



**UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE**

**FACOLTA' DI INGEGNERIA**

---

**Corso di Laurea triennale Ingegneria Gestionale**

**Analisi del ruolo del programmatore della produzione: il caso GLF  
Turbine.**

**Analysis of the role of the production programmer: the GLF Turbine  
case.**

Relatore: Chiar.mo/a

Prof. **Archimede Forcellese**

Tesi di laurea di:

**Francesco Simoncini**

Correlatore: Chiar.mo/a

Prof. **Alessio Vita**

**A.A. 2020 / 2021**

## RINGRAZIAMENTI

Vorrei innanzitutto ringraziare il Prof. Alessio Vita, docente di Programmazione e controllo della produzione della facoltà di Ingegneria Gestionale di Fermo, per l'attenzione e la disponibilità che mi ha concesso durante l'intero periodo di tirocinio e il successivo periodo volto alla preparazione di questo elaborato.

Un ringraziamento speciale va all'azienda GLF Turbine, dove ho avuto l'opportunità di svolgere il mio tirocinio in un ambiente composto da figure competenti ed istruttive, allo stesso tempo piacevole e amichevole. Un particolare ringraziamento al personale dell'ufficio Programmazione, al mio Tutor Aziendale, poiché si sono mostrati sempre disponibili dedicando tempo ad ogni mio dubbio e perplessità, facendomi sentire, anche in poco tempo, all'interno di un gruppo che mi coinvolgeva pienamente.

Inoltre, grazie ai miei amici, perché mi sono stati vicini tanto nei momenti difficili e pesanti, quanto in momenti spensierati e felici, e per il loro sostegno dato durante questo mio percorso universitario.

Un grande ringraziamento a Giulia, che mi accompagna nel mio percorso di vita e di studi da anni ed ha sempre creduto in me, a volte anche più di quanto lo facessi io, prima persona con la quale ho voluto distogliere il pensiero da delusioni e prima persona con la quale ho voluto festeggiare i miei traguardi in questo difficile percorso dove, anche grazie a lei, sono cresciuto e maturato.

Un particolare ringraziamento alla mia famiglia, ai quali devo questo traguardo perché mi hanno sostenuto con parole e gesta e mi hanno dato la possibilità di focalizzarmi su questo obiettivo senza mai farmi mancare nulla durante il tragitto. Un ringraziamento per i loro sacrifici, ai quali spero di poter rispondere con altrettante soddisfazioni.

*“I tre elementi essenziali per ottenere qualsiasi cosa valga la pena avere sono:  
primo, lavoro duro; secondo, perseveranza; e terzo, buonsenso.”*

*Thomas Edison*

## INTRODUZIONE

Il seguente elaborato è stato redatto successivamente ad un'esperienza di tirocinio svolta presso l'ufficio Programmazione dell'azienda GLF Turbine. Un aspetto di particolare complessità che riguarda l'azienda è la gestione della produzione basata su lavorazioni di particolari e costose superleghe. Questo tipo di risorsa, grazie alle sue caratteristiche, è fondamentale al fine di garantire al cliente un prodotto di elevata qualità. La turbina infatti per poter funzionare in modo ottimale necessita di materie prime ad hoc, proprio per questo la GLF Turbine ricorre all'acquisto di lamiere e forgiati in superlega. Ciò, seppur comporti un beneficio per l'azienda in quanto le permette di effettuare un servizio di qualità verso il cliente, allo stesso tempo si traduce in una gestione delle risorse difficoltosa e articolata. L'azienda si trova infatti a dover investire cifre importanti nell'acquisto delle materie prime e, lasciata alle spalle un recente fallimento, vuole evitare di acquistare grandi lotti di rifornimenti lasciandoli a magazzino in quanto ciò porterebbe, oltre ad ingenti costi di giacenza, anche ad un immobilizzo di denaro non irrilevante per un orizzonte temporale di entità sconosciuta. Un altro fattore di notevole importanza riguarda i lead times che intercorrono tra l'acquisto della risorsa e l'effettivo arrivo a magazzino della stessa, ad essi vanno aggiunti i lead times che comprendono il collaudo in input delle materie prime, il ciclo produttivo e la spedizione. Da come si può notare quindi, dall'esborso del capitale per la materia prima ad un successivo rientro economico conseguente alla vendita del prodotto finito, l'azienda dovrà attendere un esteso intervallo di tempo che si traduce in una elevata esposizione dell'azienda, dal punto di vista economico. Un ambiente Just In Time è la tecnica organizzativa che più si addice a questo tipo di produzione e, nel corso dell'elaborato, si provvederà ad analizzare nel dettaglio in che modo tali problematiche vengono gestite ed affrontate dall'ufficio programmazione in GLF Turbine.

Dovendo sopperire a questa situazione, infatti, l'azienda richiede un'ottimizzazione quanto più efficace ed efficiente della programmazione e del controllo della produzione. Il programmatore ha dunque il compito di gestire al meglio la produzione di prodotti caratterizzati da cicli di lavorazione complessi e articolati minimizzando gli scarti e gli sprechi, abbinandola ad una gestione del magazzino ottimale che presenti in giacenza le risorse strettamente necessarie nell'orizzonte temporale della pianificazione. Ciò, seppure renda il compito impegnativo e difficoltoso, allo stesso tempo fa sì che il ruolo del programmatore sia coinvolgente e ricco di stimoli. L'immersione, seppur breve, nelle vesti di Programmatore della produzione in un'azienda metalmeccanica mi ha dato modo di rendere tangibile e osservabile con precisione oggetti di studio analizzati solamente in modo teorico durante il mio percorso universitario. Ritengo, infatti, che questo aspetto sia di fondamentale importanza al fine di conferire al mio percorso universitario la completezza che solo un'esperienza lavorativa e pratica incentrata in un oggetto di studio di mio particolare interesse poteva apportare. Dunque, grazie a questa esperienza, ho potuto svolgere le seguenti attività:

- Analisi delle distinte base;
- Elaborazione di piani dei fabbisogni di materiali (MRP);
- Creazione della documentazione necessaria al lancio in produzione di articoli, per il collaudo, o necessaria al trasferimento di materie prime o prodotti internamente o in outsourcing;
- Creazione, aggiornamento e monitoraggio dello schedulatore, volto al controllo della produzione;
- Osservazione dello svolgersi di alcune lavorazioni che compongono il ciclo di produzione di vari articoli.

Tutto ciò mi ha permesso di confrontarmi con figure esperte e di imparare ancora di più su quello che concerne la programmazione della produzione, compreso il suo controllo. Allo stesso tempo ho avuto modo di avvicinarmi per la prima al mondo lavorativo, conoscendo le dinamiche che si creano intorno al ruolo del programmatore. Esso, infatti, trovandosi all'interno di un ampio contesto come quello della produzione, si trova a dover interagire con diversi aspetti della stessa, come:

- la parte amministrativa e commerciale, ogni qual volta viene valutata la fattibilità di una richiesta di offerta (RDO) da parte del cliente e l'eventuale entità dell'offerta dal punto di vista economico;
- l'ufficio tecnico, commerciale e qualità, quando viene valutato il rischio associato all'ordine ricevuto;
- la produzione stessa, nel momento in cui la programmazione richiede ed esamina feedback sullo stato di avanzamento della commessa;
- magazzinieri, con i quali si interagisce allo scopo di monitorare le giacenze, avviare trasferimenti di materie prime verso l'officina, coordinare ritiri e spedizioni;
- fornitori e clienti, i primi ogni qual volta si debba ricorrere ad acquisti di materie prime o ad acquisti di lavorazioni in outsourcing, i secondi nel riferire l'avanzamento della commessa, nel richiedere eventuali deroghe nel caso in cui essa non rispetti a pieno qualche aspetto concordato in fase di ordine.

Ciò, a tutti gli effetti, rende centrale il ruolo del Programmatore all'interno del reparto produttivo aziendale e, grazie a questa opportunità, ho avuto modo di conoscerlo più a fondo. Allo stesso tempo il lettore avrà l'occasione di cogliere le peculiarità di questa figura e di conoscere le attività che lo contraddistinguono. Proprio per questo si ha intenzione di analizzare mediante questa trattazione il processo svolto dal Programmatore, che, iniziando dalla gestione della Richiesta di Offerta, in collaborazione con l'ufficio commerciale e amministrativo, si conclude con l'organizzazione della spedizione del prodotto finito al cliente.

A tal proposito, con lo scopo di redigere uno studio approfondito e comprensibile, si ritiene opportuno trattare, in modo preliminare, alcuni concetti utili ad una maggiore chiarezza del testo. Nel primo capitolo infatti vengono esposti alcuni temi di carattere teorico che verranno in seguito contestualizzati al percorso di tirocinio e alla mansione svolta nello stesso.

Il secondo capitolo è volto alla presentazione dell'azienda ospitante il tirocinio, sarà esposto il portafoglio dei prodotti, la loro funzione e le loro caratteristiche, verrà menzionata la principale materia prima utilizzata nella produzione, le sue particolarità e ciò che comporta la sua gestione per il Programmatore e per l'intera azienda, infine, verrà analizzato il Layout, in particolare l'impatto che ha avuto la pandemia di COVID-19.

Il terzo capitolo rappresenta il corpo della tesi, in questa sezione viene analizzato il tema principale della trattazione: la programmazione e il controllo della produzione in GLF Turbine. Di seguito verranno specificate le mansioni svolte e le difficoltà riscontrate durante il percorso di tirocinio. Iniziando con una breve ma necessaria introduzione sulla programmazione della produzione il lettore avrà modo di seguire il Programmatore nelle sue mansioni e, con l'aiuto di figure e schemi, potrà comprendere al meglio tutto ciò che concerne la gestione della commessa, il ruolo della programmazione delle risorse aziendali, il controllo della produzione ed infine il collaudo, la spedizione e quindi la vendita del prodotto finito.

Nella parte finale si è cercato di trarre una conclusione riprendendo la teoria sulla programmazione e il controllo della produzione, partendo dal progetto aziendale proposto, proponendo considerazioni sul ruolo che riveste il programmatore nel contesto aziendale.

# INDICE

RINGRAZIAMENTI .....	2
INTRODUZIONE.....	4
1. TEORIA.....	1
1.1. MRP .....	2
1.2. DISTINTA BASE .....	5
1.3. MILESTONE.....	7
1.4. JUST IN TIME & KANBAN .....	10
1.5. DIAGRAMMA DI GANTT .....	11
2. GLF TURBINE .....	15
2.1. PORTAFOGLIO PRODOTTI.....	16
LINER.....	17
TRANSITION PIECE .....	18
NOZZLE .....	20
2.2. SUPERLEGHE .....	22
2.3. LAYOUT .....	24
3. PROGRAMMAZIONE DELLA PRODUZIONE .....	26
3.1. GESTIONE COMMESSA .....	28
3.2. IL RUOLO DELLA PROGRAMMAZIONE.....	30
3.3. IL CONTROLLO DELLA PRODUZIONE.....	44
3.4. COLLAUDO, SPEDIZIONE E VENDITA .....	49
CONCLUSIONI.....	52
INDICE DELLE FIGURE.....	55



INDICE DEI GRAFICI.....	56
BIBLIOGRAFIA.....	57
SITOGRAFIA.....	58

# 1. TEORIA

Si ritiene importante, al fine di una migliore lettura e comprensione della tesi, sottoporre ad attenta considerazione e valutazione alcuni aspetti teorici che riguardano l'ambito della Programmazione e controllo della produzione, contestualmente a quanto svolto nel percorso di tirocinio presso l'ufficio programmazione dell'azienda GLF Turbine.

Per la programmazione della produzione, è di fondamentale importanza la conoscenza del piano principale di produzione. Esso permette di individuare il programma di consumo dei materiali e di definire la pianificazione dei fabbisogni di materie prime e di parti componenti. Sulla base delle previsioni sviluppate dal marketing o degli ordini acquisiti dall'attività commerciale, infatti, la programmazione della produzione è in grado di coordinare le operazioni di fabbricazione e rappresenta un input fondamentale per la gestione delle scorte e dei magazzini di materie prime e di semilavorati; da essa si ottiene il piano dei fabbisogni dei materiali, dal quale si ricava anche il programma di approvvigionamento per i fornitori esterni. La gestione dei materiali si prefigge tre obiettivi fondamentali: garantire la disponibilità di materiale, contenere l'investimento del capitale e contenere i costi logistici. I materiali presenti in azienda sono infatti un investimento da cui trarre redditività, l'azienda non è disposta a mantenere scorte in eccesso perché questo significherebbe un immobilizzo di capitale in risorse non utilizzate, allo stesso tempo però vuole evitare l'esaurimento della scorta che comporterebbe il livello di servizio<sup>1</sup> fornito al cliente. È necessario perciò pianificare il fabbisogno dei materiali e dei sottocomponenti dei prodotti finiti in modo che essi siano sempre dove sono necessari, quando sono necessari e nelle quantità richieste. Il problema, a questo punto, è quello di definire l'esatta quantità richiesta di una materia prima o di una

---

<sup>1</sup>Il livello di servizio è la probabilità che la domanda non superi le quantità disponibili. Questo parametro può essere definito come la capacità dell'Azienda di soddisfare le aspettative del cliente al momento giusto e con i prodotti o servizi richiesti.

parte componente, in un certo periodo di tempo. I sistemi di gestione dei materiali utilizzati sono molteplici, ma in genere possono essere ricondotti a queste due macrocategorie: sistemi di gestione a fabbisogno e sistemi di gestione a scorta. Queste due categorie fanno riferimento ad altrettanti differenti criteri per la pianificazione del fabbisogno dei materiali, sulla base dei quali può verificarsi l'istante di rilascio di un ordine. Nel caso in cui si preferisca seguire un sistema di gestione a fabbisogno, l'ordine per un certo materiale viene rilasciato poiché è stato calcolato che in un istante futuro ci sarà un fabbisogno corrispondente. Se invece si decide di seguire un sistema di gestione a scorta l'emissione dell'ordine per un certo materiale avviene perché si ritiene che la scorta di quel materiale, a seguito di successivi prelievi effettuati per far fronte a fabbisogni dei periodi passati, è diventata esigua rispetto al fabbisogno pianificato per periodi futuri. Si può notare, dunque, che con il primo criterio si riduce la giacenza delle scorte e i relativi costi associati. Il materiale, infatti, entra in stabilimento ad intervalli di tempo gestiti dal Piano principale di produzione e viene subito inoltrato in produzione, così da ridurre, se non annullare, la giacenza del magazzino. Il secondo criterio, invece, tende ad evitare fenomeni di mancanza di materiale, chiamati anche rotture di stock, per la produzione, contestualmente viene limitato il consumo di risorse per il rilascio degli ordini.

## **1.1. MRP**

La pianificazione dei fabbisogni dei materiali, ovvero il piano MRP, è un aspetto basilare e centrale della programmazione della produzione e quindi del percorso di tirocinio svolto presso la GLF. Si ritiene quindi necessaria la seguente trattazione generale del tema così da comprendere a fondo il ruolo della programmazione e controllo della produzione all'interno di ogni azienda.

L'idea alla base del sistema consiste nel partire dalla data di consegna del prodotto e determinare le date ed i momenti di inizio delle attività (sia di lavorazione che di approvvigionamento) per ottenere il prodotto medesimo. I principali input del sistema sono:

- Il programma di produzione definito per i periodi futuri;
- Distinta base dei componenti costituenti il prodotto da fabbricare;
- La situazione delle scorte dei singoli componenti.

L'output del MRP è un piano che descrive la quantità di ogni singolo componente o sottoassieme da ordinare o da produrre in ogni intervallo di tempo assegnato. Tale pianificazione temporale viene effettuata in modo che i materiali arrivino quando sono necessari per l'utilizzo e non per reintegrare una scorta. Poiché la generazione del piano MRP richiede parecchia elaborazione di dati, in particolar modo quando sono coinvolte molte parti da mettere assieme, essa viene fatta in genere con programmi al calcolatore chiamati "Sistemi MRP". Tali sistemi calcolano le richieste dei materiali sulla base della capacità infinita<sup>2</sup>, a differenza del piano MRP II<sup>3</sup>. Ciò significa che i tempi di produzione e di assemblaggio per ogni componente individuale o per ogni sottoassieme non tengono conto dei tempi di attesa dovuti al conflitto delle risorse.

Questo sistema di gestione richiede un'elevata accuratezza dei dati che si utilizzano. Un sistema MRP è particolarmente adatto per prodotti costituiti da molti componenti, genera un livello di scorte inferiore a quello richiesto dai sistemi di gestione a scorta, ma è normalmente complesso da gestire anche con l'ausilio di sistemi computerizzati come, nel caso della GLF, il software gestionale OASI. Generalmente viene utilizzato per gestire il rifornimento di materiali o di parti componenti con un alto consumo annuo di valore, per i quali, a fronte dell'alta incidenza economica, occorre limitare al massimo, o annullare, possibilmente, il livello di scorta a magazzino.

Il metodo MRP richiede che ogni fase produttiva sia programmata in funzione della fase successiva. Ne consegue che la programmazione deve necessariamente partire dalla domanda del prodotto finito per risalire ai reparti di produzione e

---

<sup>1</sup>Il caricamento a capacità infinita consiste nell'assegnare i lavori ai centri di lavoro senza nessun riguardo per i limiti di capacità; si può così mettere in evidenza entrambi i casi di sovraccarico e sotto-carico, misurandone l'entità ed individuando, inoltre, i periodi nei quali questi avranno luogo.

