



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**

**L'evoluzione dallo standard ISO
9001 allo standard IATF 16949
all'interno di un'impresa del
settore della stampa serigrafica**

SINTESI

RELATORI

Prof. Ing. Franco Failli
Dipartimento di Ingegneria Civile e Industriale

Ing. Federico Carnasciali
Esanastri srl

IL CANDIDATO

Valerio Brunoni
valerio brunoni@gmail.com

Sommario

Questo lavoro di tesi è stato svolto come risultato di un periodo di tirocinio presso Esanstri srl, importante realtà nel settore della stampa serigrafica industriale. L'azienda è impegnata in un progetto di ottenimento della certificazione IATF 16949:2016. La presente tesi tratta la messa a norma della gestione del processo di approvvigionamento (qualifica fornitori) e del processo produttivo (TPM, verifica di set up, pianificazione della produzione). Nel corso di questi mesi sono state implementate soluzioni in ottica TPM (Total Productive Maintenance per il calcolo di indicatori come MTBF e MTTR), in ottica di set up (verifica di tali attività usando metodi statistici) e di identificazione e rintracciabilità dei prodotti realizzati, servendosi del sistema gestionale aziendale recentemente sviluppato.

Abstract

This thesis is the result of my experience in Esanastri srl, which is an important manufactory in the print screen sector. The company is in the process of getting the IATF 16949:2016 certification. The focus of my internship was the development of the supplying process' requirements (suppliers' qualification) and of the production process (TPM, verification of the set-up activity, production planning). During these months we have developed solutions to achieve the TMP's requirements and for the calculation of indicators like MTBF and MTTR. We have also developed solutions to monitor the set-up and for the identification and traceability of the company's products. We have relied to achieve these results on the informatic management system of the company which has been recently developed.

1. Introduzione

Questo elaborato è il risultato di un periodo di tirocinio, della durata di circa cinque mesi, presso l'azienda Esanastri srl situata a Calcinaia (PI). Si tratta di un'azienda a conduzione familiare che opera nel settore delle arti grafiche specializzata in stampa serigrafica e digitale con oltre novanta dipendenti in Italia e circa cinquanta a Ho Chi Minh in Vietnam.

L'obiettivo del tirocinio è stato quello di sviluppare la gestione dei processi aziendali per la realizzazione di prodotti kromex 3D e serigrafici secondo i requisiti IATF 16949:2016 (norma per il sistema di gestione per la qualità nel settore automotive). Tale settore è infatti strategico per Esanastri con la produzione di etichette adesive serigrafate e targhette kromex 3D; per quest'ultime, in particolare, l'azienda è leader in Europa e nell'est asiatico.

Le attività svolte durante il periodo di tirocinio hanno riguardato, alla luce dei requisiti della norma internazionale IATF: la valutazione della situazione aziendale, l'analisi dei gap e lo sviluppo di azioni di miglioramento atte a ridurre/eliminare i suddetti gap.

2. Analisi dei requisiti IATF

Nelle prime settimane è stata eseguita l'analisi dei requisiti IATF 16949:2016 per capire cosa la norma richieda al fine di ottenere la certificazione.

2.1 Che cos'è la IATF

La IATF definisce i requisiti fondamentali del sistema di gestione per la qualità per la produzione automotive.

In passato questa norma era stata inclusa nell'insieme delle norme ISO, mentre l'ultima versione, pubblicata nel 2016, è stata concepita come documento autonomo, anche se la struttura rimane la High Level Structure, tipica della più recente normativa ISO, come la più nota norma ISO 9001:2015 di cui la IATF rappresenta una declinazione più specifica per l'ambito automotive.

2.2 Requisiti analizzati

Sono stati analizzati, in particolare, i requisiti riguardanti il processo di approvvigionamento, le attività di set up dei macchinari, lo sviluppo di un sistema di manutenzione in ottica TPM (Total Productive Maintenance) ed infine, il processo di identificazione e rintracciabilità del prodotto realizzato.

2.2.1 Requisiti IATF processo di approvvigionamento

È richiesto lo sviluppo del sistema di gestione per la qualità dei fornitori. La norma prevede che i fornitori di prodotti e servizi automotive siano certificati come minimo ISO 9001 tramite audit di parte terza. I fornitori, inoltre, devono sviluppare il loro sistema di gestione per la qualità con obiettivo la conformità alla IATF, inizialmente tramite audit di parte seconda e successivamente tramite quello di parte terza.

