



**UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA**

**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA**

Dipartimento di Tecnica e Gestione dei Sistemi Industriali

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica

**BILANCIAMENTO IMPIEGO ADDETTI ALLA MANUTENZIONE ALL'INTERNO  
DELLE VALUE STREAM DI STABILIMENTO**

**Relatore:** Ch.mo Prof. A. Persona

**Laureando:** Alberto Pegoraro

Anno Accademico 2016/2017



# INDICE

## SOMMARIO

Capitolo 1 L'AZIENDA CAREL S.p.A .....	1
1.1 Storia dell'azienda .....	1
1.2 Le tappe fondamentali.....	3
1.3 Gamma di prodotti offerta sul mercato .....	6
1.4 Mission.....	10
1.5 Le filiali.....	11
1.6 Mercati e clienti.....	13
BIBLIOGRAFIA: .....	14
Capitolo 2 : Tecniche di Lean Manufacturing in Carel S.p.A [1] .....	15
2.1 principi generali .....	15
2.1.1 Le 3 M .....	16
2.1.2 I 5 principi lean [2] .....	18
2.2 Miglioramento continuo.....	20
2.2.1 PDCA livello 0: procedura di fermo linea.....	20
2.2.2 PDCA di 1° livello .....	21
2.2.3 PDCA di 2° livello .....	22
2.2.4 PDCA di 3° livello .....	23
2.2.5 Le 5S.....	24
2.2.6 Standard work .....	26
2.2.7 Daily control.....	29
2.3 Project Management & Problem Solving .....	30
2.3.1 Operations X-Matrix e Policy Deployment .....	30
2.3.2 A3 Problem Solving.....	31
2.4 Strumenti e metodi .....	33
2.4.1 Value Stream Mapping .....	33
2.4.2 Poka Yoke .....	48
2.4.3 Zoning .....	49
2.4.4 TPM: Total Productive Maintenance.....	50
2.5 Gestione materiali .....	58
2.5.1 Kanban.....	58
2.5.2 Milk Run.....	63

2.6 Project Management:.....	64
2.6.1 Visible Planning.....	64
BIBLIOGRAFIA: .....	69
Capitolo 3 : Bilanciamento addetti manutenzione nelle value stream di stabilimento .....	71
3.1 Motivazioni e Modalità di bilanciamento risorse [1] .....	71
3.2 Ragionamenti alla base del progetto [1] .....	72
3.3 Linea tipo di Carel1 Elettronica: .....	74
3.4 Gestione della manutenzione, taratura e controllo di processo:.....	78
3.4.1 Manutenzioni programmate: preventive e autonome .....	79
3.4.2 Taratura .....	82
3.4.3 Controllo di processo.....	83
3.4.4 Piano pulizie.....	84
3.4.5 Manutenzioni a guasto .....	86
3.5 Tempi di manutenzione e Ranking attrezzature: CSR000007 .....	88
3.5.1 Tempi di “manutenzione” e suddivisione per Value Stream: .....	89
3.5.2 Metodo di valutazione del “ranking” attrezzature.....	95
3.6 Confronto tra manutenzioni: situazione iniziale (AS-IS):.....	100
3.7 Miglioramento: Riordino automatico (A.R) materiali di produzione e consumo (PGD per RDA produzione) .....	103
3.7.1 Definizione e sviluppo del (A.R): CSW001005/CSW001006 .....	103
3.7.2 Miglioramenti futuri: proposte.....	112
3.8 Proposte bilanciamento addetti alla manutenzione .....	113
BIBLIOGRAFIA: .....	116
Capitolo 4 CONCLUSIONI e analisi dei risultati TO-BE 3 .....	117

## SOMMARIO

L'obiettivo dello studio svolto è la definizione e caratterizzazione dei tempi di manutenzione (preventiva e a guasto), taratura e controllo di processo; a seguire il bilanciamento e riassegnazione degli addetti a tali mansioni nelle Value Stream di stabilimento.

A tal riguardo, come primo passo si è definita la situazione iniziale, rilevando i tempi dai Visible (cartelloni di manutenzione) delle 3 Value Stream prese a campione; in seguito, ad integrazione, si sono considerati anche i tempi di manutenzione previsti a standard ed i tempi di taratura presenti nel gestionale TQ Tara.

In seguito si sono confrontati tali tempi con i reali dati dai manutentori al fine di evidenziare eventuali disparità, andando poi ad aggiustare i tempi standard di riferimento.

Avuti i tempi suddivisi per VS, per attività (manutenzione, taratura, controllo di processo) e addetto (manutentore, operatore, fornitore esterno), si sono caratterizzati i carichi di lavoro degli operatori assegnati.

Ad essi, si sono aggiunti i tempi di manutenzione a guasto, con riferimento ai dati storico 2016, assegnati ai manutentori di VS.

Da questa situazione attuale, rapportata agli standard obiettivo, si è preso spunto per studiare alcune proposte di miglioramento:

- per il manutentore di stabilimento, si è proposto il Tool "PGD RDA materiale produzione e consumo".
- per i manutentori assegnati si sono fatte 3 proposte di ribilanciamento delle risorse, ognuna con potenzialità differenti.

Infine si sono sintetizzati gli effetti delle proposte, e fatta una proiezione di effetti futuri a breve termine.

Ora il "PGD RDA materiale produzione e consumo" sta funzionando e si registra una forte riduzione dei tempi di ordine, avvicinandosi alle percentuali ipotizzate; la proposta di unire VS1 con VS2 per la gestione della manutenzione (non a livello produttivo) sarà messa in pratica nei prossimi mesi.



## Capitolo 1 L'AZIENDA CAREL S.p.A



Figura 1.1 Sede di Brugine CAREL S.p.A.

### 1.1 Storia dell'azienda

CAREL INDUSTRIES S.p.A. è un'importante realtà internazionale nella produzione di umidificatori e di controlli elettronici a microprocessore per la gestione del "freddo".

CAREL, fondata nel 1973 nella provincia di Padova, ha iniziato come terzista di un'impresa di condizionamento dell'aria per la produzione di armadi elettrici. Proprio da questa sua prima attività l'azienda prende il nome: Costruzione ARMadi ELettrici.

Il punto di svolta avviene all'inizio degli anni Ottanta, quando CAREL avvia, prima in Europa, la progettazione e la produzione di un controllo a micro processore per condizionatori di precisione destinati a centri di calcolo.

L'esperienza acquisita nel settore del condizionamento dell'aria le permette di iniziare, a metà degli anni Ottanta, per prima in Italia, la progettazione e la produzione di controllori elettronici a microprocessore dal prezzo competitivo, ovvero di controllori per la refrigerazione che si proponevano come alternativa alla regolazione elettromeccanica di banchi, vetrine e celle frigorifere.

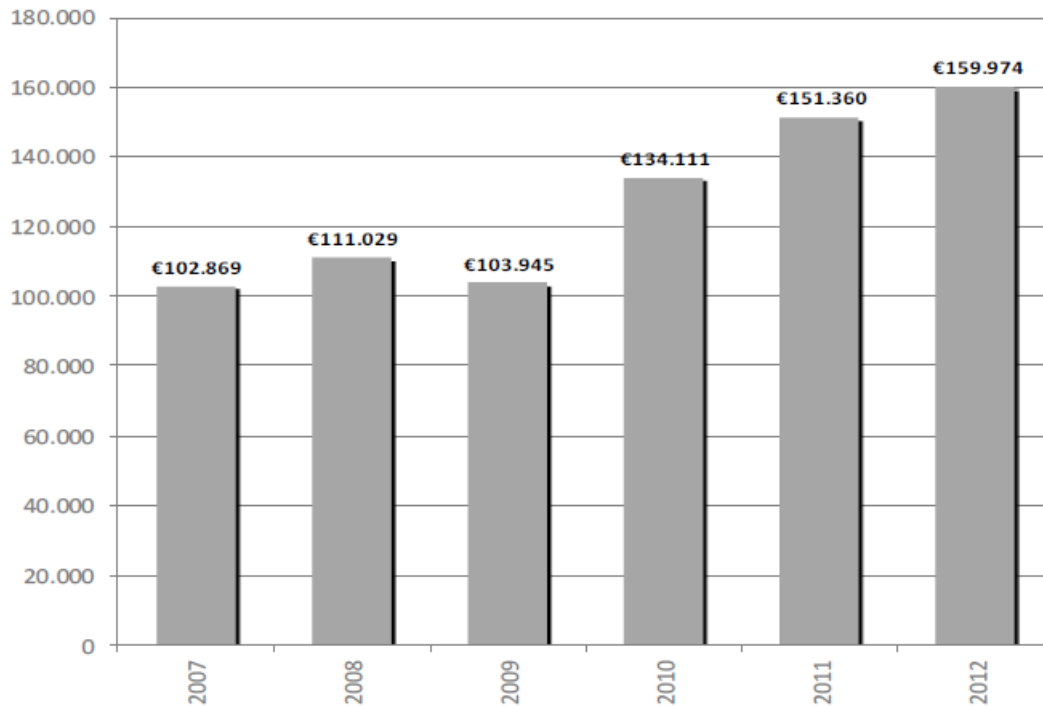


Figura 1.2 Fatturato annuo CAREL S.p.A.

Nonostante ciò è solo nei primi anni Novanta che CAREL inizia a sfruttare appieno il suo vantaggio tecnologico, che la lancia nel mercato mondiale.

L'obiettivo di diventare leader nella fornitura di controlli a microprocessore per impianti di refrigerazione e condizionamento dell'aria conduce CAREL, nel 1992 a ramificarsi in un gruppo, con una serie di affiliati e filiali localizzate in tutto il mondo.

Il risultato è la forte crescita dell'azienda: i dipendenti passano da 100 nel 1992 a 150 nel 1999, agli oltre 500 del 2004. Il fatturato si impenna dai 10 milioni di Euro nel 1993, 35 nel 1998, 55 milioni di Euro nel 2000, per passare ai 140 milioni di Euro nel 2011.

Il 5 febbraio 2002 la società diventa una S.p.A.

Dal primo maggio 2009 una riorganizzazione societaria del gruppo CAREL ha previsto la destinazione delle funzioni operative, industriali e commerciali ad una nuova società, CAREL INDUSTRIES S.r.l., controllata al 100% da CAREL S.p.A.

Nel 2009, anno della crisi, l'azienda ha sfiorato i 104 milioni di Euro di fatturato -6.8% rispetto al -25% del settore, un dato importante che sottolinea la solidità dell'azienda.

Nel 2010 il fatturato del Gruppo cresce delle 29.3% grazie agli incrementi significativi dati dalle ragioni APAC e Americhe.



A gennaio del 2012, il gruppo conta oltre gli 860 dipendenti di cui più della metà nella sede di Brugine, 5 unità produttive localizzate: 2 in Italia, una in Brasile in Cina e negli Stati Uniti e 13 filiali commerciali passate a 14 nel 2013 con l'aggiunta di CAREL Nordic.

CAREL offre un'ampia gamma di soluzioni per costruttori, installatori e progettisti del settore HVAC/R (Heating Ventilation Air-Conditioning Refrigeration): controllori elettronici standard e programmabili, sistemi di monitoraggio, supervisione e teleassistenza per la gestione di impianti nonché umidificatori adiabatici e isotermici. La produzione di controlli elettronici di CAREL è nel rispetto della direttiva RoHS (apparecchiature senza l'uso di piombo). Anche nel settore dell'umidificazione, famiglia regale dell'azienda, vengono proposte innovative soluzioni a ridotto consumo energetico.

I clienti diretti del Gruppo sono principalmente OEM (Original Equipment Manufacturer), ovvero i costruttori e i grossisti e in quantità minore anche installatori e fornitori. Tra i clienti finali di CAREL troviamo invece grandi e medie aziende, banche, ospedali, produttori di computer e telefonia, industrie tessili, lavorazioni del legno, supermercati, catering, ecc.

L'avanguardia tecnologica e la ricerca di un continuo miglioramento tecnico è ciò che rende CAREL leader nel suo settore. Un fattore fondamentale che ha contribuito alla forte crescita aziendale è proprio la continua attività di ricerca e sviluppo costantemente rivolta all'innovazione e all'avanzamento tecnologico. Da sempre, infatti, la ricerca è fra le priorità negli investimenti di CAREL, che risultano essere superiori alla media del settore anche in termini di risorse umane: oltre al 20% dello staff è coinvolto in attività di Ricerca e Sviluppo e creazione di nuovi prodotti.

L'affermazione di CAREL sul mercato e la sua continua crescita sono dovuti al valore che l'Azienda dà ai suoi Clienti e ai suoi Dipendenti.

Da sempre CAREL riconosce come principale fattore di successo il contributo professionale delle persone che vi operano, in un quadro di lealtà e fiducia reciproca.

Il rispetto e l'attenzione per l'ambiente sono un altro punto di forza del Gruppo che cerca costantemente nuove formule ed idee per impiegare materiali a basso impatto ambientale, nonché sensibilizzando il personale verso il tema del riciclaggio.

## **1.2 Le tappe fondamentali**

- 1973: CAREL nasce nella provincia di Padova;
- 1975: CAREL inizia a produrre umidificatori a vapore;
- 1981: Nasce un progetto di sviluppo di un controllo a microprocessore per condizionatori destinati a centri di calcolo;
- 1984: CAREL realizza il primo sistema di monitoraggio per unità di condizionamento;
- 1985: Vengono progettati e prodotti dei controllori programmabili per il condizionamento;
- 1987: Viene introdotta la tecnologia SMD e il test-in-circuit nei processi di produzione;
- 1988: Progettazione e produzione di controllori per la Refrigerazione;
- 1989: Nasce una nuova scheda elettronica programmabile completa di tools di programmazione proprietario CAREL (EasyTools);
- 1991: CAREL introduce la comunicazione seriale su tutta la gamma di controlli;
- 1992: Nasce a Lione la prima filiale estera, la CAREL France;
- 1994: CAREL ottiene la certificazione ISO9001;

- 1996: Nasce la filiale tedesca CAREL Deutschland;
- 1998: Nascono le filiali CAREL UK e CAREL Sud America;
- 2000: Nasce CAREL China;
- 2001: Nascono CAREL Australia e CAREL USA;
- 2002: CAREL aggiorna il sistema Qualità alla nuova norma ISO 9001:2000;
- 2004: Nasce il Centro Sperimentale di Termodinamica CAREL che si occupa, tra l'altro, della sperimentazione delle tecniche di regolazione delle macchine frigorifere, con particolare attenzione alle nuove tecnologie;
- 2005: CAREL inizia la produzione nella nuova fabbrica di Suzhou. La nuova unità produttiva realizza soluzioni elettroniche per il settore del Condizionamento e della Refrigerazione con gli stessi standard di qualità della casa madre ed è stata voluta per rispondere alle crescenti richieste del mercato cinese;
- 2006: CAREL "Azienda eccellente" fra le prime centro in Italia (Rapporto "Nostra Eccellenza" di Eurispes);
- 2007: Nasce CAREL Iberica. L'azienda da avvio ad un progetto di trasformazione secondo la filosofia "LEAN";
- 2008: Carel si aggiudica il Premio Mediobanca 2008 assegnato alle imprese più dinamiche, che si distinguono per elevati tassi di crescita e buona redditività. Nel periodo esaminato, 2003-2006, l'azienda ha registrato una crescita dei ricavi del 47%. Carel è stata valutata non solo secondo parametri che hanno preso in esame i tassi di sviluppo del fatturato, ma anche per l'assetto di governance, l'organizzazione interna, l'orientamento all'innovazione di processo e di prodotto e la conquista di quote di mercati nazionali ed estere;
- 2009: Riorganizzazione societaria del Gruppo CAREL con destinazione delle funzioni operative, industriali e commerciali ad una nuova società: CAREL INDUSTRIES S.r.l., controllata da CAREL S.p.A. Nuova sede CAREL in Russia. CAREL si aggiudica il Premio Marco Polo 2009 istituito dall'Unioncamere del Veneto, come azienda che si è distinta per l'impegno e gli importanti risultati nel settore del commercio estero nel 2008. Nell'ambito dei China Awards 2009, a CAREL viene assegnato il premio "Creatori di Valore" (settore elettronica), come azienda che ha realizzato le migliori performance con la Cina nel 2008;
- 2010: Nuovo stabilimento produttivo in Brasile;
- 2011: Menzione Speciale alla 4a edizione del "Premio Imprese x l'Innovazione (Ixi)", istituito da Confindustria in collaborazione con APQI (Associazione Premio Qualità Italia). CAREL è stata valutata positivamente dopo un'accurata analisi delle performance del proprio modello organizzativo e strategico specificatamente orientato alla crescita attraverso l'innovazione;
- 2012: CAREL INDUSTRIES S.r.l. modifica la propria forma giuridica in Società per Azioni. Premio Amici della ZIP (Zona Industriale di Padova) per la categoria "innovazione". CAREL riceve la certificazione ISO 14001:2004;
- 2013: Nasce CAREL Nordic.



Figura 1.3 Certificazioni ISO 14001:2004

Un fattore fondamentale che ha contribuito alla crescita dell'azienda è la continua attività di ricerca e sviluppo, costantemente rivolta all'innovazione e all'avanzamento tecnologico. Nel 2010 CAREL ha investito oltre il 6% del fatturato consolidato in R&D (Research & Development) e, attualmente, nello staff dedicato alla ricerca e sviluppo opera il 18% del personale aziendale.

Gli sviluppi più importanti riguardano il risparmio energetico degli impianti mediante una gestione coordinata ed intelligente della apparecchiature.

Anche per quanto riguarda l'impatto aziendale, il CO2 e i fluidi alternativi, l'azienda assume un carattere pionieristico; ad esempio nel 2016 è partito un progetto pilota in Carel HQ il quale prevede che il packaging sia colorato con vernici a base acqua e l'imballo rispetti il "GREENGUARD Certification Program".