<sup>3</sup>L'approccio evoluto del sistema MRP, che lavora a capacità infinita, provvede anche alla pianificazione delle risorse, collegando gli aspetti di programmazione commerciale, programmazione della produzione e programmazione MPS. Da questo punto di vista costituisce un sistema per programmazione e controllare la produzione.

all'approvvigionamento della materia prima. Questa metodologia di tipo "top-down", che ripercorre in senso contrario il flusso fisico dei materiali, è anche detta programmazione in cascata. Il piano MRP, quindi, deve agire in stretta correlazione con il Piano principale di produzione, che riceve, dagli ordini e/o dalle previsioni, le quantità di prodotti finiti necessarie per il periodo che si vuole programmare. Definito, quindi, il Piano principale di produzione su un certo orizzonte temporale, il piano MRP provvede, in maniera economicamente ottimale, a definire gli ordini di acquisto delle materie prime e dei semilavorati che sono necessari a tempo debito, a realizzare il programma di produzione ed a soddisfare gli ordini dei clienti relativi ai prodotti finiti, effettuando le consegne alla data pattuita. A questo punto si pone il problema di quando emettere l'ordine di acquisto dei materiali o parti in modo da soddisfare le esigenze di produzione e di consegna, senza produrre inutili costi di giacenza a magazzino dei materiali acquistati. Ciò dipende per prima cosa dalla data di consegna programmata del prodotto finito specifico, dal tempo o "lead time" di acquisto per ogni parte o materiale, ovvero il tempo che intercorre fra l'istante di emissione dell'ordine di acquisto e l'arrivo del materiale acquistato in stabilimento, dal "lead time" di produzione, ovvero la somma dei tempi di fabbricazione e/o assemblaggio, che dipende dalla capacità produttiva e dalle prestazioni delle attrezzature. Il metodo MRP, in definitiva, partendo dalla data di consegna promessa del prodotto finito, determina, risalendo a ritroso nel tempo, quando deve iniziare ogni attività necessaria all'ottenimento del prodotto finale. Idealmente, l'obiettivo dell'MRP è quello di non avere materiali a magazzino, ma di ordinarli e averli pronti per la fabbricazione, il montaggio e la spedizione solo al momento giusto prefissato. La difficoltà che si oppone all'obiettivo ideale di questo metodo è nell'identificare stime di tempo di acquisto, fabbricazione e montaggio rigorosamente esatte. Si può affermare quindi che affinché il sistema descritto sia efficace, è necessario disporre di una serie di dati e di informazioni, che richiedono una continua verifica di validità:

- Inventario aggiornato delle giacenze di magazzino e dei tempi di acquisto;
- Entità delle scorte di sicurezza, percentuale di parti difettose fornite dal fornitore, dimensione del lotto economico, dimensione di un lotto standard, sconti del fornitore, ecc.;

- Percentuale di prodotti difettosi uscenti dal processo;
- Tempi di fabbricazione e di montaggio e tempo complessivo di produzione;
- Tempi di consegna;

Il meccanismo di funzionamento del MRP consiste nel calcolo dei fabbisogni di componenti e materiali a ciascun livello di assemblaggio o fabbricazione, partendo dal programma di prodotti finiti da assemblare fino a giungere al livello massimo di scomposizione, attraverso l'impiego dei dati racchiusi in distinta base.

I passi nei quali si articola un sistema MRP sono generalmente i seguenti:

1. Calcolo dei fabbisogni lordi;
2. Calcolo dei fabbisogni netti tenuto conto delle giacenze di magazzino;
3. Determinazione degli ordini già emessi e non ancora ricevuti;
4. Definizione degli ordini da emettere;
5. Calcolo della scorta a fine periodo.

## **1.2. DISTINTA BASE**

Nella programmazione con tecniche MRP, la distinta base gioca un ruolo molto importante. Essa è una serie di "file" che contiene la "ricetta" per ogni prodotto finito e ne descrive la struttura in termini di sottoassiemi e componenti elementari. È rappresentabile come la lista delle parti necessarie per la realizzazione di un prodotto. Da ciò si può intuire che la sua conoscenza è di fondamentale importanza poiché consente di determinare analiticamente le parti richieste per realizzare un prodotto e le relative quantità necessarie. Questo file è creato dal progettista del prodotto sulla base di informazioni progettuali e tecnologiche fornite sotto forma di disegni o di carte di montaggio. In genere una distinta base contiene informazioni riguardo il prodotto finale, i materiali, le componenti e i relativi sottoassiemi. È molto importante, inoltre, che per ogni componente sia specificato il numero identificativo, una breve ma precisa descrizione e, per completezza, i lead times di produzione o di approvvigionamento. Può capitare che essa per di più possa definire, oltre alla struttura del prodotto, anche le fasi del processo di produzione. L'elencazione nella distinta viene eseguita in maniera gerarchica definendo la struttura del prodotto in termini di livelli di produzione.

Entrando ancor più nello specifico, la gerarchia considerata nel reparto Programmazione della GLF prende in esame codici definiti “articoli padre”, i sottoassiemi e, scendendo di livello, i componenti chiamati “articoli figli”.

Si può affermare che la distinta base sia il fulcro della programmazione della produzione, è ciò da cui tutto il processo di produzione ha inizio. Come già detto il documento contiene tutto ciò che compone il prodotto finito, chiamato “padre”, comprese materie prime, articoli di consumo, ovvero tutto ciò che viene utilizzato, appunto consumato, al fine di ultimare la produzione. Nella distinta base che compare nel software OASI vengono indicate anche le quantità ovvero il fabbisogno effettivo, utile alla produzione dell’articolo “padre”. Viene poi indicato il tipo di articolo che può essere di produzione interna se derivato da lavorazioni effettuate dalla ditta stessa, di acquisto se l’articolo viene acquistato presso fornitori esterni o, ulteriormente, di conto lavoro ovvero se deriva dall’acquisto in outsourcing di uno o più lavorazioni che compongono l’intero ciclo, da parte di una ditta esterna alla quale viene fornito tutto il materiale necessario alla fase della lavorazione assegnata. Un altro tipo di articolo che potrebbe essere presente in distinta è l’articolo cliente, esso è di fatto un articolo di proprietà del cliente, fornito dallo stesso, che andrà a comporre il prodotto finito mediante una lavorazione da effettuare internamente. Una ulteriore informazione presente in distinta è il codice prodotto, utile al fine di identificare la fascia di immatricolazione del prodotto, da inserire nel piano di collaudo, di cui si tratterà in seguito. In distinta è presente, inoltre, la giacenza lorda e breve, la quale, per un’analisi più precisa, andrebbe resa netta da eventuali impegni registrati nel software o aumentata da eventuali ordini in arrivo. Tali ordini dovranno essere monitorati per verificare l’eventuale disponibilità entro la data, identificata dalla programmazione, che prevede la presenza a magazzino di tutti quei fabbisogni necessari al lancio in produzione del prodotto. L’analisi della distinta base viene effettuata valutando la disponibilità a magazzino dei livelli più alti della gerarchia in quanto, se essi sono presenti, escludo la necessità della disponibilità dei rispettivi “figli” al fine di avviare la produzione del prodotto. Ciò di fatto capita raramente in quanto l’azienda segue la filosofia JIT. Si procede via

via scendendo di livello fino al raggiungimento della materia prima, se essa è presente nella quantità che soddisfa il fabbisogno si procede analizzando altri livelli, sennò va considerata la necessità di produrla o acquistarla. Questo procedimento viene iterato fino a considerare ogni componente della distinta, vanno però esclusi dalla considerazione gli articoli di consumo, essi in GLF sono infatti gestiti dall'ufficio acquisti. Di seguito è riportato l'esempio di una semplice distinta base (Figura 1) di un articolo prodotto dalla GLF.

Espl. Dist. Sempl.														
Assiene		SM00688137		HEAT SHIELD ASS.Y										
Data val.		07/05/2021												
Quantità		1												
Posiz.	Livello	Articolo	Descrizione	UN	Quantità	Tipo Art.	Codpro	Data	Dist.	EDGH	FM	Marco	Giac.	Giac. Brev.
101		SMU4555628	HEAT SHIELD	NR	1	PRODOTT	9LE	16/06/2008	SI	No	No	1		
10..2		SMH8258173	HEAT SHIELD (FORGING)	NR	1	ACQUIS	1HE		SI	No	No			
151		SMU4555628-01	HEAT SHIELD (FORNITO DA NEAR TO SHAPE)	NR	1	CTOLAV	9GE	22/03/2013	SI	No	No	1		
100..2		SMH8258173-01	HEAT SHIELD (NEAR TO SHAPE)	NR	1	ACQUIS	1HE		SI	No	No			2
201		SMO9729581	ASS.Y MATERIAL HEAT SHIELD	NR	1	FANTAS	PHAN	12/03/2009	SI	No	No			
10..2		MM019475	MULLA*	NR	80	ACQUIS	4F		SI	No	No	4	359	359
20..2		SMU82266	LEAF SEAL	NR	40	CTOLAV	1G	12/03/2009	SI	No	No	2	180	180
10..3		SMU822661	LANIENA N.1 PER LEAF SEAL SMU82266	NR	40	PRODOTT	1L	12/03/2009	SI	No	No		61	61
10...4		MM0822661	BANDELLA PER PIASTRINA M.1 PER LEAF SEAL SMU82266	NR	1,0526	PRODOTT	1L	05/11/2013	SI	No	No			
10...5		DZXD50910305	LANIERA IN ALLOY H5-25 Sp.0.5 x 914 x 3048	NR	0,040485	ACQUIS	4F		SI	No	No			
20...5		DZXD50910244	LANIERA IN ALLOY H5-25 Sp.0.56x914x2440mm	NR	0,064209	ACQUIS	4F		SI	No	No			
20..3		SMU822662	PIASTRINA M.2 PER LEAF SEAL SMU82266	NR	40	PRODOTT	1L	12/03/2009	SI	No	No			
10...4		MM0822662	BANDELLA PER PIASTRINA M.2 PER LEAF SEAL SMU82266	NR	0,015474	FANTAS	1L	05/11/2013	SI	No	No			
10...5		DZXD50910305	LANIERA IN ALLOY H5-25 Sp.0.5 x 914 x 3048	NR	0,005158	ACQUIS	4F		SI	No	No			
20...5		DZXD50910244	LANIERA IN ALLOY H5-25 Sp.0.56x914x2440mm	NR	0,007923	ACQUIS	4F		SI	No	No			
30..3		SMU822663	RONDELLA N.3 PER LEAF SEAL SMU82266	NR	80	PRODOTT	1L	12/03/2009	SI	No	No			
10...4		MM0822663	BANDELLA PER RONDELLA N.3 PER LEAF SEAL SMU82266	NR	0,030234	FANTAS	1L	25/03/2009	SI	No	No			
10...5		DZXD50910305	LANIERA IN HS25 Sp.0,76x914x3048mm	NR	0,010078	ACQUIS	4F		SI	No	No		2,55	2,55
30..2		RPUS2252	SPECTAL PIN	NR	80	ACQUIS	1H		SI	No	No	3	246	246
301		MM0140042	BACCHETTE INCONEL 718 Ø 0.8mm (0.032")	KG	0,05	ACQUIS	4F		SI	No	No		3,62	3,62
401		MM000024	CASSA LEGNO X CASSA RACCORDO HSPT	NR	1	ACQUIS	4F		SI	No	No		8	5

Figura 1. Esempio Distinta base.

### 1.3. MILESTONE

Il Milestone è il programma che, insieme al software gestionale, rende possibile la programmazione della produzione ma anche la gestione più ampia dell'ordine. Questo programma è accessibile a tutti i reparti in quanto offre una panoramica completa, dettagliata ed aggiornata di tutto ciò che accade nell'azienda. Entrando nel dettaglio, all'interno di quello che si presenta come un foglio di calcolo sono presenti più schede, una di queste è l'elenco degli ordini rivolti ai fornitori dove viene specificato il codice dell'Ordine di Produzione (OP), il codice dell'articolo e tutte le informazioni utili all'identificazione, accompagnati da eventuali note. Un'altra scheda riporta i lead times delle fasi presenti all'interno dei cicli di



lavorazione degli articoli gestiti dall'azienda. È presente, inoltre, una scheda che identifica l'intero portafoglio ordini aziendale mentre un'altra scheda presenta l'avanzamento delle commesse prese in carico attualmente (Figura 2). Questa è la scheda principale che riporta lo stato aggiornato del ciclo di lavorazione del prodotto, tale sezione viene aggiornata più volte nell'arco della settimana mediante riunioni di produzione che avvengono tra i vari reparti. Terminato il confronto si provvede a modificare, se necessario, il piano di produzione, ed in ogni caso ad aggiornare il Milestone riportando le novità riscontrate nel colloquio tra le parti interessate alla produzione. Se necessario vengono inoltre inserite eventuali note che riportano informazioni utili che devono essere recepite nell'immediato al momento in cui si visualizza l'avanzamento dell'ordine, a tal proposito viene adottata anche una diversa colorazione per ogni stato del ciclo, così da aver chiara la panoramica già da un primo impatto visivo. Questa scheda non viene però aggiornata soltanto in relazione a quanto emerso nella riunione, riporta soprattutto le modifiche che volta per volta vengono inserite dalla programmazione. Chi si occupa della programmazione, infatti, una volta lanciato un articolo presente nel portafoglio ordini, inserisce l'OP nel Milestone. Esso sarà identificato in rosso qualora la documentazione non sia stata ancora consegnata ai capo squadra, in quanto non presenti ancora le materie prime, viene tramutato poi con la colorazione verde una volta consegnata la documentazione. Dopo di che, monitorando l'avanzamento, il programmatore andrà ad aggiornare lo stato del ciclo, verrà resa nota la disponibilità dei raw material e verrà inserito il codice della commessa. La data riportata sotto la voce raw material riporta la scadenza entro la quale tutte le materie prime utili all'avvio del ciclo di lavorazione devono essere disponibili al fine di rispettare il piano di produzione ideato dal responsabile della programmazione. È di rilevante importanza, perciò, organizzare i rifornimenti e il magazzino in relazione a quella data, considerando i lead times costituiti da ogni operazione gestita dal programmatore. La data relativa alla delivery tiene conto di un periodo cuscinetto di un mese, quindi la data presente nel Milestone che segnala quando sarebbe ottimo spedire, anticipa di un mese la data effettiva accordata con il cliente. Come si può intuire questo approccio ha lo scopo far assorbire da questo intervallo di anticipo tutte gli imprevisti e le

problematiche che potrebbero verificarsi e che quindi andrebbero a ritardare il piano di produzione e, di conseguenza, l'avanzamento delle varie lavorazioni.

Op	Item Name	Model	Tip	Order Number	Dates	Anal. Ordine	Raw material	Formatura	Sald. I. Br.	Law Mecc.	Sald. Se.	Coating/Bras.	Accessori Cappl.	Fluss. I. Mont.	Coll. Fin. Simoni	Ready to Ship	Delivery Date	Note
21000164	SMU8315882	FR3	CAS	1440464204-01819	Sched. 25-gen Act./From 25-gen New C	27-apr 20-apr	4-mag 4-mag	14-mag 14-mag	7-giu 7-giu	12-giu 12-giu				16-giu 16-giu	17-giu 17-giu	22-giu-21 22-giu-21	curva MI completa curve ok - tronchetti formatura	
21000164	SMU8315882	FR3	CAS	1440464204-02012	Sched. 4-mag Act./From 4-mag New C	13-ago 20-apr	28-ago 28-ago	7-set 7-set	28-set 28-set	5-ott 5-ott				11-ott 11-ott	12-ott 12-ott	15-ott-21 15-ott-21	stampaggio	
21000164	SMU8315882	FR3	CAS	1440464204-01717	Sched. 28-giu Act./From 28-giu New C	12-ott 20-apr	19-ott 18-ott	29-ott 29-ott	22-nov 22-nov	29-nov 29-nov				3-dic 3-dic	6-dic 6-dic	10-dic-21 10-dic-21	stampaggio	
21000164	SMU8315882	FR3	CAS	1440464204-01616	Sched. 8-ott Act./From 8-ott New C	13-gen 20-apr	20-gen 20-gen	1-feb 1-feb	22-feb 22-feb	1-mar 1-mar				7-mar 7-mar	8-mar 8-mar	11-mar-22 11-mar-22	stampaggio	
21000164	SMU8315882	FR3	CAS	1440464204-01818	Sched. 10-gen Act./From 10-gen New C	12-apr 20-apr	18-apr 18-apr	2-mag 2-mag	23-mag 23-mag	30-mag 30-mag				6-giu 6-giu	7-giu 7-giu	10-giu-22 10-giu-22	stampaggio	
21000161	SMD0683307	PGT25	TP	144043274-00419	Sched. 22-gen Act./From 22-gen New C	26-apr 22-apr		11-mag 11-mag	25-mag 25-mag		8-giu 8-giu			16-giu 16-giu	18-giu 18-giu	21-giu-21 21-giu-21	24-giu-21 24-giu-21	E40177L - Nichelatura da saldare - smq8310260 ok - isolamento termico: 02/06 - sett
21000163	SMD0683307	PGT25	TP	144043274-00410	Sched. 22-gen Act./From 22-gen New C	26-apr 22-apr		11-mag 11-mag	25-mag 25-mag		8-giu 8-giu			16-giu 16-giu	18-giu 18-giu	21-giu-21 21-giu-21	24-giu-21 24-giu-21	E40178L - Nichelatura da saldare - smq8310260 ok - isolamento termico: 02/06 - sett
21000174	SMD1734458	PGT25	TP	1440451605-0032	Sched. 28-apr Act./From 28-apr New C	1-mag 1-mag								14-mag 14-mag	18-mag 18-mag	19-mag 19-mag	24-mag-21 20-giu-21	

Figura 2. Schermata Avanzamento Milestone.