2.2.2 Requisiti IATF attività di set up

La norma richiede la verifica delle attività di set up (ogni volta che vengono eseguite, con l'utilizzo di metodi statistici, dove applicabile richiede la verifica dei primi/ultimi pezzi prodotti dopo il riattrezzaggio, ed infine il mantenimento delle informazioni documentate per il personale di set up).

2.2.3 Requisiti IATF sistema TPM

È richiesto lo sviluppo e il mantenimento di un sistema di Total Productive Maintenance soprattutto per quanto riguarda gli obiettivi di manutenzione come ad esempio Mean Time To Repair, Mean Time Between Failures, l'uso di metodi di manutenzione preventiva e, quando applicabile, predittiva.

2.2.4 Requisiti IATF processo di identificazione e rintracciabilità

È richiesta l'identificazione e la rintracciabilità (supportata da sistema informativo) del prodotto (in particolare, l'identificazione/segregazione del prodotto non conforme/sospetto e rispettare i requisiti del cliente/cogenti sui tempi di risposta).

3. Situazione As – is aziendale

Dall'analisi effettuata è risultato che vi è, per l'azienda, un'assenza di parti di sistema rispetto ai requisiti IATF sopra riportati (vedi paragrafo 2.2 Requisiti analizzati). Fatta eccezione per il processo di manutenzione e di identificazione e rintracciabilità del prodotto. Per il primo era già presente una metodologia di analisi preventiva sui macchinari ritenuti da Esanastri fondamentali per svolgere le attività produttive. Per il processo di identificazione e rintracciabilità, tali attività venivano eseguite manualmente senza l'ausilio del sistema informativo.

4. Miglioramenti introdotti

Attività di set up

È stato sviluppato il sistema informativo aziendale allo scopo di:

4.1 Mantenere informazioni documentate per il personale di set up

Il processo produttivo aziendale è legato ad un ordine di produzione (OP). L'OP è un documento che viene redatto per ogni ordine cliente (OC) e presenta le fasi di realizzazione del prodotto (realizzazione grafica, incisione telai, stampa serigrafica, termoformatura, resinatura, taglio laser), ad ogni fase è associato un barcode, che permette l'archiviazione, tramite la sua lettura, delle informazioni (sia sui tempi di set up sia sui tempi e sul quantitativo dei pezzi realizzati durante la produzione) sul sistema informativo aziendale. L'operatore è stato quindi dotato di un lettore di codice a barre. Tale lettura avviene solo dopo essersi identificato con le proprie credenziali aziendali su un dispositivo (pc o tablet) presente in reparto; fatto questo, a video, troverà la voce della sottofase di "inizio set up"; l'operatore dovrà selezionarla e svolgere il set up del macchinario, successivamente deve effettuare di nuovo la lettura del barcode (della solita fase) e selezionare la voce "fine set up". Questo sistema permette di mantenere traccia di quale operatore ha svolto l'attività e quanto tempo ha impiegato.

4.2 Verifica dei pezzi prodotti dopo il set up

L'operatore, essendosi identificato ad inizio attività, dichiara di aver svolto la verifica dei pezzi realizzati successivamente al riattrezzaggio della macchina; infatti effettuando la lettura del codice a barre (dopo la fine del set up) è possibile selezionare la voce "inizio produzione" effettuare la produzione, e infine selezionare "fine produzione". Così facendo, oltre al tempo impiegato per produrre è possibile osservare, tramite il sistema informativo, il numero di prodotti, ritenuti conformi, dopo set up e produzione, dallo stesso operatore.

4.3 Analisi delle attività tramite metodi statistici

Con il metodo di lettura del barcode, dato il tempo di set up eseguito da un operatore su un macchinario, è possibile verificare se tale tempo rientra nel range di accettabilità definito dall'azienda. Di seguito è riportata una sintesi dei risultati ottenuti per i reparti di stampa serigrafica e termoformatura per il periodo che va dal 02/09/2019 al 06/09/2019

4.3.1 Stampa serigrafica

Per la stampa serigrafica il range di accettabilità stabilito dall'azienda ha come limite superiore 25 minuti nel caso in cui il set up del macchinario preveda anche un cambio del formato del foglio (rispetto a quello precedente) da serigrafare e un limite di 18 minuti se non è previsto il cambio formato. Inoltre, l'azienda ha definito un limite inferiore di 5 minuti (al di sotto di tale tempo Esanastri ritiene che non siano state eseguite tutte le procedure di set up correttamente o il dato non sia stato rilevato in maniera corretta). Tali tempi (limiti inferiori e superiori) sono

stati ricavati in seguito ad un'analisi approfondita della complessità dell'attività di set up. Nei grafici delle Fig. 1 e 2, è possibile analizzare i tempi per il riattrezzaggio del macchinario per ogni prodotto, nel periodo preso a riferimento.

