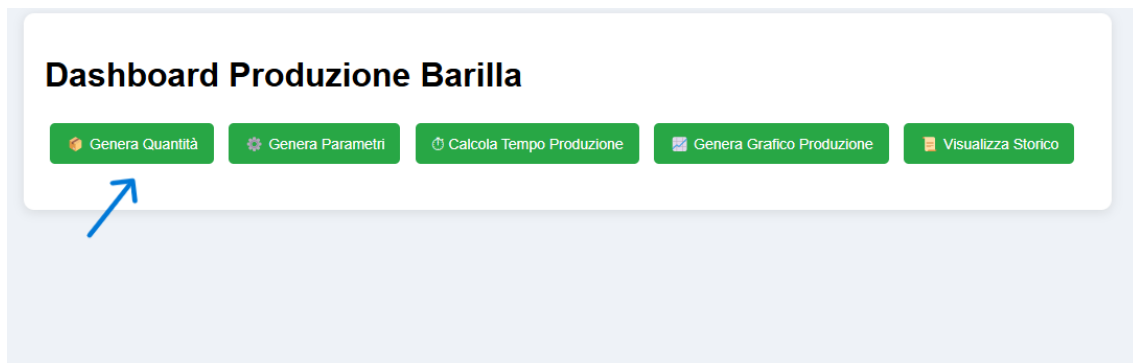
I casi d'uso "**Generare quantità**", "**Generare parametri**" e "**Calcolare tempo totale**" si occupano di fornire ed aggiornare i dati che verranno successivamente visualizzati attraverso i casi d'uso di analisi "**Visualizzare grafici**" e "**Visualizzare storico**" e restituiti all'utente. Dal punto di vista implementativo, il progetto si concretizza con una **dashboard interattiva**, concepita per offrire un'interfaccia intuitiva e funzionale, inquadrando la richiesta dell'algoritmo proposta dalla traccia, con quella di un sistema di controllo operativo per il monitoraggio in ambito industriale, in cui gli operatori possono visualizzare e gestire l'andamento della produzione a catena, in tempo reale.

La dashboard è stata progettata avvalendosi di uno stile essenziale, con l'obiettivo di favorire la chiarezza e la semplicità d'uso, indipendentemente dal ruolo o dalla competenza tecnica dell'operatore che la utilizza. Questo approccio ha donato all'applicazione web un'elevata accessibilità, rendendo l'interfaccia adatta anche a personale non specializzato.

Si rimanda alla repository dell'elaborato per il codice completo, al seguente [link](#).

PANORAMICA DEL PRODOTTO

All'avvio dell'applicazione, l'utente viene accolto dalla dashboard, servita dalla route principale (/), che rappresenta il punto d'ingresso al sistema. Attraverso l'interfaccia, è possibile accedere a diverse funzionalità tramite pulsanti dedicati. Il **flusso standard** prevede, ad esempio, la generazione della quantità dei prodotti, che può essere attivata mediante il pulsante “**Genera Quantità**”.



Una volta premuto il pulsante per la generazione delle quantità, viene invocata la route (/genera-quantita).

Questa route ha il compito di **restituire un oggetto JSON contenente i dati relativi alla quantità da produrre per ciascun prodotto presente nel sistema**. Questo risultato viene ottenuto grazie alla funzione `genera_quantita`, che costruisce un dizionario in cui a ogni prodotto viene associata una quantità da produrre generata in maniera casuale. La casualità è garantita dall'utilizzo della funzione `random.randint()`, che consente di generare un numero intero casuale compreso tra due valori estremi definiti come parametri della funzione.

```
def genera_quantita(prodotti):  
    #Genera quantità casuali di ciascun prodotto da produrre  
    return {prodotto.nome: random.randint(500, 2000) for prodotto in prodotti}
```

Una volta restituiti, i dati in formato JSON dalla route /genera-quantita, questi vengono visualizzati all'interno della dashboard tramite una **tabella renderizzata** in HTML, generata dinamicamente con l'ausilio di una funzione JavaScript. Tale funzione ha il compito di iterare sui dati ricevuti, creando per ciascun prodotto una nuova riga all'interno della tabella. Ogni riga contiene celle corrispondenti alle informazioni relative al prodotto, come il nome e la quantità da produrre, che vengono inserite direttamente nel DOM attraverso l'utilizzo della proprietà `innerHTML`.

```

/*Funzione che si occupa di renderizzare la tabella*/
function renderTable() {
  let output = `
    <table>
      <tr>
        <th>Prodotto</th>
        <th>Quantità</th>
        <th>Tempo Unitario (ore)</th>
        <th>Capacità Giornaliera</th>
        <th>Durata Singola Fase (ore)</th>
        <th>Durata Totale Fasi (ore)</th>
        <th>Tempo Totale Prodotto (ore)</th>
      </tr>`;

  for (let prodotto in dati) {
    let qta = dati[prodotto].quantita || 0;
    let fasiSingole = dati[prodotto].fasi_singole ?
      Object.entries(dati[prodotto].fasi_singole).map(([fase, durata]) => `${fase}: ${durata} h`).join('<br>') : '-';
    let fasiTotali = dati[prodotto].fasi_totali ?
      Object.entries(dati[prodotto].fasi_totali).map(([fase, durata]) => `${fase}: ${durata} h`).join('<br>') : '-';

    output += `
      <tr>
        <td>${prodotto}</td>
        <td>${qta}</td>
        <td>${dati[prodotto].tempo_unitario || '-'}</td>
        <td>${dati[prodotto].capacita_giornaliera || '-'}</td>
        <td>${fasiSingole}</td>
        <td>${fasiTotali}</td>
        <td>${dati[prodotto].tempo_totale_prodotto || '-'}</td>
      </tr>`;
  }

  output += "</table>";
  document.getElementById("tabellaDati").innerHTML = output;
}

```

A questo punto, all'interno della dashboard è visibile una tabella che elenca, **i prodotti e le relative quantità da produrre**. Questa tabella rappresenta il primo output disponibile per l'utente nel flusso operativo. Attraverso l'utilizzo del pulsante evidenziato **“Genera Parametri”**, l'utente può procedere con l'elaborazione dei parametri specifici per ciascun prodotto.