## 1.4. JUST IN TIME & KANBAN

La teoria del Just in Time è stata introdotta da Toyota per poi essere adottata da altre aziende giapponesi fino ad essere introdotta nelle aziende occidentali. Il metodo è stato introdotto dall'azienda in questione negli anni '70, anche se è stato necessario un lavoro di diversi anni per perfezionarlo. I vantaggi ottenibili dalla produzione JIT riguardano un raddoppio della produttività del lavoro, una riduzione fino al 90% dei tempi di attraversamento e della giacenza, l'incremento della qualità e inoltre la riduzione del "time to market". Al fine di raggiungere questi obiettivi, questa teoria ha adottato come dogma il dover produrre solo quello che è richiesto, quando è richiesto, eliminando ogni tipologia di spreco. Le tecniche JIT stanno coinvolgendo un'ampia varietà di prodotti e processi e, come approccio alla Programmazione e Controllo della Produzione (PCP), vengono integrate ai più tradizionali sistemi di gestione e fabbisogno (MRP). L'obiettivo è quello di ottenere migliori prestazioni del sistema e ridurre i costi di gestione e di mantenimento del sistema di PCP stesso. Il sistema Just In Time viene applicato sul campo per la gestione della produzione attraverso l'impiego di un sistema di schede, dette "kanban"<sup>4</sup>. Il kanban si basa infatti su dei cartellini fisici che consentono la produzione, l'acquisto o la movimentazione dei materiali, ne esistono quindi di diversi tipi secondo il seguente schema:

- Kanban prelievo o consegna: C-kanban;
- Kanban ordine di produzione: P-kanban;
- Kanban fornitore;
- Kanban segnale;

L'obiettivo del kanban è di evitare la sovrapproduzione che è lo spreco più impattante sulle performance di un sistema produttivo.

Nei progetti che si prestano all'adozione del metodo Kanban viene utilizzato uno strumento di base costituito da una bacheca o lavagna, o tabellone: la Kanban

---

<sup>2</sup> Kan significa "visuale" mentre Ban significa "segnale".

Board. Molti gruppi di lavoro preferiscono ancora utilizzare un tabellone fisico o bacheca su cui appendere post-it colorati. L'adozione di una Kanban Board può far emergere le inefficienze e le strozzature nel lavoro del team. L'effetto complessivo è quello di aumentare la produttività. L'introduzione della Kanban Board consente di tenere sotto controllo costantemente il flusso delle lavorazioni. Infatti, spesso i problemi dipendono dal non conoscere:

- a che punto è il lavoro;
- cosa manca ancora da fare;
- cosa riduce la produttività.

## **1.5. DIAGRAMMA DI GANTT**

I concetti basilari per il controllo delle attività produttive in sistemi di produzione gestiti da sistemi MRP interessano diversi aspetti. In particolare, essi sono relativi ai carichi, alle priorità sui vari centri di lavorazione, ai lead times e i dati di input. I tre approcci fondamentali per il controllo delle attività produttive sono basati su:

- le carte di Gantt che forniscono la comprensione grafica del problema del controllo di reparto;
- le regole di priorità per i vari lavori ai centri;
- il caricamento finito che fornisce un esatto programma temporale (schedulazione) per ogni macchina;

Gli input essenziali nel sistema di controllo sono il lead time di ciascun componente che va nel pezzo finale ed il ciclo di fabbricazione degli stessi. Il lead time (LT) tipico è costituito da cinque tempi elementari:

- $T_m$ , il tempo di movimentazione che dipende dagli impianti tecnologici di movimentazione, dalle risorse impiegate (operai, straordinari, turni, ecc.) e dal layout. Tale tempo, per l'impianto, è praticamente una costante che non dipende dalle attività di schedulazione e di controllo.
- $T_c$ , il tempo speso in coda cioè il tempo speso nelle attese prima di essere lavorato alle macchine successive; tale tempo di coda degli ordini, che nelle produzioni a lotti o produzioni job-shop può costituire l'80-95% del

lead time, dipende dalle caratteristiche dei singoli centri di lavorazione e dalla schedulazione e il suo controllo risulta fondamentale.

- $T_p$ , il tempo di processo o di lavorazione effettiva di una macchina per le dimensioni del lotto e dipende dalla tecnologia usata; esso include anche il tempo per le ispezioni e può essere ridotto mediante miglioramenti tecnologici o per effetto della curva di apprendimento (learning curve).
- $T_{su}$ , il tempo di settaggio cioè il tempo per preparare il centro di lavoro; esso è indipendente dal lotto ed è sempre presente per cui può essere ridotto ma non azzerato completamente.
- $T_{am}$ , il tempo perso nell'attesa e nel passaggio da un centro al successivo.

Si passi ad una breve trattazione delle operazioni di caricamento in quanto non è un aspetto preso in esame nel tirocinio ma, per completezza, merita di essere citato. Esse possono essere programmate facendo uso di opportuni diagrammi che possono essere sotto forma di grafici, tavole, tabelloni. Possono, inoltre, essere manuali o implementati su computer. La forma più semplice di carta di caricamento è quella relativa al diagramma di carico di Gantt.

Tale diagramma presenta il tempo nell'asse delle ascisse ed i vari centri di lavoro nell'asse delle ordinate; barre e linee corrono da sinistra verso destra mettendoci a disposizione vari tipi di informazioni. Lo scopo delle carte di Gantt è quello di organizzare e chiarire l'uso effettivo o desiderato delle risorse in un certo orizzonte temporale. I dirigenti possono usare le carte di Gantt per sviluppare, mediante tentativi, le schedulazioni al fine di ottenere una idea sul coinvolgimento di certe sistemazioni. Ci sono parecchie carte di Gantt: due delle più usate sono le carte di carico e le carte di schedulazione. Le carte di carico illustrano il caricamento e i tempi morti per un gruppo di macchine. Le informazioni che si traggono aiutano a caricare i centri di lavoro utilizzando meglio le risorse. Se tutti i centri facessero le stesse operazioni si potrebbe prendere la decisione di livellare meglio i centri alleggerendo quello più impegnato. Le carte di Gantt di schedulazione, per le quali si ha intenzione di svolgere una trattazione più ampia in quanto maggiormente inerente alla tesi, possono essere usate per monitorare l'avanzamento degli ordini o dei job. Il diagramma di Gantt, usati principalmente nelle attività di project management, sono costruiti da un asse orizzontale che rappresenta l'arco temporale totale del progetto, suddiviso in fasi incrementali (ad esempio, giorni, settimane, mesi) e da un asse verticale che sta a rappresentare

mansioni o attività che costituiscono il progetto. La carta indicherà quali lavori sono secondo programma, quali in anticipo e quali in ritardo. Malgrado gli indubbi vantaggi di queste carte esse soffrono di alcune limitazioni, la principale delle quali è la necessità di aggiornare le carte stesse per rappresentare le situazioni correnti. Esse, come per l'aggiornamento del Milestone, avvengono settimanalmente tramite una riunione nella quale, l'ufficio programmazione avente ricevuto in precedenza le informazioni dai capisquadra, l'ufficio commerciale e l'ufficio collaudo comunicano con il cliente al fine di monitorare e riportare l'avanzamento della commessa. Una mancanza non irrilevante delle carte è quella di non rivelare i costi associati con caricamenti alternativi e quindi non possono essere di aiuto nel decidere quale centro di lavoro è più vantaggioso quando ci sono contemporaneamente più centri disponibili che sono in grado di realizzare la stessa lavorazione, in tal caso la decisione è a discrezione dello schedatore. Ci sono vari tipi di diagrammi disponibili per il sequenziamento e, come nel caricamento, molti di questi sono varianti del diagramma di Gantt. Sebbene i diagrammi permettano un buon controllo del lavoro schedato, forniscono un aiuto molto limitato nella determinazione di quella che potrebbe essere la migliore sequenza. Questo metodo manuale diventa inutilizzabile quando il numero dei lavori  $n$  e dei centri di lavoro  $m$  sono eccessivamente elevati.

Si proceda considerando un esempio di diagramma di Gantt (Figura 3). Si può notare che la sezione sinistra del grafico rappresenta, per ogni riga, il tipo di fase di produzione da svolgere per il rispettivo articolo in lavorazione. Viene riportata, di seguito, la durata, in giorni, del processo considerato, specificando la data di inizio e fine. Per una lettura più immediata e precisa, viene visualizzato l'avanzamento percentuale, oltre che grafico. Con lo scopo di analizzare in modo dettagliato il processo e di comprenderne lo sviluppo, vengono annotati i predecessori della fase in esame, essi ne determinano infatti i tempi e possono inoltre essere visualizzati da appositi vettori presenti nella sezione grafica del diagramma. La figura riportata rappresenta una delle otto pagine costituenti il diagramma di Gantt volto alla schedulazione di un ciclo di produzione di un Liner comprensivo di un totale di 435 righe. Da ciò si può intuire la complessità del processo di schedulazione per particolari prodotti dell'azienda GLF, ne consegue

un utilizzo preferenziale del Milestone qualora il cliente non specifichi, in fase di ordine, una schedulazione tramite diagramma di Gantt.

L'utilizzo e l'elaborazione di un diagramma di Gantt verrà approfondito successivamente nel capitolo inerente al Controllo della produzione. Verrà chiarito, inoltre, come si procede per la sua creazione e l'effettivo utilizzo nell'ambito della gestione e del monitoraggio dell'avanzamento dell'OP lanciato in produzione.

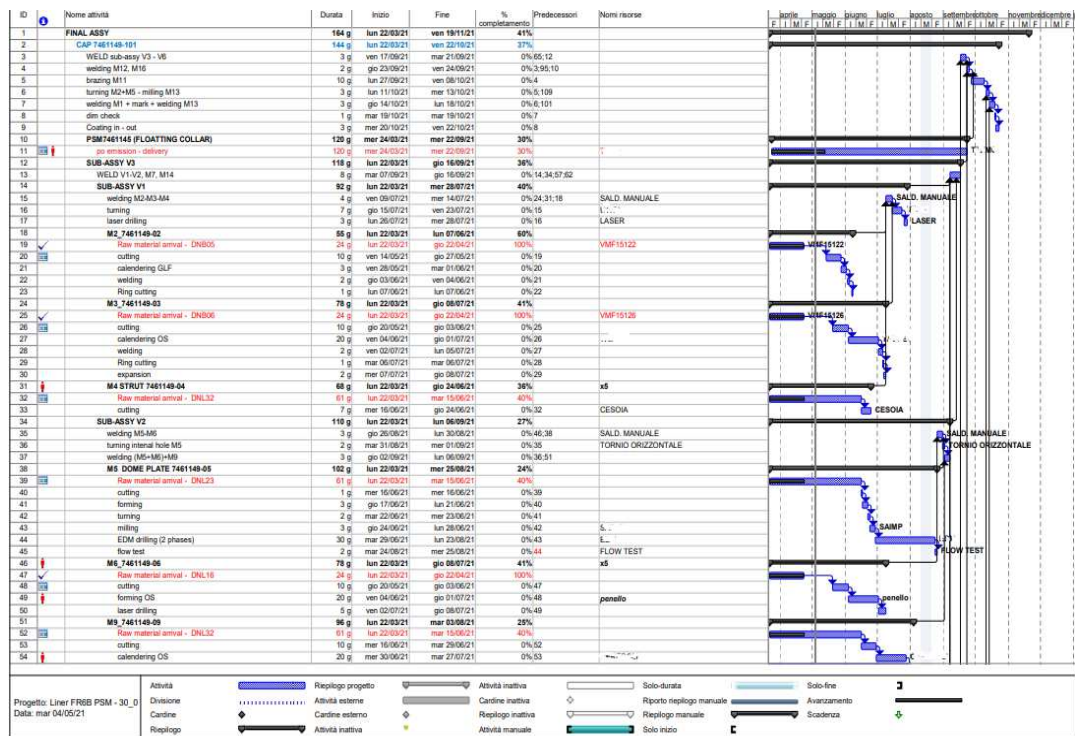


Figura 3. Esempio Diagramma di Gantt.

## 2. GLF TURBINE



Figura 4. Logo GLF Turbine.

La GLF Turbine è un'azienda produttrice di componenti statorici per turbine a gas. I principali prodotti sono: camere di combustione (C&L), convogliatori gas (TP) ed ugelli (nozzle/vane). Lo stabilimento produttivo della GLF vanta un'esperienza trentennale nel settore parti calde.

Tutto ebbe inizio nei primi anni '80 quando lo stabile fu acquisito dalla società "Nuovo Pignone", da qui prese il nome "Nuovo Pignone Porto Recanati". Dopo di che ha inizio la produzione di componenti per turbine Nuovo Pignone (PGT2, PGT5, PGT10, PGT16, PGT21 e PGT25) e General Electric (MS3002, MS5001 e MS5002).

Agli inizi degli anni '90 la produzione raddoppiò. L'azienda entrò a far parte del gruppo GE Oil & Gas e divenne il sito produttivo ufficiale per i C&L e TP delle turbine MS3002, MS5001 e MS5002 sia per le New Units che per il Service. Contemporaneamente GE Belfort affidò a Nuovo Pignone Porto Recanati la produzione di C&L e TP per le macchine MS6001B e MS9001E/EA.

Dal 2002 al 2017 lo stabilimento, sotto la guida della nuova proprietà GI&E Spa, ha consolidato la produzione dei particolari "storici" ed ha incrementato la capacità produttiva introducendo nuovi componenti di ultima generazione quali: DLN-Technology (Frame 5 DLN, Frame 6 DLN, Frame 7 DLN, Frame 9 DLN), F- Technology (MS5002E, MS6001FA+, MS7001FA) e componenti per altre turbine (Westinghouse 501F, GT10B, varie turbine Siemens). Nel loro sito produttivo, fino ad oggi, sono stati realizzati più di 30.000 C&L e oltre 30.000 TP ed il know how, l'esperienza e la qualità oggi portano il nome di GLF Turbine.



## 2.1. PORTAFOGLIO PRODOTTI

In genere una turbina a gas (Figura 5) è composta da un compressore, una camera di combustione, una turbina, un generatore ed infine una caldaia di recupero.

Il compressore ha la funzione di aspirare l'aria e comprimerla, durante questa operazione vi è un aumento progressivo della temperatura. All'inizio del processo di avvio, il motorino di avviamento della turbina a gas garantisce l'azionamento del compressore. Per regolare la quantità d'aria aspirata si dispone di un regolatore di portata a palette: regolando le palette direttrici, viene regolata la portata dell'aria aspirata. Dal compressore l'aria viene convogliata nella camera di combustione, dove viene arricchita con combustibile e la miscela combusta a una pressione pressoché costante. Durante questo processo i gas combusti raggiungono oltre 1000 °C e l'energia trasformata nella camera di combustione causa un aumento della velocità dei gas combusti. Nella turbina collegata a valle i gas combusti caldi e saturi di energia si espandono e riducono la loro velocità. Durante la fase di espansione, i gas combusti cedono potenza alla turbina, due terzi della quale sono necessari per azionare il compressore. Il generatore accoppiato direttamente alla turbina trasforma l'energia meccanica in energia elettrica. Sul lato bassa pressione rimane ancora a disposizione circa un terzo della potenza effettiva per il secondo albero. La presenza di un secondo albero fa sì che ci sia la necessità di pale, chiamate "NGV Nozzle", da utilizzare nelle trasmissioni meccaniche al fine di adattare il moto dell'albero primario con quello dell'albero secondario. Successivamente i gas combusti caldi vengono convogliati nella caldaia di recupero. Dal momento che la temperatura dei gas combusti è ancora abbastanza alta, dai 450 ai 600 °C, può essere utilizzata per produrre vapore o, nel corso di diversi processi di cogenerazione, per aumentare il rendimento del carburante. Dopo essersi decompressi alla pressione atmosferica nella turbina, i gas combusti vengono dispersi nell'ambiente, salvo ulteriori utilizzi a più basso rendimento in quanto, in questa fase del processo, hanno una temperatura di circa 70°C.

La GLF occupandosi delle parti calde della turbina, si applicano nella produzione e vendita di Liner, Transition piece, Nozzle, Retaining ring, Exhaust & Casing diffuser.