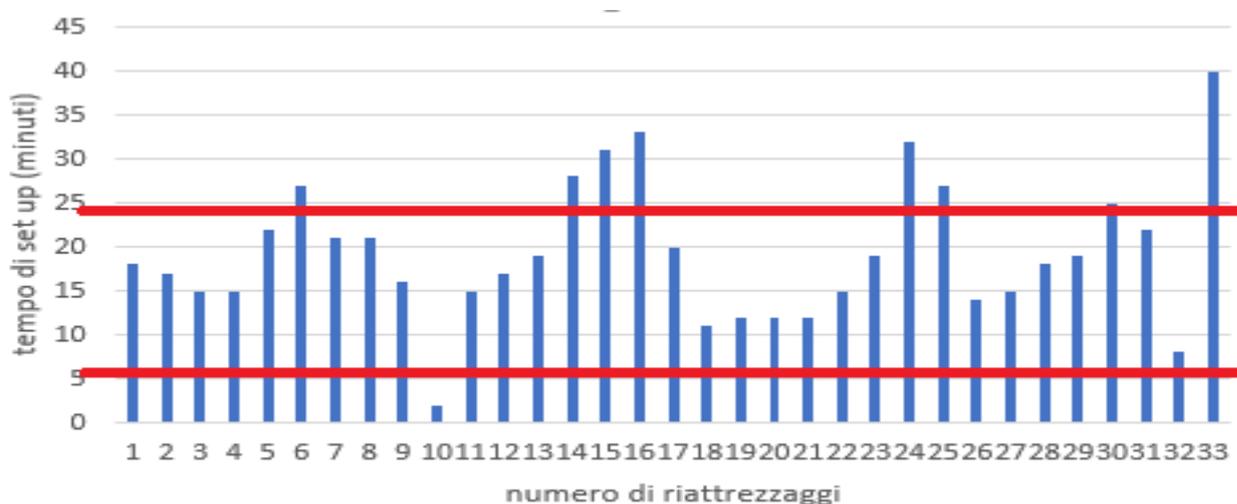


Figura 1 tempi di set up stampa serigrafica con cambio formato del foglio

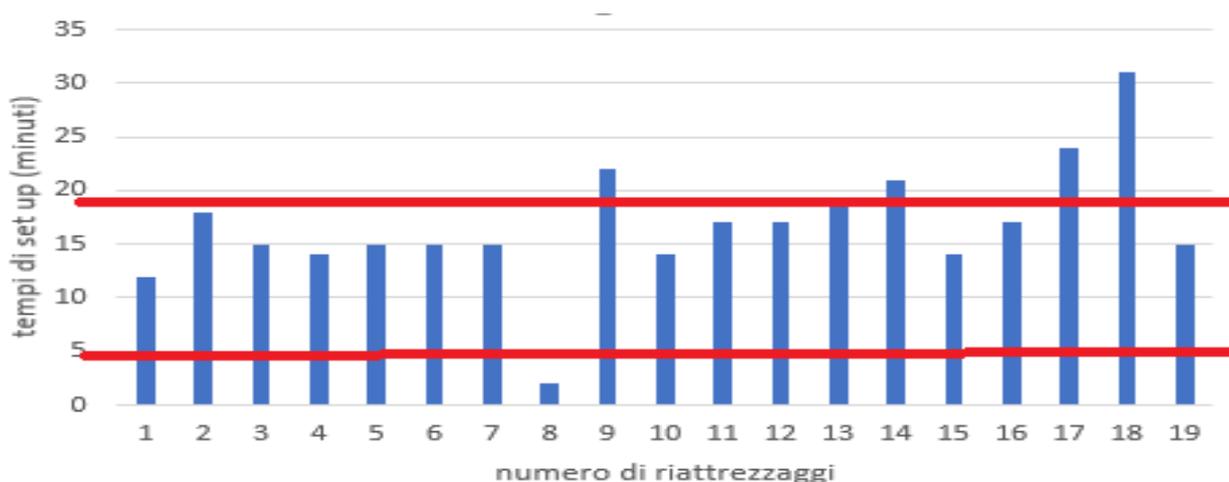
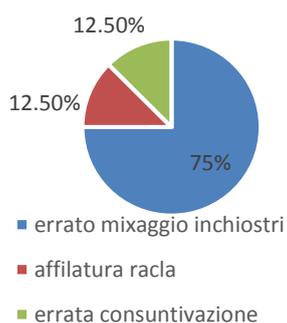