Figura 1.4 GREENGUARD Certification

### 1.3 Gamma di prodotti offerta sul mercato

La gamma di prodotti offerti dall'azienda è molto vasta e va dalla tele-gestione e comunicazione, ai sensori, ai controlli universali (temperatura, pressione e umidità). Vi sono poi gli umidificatori adiabatici e isothermici, i controlli parametrici per la refrigerazione, per il condizionamento e quelli programmabili, le valvole ad espansione, i regolatori di velocità e i dispositivi di protezione.

Di seguito si riporta in dettaglio, tutti i prodotti realizzati da CAREL:

- **Controlli programmabili:** pCO sistema, EasyTools system, soluzioni software per condizionamento, soluzioni software per close control unit (CCU), terminali macchine, terminali ambiente versione wireless e versione seriale.



Figura 1.5 Controlli programmabili

- **Controlli parametrici per il condizionamento:** µC sistema, E-dronic e µe-dronic, Serie Aria, Serie AC.



Figura 1.6 Controlli parametrici condizionamento

- **Controlli parametrici per la refrigerazione:** Serie easy, Serie ir33 + platform, blast chiller, serie poersplit, serie powercompact, soluzioni software per refrigerazione, serie Master Cella.



Figura 1.7 Controlli parametrici refrigerazione

- **Soluzioni software :** Comtool
- **Umidificatori isotermici:** Umidificatori ad elettrodi immersi, Umidificatori a resistenze elettriche, Umidificatori a vapore alimentati a gas, Distributori di vapore di rete, DryClim.



Figura 1.8 Umidificatori isotermici

- **Umidificatori adiabatici:** Umidificatore adiabatico per CTA/ condotta e ambiente, Atomizzatori ad aria compressa e acqua, Umidificatori centrifughi, Umidificatori ad ultrasuoni.



Figura 1.9 Umidificatori adiabatici

- **Raffreddatori adiabatici per condizionamento e refrigerazione.**
- **Retail:** ottimizzazione dell'energia acquisizione dati, soluzioni software.



Figura 1.10 Retail

- **Controlli UNIVERSALI:** Serie infrared Universale, Termometri e timer, Serie rta, Clima
- **Sensori e dispositivi di protezione:** Sensori wireless rTM SE, rilevatori gas, sonde attive di temperatura/umidità, energy meter, trasduttori di pressione (SPK\*), sonde passive di temperatura.



Figura 1.11 Sensori e dispositivi di protezione

- **Telegestione e monitoraggio:** telegestione, monitoraggio, controllo remoto dell'impianto, energy2.



Figura 1.12 Tele-gestione e monitoraggio

- **EEV Technology:** Valvole di espansione elettronica, Driver per valvole di espansione.



Figura 1.13 EEV Technology

- **Variatori di frequenza e controlli di condensazione.**



Figura 1.14 Variatori di frequenza e controllo condensazione

## 1.4 Mission

CAREL offre soluzioni innovative nell'umidificazione e nei sistemi di controllo per il mercato HVAC/R con l'obiettivo di mantenere la leadership del mercato, anticipando il più possibile le richieste dei clienti.

I principi cardine su cui si basa CAREL sono:

- **Il cliente prima di tutto:**
  - puntando sull'attenzione ai bisogni;
  - sulla conoscenza dei desideri;
  - fornendo una qualità garantita;
- **Raggiungimento:**
  - dell'impegno personale;
  - dei risultati;
  - degli obiettivi;
- **Evoluzione:**
  - nell'innovazione;
  - nella tecnologia;
  - nella ergonomia;
- **Rispetto:**
  - delle persone e reciproco;
  - come fiducia nelle relazioni;
  - con i partners;
  - dell'ambiente;
- **Formazione:**
  - come crescita personale;
  - come miglioramento professionale;
  - come miglioramento della società;





## 1.5 Le filiali

La presenza dell'azienda è ben consolidata a livello internazionale (il 70% delle vendite avviene all'estero) dove opera direttamente con le proprie filiali e attraverso un'organizzazione presente in un'ottantina di paesi.



Figura 1.15 Carel World

Fin dai primi anni Novanta, CAREL assicura una presenza diretta anche all'estero, attraverso le proprie filiali commerciali. Attualmente (2014), esse sono:

CAREL France: prima filiale estera nata Lione nel 1992, si occupa dei mercati francese, belga e lussemburghese.

CAREL Deutschland: filiale tedesca nata nel 1996, segue il mercato tedesco, austriaco e svizzero.

CAREL Sud America: nata nel 1998, si occupa del mercato brasiliano. Dal 2010 è anche sede produttiva.

CAREL UK: anch'essa nata nel 1998, segue il mercato inglese e irlandese.

CAREL Asia: nasce nel 2000 e copre il mercato del Far East, eccetto la Cina.

CAREL Australia: nata nel 2001, è la filiale che coordina le attività nel mercato australiano e neozelandese.

CAREL USA: nata sempre nel 2001, si occupa del mercato del Nord America e del Messico ed è anche sede produttiva.

CAREL Electronic (Suzhou): nasce a fine 2005 ed è una sede produttiva situata a Suzhou (regione dello Jiangsu, a circa 100 km da Shanghai). Opera anche con un ufficio commerciale per seguire il mercato della Cina (PRC).

CAREL Iberica: nata nel 2007 per coprire il mercato spagnolo e portoghese, ha la sede principale a Barcellona e una sede distaccata a Madrid.

CAREL India: nata nel 2008, copre il mercato indiano, ha sede a Mumbai.

CAREL South Africa: nata nel 2008, si occupa del mercato sudafricano e ha sede presso Johannesburg.

CAREL Russia: nel 2009 viene aperto un Ufficio di Rappresentanza in Russia, base per la costituzione, nel 2010, della nuova filiale del Gruppo "Carel Russia Llc" con sede principale a San Pietroburgo e un altro ufficio a Mosca.

CAREL HVAC&R Korea: aperto alla fine del 2009, quest'ufficio di rappresentanza gestisce i mercati della Refrigerazione, del Condizionamento dell'Aria e dell'Umidificazione in Korea.

CAREL Nordic: nata nel 2013, questa filiale segue i mercati di Svezia, Norvegia, Finlandia, Islanda, Danimarca ed Estonia. 16

CAREL Middle East: nata nel 2014

CAREL CHR: nata nel 2015, ha sede a Labin in Croazia

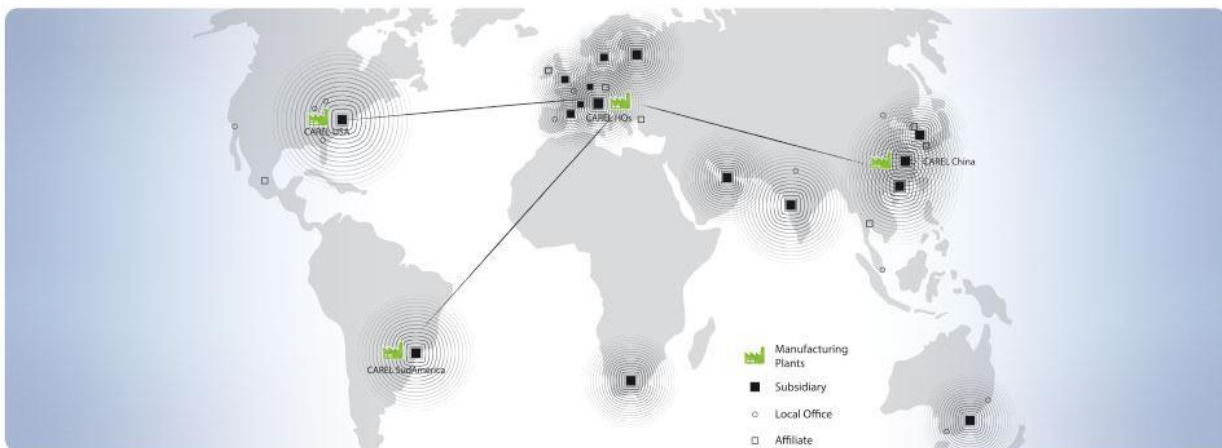


Figura 1.16 Sedi Carel nel mondo

Le filiali del gruppo CAREL operano direttamente, per l'area geografica di loro competenza, rispondendo funzionalmente e gerarchicamente all'headquarters sede di Brugine. Inoltre CAREL ha creato tre filiali "virtuali", intese come facenti parte dell'entità giuridica CAREL INDUSTRIES S.p.A., individuate come CAREL Italia, CAREL Northern & Central Europe e CAREL Southern Europe & Middle East. Le filiali "virtuali" operano in tutti quei Paesi non seguiti direttamente dalle filiali del Gruppo.

Oltre a ciò, sono in essere rapporti commerciali privilegiati con delle società "affiliate". Attualmente esse sono: CAREL Thailand, CAREL Korea, CAREL Turkey, CAREL Ireland, CAREL Spol (per il mercato ceco e slovacco), CAREL Mexicana e CAREL Japan. Le affiliate vengono coordinate, a seconda dell'area geografica di appartenenza, da una filiale. Le filiali commerciali fanno anche attività di supporto al cliente e di personalizzazione software per le applicazioni del settore HVAC/R, su richiesta dello stesso cliente; la strategia è quella di presidiare e supportare i mercati mediante una rete di vendita il più possibile diretta a livello globale.

Completano, infatti, la rete commerciale CAREL, le decine di agenti e distributori sparsi in tutto il mondo, che fanno capo alle Filiali di competenza.

## 1.6 Mercati e clienti

Il mercato di riferimento per i prodotti CAREL è quello dell'HVAC/R (Heating Ventilating, Air Conditioning and Refrigeration), cioè la climatizzazione degli ambienti sia dal punto di vista dei controlli che delle apparecchiature. Le sedi commerciali nel mondo si trovano in Italia, Francia, Germania, Inghilterra, Brasile, Asia, Cina, Australia e U.S.A. Possiamo dunque suddividere in:

- Applicazioni nel HVAC
- Applicazioni nel Clima
- Applicazioni nella Refrigerazione
- Applicazioni nel Retail

Negli ultimi anni si sta cercando di aumentare la presenza di CAREL nei mercati esteri con il duplice fine di incrementare il fatturato ed allo stesso tempo di eliminare gli effetti di stagionalità a cui è soggetto il mercato della climatizzazione; a questo scopo si sta facendo leva sugli stabilimenti produttivi di CAREL Suzhou per il Far East e di CAREL USA, in questo caso soprattutto per quel che riguarda il settore degli impianti di umidificazione.

I clienti del gruppo sono classificabili in due categorie:

- gli installatori del settore che installano i prodotti CAREL presso i propri clienti finali;
- i produttori OEM (Original Equipment Manufacturers) che installano i prodotti CAREL nei propri prodotti.

I principali clienti si situano in Italia (Climaveneta, Uniflair, Aermec, Rhoss, ISA, ...), in Germania (G.D.D., Rittal, Stultz, ...), in Francia (Lennox), Spagna (Infrico) ed Inghilterra (Airdale).

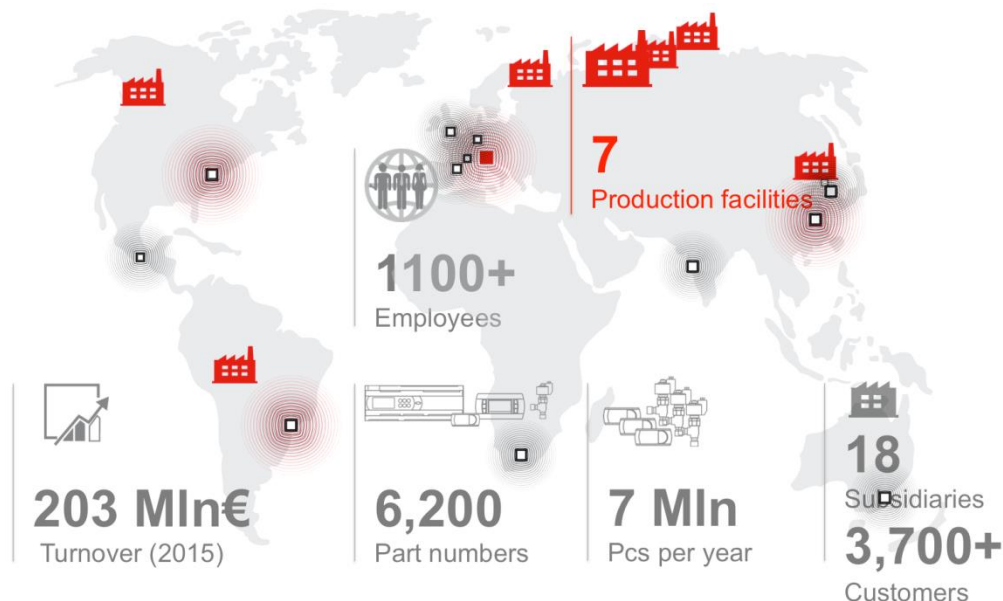


Figura 1.17 Carel in numeri

**BIBLIOGRAFIA:**

Fonti interne Carel s.p.A

## Capitolo 2 : Tecniche di Lean Manufacturing in Carel S.p.A [1]

### 2.1 principi generali



Figura 2.1 Esempificazione del concetto “LEAN”

DEFINIZIONE DI “LEAN MANUFACTURING”[1]: *un insieme di principi, metodi e tecniche per la gestione dei processi operativi che mira ad aumentare il valore percepito dal cliente finale e a ridurre sistematicamente gli sprechi.*

Di seguito si riportano i fondamenti della tecnica “LEAN”, che si prefigge l’obiettivo, definendo e “snellendo” il processo di fabbricazione, di aumentare il “valore” dei prodotti.

L’analisi dei benefici introdotti dall’applicazione di tale tecnica, si riconduce all’azienda Carel S.p.A

### 2.1.1 Le 3 M

Le 3 M si riferiscono alle 3 forme principali di spreco, identificate in lingua giapponese (MUDA, MURI E MURA):

- **MUDA (spreco)**: si identificano 7 forme di spreco da eliminare;

Il processo viene suddiviso in :

- Attività a valore aggiunto (attività fondamentali al “flusso di valore”)
- Attività non a valore aggiunto ( suddivise in attività eliminabili, sprechi, e attività non evitabili)

Gli sprechi, appunto, sono di 7 tipi diversi:



Figura 2.2 I 7 “MUDA”

- *Sovrapproduzione*: si ha quando la produzione supera la domanda del cliente; principalmente quando si produce con lotti di grandi dimensioni e con logica “PUSH” (eliminabile con Kanban, logica “PULL”, standardizzazione di prodotto-processo, lotti più piccoli, grazie a tempi di attrezzaggio più bassi, SMED)
- *Attesa*: quando si produce a lotti, con realizzazione del volume produttivo per reparti, la maggior parte del Lead-Time è spesa in attesa; la soluzione è spostarsi ad una logica produttiva per celle, bilanciando e standardizzando i processi produttivi
- *Trasporto*: inteso come trasporto fornitore-azienda, ma anche interno al processo produttivo, da ridurre al massimo, perché concorre al tempo (ineffective time) non eliminabile; si riduce focalizzandosi alla produzione a flusso
- *Sovraprocesso*: utilizzo di standard qualitativi che superano le richieste del cliente; necessaria comunicazione continua con l'esterno (clienti)
- *Scorte*: intese come magazzino materie prime, semilavorati (WIP) o prodotti finiti, vanno comunque minimizzate, per ridurre il Lead Time di risposta al mercato e l'impegno finanziario, destinabile ad attività a valore aggiunto. Si eliminano con l'introduzione della logica “PULL”, tirata dal Kanban e aumentando l'affidabilità, in termini di variabilità, del processo produttivo con standardizzazioni e SMED

- *Difetti*: prima si identificano i difetti, minore è l'aggravio creato; la Lean afferma che l'operatore deve essere in grado di identificare il componente difettoso, al fine di non farlo proseguire nel processo, subendo lavorazioni aggiuntive, senza essere conforme agli standard finali. Si riduce con la formazione degli operatori di linea e l'introduzione di Poka-Yoke con standard di processo.
- *Movimenti*: riconducibili alle attrezzature in linea e ai danni derivanti dalla movimentazione del materiale in corso di lavorazione; a ciò si pone rimedio con lo "Zoning" e un'accurata definizione del layout di stabilimento.
- *Mancato utilizzo del talento delle persone*: uno dei pilastri della "Lean" è il coinvolgimento del personale nel processo produttivo, affidando loro mansioni multiple e di valore.

- **MURI (sovraccarico)**: ricondotto a tutte le risorse coinvolte (personale, attrezzature, materiali)

La soluzione proposta della Lean, è la standardizzazione dei processi, al fine di definire con esattezza le attività, e successivamente il loro partizionamento, arrivando alle singole sub-unità caratterizzate in termini di tempo standard, da confrontare con il tempo effettivo impiegato, così da poterli valutare e ridurre.

Il risultato è un minore stress delle risorse, con conseguente aumento della produttività.

- **MURA (irregolarità, fluttuazione, variazione)**

La tecnica Just-in-Time consente l'eliminazione, in toto o parziale, delle fluttuazioni di impiego risorse, poiché definisce le necessità nel momento in cui compaiono; tale sistema è supportato dal livellamento della produzione che consente un mix costante di produzione (MIX-MACRO=MIX-MICRO), denominato Heijunka e dal Kanban.

**NOTE:** esiste una correlazione tra le 3 M: generalmente si considera l'intera Value Stream, così da definire eventuali irregolarità di flusso (MURA) che danno sovraccarichi (MURI) localizzati, i quali danno luogo a sprechi (MUDA).