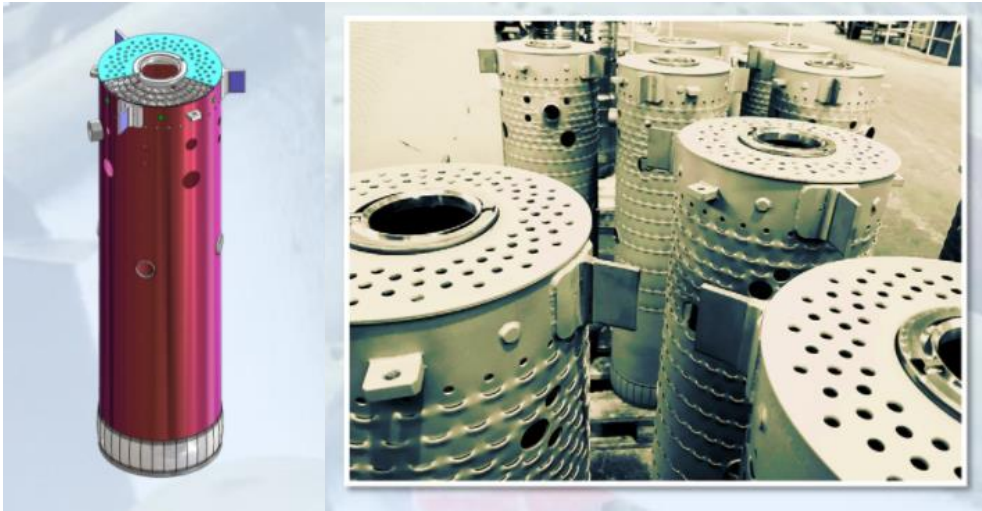


**Figura 5. Gas Turbine, frame technology.**

## **LINER**

Il combustore è diviso fisicamente mediante una parete forata, detta liner (Figura 6), in una zona centrale dove ha luogo la combustione e in uno o più condotti laterali dove viene convogliata la portata d'aria in eccesso. Successivamente, mediante i fori primari, secondari e di diluizione, la portata d'aria che attraversa il liner si ricongiunge con la portata principale in modo tale da abbassare la temperatura media dei gas combusti all'uscita della camera. L'adozione di tale soluzione consente di creare una zona a bassa velocità in cui la fiamma possa svilupparsi e sostenersi (la zona primaria), una zona intermedia in cui si completa l'ossidazione del combustibile mediante l'adduzione di piccole quantità di aria (evitando che la concentrazione di specie intermedie come il CO si congelino) e una terza area, detta zona di diluizione, nella quale viene addotta l'aria non richiesta per la combustione in modo da ottenere all'uscita del combustore una temperatura media compatibile con la resistenza della turbina, in cui i gas combusti verranno inviati ad espandere.

Il Liner è di fatto la camera di combustione della turbina e deve quindi presentare caratteristiche tali da non deformarsi al variare della pressione e da poter resistere ad elevate temperature, a tal proposito nel suo ciclo di produzione della superlega utilizzata è presente una fase di rivestimento ceramico.

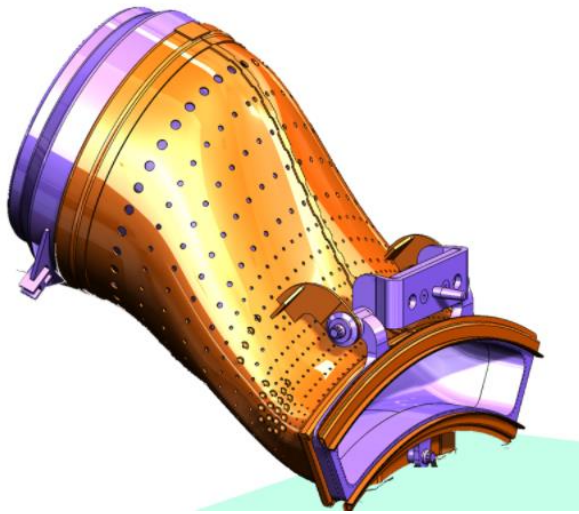


**Figura 6. Liner – standard version.**

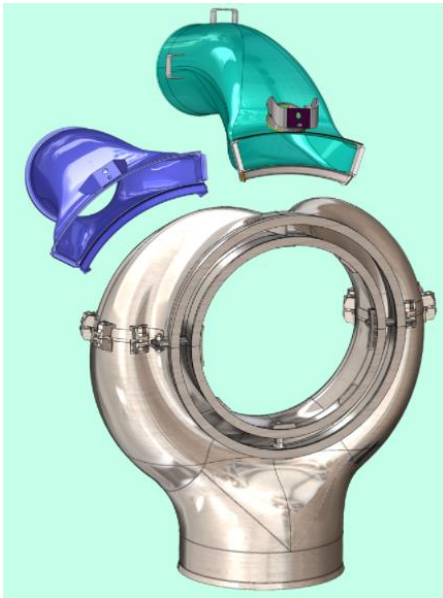
### **TRANSITION PIECE**

Nelle turbine a gas con combustori tubolari, la camera di combustione è sostanzialmente cilindrica e i numerosi combustori sono disposti circonferenzialmente intorno all'asse della macchina, nell'anello di adduzione dei gas all'espansore. Il collegamento tra i singoli combustori e l'espansore avviene tramite condotti di transizione adeguatamente raffreddati detti Transition Piece (Figure 7 e 8). La loro funzione è inoltre quella di diminuire la sezione del condotto, andando così ad aumentare la potenza e la velocità del fluido all'interno della turbina.

Un transition piece è comprensivo di flangia, di supporto per il collegamento al combustore, della flangia per il collegamento con la tubazione della valvola di bypass ed infine della flangia e il supporto per il collegamento al settore ugelli. Il condotto di transizione è raffreddato da aria che passa attraverso canalizzazioni interne alle pareti e fuoriesce da fuori per ottenere un raffreddamento a film.



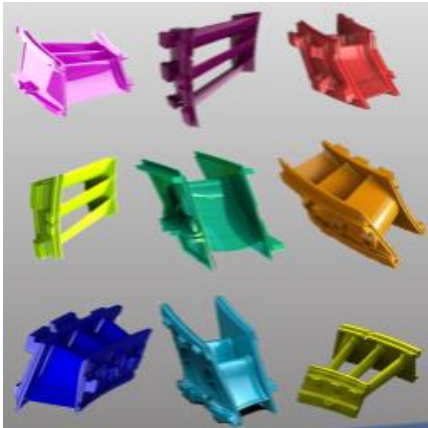
**Figura 7. Transition piece.**



**Figura 8. Applicazione Transition Piece.**

## NOZZLE

L'ugello (Figura 9) è il componente della turbina a gas che permette la trasformazione di energia termica in energia meccanica, mediante la spinta prodotta dai gas convogliati contro, appunto, gli ugelli mobili.



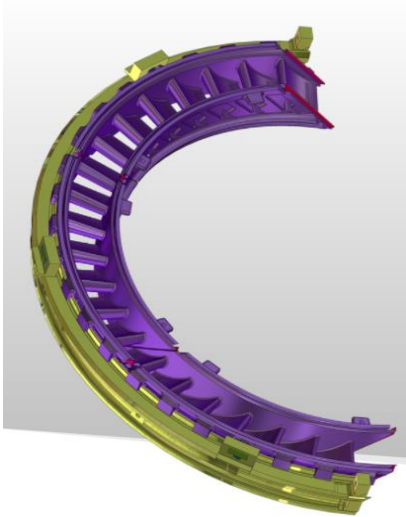
**Figura 9. Nozzle.**

La funzione principale dell'ugello è quella, di fatto, di determinare l'inclinazione del fluido affinché essa sia ottimizzata alla superficie delle palette della turbina, così da sfruttare a pieno l'energia termica dello stesso.

Dall'assemblaggio degli ugelli si compone successivamente all'aggiunta di sostegni, i Retaining ring (Figura 10), gli anelli di ritegno del rotore in acciaio non magnetico in superlega sono ristretti sul corpo del rotore per fornire supporto radiale delle estremità della bobina del rotore contro le forze centrifughe presenti durante la rotazione.

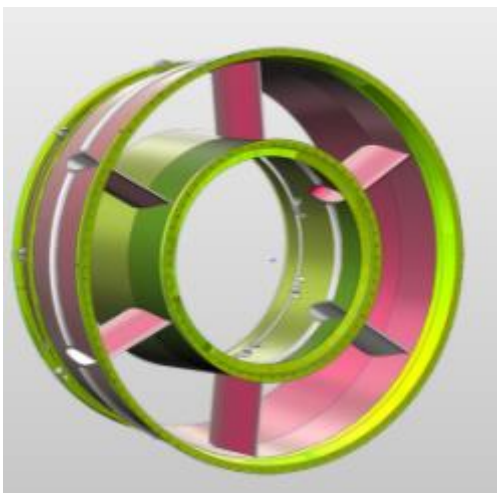
Il materiale dell'anello di ritenzione non è influenzato dalla corrosione e dalle sollecitazioni. Per garantire che gli anelli di ritenzione siano sufficientemente rigidi da rimanere circolari, un anello di supporto viene ristretto nell'estremità esterna dell'anello di ritenzione, libero dall'albero del rotore.

Gli anelli di tenuta e le altre parti del sistema di controventatura sono dimensionati per resistere alle sollecitazioni che si sviluppano con cortocircuiti e sovra velocità.



**Figura 10. Retaining Ring.**

Dopo aver spiegato il ciclo svolto dalla turbina, si è compreso che la sua fase finale consiste nello scarico dei gas combusti nell'ambiente. Il condotto del diffusore di scarico della turbina a gas è una delle principali aree di transizione tra lo scarico della turbina a gas e il sistema di scarico. L'Exhaust diffuser (Figura 11) viene posizionato alla fine del compressore, espande l'aria fino alla pressione atmosferica evitando l'eccessiva spinta residuale. Esso è un elemento essenziale per migliorare l'efficienza della Turbina, lavorando ad altissime temperature di combustione.



**Figura 11. Exhaust diffuser.**

## 2.2. SUPERLEGHE

Nei paragrafi precedenti è stata spiegata l'area di mercato in cui si è specializzata la GLF Turbine. Al fine di offrire un servizio all'altezza delle aspettative del cliente, l'azienda si impegna nella ricerca di materie prime che siano ottimali all'impiego futuro che dovrà sostenere il prodotto finito. Occupandosi delle parti calde della turbina a gas, una delle principali materie prime acquistate dall'azienda sono lamiere e forgiati in superlega. Si voglia entrare nel dettaglio prendendo in esame una delle più importanti superleghe utilizzate dall'azienda, chiamata Hastelloy X. Quest'ultima è una lega a base di nichel resistente alle alte temperature e alla corrosione. Questo prodotto si presenta eccellente in termini di modellamento e saldatura in tutte le sue forme. Nonostante sia conosciuto soprattutto per la sua notevole resistenza al calore e alla corrosione, ha anche una buona resistenza alla tensocorrosione da cloruri e una buona resistenza alle atmosfere riduttive o carburanti. Questa lega è inoltre caratterizzata da una resistenza all'ossidazione e meccanica fino a 1200 °C. Hastelloy X è, infatti, una delle superleghe a base di nichel maggiormente usate per le componenti di motori a turbina. Essa compare quindi nella distinta base della quasi totalità del portafoglio prodotti dell'azienda.

Si può intuire, da quanto detto, che le superleghe sono considerate prodotti di nicchia in quanto, a livello mondiale, non sono numerose le aziende che ne fanno la principale materia prima. Proprio per questo motivo sono caratterizzate da lead times e costi considerevoli. Il suo acquisto, da parte dell'azienda, corrisponde ad un enorme investimento a lungo termine poiché, una volta esborsato il capitale necessario all'acquisto di un lotto, sono necessari dai sei ai nove mesi affinché esso venga consegnato al magazzino. Va considerato, inoltre che, essendo un raw material, dovrà affrontare l'intero ciclo lavorativo prima di poter essere considerato prodotto finito, collaudato, quindi spedito e venduto al cliente generando così un ritorno economico. Si può affermare pertanto che, in media, intercorrono un anno e mezzo prima che l'azienda possa fatturare e generare profitto dall'investimento di un lotto di lamiera di questo genere. Questo aspetto

determina la produzione dell'azienda, essa infatti con una logica di produzione a magazzino si esporrebbe in modo significativo, aspetto che l'azienda GLF bada bene ad evitare. D'altra parte, la filosofia JIT, specifica per l'utilizzo ottimizzato delle risorse e del magazzino, come già spiegato nei capitoli precedenti, accompagnata da una buona pianificazione strategica dell'approvvigionamento e della produzione viene in soccorso delle aziende che lavorano con questo tipo di materie prime. Risulta quindi fondamentale, anche in questo contesto, il ruolo della programmazione, abile nell'elaborare previsioni dei fabbisogni a lungo periodo che rispecchino quanto più la realtà in modo tale da investire quanto strettamente necessario ma comunque funzionale ad un ottimale servizio verso il cliente.



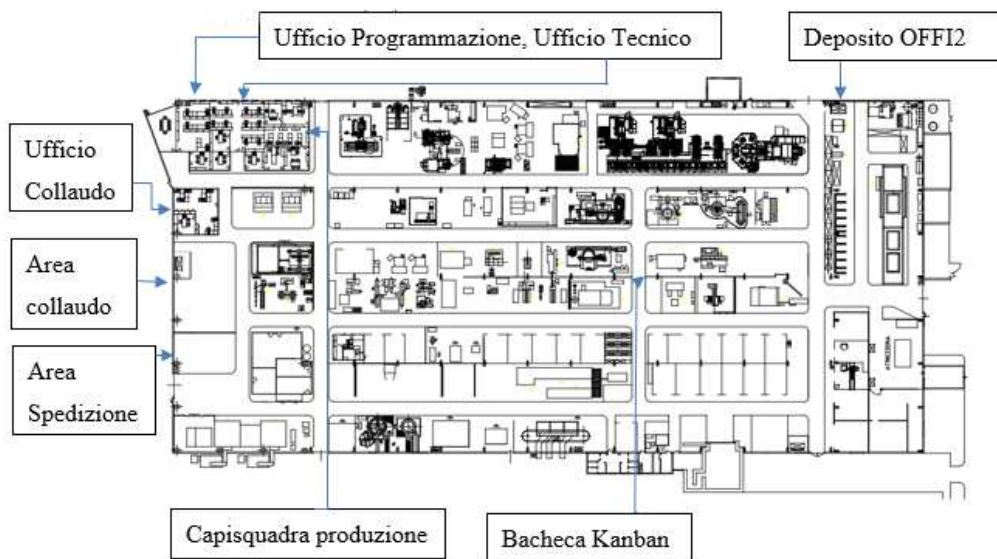
## 2.3. LAYOUT

Il layout si riferisce alla disposizione fisica delle apparecchiature nella fabbrica. Esso è correlato al tipo di produzione, le tre principali disposizioni sono:

- a posizione (o a postazione) fissa,
- per processo,
- per flusso di prodotto.

C'è una stretta correlazione tra la disposizione d'impianto ed il tipo di produzione. Il layout è un aspetto fondamentale affinché i vari reparti dell'azienda collaborino in modo efficiente e in sintonia. A tal proposito la GLF si è organizzata in modo tale da avere, all'interno di un'ampia officina, vari reparti ravvicinati, come quello della programmazione, del collaudo ed Ufficio tecnico (Figura 12). Così facendo, si limitano le problematiche legate alla comunicazione così come i lead times dei trasferimenti, essendo il magazzino limitrofo all'officina, e i lead times tra una operazione e l'altra avendo adottato un layout per processo. Nella "disposizione per processo produttivo o per reparti" le macchine sono sistemate a seconda del tipo di processo di lavorazione: i torni sono in un reparto, i trapani in un altro reparto ecc. Il vantaggio di questa disposizione risiede nella sua flessibilità. Le parti, richiedenti diverse lavorazioni, sono fatte passare nei vari reparti nel giusto ordine. Per la movimentazione sono usati manipolatori come muletti e carrelli; tale disposizione è tipica della produzione a lotti e della produzione unitaria mentre solo qualche volta è usata per produzioni di massa. Lo studio di un layout per un impianto industriale viene fatto principalmente con lo scopo di:

- Ottimizzare lo spazio a disposizione;
- Velocizzare i trasferimenti di materiale e/o persone tra i vari reparti dell'impianto;
- Garantire, il più possibile, la vicinanza tra reparti in cui è presente una relazione importante.



**Figura 12. Layout OFFI2 GLF TURBINE.**

Il contesto storico nel quale viviamo, nella necessità di far fronte ad un’epidemia di una portata non irrilevante, ha avuto un impatto importante relativamente al layout aziendale. In poco tempo l’azienda, che lavorando nel settore energetico ha avuto modo di mantenere attiva la sua produttività, si è dovuta adattare alle normative anti-contagio. Ciò ha fatto sì che gli spazi interpersonali aumentassero così da garantire il distanziamento tra gli individui. Come si può notare dalla Figura 12, la GLF, potendo contare su un ampio impianto, ha provveduto nella separazione dei vari uffici mantenendoli adiacenti e garantendo, allo stesso modo, la possibilità di un’immediata comunicazione tra gli stessi. Ciò è reso ancor più facilitato dalla tecnologia che, con appositi programmi, permette la comunicazione in contemporanea di più uffici, evitando completamente ogni sorta di contatto.

