



UNIVERSITÀ DI PISA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'ENERGIA DEI SISTEMI
DEL TERRITORIO E DELLE COSTRUZIONI

RELAZIONE PER IL CONSEGUIMENTO DELLA
LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA GESTIONALE

***Ottimizzazione dei processi in un reparto produttivo di
Essity con proposta operativa di un sistema MES***

SINTESI

RELATORI

Prof. Ing. Franco Failli
Dipartimento DESTEC

Dott. Giuseppe Di Benedetto
Azienda Essity Italy SpA

IL CANDIDATO

Lara Bicchielli

Sessione di Laurea Magistrale del 17/02/2021

Ottimizzazione dei processi in un reparto produttivo di Essity con proposta operativa di un sistema MES

Lara Bicchielli

Sommario:

Il progetto di tesi si basa sul lavoro di analisi e progettazione, svolto durante un periodo di stage in un reparto produttivo di Essity, azienda multinazionale leader nel settore cartario, di azioni volte al miglioramento continuo. Successivamente all'analisi dei processi, sono stati attuati miglioramenti in termini di riorganizzazione delle attività e ottimizzazione delle stesse. In seguito, si è proceduto con i primi passi della progettazione di un sistema MES per il miglioramento dei flussi informativi. Il software si pone come strumento per fornire un supporto alla pianificazione giornaliera degli ordini, alle principali attività svolte dal reparto e al monitoraggio degli indicatori di riferimento. All'interno di questo contesto, il principale obiettivo del lavoro di tesi è stato quello di analizzare i processi, individuare le metodologie con cui migliorarli e applicare queste ultime sviluppando anche adeguati piani di training per addestrare gli utenti. In ultimo, sono stati definiti i requisiti dei vari users ai fini dello sviluppo del software.

Abstract:

This project is based on the analysis and design of actions aimed at continuous improvement, and it took place during an internship in the manufacturing department of Essity, a multinational corporation leader in the paper business.

After a focused analysis of all activities, improvements were made in terms of reorganizing the activities and optimizing them. Subsequently, the project proceeded with the first steps of the development of a MES software platform to improve information flows and to manage the process orders on a daily basis, connecting them with the consequent departmental actions and monitoring.

The main objective of the thesis work was to analyze the processes, identify the improvement methodologies and apply the latter by also developing adequate training plans to train users. Finally, the requirements of the various users for the software development have been defined.

1. Introduzione

1.1 Motivazioni del progetto

Il presente progetto di tesi nasce dall'esigenza della azienda Essity di intraprendere un percorso di miglioramento per il nuovo reparto Converting, nato nel 2019 e dedicato alla produzione di tovaglioli con stampa personalizzata.

Il miglioramento delle performance e della qualità è richiesto anche a fronte dei livelli di reclamo, che risultano superiori al target definito, e dei prolungati fermi macchina, dovuti a processi di stampa recentemente implementati.

1.2 Obiettivi del progetto

L'esperienza di tirocinio, svolta nel nuovo reparto Converting dello stabilimento Essity di Altopascio (LU), si è concentrata sull'analisi dei processi in essere e, per i reparti di produzione di semilavorati, sulla creazione di nuove procedure in ottica di miglioramento continuo; in particolare, l'attenzione è stata posta sul reparto di produzione dei colori per la realizzazione della stampa.

I principali obiettivi del progetto di tirocinio sono stati:

1. Riorganizzazione delle attività del reparto di produzione dei colori;
2. Miglioramento, in termini di efficacia ed efficienza delle attività, e della gestione dei materiali necessari al funzionamento del reparto;
3. Miglioramento dei flussi informativi dei reparti dei semilavorati e dei reparti connessi, tramite l'introduzione di un software di gestione.

2. L'azienda

Essity è un'azienda leader globale nei settori dell'igiene e della salute.

Nasce nel 2017 dalla divisione del gruppo SCA, nato nel 1929 in Svezia, in due compagnie: SCA, società focalizzata sul business forestale, ed Essity, che sviluppa, produce e commercializza i suoi prodotti in circa 150 paesi del mondo nell'ambito del *personal care* e del *tissue*.