Figura 2.3 Correlazione 3 M

## 2.1.2 I 5 principi lean [2]

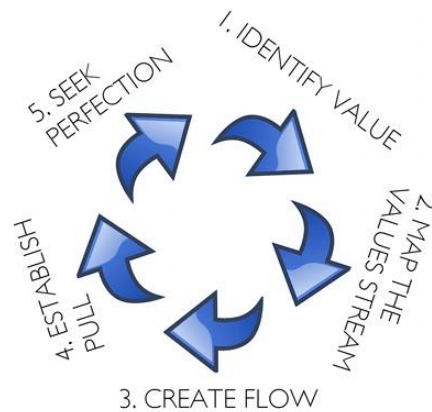


Figura 2.4 I 5 principi "LEAN"

### Perché si introducono:

- Per sintetizzare i pilastri su cui si fonda la Lean Production
- Per stabilire le priorità nell'implementazione

### Personale coinvolto:

- Manager dello standard: Value Stream Leader
- Collaboratori: operatori di linea, Team Leader
- Destinatari: operatori di linea, Team Leader

### Cosa fanno:

- Guidano il cambiamento verso la Lean Production
- Mostrano la strada da seguire

### STEP:

- 1) Identificare il valore: definito dal cliente finale; è necessario conoscerlo ed interpretarlo.
- 2) Mappare il flusso del valore:
  - Attività a valore aggiunto (VA): che creano valore agli occhi del cliente
  - Attività non a valore aggiunto necessarie (NVA-N): non eliminabili, ma devono essere ridotte il più possibile
  - Attività non a valore aggiunto non necessarie (MUDA): da eliminare

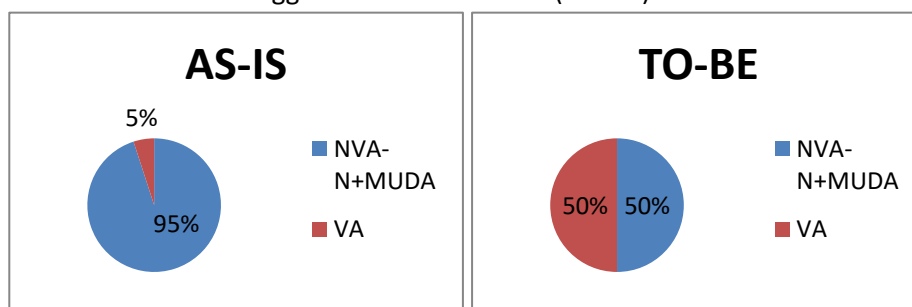


Figura 2.5 Obiettivi del "Value Stream Mapping"



3) Generare un flusso di attività a valore aggiunto:

Layout per reparti:

- Accumulo del WIP
- Specializzazione operatori
- Lungo lead-time

One-piece flow:

- Assenza del WIP
- Operatori multifunzionali
- Lead-time ridotto

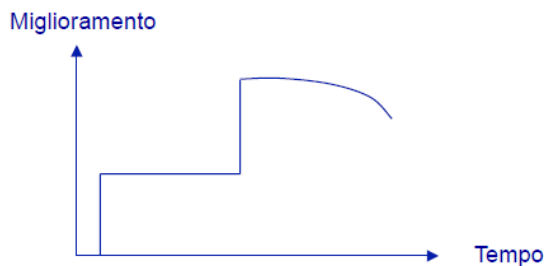
4) Predisporre una produzione "PULL":

La produzione classica, "PUSH", viene "spinta" dalle previsioni fatte all'atto di Production Plan; nella produzione "PULL", obiettivo della Lean, la produzione viene "tirata" dalle richieste del cliente.

5) Ricercare la perfezione: Kaizen (miglioramento continuo)

Ogni processo ha dei difetti insiti, da individuare ed eliminare. Il processo di miglioramento continuo è da implementare a piccoli passi, coinvolgendo gli operatori, in modo semplice e senza grossi investimenti.

**Miglioramenti innovativi a grandi passi**



**Miglioramenti continui a piccoli passi**

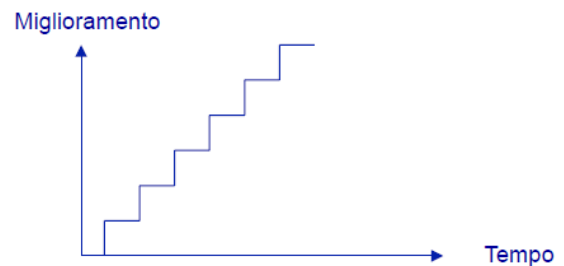


Figura 2.6 Miglioramento improvviso vs Continuous Improvement

## 2.2 Miglioramento continuo

Il miglioramento continuo è il 5° principio della Lean Manufacturing, nonché il più importante perché permette l'aggiornamento dei flussi di valore, nonché la loro implementazione costante.

A tal proposito si introduce il ciclo iterativo, noto come PDCA

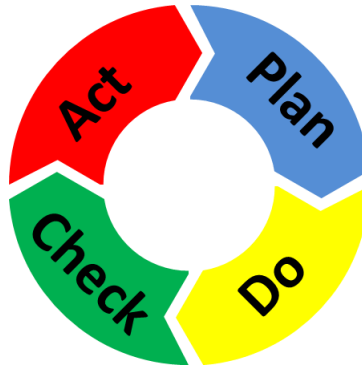


Figura 2.7 Processo PDCA previsto da ISO9001

### 2.2.1 PDCA livello 0: procedura di fermo linea

Serve per fornire un processo che gestisca l'urgenza in caso di fermo linea e per prevenire lo spreco di risorse durante la fermata.

#### Personale coinvolto:

- Manager dello standard: Team Leader
- Collaboratori: Value Stream Leader, centri di competenza (CdC)
- Destinatari: operatori di linea

#### Cosa fanno:

- Creazione di un Team Emergenze che risolva i fermi linea
- Assegnazione di attività alternative durante la fermata

#### Procedura:

- Prima di fermare la linea, il Team Leader deve provare a sistemare la situazione; se non si riesce si ferma la linea;
- Se entro 15 min non si individua il problema, il Team Leader contatta il Team Emergenze.
- Nel frattempo deve chiamare anche il Value Stream Leader per far assegnare agli operatori, attività di Backup.
- Il Team Emergenze stima la data di ri-attivazione della linea; se la linea deve rimanere ferma per molto tempo gli operatori proseguono con le attività in backup, altrimenti ritornano alle loro mansioni in linea.

### 2.2.2 PDCA di 1° livello

Si usa per raccogliere e proporre miglioramenti per le linee produttive, qualità e sicurezza.

Per la valutazione è presente una Vela PDCA di 1° livello con zone di colore diverso:

- Zona rossa: informazioni generali
- Zona gialla: attività 5S
- Zona verde: attività TPM
- Zona blu: attività di miglioramento continuo (è presente un termometro a definire la gravità dell'azione)
- Zona viola: altre informazioni utili

Per pianificare le attività blu (miglioramento continuo), si fa ricorso ad una vela.

Ci sono dei cartellini verdi da apporre sul termometro, che servono a identificare zone in cui è possibile un miglioramento (da parte dell'operatore o del Team Leader); la copia va apposta sulla scatola rossa "aperti" per le 5S.

Tali cartellini vengono, con cadenza giornaliera e settimanale, valutati da Team Leader e Value Stream Leader, al fine di definire le modalità di esecuzione: se è possibile implementarli dal Team nelle 5S oppure no; quest'ultimi vengono apposti nella vela dei PDCA di 2° livello.

Il controllo di applicazione e avanzamento dei miglioramenti è eseguito dal Plant Manager ogni 2 mesi.



Figura 2.8 Vela PDCA 1° livello

### 2.2.3 PDCA di 2° livello

Le attività di miglioramento apposte nelle vele di PDCA di 2° livello devono essere verificate/affrontate quotidianamente dai Value Stream Leader (VSL) durante le riunioni giornaliere apposite; il ricorso ai CdC è da fare nei casi particolarmente urgenti.

I VSL devono svolgere delle attività preliminari:

- Aggiornare settimanalmente i grafici con gli indicatori prefissati.
- Determinare i dati sulla qualità.
- Discutere insieme al change agent il trend settimanale e le motivazioni dello scostamento dall'obiettivo.
- Mensilmente raccoglie ciò che è apparso dal daily control e apporli nella vela apposita
- Esaminare le attività in corso nelle varie vele della sua VS
- Riassumere i vari cartellini verdi del miglioramento stabiliti nel PDCA di 1° livello ( divise in autonomamente fattibili per le VS o necessario ricorso a CdC)



Figura 2.9 Vela PDCA 2° livello

Indicatori SQCD da considerare e monitorare:

- SAFETY(Sicurezza): conteggio dei "Near-Miss"
- QUALITY(Qualità):percentuale di difettosità sul totale di parti prodotte
- COST(Costo):rendimento globale
- DELIVERY(Servizio): tasso di rispetto degli ordini

Devono prevedere: dati settimanali; dati Year-to-date per settimana; Target dell'anno.

## 2.2.4 PDCA di 3° livello

Personale coinvolto:

Plant Manager, ai VSL e ai CdC per decisioni riguardanti la gestione dello stabilimento.

Strumenti:

Pannello QCD:

- Q quality(qualità)
- C cost (rendimento globale)
- D delivery (servizio)
- Carico delle linee SMT
- Lead-time del cliente

Note: ogni colonna si riferisce ad una diversa VS.

Visible Planning:

Costituito da 4 colonne:

- Data di apertura attività
- Descrizione
- Responsabile attività
- Data chiusura prevista

Giornalmente il personale coinvolto si riunisce per “avanzare” il pannello QCD ed esporre eventuali criticità riscontrate, pianificando eventualmente attività PDCA di 2° o 3° livello.

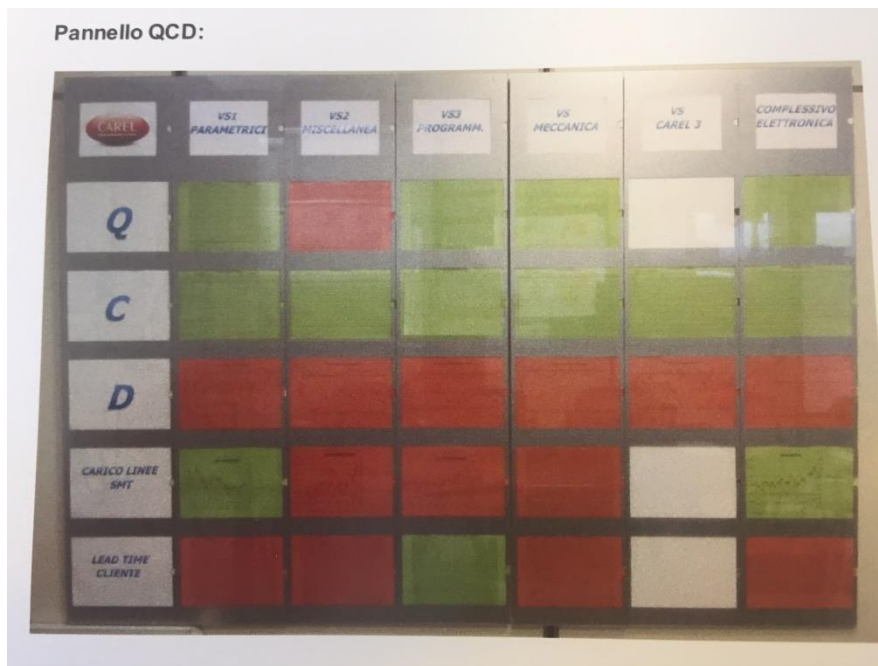


Figura 2.10 Pannello QCD

## 2.2.5 Le 5S

### Obiettivo:

Sono indispensabili al fine di allocare correttamente il materiale utile in produzione, e soprattutto individuare ed eliminare ciò che è inutile ai fini di processo.

### Personale coinvolto:

- Manager dello standard: VSL
- Collaboratori: LEAN Development Office, Plant Manager
- Destinatari: Team Leader, operatori di linea.

### Risultati:

- Adattano gli operatori alle necessità di processo
- Riducono i 7 sprechi
- Efficientamento qualitativo e di sicurezza dell'ambiente di lavoro.

### Come funzionano:

La funzione principale è la definizione di un layout delle attrezzature e del materiale di produzione ottimale ai fini del processo.

### 5S:

- Sort (separare)
- Set in order (ordinare)
- Shine (pulire)
- Standardize (standardizzare)
- Sustain (mantenere)

### Preparazione:

1. Area di azione 5S
2. Team di azione e rispettivo Team Leader
3. Programmazione dei meeting ( 1 volta a settimana)
4. Formazione al Team su 5S e 7 Muda
5. Creare una vela nell'area produzione
6. . Stampare un disegno "AS-IS" dell'area 5S e posizionarlo nella zona rossa.
7. Stampare e compilare i fogli per il visible planning
8. Stampare il disegno con "componenti delle 5S"
9. Stampare il grafico "cartellini aperti/cartellini chiusi
10. Predisporre 4 scatoline rosse per raccogliere i cartellini (zona gialla):
  - "aperti" settimana corrente
  - "in corso" in fase di correzione
  - "chiusi: non conteggiati" risolti nella settimana corrente, ma non ancora riportati
  - "chiusi: conteggiati" già riportati nel grafico
11. Scattare la foto (PRIMA/DOPO) e apporla nella zona gialla della vela.



Figura 2.11 Vela 5S

Audit:

1°S

- Delimitare un'area vicino alla postazione di lavoro con nastro rosso e al suo interno identificare gli oggetti che necessitano intervento.
- Durante il meeting 5S settimanale, il Team Leader 5S:
  - o Posiziona i cartellini rossi da scatolaina "aperti" in "chiusi: non conteggiati" " e aggiorna la linea rossa del grafico
  - o Posiziona i cartellini gialli e verdi da scatolaina "aperti" in "in corso"

2°S

- Ridefinire il layout delle attrezzature in modo da ridurre i 7 Muda e creare un ambiente più sicuro

3°S

- Fotografare l'area prima della pianificazione standard pulizia
- Definire i piani di pulizia e operatori designati ad eseguire le pulizie

4°/5°S

- Mantenimento/aggiornamento alti standard organizzazione/pulizia ambienti di lavoro
- Definire una frequenza per gli audit di mantenimento.

## 2.2.6 Standard work

### Obiettivi:

- Rendere il lavoro degli operatori in linea più efficace ed efficiente
- Aiutare gli operatori a valutare i potenziali problemi di sicurezza e qualità
- Fornire al Team Leader uno strumento per la valutazione dei carichi di lavoro e le inefficienze eventuali

### Personale coinvolto:

- Manager dello standard: VSL, Team Leader
- Collaboratori: Lean Development Office
- Destinatari: Operatori di linea

### Funzioni:

- Supporto alla formazione di nuovi operatori
- Strumento di individuazione di problemi/inefficienze
- VSL e operatori di linea hanno uno strumento per il miglioramento continuo

### Definizione:

Lo standard è composto da 3 schede:

1. Capacità di processo
2. Analisi delle operazioni
3. Elementi di lavoro

1 Capacità di processo:




STANDARD WORK						
SCHEDA 1 ----- FOGLIO DELLE CAPACITA' DI PROCESSO						
LINEA		FAMIGLIA DI PRODOTTO				
PREPARATO DA		APPROVATO DA		DATA		CAPACITA' DEL TURNO
NR.	NOME DEL PROCESSO	TEMPO UOMO	TEMPO UOMO + PZ.	TEMPO MACCHINA		
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
CONFRONTO TEMPI					SICUREZZA	QUALITA'
TOTALE (MIN/PZ)						
						

Figura 2.12 Foglio "Capacità di processo"



Campi da compilare:

- Linea: linea di produzione
- Famiglia di prodotto: gruppo di prodotti aventi processo simile
- Tempo di processo
- Tempo si processo +7%: se processo prevede fasi manuali
- Capacità del turno: espressa in n° pezzi
- Nome del processo: breve descrizione
- Sicurezza: simbolo per criticità operatori
- Qualità: criticità processo produttivo
- Standard WIP: quantità di semilavorati consentita tra 2 processi consecutivi

Note: tempo ciclo/processo in Oracle è definito attraverso lo Standard Work.

## 2 Analisi delle operazioni:

STANDARD WORK SCHEDA 2 ----- FOGLIO D'ANALISI DELLE OPERAZIONI						
LINEA	PREPARATO	INDICE DI PRODOTTO	NOME			
DA	APPROVATO	DA	DI PROCESSO			
NR.	.....	NOME DELL'OPERAZIONE	OPERATO	ATTESE	TRASPO	MACCHIN
			RI	RI	RI	E
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
		<b>TOTALE</b>				
		<b>MIN/PZ</b>				

Figura 2.13 Foglio "Analisi delle operazioni"

Campi da compilare:

- Nome operazione: processo suddiviso in singole operazioni
  - Problema: criticità per (S) sicurezza, (Q) qualità, (C) costo
  - Operatori: tempo impiegato per eseguire l'operazione
  - Attese
  - Trasporti: trasporto materiali
  - Macchine: tempo macchina durante la lavorazione
  - Min/pz: max tra t.machine e t.(man+wait+transport)
- Note: è il process time da inserire nella scheda Process Capability

### 3 Elementi di lavoro

STANDARD WORK SCHEDA 3 ----- FOGLIO DEGLI ELEMENTI DEL LAVORO						
LINEA		FAMIGLIA DI PRODOTTO		NOME PROCESSO		NOME ELEM. DEL LAVORO
PREPARATO DA		APPROVATO DA		DATA		
NR.	COSA	COME	PERCHE'	FIGURA/DISEGNO (OPZIONALE SE SERVE)		

Figura 2.14 Foglio “Elementi di lavoro”

Campi da compilare:

- Cosa: scomposizione operazioni in fasi elementari e descriverle
- Come: modalità esecuzione attività elementare
- Perché: ragioni alla “base” del Come
- Figura/disegno: per comprendere meglio l’operazione

## 2.2.7 Daily control

### Obiettivi:

- Far emergere le problematiche in linea
- Strumento per definire le priorità per la risoluzione dei problemi
- Valutazione dei piccoli problemi che, se frequenti, generano grandi sprechi.

