

POLITECNICO DI TORINO

Laurea in Mechatronic Engineering



Tesi di laurea magistrale

Metodo per la Gestione e verifica delle lavorazioni industriali

Supervisore

Marco ghirardi

Candidato

Davide Pé

Aprile 2025

Abstract

L'ottimizzazione dei tempi di produzione è la chiave per la competitività delle aziende manifatturiere. Questa tesi si concentra sulla progettazione e l'implementazione di un sistema digitale per la gestione e la verifica delle lavorazioni industriali, con l'obiettivo di migliorare l'accuratezza nella registrazione delle ore lavorate e ottimizzare l'allocazione delle risorse.

Il progetto è stato sviluppato presso l'azienda M.R.M., specializzata nella produzione di stampi e prototipi per i settori automobilistico e aerospaziale. I metodi tradizionali, come l'uso di registri cartacei e timbratrici, sono caratterizzati da inefficienze, errori e dispersione di informazioni.

Per superare questi ostacoli è stato realizzato un sistema digitale basato su un'interfaccia web, accessibile da qualsiasi dispositivo, che permette agli operatori di registrare in tempo reale le ore di lavoro associate alle commesse. Un software organizza automaticamente le informazioni e le trasferisce in un database aziendale per successive analisi.

I risultati sperimentali hanno mostrato una riduzione del tempo dedicato alla registrazione delle ore e un incremento della precisione dei dati raccolti, con un margine di errore inferiore rispetto ai metodi precedenti. Inoltre, la digitalizzazione del processo ha facilitato il lavoro dei capi reparto, migliorando la trasparenza e la tracciabilità delle attività produttive.

Il sistema rappresenta un primo passo verso un'integrazione più ampia con i gestionali aziendali e apre la strada a future implementazioni, come la generazione automatizzata di preventivi e l'analisi predittiva dei tempi di produzione.

Indice

Introduzione	1
1. Obiettivi della tesi.....	1
Stato dell'arte	3
1. Attuale metodo organizzativo.....	3
2. Modelli organizzativi precedenti.....	4
3. Metodi in uso in altre aziende.....	5
Basi teoriche	6
1. Teoria strategica e benefici.....	6
2. Teoria per l'implementazione del programma.....	9
Implementazione	13
1. Sito.....	13
2. Programma.....	14
3. Database.....	18
Sperimentazione	20
1. Addestramento degli operatori.....	20
2. Commenti degli operatori.....	21

3. Commenti dei capi reparto.....	22
Risultati e analisi	23
1. Tempi di compilazione.....	23
2. Precisione dei dati riportati.....	24
Conclusioni e considerazioni finali	26
1. Considerazioni personali.....	26
2. Possibili implementazioni future.....	27

1. Introduzione

1.1 Obiettivi della tesi

Le aziende moderne si trovano ad avere bisogni sempre più complessi, e uno di questi è l'efficientamento dei tempi di lavoro e di produzione; fin dalla rivoluzione industriale questa pratica si è dimostrata la chiave vincente di un'azienda competitiva sul mercato nel suo settore.

La capacità di monitorare con precisione le ore di lavoro utilizzate per compiere i processi di produzione permette di individuare possibili inefficienze, ridurre gli sprechi di tempo e ottenere una visione più chiara dei costi aziendali e dei margini di guadagno.

È tuttavia fondamentale che questa attività di controllo e monitoraggio non vada a compromettere la produttività rallentando e ostacolando il lavoratore, che necessita di un sistema fruibile e facilmente accessibile.

La mia tesi nasce con l'obiettivo di sviluppare un software in grado di contabilizzare le ore richieste dai processi produttivi in ogni reparto dell'azienda in maniera sistematica, dettagliata e di facile utilizzo per l'operatore.

Questo strumento permette di evidenziare i punti di forza del reparto produttivo, riconoscere eventuali criticità e, nel complesso, ottimizzare le risorse aziendali; l'analisi dei dati permette infatti di conoscere lo stato delle operazioni nell'attimo stesso in cui queste avvengono, consentendo di prevedere i ritardi intervenendo preventivamente per modificare la pianificazione attuali del lavoro.

L'analisi dei tempi di produzione è fondamentale anche per valutare il bilancio dei costi e degli incassi, e questo permette all'azienda di fare offerte più competitive e con margini di guadagno migliori senza rischiare di provocare ai propri dipendenti un sovraccarico di lavoro.

Nel corso di questa trattazione si approfondiranno gli aspetti pratici e teorici legati alla progettazione e all'implementazione di un programma di questo tipo all'interno dell'azienda.

M.R.M. s.r.l

La tesi è stata svolta presso l'azienda M.R.M, che ha sede in via della Cortassa 21 a Pianezza (TO). È un'azienda con oltre 34 anni di esperienza nella produzione di stampi e prototipi per auto e aerei. Si tratta di un'azienda di dimensioni medio-piccole con 50 dipendenti, che può vantare contratti con colossi dell'automotive come Ferrari, BMW, Lamborghini e del settore aerospaziale come Leonardo.

L'azienda gestisce attualmente una rotazione mensile media di 15 commesse, ciascuna delle quali prevede la produzione di lotti delle dimensioni che vanno dai 250 ai 500 pezzi. Ogni commessa può includere la produzione di molteplici elementi distinti, spesso caratterizzati da geometrie complesse a causa della loro natura di prototipi. Questa capacità produttiva testimonia la grande flessibilità e l'elevata competenza tecnica dell'azienda.

M.R.M. si distingue per la produzione di prototipi altamente complessi, caratterizzati da geometrie sofisticate e tolleranze ridotte, oltre che per la fabbricazione di stampi di elevata precisione e qualità. L'azienda opera

attraverso due stabilimenti situati a Pianezza dedicato al settore Automotive, in via della Cortassa 21, e uno per il settore Aerospaziale a Torino in via Asti 8.

M.R.M. possiede una competenza avanzata in diverse lavorazioni:

- Fresatura: nell'azienda sono disponibili tre macchinari dedicati alla fresatura. Le due fresatrici più piccole sono specificamente utilizzate per la lavorazione dei prototipi, mentre la più grande, la fresa Ronin, è destinata alla produzione di stampi
- Taglio Laser: l'azienda possiede tagliatore laser con 5 assi che permette tagli di 2 a 3 dimensioni. Il Laser è ad onda continua e funziona grazie alla CO₂
- Waterjet: nell'azienda vi sono due distinti macchinari adibiti al taglio waterjet. Il taglio waterjet viene usato principalmente per le lavorazioni in ambito aerospaziale
- Stampaggio: l'azienda possiede due diverse presse idrauliche che si occupano dello stampaggio le quali riescono a esercitare una forza di 400 e 1200 tonnellate. La superficie sulla quale lavorano è di 4 m²
- Metrologia: un sistema di controllo della qualità molto rigoroso supportato da diverse strumentazioni sia di tipo fisico che software per un miglior controllo. Assicura il rispetto delle tolleranze e degli standard richiesti dal committente.
- Battitura: La grande capacità dell'azienda è la battitura a mano composto da un personale altamente qualificato. La battitura a mano permette di modellare forme complesse e in grande velocità.