Il suo nome deriva dalla crasi delle parole "Essentials" e "Necessity".

2.1 I prodotti

L'offerta di Essity, in merito all'ambito *personal care*, comprende prodotti per l'incontinenza, l'igiene femmine e dei bambini, e soluzioni medicali. In merito al *tissue*, Essity offre prodotti quali fazzoletti, tovaglioli e carta igienica, per il canale B2B e per l'uso domestico. Il marchio più conosciuto in Italia è *Tempo*.

2.2 La produzione in Italia

In Italia, oltre ad una sede commerciale e amministrativa, Essity ha 3 stabilimenti, dedicati alla produzione di bobine di carta e carta colorata a partire da cellulosa, in reparti definiti "Cartiera", e alla produzione di prodotti finiti a partire dalle bobine, in reparti definiti "Converting". Lo stabilimento di Altopascio si dedica alla produzione di prodotti "piegati", all'interno di due distinti reparti Converting: uno dedicato alla produzione di tovaglioli stampati, l'altro dedicato alla realizzazione di fazzoletti e tovaglioli non stampati.

3. La produzione dei tovaglioli con stampa personalizzata

Il Converting dedicato alla produzione degli stampati è rinominato "Converting 2" e si occupa di produrre tovaglioli con una stampa personalizzata, prevalentemente in modalità Make to Order.

Nel nuovo Converting, ai fini della realizzazione della stampa, sono nati due sotto-reparti per la preparazione di due semilavorati: il reparto di preparazione dei *colori*, e il reparto di preparazione dei *cliché* per la stampa flessografica.

3.1 Il reparto di preparazione dei cliché

Il reparto di preparazione dei cliché, anche chiamato "*Prepress*", si occupa di due macro-attività: la preparazione di cliché da lastre vergini e il montaggio di cliché su rulli predisposti per il caricamento in linea di produzione.

Ogni prodotto ha fino a cinque cliché personalizzati, uno per ogni colore che compone il disegno da realizzare. Giornalmente, quindi, il reparto si deve occupare di approvvigionare le linee con il materiale necessario a far partire gli ordini di produzione dei prodotti programmati.

3.1.2 Il reparto di produzione dei colori

Il reparto di preparazione dei colori, anche chiamato *"Inkstation"*, si occupa di preparare tutte le ricette per realizzare i colori. Queste devono rispettare opportuni standard affinché il colore generato da esse possa essere associato ad un codice Pantone¹. Inoltre, il reparto si occupa di produrre e approvvigionare le linee converting con i secchi di colore necessari all'impianto stampa per riprodurre il disegno sul tovagliolo. Ogni secchio di colore può essere generato dalla composizione di 14 colori base, dosati grazie a un macchinario definito dispensing system. In ultimo, il reparto si occupa anche di gestire il magazzino dei secchi di colore in ritorno dalle linee di produzione, al fine di riutilizzi futuri in produzione.

Come per il reparto prepress, anche in questo caso, per ogni ordine sono necessari fino a 5 codici Pantone differenti. Giornalmente, il reparto si deve occupare di ricercare le ricette corrette e produrre tutti i secchi di colore per gli ordini di produzione programmati. Il reparto, sulla base delle richieste del cliente, deve essere in grado di preparare le ricette per tutti i 2161 Pantoni presenti nel Pantonario².

4. Analisi e miglioramento delle attività del reparto di produzione colori

4.1 Identificazione dei problemi

Ai fini del perseguimento dei primi due obiettivi definiti nel paragrafo 1.2, si procede innanzitutto identificando i principali problemi registrati all'inizio del progetto:

- Non conformità del colore all'avvio di un ordine;
- Mancanza dei secchi di colore in linea di produzione all'avvio di un ordine;
- Sovraproduzione di secchi di colore;
- Quantità eccessiva di ore di straordinario.