### Personale coinvolto:

- Manager standard: Line Leader
- Collaboratori: Lean Development Office
- Destinatari: Operatori di linea

### Funzione:

Ogni ora c'è un confronto tra produzione attesa ed effettiva con valutazione delle cause di spreco.

### Processo:

1. Misurazione del tempo ciclo
  - Creazione dello standard work del prodotto in analisi
  - Definizione della fase più lunga (macchinario o manuale) che rappresenta il Tempo Ciclo
  - Da Tempo Ciclo, calcolo in numero di pezzi prodotti atteso per famiglia prodotto della linea
2. Compilazione Daily Control e rilevazione sprechi (ogni ora)
  - Output effettivo/n° stabilito atteso
  - Se Output effettivo < n° stabilito atteso e l'operatore individua le cause, le segna con una breve descrizione
3. Compilazione scheda mensile di stratificazione (fine turno)
  - Team Leader aggiorna la stratificazione mensile degli sprechi, segnando la somma dei minuti persi durante il giorno.
  - Fine del mese la scheda passa al VSL che attiverà lo standard PDCA di 2° livello
  - Principale problema diventa oggetto di miglioramento.
4. Coinvolgimento degli operatori

Dopo formazione adeguata, gli operatori devono saper definire autonomamente il cycle time e l'orario obiettivo.

## 2.3 Project Management & Problem Solving

### 2.3.1 Operations X-Matrix e Policy Deployment

#### Obiettivi:

- Allineamento struttura organizzativa agli obiettivi strategici dell'azienda
- Definizione di un processo di selezione delle priorità al Senior Management
- Impostazione di obiettivi aziendali annuali di miglioramento e organizzazione
- Definizione dei KPI
- Stabilire un piano di revisione periodica
- Istituzione di un sistema di monitoraggio (KPI) e miglioramento continuo (PDCA)

#### Personale coinvolto:

- Manager dello standard: Plant Manager
- Collaboratori: Top Management, Lean Development Office
- Destinatari: personale in Operations

#### Funzione:

Identifica le priorità aziendali e definisce un piano di monitoraggio e revisione delle performance.

#### Processo:

##### 1. Hoshin Kanri

Sistema di gestione basato sul Policy Deployment, cioè l'applicazione di PDCA in ogni posizione della struttura aziendale al fine di rendere collaborativa la responsabilità dei processi, limitando l'effetto della gerarchia manageriale diffusa nell'organizzazione tradizionale.

Nell'organizzazione Hoshin Kanri ogni persona è l'anello costituente della catena organizzativa, creando ruoli e responsabilità ben definiti. Il limite è la difficoltà di "tessere" questa tela.

##### 2. X-Matrix & Policy Deployment

- Collegamento tra attività agli obiettivi specifici e priorità definita : tutti gli obiettivi devono avere attività definite
- Collegamento tra obiettivi e KPI: gli obiettivi sono rappresentati da definiti indicatori, che varranno opportunamente scalati "verso il basso"
- Collegamento tra piano d'azione e KPI: ogni azione ha il suo KPI a cui sono riferiti più obiettivi specifici; la valutazione è affidata a quesiti (KPI sufficienti? Timing coerente? Azioni sostenibili?).

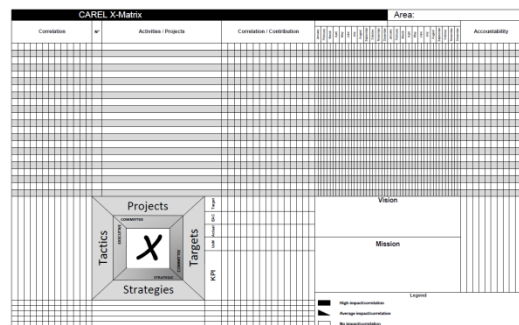


Figura 2.15 X-matrix

### 2.3.2 A3 Problem Solving

#### Obiettivi:

- Standardizzare e semplificare la scrittura di report, aggiornamenti di status e metodi di comunicazione
- Facilitare il monitoraggio dei problemi
- Istituire un sistema di verifica PDCA

#### Personale coinvolto:

- Manager dello standard: Lean Development Office
- Destinatari: chiunque all'interno dell'organizzazione

#### Processo:

IL report A3, come dice il termine, è un foglio di dimensioni 297x420mm opportunamente suddiviso in:

1. Background del problema: descrizione del contesto, importanza e dimensione del problema, rappresentazione grafica della situazione attuale.
2. Definizione degli obiettivi: sviluppo della situazione attuale verso il livello di performance desiderato attraverso un gap temporale
3. Analisi: necessariamente evitare assunzioni logiche soggettive, ma affidarsi a tecniche/strumenti, quali:
  - Il diagramma di Ishikawa (diagramma causa-effetto): definizione delle principali cause di un particolare evento

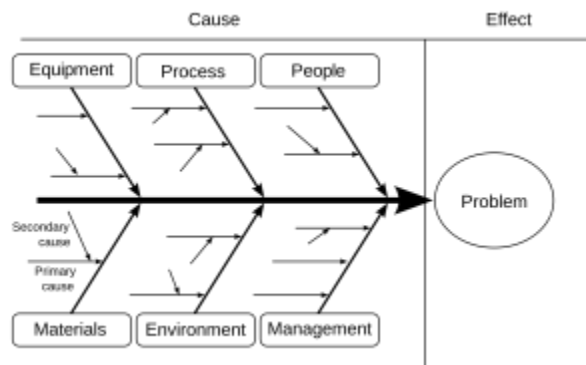


Figura 2.16 Diagramma di Ishikawa

- I 5 perché: serie di domande per arrivare alla causa radice di un problema specifico
- L'analisi di Pareto: definisce "l'importanza" di alcune azioni per risolvere il particolare problema, al fine di limitarne l'analisi a quelle più efficaci.

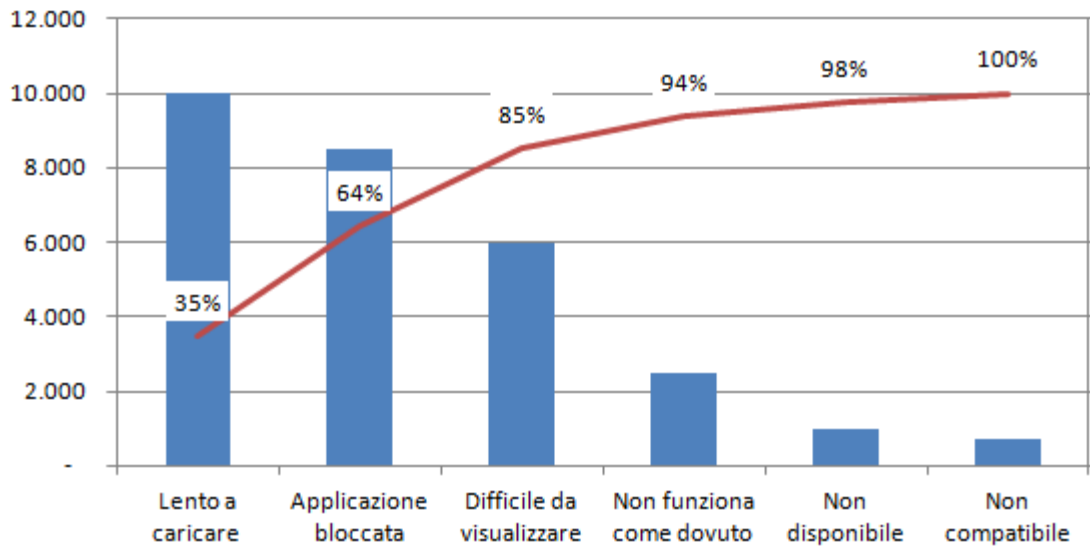


Figura 2.17 Diagramma di Pareto

#### 4. Contromisure:

Contromisure e non soluzioni perché sono collegate ad una “temporanea” soluzione attuale della causa radice, migliorabile in un futuro prossimo; anche in questo ambito è necessario ricorrere ad uno strumento di definizione delle priorità.

#### 5. Piano di implementazione

L’iter di implementazione è un ciclo PDCA classico.

#### 6. Check and Act

- Check: monitoraggio delle operazioni e dell’efficacia/fattibilità del piano PDCA in essere. In particolare i KPI definiti rispecchiano effettivamente ciò che rappresentano.
- Act: è necessaria per assicurarsi che lo sforzo di monitoraggio sia consono al progetto e che tutti i dettagli e problemi siano stati correttamente individuati. Per fare ciò è necessario far riferimento a specifici Standard aziendali di funzioni e processo.

## 2.4 Strumenti e metodi

### 2.4.1 Value Stream Mapping

Il Value Stream Mapping è lo strumento principale della tecnica Lean perché permette appunto l'identificazione del flusso di valore e la sua massimizzazione al fine di creare un flusso continuo di produzione e una risposta istantanea al mercato.

Che cos'è il Value Stream Mapping?

Un processo (o value stream) sono quelle azioni che devono essere eseguite nel modo giusto, nella sequenza corretta e nel momento opportuno per creare valore per i clienti attraverso la risoluzione dei problemi.

Il Value Stream Mapping è uno strumento, disegnato a mano con carta e penna, che aiuta a vedere e capire il flusso dei materiali e delle informazioni mentre un prodotto attraversa il suo flusso del valore.

Si segue il percorso di produzione di un prodotto dal cliente al fornitore e si rappresenta graficamente ogni processo. Poi si disegna una mappa dello stato futuro cercando di ottimizzare il flusso.

L'importanza del VSM

Il Value Stream Mapping è uno strumento semplice e immediato che:

- ✓ Adotta una prospettiva di sistema, non di singolo processo
- ✓ Si focalizza sulle richieste del cliente
- ✓ Riunisce diversi concetti e tecniche lean
- ✓ Collega i flussi di lavoro e di informazioni
- ✓ Riporta le performance di costo, qualità e consegna
- ✓ Porta in evidenza i problemi
- ✓ Rende visibili le decisioni future
- ✓ Pone le fondamenta per un piano d'azione

STEP PRINCIPALI:

1. Selezionare una famiglia di prodotti

Occorre focalizzarsi su una famiglia di prodotti poiché mappare tutti i flussi produttivi sarebbe troppo complesso e dispersivo.

		Fasi di assemblaggio e attrezzature							
		1	2	3	4	5	6	7	8
PRODOTTI	A	X	X	X		X	X		
	B	X	X	X	X	X	X		
	C	X	X	X		X	X	X	
	D		X	X	X			X	X
	E		X	X	X			X	X
	F	X		X		X	X	X	
	G	X		X		X	X	X	

Una famiglia è un gruppo di prodotti che passa attraverso trattamenti simili e su attrezzature comuni nei processi a valle.

Per identificare una famiglia di prodotti ci si concentri sulle fasi finali del flusso del valore (i processi a monte potrebbero servire più famiglie contemporaneamente).

Figura 2.18 Matrice attrezzature-prodotti

2. Identificare il livello di analisi
3. Flussi di materiali e informazioni

Il flusso informativo è importante quanto il flusso fisico poiché è quello che indica a ciascun processo che cosa fare o produrre.

Flusso di materiali e flusso di informazioni sono infatti due facce della stessa medaglia.

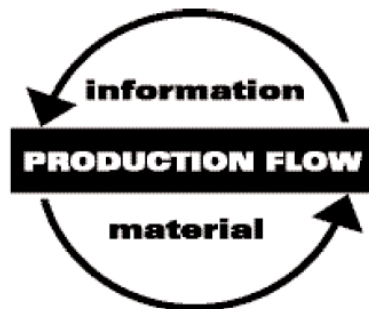


Figura 2.19 Flusso fisico-informativo

NOTE: Non bisogna cercare di disegnare tutti i flussi (in particolare quelli dei materiali) ma concentrarsi sui componenti chiave.

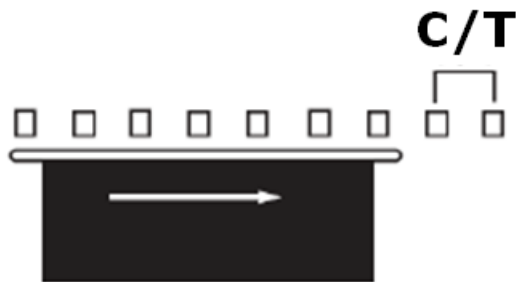
[3] Secondo R.Sundar, A.N.Balaji, R.M.SatheeshKumar :

*“Si possono suddividere le attività a Valore Aggiunto (VA) e l'attività Non a Valore Aggiunto (NVA).”*



#### 4. Metriche

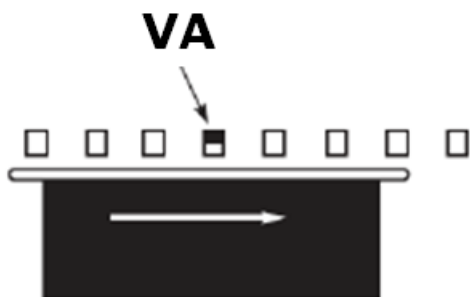
##### Tempo ciclo (C/T)



Frequenza con la quale una parte o un prodotto vengono effettivamente completati da un processo. È anche il tempo che impiega un operatore per svolgere tutti i suoi compiti prima di ripeterli.

Figura 2.20 Tempo ciclo

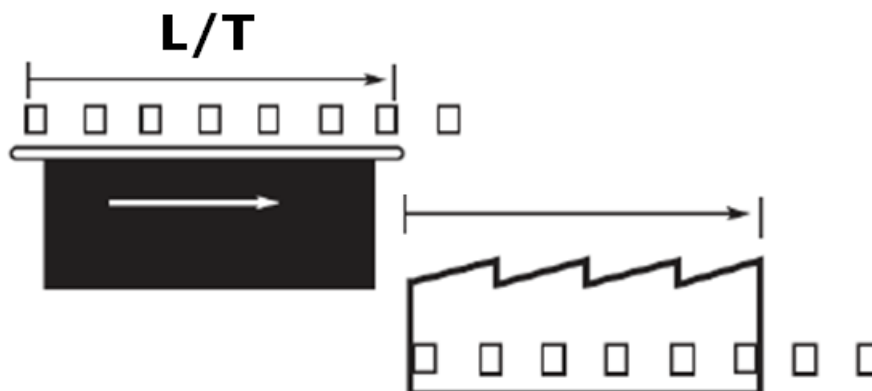
##### Tempo a valore aggiunto (VA)



Durata di quegli elementi di lavoro che effettivamente trasformano il prodotto in un modo che il cliente è disposto a pagare.

Figura 2.21 Tempo a valore aggiunto

##### Lead Time (L/T)

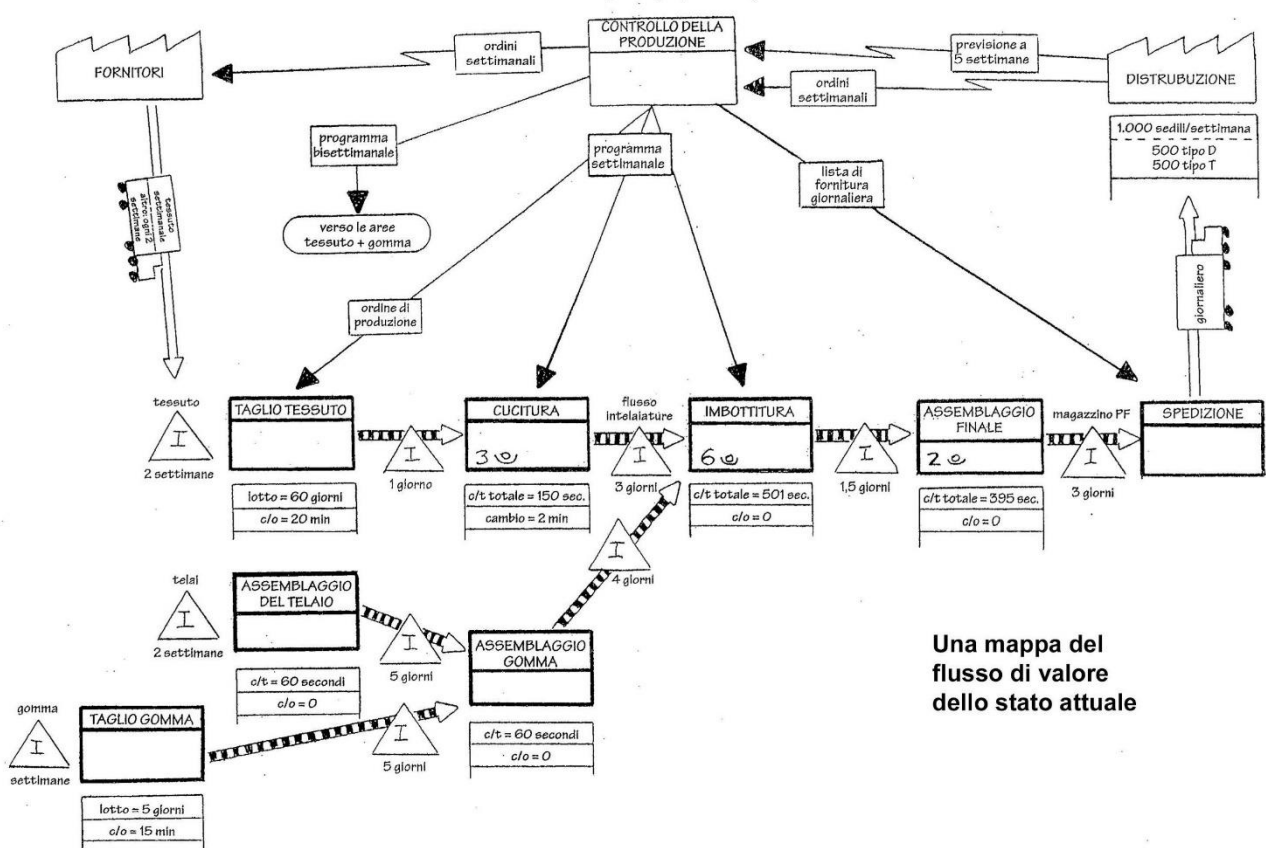


Tempo che impiega un prodotto a passare per tutte le fasi un processo o value stream.