Ogni tipologia di lavorazione è supportata da macchinari dedicati, progettati per garantire la massima efficienza e precisione. Questo parco macchine all'avanguardia, unito al know-how tecnico del personale, rende M.R.M. un punto di riferimento nei settori automotive e aerospaziale.

Grazie al direttore, ing. Migliora, l'azienda sta affrontando un ambizioso processo di innovazione orientato ai principi dell'Industria 4.0. Questo percorso prevede l'implementazione di programmi innovativi per la produzione e la gestione dell'impianto, con l'obiettivo di aumentare l'efficienza operativa e migliorare l'integrazione tra i diversi reparti aziendali. Alcune migliorie sono state apportate da altre figure, come quella dell'ing. Scalzo, che ha sviluppato un software per la pianificazione giornaliera, attualmente in uso e destinato a essere integrato con un altro sistema per automatizzare la creazione dei preventivi.

2. Stato dell'arte

Nel contesto della gestione aziendale moderna, il controllo e l'analisi dei tempi di lavoro rappresentano un elemento imprescindibile per garantire efficienza, produttività e sostenibilità economica. Ogni realtà aziendale, indipendentemente dal settore in cui opera, deve affrontare la sfida di ottimizzare l'impiego delle risorse umane e strumentali per migliorare le proprie performance e rimanere competitiva sul mercato. In questo scenario, la consultiva delle ore assume un ruolo centrale, configurandosi come uno strumento essenziale per monitorare in modo preciso il tempo effettivamente impiegato dai lavoratori nello svolgimento di attività, progetti e commesse. L'adozione di un sistema di rilevazione delle ore lavorate consente di ottenere dati concreti e dettagliati, che possono essere utilizzati per molteplici finalità strategiche. Tra queste, vi è la possibilità di individuare eventuali inefficienze nei processi produttivi, migliorare l'allocazione delle risorse e garantire una distribuzione più equa del carico di lavoro. Inoltre, un'attenta analisi dei tempi consente alle aziende di monitorare il rispetto delle scadenze, confrontando il tempo effettivo impiegato con le previsioni iniziali, così da individuare eventuali criticità e intervenire tempestivamente con azioni correttive. Grazie all'implementazione di sistemi digitalizzati, software avanzati e metodologie consolidate, le aziende possono raccogliere informazioni dettagliate in tempo reale, riducendo al minimo il rischio di errori e semplificando le procedure amministrative legate alla gestione del personale. Questi strumenti non solo favoriscono una maggiore trasparenza nella gestione del lavoro, ma

permettono anche di integrare i dati raccolti con altri sistemi aziendali, come quelli dedicati alla fatturazione, alla pianificazione operativa e al controllo dei costi. Un ulteriore vantaggio della consultiva delle ore riguarda la possibilità di utilizzarla per ottimizzare i costi aziendali, garantendo che il tempo impiegato in ciascun progetto sia proporzionato alle risorse economiche disponibili e agli obiettivi prefissati. Un monitoraggio accurato consente infatti di evitare sprechi di tempo e di risorse, migliorando la redditività complessiva dell'azienda. In questo capitolo verranno analizzate nel dettaglio le principali applicazioni della consultiva delle ore, con particolare attenzione al suo impatto nel miglioramento della produttività e nella gestione dei costi aziendali. Verranno inoltre illustrate le tecnologie e le metodologie più efficaci per implementare un sistema di controllo dei tempi di lavoro efficiente, sottolineando i benefici che ne derivano per le aziende in termini di organizzazione, efficienza e competitività.

2.1 Attuale metodo organizzativo M.R.M

Nell'azienda in cui ho svolto la tesi, il metodo utilizzato per la consultiva delle ore prevedeva la registrazione dell'orario di ingresso e di uscita dei dipendenti tramite una timbratrice. Questo dispositivo veniva utilizzato quotidianamente dal personale per segnalare il momento esatto in cui entrava e usciva dall'azienda, consentendo così di tracciare in modo automatico la presenza dei lavoratori. Tuttavia, la registrazione specifica delle ore dedicate a ciascun lavoro avveniva attraverso un sistema manuale: al termine della giornata lavorativa, gli operatori compilavano appositi fogli cartacei in cui indicavano il numero di ore impiegate per l'esecuzione delle varie attività e

dei processi produttivi assegnati. Una volta completati, questi fogli venivano raccolti dai capi reparto, i quali si occupavano di trascrivere manualmente i dati in un foglio Excel aziendale, con lo scopo di digitalizzare e centralizzare le informazioni relative ai tempi di lavorazione. Successivamente, i dati venivano elaborati e analizzati per estrapolare le tempistiche effettive necessarie allo svolgimento delle diverse commesse, permettendo così di confrontarle con le previsioni iniziali e identificare eventuali discrepanze. Questo metodo, sebbene presenti alcuni vantaggi, come la bassa necessità di formazione del personale nell'uso di dispositivi elettronici e il ridotto costo dei materiali impiegati (essendo basato principalmente su carta e strumenti di archiviazione tradizionali), comportava anche numerose criticità. Tra gli aspetti negativi più rilevanti, vi era l'elevato dispendio di tempo dovuto alla necessità di trascrivere manualmente i dati, un processo che rallentava la raccolta delle informazioni e aumentava il carico di lavoro per i responsabili. Inoltre, l'inserimento manuale delle ore in un foglio Excel aumentava il rischio di errore, sia a causa di calligrafie poco leggibili che potevano generare ambiguità, sia per eventuali distrazioni da parte di chi si occupava della trascrizione. Un altro aspetto critico era la possibilità di smarrimento o deterioramento dei fogli cartacei, con conseguente perdita di dati preziosi per la gestione e l'analisi delle tempistiche di produzione. Per ovviare a queste problematiche e rendere il processo più efficiente, affidabile e veloce, l'azienda ha deciso di adottare un metodo più strutturato, in cui gli operatori inseriscono direttamente le ore impiegate nelle loro attività tramite un sistema digitalizzato. Questa soluzione permette di eliminare la necessità di

trascrizione manuale, ridurre il margine di errore e garantire un'archiviazione più sicura e accessibile delle informazioni.