### **3. PROGRAMMAZIONE DELLA PRODUZIONE**

Si voglia iniziare la trattazione dell'attività di Programmazione e controllo della produzione partendo dalla considerazione delle funzioni tecniche della produzione. Esse sono le funzioni che permettono la trasformazione del greggio in prodotto finito e possono essere classificate in:

- Attività di lavorazione;
- Montaggio o assemblaggio;
- Manipolazione dei materiali ed immagazzinamento;
- Collaudo;
- Controllo.

Si può notare che alcune di esse apportano valore al pezzo, a differenza di altre che si presentano come attività necessarie al fine di offrire un servizio completo e che soddisfino a pieno il cliente. Le attività tecniche sul pezzo avvengono in fabbrica. Quest'ultima può essere assimilata ad un tubo in cui entra materia prima ed esce il prodotto finito dopo che una serie di funzioni tecniche, per l'appunto, sono state espletate. Le funzioni tecniche di cui si è parlato sono regolate da quelle organizzative che prevedono l'elaborazione delle varie informazioni necessarie alla produzione. Questo procedimento può diventare tanto complesso quanto più articolata la produzione dell'azienda. Il ciclo di elaborazione delle informazioni è costituito da quattro funzioni basilari che gestiscono le attività relative al ciclo di realizzazione del prodotto. Esse sono:

1. Funzione commerciale;
2. Progettazione del prodotto;
3. Programmazione della produzione;
4. Controllo.

Si entri inizialmente nel merito della programmazione della produzione, riassumendo in cosa consiste quello che, a tutti gli effetti, è il processo caratterizzante l'esperienza di tirocinio svolta.

Le attività di elaborazione delle informazioni nella programmazione della produzione comprendono:

- la pianificazione del processo, che stabilisce la sequenza delle operazioni eseguite per arrivare al prodotto su fogli di lavorazione che elencano, oltre alle operazioni produttive, anche le macchine per realizzare i singoli componenti, gli utensili, le condizioni di processo, ecc.
- la preparazione del piano di produzione principale, noto anche come MPS (Master Production Schedule, in GLF l'output di tale piano è rappresentato, come spiegato precedentemente, dal Milestone) che consiste in una lista indicante la tipologia e la quantità di prodotti da realizzare e i termini entro cui devono essere consegnati, facendo attenzione a non superare la capacità produttiva dell'azienda in termini di impianti, manodopera, ecc. Sulla base di tale piano si deve programmare la realizzazione di componenti e sottoassiemi, procurando i materiali greggi, ordinando le parti da acquistare ecc., tenendo conto dei relativi lead times così da aver a disposizione i fabbisogni entro la data utile.
- la pianificazione del fabbisogno dei materiali (MRP, Material Requirement Planning).
- la pianificazione della capacità produttiva (CP, Capacity Planning) stabilita anch'essa dalla funzione programmazione della produzione.

Si proceda ora nell'analisi del progetto formativo svolto durante il percorso di tirocinio in GLF Turbine.

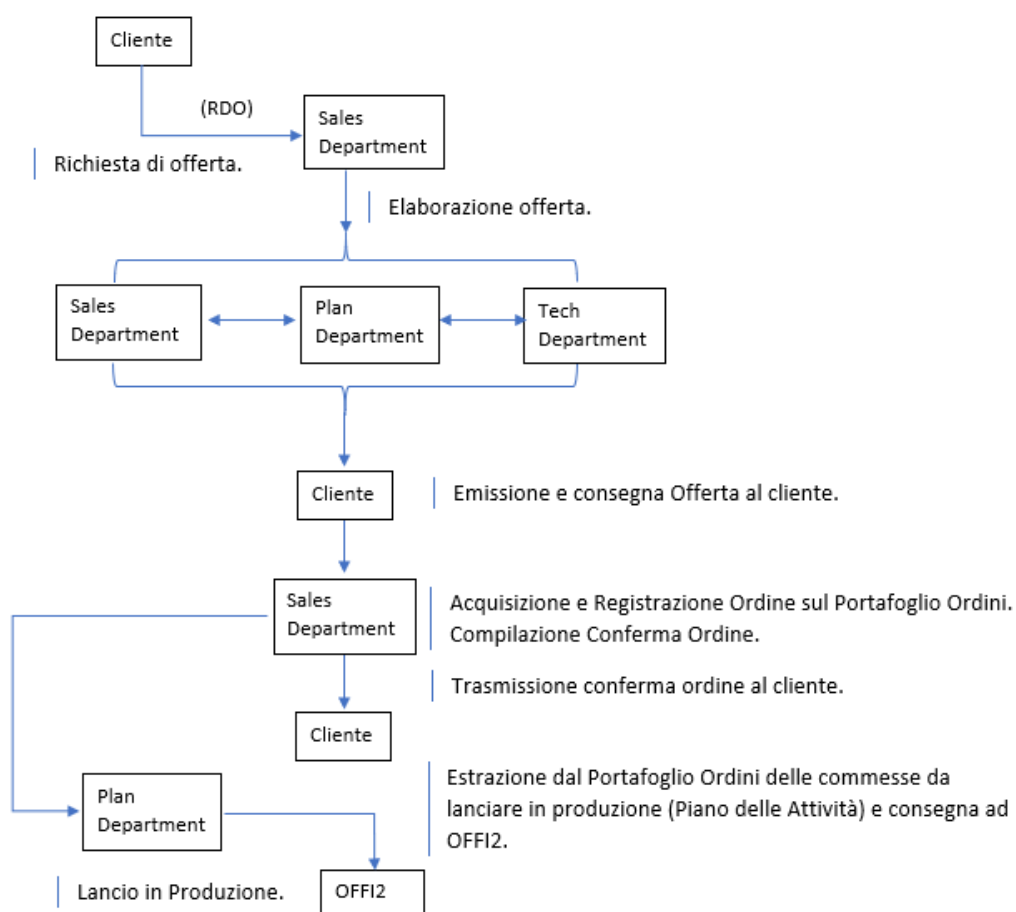
### 3.1. GESTIONE COMMESSA

Si voglia analizzare, per completezza, il processo di gestione della commessa. Tale attività riceve come input una Richiesta di Offerta (RDO) da parte del cliente, nel caso in cui non siano disponibili a listino (generale o specifico per il cliente) i prodotti richiesti. A questo punto, una volta registrata la RDO nell'apposito elenco, l'operatore del Sales Department si interfaccia con il Technical Department per discutere sulla fattibilità della produzione del pezzo ordinato. In caso negativo, l'operatore del Sales Department elimina la richiesta e comunica al cliente il motivo per cui l'offerta non è stata accolta. Se invece si procede, un'ulteriore fase è quella di analisi del rischio associato all'ordine ricevuto. Qui, l'operatore del Sales Department verifica, in collaborazione col Technical Department, con gli addetti alla qualità e con la Pianificazione, il rischio associato all'eventuale produzione dell'ordine ricevuto. In particolare, viene verificato:

- se il prodotto richiesto è già stato sviluppato;
- eventuali esigenze sui tempi di consegna;
- se il tipo di prodotto richiede risorse particolari non immediatamente disponibili;
- se sono richieste conformità a certificazioni diverse da quelle possedute;
- se il cliente richiede di presenziare a determinate fasi di sviluppo/produzione.

Si noti come, a questo punto della gestione della commessa, sia fondamentale il ruolo della programmazione. Il responsabile, dovrà infatti analizzare la RDO in relazione ai punti precedentemente illustrati, valutandoli in base all'attuale situazione della giacenza, della capacità produttiva e dei fornitori. Le relative informazioni derivano da una approfondita disamina del Milestone e dei diagrammi di Gantt, confrontando i dati riportati con i feedback dei capisquadra e, se necessari, dei fornitori, così da cogliere al meglio eventuali opportunità o problematiche che possono derivare dalla presa in carico dell'ordine. Questo aspetto è di estrema importanza in quanto soprattutto da questa analisi dipenderà

la conferma o meno dell'ordine. Successivamente a tale verifica, in caso di esito positivo e volontà, quindi, di prendersi carico dell'ordine, si procede con l'elaborazione dell'offerta e di conseguenza con l'emissione della stessa. Una volta consegnata l'offerta al cliente, quest'ultimo valuterà la convalida dell'ordine e, in caso positivo, la confermerà tramite una firma. Una volta raggiunta questa fase, la Programmazione procede con l'estrazione dal portafoglio ordini delle commesse da lanciare in produzione, a questo punto avviene la consegna del piano di attività all'officina, addetta alla produzione (che chiameremo OFFI2). Tale processo è stato riassunto e schematizzato con l'aggiunta di note esplicative nel seguente grafico, al fine di rendere immediata la sua comprensione e visualizzazione.



**Grafico 3.1. Schema di flusso Gestione della commessa.**

## **3.2. IL RUOLO DELLA PROGRAMMAZIONE**

Si parli, arrivati a questo punto, di cosa concerne il ruolo che ho svolto all'interno dell'ufficio Programmazione nell'azienda GLF. È stato spiegato in precedenza il peso della Programmazione all'interno della gestione della commessa. A tal proposito si può intuire la necessità di una stretta collaborazione ed una continua comunicazione tra i vari reparti interessati a tale processo, come già visto ed analizzato nel capitolo 2.3, inerente al Layout aziendale. In questo capitolo si è volti alla trattazione generale, e successivamente specifica, dell'attività della programmazione nell'azienda ospitante per il tirocinio. Il processo ha inizio con l'emissione del Piano delle Attività, esso riceve come input i dati espressi all'interno del Portafoglio Ordini ed ha come output il Piano Principale di Produzione esplicitato nel file Milestone. Quest'ultimo è un file condiviso che dà indicazioni sull'avanzamento di produzione e sul flusso di officina, come già illustrato nel capitolo 1.3. Arrivati a questo punto è necessario stabilire una distinzione tra il processo di previsione a breve termine e di previsione a lungo termine o strategica.

La programmazione a lungo termine è volta all'elaborazione di una pianificazione strategica che tenga in considerazione il fabbisogno del complessivo portafoglio ordini e di ulteriori ordini definiti previsionali, ciò al fine di determinarne la capacità produttiva e la quantità di materie prime richieste per l'ampio intervallo di tempo considerato. Questa procedura risulta più complessa e laboriosa e richiede infatti un grado di esperienza tale da avanzare previsioni che vanno oltre la visualizzazione del portafoglio ordini aziendale. Queste previsioni possono essere qualitative o quantitative ma un buon programmatore riesce a conciliare il tutto mediante un buon compromesso che si avvicini al meglio alla realtà. Ciò è reso possibile anche grazie al rapporto che si instaura nel tempo dalla collaborazione con clienti e fornitori. In alcuni casi, infatti, comunicando con essi si può intuire la possibilità di un prossimo ordine o la presenza di un'occasione in un eventuale fornitura, ciò si può tradurre, appunto, in un ordine previsionale e quindi in una mossa strategica che, in caso si concretizzi, porterà vantaggio

all'azienda. Per realizzare una pianificazione strategica si procede con l'inserimento dell'intero portafoglio ordini nel software gestionale, nella sezione relativa alla generazione del piano principale di produzione (PPP). Esso contiene, infatti, il portafoglio ordini aggiornato ed include le informazioni inerenti al cliente che ha effettuato l'ordine, il codice articolo che identifica l'articolo richiesto includendo a sua volta la distinta base, la quantità richiesta e la giacenza attuale del prodotto richiesto (generalmente è nulla in quanto si segue la logica JIT) che si aggiorna nel momento in cui esso viene ultimato. Sono indicati inoltre la data di consegna, stabilita al momento dell'emissione della RDO, la documentazione contenente il disegno e le caratteristiche tecniche del prodotto nonché delle varie componenti. Una volta selezionata l'intera lista presente, si elabora l'MRP che, in questo caso, provvederà alla visualizzazione dei fabbisogni complessivi dell'intero portafoglio ordini. A questo punto subentra il responsabile della programmazione che, a fronte dei dati visualizzati, espone le sue considerazioni riguardo la capacità produttiva e la situazione delle materie prime. Dall'output dell'MRP quindi, la programmazione valuterà come deve essere gestita la produzione. Dall'analisi della capacità produttiva possono verificarsi più opzioni: essa può essere inferiore, pari o superiore alla necessità mentre dalla valutazione dei fabbisogni di materie prime può emergere la necessità di acquisti strategici o un feedback che esprima la disponibilità delle risorse necessarie all'interno del magazzino. Per correggere la capacità produttiva, nel caso in cui essa sia inferiore alla necessità si può ricorrere a straordinari, assunzioni o outsourcing, si può valutare l'acquisto di ulteriori macchinari o in generale impianti, queste decisioni vengono prese in accordo con i capisquadra nelle apposite riunioni di produzione. Nel caso in cui, invece, la capacità produttiva sia in eccesso, si ricorre a licenziamenti, cassa integrazione o bilanciamento del carico di lavoro in modo tale che esso sia omogeneo nei vari periodi, evitando colli di bottiglia. Qualora si presenti l'esigenza di effettuare acquisti strategici, il compito della programmazione è quindi quello di valutare anche gli ordini previsionali, precedentemente citati, allo scopo di trarre vantaggi contestualmente a Lead Time, economicità in caso di accordi sull'acquisto di lotti ai quali vengono applicati sconti in base alla dimensione, alla gestione della capacità produttiva.



La pianificazione a breve termine è un aspetto quotidianamente affrontato negli uffici di programmazione e, di conseguenza, nel mio percorso di tirocinio. Si intende l'attività volta al lancio in produzione di un particolare articolo presente nel portafoglio ordini dell'azienda. Esso viene scelto in base alla data di consegna al Cliente, seguendo quindi una regola di priorità del tipo Earliest Due Date (EDD), questa, però, non è una regola ferrea in quanto, nel caso si registri l'ordine di un prodotto analogo o che condivide alcune lavorazioni con articoli già in produzione, si valuta la possibilità di lanciare in produzione tale articolo in modo da eliminare i lead times di settaggio degli attrezzi. Ciò può avvenire purché la capacità produttiva e la situazione del magazzino attuale supporti la scelta, altrimenti si andrebbe in contro a problematiche che potrebbero causare il ritardo di altri ordini presenti. Il lancio in produzione di una commessa richiede la selezione del particolare articolo dalla lista presente nella sezione del software gestionale relativa al PPP che può comprendere solo ordini, solo preventivi o entrambi. Una volta selezionato il relativo codice si fa elaborare l'MRP, a differenza del caso della pianificazione a lungo termine, il software non elabora i fabbisogni totali, ma solamente quelli dell'articolo considerato, presenti nella sua distinta base. Il software gestionale farà una ricerca tra le informazioni di volta in volta analizzate ed aggiornate da parte della produzione riguardo le giacenze presenti a magazzino e redigerà un piano che genera:

- Ordini di produzione (OP), nel caso in cui il fabbisogno non è presente in magazzino ed è una produzione interna;
- Richieste di acquisto (RDA), nel caso in cui il fabbisogno non è in magazzino e deve essere acquistato presso un fornitore qualificato;
- Una Prebolla di Trasferimento (PBTP) nel caso in cui l'articolo richiesto fosse presente a magazzino.

Prima di procedere ulteriormente con la trattazione, si consideri che lavorare a capacità infinita permette di disaccoppiare la pianificazione di diversi prodotti tenendo conto solo delle interazioni degli elementi della distinta base. Un modulo MRP trasforma l'MPS in un sistema di ordini pianificati. Inoltre, essendo l'MRP a

capacità infinita, occorre verificare a posteriori che i piani prodotti siano realistici e quindi compatibili con i vincoli di capacità produttiva.