Figura 2.22 Tempo di Lead Time

Consigli per la mappatura:

- Si raccolgano i dati e le informazioni seguendo **in prima persona** i percorsi di materiali e informazioni (genchi genbutsu).
- Si cominci con una **passeggiata lungo l'intera value stream** per avere un'idea generale di processi e flussi.
- Per raccogliere informazioni sui processi si cominci **dalle spedizioni per risalire poi a monte** così da partire con quei processi che sono connessi più strettamente al cliente.
- Utilizzare un **cronometro** e non fare affidamento su tempi standard o file, che potrebbero non riflettere la realtà.
- **Disegnare a mano con una matita**: può essere fatto all'istante, mentre si è in reparto, in prima persona; eventuali modifiche possono essere aggiunte dopo ma intanto si ha una chiara idea dei flussi.



Una mappa del flusso di valore dello stato attuale

Figura 2.23 Value Stream Mapping

## FASI DEL PROCESSO DI VALUE STREAM MAPPING

### (AS-IS)

[4]DEF: flusso di valore (Value Stream):

"l'insieme di tutte le azioni (sia quelle a valore aggiunto, sia quelle non a valore aggiunto) attualmente necessarie affinché una materia prima, attraverso i suoi flussi fondamentali, divenga prodotto finito"

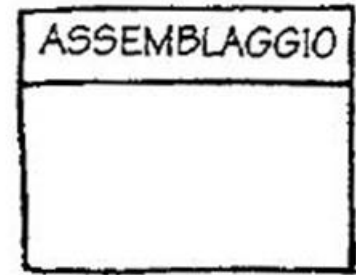


Figura 2.24 Icona di fabbrica

#### A) Definire le esigenze del cliente

Rappresentare il cliente con un'icona di fabbrica, che va posizionata nella mappa in alto a destra.

Al di sotto si disegni un data box che contenga le richieste del cliente e le informazioni relative, come:

- Quantità ordinate per variante di prodotto
- Dimensione ordine (min, max, media)
- Dimensione packaging
- Lotti di ordinazione

Primo sguardo sulla Current State Map

#### B) Disegnare i processi produttivi

Per indicare un processo si usa un process box.

Nel box viene racchiusa un'area in cui il processo è a flusso. Si separano i processi in box diversi ogni qual volta i flussi di materiale si interrompano e i processi siano disconnessi.

#### C) Aggiungere i dati sui processi

Disegnare un data box sotto ciascun processo inserendo i dati utili, come:

- C/T: tempo ciclo
- C/O: tempo di set-up
- Affidabilità (uptime)
- Disponibilità: secondi disponibili in ciascun turno
- EPE\_x: dimensione del lotto produttivo
- N° di operatori per turno
- N° di turni
- N° di varianti produttive
- % di scarti

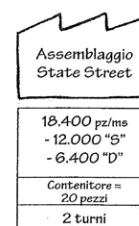


Figura 2.25 Data Box

**D) Disegnare le giacenze**

Rappresentiamo le giacenze con un triangolo di pericolo per indicare dove il flusso si interrompe.

Se le giacenze si accumulano in più di un posto tra due processi, disegnare un triangolo per ciascun posto.

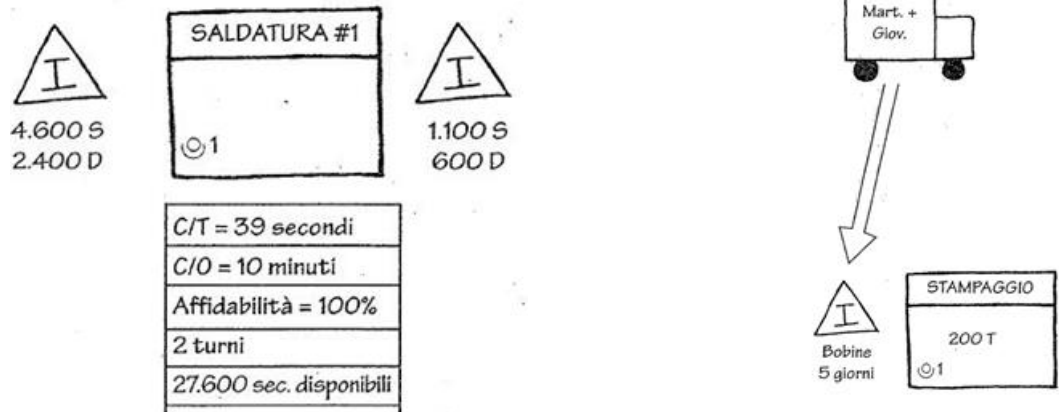


Figura 2.26 Postazione linea completa

**E) Disegnare il flusso esterno di materiali**

Disegnare un'icona che rappresenti il mezzo di trasporto (camion, aereo, treno, nave) e una grossa freccia che indichi il movimento di prodotti finiti dal reparto spedizioni al cliente.

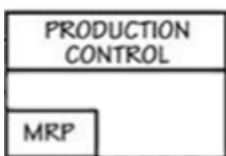


Figura 2.27 Icona del Plant

Dall'altro lato della mappa si rappresenti il fornitore con un'icona di fabbrica e il flusso di materiali da esso all'azienda. Mappare solo una o due materie prime principali.

Aggiungere informazioni quali:

- Frequenza di spedizione
- Dimensione pallet
- Lotti di spedizione

**F) Disegnare i flussi interni di informazioni e materiali**

I flussi di informazioni sono indicati da una freccia sottile, che diventa «a fulmine» quando l'informazione è elettronica. Per descriverla si usa una piccola box, posta sulla freccia.

La programmazione della produzione, se c'è un sistema push, va disegnata con una process box da cui si dipartono i flussi informativi.

Se invece è già presente un sistema pull le informazioni sono veicolate da kanban.

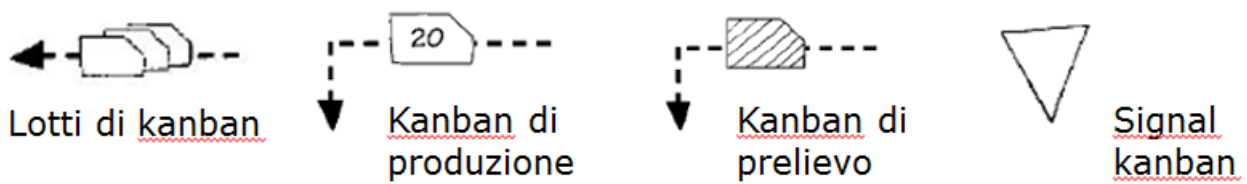


Figura 2.28 Sistema "PULL"

Quando il materiale passa da un processo ad un altro con una logica push, lo si mappa con una freccia a strisce.

In una logica pull, invece, si possono usare le seguenti icone:

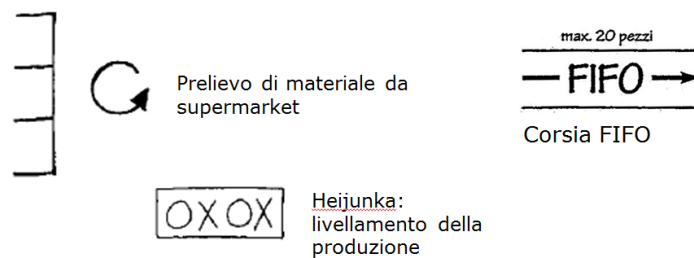


Figura 2.29 Icone logica "PULL"

**G) Calcolare il lead time**

Si disegni una linea del tempo sotto i processi e le scorte per definire il lead time di produzione, cioè il tempo che un pezzo impiega ad attraversare la fabbrica, da quando arriva come materia prima a quando viene spedito al cliente.

**Sguardo finale sulla Current State Map**

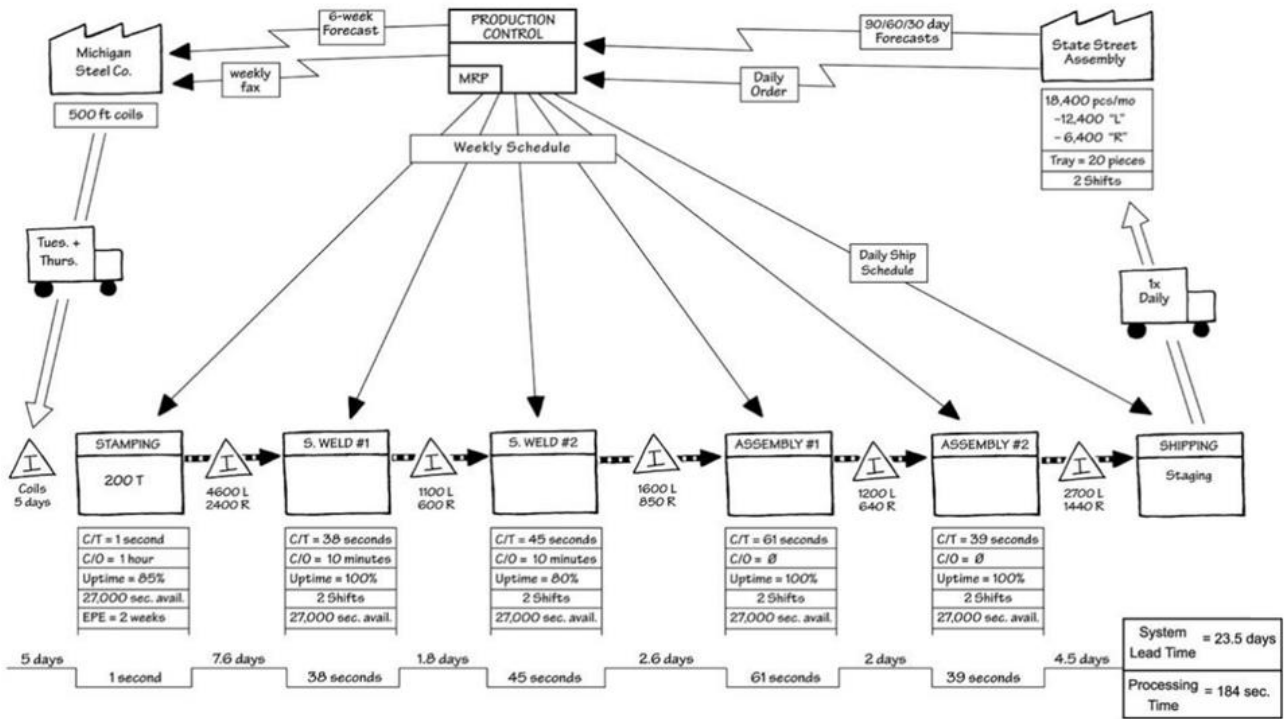


Figura 2.30 Current State Map

**(TO-BE)**

**A) Takt Time**

Indica quanto spesso si dovrebbe produrre una parte o un prodotto per soddisfare la domanda. È la cadenza con cui il cliente sta acquistando il prodotto.

È un numero di riferimento che indica il ritmo a cui dovrebbero lavorare i processi a valle che sono più vicini al cliente.

$$\text{TAKT TIME} = \frac{\text{Tempo di lavoro disponibile per turno}}{\text{Domanda del cliente per turno}}$$

**B) Flusso continuo**

Flusso continuo significa produrre un pezzo alla volta, in modo tale che ogni pezzo passi da una fase all'altra del processo senza interruzioni.

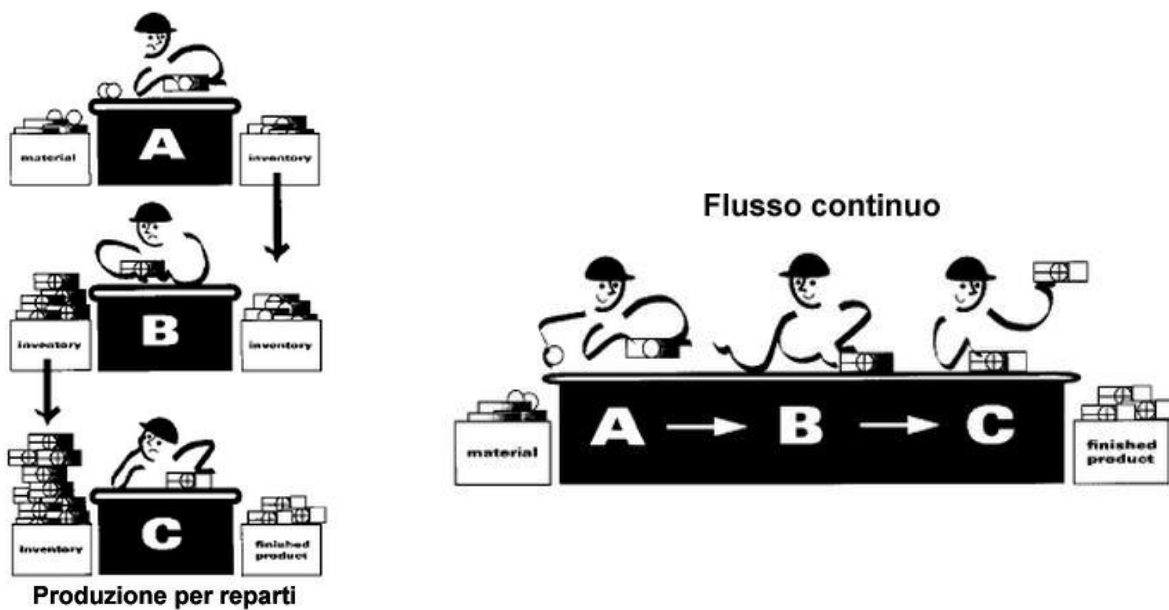


Figura 2.31 Produzione per processo vs flusso continuo

Nello stato futuro ideale ogni box di processo dovrebbe descrivere un'area di flusso dove i lead time e le fermate sono simili, i tempi di set-up ridotti al minimo, le macchine sono più piccole così da poter essere disposta a flusso.

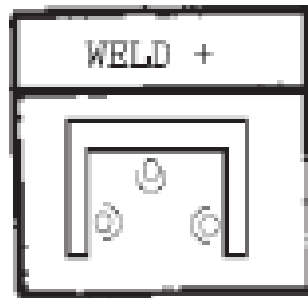


Figura 2.32 "Cella" di produzione

Dove si può introdurre un flusso continuo? Esempio

Il grafico mostra i tempi ciclo (C/T) dei processi in relazione al Takt Time.

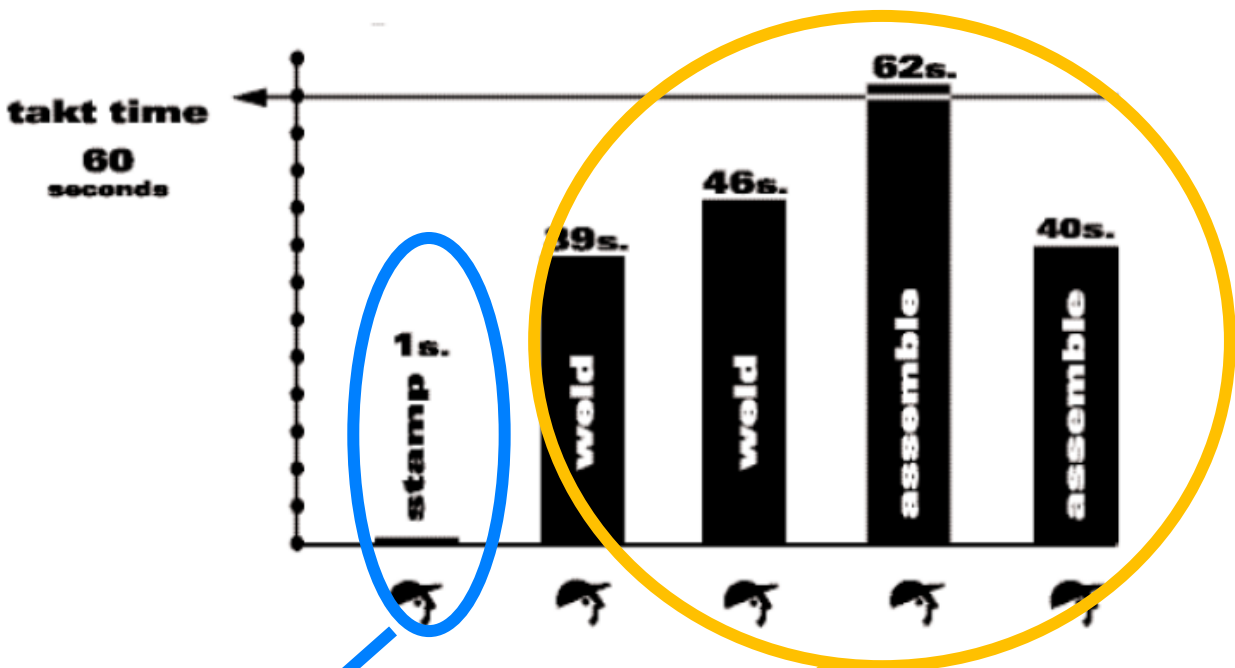


Figura 2.33 Takt time vs fasi processo

- Non dedicato alla famiglia di prodotti
- C/T distante dal Takt Time
- Produzione a lotti controllata da un sistema pull basato su un supermarket.
- C/T simili tra loro
- C/T vicini al Takt Time
- Dedicati alla famiglia di prodotti
- Flusso continuo



L'approccio Lean prevede di unire questi processi in un flusso continuo senza magazzini e di distribuire gli elementi del lavoro agli operatori cosicché ciascuno sia appena al di sotto del Takt Time.