2.2 Modelli organizzativi precedenti

In passato l'azienda adottava altri metodi, come quello di inserire un codice a barre sui fogli degli; questi codici sarebbero poi stati scansionati mediante un lettore che andava a considerare le ore di lavoro tra un una produzione e l'altra. L'azienda ha ha però individuato in questo metodo alcuni svantaggi:

- I lettori dei codici a barre si danneggiano facilmente e andavano sostituiti di frequente
- I codici a barre venivano sporcati dalla polvere derivante dalle lavorazioni, diventando così illeggibili

L'azienda ha rilevato che i benefici di questa tecnologia non ne controbilanciano i costi a livello economico e di tempo, ed è quindi tornata a un modello senza supporto informatico.

2.3 Metodi in uso in altre aziende

In alcune aziende si affida ad ogni lavoratore un badge elettronico utilizzato per accedere ad alcune zone dell'edificio o attivare alcuni macchinari; in questo modo è possibile registrare in maniera agevole le ore di lavoro e gli spostamenti dei lavoratori senza intralciare le loro attività. Questo tipo di controllo è però complesso dal punto di vista normativo in quanto rischia di violare le leggi che regolamentano la privacy e i ritmi del lavoro; richiede inoltre un grosso investimento economico da parte dell'azienda per

l'installazione dei vari dispositivi e macchinari adatti a supportare questo tipo di dispositivi.

Altre aziende consegnano ai dipendenti un telefono aziendale su cui è installata un'applicazione per caricare le ore di lavoro; in alcuni casi è possibile scaricare l'applicazione sul dispositivo personale dell'operatore. Tale applicazione potrà essere usata solo se l'operatore è in una determinata posizione geografica o se è collegato ad una determinata rete internet per garantire che ciò avvenga durante l'attività lavorativa. Tutti i dati vengono poi caricati su un server aziendale.

Questa è la soluzione più vicina a quella che può essere applicata nel caso in questione; si è però deciso di non utilizzare un'applicazione, bensì un sito, per permettere ai dipendenti di utilizzare il programma da qualsiasi dispositivo e non esclusivamente il proprio cellulare.

3. Basi teoriche

Nell'era della trasformazione digitale, la gestione del tempo lavorativo rappresenta un elemento strategico per le aziende di ogni settore. La trasposizione delle ore in formato digitale consente di raccogliere, analizzare e ottimizzare i dati relativi alle attività lavorative in modo rapido ed efficace. A differenza dei metodi tradizionali, che spesso comportano errori e inefficienze, i sistemi digitalizzati offrono maggiore precisione, trasparenza e integrazione con altri processi aziendali.

L'adozione di strumenti digitali per la rilevazione delle ore lavorate non solo migliora la gestione operativa, ma permette anche un controllo più accurato delle risorse, una pianificazione più efficiente e una riduzione dei costi legati agli sprechi di tempo. In particolare, l'integrazione con software di gestione delle risorse umane e piattaforme di analisi dei dati consente di monitorare la produttività in tempo reale e di adattare le strategie aziendali alle esigenze del mercato.

3.1 Teoria strategica e benefici

Nell'ambito della gestione delle risorse umane e della pianificazione operativa, la digitalizzazione di questo processo rappresenta un passaggio fondamentale per migliorare l'efficienza, riconoscere e ridurre gli errori, aumentare la trasparenza e ottimizzare la produttività aziendale. Questo capitolo esplora la teoria strategica che utilizza un sistema digitale per la rilevazione e gestione delle ore lavorate, evidenziandone i benefici sia per l'azienda sia per l'operatore.

3.1.1 Benefici per l'Azienda

L'implementazione di un sistema informatico per la digitalizzazione delle ore permette di raggiungere diversi obiettivi strategici.

Automazione e precisione

Riduzione degli errori manuali nella registrazione delle ore lavorate e minimizzazione delle discrepanze nei conteggi dovuti a sbagli fatti dall'operatore o alla mala conservazione dei dati. Una migliore precisione nel raccogliere i dati permette di avere informazioni affidabili che possono essere usate come base per le strategie aziendali future.

Trasparenza e tracciabilità

Un monitoraggio in tempo reale delle attività dei dipendenti, con accesso immediato ai dati storici, permette all'azienda di modificare in corso d'opera la programmazione delle attività in caso di problemi e di tracciare lo stato di lavorazione di una consegna così da conoscere l'effettivo e reale stato di progressione del progetto. Inoltre la trasparenza e la tracciabilità permettono di attuare in simultanea due diversi processi, senza dover aspettare che uno sia terminato prima di iniziare il successivo.

Ottimizzazione della produttività

Analisi dei dati per identificare inefficienze e migliorare la distribuzione delle risorse. In questo modo l'azienda può venire a conoscenza dei propri punti deboli così da attuare misure per superare i problemi, ad esempio con il

ricambio e la manutenzione dei macchinari o con una diversa distribuzione delle risorse umane. Grazie allo storico dei dati è possibile identificare per lavorazioni future una diversa serie di processi che comporti un risparmio di tempo per il lavoro totale.

Integrazione con altri sistemi aziendali

La connessione con software di gestione delle risorse umane per le paghe e la contabilità permette una gestione più fluida e integrata, andando a snellire il lavoro delle risorse umane. Tale sistema va ad integrarsi anche con altri sistemi elettronici usati dall'azienda, ad esempio quelli che tengono nota di quando il personale accede al lavoro, così da avere un maggior grado di certezza sulle ore svolte dai lavoratori.

Riduzione dei costi amministrativi

L'eliminazione di documenti cartacei e il miglioramento dell'efficienza nei controlli e nella reportistica fa sì che il personale impiegato a questo scopo possa dedicarsi ad altre mansioni di cui l'azienda ha maggiore necessità. Ciò permette all'azienda di concentrare una porzione maggiore delle risorse sulla produzione e sulla gestione delle commesse anziché sulla burocrazia.

Maggiore compliance normativa

Una registrazione precisa delle ore di lavoro garantisce il rispetto delle normative sul lavoro e previene controversie, così da poter tutelare al meglio l'azienda e il lavoratore e poter lavorare al pieno della legalità

3.1.2 Benefici per l'Operatore

Semplificazione della registrazione

Un'interfaccia intuitiva permette di inserire le ore lavorate con pochi clic a operai di tutte le età, che potranno risparmiare tempo rispetto a quello richiesto da modalità più tradizionali.