I primi due punti hanno come conseguenza diretta una fermata non programmata della linea e un'interruzione temporanea delle attività del reparto colori per risolvere le problematiche. Nel trimestre da giugno a settembre 2020 si è registrato, infatti, che, in media, in reparto si eseguono 2 fermate al giorno per problematiche connesse al colore, con una media di 30 minuti ciascuna.

¹ Pantone: Sistema di classificazione dei colori in codici standard definiti codici Pantone.

² Pantonario: Raccolta di codici Pantone in una mazzetta o catalogo.

4.1 Riorganizzazione delle attività del reparto Inkstation

Per risolvere le problematiche sopra elencate, si prosegue l'analisi dei processi con l'obiettivo di trovare la soluzione più efficace ed efficiente per eseguire tutte le attività che la giornata lavorativa richiede.

Il personale della *Inkstation* è costituito da 3 persone: due operatori dedicati e un capoturno (responsabile anche delle attività del prepress).

Si definiscono le 8 attività che giornalmente vengono svolte dal reparto, proponendo una breve descrizione di queste e analizzando le risorse impiegate in termini di strumenti e di forza lavoro. Per trovare la corretta sequenza a queste 8 attività, si prosegue l'analisi definendo i vincoli di precedenza e i tempi di esecuzione medi di ognuna di esse. Si utilizza quindi il grafo delle precedenze presentato in Figura 1, come strumento di supporto.

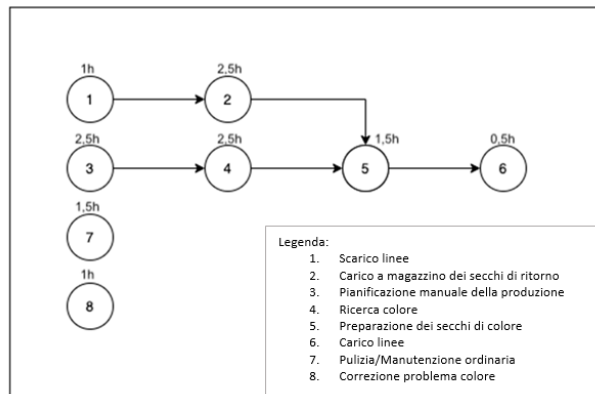


Figura 1 - Grafo delle precedenze

Elaborando i dati del grafo e considerando le risorse da impiegare, si struttura il nuovo flusso di lavoro, indicato in Figura 2 utilizzando il linguaggio BPMN.

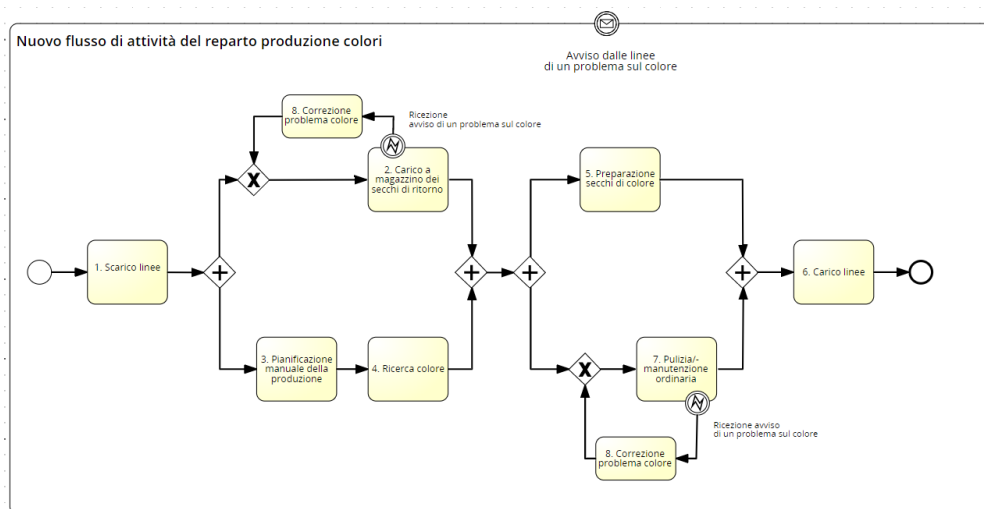


Figura 2 - Nuovo flusso delle attività del reparto Inkstation

4.2 Ottimizzazione delle attività

In merito alle attività di carico a magazzino dei secchi di ritorno, di preparazione dei secchi di colore e di ricerca colore, si esegue un'analisi dei singoli processi, dettagliata con diagrammi in linguaggio BPMN, portando avanti questi sotto-obiettivi:

- a) Miglioramento dell'efficienza in termini temporali delle operazioni che coinvolgono la macchina dispensing per l'attività di "Carico a magazzino dei secchi di ritorno": l'operatore deve inserire in magazzino ogni secchio di ritorno dalle linee di produzione, andando ad effettuare la movimentazione fisica e la registrazione a sistema. Analizzando il processo nelle sue singole fasi, si evidenziano 4 attività:
- Verifica visiva delle locazioni libere a magazzino e creazione documento "lista locazione libere";
 - Inserimento manuale del peso e della tara del secchio di colore di ritorno;
 - Inserimento locazione del secchio e aggiornamento manuale del documento "lista locazioni libere";
 - Scrittura manuale del codice della locazione del secchio di ritorno sulla sua etichetta.

Esse sono attività non a valore aggiunto e che, oltretutto, potrebbero portare ad errore. Si procede ad automatizzare queste fasi impostando il software del macchinario in maniera differente (quindi a costo zero). Oltre a limitare gli errori, il tempo di attività di questa fase si riduce del 20%, per un risparmio medio giornaliero di 30 minuti.

- b) Miglioramento dell'efficienza di utilizzo del materiale per l'attività di "Preparazione dei secchi di colore": a causa dei vincoli tecnologici delle linee di produzione, per ogni secchio di colore che si approvvigiona, un 30% del quantitativo viene impiegato nel set-up dell'impianto stampa e rimane inutilizzato. Al termine dell'ordine si ha quindi sempre un quantitativo di colore che deve essere riportato in reparto inkstation per essere inserito a magazzino. La macchina di produzione dei colori gestisce il magazzino offrendo la possibilità di utilizzare questi secchi per l'utilizzo diretto, o per creare nuove ricette aggiungendo ulteriori quantitativi di colore al secchio di partenza. Il processo che si esegue per preparare i colori non è però ottimizzato. Per ottenere una gestione più snella e che indirizzi l'utente a sfruttare al meglio le risorse a magazzino, si

procede ad impostare il software della macchina con un suggerimento automatico per l'utente. Al momento della produzione di un secchio di colore, vengono proposte all'utente le seguenti opzioni in successione:

1. Utilizzo diretto di un secchio a magazzino;
2. Utilizzo di un secchio a magazzino con successiva aggiunta di ulteriori componenti per produrre un nuovo secchio;
3. La produzione totale del secchio di colore da componenti base.

Qualora il sistema rilevi che una opzione non è disponibile, in automatico propone la successiva.

- c) Miglioramento dell'efficacia per l'attività di "Ricerca colore": viste le problematiche relative alle non conformità e ai reclami ricevuti dai clienti, si agisce ponendo l'attenzione sull'efficacia. La ricerca colore è l'attività per cui si ricerca una formulazione corretta, combinando fino a 14 componenti base, al fine di realizzare un secchio di colore che rispetti gli standard Pantone. Per testare la ricetta creata ci si avvale di uno strumento che ricrea in piccola scala il meccanismo di stampa e appone il colore in una striscia di carta tissue definita "tirella". Questa viene sottoposta all'ispezione di un macchinario definito "spettrofotometro", il quale rileva i parametri di interesse e procede al calcolo della formula ΔE_{ab}^* , al fine di evidenziare la differenza tra il codice Pantone di riferimento e il colore ottenuto dalla ricetta. Tale formula si allinea agli standard definiti dalla normativa *ISO 12625:2015, Tissue paper and tissue products*. Tuttavia, il risultato del colore apposto sulle tirelle non corrisponde perfettamente a quello apposto dai macchinari di linea, ed è questa una causa delle non conformità. Per ovviare a questo problema, si realizza un archivio fisico di campioni di tovaglioli stampati dalle linee di produzione, che diventano il nuovo riferimento per le ricette create dal reparto.