A tal proposito è compito del programmatore svolgere, prima di elaborare l'MRP, una minuziosa e completa analisi della situazione attuale dell'articolo e delle rispettive componenti. Questa risulta essere la maggiore difficoltà riscontrata nel processo che caratterizza il ruolo del Programmatore in quanto è importante che il margine di errore sia minimo, se non nullo, poiché esso comporterebbe un'erronea gestione delle risorse o un ritardo nella lavorazione, quindi una perdita economica per l'azienda. Il metodo MRP, infatti, se utilizzato in maniera corretta deve fornire la parte giusta nel momento giusto e nella giusta quantità per realizzare i due obiettivi fondamentali: massimizzazione del livello di servizio al mercato e minimizzazione degli immobilizzi in scorte. Il pianificatore ha quindi il compito di visualizzare dalla distinta base tutti i fabbisogni dell'articolo da produrre e, relativamente ad ognuno di essi, elaborare delle considerazioni su ciò che è presente a magazzino o, nello specifico della lamiera, tra gli sfridi<sup>5</sup> compatibili con i fabbisogni. Vengono poi analizzati eventuali ordini di acquisto/produzione già emessi e in attesa di consegna/ultimazione così da ottimizzare l'utilizzo delle risorse. Il software gestionale presente in GLF non effettua, infatti, una ricerca approfondita volta alla valutazione di eventuali disponibilità in arrivo entro la data per la quale le materie prime devono essere a disposizione dell'officina affinché la programmazione venga rispettata (sottostante alla voce "Raw material" nel Milestone). Il software OASI, infatti, considera solo le giacenze attuali, è compito del programmatore correggere questo aspetto riformulando i fabbisogni e le date, secondo l'analisi effettuata. Si voglia entrare ancor più nel dettaglio del processo di analisi svolto dal programmatore. Nell'analisi della distinta si procede per livelli, se il livello 1, chiamato anche "codice padre", è presente nella quantità necessaria, ci si aspetta che il piano elaborato dall' MRP consigli il solo trasferimento dal magazzino, risulta quindi inutile procedere nell'analisi dei

---

<sup>5</sup> **sfrido** s. m. [voce merid., prob. di origine germ.]. – Calo quantitativo (e talora consumo, logorio) che prodotti, materiali, merci, ecc. subiscono durante il magazzinaggio, il carico e lo scarico, la lavorazione, o, quando si tratti di organi meccanici, per l'attrito e il logorio conseguente al loro stesso funzionamento.

rispettivi livelli più bassi, chiamati anche “codici figli”, ciò però non capita spesso in quanto l’azienda segue la filosofia JIT. Nel caso in cui si debba procedere nell’analisi dei livelli più bassi si itera il procedimento fino al punto in cui si raggiunge il livello più basso, in genere identificato nella materia prima. A questo punto il programmatore prima di visualizzare la situazione del magazzino e l’eventuale presenza di giacenza dell’articolo, nella maggior parte dei casi lamiera, visiona e studia il documento della materia prima in esame e verifica, dal disegno, se le dimensioni della stessa possano essere ricavate da eventuali sfridi, se l’esito della ricerca è positivo, non sarà necessario trasferire e lavorare la lamiera nuova a magazzino, ottimizzando quindi l’utilizzo della risorsa. Nel caso in cui, invece, dagli sfridi non fosse possibile ricavare il pezzo desiderato, si visualizza la giacenza. Dopo di che, se presente a magazzino e il fabbisogno è soddisfatto da quella quantità, si procede con l’emissione della prebolla di trasferimento, altrimenti si valuta la presenza di un eventuale ordine di acquisto e la relativa data di consegna. Se la pianificazione strategica svolta fino a quel momento è corretta, tale data precederà quella entro la quale il fabbisogno deve essere soddisfatto, in questa fase può dimostrarsi necessaria la comunicazione con i fornitori o spedizionieri al fine di sollecitare le consegne, le lavorazioni commissionare, o in generale tutto ciò che, se dovesse avvenire in ritardo, genererebbe un ulteriore ritardo verso il cliente finale, a spese dell’azienda. L’analisi precedentemente illustrata deve essere effettuata per tutti i fabbisogni presenti nella distinta, fuorché quelli identificati da particolari codici che vengono presi in esame soltanto dall’ufficio acquisti che si impegna a rifornire l’officina di tutti quegli articoli definiti “di consumo”, ad esempio bacchette per saldare, viti e materiale per l’imballaggio.

Nessuna delle attività di pianificazione viste tiene conto della capacità del sistema nell’ottenere i livelli di produzione richiesti. Questo è compito della pianificazione della capacità (programmazione delle risorse) che fornisce i bilanciamenti tra le proiezioni della capacità necessaria con quelle della capacità disponibile. In genere per effettuare tali bilanciamenti si opera su quattro variabili:

- livelli di magazzino;

- numeri di turni lavorativi;
- la quantità di risorse usate per la produzione;
- l'ammontare degli ordini di produzione accettati.

Le prime tre variabili, per far fronte alla capacità richiesta, aggiustano l'effettiva capacità disponibile del sistema produttivo. L'ultima produce una modifica del piano MPS modificando la capacità richiesta per adattarla alla capacità disponibile.

Si è già parlato del ruolo della lamiera, principale materia prima, all'interno dell'azienda. A tal proposito, si ponga l'attenzione sulla gestione della stessa. Dalla lamiera viene lavorata quasi la totalità dei prodotti venduti dalla GLF e costituisce gran parte del prezzo del prodotto finito. Diventa perciò fondamentale ed essenziale un utilizzo ottimizzato della stessa al fine di ridurre al minimo gli sprechi, così da sfruttare a pieno l'investimento identificato nel suo acquisto. A tal proposito programmazione e produzione comunicano attraverso un semplice software che immagazzina le informazioni, riportate dalla produzione e utili alla programmazione e viceversa, inerenti agli sfridi presenti in officina, frutto delle lavorazioni principali per cui la lamiera è stata acquistata. Nel software viene riportata l'ubicazione della lamiera, le dimensioni, il codice identificativo dell'articolo così da rendere noto tutto ciò che il programmatore deve sapere nel caso in cui dovesse incaricarla ad altre commesse. Ciò è fondamentale nell'analisi della distinta base, nello specifico dei fabbisogni degli articoli, in quanto sarebbe poco funzionale ed efficiente mandare in lavorazione una nuova lamiera ogni qualvolta essa fosse presente nella distinta base di un prodotto. Risulta invece molto più pratico, mediante la visualizzazione dei disegni, anch'essi accessibili mediante l'utilizzo della documentazione riportata in distinta, verificare se l'articolo che deve essere ricavato dalla lamiera ha le dimensioni tali da poter derivare da sfridi. Successivamente all'inserimento nella prebolla di trasferimento della lamiera dal magazzino all'officina, il programmatore deve inserire la materia prima nel sito di gestione degli sfridi, apportando le specifiche della lamiera e quindi anche le sue dimensioni. Successivamente, dopo aver lavorato la risorsa,

l'operatore apporterà le modifiche nel software di gestione degli sfridi, specificando, qualora fosse avanzata, le dimensioni della lamiera rimanente, altrimenti, se lavorato completamente, provvederà alla rimozione dell'articolo dalla lista presente.

Una volta ultimata l'ampia analisi appena spiegata, si procede con l'elaborazione dell'MRP, mediante l'apposita sezione del software gestionale volta all'interrogazione dei fabbisogni per articolo. A questo punto il programmatore ha il compito di verificare che l'elaborazione data in output dal software sia in linea con l'analisi effettuata, modificando dove riporti delle differenze.

Successivamente, l'ufficio programmazione dovrà emettere la richiesta di acquisto (RDA) della merce necessaria alla produzione, se non presente in magazzino, all'ufficio acquisti, con la relativa data di consegna (in base al lead time considerato), in quanto la produzione non può avviare il ciclo senza le apposite materie prime.

Dopo di che, ottimizzata ormai la programmazione, si emette manualmente l'ordine di produzione (OP) scegliendo tra OP1 e OPCL, cioè ordine di produzione interna (OP1, con materiale acquistato dall'azienda) o produzione in conto lavoro (OPCL, materiali in conto lavoro dal cliente). Dopo aver emesso l'OP, si riporta il numero ordine sul Milestone e il numero di commessa. Giunti a questo punto, si provvede, qualora siano disponibili le materie prime necessarie alle prime lavorazioni, a stampare i cicli e le bolle di lavorazione. La documentazione di lavorazione è costituita da tanti fogli quante sono le fasi del ciclo di lavorazione del prodotto, in essi sono presenti:

- I codici OP, Commessa, Identificativo del prodotto;
- La quantità;
- Il codice a barre identificativo della lavorazione che, una volta scansionato, riferisce lo stato di avanzamento della commessa;
- Le indicazioni del tipo di lavorazione con le relative macchine e personale necessario al processo, riportando per ogni risorsa il tempo di impiego;
- Note dove viene specificato tutto ciò che concerne la lavorazione;

- Documenti applicati alla risorsa, al fine di avere la tracciabilità completa del prodotto che si sta producendo e di identificare i piani di collaudo da allegare;
- Materiali in distinta ciclo;
- Fase successiva.

CICLO DI LAVORAZIONE		Pagina 1	
<b>OP1-123</b>		<b>cod: VMR04</b>	<b>qta: 23</b>
Descrizione	ASSIEME SETTORE SCHERMO		
Data Consegna	10/07/12		
<b>12 SALDATURA+MARCATURA</b>			
Grup. Mac.	258 SALD. BGT	Attr. (m) 1:18:00	Oper. (m) 10:50:00 Qta rif 1
Risorse um.	147 OPER. GEN.	Attr. (m) 1:18:00	Oper. (m) 10:50:00 Qta rif 1
Note			
ESEGUIRE SALDATURA BEC A TRATTI DI 110mm IN ORIZZONTALE FINO A COMPLETARE IL RETTANGOLO.			
Materiali in distinta ciclo			
<b>Codart</b>	<b>Descrizione</b>	<b>UNM</b>	<b>Coeff. Dist.</b>
ARR06	LAMIERA HG 205 20x1000x200	NR	2

Figura 13. Esempio semplificato di un Ciclo di lavorazione.

Per completare questa fase, il programmatore, ha il compito di allegare i piani di collaudo, qualora siano citati nella sezione “Documenti applicati alla risorsa”. A tal proposito, si dispone di un archivio di piani di collaudo. Essi sono distinti da un codice identificativo che lo lega alla risorsa che a sua volta lo richiama in documentazione. Una volta riconosciuto il file di collaudo appropriato si consulta la distinta base del prodotto, in particolare il codice origine del prodotto della risorsa presa in esame. Esso si presenta come un codice alfanumerico che indica al programmatore come generare e quindi prenotare la matricola. Se è presente la cifra 1, l’articolo presenta un proprio piano di collaudo e quindi la fascia matricolare da riportare nella fase di generazione della matricola sarà quella identificata nel codice stesso dalla componente alfabetica, altrimenti, se presente

la cifra 9, l'articolo sarà caratterizzato dalla fascia matricolare del relativo articolo di livello superiore nella gerarchia caratterizzante la distinta base, chiamato "padre", esso avrà infatti un codice alfanumerico caratterizzato dalla cifra 1. Fatto ciò, si è a conoscenza delle informazioni necessarie e si procede con la generazione e prenotazione della matricola. Si procede inserendo nel piano di collaudo i codici relativi ad OP, commessa e identificativo dell'articolo, per poi ultimare la procedura di documentazione consegnandola ai capisquadra dell'officina (OFFI2).

LF TURBINE		PIANO DI COLLAUDO		VPC29500	MATR.		
CODICE PEZZO		OP	COMMESSA	N° PEZZI	PAG		
<input type="checkbox"/> VMU/SML <input type="checkbox"/> SMU...					1 / 1		
REF. CICLO		REF. CICLO					
0	MATRICOLE COMPONENTI	M1		VT			
		M2		firma saldatore	data	risultato	
		M3		RIPARAZIONE OK			
01	W5	VT		firma saldatore	data	risultato	
		RIPARAZIONE OK		firma saldatore	data		
		VT		firma saldatore	data	risultato	
02	W6	VT		firma saldatore	data	risultato	
		RIPARAZIONE OK		firma saldatore	data		
		VT		firma saldatore	data	risultato	
03	W5 - W6	CONTROLLO LP		firma collaud.	data	risultato	
		RIPARAZIONE OK		firma collaud.	data	matr. sald.	
		CONTROLLO LP		firma collaud.	data	risultato	
04	STAFFE M4 - M5	VT		firma saldatore	data	risultato	
		RIPARAZIONE OK		firma saldatore	data		
		CONTROLLO LP		firma collaud.	data	risultato	
05	STAFFE M4 - M5	CONTROLLO LP		firma collaud.	data	risultato	
		RIPARAZIONE OK		firma collaud.	data	matr. sald.	
		CONTROLLO LP		firma collaud.	data	risultato	
06	W6	TRATTAMENTO TERMICO		N° TRACCIATO	DATA	FIRMA	
		CONTROLLO LP FINALE		firma collaud.	data	risultato	
		RIPARAZIONE OK		firma collaud.	data	matr. sald.	
07	W5 - W6	TUTTE LE SALDATURE		firma collaud.	data	risultato	
		RIPARAZIONE OK		firma collaud.	data	matr. sald.	
		RIPARAZIONE OK		firma collaud.	data	matr. sald.	
08		RILEVI DIMENSIONALI		QUOTA NOMINALE	QUOTA RILEVATA	STRUMENTO	
				TIPO	MATRICOLA		
		A	494,8±0,5	CALIBRO/BANCHINO			
ØB (INTERNO SUPERIORE)	283,5±0,4	CALIBRO media 4 mis.					
ØC (INTERNO INFERIORE)	273,8±0,5	PI-TAPE/CALIBRO					
D	355,6±0,2	CALIBRO/BANCHINO					
E	587,75±0,5	CALIBRO/BANCHINO					
		DATA		FIRMA			
IMPREVISTI E DEROGHE		AUTORIZZ. INIZIO LAVORI		AUTORIZZ. ALLA SPEDIZIONE			
		DATA	FIRMA	DATA	FIRMA		
3	01/01/2000						
2	01/01/2000				1° EMSS		
1	01/01/2000						
REV	DATA	DESCRIZIONE					

Figura 14. Esempio Piano di collaudo.



Il passo successivo è il prelievo dei materiali in magazzino. Le giacenze che si possono utilizzare vengono portate dal deposito centrale all'officina tramite la BTP (bolla di trasferimento). Sul software OASI, si "interrogano i fabbisogni articolo" inserendo il numero dell'OP, generato in precedenza, e la provenienza (deposito centrale). Come output si visualizza la schermata di tutti i "codici figli" con le quantità da prelevare. Si selezionano tutti gli articoli da trasferire in officina e una volta data la conferma, viene creata automaticamente la prebolla (PBTP). È compito del programmatore selezionare gli articoli in modo opportuno in quanto non sarebbe ottimale consegnare al deposito dell'officina anche componenti che dovranno essere lavorate o assemblate solamente nelle fasi finali del ciclo di produzione, per quelle parti si provvederà in un secondo momento, con un appropriato controllo e monitoraggio della produzione, a renderle disponibili in officina. L'operatore del magazzino provvederà a trasformare la prebolla in bolla di trasferimento e di conseguenza porterà gli articoli subito necessari al lancio in produzione, in officina.

Si analizzi inoltre l'attività di assegnazione degli ordini al reparto, essa fa ancora parte del controllo della produzione e avviene mediante l'utilizzo di appositi cartellini (kanban). Una volta lanciato l'ordine, un programma che prende le informazioni relative all'OP dal software gestionale OASI, manda in stampa i cartellini di diversi colori con iscritti: codice e descrizione dell'articolo, quantità, numero OP e ubicazione (ovviamente non ancora compilata). La figura circolare posta nella parte superiore del cartellino (Figura 15) assume differenti significati a seconda del colore:

- Giallo, indica una produzione interna;
- Verde, indica un codice presente in officina;
- Rosso con specificata la data di arrivo in officina, indica che l'articolo è presente nel deposito centrale (magazzino);
- Arancione, se è stato acquistato.

Questi cartellini andranno poi inseriti nell'apposita bacheca situata al centro dell'officina, in quanto deve essere accessibile a tutti e con semplicità. La bacheca è caratterizzata da una numerazione progressiva delle righe mentre le colonne

seguono l'ordine alfabetico, ciò permette di identificare la posizione di ciascuna targhetta, dando modo ad ogni operatore di visualizzarla in poco tempo. A tal proposito, di fronte la bacheca, è situata una lista che riporta i vari OP dove il programmatore, una volta inserite le targhette, deve riportare, affianco la voce dell'OP elaborato, la posizione della targhetta che identifica il codice "padre". È importante che l'inserimento dei cartellini nella bacheca sia effettuato non appena completata la documentazione così da rendere subito disponibile le informazioni utili agli altri reparti riguardo l'ubicazione dei vari articoli. L'operatore del magazzino, infatti, una volta trasferiti i pezzi richiesti dal programmatore in officina (con la bolla di trasferimento), li posiziona in determinati settori. Una volta trovati i cartellini, l'operatore riporta su di essi l'ubicazione degli articoli da lui trasferiti in officina e vi fissa un adesivo di colore verde. In questo modo, i codici da lavorare possono essere trovati facilmente nello stabilimento. Quando l'addetto alla produzione preleva gli articoli che gli occorre, lo segnala opportunamente. Infine, una volta venduto l'articolo al cliente, i cartellini di quell'OP vengono ovviamente cestinati.

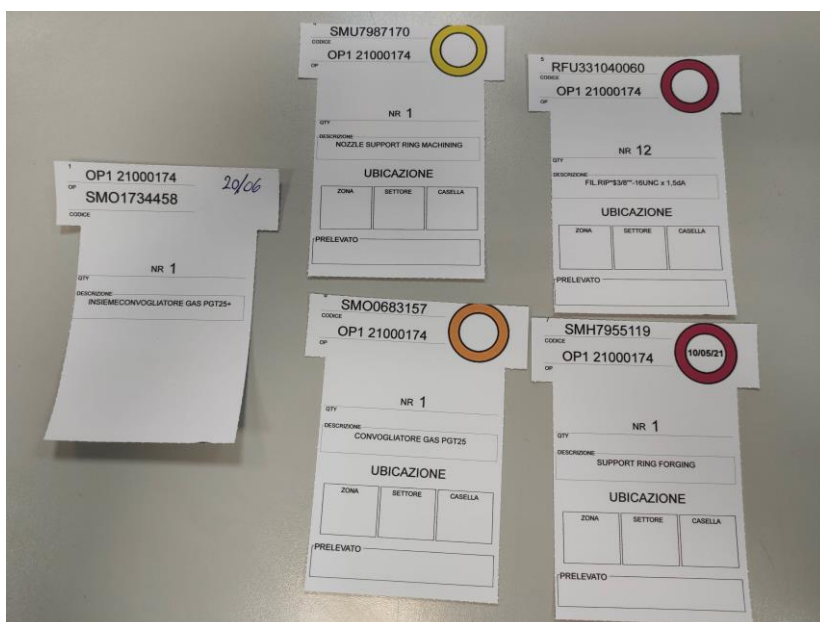


Figura 15. Cartellini Kanban.