Riduzione degli errori di calcolo

Il sistema garantisce una maggiore accuratezza nel conteggio delle ore effettive, evitando perdite di tempo dovute a contestazioni che non saranno più affidate alla memoria dell'operatore o del datore di lavoro, ma saranno gestite dal software. Così facendo l'operatore non si troverà più a dover ricordare i tempi richiesti delle varie lavorazioni e il numero di pezzi prodotti per poi riportarli su carta a fine giornata.

Più possibilità di concentrarsi sul lavoro

Grazie ad un'organizzazione di questo tipo i lavoratori non devono più ricordarsi di tenere traccia del tempo trascorso, della commessa, del codice dei pezzi che stanno producendo e del loro numero: tutte queste informazioni possono essere inserite con un click direttamente dalla loro postazione, senza effettuare spostamenti superflui.

In questo modo gli operatori hanno la possibilità di concentrarsi maggiormente sul lavoro che stanno svolgendo, diminuendo la probabilità di distrazione ed errori.

3.2 Progettazione software

La progettazione e lo sviluppo di un sistema per la digitalizzazione dei tempi richiede un'attenta valutazione di principi informatici, architetture software e scelte di design per facilitare la fruizione da parte dei suoi utilizzatori.

In questo capitolo verranno analizzate le decisioni tecnologiche che hanno guidato la realizzazione del sistema, dalla selezione del framework di sviluppo all'implementazione della base dati, fino alle soluzioni adottate per garantire sicurezza, interoperabilità e usabilità. Inoltre, verranno esplorate le strategie di miglioramento continuo del design, finalizzate a rendere l'interfaccia più intuitiva e il flusso operativo più efficiente, rispondendo alle esigenze degli utenti e alle dinamiche aziendali.

3.2.1 Front-end

Il *front-end* è la parte visiva di un sito. È quella che l'operatore vede e con la quale va ad interfacciarsi, ed è fondamentale che sia organizzata nel modo più chiaro e fruibile possibile.

Intuitività e facilità di utilizzo

L'interfaccia deve essere semplice ed intuitiva; ogni domanda di lavoro è accompagnata da una descrizione accurata di quello che l'utente deve fare per evitare che si confonda o faccia degli errori. Una delle strategie per aumentare la fruibilità è usare caratteri o colori che attirano di più l'occhio. Un altro metodo molto usato è utilizzare colori e forme dei riquadri diverse

così da differenziare le varie funzionalità del programma. Mediante questi accorgimenti l'utilizzo del sito è meno gravoso e stressante per l'operatore.

Utilizzo su ogni dispositivo

Dal momento che gli operatori possono utilizzare diversi dispositivi per accedere al sito, questo deve essere accessibile da qualunque apparecchiatura; per raggiungere questo risultato l'interfaccia del sito deve adattarsi a qualsiasi dispositivo.

Questo è possibile durante l'implementazione dell'interfaccia di html; serve assicurarsi che gli elementi selezionabili abbiano una superficie abbastanza ampia da rendere accessibili funzioni come il touch-screen anche da uno schermo di piccole dimensioni come quello di un cellulare.

Facilità di accesso al sito

Per garantire la sicurezza del sito e dei dati aziendali bisogna far sì che il dispositivo acceda al programma una mail aziendale adeguatamente monitorata affinché il sito autorizzi l'accesso solo a mail contenute in una specifica lista.

Nel caso l'azienda abbia una rete wi-fi condivisa per tutto lo stabilimento, è possibile far funzionare il sito in locale, il che rende l'attività più sicura e permette di eliminare la lista di mail approvate.

3.2.2 Back-end

Il *back-end* è la parte nella quale si sviluppano i programmi che garantiscono il corretto funzionamento del software.

Salvare Dati

Inizialmente è necessario salvare i dati generati dagli utenti su un database in forma grezza, in modo da prevenire perdite di informazioni e solo dopo essere stati processati i dati saranno spostati sul database aziendale; così in caso di bug o cambiamenti esista sempre un database con i valori originali.

Per un corretto funzionamento il programma deve elaborare i dati in formati compatibili con la lettura per garantire uniformità e facilità di elaborazione. Per evitare ridondanze bisogna inserire sul secondo database meccanismi di controllo volti ad evitare conflitti tra diverse variabili ed errori o mancanze degli utenti del programma; questi controlli non dovranno in alcun modo intaccare i dati originali e vengono effettuati sul database aziendale dedicato alla loro elaborazione.

Laddove il programma non è in grado di elaborare i dati, il problema deve essere segnalato sul database aziendale così da poter intervenire tempestivamente sul programma o segnalare l'errore all'utente.

Elaborare i dati

I dati devono essere elaborati seguendo un preciso ordine. In questo caso sono stati divisi in base al cognome dell'operatore che li ha inseriti e poi ordinati in ordine cronologico

Durante l'elaborazione bisogna usare formule semplici, che richiedono meno tempo ed energia per l'elaborazione; un'altra strategia è fare il modo che il programma inizi a leggere a partire da dove si è fermato l'ultima volta senza ricominciare daccapo ogni volta.

4. Implementazione

Questa sezione tratta i processi che hanno portato alla creazione del sito, tra cui il funzionamento del software e le modalità di salvataggio ed elaborazione dei dati.

4.1 Il sito web

Inizialmente si era pensato di optare per un server in lan collegato alla rete internet aziendale, ma la connessione non è disponibile in tutto l'edificio; per questo motivo si è dovuto optare per un'altra opzione.

Come prima cosa è stato creato un sito web il cui accesso era limitato ad una lista di email appartenenti ai dipendenti registrati, con lo scopo di garantire la sicurezza e la veridicità dei dati.

All'interno del sito sono state inserite diverse domande che l'operatore dovrà compilare in questo ordine preciso per evitare incompletezze nei dati:

- La prima è una domanda a scelta multipla che riguarda lo stato del processo; le due opzioni disponibili sono inizio e fine del lavoro
- La seconda riguarda la commessa; l'operatore deve selezionare dalla tendina a discesa per la commessa che sta per svolgere
- Le richieste successive sono sulla quantità di pezzi prodotti durante il processo, che va inserito in un riquadro
- L'ultima domanda chiede di inserire il codice corrispondente al pezzo che sta venendo prodotto

L'operatore ha accesso alle ultime due domande solo se nella prima ha selezionato "fine". Una volta premuto il tasto "invio" i dati vengono salvati

automaticamente insieme alla mail dell'operatore che li ha inseriti e alla data ed ora in cui l'operazione è avvenuta. Questi dati vengono raccolti su un Google Sheet, scelto per assecondare l'affinità dei dipendenti con il programma Excel.