Figura 2 tempi di set up stampa serigrafica senza cambio formato del foglio

Dai dati raccolti è risultato un tempo medio di set up di circa 18 minuti.

Analisi delle cause



Sono state successivamente analizzate le cause che hanno portato a superare la soglia di accettabilità:

Dalla Fig. 3, si evince che le problematiche maggiori sono dovute al non corretto mixaggio degli inchiostri. Infatti, per alcune tipologie di prodotti, risulta complicato realizzare il colore richiesto dal cliente in

Figura 3 analisi cause dei tempi fuori range per la stampa serigrafica

fase di campionatura; questo porta ad un aumento notevole del tempo di set up. Un'altra causa principale che porta ad aumentare il tempo di mixaggio dei colori è dovuta alla distanza tra il reparto di stampa e il magazzino dove sono riposti e conservati gli inchiostri. È in fase di analisi una possibile soluzione al problema, che riguarda un cambiamento del layout del reparto.

4.3.2 Termoformatura

Per quanto riguarda la termoformatrice, l'azienda ha definito un intervallo di accettabilità che prevede il limite superiore pari a 27 minuti se è previsto il cambio formato del foglio da termoformare e di 20 minuti se il foglio da termoformare ha lo stesso formato di quello precedente. Come in precedenza è stato definito anche il limite inferiore di accettabilità che è pari a 5 minuti. Di seguito sono riportati i risultati (vedi Fig. 4 e 5).