Dashboard Produzione Barilla

Genera Quantità

Genera Parametri

Calcola Tempo Produzione

Genera Grafico Produzione

Visualizza Storico

Prodotto	Quantità	Tempo Unitario (ore)	Capacità Giornaliera	Durata Singola Fase (ore)	Durata Totale Fasi (ore)	Tempo Totale Prodotto (ore)
Frollini Mulino Bianco	1775	-	-	-	-	-
Pesto Barilla	1244	-	-	-	-	-
Spaghetti Barilla	1901	-	-	-	-	-

Una volta selezionato il pulsante “Genera Parametri”, viene invocata la route (/genera-parametri), la quale richiama la funzione **genera_parametri**. Questa funzione ha come compito quello di calcolare una serie di parametri specifici per ciascun prodotto e di assegnarli agli attributi dell'oggetto Prodotto. In particolare, all'interno di **genera_parametri** viene chiamata un'ulteriore funzione, denominata **genera_fasi**, responsabile della suddivisione del tempo totale di produzione in più fasi, assegnando in maniera casuale a ciascuna fase una parte del tempo disponibile. La funzione **genera_parametri**, al termine della sua elaborazione, restituisce una tupla composta

da due elementi: un dizionario contenente tutti i parametri associati ai singoli prodotti e il valore della capacità produttiva giornaliera complessiva.

```
def genera_parametri(prodotti):
    #Genera i parametri di produzione per ogni prodotto.
    parametri = {}

    for prodotto in prodotti:
        if prodotto.nome == "Spaghetti Barilla":
            tempo_unitario = round(random.uniform(0.12, 0.14), 3)
            capacita_giornaliera = random.randint(2000, 5000)
            fasi = [
                "Selezione e Macinazione", "Impasto e Gramolatura",
                "Trafilatura", "Essiccazione", "Confezionamento"
            ]
        elif prodotto.nome == "Frollini Mulino Bianco":
            tempo_unitario = round(random.uniform(0.015, 0.017), 3)
            capacita_giornaliera = random.randint(3000, 7000)
            fasi = [
                "Impasto ingredienti", "Formatura biscotti",
                "Cottura", "Raffreddamento e controllo qualità", "Confezionamento"
            ]
        elif prodotto.nome == "Pesto Barilla":
            tempo_unitario = round(random.uniform(0.023, 0.027), 3)
            capacita_giornaliera = random.randint(1000, 3000)
            fasi = [
                "Controllo materie prime", "Pulizia e preparazione",
                "Miscelazione ingredienti", "Pastorizzazione", "Confezionamento"
            ]

        prodotto.tempo_unitario = tempo_unitario
        prodotto.capacita_giornaliera = capacita_giornaliera
        prodotto.fasi = genera_fasi(prodotto.nome, tempo_unitario, len(fasi), fasi)

        parametri[prodotto.nome] = {
            "tempo_unitario": prodotto.tempo_unitario,
            "capacita_giornaliera": prodotto.capacita_giornaliera,
            "fasi": prodotto.fasi
        }

    capacita_complessiva = sum(p.capacita_giornaliera for p in prodotti)
    return parametri, capacita_complessiva
```

Tramite l'esecuzione della funzione `genera_parametri`, la tabella presente nella dashboard viene popolata con nuove informazioni fondamentali per ciascun prodotto. In particolare, vengono aggiunti i dati relativi al **tempo unitario di produzione**, espresso in ore, e alla **capacità produttiva giornaliera**, ovvero il numero massimo di unità che possono essere prodotte in un giorno. A questo punto, l'utente può procedere premendo il pulsante evidenziato **“Calcola Tempo Produzione”**, il quale consente di avviare il calcolo del tempo complessivo necessario per completare la produzione prevista per ogni prodotto.

Dashboard Produzione Barilla



Genera Quantità

Genera Parametri

Calcola Tempo Produzione

Genera Grafico Produzione

Visualizza Storico

Capacità Giornaliera Complessiva: 9571 unità

Prodotto	Quantità	Tempo Unitario (ore)	Capacità Giornaliera	Durata Singola Fase (ore)	Durata Totale Fasi (ore)	Tempo Totale Prodotto (ore)
Frollini Mulino Bianco	1775	0.016	5551	-	-	-
Pesto Barilla	1244	0.026	1300	-	-	-
Spaghetti Barilla	1901	0.128	2720	-	-	-

Il pulsante “**Calcola Tempo Produzione**” invoca la route dedicata (/calcola-tempo), che ha il compito di eseguire la funzione **calcola_tempo_totale**. Questa funzione si occupa di determinare il **tempo complessivo** necessario alla produzione delle quantità previste per ciascun prodotto, tenendo conto dei parametri precedentemente generati. La logica implementata all’interno della funzione prevede un’iterazione su tutti gli elementi presenti nella **lista dei prodotti**. Per ogni prodotto, verrà recuperata la quantità da produrre e, sulla base del tempo unitario associato, verrà calcolato il tempo totale richiesto per completare la lavorazione dell’intero lotto. Il tempo calcolato per ciascun prodotto è poi sommato ad una variabile **tempo_totale**, che ha la funzione di accumulatrice, la quale rappresenta il tempo di produzione complessivo necessario per soddisfare l’intera richiesta. Infine, la funzione restituisce un oggetto JSON contenente sia i tempi di produzione dettagliati per ciascun prodotto, suddivisi per fase, sia il tempo totale cumulato.

```
def calcola_tempo_totale(prodotti, quantita):  
    #Calcola il tempo totale di produzione di tutti i prodotti e restituisce i dettagli delle fasi  
    tempo_totale = 0  
    dettagli_tempo = {}  
  
    for prodotto in prodotti:  
        qta = quantita[prodotto.nome]  
        tempo_prodotto = prodotto.tempo_unitario * qta  
  
        fasi_singole = {}  
        fasi_totali = {}  
  
        for fase, durata in prodotto.fasi.items():  
            fasi_singole[fase] = round(durata, 5)  
            fasi_totali[fase] = round(durata * qta, 2)  
  
        dettagli_tempo[prodotto.nome] = {  
            "tempo_totale_prodotto": round(tempo_prodotto, 2),  
            "fasi_singole": fasi_singole,  
            "fasi_totali": fasi_totali  
        }  
  
        tempo_totale += tempo_prodotto # Somma il tempo di produzione per ogni prodotto  
  
    return round(tempo_totale, 2), dettagli_tempo
```