Se si accede al sito con una specifica mail amministrativa è inoltre possibile modificare ed aggiornare i contenuti nella lista delle commesse.

Commessa * <input type="text" value="Scegli"/>
Codice pezzo <input type="text" value="La tua risposta"/>
Momento Processo * <input type="radio"/> Inizio <input type="radio"/> Fine
Quantità pezzi <input type="text" value="La tua risposta"/>

4.2 Il software

Come linguaggio si è scelto Python perché è noto a diversi dipendenti all'interno dell'azienda. Per evitare di rallentare l'attività dei server aziendali, il programma è stato elaborato da un altro computer che trasmette i dati al server solo dopo averli elaborati. Il software è attivo alle ore 00:00 di ogni giorno ma può essere attivato anche durante le ore di lavoro a seconda delle necessità dell'apparato dirigenziale.

Operazioni iniziali

Il programma visualizza e copia in un dataframe i dati raccolti nel Google Sheet mediante un link condiviso da quest'ultimo. Successivamente cambia il formato di alcuni dati affinché possano essere utilizzati da python e possano dare risultati leggibili nel programma e nel data base in cui verranno inseriti. In questa fase viene anche aperto un foglio Excel aziendale dove verranno caricati i risultati. Si è scelto di caricarli su un foglio Excel aziendale così che possano essere visionati da più persone prima di essere salvati nel database aziendale.

Sono stati creati diversi array per l'inserimento dei dati; questi array vengono selezionati a partire dalla prima riga vuota dopo i dati inseriti il giorno precedente. In questo modo non serve verificare ogni volta l'intero data frame, ma solo gli elementi più recenti.

Processo di elaborazione

Mediante un *ciclo for* il programma attua i processi verificando di compiere il ciclo su tutti i dati raccolti in una specifica data; una volta finito il programma corrente prende la data successiva dal *dataframe* e così via.

All'interno si attua un altro ciclo che valuta ogni mail nel *dataframe*; le mail vengono man mano salvate in un array che controlla che non vengano valutate più di una volta, evitando quindi che gli stessi dati siano elaborati più di una volta.

```
while(controllo_persone >= 0):
    if(df.iloc[flag_nomi,1] == nomi[1,controllo_persone]):
        blocca_persone=0
        if(df.loc[flag_nomi, 'data'] == nomi[0,controllo_persone]):

            nome_diversa_data=0

        controllo_persone=controllo_persone - 1

if(blocca_persone == 1 or nome_diversa_data == 1):
    nomi[1,numero_persone]=df.iloc[flag_nomi,1]
    nomi[0,numero_persone]=df.loc[flag_nomi, 'data']
    numero_persone = numero_persone + 1
    flag = 0
```

Quando il programma passerà al giorno di lavoro successivo cancellerà tutte le mail nell'array del giorno prima e comincerà tutto il processo da capo

Elaborazione stato inizio

In questo ciclo il programma controlla lo stato della commessa tramite un contatore incrementale che parte dallo 0; questo contatore fa scorrere un array che contiene:

- Sulla prima riga l'ora di inizio del processo

- Sulla seconda i tempi aggiuntivi
- Sulla terza il nome della commessa inserita

```

for flag in range (len(df)):
    if(df.loc[flag,'data'] == df.loc[flag_nomi,'data']):
        if (df.iloc[flag, 3] == "Inizio" and
df.iloc[flag,1] == nomi[1,numero_persono - 1]):

            if lavoro_flag == 0:
                lavori_commesse[lavoro_flag] = df.iloc[flag, 2]
                lavori_tempo.iloc[0, lavoro_flag] = df.loc[flag,'time']
                lavoro_flag = lavoro_flag + 1
            else:
                lavori_commesse[lavoro_flag] = df.iloc[flag, 2]
                lavori_tempo.iloc[0, lavoro_flag] = df.loc[flag,'time']
                lavori_tempo.iloc[1, lavoro_flag - 1] = ..
                ..df.loc[flag,'time']- lavori_tempo.iloc[0, lavoro_flag - 1]

                controllo_duplice_commessa=lavoro_flag - 1
                doppione=0

```

I tempi aggiuntivi vengono usati quando nel programma sono stati inseriti più inizi consecutivi dalla stessa persona; in questi casi il programma calcola la differenza tra il tempo richiesto dai due elementi e salva questa cifra nella colonna del primo dei due processi; in questo modo se si ferma la produzione di un pezzo per iniziare a costruirne un altro l'operatore non deve compilare il sito due volte dichiarando la fine del lavoro corrente, ma serve semplicemente che ne inizi uno nuovo per poi dichiarare la fine di entrambi in un secondo momento.

Il programma verifica se la commessa è già stata inserita nell'array; se è così, modifica i dati inseriti, sommandoli con quelli più vecchi. Per cancellare i dati più vecchi, vengono fatti scorrere i dati più recenti sul array, indietro di

una posizione, fino a posizionare i valori più recenti al posto del doppione: in questo modo il nuovo elemento sarà l'unico associato a quella commessa. Questo metodo serve ad evitare problemi nel caso in cui l'operatore invii più volte lo stato di inizio per la stessa commessa senza aver concluso quella precedente.

```
while(controllo_duplice_commessa >= 0):  
  
if(lavori_commesse[controllo_duplice_commessa]==lavori_commesse[lavoro_flag]):  
    controlllore=controllo_duplice_commessa  
    doppione=1  
  
    lavori_tempo.iloc[1,lavoro_flag]=...  
    ...lavori_tempo.iloc[1,controllo_duplice_commessa]  
  
    while(controlllore < flag):  
        lavori_tempo.iloc[0,controlllore]=...  
        lavori_tempo.iloc[0,controlllore + 1]  
        lavori_tempo.iloc[1,controlllore]=...  
        lavori_tempo.iloc[1,controlllore + 1 ]  
        lavori_commesse[controlllore]=...  
        ...lavori_commesse[controlllore + 1]  
  
        controlllore = controlllore + 1  
  
    controllo_duplice_commessa =...  
    ...controllo_duplice_commessa - 1
```

Elaborazione stato fine

Quando l'operatore notifica la fine di un processo il programma verifica se il puntatore dell'array associato all'inizio è stato inserito e se è diverso da zero; se queste condizioni si verificano, il programma inserisce nella prima riga libera del foglio Excel una serie di elementi presi dal dataframe:

- Mail dell'operatore
- Commessa svolta
- Numero di pezzi prodotti
- Data
- Codice del pezzo
- Ore trascorse dall'inizio del processo calcolate facendo la differenza tra l'ora di fine e quella di inizio a cui si somma il tempo extra

Successivamente il puntatore viene fatto diminuire di uno.

```

while(controllo_fine <= lavoro_flag ):
    controllore=controllo_fine
    if(df.iloc[flag,2] == lavori_commesse[controllo_fine]):
        controllore = controllo_fine
        excel.cell(row=row_excel_counter, column=1,...
        ...value=nomi[1,numero_persono - 1])
        excel.cell(row=row_excel_counter, column=2,...
        ...value=lavori_commesse[controllo_fine])
        quantità=df.iloc[flag,4]
        if pd.isnull(quantità):
            df.iloc[flag,4]=0
        quantità_pezzi=int(df.iloc[flag, 4])
        excel.cell(row=row_excel_counter, column=3,...
        ...value=quantità_pezzi)
        excel.cell(row=row_excel_counter, column=4,...
        ...value=df.loc[flag, 'time'] - ...
        ...lavori_tempo.iloc[0, lavoro_flag]...
        ...+ lavori_tempo.iloc[1, controllo_fine])
        excel.cell(row=row_excel_counter, column=5,...
        ...value=df.loc[flag, 'data'])
        excel.cell(row=row_excel_counter, column=7,...
        ...value=df.loc[flag, 'Codice pezzo'])
        excel.cell(row=row_excel_counter, column=6, value="")
        errore_fine=0

```

Errori dovuti allo stato

Se le condizioni di uguaglianza della commessa non vengono rispettate o la cifra associata al puntatore è diversa da zero, oltre alle informazioni sopra riportate nella riga Excel viene caricata anche una cella recante la scritta: “Errore: manca inizio” insieme all’orario in cui l’errore si è verificato, in modo che sia possibile intervenire tempestivamente sul problema.

```
while(controllore < lavoro_flag):
    lavori_tempo.iloc[0,controllore]=lavori_tempo.iloc[0,controllore+1]
    lavori_tempo.iloc[1,controllore]=lavori_tempo.iloc[1,controllore+1]

    lavori_commesse[controllore]=lavori_commesse[controllore+1]
    controllore = controllore + 1
    if(decrementa == 1):
        lavoro_flag = lavoro_flag - 1
        decrementa=0
        lavori_tempo.iloc[0,lavoro_flag-1]=df.loc[flag, 'time']
        controllo_fine = controllo_fine + 1
            if(errore_fine == 1):
                excel.cell(row=row_excel_counter, column=1,...
                    ...value=nomi[1,numero_persone - 1])
                excel.cell(row=row_excel_counter, column=2,...
                    ...value=df.iloc[flag, 2])
                excel.cell(row=row_excel_counter, column=3,...
                    ...value=df.iloc[flag, 4])
                excel.cell(row=row_excel_counter, column=4,...
                    ...value=df.loc[flag, 'time'])
                excel.cell(row=row_excel_counter, column=5,...
                    ...value=df.loc[flag, 'data'])
                excel.cell(row=row_excel_counter, column=6, value="errore...
                    ...manca inizio")
```

Invece gli errori dello stato di fine vengono segnalati alla fine del ciclo dell’operatore; questo avviene se al termine del processo il puntatore è maggiore di zero, quindi alcuni elementi non hanno ricevuto lo stato di fine. In questo caso l’errore viene segnalato con una cella recante la scritta: “Errore: manca fine” insieme all’orario di inizio del processo.

```

while(lavoro_flag > 0):

    lavoro_flag = lavoro_flag - 1
    excel.cell(row=row_excel_counter, column=1,...
    ...value=nomi[1,numero_persone-1])
    excel.cell(row=row_excel_counter, column=2,...
    ...value=lavori_commesse[lavoro_flag])

    excel.cell(row=row_excel_counter, column=6, value="errore...
    ...manca Fine, viene segnato a che ora ha iniziato")
    excel.cell(row=row_excel_counter, column=4,...
    ...value=lavori_tempo.iloc[0, lavoro_flag])
    excel.cell(row=row_excel_counter, column=5,...
    ...value=df.loc[flag_nomi, 'data'])
    row_excel_counter = row_excel_counter + 1

```

Accorgimenti

Nel caso il programma venga attivato mentre le operazioni sono ancora in corso, questi elementi saranno segnalati con l'errore "manca fine", che potrà essere eliminato attivando nuovamente il programma a fine giornata. In questo modo è possibile determinare quali processi sono ancora in corso e da quanto tempo.

4.3 Database

Excel aziendale

I dati vengono caricati prima sul foglio Excel e poi su un database aziendale per via della familiarità del personale con questo programma. Il documento in questione contiene tre pagine:

- La prima contiene tutte le informazioni caricate dal programma, che possono essere visualizzate e modificate; contiene anche delle celle

che indicano la progressione del programma rispetto al foglio Excel nel caso si volessero rivalutare intere porzioni della tabella o crearne una nuova sovrascrivendo quella meno recente

- Nella seconda sono inseriti tutti i nomi e gli indirizzi email dei dipendenti con i relativi settori di lavoro; questa tabella serve ad associare i lavoratori dell'azienda al loro settore
- L'ultima pagina contiene una tabella con tutte le commissioni attive e il tempo da cui ogni settore sta lavorando su ogni commissione; questa tabella viene usata dal addetto alla pianificazione per determinare il livello di progresso di ogni commessa e individuare possibili ritardi.

Successivamente i valori finali vengono copiati e importati in altri fogli Excel aziendali per considerazioni di tipo economico.

Database aziendale

Nel database aziendale è stato creato un programma VBA con la funzione di copiare i dati aziendali dal foglio Excel sopra citato e importarli nel suo database dopo averli sistemati. Questa scelta di più database è stata fatta per incrementare il numero di controlli ad ogni step e arrivare con un prodotto finale il più realistico e preciso possibile.

Quest'ultimo database è stato creato per adempiere a diverse funzionalità tra cui avere uno storico di lavoro del tempo richiesto da ogni componente delle commesse utilizzando una media di tempo rispetto alle quantità. Tale dato viene usato dall'addetto ai preventivi per avere dati più precisi dei tempi necessari ad ogni settore per la produzione dei diversi pezzi.

Il database viene usato anche per controllare le ore di lavoro giornaliere e mensili di ogni dipendente all'interno dell'azienda. Tali valori vengono confrontati con le ore di lavoro timbrate sulla timbratrice e utilizzati per calcolare le buste paga e avere una precisa valutazione di costi aziendali legati ai dipendenti.