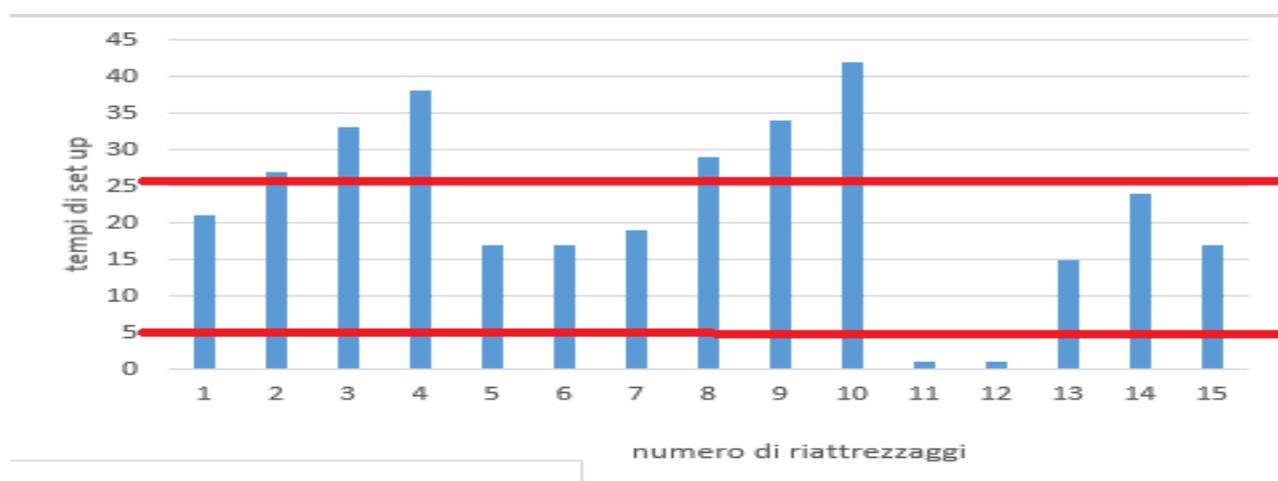


Figura 4 tempi di set up termoformatura con cambio di formato del foglio

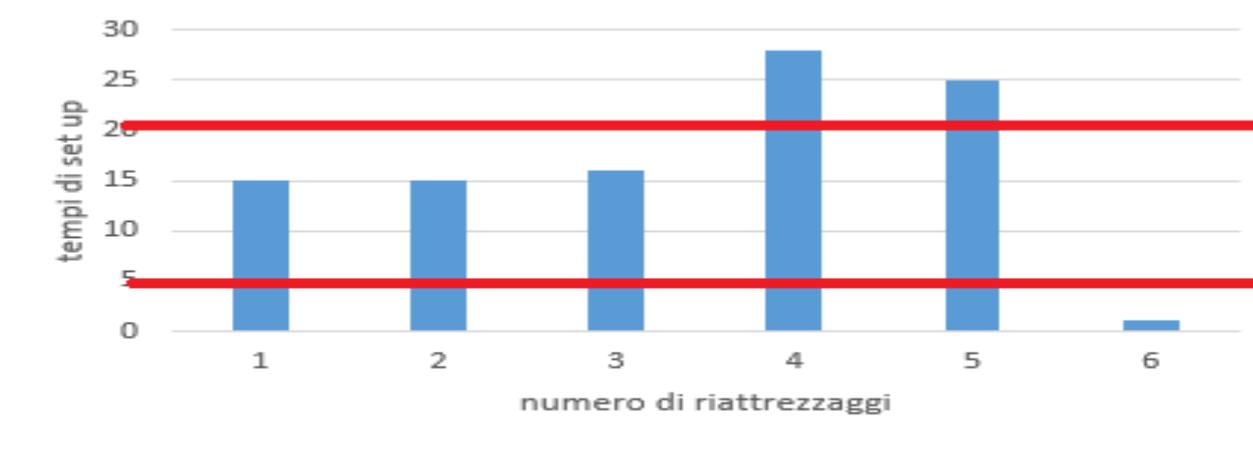
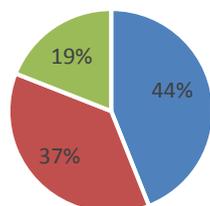


Figura 5 tempi di set up termoformatura senza cambio di formato del foglio

Analisi delle cause

Il 44% delle cause (vedi Fig. 6) è dovuto al non corretto centraggio tra foglio serigrafato e lo stampo posizionato sul macchinario. Questo problema è tanto più evidente quando il numero

di impronte su ogni foglio è maggiore. Il 19 % fa riferimento alla errata regolazione dei parametri di temperatura e pressione del macchinario. Inoltre, risulta (37% delle cause) che vi sia stato un errore del sistema nella fase di consuntivazione tramite lettura del barcode; questo è sintomo di una non corretta formazione dell'operatore.



- errato centraggio tra foglio serigrafato e stampo di termoformatura
- errata consuntivazione
- errata impostazione dei parametri di termoformatura

Figura 6 analisi cause dei tempi fuori range per il reparto di termoformatura

4.3.4 Conclusioni

Nel periodo preso a riferimento, sia il non corretto mixaggio degli inchiostri per il reparto stampa, sia il non corretto centraggio nel reparto di termoformatura, hanno dato dei risultati che comunque rientrano nel livello di qualità accettabile definito dall'azienda. Infatti, la maggior parte delle cause che portano, i tempi di set up, a non rientrare nel range di accettabilità sono dovute a difficoltà realizzative attribuite al processo produttivo; dato che si tratta di prodotti nuovi per l'azienda. Quindi non destano, attualmente, particolari preoccupazioni. La causa che

invece è da analizzare attentamente è quella dovuta all'errata consuntivazione in fase di lettura del barcode. È in programma infatti, un'analisi di definizione di un nuovo processo di formazione del personale al fine di ridurre al minimo i casi in questione.

4.4 Total productive maintenance

4.4.1 Richiesta intervento

È stato realizzato e installato, sui PC di ogni reparto produttivo, un software che permette all'operatore, una volta aperto il programma, identificatosi e, identificato anche il centro di lavoro su cui opera di inserire, in caso di problema riscontrato sulla macchina, una serie di informazioni quali:

Fermo produzione: la scelta è solo tra le due opzioni "sì" e "no": si deve cioè decidere se il problema al macchinario provoca il fermo dello stesso e di conseguenza un fermo produzione (sì) o non lo provoca (no).