Uno dei compiti del programmatore è quello di garantire l'arrivo delle materie prime per la data riportata sul Milestone sotto la voce "Raw Material". Nel caso, invece, in cui le materie prime necessarie alle prime lavorazioni del ciclo non fossero presenti a magazzino, infatti, non si procede con la consegna della documentazione ai capisquadra, piuttosto, come già detto si emettono le varie RDA e se ne attende l'arrivo nel caso in cui l'articolo è caratterizzato da un acquisto esterno o da un conto lavoro o conto fase, o l'ultimazione della produzione, se si parla di un articolo in produzione interna. Gli articoli consegnati al deposito da parte dei fornitori affrontano una fase di accettazione, durante la quale viene verificata la conformità dell'articolo ricevuto rispetto alla documentazione inviata al momento dell'acquisto. In caso positivo, quindi se l'articolo è conforme alle specifiche tecniche richieste, esso non risulterà più nel deposito accettazione ma verrà spostato dall'apposito operatore nel deposito generale, o magazzino centrale, in modo da essere disponibile per le relative lavorazioni. A tal proposito, si accede al software gestionale e si compila la bolla di prelievo dei materiali a magazzino e si indica la consegna al reparto, così facendo l'articolo viene impegnato e trasferito dal magazzino all'officina. In automatico il software OASI genererà una prebolla di trasferimento in produzione.

Man mano che il programmatore avanza nelle sue mansioni è importante che si occupi dell'aggiornamento del Milestone. Tale aggiornamento è apportato aggiungendo le date reali dell'analisi dell'ordine, dell'arrivo delle materie prime e successivamente il numero di OP (Ordine di Produzione) da lanciare. Questo aggiornamento permette al responsabile della programmazione di avere sotto controllo una panoramica sull'avanzamento degli ordini e le relative scadenze, permette di programmare ordini futuri, considerare i lead times e di venire a conoscenza di eventuali ritardi, agendo di conseguenza. A tal proposito periodicamente vengono effettuate delle riunioni di produzione nelle quali i principali temi trattati sono:

- Programmi e consegne;
- Necessità di nuovi fornitori;

- Introduzione di nuovi prodotti;
- Analisi ed economicità delle lavorazioni;
- Introduzione di nuovi macchinari e manutenzioni;
- Analisi delle anomalie rilevate in produzione e/o dal cliente.

Dopo di che, i dati esaminati vengono annotati nel Milestone in modo tale che, se necessario, essi possano essere riportati ai clienti o fornitori, a seconda della problematica, raggiungendo quindi un accordo o un compromesso, concretizzato in una deroga, seguita dalla relativa documentazione. Viene inoltre aggiornato, per i clienti che richiedono questo tipo di schedulazione, il diagramma di Gantt, precedentemente illustrato (Capitolo 1.5). Esso comporterà, in relazione alle modifiche presenti, l'aggiornamento delle date relative alle fasi successive che dovrà affrontare l'articolo in produzione, fino alla data di spedizione, seguendo i lead times inseriti in fase di creazione del diagramma. Ciò permetterà al programmatore di avere nell'immediato un feedback sulla programmazione della commessa in esame, rilevando quindi, eventuali criticità.

### **3.3. IL CONTROLLO DELLA PRODUZIONE**

Una volta lanciato l'ordine in produzione si raggiunge la fase successiva di controllo della produzione. Questo processo regola e controlla le operazioni fisiche della produzione. Il flusso d'informazioni va dalla programmazione al controllo e le informazioni passano dal controllo all'officina e viceversa. Nelle attività di controllo della produzione s'includono il controllo di reparto, il controllo delle scorte, il controllo dei fornitori, il controllo della qualità, ecc. Il controllo di reparto si occupa del monitoraggio del prodotto man mano che viene lavorato, assemblato, spostato ed ispezionato in fabbrica, tale monitoraggio, per i clienti che lo richiedono, avviene mediante l'utilizzo di diagrammi di Gantt. Le unità dei reparti di programmazione e controllo della produzione coinvolte nel controllo, si occupano degli aspetti relativi a:

- schedulazione della produzione che assegna le scadenze, cioè le date entro cui le varie parti che sono fatte in fabbrica devono essere pronte;
- assegnazione dei lavori alle macchine che, dopo la tempificazione precedente, provvede ad emettere ordini di lavoro assegnando i vari compiti a ciascun operatore che lavora sulle macchine nella realizzazione del pezzo.

Il controllo delle scorte si sovrappone al controllo precedente tentando di dare un esatto bilancio tra un livello di magazzino troppo basso che rallenterebbe la produzione e uno troppo elevato che comporterebbe oneri economici molto elevati. Il monitoraggio e un continuo consulto della situazione delle giacenze è, infatti, un aspetto fondamentale del ruolo del programmatore della produzione. Anche il controllo di reparto ha a che fare con operazioni di controllo delle scorte poiché i materiali nei vari stadi di lavorazione (work in process) rappresentano, di fatto, giacenze. Il compito del controllo della qualità è far sì che il prodotto rispetti le specifiche del progettista. Allo scopo si fanno parecchi controlli a vari stadi di produzione; inoltre, i materiali ed i componenti acquistati dall'esterno vengono ispezionati al ricevimento e il collaudo finale del prodotto finito assicura la qualità funzionale e l'aspetto. Questo tema merita di essere considerato più a fondo. Le

materie prime e, di conseguenza, i prodotti che ne derivano a seguito delle varie lavorazioni, richiedono una particolare qualifica. Ogni qual volta si riceve un nuovo ordine, se l'articolo non è presente nel listino e quindi deve essere prodotto per la prima volta dall'azienda, essa ha il compito di valutare con vari test la riuscita o meno della lavorazione secondo le richieste specifiche del cliente. L'iter appena brevemente riassunto richiede tempo affinché possa essere certificato e validato, a tal punto da essere un aspetto fondamentale da prendere in considerazione nella gestione della commessa e nell'eventuale fattibilità del lavoro nelle tempistiche espresse dal cliente. Allo stesso modo l'azienda richiede la qualifica ai fornitori qualora ci si riferisca per l'acquisto di materie prime o di conto fase e conto lavorazione. La qualifica assume un ruolo ancora più centrale in GLF in quanto le materie prime di cui si sta parlando sono principalmente superleghe, per esse si parla oltretutto di numero di colata, codice identificativo richiesto nelle varie fasi di lavorazione della lamiera, fino al raggiungimento del prodotto finito. Le superleghe, come già spiegato, richiedono lavorazioni particolari per mezzo di utensili altrettanto specifici, non è infatti scontato che i fornitori dispongano della qualifica adatta allo scopo. Ciò ha un ruolo centrale nella caratterizzazione dei lead times e dei prezzi delle lavorazioni e, di conseguenza, nel prezzo finale di vendita del prodotto finito.

Durante il controllo della produzione, per alcuni articoli può essere richiesta la compilazione, da parte del programmatore, della pratica di "Acquisto conto fase": essa consiste nell'acquistare da un fornitore una, o più, fasi che costituiscono il ciclo di lavoro del prodotto. La programmazione avvia una richiesta d'acquisto all'ufficio acquisti, essa rappresenta una proposta che identifica un possibile fornitore qualificato per lo svolgimento della fase da svolgere in outsourcing, se l'ufficio acquisti, dopo aver valutato il fornitore, ritiene la proposta accettabile e di conseguenza il fornitore idoneo e qualificato, secondo quanto espresso in precedenza, la programmazione si occupa di organizzare il trasporto che sarà poi preso in carico dal magazzino che ne gestirà le dinamiche. Le informazioni utili alla programmazione al fine di effettuare questo processo sono: OP, codice commessa e matricola che possono essere ricavate dal piano di collaudo. Riguardo la commessa, si prende in considerazione il "codice padre", per fare ciò si procede

analizzando la distinta base e i cicli di lavorazione del prodotto. Visualizzando i cicli di lavorazione, dall'apposita sezione all'interno del software gestionale, verranno inserite le fasi da svolgere in outsourcing nella prebolla di acquisto conto fase. Viene quindi generato un PTCF ovvero una prebolla di trasferimento conto fase.

Si è già parlato in modo approfondito di tutto ciò che concerne il Milestone e il diagramma Gantt. Si voglia specificare il loro utilizzo nel controllo della produzione in GLF. In genere, lo schedulatore al quale ci si rivolge al fine di monitorare l'avanzamento delle commesse prese in carico è il Milestone, come già spiegato. Bisogna però precisare che alcuni clienti, oltre a specificare determinati requisiti di qualità, aggiungono richieste relative alla visualizzazione dell'avanzamento della commessa, come, per l'appunto, l'utilizzo di diagrammi Gantt. In questo caso, per questi prodotti, successivamente alle riunioni di produzione, si provvede all'aggiornamento dei diagrammi appositi e viene specificato nel Milestone, per gli stessi, che il monitoraggio può avvenire nei relativi schedulatori Gantt. Così facendo si provvede a mettere a disposizione di tutti gli uffici che traggono le informazioni dal Milestone, i dati necessari al controllo della produzione per ogni OP presente.

Durante la mia permanenza da tirocinante nell'azienda GLF ho avuto modo di seguire il lancio in produzione di alcuni OP, tra questi si voglia considerare, per semplicità, l'OP 21000161 e 21000163 riportati nella schermata Milestone (Figura 16).

Op	Item Name	Model	tipo	Qty	Order Number	Dates	Analisi Ordine	Raw materiali	Formatura	Sald./Br.	Lav Mecc.	Sald. Sc.	Coatini/Bras.	Accessori CappRi ng	Fluss./Mont.	Coll. Fin.	Ready to Ship	Delivery Date	Note -
21000161	SMD0683307	PGT25	TP	1	440413274-0043	Sched. 22-gen-22-apr Act./Prom. Nev	22-gen-22-apr	26-apr-22-apr	11-mag-11-mag	25-mag-25-mag			8-giu-8-giu		16-giu-18-giu	18-giu-18-giu	21-giu-21-giu	24-giu-21-giu	E40177L - Nichelatura da saldare - smg8310260 ok - isolamento termico/02/06 - set
21000163	SMD0683307	PGT25	TP	1	440413274-0041	Sched. 22-gen-22-apr Act./Prom. Nev	22-gen-22-apr	26-apr-22-apr	11-mag-11-mag	25-mag-25-mag			8-giu-8-giu		16-giu-18-giu	18-giu-18-giu	21-giu-30-giu	24-giu-21-giu	E40178L - Nichelatura da saldare - smg8310260 ok - isolamento termico/02/06 - set

**Figura 16. Milestone, Avanzamento OP 21000161/3**

Di questi Ordini di Produzione si voglia esaminare il rispettivo Diagramma di Gantt riportato nelle seguenti Figure.

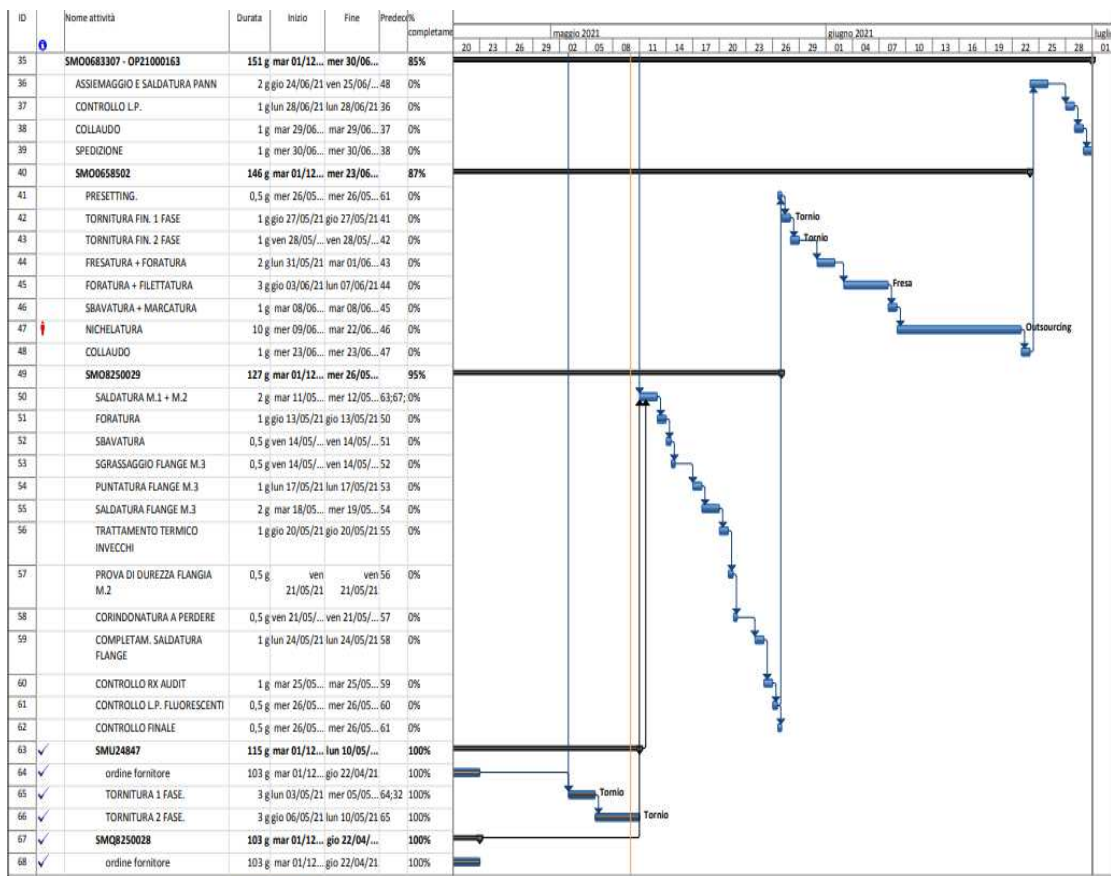
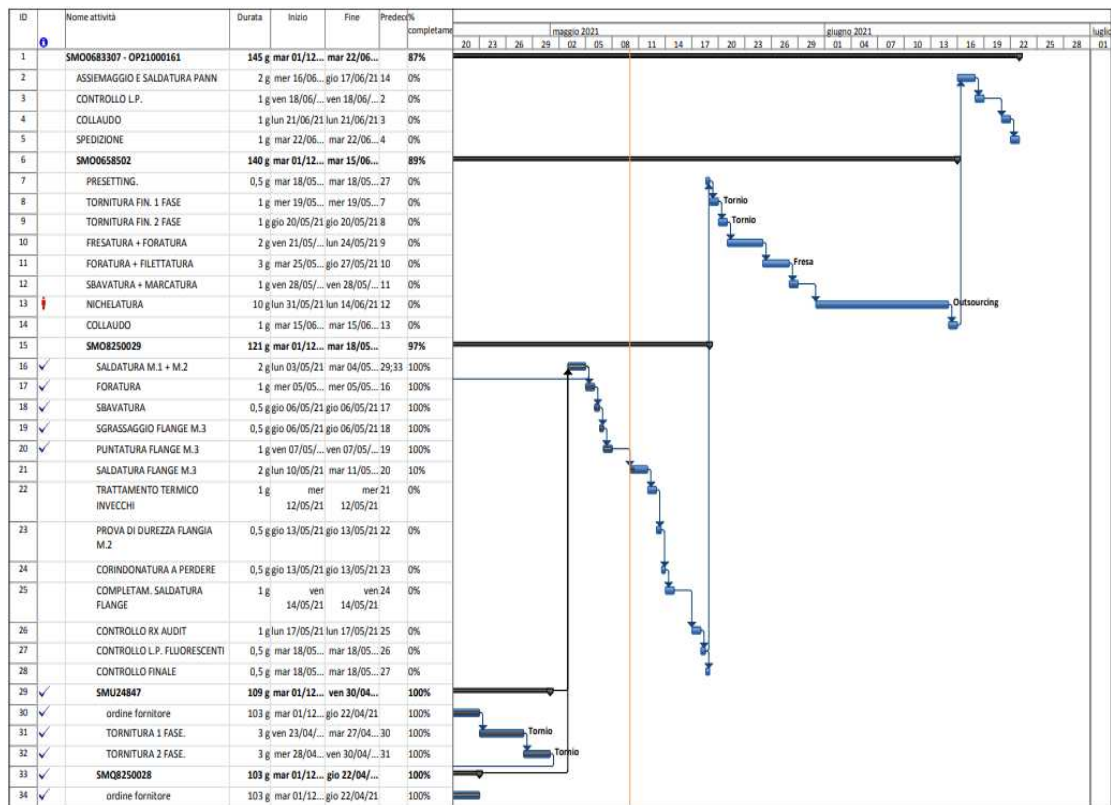


Figura 17. Diagramma Gantt OP21000161/3.