4.3 L'organizzazione della gestione delle materie prime

Contestualmente allo sviluppo di un progetto parallelo riguardante la tracciabilità dei colori, perseguito dal reparto Qualità, si è reso possibile iniziare a gestire le

materie prime del reparto Inkstation attraverso il sistema integrato WMS (Warehouse Management System). Ai fini dell'integrazione, si procede a definire:

- La capacità del magazzino in termini di fusti di colore base;
- La scorta minima di ciascun componente a partire dalla stima dell'utilizzo delle materie prime, applicando una tecnica ABC con le scorte come indice;
- La modalità di ordinazione delle materie prime.

Per quest'ultima attività ci si avvale dell'ausilio del reparto Acquisti di Essity Italia.

5. La gestione dei flussi informativi

Analizzando nel globale la gestione dei flussi informativi in cui i reparti dei semilavorati sono coinvolti, si osserva che il problema risiede nel fatto che tutti i flussi sono legati all'utilizzo di documenti cartacei e a scambio verbale. Nasce da qui l'esigenza di progettare e mettere in atto un sistema informativo strutturato, con l'obiettivo di pianificare le attività produttive efficientemente, scambiare informazioni e in ultimo monitorare le attività attraverso opportuni KPI.

5.1 L'approccio utilizzato

Ai fini dello sviluppo di un software che, visti gli obiettivi da raggiungere, è definibile di tipo MES (Manufacturing Execution System), si esegue il primo passo della progettazione classica. Si procede quindi con le prime attività della progettazione preliminare, andando a:

- Definire lo *scope* di progetto;
- Analizzare la realtà attuale;
- Definire i requisiti.

Una volta definiti questi ultimi, si procede con la progettazione concettuale del software attraverso la stesura di un diagramma Entità-Relazione e una rappresentazione pretotipica delle schermate software. Questi ultimi passaggi hanno il duplice obiettivo di andare a verificare la correttezza e completezza dei requisiti, e di facilitare la software house impegnata nello sviluppo del sistema.

5.2 Analisi della realtà attuale

Per l'analisi del presente si prendono in esame i processi più critici, che coinvolgono la comunicazione di informazioni relative allo sviluppo dei semilavorati e il loro approvvigionamento in linea di produzione.

In Figura 3 si riporta uno dei flussi più critici tra quelli del reparto di produzione dei colori, a causa delle ripetute azioni manuali.

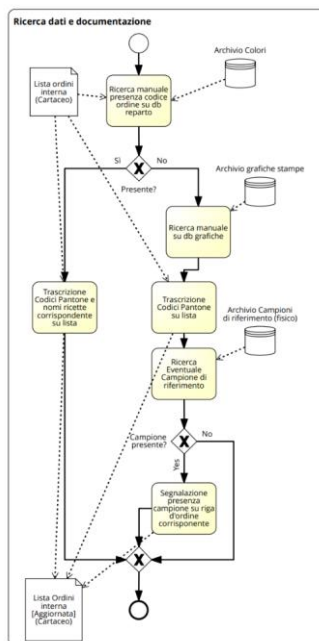


Figura 3 - L'attività di ricerca dati

5.3 I requisiti

5.3.1 L'identificazione dei bisogni e la scelta degli indicatori

Per l'individuazione dei requisiti è necessario identificare innanzitutto i bisogni. Sebbene questi siano stati definiti all'inizio del progetto, si è reso necessario dettagliare ulteriormente. Si identificano, quindi, tutti gli attori coinvolti nell'utilizzo del software e per ognuno di essi si redige una lista dettagliata di bisogni. Gli utenti del software si possono suddividere in quattro categorie: personale del reparto di preparazione dei colori, personale del reparto di preparazione dei cliché, personale di linea e personale dell'ingegneria del Converting.