Urgenza: In caso in cui non c'è il fermo produzione all'operatore verrà richiesto di inserire l'urgenza dell'intervento da parte del manutentore (bassa, media, alta) a seconda della sua personale esperienza/conoscenza del macchinario.

Descrizione aggiuntiva: sia nel caso di fermo produzione, che in caso opposto, l'operatore deve descrivere, in un'apposita sezione, la problematica riscontrata (esempio rumore durante l'avvio produzione).

Ulteriori informazioni: sono la data e l'orario definiti dal sistema, in automatico, al momento della richiesta di intervento; oltre a ciò è stata definita una casella "stato dell'intervento", la quale permette di capire, all'operatore, se la richiesta di manutenzione è aperta o chiusa (il manutentore ha completato la riparazione).

4.4.2 Ricezione richiesta intervento

Il responsabile della manutenzione riceverà una mail con le informazioni che sono state inserite dall'operatore al momento dell'eventuale insorgenza di un'anomalia sul macchinario. È stato realizzato un ulteriore software che è stato installato sul pc del manutentore nel quale lo stesso deve inserire le seguenti informazioni:

Tipologia di guasto: descrizione se si tratta di un guasto elettrico, meccanico, pneumatico, software, hardware, elettromeccanico, set up, idraulico, ambientale.

Richiesta intervento esterno: se si rende necessario richiedere l'intervento di un ente esterno per la risoluzione del problema insorto sul macchinario.

Costo intervento: quanto è costato l'intervento di manutenzione dell'ente esterno chiamato; tale valore deve essere riportato nell'apposita tabella dal personale aziendale che si è occupato dell'acquisto/stima del materiale, che può essere il reparto acquisti, responsabile di reparto, il responsabile della produzione oppure il manutentore stesso. In caso di intervento esterno dovrà essere inserito il codice del fornitore (qualificato) assegnato al momento della valutazione del fornitore stesso.

Presa visione del problema: il manutentore dovrà recarsi nel reparto dove è presente il macchinario con il potenziale guasto allo scopo di verificare di persona se effettivamente la descrizione/valutazione del problema effettuata dall'operatore è corretta o meno; questo perché la conoscenza del macchinario da parte di chi ci lavora giornalmente potrebbe non essere sufficiente a stabilire la gravità di un guasto.

Analisi dei risultati

Entrambi i software descritti in precedenza archiviano i dati raccolti sul sistema informativo aziendale con il quale è possibile calcolare e analizzare due indici di fondamentale importanza come l'MTBF (Mean Time Between Failures) e l'MTTR (Mean Time To Repair). È stato infatti sviluppato un terzo software che, una volta collegato al sistema informativo aziendale, permette la definizione di suddetti indici.

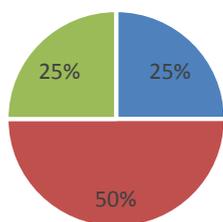
4.4.3 MTBF

Rappresenta il tempo medio tra un guasto e il successivo in un macchinario; di seguito sono

state analizzate le principali cause che hanno portato al guasto, nel periodo di analisi (Giugno-Agosto 2019);

Termoformatrice

MTBF: 21148,33 minuti



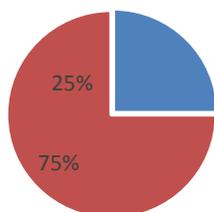
■ pneumatico ■ elettrico ■ elettromeccanico

Figura 7 percentuale dei tipi di guasti sulla termoformatrice

Per quanto riguarda i guasti di tipo elettrico che rappresentano la metà (vedi Fig. 7) di quelli totali i problemi maggiormente riscontrati sono quelli sulla termocoppia e sulla pressa inferiore del macchinario.

Laser

MTBF: 28333,33 minuti



■ elettrico ■ pneumatico

Figura 8 percentuale dei tipi di guasti sul laser

Risulta che il 75 % dei guasti (vedi Fig 8) sul laser è di tipo pneumatico e riguarda la rottura del tubo di aspirazione dei fumi emessi che di conseguenza blocca l'attività di taglio in quanto viene meno la sicurezza del lavoratore.