A questo punto, nella dashboard disponiamo di un set completo di dati relativi alla produzione. Tali dati vengono salvati in un file **CSV**, che ha la funzionalità di database, consentendo di conservarli in maniera facilmente accessibile per analisi successive. Attraverso i pulsanti presenti nella dashboard, “**Genera Grafico Produzione**” e “**Visualizza Storico**”, l’utente può interagire ulteriormente con questi dati.

Dashboard Produzione Barilla

Genera Quantità
Genera Parametri
Calcola Tempo Produzione
Genera Grafico Produzione
Visualizza Storico

Capacità Giornaliera Complessiva: 9571 unità

Tempo Totale Produzione Lotto: 304.07 ore (12.67 giorni)

Prodotto	Quantità	Tempo Unitario (ore)	Capacità Giornaliera	Durata Singola Fase (ore)	Durata Totale Fasi (ore)	Tempo Totale Prodotto (ore)
Frollini Mulino Bianco	1775	0.016	5551	Confezionamento: 0.00306 h Cottura: 0.00382 h Formatura biscotti: 0.00246 h Impasto ingredienti: 0.00305 h Raffreddamento e controllo qualità: 0.00361 h	Confezionamento: 5.43 h Cottura: 6.78 h Formatura biscotti: 4.37 h Impasto ingredienti: 5.41 h Raffreddamento e controllo qualità: 6.41 h	28.4
Pesto Barilla	1244	0.026	1300	Confezionamento: 0.0053 h Controllo materie prime: 0.00399 h Miscelazione ingredienti: 0.00455 h Pastorizzazione: 0.00637 h Pulizia e preparazione: 0.0058 h	Confezionamento: 6.59 h Controllo materie prime: 4.96 h Miscelazione ingredienti: 5.66 h Pastorizzazione: 7.92 h Pulizia e preparazione: 7.21 h	32.34
Spaghetti Barilla	1901	0.128	2720	Confezionamento: 0.02635 h Essiccazione: 0.02301 h Impasto e Gramolatura: 0.02474 h Selezione e Macinazione: 0.02853 h Trafilatura: 0.02538 h	Confezionamento: 50.08 h Essiccazione: 43.74 h Impasto e Gramolatura: 47.03 h Selezione e Macinazione: 54.23 h Trafilatura: 48.24 h	243.33

Attraverso il pulsante “**Genera Grafico Produzione**”, l’utente ha la possibilità di visualizzare un grafico interattivo che rappresenta l’**andamento della produzione** nel tempo. Questo strumento di analisi è stato aggiunto per offrire una visione dettagliata ma anche sintetica delle performance produttive, rendendo più semplice individuare dei periodi di picco, calo o trend ricorrenti. Il grafico include una funzionalità di **filtro dinamico**, che consente di selezionare intervalli temporali specifici tramite due date picker, oppure di visualizzare soltanto i dati relativi a una **tipologia di prodotto** selezionata. Questa componente grafica è stata realizzata utilizzando la libreria JavaScript, **Chart.JS**.

Dashboard Produzione Barilla

Genera Quantità

Genera Parametri

Calcola Tempo Produzione

Genera Grafico Produzione

Visualizza Storico

Capacità Giornaliera Complessiva: 9571 unità

Tempo Totale Produzione Lotto: 304.07 ore (12.67 giorni)

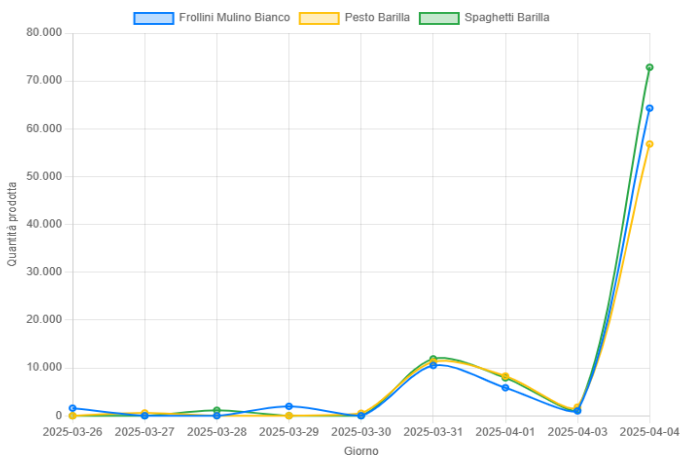
Da: 26/03/2025

A: 04/04/2025

Prodotto: Tutti

Visualizza Grafico

Torna alla Tabella



Attraverso il pulsante “**Visualizza Storico**”, invece l’applicazione consente di visualizzare lo **storico dei dati raccolti** durante diverse sessioni di utilizzo.