5. Sperimentazione

Questa tratterà la sperimentazione che è stata effettuata sul sito da parte degli operatori e sulle loro impressioni relativamente all'interfaccia.

5.1 Addestramento degli operatori

Inizialmente il sito è stato testato solo in due reparti, quello addetto al taglio laser e quello dedicato ad assemblaggio e saldatura. Gli operatori dovevano tenere traccia delle ore utilizzando solo il sito, che inizialmente chiedeva di inserire solo le date di inizio e di fine. Questa implementazione di base è stata attuata per una settimana per lasciare ai dipendenti il tempo di ambientarsi con il nuovo metodo organizzativo ed acquisire dimestichezza con le dinamiche iniziali.

Il numero di errori in questo periodo di tempo è stato nell'ordine di due errori a settimana in entrambi i reparti, quindi si è passati alla fase di sperimentazione successiva. ovvero implementare la scelta della commessa da una tendina e l'inserimento del numero di pezzi. Questa fase sarebbe dovuta durare soltanto una settimana, ma visto l'aumento del numero degli errori degli operatori rispetto alla fase precedente (3 errori a settimana in un reparto e 4 nell'altro) si è deciso di prolungarla per un'altra settimana al fine di aumentare l'affinità tra lavoratore e sito.

Al termine di questo secondo periodo di prova gli errori erano nuovamente 1 per ogni settore ed è stata inserita un'altra domanda, ovvero inserire il codice del pezzo relativo alla commessa; in un primo momento questo avveniva selezionandolo in una tendina contenente diversi codici, ma i dipendenti

hanno trovato questa modalità scomoda, dunque si è deciso in accordo con gli operatori di inserire un riquadro da compilare manualmente tramite una tastiera. Inizialmente il codice doveva essere inserito sia nello stato di inizio che in quello di fine così da avere un confronto nel programma, ma a causa dell'alto rischio che gli operatori commettessero errori di battitura e per agevolare e velocizzare la compilazione è stato scelto di trascrivere il codice solo al momento di inserire lo stato di fine.

Con questi accorgimenti il numero degli errori è rimasto stabile attorno ad 1 errore a settimana per reparto.

5.2 Commenti degli operatori

Gli operatori di reparti hanno trovato la prima forma del sito molto utile e intuitiva nell'utilizzo, e applicabile durante il lavoro.

L'implementazione finale del sito è rimasta apprezzata dal reparto laser, mentre il reparto addetto alle saldature e assemblaggi, visto l'eccessivo numero di commesse da fare in una giornata l'ha trovato un po' più scomodo.

Entrambi i reparti hanno trovato maggiore difficoltà nell'adattarsi ad usare il sito prima di un lavoro, e quindi nell'integrare il nuovo sistema all'interno delle loro normali attività.

La cosa molto apprezzata da entrambi i reparti è stata la facilità nell'utilizzare il sito e soprattutto il fatto di non dover più ricordare fino a fine giornata i tempi e la quantità di pezzi prodotti.

5.3 Commenti dei capi reparto

La funzionalità del salvare i dati in formato digitale è stata molto apprezzata dai capi reparto sia nella prima versione del sito che in quella finale. I capi reparto non si sono più trovati a dover cercare dati su diversi fogli cartacei, ma hanno la possibilità di consultarli comodamente da un foglio Excel, con la possibilità di applicare filtri per facilitare l'elaborazione.

Il fatto che le informazioni fossero digitali ha facilitato il lavoro dei capi reparto anche perché non sempre la grafia degli operatori è facile da decodificare, e questo richiedeva un grande impegno da parte di chi doveva farlo, oltre ad aumentare il rischio di errori di trascrizione.

6. Risultati e analisi

6.1 Tempi di compilazione

In precedenza gli operai raccoglievano le informazioni su lavagnette che alla fine della giornata venivano copiate su fogli di carta; questa operazione richiede complessivamente tra i 7 e i 22 minuti a seconda del numero di commesse svolte in una determinata giornata. Utilizzando l'applicazione il tempo di compilazione del sito va da 2 a 3 minuti per ogni commessa in base alla dimestichezza dell'operatore con il sito e con il proprio telefono.

Operatori con meno esperienza nell'utilizzo del telefono e molte commesse ogni giorno hanno un leggero aumento dei tempi di compilazione, mentre operatori più abili (che costituiscono circa il 65% degli operatori nei due reparti) hanno una diminuzione delle tempistiche che va dai 3 ai 4 minuti.

Per i capi reparto i tempi di lavoro in questo ambito si riducono drasticamente grazie al programma poiché quest'ultimo elimina la necessità di raccogliere i fogli e copiarne il contenuto su Excel, il che richiede circa un'ora a settimana per ogni capo reparto. Inoltre questo sistema diminuisce il rischio di errori durante la trascrizione e ne favorisce l'individuazione.

In generale è possibile concludere che nel complesso i tempi impiegati per la raccolta e l'elaborazione dei dati da parte del personale sono diminuiti e il peso di queste operazioni è equamente distribuito su tutto il reparto, in quanto non ricade esclusivamente sul capo reparto.

6.2 Precisione dei dati riportati

Durante la sperimentazione è stato chiesto ad un operatore di registrare i dati sia con il metodo cartaceo utilizzato in precedenza sia tramite il programma, in modo da confrontare l'accuratezza delle informazioni raccolte con i due metodi.