Resinatrice

MTBF: 16966,6 minuti

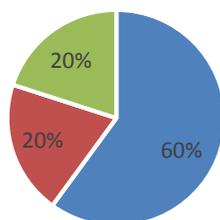


Figura 9 percentuale dei tipi di guasti sulla resinatrice

Il 60 % dei guasti (vedi Fig. 9) è di tipo meccanico e la causa principale è dovuta alla rottura del motore che permette il movimento del pallet sui cui è posizionato il prodotto. La causa è da attribuire alla resina che, fuoriuscita dal perimetro del prodotto, essicca sulle cinghie di trasmissione mandando

sotto sforzo il motore.

4.4.4 MTTR

Rappresenta il tempo medio di riparazione di un macchinario. È un intervallo di tempo durante il quale il macchinario è in uno stato di indisponibilità a causa di un guasto. Nel calcolo è

compreso l'arrivo del manutentore, l'arrivo dei componenti/materiali da sostituire, la riparazione effettiva e anche un piccolo collaudo finale, prima di riprendere la produzione. Da tale parametro è possibile ricavare informazioni utili per effettuare la valutazione del reparto di manutenzione aziendale. Dai dati raccolti risulta che:

MTTR resinatrice: 236 minuti

MTTR laser: 62 minuti

MTTR termoformatrice: 210 minuti

Il valore più alto di MTTR è quello della resinatrice; come riportato in precedenza questo macchinario ha anche il valore di MTBF più basso. Se le successive informazioni raccolte confermeranno tale risultato sarà necessario, per Esanastri, effettuare un'analisi più approfondita sul macchinario con l'obiettivo di migliorarne il processo di manutenzione.

4.5 Identificazione e rintracciabilità

4.5.1 Tempi di risposta al cliente

Con lo sviluppo del sistema informativo è possibile risalire velocemente, ai lotti di biadesivo, resina, inchiostro e application tape utilizzati per la realizzazione del prodotto. Infatti, è sufficiente inserire a sistema il codice del lotto di materie prime usato in fase di produzione (prima di effettuare la lettura barcode di fine produzione, vedi paragrafo 4.2). Al momento della spedizione al cliente Esanastri posizionerà sulla scatola da spedire, un'etichetta con un codice aziendale (legato all'ordine di produzione). in caso di reclami da parte di quest'ultimo sarà possibile risalire, dato proprio il codice aziendale e passando dal codice dell'ordine di produzione di riferimento, al lotto di materie prime utilizzate.

4.5.2 Identificazione e segregazione del prodotto non conforme/sospetto

In ogni fase di produzione il semilavorato ritenuto dall'operatore non conforme o sospetto viene immediatamente posizionato in una scatola di colore rosso e successivamente allontanato dalla produzione. Tramite sistema informativo inoltre è possibile conoscere, per ogni fase e per ogni codice di prodotto, il quantitativo di pezzi non conformi ai requisiti del cliente.

4.6 Processo di approvvigionamento

È stata di seguito riportata un'analisi dei gap per quanto riguarda il processo di approvvigionamento dell'azienda e i requisiti della IATF. A questa analisi non è seguito lo sviluppo di soluzioni migliorative. Tale attività, infatti, è prevista, da parte dell'azienda, per il quarto trimestre 2019.

4.6.1 Fornitori certificati

Risulta che solo il 60% dei fornitori di prodotti automotive sono certificati ISO 9001: 2015. Di questi solo il 20% ha anche ottenuto la certificazione IATF 16949:2016. Analizzando attentamente la situazione è risultato che non vi sono fornitori di stampi per termoformatrice, fustelle e cornici per telai in possesso della certificazione ISO 9001.

5 Conclusioni

Sono state implementate soluzioni migliorative: per quanto riguarda il processo di Total Productive Maintenance, sono stati realizzati tre software per il calcolo degli indicatori MTBF e MTTR. Per quanto riguarda l'analisi delle attività di set up è stato sviluppato il sistema informativo aziendale, che permette di analizzare (a livello statistico) dati quali: quantità realizzate e i tempi (di set up e produzione) impiegati da ciascun operatore. Lo stesso sistema informativo è stato utilizzato anche per il processo di identificazione e rintracciabilità dei prodotti; così facendo sono stati ridotti i tempi di risposta, gli errori commessi dall'operatore in fase di registrazione delle informazioni ed è stato ampliato il numero di materie prime rintracciabili nel processo produttivo. Infine, è stato analizzato il processo di approvvigionamento dell'azienda e sono stati riportati i gap con i requisiti IATF.