Questi dati vengono presentati in forma tabellare all’interno della dashboard. La tabella permette all’utente di **ordinare i valori** presenti in ogni colonna, rendendo semplice il confronto tra prodotti, quantità, tempi di produzione e altri parametri rilevanti. Inoltre, è possibile **filtrare i dati in base alla data** di generazione oppure alla **tipologia di prodotto**, così da poter analizzare nel dettaglio degli specifici segmenti temporali oppure del specifiche categorie produttive.

Dashboard Produzione Barilla

Genera Quantità

Genera Parametri

Calcola Tempo Produzione

Genera Grafico Produzione

Visualizza Storico

Capacità Giornaliera Complessiva: 9571 unità

Tempo Totale Produzione Lotto: 304.07 ore (12.67 giorni)

Storico Produzione

Filtra per prodotto gg/mm/aaaa

Data ↕	Prodotto ↕	Quantità ↕	Tempo Totale (ore) ↕	Tempo Totale (giorni) ↕
2025-01-10	Spaghetti Barilla	1159	150.67	6.28
2025-01-15	Frollini Mulino Bianco	1926	30.82	1.28
2025-01-22	Pesto Barilla	1345	33.62	1.4
2025-01-28	Spaghetti Barilla	1816	236.08	9.84
2025-02-03	Frollini Mulino Bianco	1828	29.25	1.22
2025-02-07	Pesto Barilla	1204	30.1	1.25
2025-02-12	Spaghetti Barilla	1226	159.38	6.64
2025-02-15	Frollini Mulino Bianco	811	12.98	0.54
2025-02-19	Pesto Barilla	1649	41.23	1.72
2025-02-22	Spaghetti Barilla	641	83.33	3.47

Precedente

Pagina 1 di 26

Successivo

Torna alla Tabella

CAMPI DI APPLICAZIONE

L'elaborato sviluppato si concentra sulla realizzazione di una applicazione web per la simulazione dei tempi di un processo produttivo, volta ad una futura ottimizzazione della produzione industriale. Il progetto inizialmente è stato costruito intorno allo studio del caso Barilla, una delle aziende leader nel settore alimentare. Tuttavia, la vera forza di questo applicativo risiede nell'adattabilità alle **piccole e medie imprese (PMI)** le quali risultano nella maggior parte dei casi, escluse dall'utilizzo di strumenti di simulazione dei processi produttivi e di monitoraggio delle performance, sia per motivi economici che per la complessità degli stessi.

In particolare, le PMI, che operano nel settore secondario, si ritrovano frequentemente a fronteggiare sfide legate ad efficienza, pianificazione ed ottimizzazione delle risorse, non potendo accedere a dalle soluzioni più complesse e costose che grandi aziende come Barilla possono permettersi. Proprio su questo punto il mio elaborato, pur ispirato alle pratiche industriali avanzate, è stato pensato e sviluppato per essere facilmente integrabile e sostenibile anche in contesti aziendali più piccoli, senza richiedere particolari competenze per il suo utilizzo e costi eccessivi.

I principali vantaggi che questo sistema offrirebbe alle aziende che lo utilizzerebbero includono:

- **Accessibilità economica:** in assenza della necessità di software costosi o di infrastrutture complesse e dedicate, una PMI potrebbe con un budget limitato ottimizzare i propri processi produttivi in maniera efficace.
- **Scalabilità:** grazie alla struttura modulare del sistema, esso può essere adattato in diversi contesti produttivi, consentendo una personalizzazione graduale in base alle esigenze specifiche di una impresa.
- **Facilità di integrazione:** Il sistema con la presenza di una dashboard semplice ed intuitiva consentirebbe ad un qualsiasi operatore, anche senza conoscenze tecniche, di seguire il flusso della catena di produzione e di simulare e ottimizzare i processi produttivi.
- **Miglioramento dell'efficienza:** attraverso l'uso della simulazione, le PMI possono ottenere una visione più chiara dei propri processi interni, identificando eventuali colli di bottiglia o inefficienze e intervenendo in modo mirato per ottimizzare tempi, risorse e risultati.

VALUTAZIONE DEI RISULTATI

L'elaborato ha ottenuto risultati ampiamente in armonia con i compiti richiesti e prefissati, dimostrandosi efficiente nella simulazione dei processi di produzione di un'impresa del settore secondario. Le sue qualità sono da ricercare nella possibilità di generare casualmente i parametri da impostare e di calcolare il tempo complessivo totale, permettendo una visione immediata e chiara dei dati, fornendo un output interpretabile sia dalla tabella interattiva che dal grafico.

Esso non si limita solo a soddisfare i requisiti richiesti dalla traccia, ma offre anche una serie di **potenzialità applicative** che potrebbero espandere l'applicativo in contesti reali e didattici.

Tra le funzionalità e le potenzialità più rilevanti, ho tracciato i seguenti aspetti:

- **Visualizzazione interattiva ed intuitiva dei dati**

Un altro aspetto di rilievo dell'elaborato è rappresentato dalla modalità di visualizzazione dei risultati, pensata per favorire l'interazione e la comprensione da parte dell'utente. I dati generati dalle simulazioni vengono presentati in **formato tabellare**, direttamente accessibile tramite la dashboard dell'applicazione. L'interfaccia è progettata per essere intuitiva e facilmente navigabile, permettendo di consultare i valori associati ai singoli prodotti in maniera ordinata e leggibile. Questa soluzione consente anche di **ordinare e filtrare** i dati a seconda delle necessità, facilitando l'analisi comparativa e rendendo più immediato il processo di interpretazione da parte dell'utente finale.

- **Simulazione realistica dei processi produttivi:**

La capacità di generare e calcolare dei parametri dinamici che siano realistici consente all'utenza di simulare i processi produttivi di una linea industriale. Questa simulazione consente di testare strategie produttive differenti, analizzarne gli effetti e valutare l'impatto complessivo sull'intero processo.