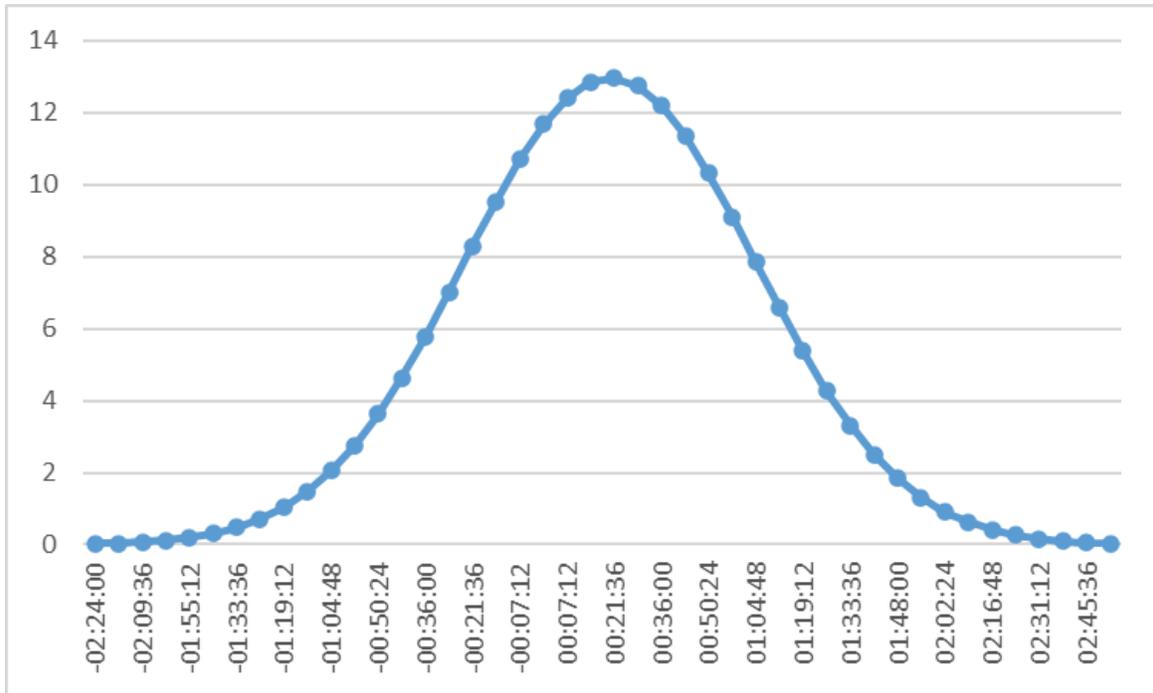
Analizzando i dati raccolti osservando il suo operato risulta che la differenza media nelle tempistiche dichiarate tra il cartaceo e il digitale è di 20 minuti, pertanto è comune che i tempi dichiarati in cartaceo siano più lunghi di quelli registrati tramite il sito. In particolare:

- Nei casi in cui i tempi dichiarati sul cartaceo sono più lunghi rispetto a quelli in digitale, la differenza media è di 36 minuti; questa condizione corrisponde al 72% dei casi
- Quando i tempi dichiarati sul cartaceo sono più brevi rispetto a quelli in digitale, la differenza media è di 28 minuti; questa situazione è stata rilevata nel 28% dei casi

La più alta differenza rilevata tra le due modalità è di 1 ora: il cartaceo riporta che l'operazione ha richiesto 2 ore, mentre sul sito reca un dispendio di tempo di 55 minuti. La differenza di tempo più bassa registrata tra le due modalità è invece di 2 minuti.

In base ai dati raccolti è possibile affermare che il metodo di raccolta di informazioni con il programma informatico è più agevole per l'operatore e permette di effettuare stime dei tempi di lavoro in tempo reale, e che risultano più accurate.

Fig. I: Densità della differenza di tempo tra i risultati



7. Conclusioni e considerazioni

7.1 Considerazioni personali

Progetti di questo tipo hanno un grande potenziale di velocizzare e affinare il processo di documentazione dell'attività degli operatori, se questi ultimi sono adeguatamente formati.

È possibile snellire ulteriormente il processo in azienda con pianificazione giornaliera fissa, e in cui sarebbe necessario inserire soltanto la quantità di pezzi da parte dell'operatore, in quanto la commessa verrebbe selezionata dal programma in maniera automatica in base al calendario stabilito dall'apparato di pianificazione aziendale. In azienda senza una pianificazione fissa automatizzare questa fase è più difficoltoso ma comunque possibile tramite alcuni accorgimenti e compromessi con il personale.

La digitalizzazione e l'automatizzazione di questo tipo di processi permettono di aumentare la propria efficienza; questo può portare ad un risparmio di tempo e mezzi che potranno dunque essere reinvestiti in altre attività, permettendo dunque a piccole e medie aziende di essere competitive su un mercato dominato da realtà multinazionali.

Il requisito imprescindibile per raggiungere questi livelli di efficienza è investire sulla preparazione informatica e le competenze dei dipendenti, in quanto l'utilizzo di sistemi automatizzati di elaborazione dei dati può avere un notevole impatto sull'efficienza, sulla produzione e sui tempi di lavoro.

Queste tecnologie permettono di ridurre i tempi morti e di concentrare una quantità maggiore di risorse sul raggiungimento degli obiettivi aziendali.

7.2 Possibili implementazioni future

Progetti di questo tipo possono essere facilmente integrati nell'attività direttiva perché salvano i dati raccolti direttamente sul database aziendale, con diversi risvolti positivi sull'attività gestionale e produttiva dell'azienda.

Programmazione delle attività

I dati raccolti da programmi come quello che ho realizzato per l'azienda M.R.M possono essere impiegati da software che, tramite l'utilizzo di grafici e modelli statistici che analizzano l'andamento produttivo che l'azienda ha tenuto in passato, possono fare delle previsioni sull'andamento futuro e imbastire automaticamente la programmazione delle attività giornaliere.

Programmi di questo tipo snelliscono le mansioni dell'addetto alla pianificazione, che avrà quindi accesso all'andamento delle commesse in maniera chiara e semplice e avrà occasione di individuare problemi ed errori e modificare la programmazione delle attività a seconda delle necessità dell'azienda; permetterebbero di stimare anche il numero di lavoratori necessari a portare a termine una determinata commessa entro una scadenza, un'altra prerogativa dell'addetto alla pianificazione.

Questo genere di software possono essere utili anche nel determinare la quantità di commesse che l'azienda è in grado di gestire contemporaneamente in un dato momento e di fornire indicazioni strategiche sui settori di produzione che beneficerebbero maggiormente di investimenti aziendali.

Programma per la compilazione dei preventivi

Il database derivante dall'attività di questo programma potrebbe essere impiegato nella compilazione automatica dei preventivi; elaborando i dati ottenuti dal resoconto delle ore uniti a quelli relativi ai preventivi precedenti, il programma potrebbe essere in grado di restituire un preventivo precompilato che l'operatore dovrà solo verificare e confermare.

Un programma di questo tipo potrebbe ridurre sensibilmente i tempi richiesti dalla compilazione dei preventivi e soprattutto il peso dello svolgimento di questa operazione che normalmente ricadrebbe sull'operatore.

Calcolo delle ore di lavoro

I dati raccolti potranno essere processati insieme ai dati raccolti dalla timbratrice per calcolare in maniera più equa ed accurata gli stipendi dei dipendenti; questa strategia permette infatti di misurare i tempi di lavoro con maggior precisione e di individuare in maniera chiara ed affidabile i tempi di lavoro straordinario, che devono essere retribuiti in maniera precisa.