Kaizen di processo:

$$\begin{aligned} \text{OPERATORI NECESSARI} &= \frac{\text{Tot tempi saldatura e assemblaggio}}{\text{Takt Time}} = \frac{39 + 46 + 62 + 40}{60} = \\ &= \mathbf{3,12} \end{aligned}$$

TARGET: 3 OPERATORI

4 operatori sarebbero sottoutilizzati, ma per tenere solo 3 operatori occorre ridurre il contenuto del lavoro.

### C) Supermarket

Si ricorre ai supermarket quando non è possibile creare un flusso continuo.

Alcuni processi infatti:

- Hanno tempi cicli molto veloci o lenti e fanno set-up per servire più famiglie di prodotto
- Sono distanti e non è fattibile spedire un pezzo alla volta
- Hanno un lead time troppo lungo o instabile per essere accoppiati direttamente ad altri processi con un flusso continuo

Anziché schedare separatamente questi processi, li si collega al processo «cliente» tramite un sistema pull basato sui kanban, con un supermarket che separa il flusso.

supermarket pull system

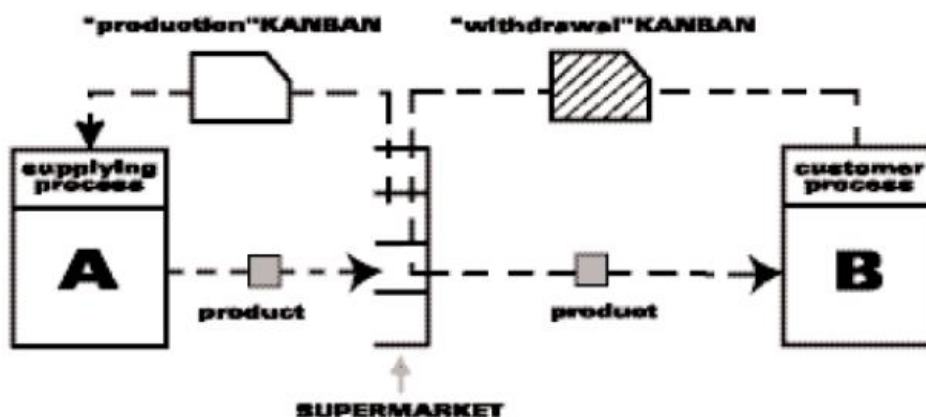


Figura 2.34 Produzione per il "magazzino"

Produrre a un supermarket di prodotti finiti o direttamente per la spedizione?

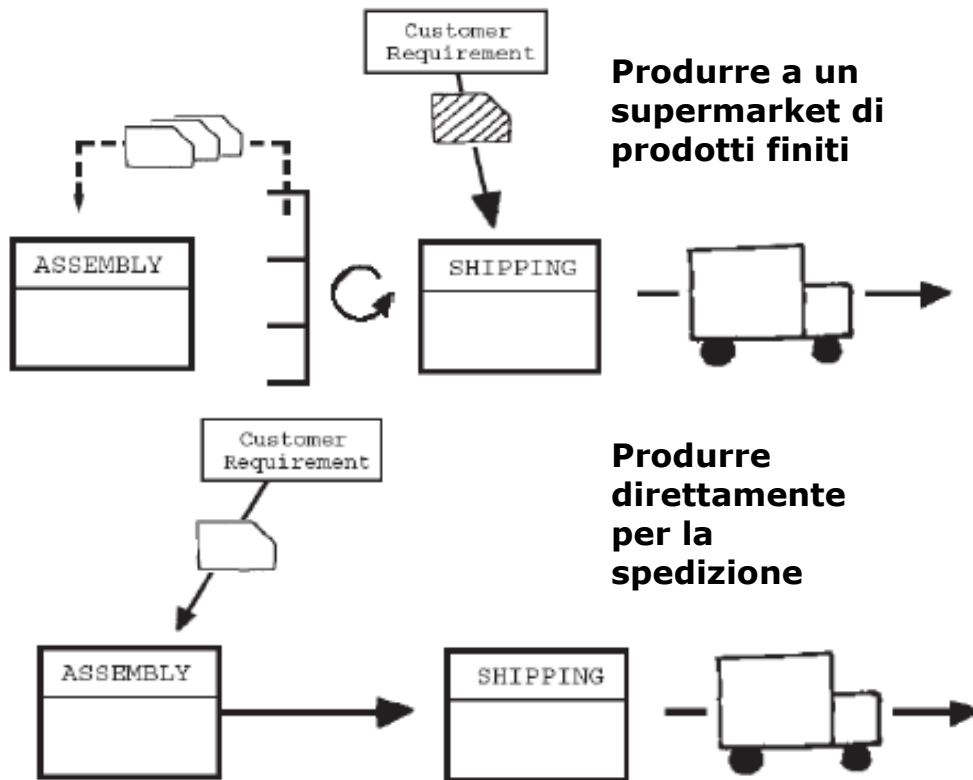


Figura 2.35 Produzione per il “magazzino” o per la “spedizione”?

Per scegliere occorre valutare:

- Prevedibilità della domanda
- Fattibilità e costo di stoccaggio
- Capacità produttiva
- Mix di prodotti (n° varianti)

Conviene produrre a un supermarket quando la domanda oscilla in modo imprevedibile ma i prodotti hanno basso mix e quindi possono essere facilmente gestiti a magazzino a un costo contenuto. Il supermarket fa da cuscinetto di protezione contro la variazione della domanda e della capacità produttiva richiesta.

(Per prodotti custom (alto mix) potrebbe non essere fattibile creare un supermarket di prodotti finiti).

#### D) Processo pacemaker

Con un sistema pull occorre schedulare solo un punto della Value Stream, detto processo pacemaker perché detta il passo di tutti gli altri processi a monte.

I trasferimenti di materiale dal pacemaker al processo finale devono avvenire con un flusso continuo, senza supermarket in pull.

Per questo il pacemaker di solito è individuato nel processo più a valle della Value Stream.

### selecting the "Pacemaker Process"

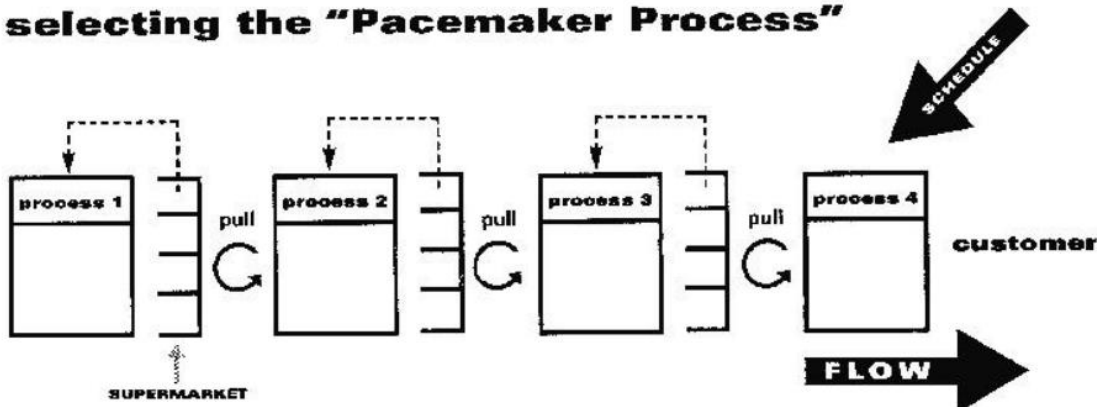


Figura 2.36 Processo "Pacemaker"

(Per prodotti custom o su commessa non è possibile avere un magazzino di prodotti finiti).

Occorre infatti schedulare il processo pacemaker più a monte e poi andare a flusso, così da poter avere un supermarket di semilavorati anziché di prodotti finiti.

#### E) Livellare (heijunka) il mix di prodotto

Significa distribuire in modo omogeneo la produzione delle diverse varianti di prodotto nel tempo.

Livellando il mix al processo pacemaker si è in grado di rispondere alle diverse richieste del cliente con lead time brevi e piccoli stock di prodotto finito.

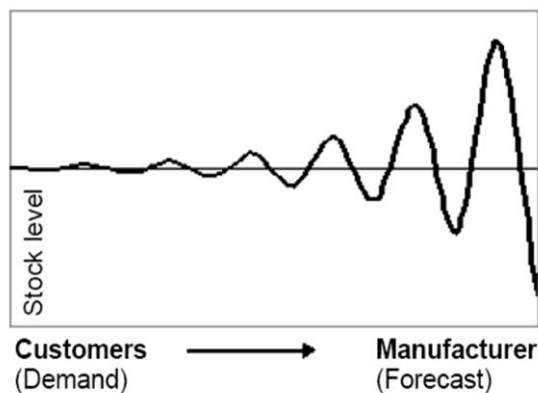


Figura 2.37 Effetti del "livellamento del carico"

Nasce dall'esigenza di ridurre l'instabilità nel processo produttivo: se l'assemblaggio lavora per lotti, anche i semilavorati saranno consumati in lotti, ma poiché le variazioni nella programmazione del processo a valle si amplificano a monte (effetto frusta), i magazzini tendono ad essere sempre più grandi andando verso monte.

Ci sono due soluzioni con cui il lotto di kanban può essere intercettato e livellato.

OPZIONE A:

La programmazione della produzione inserisce i kanban di prelievo in una sequenza mista nella zona di livellamento. Questa fa sì che i kanban di prelievo dal supermarket e da esso al processo precedente seguano il mix e la quantità prestabilita.

OPZIONE B:

La programmazione della produzione manda il lotto ordini del cliente così come sono alla spedizione che preleva il corrispondente dal supermarket. Questo attiva un kanban di produzione che, prima di arrivare al processo a monte, viene livellato secondo il mix prestabilito.

NOTE: Lo svantaggio dell'opzione B rispetto alla A è che ogni volta un intero lotto di prodotti finiti viene spostato alla spedizione. Ma lo scopo del VSM è proprio di evitare i lotti per avvicinarsi il più possibile al flusso continuo.

**F) Livellare (heijunka) il mix di volume**

- Stabilire una cadenza per la produzione fa sì che il flusso produttivo sia prevedibile e che i problemi siano quindi immediatamente evidenti.
- Si inviano al processo pacemaker degli ordini di produzione che contengono solo una piccola quantità di lavoro (pitch) e intanto prelevare un uguale ammontare dai prodotti finiti.

PITCH = Takt Time \* dimensione del contenitore

Uno strumento semplice e pratico per livellare il mix di prodotto e volume è la cassetta di livellamento (heijunka box).

Ogni riga contiene una diversa variante di prodotto mentre ogni colonna è un pitch di lavoro.

I kanban vengono posizionati nel box nella sequenza di mix stabilita; saranno poi prelevati e portati al processo pacemaker ad ogni pitch.

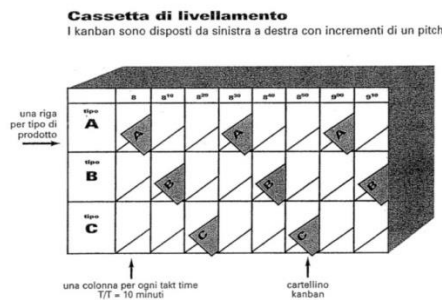


Figura 2.38 "Heijunka box"

**G) Every Part Every\_\_day – EPE\_day**

L' EPE\_x descrive quanto frequentemente un processo è interessato da set-up per produrre tutte le differenti varianti di prodotto.

Di solito il target iniziale per i prodotti altorotanti è di fare almeno EPE\_day (ogni parte ogni giorno).

MEZZI:

- Ridurre i lotti al minimo
- Ridurre i tempi di set-up

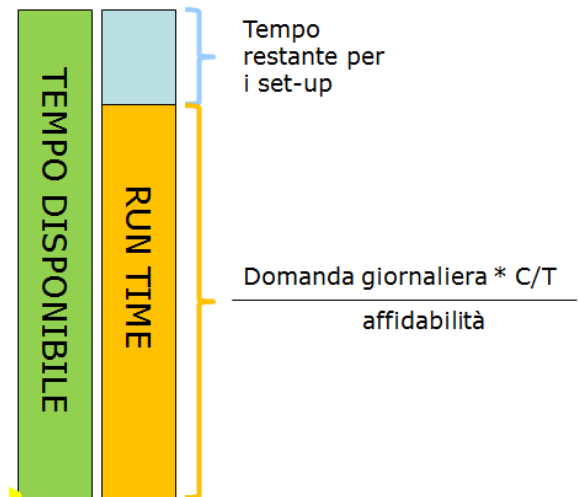


Figura 2.39 Tempo disponibile vs Tempo effettivo

TO-BE MAP:

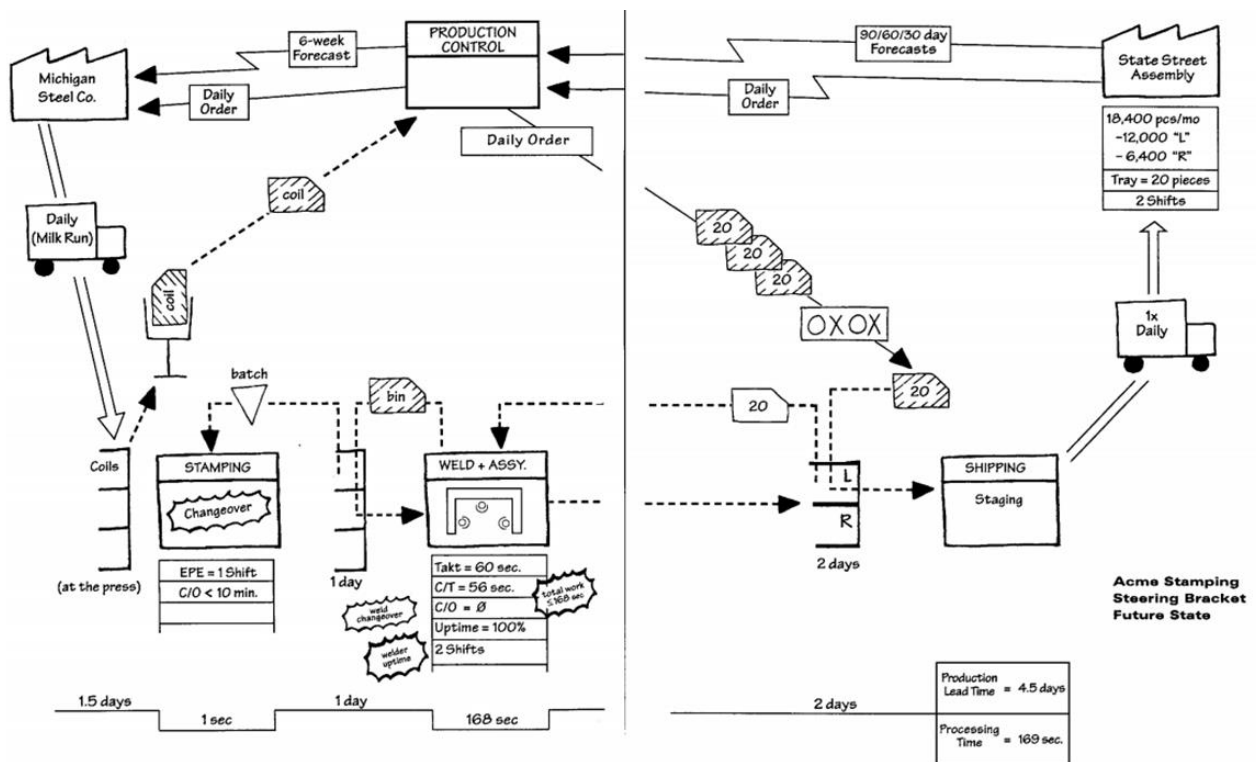


Figura 2.40 To-Be Map

Come implementare il TO-BE:

1. Dividere il piano in piccoli passi misurabili;
2. Identificare un responsabile per ciascuna fase.

## 2.4.2 Poka Yoke

### Obiettivi:

- Miglioramento qualità del prodotto all'interno del processo
- Riduzione degli errori
- Blocco errori all'individuazione

### Personale coinvolto:

- Manager dello standard: Ingegneri di processo
- Collaboratori: Lean Development Office, Operations
- Destinatari: Operatori di produzione

### Processo:

- Definire uno standard che aiuti ad evitare errori umani e difetti e ad individuarli e risolverli subito.
- Eliminare difetti attraverso la prevenzione.

Di seguito l'elenco dei 6 principi fondamentali:

1. Eliminazione: ridimensionamento del prodotto-processo, al fine di rendere la parte-fase non più necessaria
2. Sostituzione: miglioramento dell'affidabilità, sostituendo un processo imprevedibile con uno più affidabile
3. Prevenzione: progettazione con obiettivo zero-errori.
4. Ausilio: utilizzo di metodi specifici e raggruppamento delle fasi al fine di semplificare al massimo il processo (es. controllo visivo)
5. Ispezione: identificazione precoce dell'errore al fine di evitare il proseguimento nel flusso.
6. Mitigazione: cercare di attenuare gli effetti derivanti dagli errori.

### Metodi Poka-Yoke:

1. Metodi basati sulla prevenzione: rilevano un'anomalia che sta per verificarsi ed, in base alla gravità, definiscono le modalità di intervento; ne esistono 2 approcci:
  - Metodo di controllo: rileva immediatamente l'errore e blocca la linea/processo, così da permettere un intervento repentino ed evitare l'ingenerare di ulteriori errori.
  - Metodo di segnalazione: rilevazione di anomalie attraverso segnali acustici, luci o altri dispositivi; tuttavia, non blocca il processo. Si usa quando c'è una certa tolleranza di errore nel processo
2. Poka-Yoke basati sull'ispezione:

Nei processi in cui non è economicamente vantaggioso l'impiego diffuso dei metodi di prevenzione, si utilizzano quest'altri metodi che rilevano l'errore alle prime fasi; ne esistono di 3 tipi:

  - Metodo del contatto: rilevazione di non-conformità dimensionali e di forma attraverso il contatto diretto con il pezzo in esame.
  - Motion Step Method: controllo che l'operatore e/o il processo non esegua erroneamente una fase non prevista dal processo.