- **Formazione**

L'elaborato potrebbe anche essere utilizzato in contesti formativi, in particolar modo all'interno delle PMI, grazie alla sua capacità simulativa potrebbe essere un valido strumento di formazione del personale sulle logiche di ottimizzazione e gestione del processo produttivo.

- **Ottimizzazione delle risorse**

La simulazione realistica consente agli utenti di poter analizzare ed intervenire sui propri processi produttivi per identificare inefficienze, colli di bottiglia e aree di miglioramento, testando virtualmente diverse strategie operative al fine di ottenere dei risultati sempre migliori.

- **Accessibilità**

La dashboard è stata progettata per poter essere usata anche da **utenti privi di competenze tecniche specifiche**. Questo approccio progettuale garantisce un'ampia fruibilità dell'applicazione, permettendone l'utilizzo non solo da parte di tecnici e analisti, ma anche da operatori e figure aziendali meno esperte nell'uso di strumenti digitali complessi.

- **Supporto alla Decisione**

Garantendo dei dati dettagliati, strutturati e significativi, l'elaborato può essere uno strumento di supporto decisionale, grazie alle informazioni raccolte durante le simulazioni, consentendo all'utenza di prendere decisioni aziendali consapevoli, fondate su dati concreti migliorando così l'efficienza strategica e operativa all'interno dell'impresa.

Tuttavia, è importante sottolineare che trattandosi di un progetto simulativo, esso presenta inevitabilmente alcuni limiti strutturali e funzionali. Questi vincoli, seppur comprensibili nel contesto di un progetto simulativo, possono essere superati attraverso l'introduzione di alcune funzionalità aggiuntive. Tali funzionalità non sono state implementate nella versione attuale dell'elaborato per rispettare la traccia originaria del progetto, evitando così di allontanarsi troppo dagli obiettivi prefissati. Di seguito, vengono riportate le principali limitazioni ritrovate con i possibili sviluppi per migliorarle.

- **Generazione parametri semplificata**

Il sistema genera parametri casuali entro range predefiniti, ma non tiene conto di correlazioni reali tra tempo di produzione, capacità giornaliera e specifiche del prodotto. In un contesto industriale, questi elementi sarebbero vincolati da dati storici, caratteristiche tecniche delle linee e strategie aziendali, che dovrebbero essere valutati in fase di simulazione.

- **Assenza database**

L'assenza di un database ha reso lo sviluppo necessariamente improntato ad una gestione statica dei prodotti, che vengono definiti lato codice. Aggiungendo un database si potrebbe rendere la gestione dei prodotti dinamica.

- **Simulazione di eventi critici**

Il progetto non prevede interruzioni causate da guasti, ritardi nelle forniture, problemi di qualità o assenze di personale. In un ambiente reale, questi eventi hanno un impatto significativo sulla continuità e sull'efficienza produttiva.

- **Sistema chiuso**

Il progetto potrebbe essere in futuro integrato con sistemi ERP, o si potrebbe pensare di esporre delle API Rest. In un contesto industriale, l'interconnessione tra sistemi è fondamentale per avere una visione, unificata e in tempo reale, del processo produttivo.

BIBLIOGRAFIA

- [StackOverFlow](#): utilizzato per chiarire dubbi tecnici relativi alla sintassi e al comportamento del linguaggio Python, in particolare per la fase di generazione casuale dei dati di produzione.
- [Reddit](#): consultato, in particolare nella sezione r/datascience e r/learnpython, per ottenere spunti e suggerimenti su come strutturare un progetto simulato di processo industriale e visualizzazione di dati in tempo reale tramite dashboard, che utilizzasse la generazione casuale di dati.
- [w3school](#): risorsa impiegata per rivedere ed approfondire rapidamente la sintassi dei linguaggi HTML, CSS e JavaScript.
- [Barilla for Professionals](#): utilizzato per acquisire informazioni dettagliate sulle tecnologie proprietarie adottate da Barilla, come ad esempio il trattamento del grano e i sistemi di produzione ad alta automazione.
- [Barilla Group - Stabilimento Castiglione delle Stiviere](#): fonte ufficiale per descrivere nel dettaglio il processo industriale di produzione dei frollini Mulino Bianco, dall'impasto fino alla fase di confezionamento finale.
- [Barilla.com - Metodo Delicato](#): importante per aiutarmi a comprendere il metodo di produzione utilizzato da Barilla per la produzione dei suoi sughi, come il pesto ed al mantenimento degli ingredienti.
- [Barilla Group - Stabilimento di Rubbiano](#): fonte principale per le informazioni sulle tecnologie adottate da Barilla nell'automazione industriale e nella gestione della produzione dei sughi e salse.
- [Bardiani.com](#): utilizzato per approfondire gli aspetti generali degli stabilimenti Barilla, mantenendo un focus particolare sulla gestione automatizzata della produzione e l'ottimizzazione delle risorse industriali.
- [Elettric80](#): documentazione utilizzata per descrivere la logistica automatizzata dello stabilimento centrale Barilla di Pedrignano, che coordina la distribuzione automatizzata della pasta, biscotti e sughi prodotti dai vari stabilimenti.
- [La Pasta di Camerino](#): utile per la comprensione delle fasi tecniche di produzione della pasta secca, dal processo di impasto fino alla fase cruciale dell'essiccazione.
- [Artigiano in Fiera Magazine](#): consultato per approfondire il processo di essiccazione della pasta e le diverse tecniche industriali.
- [Biscotti Loison](#): impiegato, sebbene appartenente ad una azienda differente, nonché competitor è stato utile per ottenere ulteriori dettagli tecnici sui metodi industriali di impasto e formatura dei biscotti.