Inoltre, con l'obiettivo di monitorare le attività, si procede definendo una serie di indicatori relativi all'efficienza produttiva e all'efficacia, in quanto totalmente assenti, per i due sotto-reparti (*inkstation* e *prepress*). Per l'efficienza si definiscono indicatori per l'approvvigionamento dei semilavorati alle linee e per l'utilizzo dei materiali. In merito invece all'efficacia, si è posto il focus sulla conformità dei prodotti approvvigionati. Si riportano in Figura 4.

Id.	Indicatore	Nota	Id.	Indicatore	Nota
I1	$\frac{\text{Ordini approvigionati}}{\text{Ordini da approvigionare}} \times 100$	In un intervallo di tempo definito determina la % di ordini approvigionati rispetto al totale previsto.	P2	$\frac{\text{Cliché montati su manica}}{\text{Cliché da montare (target)}} \times 100$	In un intervallo di tempo definito determina la % di cliché approvigionati rispetto al target previsto.
I2	$\frac{\text{Secchi di colore approvigionati}}{\text{Secchi di colore da approvigionare}} \times 100$	In un intervallo di tempo definito determina la % di secchi di colore approvigionati rispetto al totale previsto	P3	$\frac{\text{Ordini con cliché prodotti}}{\text{Ordini da approvigionare (target)}} \times 100$	In un intervallo di tempo definito determina la % di ordini di cui si è prodotto il cliché rispetto al target previsto.
I3	$\frac{\text{Quantità di ritorni utilizzati}}{\text{Quantità totale approvigionata}} \times 100$	% di utilizzo del magazzino rispetto alla quantità totale approvigionata, definendo un intervallo temporale.	P4	$\frac{\text{lastre prodotte}}{\text{lastre da produrre (target)}} \times 100$	In un intervallo di tempo definito determina la % di lastre prodotte rispetto al target previsto.
I4	$\frac{\text{Quantità prodotta da ritorni}}{\text{Disponibilità a magazzino}} \times 100$	% di utilizzo del magazzino rispetto alla sua disponibilità per un intervallo temporale definito.	I6	$\frac{\text{Colori conformi}}{\text{Totale colori approvigionati}} \times 100$	% di colori assegnati prodotti che vengono bloccati dalle linee di produzione.
I5	$\frac{\text{Quantità rientrata a magazzino}}{\text{quantità totale prodotta}} \times 100$	% di colore prodotta per ritornare in magazzino rispetto alla quantità totale prodotta per un determinato intervallo temporale.	P5	$\frac{\text{Cliché conformi}}{\text{Totale cliché approvigionati}} \times 100$	% di cliché prodotti e montati che vengono bloccati dalle linee di produzione.
P1	$\frac{\text{Ordini approvigionati}}{\text{Ordini da approvigionare (target)}} \times 100$	In un intervallo di tempo definito determina la % di ordini approvigionati rispetto al target previsto.			

Figura 4 - Gli indicatori scelti

5.3.2 La definizione dei requisiti

Dalla definizione dei bisogni e la scelta degli indicatori, si desumono 27 requisiti, di cui 3 non funzionali e 24 funzionali. Si riporta in Figura 4 la lista dei requisiti.