### 2.4.3 Zoning

#### Obiettivi:

Lo Zoning è una suddivisione e delimitazione della zona di lavoro in diverse aree destinate ad usi e funzioni specifiche. Questo strumento oltre a permettere una gestione più efficiente dello spazio, migliora la disposizione di attrezzature e materiali, rende il posto di lavoro più sicuro e mette in evidenza eventuali deviazioni dallo standard.

#### Personale coinvolto:

Quest'attività viene realizzata dal *Value Stream Leader – Operatori – Team Leader*

#### Processo:

Utilizzando colori diversi, ognuno con un preciso significato, viene realizzata la segnaletica orizzontale, ossia delle linee che delimitano gli spazi delle aree.

Ogni materiale (attrezzature, semilavorati, materie prime) che può essere soggetto a movimento durante le operazioni di lavoro deve avere un'area definita.

Il colore va scelto secondo questi criteri:

	<u>ZONA PRINCIPALE</u> giallo	Larghezza 75 o 100mm
	<u>PRODOTTO FINITO</u> verde	Larghezza 50 o 75mm
	<u>MATERIALE IN LAVORAZIONE</u> blu	Larghezza 50 o 75mm
	<u>MATERIALE NON CONFORME</u> rosso	Larghezza 50 o 75mm
	<u>ZONA PERICOLOSA</u> giallo/nero	Larghezza 50 o 75mm
	<u>ZONA CONTENITORI VUOTI</u> bianco/blu	Larghezza 50 o 75mm
	<u>ZONE VARIE</u> (posizione carrelli, attrezzi, ecc.) bianco	Larghezza 50 o 75mm

Figura 2.41 Colori per Zoning

Esempio: Non vi deve essere materiale a terra in aree non identificate

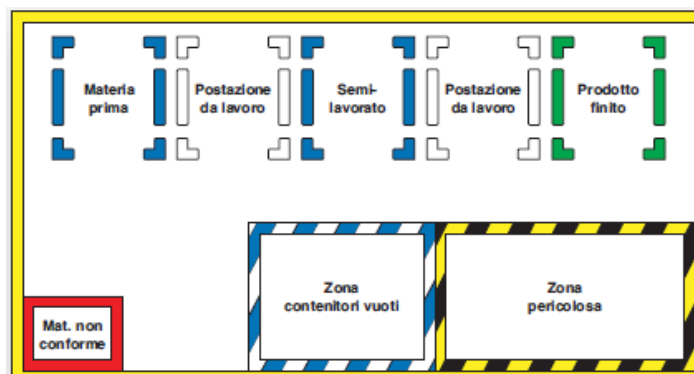


Figura 2.42 Esempio di zoning multiplo corretto

## 2.4.4 TPM: Total Productive Maintenance

Di seguito nel paragrafo si analizzerà la struttura costituente il TPM, intesa come principio di funzionamento, mentre per l'approfondimento riguardante strumenti e facilities utilizzati, si rimanda al capitolo 3, oggetto principale dell'elaborato, in cui si dedicherà ampio spazio alla definizione di ogni singolo strumento incontrato e usato nel corso dello stage.

DEF: È un programma che rafforza il sistema di miglioramento continuo dell'azienda. Si focalizza sulle macchine e si basa sul coinvolgimento totale delle persone che le gestiscono, sia operativamente (operatori, team leader, manutentori) sia dagli uffici (ingegneri, progettisti). E' inoltre il campo in cui si è sviluppato l'elaborato.

Il TPM, adattato alle esigenze Carel, viene affrontato nei suoi primi 3 pilastri.

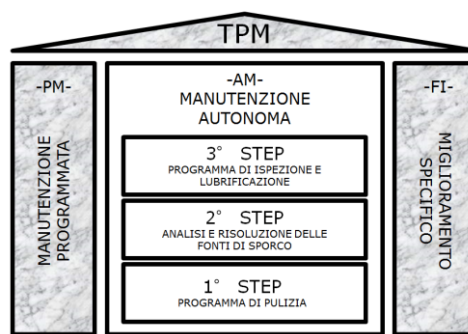


Figura 2.43 "Tempio" TPM

1. **MANUTENZIONE AUTONOMA:** Si focalizza sugli operatori che diventano "autonomi" nel gestire le macchine della propria linea: imparano a conoscere meglio le macchine, ad assicurarne il funzionamento ottimale ed ad effettuare alcune attività a supporto della manutenzione.
2. **MIGLIORAMENTO SPECIFICO:** Integrazione nel sistema di miglioramento continuo esistente di PDCA delle Value Stream; evoluzione degli standard di linea e di manutenzione macchine.
3. **MANUTENZIONE PROGRAMMATA:** Si focalizza sull'interazione tra manutentori e operatori per affrontare e prevenire le anomalie, massimizzando la vita utile delle macchine. Contenimento e gestione dei guasti a fronte di una manutenzione programmata più solida e un PDCA di miglioramento.

### Obiettivi:

- Per rafforzare il sistema di miglioramento continuo attraverso la focalizzazione sui macchinari e il coinvolgimento totale delle persone che li gestiscono.
- Per mettere i macchinari nelle condizioni ideali facendo crescere gli operatori come garanti e tutori delle attrezzature di linea.
- Per prevenire i guasti ed eliminare le perdite di produttività.



**Personale coinvolto:**

- Manager dello standard: **Centro Di Competenza TPM**
- Collaboratori: **Lean Development Office**
- Destinatari: **Team Leader, Operatori, Manutentori di VS, Value Stream Leader, Process Engineer**

**COSA apporta l'integrazione del TPM:**

- Definisce la procedura per risolvere le anomalie e proporre miglioramenti, in particolare quelli relativi alle attrezzature.
- Descrive il metodo per monitorare lo stato di avanzamento delle attività di manutenzione (autonoma e programmata).

**COME funziona il TPM:**

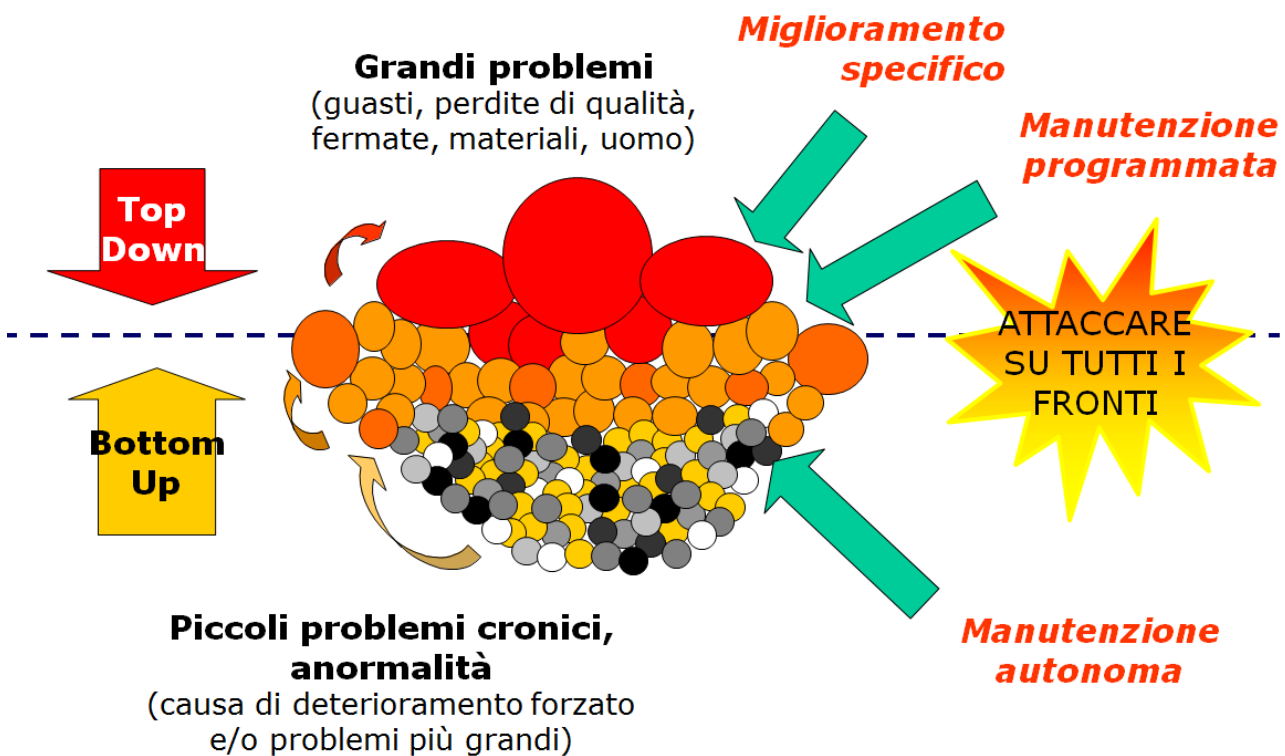


Figura 2.44 Obiettivi TPM

Le linee produttive che hanno superato l'audit di 4<sup>a</sup>-5<sup>a</sup> S possono iniziare il programma TPM.

## 1. MANUTENZIONE AUTONOMA

### A) Sicurezza dell'operatore

Le attività di manutenzione autonoma hanno lo scopo di accrescere le competenze e le conoscenze che l'operatore ha dell'attrezzatura con cui lavora. Queste attività non possono mai prescindere dalla tutela della salute e sicurezza dell'operatore. Ogni attività diversa da quelle inerenti l'ordinaria produzione richiede, prima di essere eseguita, di essere valutata dal punto di vista della sicurezza. L'operatore insieme al preposto deve individuare eventuali pericoli, valutarne i rischi e le opportune misure di prevenzione e protezione.

### B) Vela PDCA di 1° livello

La vela nell'area produzione dedicata alle 5S viene integrata per accomodare la gestione unitaria delle 5S e del TPM per le linee che hanno intrapreso il programma. La vela è divisa in quattro zone:

- Zona **Rossa**: informazioni generali.
- Zona **Gialla**: attività condivise 5S e TPM.
- Zona **Purpla**: attività di manutenzione autonoma (AM) TPM.
- Zona **Verde**: audit di 5S e AM (TPM).

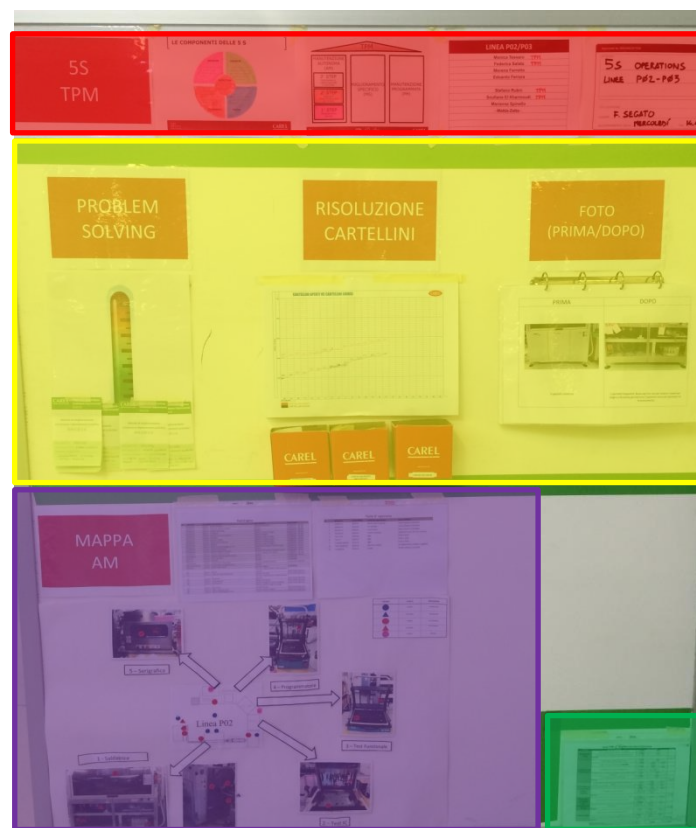


Figura 2.45 Vela PDCA 1° livello

### C) Cartellini TPM

Quando si individua un'anomalia o un miglioramento legato a un'attrezzatura l'operatore o il team leader ne prende nota su un cartellino TPM. Il cartellino deve contenere i seguenti dati:

- Data di compilazione
- Linea produttiva
- Macchina a cui il cartellino si riferisce
- Nome della persona che esegue la segnalazione
- Breve descrizione del problema

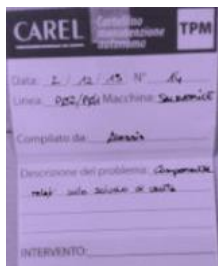


Figura 2.46 Esempio cartellino TPM

Attaccare la **copia originale** del cartellino sulla macchina nel punto esterno più vicino possibile al problema, senza che ostacoli lo svolgimento del lavoro.

Posizionare la **seconda copia** nella scatola "Nuovi cartellini aperti" nella zona **Gialla** relativa a 5S e TPM denominata "Risoluzione Cartellini".

Attaccare la **terza copia** sul termometro nella zona **Gialla** relativa a 5S e TPM denominata "Problem Solving". La posizione verticale del cartellino sul termometro indica l'importanza/urgenza della risoluzione dell'anomalia.

I cartellini che si riferiscono a quelle attività che possono essere svolte direttamente dagli operatori sono rimossi dal termometro e pianificati dal team leader nella Vela di pianificazione visibile delle attività 5S.

### D) CSM di linea

Il CSM (Carel Standard Manutenzione) di linea è il documento che contiene tutte le informazioni utili all'operatore per la manutenzione della linea. È costituito da:

- Elenco dei punti di sporco e ispezione
- Programma di pulizia e ispezione degli operatori
- Checklist delle firme
- OPL (One Point Lesson): lezione concisa su un argomento specifico

I punti di sporco e ispezione e il relativo programma possono derivare da:

- Initial cleaning: kick off del programma TPM in cui si aprono le macchine e le si rimette in condizioni di pulizia ideale.
- Cartellini TPM: anomalie che vengono gestite come punti di pulizia o ispezione.
- Punti gestiti dagli operatori precedentemente in carico alla manutenzione.
- Programma di pulizia da 5S

Il programma di pulizia e ispezione di linea è riportato, con appositi simboli e codici colore, sulla mappa relativa alla linea e alle sue attrezzature, situata nella zona **Viola** della Vela di PDCA di 1° livello, denominata “Mappa AM”.

### E) Pianificazione visibile delle attività 5S

Ciascuna Value Stream può scegliere lo strumento che ritiene più appropriato allo scopo di gestire i cartellini TPM unitamente ai cartellini verdi di miglioramento risolvibili dal team durante le attività 5S-TPM. Gli operatori vi pianificano le attività di miglioramento che possono svolgere autonomamente rimuovendole dal termometro della zona **Gialla** relativa a 5S e TPM denominata “Problem Solving”.

Esempio di pianificazione attività 5S di Value Stream:



Figura 2.47 Esempio di piano 5S di VS

Esempio di pianificazione attività 5S di linea:

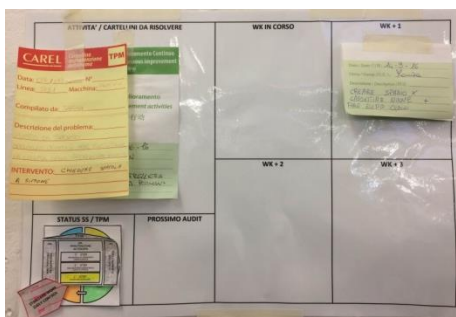


Figura 2.48 Esempio di piano 5S di linea

### F) Audit AM

I tre step di manutenzione autonoma (AM) sono sottoposti a tre audit.

**Audit 1° step AM.** Verifica:

- La capacità di segnalare le anomalie (parti rotte, usura, malfunzionamenti, rumore, vibrazioni ecc.).
- La presenza di una mappa dei punti di sporco e di un piano di pulizia; controlla inoltre che le attrezzature e la linea siano pulite in base a quanto previsto dal piano.
- Che la Vela PDCA di 1° livello sia aggiornata in base allo standard TPM.
- La continuità delle curve di emissione e risoluzione dei cartellini.
- La consapevolezza degli operatori sulle attività in corso.

**Audit 2° step AM.** Oltre a garantire il mantenimento del 1° step, verifica:

- La comprensione delle cause dello sporco e l'implementazione di contromisure per le fonti di sporco.
- La definizione dei tempi obiettivo e la raccolta dei tempi effettivi per la pulizia, controlla inoltre che sia in atto un processo di riduzione degli stessi.
- Che siano state adottate delle contromisure per agevolare le pulizie nei pressi delle macchine, l'accesso e l'ispezione.
- La continuità nel processo di segnalazione e risoluzione delle anomalie.
- Che gli operatori si informino e comprendano le soluzioni adottate dal tecnico, dal Process Engineer o dal CDC per risolvere le anomalie e che siano a conoscenza degli interventi esterni fatti sulla linea.

**Audit 3° step AM.** Oltre a garantire il mantenimento del 1°e del 2° step, verifica:

- La presenza di una mappa delle manutenzioni di linea e di un programma di pulizia ed ispezione. Verifica inoltre che quest'ultimo sia applicato con regolarità.
- Che sia in atto un processo di miglioramento del piano di pulizia ed ispezione.
- La continuità nel processo di segnalazione e risoluzione delle anomalie.
- L'assegnazione agli operatori di ispezioni e semplici manutenzioni precedentemente in capo alla manutenzione.
- La conoscenza degli operatori del CSM di linea, della sua composizione e del suo utilizzo.
- La maggiore consapevolezza della struttura e del funzionamento delle attrezzature di linea, nonché della loro manutenzione.
- Il supporto e l'integrazione del Manutentore e del Process Engineer nel processo di miglioramento.