- [Musei del Cibo](#): utilizzato per approfondire tecnicamente le fasi di trasformazione industriale degli ingredienti freschi destinati a prodotti come il pesto.
- [ChatGpt 4.5](#): utilizzata in particolare la funzionalità deep research che mi ha permesso tramite l'utilizzo di parole chiave di approfondire la ricerca e ritrovare fonti utili.
- [Archivio storico Barilla](#): documentazione storica e tecnica sull'evoluzione dei processi produttivi dell'azienda Barilla.
- [Mulino Bianco](#): documentazione con al suo interno, informazioni dettagliate sui processi produttivi dei biscotti e prodotti da forno.

Riviste, giornali e blog:

- [Corriere della Sera](#): articoli e interviste riguardanti Barilla, innovazione e sostenibilità.
- [Wired](#): servizi sulla digitalizzazione e sull'automazione nei processi produttivi di Barilla.
- [Unindustria](#): documenti relativi a progetti di automazione industriale e collaborazione tecnologica con Barilla.

Fonti video e multimediali:

- [YouTube](#): utilizzato per reperire materiale video dove vengono mostrati i dettagli dei processi industriali, linee produttive o sugli stabilimenti dell'azienda Barilla.

RINGRAZIAMENTI

Ad Azzurra, il mio piccolo cucciolo di foca.

Sembrerà banale, ma fare il fratello maggiore, cercando di dare risposte a domande alle quali spesso nemmeno io so rispondere, non è sempre facile.

Soprattutto quando, come nel nostro caso, per un po' di tempo gli anni di differenza non ci hanno aiutati a comprenderci fino in fondo. Poi però la vita ci ha portato a ritrovarci, davvero, da soli.

E in quel momento il nostro legame si è rafforzato come non mai.

Abbiamo affrontato insieme tutte le difficoltà che ci sono piombate addosso, sempre uno accanto all'altro. La mia assenza da casa, per un certo periodo, mi ha fatto perdere di vista tante cose, e ti ho lasciato sbandare.

Ma sapere che, una volta tornato, la mia presenza abbia contribuito a farti ritrovare il sorriso, è una delle gioie più grandi che potessi provare. A volte sottovaluti quanto tu sia forte. E lo dico sinceramente: tra noi due, quella davvero in gamba sei tu.

Tu che nascondi dentro una luce potente, una forza silenziosa che mi lascia ammirationato.

Davanti a quella luce, mi sento io il fratello minore.

Ti sto vedendo crescere e maturare giorno dopo giorno, e mi emoziona pensare che quella bambina che una volta non riusciva nemmeno a pronunciare bene il mio nome, oggi è la Donna che ho davanti.

Una parte importante del mio percorso la devo anche a te.

Al tuo supporto, alla tua pazienza, al tuo modo dolce e premuroso di starmi vicino, che fosse imparando a cucinare al posto mio, il ricercare una carezza, tirarmi a caso un insulto o semplicemente approvando con uno sguardo i miei outfit.

Ora sei anche tu una studentessa universitaria, e non vedo l'ora che arrivi il tuo momento.

Non vedo l'ora di vederti lì, a raggiungere il tuo traguardo.

E di essere accanto a te, fiero come non mai.

P.S.

Anche se vado via di casa, la stanza resta mia.

A mia mamma

Mamma, non basterebbero tutte le parole del mondo per dirti quanto ti sono grato.

Se sono arrivato fin qui, è soprattutto grazie a te.

Sei sempre stata accanto a me, anche nei momenti in cui ero pronto a mollare tutto.

Mi hai sostenuto quando non credevo più in questo percorso, e hai continuato a farlo ogni volta che la vita mi portava lontano da te.

Ti fai carico di tutto, sempre, senza mai chiedere nulla in cambio.

Anche quando la salute ti metteva alla prova, pensavi prima a me che a te stessa.

Ti preoccupavi se stessi studiando mentre ti accompagnavo alle terapie, e appena sveglia da un intervento, la tua prima domanda è stata: "*Com'è andato l'esame?*"

Dalle elementari fino ad oggi, sei stata al mio fianco in ogni traguardo, piccino o grande che fosse.

È per questo che questo percorso l'ho voluto dedicare a te.

Perché questa laurea... è anche tua.

Al mio papo

Tu che sei stoico, burbero, a tratti pure antipatico — ma che nascondi un cuore d'oro e l'animo più gentile che conosca.

Grazie per tutte le volte che, senza badare all'orario o alla stanchezza dopo il lavoro, sei corso da me appena ne avevo bisogno.

Grazie perché non ci hai mai fatto pesare i tuoi sacrifici, anche quando erano grandi, anche quando erano tanti.

Hai sempre messo me, azzurra e mamma davanti a tutto, e oggi, per una volta, ho fatto io qualcosa per te.

Ora puoi far vedere con orgoglio la foto di tuo figlio laureato ai tuoi colleghi, come hai sempre desiderato!

Ad Adriana

Ho sempre detto che prima o poi saremmo finiti insieme.

Non lo dicevo per scherzo, lo sapevo.

Perché siamo fatti l'uno per l'altra, anche quando sembriamo agli opposti, anche quando discutiamo per cose inutili, anche quando ci mandiamo a quel paese per poi cercarci subito dopo.

Tu dici che ti ho teso una trappola.

Ma la verità è che no, non era una trappola: era destino.

Perché certe anime si trovano. E una volta che si trovano, non si lasciano più.

Sei stata la prima a entrare davvero nella mia quotidianità.

La prima che non ho mai vissuto "a momenti", ma ogni singolo giorno.

Mi hai aiutato a crescere, a vedere il mondo in modo diverso, a superare limiti che pensavo fossero parte fissa di me.

Mi hai spinto a dare di più, anche quando volevo mollare tutto, anche quando non ci credevo più.

E non parlo solo degli studi, che anzi affrontare con te accanto, in versione Prof che mi mette più ansia dei veri professori, è stato quasi "divertente" ma della vita, delle scelte, delle insicurezze.

Hai creduto in me con una forza che ha spinto anche me a farlo.