Id.	Descrizione	Id.	Descrizione
F01	Il sistema deve mostrare all'utente gli ordini di produzione programmati.	F14	Il sistema deve essere in grado di segnalare al reparto di riferimento se un ordine è stato nuovamente schedulato.
F02	Il sistema, per ogni ordine di produzione, deve essere in grado di recuperare le informazioni che si possiede relative al prodotto da realizzare.	NF02	Il sistema deve effettuare una rischedulazione dell'ordine in meno di cinque minuti.
F03	Il sistema deve permettere all'utente di inviare feedback circa le attività svolte.	F15	Il sistema deve essere in grado di calcolare e restituire tutti i Kpi definiti.
F04	Il sistema deve permettere all'utente di inserire informazioni per ogni nuovo prodotto.	F16	Il sistema deve essere in grado di presentare lo storico di tutti i Kpi definiti.
F05	Il sistema deve permettere all'utente di modificare informazioni per ogni prodotto già realizzato.	F17	Il sistema deve essere in grado di presentare lo storico delle produzioni eseguite.
F06	Il sistema deve permettere all'utente di inviare feedback circa le problematiche riscontrate.	F18	Il sistema deve essere in grado di presentare lo storico dei semilavorati bloccati con i commenti relativi.
F07	Il sistema deve essere in grado di archiviare le informazioni degli ordini di produzione.	F19	Il sistema deve essere capace di verificare le materie prime utilizzate per la produzione dei secchi di colore.
F08	Il sistema deve essere in grado di accedere alle informazioni della macchina tintometro.	F20	Il sistema deve essere capace di verificare le risorse a magazzino utilizzate per la produzione dei secchi di colore.
NF01	Il sistema deve essere in grado di restituire in tempo reale le informazioni prelevate dal tintometro.	NF03	Il sistema deve permettere il login solo agli account autorizzati.
F09	Il sistema deve essere capace di verificare quali sono le risorse disponibili a magazzino in un determinato tempo t.	F21	Il sistema deve permettere di vedere, per ogni account, le schermate definite.
F10	Il sistema deve gestire l'iter dei bloccati	F22	Il sistema deve essere in grado di collegarsi alla macchina tintometro e scambiare informazioni con essa.
F11	Il sistema deve permettere all'utente di segnalare le problematiche riscontrate con un semilavorato.	F23	Il sistema deve permettere all'account Super-user di modificare tutte le informazioni.
F12	Il sistema deve essere in grado di segnalare al reparto di riferimento le problematiche riscontrate con un semilavorato.	F24	Il sistema deve richiedere la conferma ogni volta che si modifica un campo.
F13	Il sistema deve essere in grado di re-schedulare l'ordine con problematiche riscontrate per il reparto di riferimento.		

Figura 5 - La lista dei requisiti

Si organizzano i requisiti suddividendoli in 4 categorie basate su differenti funzioni: le attività produttive ordinarie, la gestione dei bloccati (ovvero i semilavorati non conformi), il monitoraggio e in ultimo 5 requisiti di carattere generale, legati al sistema più che all'utente.

5.4 La progettazione concettuale e il pre-totyping

Si procede con la scrittura di un diagramma Entità-Relazione, correlato da descrizione di tutte le entità e degli attributi coinvolti. A conclusione dei passi di progettazione svolti internamente all'azienda, si realizzano le visualizzazioni di alcune delle schermate software, prototipi delle interfacce del software, ovvero anteprime di come queste dovranno apparire all'utente una volta che il sistema sarà implementato.

6. Sviluppi futuri e Conclusioni

Oltre alle attività portate avanti nel progetto di tirocinio, si riassumono in tre punti i prossimi passi:

- Implementazione del software MES per la gestione delle attività dei reparti;
- Ottimizzazione dell'approvvigionamento delle linee con l'ausilio di robot mobili: la movimentazione dei secchi, adesso eseguita manualmente, sarà sostituita da un sistema automatico con logica "a chiamata";
- Integrazione dei reparti dei semilavorati nel sistema attuale di gestione della manutenzione ordinaria utilizzato all'interno del Converting.

A conclusione del lavoro di tesi è possibile affermare che la messa in atto delle prime attività di miglioramento mostrate nell'elaborato, oltre ad impattare positivamente sull'assetto organizzativo del Converting 2, hanno apportato un notevole miglioramento in termini di fermate non programmate della produzione e di reclami ricevuti. Questi ultimi rientrano adesso nei range accettabili definiti da Essity, passando dal 4,3% di reclami medi rispetto al totale ordini (di tovaglioli stampati) dalla messa a regime del reparto al mese di ottobre 2020, all'1,8% medio per il trimestre da novembre 2020 a gennaio 2021.