Si ritiene opportuno, per una migliore comprensione del discorso, procedere spiegando come viene creato un diagramma di Gantt. La Figura 17 deriva dalla stampa in PDF di un foglio di calcolo Excel. In questo programma è presente infatti un modello accessibile volto alla pianificazione di progetto mediante diagramma di Gantt, utile per pianificare, tener traccia e sincronizzare le attività di un progetto. Tale modello Excel usa una semplice rappresentazione visiva per mostrare il modo in cui un progetto verrà gestito nel corso del tempo. È possibile immettere la data di inizio, la durata e lo stato corrente di ogni attività spiegando il collegamento di determinati articoli con altri che verranno indicati come predecessori e dal completamento dei quali, quindi, si potrà dare inizio alle loro lavorazioni. Queste informazioni, come per la distinta base, conferiscono la struttura gerarchica del ciclo di produzione, se pur con delle differenze in quanto alcune mansioni possono essere svolte, per componenti differenti, nello stesso momento. Il modello è adatto a progetti grandi e piccoli, di durata più o meno breve. I dati da fornire al programma vengono reperiti dal software OASI consultando la sezione “Gestione cicli di lavoro” e inserendo il codice dell’articolo preso in considerazione. Qui sono presenti tutte le fasi che comprendono il ciclo di produzione dell’articolo in commessa, con le relative durate espresse in ore o giorni, da qui il programmatore, una volta tramutate le tempistiche in giorni lavorativi, provvede all’inserimento nel foglio di calcolo. Il procedimento avviene a cascata, sarà perciò necessario partire dai livelli più bassi delle lavorazioni fino a risalire all’ultima fase che sarà la spedizione. Una volta immessi correttamente tutti i dati e collegati in modo sequenziale, esso elaborerà in automatico le date relative ad ogni fase ed infine la data di prevista spedizione. A questo punto al programmatore non rimane che aggiornare ogni qual volta ci siano novità, qualora si presentino, il piano di produzione con le relative date reali, così facendo il programma aggiornerà le date e l’avanzamento della lavorazione nell’apposita sezione ed il programmatore, in qualsiasi momento, avrà modo di visionare come procede la produzione dell’ordine che ha lanciato. Qualora le variazioni inserite apportino significativi cambiamenti nella schedulazione, a tal punto da caratterizzare un ritardo nella spedizione rispetto alla data riportata nell’ordine da parte del cliente, lo schedulatore provvederà a

segnalare tale ritardo così da renderlo subito noto al programmatore. La chiarezza e la semplicità grafica del diagramma rende immediata la sua lettura, ciò fa sì che, nel comunicare con il cliente, il programmatore riesca senza alcuna difficoltà a riportare lo stato di avanzamento attuale del prodotto promesso e ad esprimere in anticipo eventuali ritardi e colli di bottiglia.

Si può perciò concludere affermando che, uno schedatore, che sia Milestone o diagramma di Gantt, è il principale strumento di controllo della produzione, fondamentale al fine di un ottimo svolgimento della mansione e ad un più soddisfacente servizio verso il cliente.

### **3.4. COLLAUDO, SPEDIZIONE E VENDITA**

Il controllo di qualità ha come obiettivo la rilevazione della scarsa qualità della produzione e la predisposizione di azioni correttive per migliorare la situazione. Tale attività viene svolta attraverso l'ispezione e il collaudo del prodotto. L'ispezione e le prove sono due attività che, in maniera diversa e complementare, permettono di verificare la qualità del prodotto prima, durante e dopo la produzione. In particolare, prima della produzione si fanno controlli sulla materia prima, durante la produzione si controllano misure e funzionalità dei semilavorati e prima della spedizione si controlla l'aspetto del prodotto e si collauda il suo funzionamento. L'ispezione consiste nel misurare il pezzo e verificare se corrisponde ai dati progettuali, scopo che può essere raggiunto misurando con un calibro o con altri strumenti le dimensioni che caratterizzano il prodotto ultimato al fine di verificare che rientrino tra quelle stabilite in fase di progetto. Le prove cominciano dalla materia prima che, se non rispetta i requisiti fissati, non viene accettata ma continuano, inoltre, nel processo di produzione. Il collaudo, infine, si riferisce all'aspetto funzionale del prodotto.

Si consideri quindi ultimato il ciclo di lavorazione del prodotto. A questo punto il programmatore si trova nella fase finale della gestione dell'OP seguito. All'arrivo del componente nell'apposita area idonea al collaudo finale, il programmatore emette la PBVM (prebolla di vendita matricola) contenente le informazioni relative alla quantità e numero di OP, commessa e matricola riportate nel Milestone. Si procede con la stampa di tre copie della prebolla:

- una per l'ufficio collaudo;
- una da collocare sopra l'articolo insieme all'esito del collaudo;
- una per il responsabile della programmazione.

Se l'esito del collaudo risulta positivo, il collaudatore trasforma la PBVM in PBV (prebolla di vendita) e l'operatore del magazzino trasferisce il prodotto finito nel deposito centrale e trasforma la PBV in BV (bolla di vendita). In questo modo, l'articolo ordinato è pronto per la spedizione, essa sarà presa in carico dal programmatore che deve quindi organizzare il corriere al fine di gestire al meglio la spedizione.

L'ultima fase è l'evasione dell'ordine: il responsabile della programmazione provvede ad evadere l'ordine che, ormai completamente ultimato, scomparirà definitivamente dal Milestone.

Si è ritenuto necessario, al fine di una migliore comprensione di questo ampio processo illustrato, l'inserimento del seguente schema commentato. Esso riporta le fasi che caratterizzano la programmazione ed il controllo della produzione, scandite nel caso del breve e del lungo periodo.

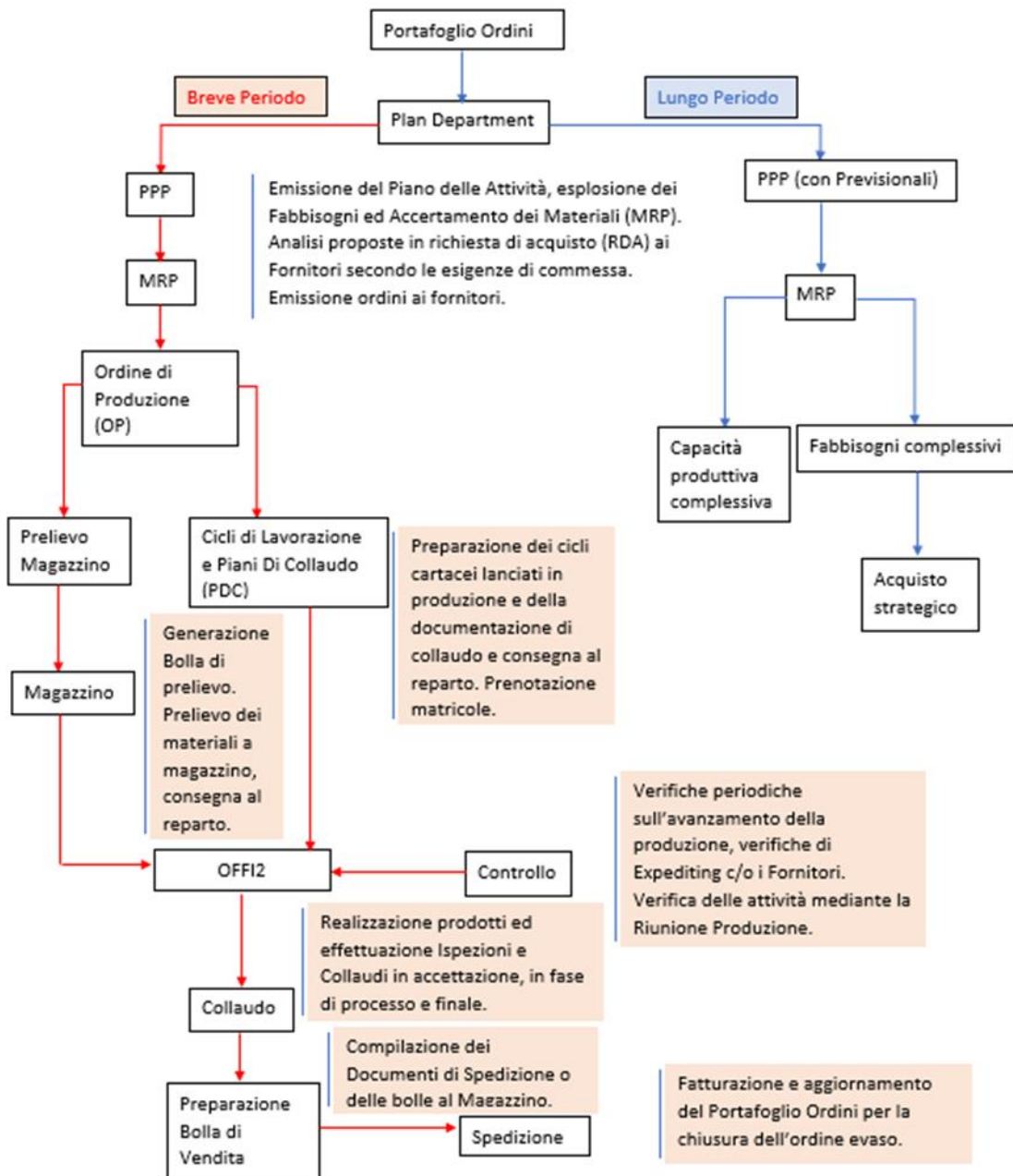


Grafico 3.2. Schema di flusso, Programmazione e controllo della produzione.

## CONCLUSIONI

L'obiettivo della presente tesi è stato quello di analizzare il ruolo del Programmatore della produzione, evidenziando l'importanza delle sue decisioni nel contesto aziendale odierno, caratterizzato da una politica volta all'ottimizzazione dei processi al fine di minimizzare i costi e massimizzare i ricavi, per far fronte ad una crisi economica globale che persiste ormai da anni. L'insieme di principi e metodi che più si avvicina alla logica organizzativa espressa è la Lean Production, esso rappresenta il fulcro del modello organizzativo della GLF Turbine. Quest'ultima infatti, dovendo risollevarsi da un recente fallimento, si impegna ad evitare qualsiasi tipo di spreco<sup>6</sup> che, come tale, non apporta alcun valore al prodotto che si vuole realizzare. A tal proposito il Programmatore, mediante un'accurata gestione della produzione, si preoccupa di garantire un quanto più ottimale utilizzo delle risorse aziendali.

Si voglia introdurre quindi la definizione di "Gestione della produzione". Da quanto riportato in questa trattazione incentrata sul ruolo del Programmatore della produzione nel contesto di un'azienda metalmeccanica, si può affermare che il processo attuato dal programmatore si identifica nel generare e sfruttare informazioni allo scopo di coordinare nel modo più appropriato i flussi di materiali e l'assegnazione nel tempo delle risorse produttive, interagendo da una parte con i clienti e dall'altra con i fornitori.

La gestione della produzione si può riassumere in tre momenti fondamentali:

- Pianificazione;
- Programmazione;
- Controllo.

---

<sup>6</sup> Uno degli obiettivi della Lean Production è la minimizzazione degli sprechi, ovvero le attività senza valore aggiunto, anche note come "muda". La Lean Production individua sette muda: Attese, Trasporti, Sovraproduzione, Scorte, Movimentazione, Difetti, Processo (inefficienze di processo).

Sia la pianificazione che la programmazione hanno lo scopo di predisporre le risorse necessarie a soddisfare gli obiettivi assegnati e verificarne la realizzabilità. La differenza riguarda però l'arco temporale che caratterizza i due processi. Mentre la pianificazione viene svolta nel lungo termine per definire il livello complessivo di produzione, la programmazione si svolge nel medio/breve termine e definisce cosa deve essere prodotto, in che quantità e con quali scadenze. Si può affermare, infatti, che l'attività di programmazione segue logicamente quella di pianificazione, perché il suo scopo è rendere operativo un obiettivo di cui si conosce già la realizzabilità.

Per quanto riguarda il ruolo della programmazione della produzione all'interno dell'azienda, si voglia aggiungere che esso rappresenta quell'insieme di attività che permettono, a fronte di ordini e/o previsioni di vendita di prodotti finiti:

- la generazione degli ordini di produzione;
- l'assegnazione degli ordini di produzione alle differenti unità produttive;
- la pianificazione dei fabbisogni dei sottoinsiemi e delle materie prime (componenti);
- il sequenziamento delle lavorazioni sulle singole macchine operatrici (centri di lavoro);

Il programmatore deve pertanto fornire, per tutti i livelli della distinta base di prodotto finito, le risposte alle seguenti domande:

- quanto produrre?
- di quale prodotto o componente?
- su quale unità o centro produttivo?
- in quale periodo dell'orizzonte di lavorazione?

Inoltre, il compito del programmatore è quello di garantire, per quanto possibile, un basso costo di produzione, alta elasticità e flessibilità, qualità elevata, consegne rapide e regolari.

A tal proposito ci sono parametri da considerare come i lead times, la qualità, la flessibilità, gli sprechi, il livello di servizio al cliente, la gestione delle scorte ed il ritorno sull'investimento (ROI)<sup>7</sup>.

Nell'analisi della gestione della produzione a lungo periodo il programmatore ha lo scopo di rilevare quanto si dovrà produrre, quante e quali risorse produttive saranno presumibilmente necessarie allo scopo. Nel breve periodo viene effettuata la programmazione operativa sui singoli prodotti, tenendo conto dei vari vincoli identificati nella capacità produttiva, nelle date di consegna e nelle varie disponibilità a magazzino. Il passo successivo vede come principale attività il controllo della produzione. Questa fase svolge il controllo esecutivo e il monitoraggio dello stato di avanzamento della produzione con il relativo controllo delle rese, dei consumi di materiali, delle quantità prodotte e di quelle scartate.

Una volta ultimata la produzione e collaudato il prodotto che sarà quindi pronto per essere venduto al cliente, al programmatore non resta che gestire gli aspetti logistici della vendita. Esso avrà infatti il compito di coordinare il magazzino e trasporti al fine di organizzare una spedizione sicura e che rispetti le tempistiche stipulate.

Nel concludere l'analisi del ruolo del Programmatore della produzione, si può affermare che questa figura professionale si trova al centro dell'intero processo produttivo aziendale e, collaborando con gli altri reparti, determina il successo dell'impresa nel perseguire i suoi obiettivi. È di estrema importanza che l'azienda, a tal proposito, riesca ad ottimizzare ogni processo così da raggiungere un buon livello di efficienza, tradotto nella minimizzazione dei costi, e di efficacia ottenendo la massimizzazione dei ricavi. Ciò, come già detto, apporta un alto indice di responsabilità al Programmatore della produzione, ma allo stesso tempo caratterizza la sua essenzialità all'interno dell'organico di un'azienda.

---

<sup>7</sup>Il Return on Investment, o Ritorno sull'Investimento, fa parte della categoria degli indicatori di bilancio e la sua formula è un utile strumento per valutare la profittabilità di un'azienda o di un investimento. Il ROI è analiticamente il rapporto tra Reddito Operativo e Capitale Investito Netto Operativo.

## INDICE DELLE FIGURE

Figura 1. Esempio Distinta base. ....	7
Figura 2. Schermata Avanzamento Milestone. ....	9
Figura 3. Esempio Diagramma di Gantt. ....	14
Figura 4. Logo GLF Turbine. ....	15
Figura 5. Gas Turbine, frame technology. ....	17
Figura 6. Liner – standard version. ....	18
Figura 7. Transition piece. ....	19
Figura 8. Applicazione Transition Piece. ....	19
Figura 9. Nozzle. ....	20
Figura 10. Retaining Ring. ....	21
Figura 11. Exhaust diffuser. ....	21
Figura 12. Layout OFFI2 GLF TURBINE. ....	25
Figura 13. Esempio semplificato di un Ciclo di lavorazione. ....	37
Figura 14. Esempio Piano di collaudo. ....	39
Figura 15. Cartellini Kanban. ....	41
Figura 16. Milestone, Avanzamento OP 21000161/3 ....	46
Figura 17. Diagramma Gantt OP21000161/3. ....	47



## **INDICE DEI GRAFICI**

Grafico 3.1. Schema di flusso Gestione della commessa. ....	29
Grafico 3.2. Schema di flusso, Programmazione e controllo della produzione.....	51

## **BIBLIOGRAFIA**

A. Pareschi, 2011, *Logistica integrata e flessibile*, Bologna, Società editrice Esculapio.

Filippo Gabrielli, 2003, *Appunti di programmazione e controllo della produzione*, Bologna, Pitagora Editrice.

## SITOGRAFIA

Descrizione applicazione turbina a gas: <https://static-int.testo.com/media/c2/e7/8f4994aa191d/Knowledge-Basic-testo-350-turbine-IT.pdf>

La combustione nelle turbine a gas: <https://www.docenti.unina.it/webdocenti-be/allegati/materiale-didattico/531663>

GLF e prodotti: <https://www.glturbine.com/it>

Caratteristiche e approfondimento sulla superlega Hastelloy\_X: [https://www.hpalloy.it/Alloys/descriptions/HASTELLOY\\_X.aspx](https://www.hpalloy.it/Alloys/descriptions/HASTELLOY_X.aspx)

Frame Gas Turbines: <https://www.bakerhughes.com/gas-turbines/frame-technology>