Sei una presenza costante in tutto quello che faccio, sempre pronta ad ascoltare, consigliare, motivare e soprattutto a riprendermi quando mi serve.

E io mi sento fortunato, immensamente fortunato, ad avere accanto una persona come te.

Con te ho imparato cosa vuol dire amare.

Tu sei la mia complice, la mia forza, la mia casa.

Sei la persona con cui voglio ridere, costruire, parlare, litigare e poi fare pace.

Quella con cui voglio fare tutto.

La verità?

C'è stata una vita prima di te.

E poi una con te.

E io, quella con te, la voglio vivere tutta.

Ti Amadoro, sempre.

P.S.: Anche i nostri stomaci si amano, è palese.

Ma se continuiamo a mangiare così... forse non possiamo più chiamarci "Snellini".

Anche se, a dire il vero, a me va benissimo che si amino con una pizza davanti o anche due.

A Luiggg

Luigi Franco o Franco Luigi... Ci ho messo tre anni di scuola per capire qual era l'ordine giusto! Poi oh, non venivi mai... avevi sempre quella febbre a 36.1 che, come è noto, ti portava a un passo dal camposanto!

C'è un gesto semplice, spontaneo, che secondo me ti descrive alla perfezione: ogni volta che ti accendi una sigaretta, ne offri una anche a chi ti sta vicino.

È in quelle piccole cose che si vede chi sei davvero.

Ti ringrazio con tutto il cuore, perché sei la persona più umile, gentile e accogliente che io conosca. Un amico vero, sincero e leale, che anche quando ha poco, riesce sempre a dare tutto pur di far stare bene chi ha accanto. Mi hai mostrato e insegnato valori che è raro incontrare altrove: la generosità silenziosa, la disponibilità autentica e la bontà che non cerca mai applausi.

Sappi che ogni tuo sacrificio, ogni goccia di sudore che hai versato, resteranno per me la misura concreta dell'enorme stima che ho nei tuoi confronti.

Ti ringrazio per esserci sempre, anche solo per scambiare due chiacchiere seduti fuori al tuo balcone che per me negli anni è diventato un vero e proprio rifugio.

E oltre a te, voglio ringraziare anche Virginia e Nonna Maria: due persone speciali che mi hanno aperto le porte di casa, accogliendomi ed accudendomi come fossi uno di famiglia, facendomi sentire davvero a casa, anche lontano da casa mia.

A Peggolino

Ci conosciamo da quando eravamo bambini, seduti agli stessi banchi delle elementari, a giocare con i Bakugan e a fantasticare di essere Super Sayan.

Chissà se allora avremmo mai potuto immaginare quanto le nostre strade si sarebbero intrecciate così a lungo e così profondamente. È vero, per qualche anno ci siamo persi... ma poi ci siamo ritrovati, e da lì abbiamo ripreso a camminare fianco a fianco.

Fino ad arrivare a vivere insieme, condividendo una casa, una routine e mille momenti tutto fino a questo traguardo che, come tante altre cose, abbiamo la fortuna di festeggiare insieme. Mi dispiace se a volte siamo entrambi testardi, se litighiamo pur di non darci ragione.

E mi dispiace, soprattutto, se in certi momenti non sono riuscito a comprendere davvero il tuo dolore, se non ti ho saputo leggere fino in fondo quando ne avevi più bisogno. Nonostante tutto, tu ci sei sempre stato.

Costante. Presente. Vero. Uno di quelli che con me non molla, anche quando sarebbe più facile tirarsi indietro. Ti ringrazio, davvero, per non aver mai smesso di esserci.

Ai Caballeros

E che fai, te ne privi di dedicare l'ennesimo spazio a questi due? Eh no, non te ne privi!

Ragazzi, descrivere il nostro rapporto a parole è davvero complicato.

Ho provato a trovare il modo giusto per ringraziarvi per tutto quello che siete per me... ma la verità è che non credo di esserci riuscito fino in fondo.

Vi ringrazio perché, nel bene o nel male, voi due ci siete sempre stati.

Mi avete ripescato nei momenti più bui, quando stavo giù davvero, a colpi di "due paccheri ed un Kinder Bueno" e SLF che poi, diciamolo, sono diventati una vera e propria terapia a modo nostro.

Siete miei fratelli. Per sempre.

E questo, fortunatamente, ce l'ho scritto sulla pelle. Non serve aggiungere altro.

Non vi azzardate a sparire che altrimenti mi adombro!

A Fabio

Fabio, voglio essere onesto con te: tu sei, senza dubbio, l'amico più strano che ho.

Il nostro rapporto è fatto di salite e discese continue. Di base, ti prenderei a pugni ogni volta che sparischi per giorni senza rispondere al telefono, ma poi mi fermo, sorrido, e ricordo che sei fatto così. Sei strano. Ma sei anche unico, speciale, inimitabile.

Ti ringrazio perché, anche dietro il tuo finto menefreghismo, sappiamo tutti quanto tu tenga davvero alle persone che ti circondano.

Sei uno di quelli che, nel momento del bisogno, c'è sempre e me l'hai dimostrato sopportandomi come inquilino abusivo per più di due mesi in camera tua.

Insieme abbiamo condiviso tanto: ci siamo conosciuti, ma a un certo punto ci siamo scelti come amici.

Dalle estati passate tra il Kiwi Club, le uscite in motorino, i panini notturni e le serate infinite, fino ad oggi, è stato un bel viaggio.

E ti ringrazio perché il tuo appoggio, soprattutto verso questo percorso, non mi è mai mancato.

A Lorenzo

Il mio amico con le cervella quadrate, lo zio d'America, l'uomo che ha alzato l'asticella di tutti noi, ogni volta, senza mai farlo pesare.

Lorenzo, tu sei un punto di riferimento. Una costante. Sei quella persona che ha sempre avuto la testa sulle spalle, ma anche un senso profondo dell'amicizia.

Ti ringrazio perché, anche quando avresti potuto scegliere altro, fare altro, vivere altro... sei sempre rimasto con noi, guidato solo dal volerci bene.

Credevo che la distanza ci avrebbe allontanati. Ma ho avuto la fortuna di vedere l'esatto contrario.

La distanza non ha fatto altro che rafforzare il nostro legame, renderlo più maturo e consapevole. Hai saputo farci crescere, senza mai volerlo davvero fare.

E ogni tuo consiglio, ogni tua scelta è diventata per noi un esempio, spesso inconsapevole, ma sempre forte.

Grazie perché ci sei. Sempre.

A Peppe

L'anima della festa.

Il collante del gruppo.

L'unico capace di tenerci vivi e attivi quando noi tre, da soli, saremmo probabilmente finiti in pensione anticipata.

Peppe, ti ringrazio di cuore perché mi hai sempre coinvolto, sempre incluso, anche quando ti dicevo "no" in partenza.

Hai continuato a bussare, con la tua leggerezza, la tua allegria, il tuo entusiasmo contagioso.

Grazie perché, senza saperlo, hai portato leggerezza in tanti momenti in cui ne avevo bisogno.

Infine a tutti e tre

Vi ringrazio dal profondo del cuore, perché anche se oggi non viviamo più tutti nello stesso posto, non mi avete mai fatto sentire solo.

Avete continuato a condividere con me non solo le vostre vittorie, ma anche le cadute, i momenti difficili e tutto ciò che rende un'amicizia vera.

Siete la prova vivente che per essere amici, quelli veri, non serve sentirsi ogni giorno o vedersi sempre, perché tanto quando ci si vede, è come non essersi mai lasciati.

Ora, se potete, smettetela di laurearvi ogni due per tre... che starvi dietro non è affatto facile!

A Marta

La mia migliore amica. Una sorella non di sangue, ma che la vita ha deciso di mettermi accanto. All'inizio, diciamolo, non ci stavamo neanche troppo simpatici, letteralmente non mi salutavi quando mi vedevi per strada.

Ma poi, giorno dopo giorno, ci siamo scoperti incredibilmente affini.

Sei il mio grillo parlante: quella voce sempre pronta a dirmi quello che non voglio sentire, ma che mi serve.

Mi fai arrabbiare da morire ogni volta che dobbiamo vederci, perché puntualmente mi fai aspettare ore, o peggio: passano mesi prima di riuscire a beccarci.

Eppure, anche con questo tuo modo tutto tuo di esserci, io so che ci sei sempre.

Abbiamo un tatuaggio insieme, e ogni volta che lo guardo mi ricordo che sei una parte di me: incisa addosso, ma soprattutto dentro.

Grazie per esserci, per esserci stata, e per continuare ad esserci.

Perché anche se mi fai perdere la pazienza... ti voglio davvero un gran bene.

Sei famiglia. E lo sarai sempre.

Ai miei nonni

A **nonno Armando**, che purtroppo oggi non è qui... e la verità è che non ero pronto.

Non si è mai pronti a salutare chi ti ha voluto così bene.

Ma so che, in qualche modo, mi hai visto arrivare fin qui. E spero tu sia fiero di me, anche da lassù.

A **nonna Giovanna**, che magari non è la più espansiva con le parole o con i gesti...

ma io lo so che mi vuoi bene, anche se a modo tuo. E questo, per me, basta.

A **nonna Teresa e nonno Enzo**, che mi hanno cresciuto come se fossi un figlio, che mi hanno accompagnato passo dopo passo, come veri secondi genitori.

Avete atteso questo traguardo con più ansia e gioia di me, ne sono sicuro.

Nonno, lo so che ogni tanto ti confondi e dici che sto per diventare Avvocato... ma fidati: anche così, va bene lo stesso!

Ai miei amici di spogliatoio

Luigi, Davide, Leo, Matteo, Martino e l'ultimo arrivato, Enzo.

Compagni prima, amici poi e ormai fratelli di campo e di vita.

Ogni allenamento, ogni partita, ogni doccia gelata e ogni battuta fuori luogo ci ha legati sempre di più.

Perché non siete solo "la mia squadra": siete il motivo per cui il basket è così bello.

Per me, una squadra senza di voi... non è squadra.

Grazie per ogni singolo momento vissuto insieme.

A Roma e alla 42

Un anno solo, ma quanto mi ha dato. Entrare alla 42 è stata una delle esperienze più belle e intense della mia vita: mi ha sfidato, messo alla prova, ma anche fatto crescere e conoscere persone incredibili. Grazie ad Andrea, il mio coinquilino, per le mille risate, per i discorsi "profondi" nella nostra cucina e per aver reso ogni giornata un po' più leggera, anche nei momenti di caos.

Grazie al gruppo Nanpoli che hanno reso più sopportabile lo stress di provare a diventare sviluppatori in un posto dove la comfort zone non esiste.

Senza di voi sarebbe stato tutto più faticoso, e sicuramente meno divertente. E grazie a Peppe e Rosa, perché con voi mi sono sentito a Napoli anche mentre vivevo a Roma.

A tutti i miei amici

Anche se non tutti avete avuto uno spazio dedicato, sappiate che ognuno di voi ha un posto importante dentro di me.

Non servono paragrafi o nomi scritti per sapere quanto contate.

Agli amici di sempre, quelli con cui sono cresciuto, quelli con cui ci stiamo guardando diventare adulti, passo dopo passo, traguardo dopo traguardo.

E adesso che la vita inizia a chiamarci seriamente, è bello sapere che ci siamo ancora.

Agli amici conosciuti durante questi anni, siete la prova che non serve una vita per creare un legame vero. Grazie a tutti voi perché, in modi diversi, siete stati parte del mio percorso.

E questo percorso, senza di voi, non sarebbe stato lo stesso.