## 2. MANUTENZIONE PREVENTIVA

Con cadenza almeno settimanale il Process Engineer

- Verifica le tarature in scadenza e le schedula nel visible delle manutenzioni (vedi 2.1).
- Pianificazione delle manutenzioni su Visible di Value Stream, al fine di concordare tra manutentori e linea le attività da svolgere.



Figura 2.49 Esempio di Visible di VS manutenzione programmata

## 3. MIGLIORAMENTO SPECIFICO

Con cadenza almeno settimanale il Process Engineer:

- Controlla i nuovi cartellini sul termometro e li categorizza, come avviene per le 5S, in cartellini che possono essere risolti dagli operatori durante le attività di 5S e quelli che richiedono l'intervento del Manutentore o del Process Engineer
- Verifica i guasti avvenuti in linea e decide se e come far partire una attività specifica, anche di analisi, nel PDCA (vedi 2.2, 2.3)

**Queste attività di analisi possono portare all'aggiornamento di una procedura di manutenzione esistente, alla generazione di un nuovo documento di manutenzione, alla sostituzione di un componente con uno di qualità migliore, alla revisione del progetto della macchina e alla modifica di quest'ultima.**

#### 4. CENTRO DI COMPETENZA TPM

A seguito dell'incontro settimanale dell'Ingegneria di Produzione, il CdC TPM e i Process Engineers si accordano al fine di:

1. Controllare l'avanzamento delle attività TPM delle singole linee.
2. Comunicare le risoluzioni trovate a fronte dei fermi macchina e dei cartellini aperti dagli operatori.  
Se necessario sono rivisti i tempi di manutenzione delle singole macchine.
3. Condividere e prioritizzare i progetti di miglioramento in corso.
4. Diffondere le innovazioni tecnologiche a fronte di soluzioni implementate su una linea pilota.
5. Far evolvere e divulgare degli standard di manutenzione.
6. Gestire le squadre di manutenzione e le risorse in caso di progetti o situazioni straordinari.

##### A) Altre attività del CdC TPM

In capo al CdC TPM restano, inoltre, le seguenti attività:

- Sessioni di approfondimento e verifica nelle value stream riguardanti:
  - Singoli progetti di miglioramento nell'ambito manutenzione e sicurezza.
  - La corretta compilazione delle cause di guasto e la loro analisi, secondo lo standard CSM000004.
  - La gestione del visibile manutenzioni.
- Formazione del PE riguardo alle tematiche TPM con il fine di rendere il PE autonomo nella gestione ed evoluzione del programma e del visibile manutenzioni. Il percorso di formazione prevede l'affiancamento del CdC TPM al PE durante i tre step TPM come guida e supporto.
- Supporto al manutentore:
  1. per la formazione riguardante le competenze tecniche.
  2. nella metodologia da applicare all'analisi dei guasti per la ricerca della causa radice.
  3. nella manutenzione migliorativa: scelte tecniche e rispetto standard di sicurezza.
- **Riorganizzazione dei piani di manutenzione e dell'organico all'interno delle Value Stream a fronte dei dati raccolti dai fermi produzione e dagli procedure di manutenzione.**

**NOTE:** I contenuti in grassetto sono oggetto dell'elaborato sviluppato al capitolo 3 del presente documento.

## 2.5 Gestione materiali

### 2.5.1 Kanban

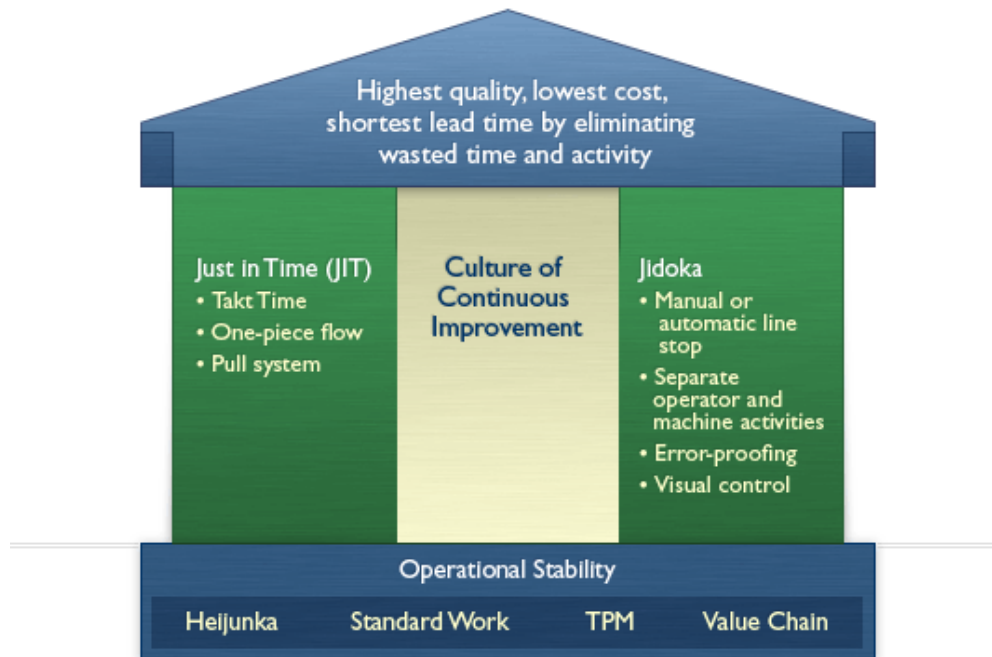


Figura 2.50 Principi Lean

#### I TRE PRINCIPI DEL JIT 1/3:

##### 1. Takt Time:

Tutte le fasi avanzano alla cadenza richiesta dal mercato

Esempio:

se richieste medie dei prodotti di una famiglia = 460 pezzi/giorno e se le lavorazioni della famiglia sono realizzate su 1 turno da 8h - 20' di pausa (= 460 minuti), allora takt time = 460 minuti / 460 pezzi = **1 minuto/pezzo**.

##### 2. Flusso:

Il prodotto avanza tra le fasi senza mai fermarsi

**Flusso 1 pezzo per volta:**(Produzione tradizionale)

Aree di lavoro separate

Work-in-process mandato al processo successivo

Richiede molto work-in process

**Produzione One Piece Flow**

1. Le lavorazioni sono vicine

2. Ognuno lavora su una singola unità



3. **Nessuna attività deve essere intrapresa senza una specifica richiesta del cliente** (processo a valle o cliente esterno).

Push: lavorazioni spinte tra i reparti grazie ad un sistema di previsioni, appuntamenti e code.

NOTE: Utilizzando la logica push la scorta presente tra i processi (WIP – work in process) non è controllata.

Pull: lavorazioni effettuate in seguito ad un consumo proveniente da valle

ANALISI DELLA DOMANDA:

A partire dalla **domanda** (e non del consumo) dei prodotti finiti, utilizzando la distinta base, si ottengono la domanda di semilavorati e delle materie prime.

La domanda viene classificata (cross analysis) in base a:

- **CONSUMO (Classificazione ABC)**
  - A **80%** dei volumi
  - B volumi compresi **tra l'80% e il 95%**
  - C volumi compresi **tra il 95% e il 100%**
- **FREQUENZA (5 classi\*)**
  - A Almeno 1 volta ogni 3gg
  - B Almeno 1 volta tra 3 e 10gg
  - C Almeno 1 volta tra 10 e 20gg
  - D Almeno 1 volta in più di 20gg
  - E Nessuna movimentazione

*\*I valori delle classi dipendono dal settore*

CLASSIFICAZIONE DEI MATERIALI:

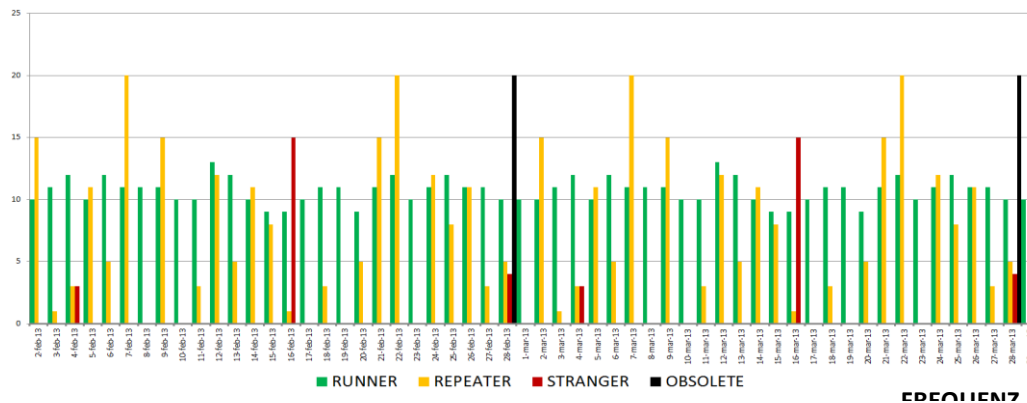


Figura 2.51 Classificazione materiali in frequenza

- **RUNNER** alto consumo e alta frequenza
- **REPEATER** consumo variabile e alta frequenza
- **STRANGER** consumo basso o intermittente e bassa frequenza
- **OBSOLETE** consumo variabile e bassissima frequenza
- **NO MOVING** nessun consumo e frequenza nulla

CROSS ANALYSIS:

Dopo aver analizzato la domanda su consumo e frequenza i codici dovranno essere collocati all'interno di questa matrice: (GESTIONE A KANBAN)

		Ogni 3gg	Tra 3 e 10gg	Tra 10 e 20gg	Più di 20gg	Nessuna Movim.
		A	B	C	D	E
CONSUMO	A	RUNNER	RUNNER	STRANGER	OBSOLETE	NO MOVING
	B	RUNNER	REPEATER	STRANGER	OBSOLETE	
	C	REPEATER	REPEATER	STRANGER	OBSOLETE	

Figura 2.52 Consumo vs frequenza utilizzo

KANBAN: letteralmente “segnale”

Il sistema kanban é un **sistema di gestione e controllo della produzione** estremamente **semplificato**

La quantità da produrre non viene calcolata sulla base di una previsione del fabbisogno, ma serve a reintegrare il reale consumo del reparto a valle (logica “pull”).

Tale sistema assume una funzione autoregolante della produzione in quanto non necessita di una continua attività di confronto tra fabbisogno reale e previsto.



Figura 2.53 Cartellino Kanban interno

### KANBAN INTERNO:

Il *kanban* consiste in un segnale emesso da un richiedente verso un fornitore del prodotto (interno o esterno) nelle forme più svariate che vanno dal cartellino di richiesta, ad un contenitore vuoto, ad un indicatore visivo di livello.

Quindi, attraverso il meccanismo *kanban* il reparto a valle chiede a monte cosa occorre e quando occorre.

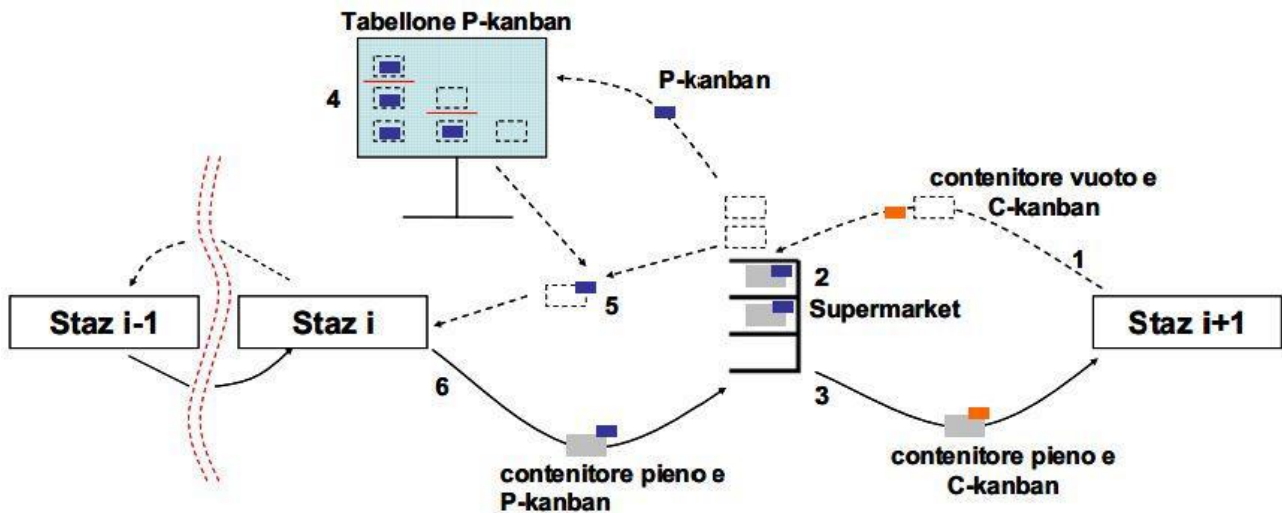


Figura 2.54 Kanban Flow [5] Fonte: (Pareschi, Persona, Ferrari, & Regattieri, 2011)

### KANBAN ESTERNO:

Il sistema pull ed il kanban funzionano molto bene quando le distanze tra cliente e fornitore sono ridotte:

- Lead time di consegna ridotti
- Piccoli lotti

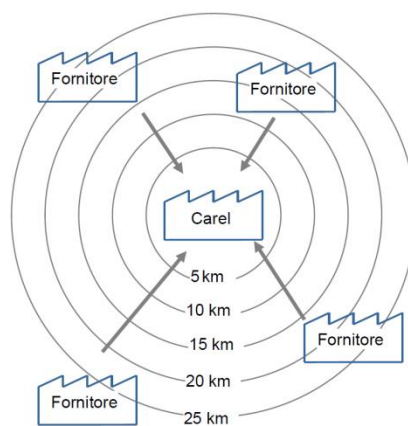


Figura 2.55 Kanban Flow esterno

## DIMENSIONAMENTO KANBAN:

### ✓ **Scorta ciclo ( $D_{media} * LT$ )**

È la scorta necessaria al normale utilizzo di materiale (**domanda media**) nel **tempo di ripristino**; dipende da:

- **Domanda media**
- **Lead time di ripristino**

### ✓ **Scorta buffer ( $z * \sigma_{dom} * \sqrt{LT}$ )**

Tiene conto della variabilità della domanda del tempo di ripristino; dipende da:

- Variabilità della domanda
- LT di ripristino

$$SB+ SS= z \cdot \sqrt{\sigma_{d_{LT}}^2 \cdot \overline{LT} + \sigma_{LT}^2 \cdot \overline{d}^2}$$

### ✓ **Scorta sicurezza (20% scorta)**

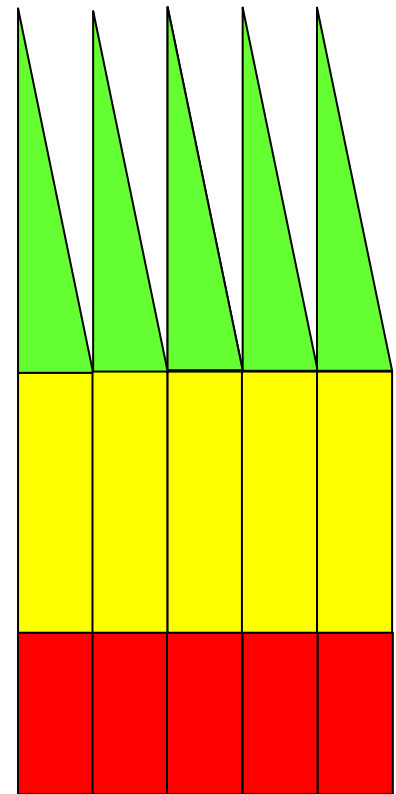


Figura 2.56 Profilo Scorte

Tiene conto dei problemi del processo produttivo e dei ritardi dei fornitori; dipende da:

- Robustezza del processo produttivo
- Puntualità fornitori

## 2.5.2 Milk Run

### Obiettivi:

- ✓ Sopprime alle eventuali mancanze di materiale in linea;
- ✓ Schedulazione e tempificazione del rifornimento;
- ✓ Controllo del livello delle scorte a bordo linea.

### Personale coinvolto:

- ✓ Manager dello standard: Team Leader
- ✓ Collaboratori: Value Stream Leader
- ✓ Destinatari: Alimentatori, operatori di linea.

### Processo:

Definizione delle regole di creazione e dimensionamento dei setup, dei contenitori e “giro di alimentazione”.

### Modalità di implementazione:

La definizione logistica di “Milk Run” identifica un percorso chiuso lungo il quale si hanno materiali raccolti da più fornitori verso un unico cliente, o viceversa, più clienti per uno stesso fornitore.

In CAREL INDUSTRIES S.r.l. si considera fornitore il magazzino centrale e clienti le linee di produzione.

NOTE: L'orario del ripristino deve essere visibile sui cestini di raccolta e deve essere rispettato, a meno di segnalazioni dalla linea; per ciascun contenitore vuoto, ne viene restituito uno pieno del contenuto previsto.

## 2.6 Project Management:

### 2.6.1 Visible Planning

#### Obiettivi:

- ✓ Costruire il giusto processo e prodotto al primo tentativo;
- ✓ Focalizzare il lavoro del team, al fine di anticipare e gestire i rischi.

#### Personale coinvolto:

Rivolto a chiunque sia in possesso di un progetto/attività da gestire con il Visible Planning, indipendentemente da dove è stato generato.

#### Processo:

- ✓ Raccolta della quantità maggiore possibile di informazioni all'inizio di un progetto, al fine di evitare di prendere decisioni inefficaci, riducendo quindi il numero di rilavorazioni.

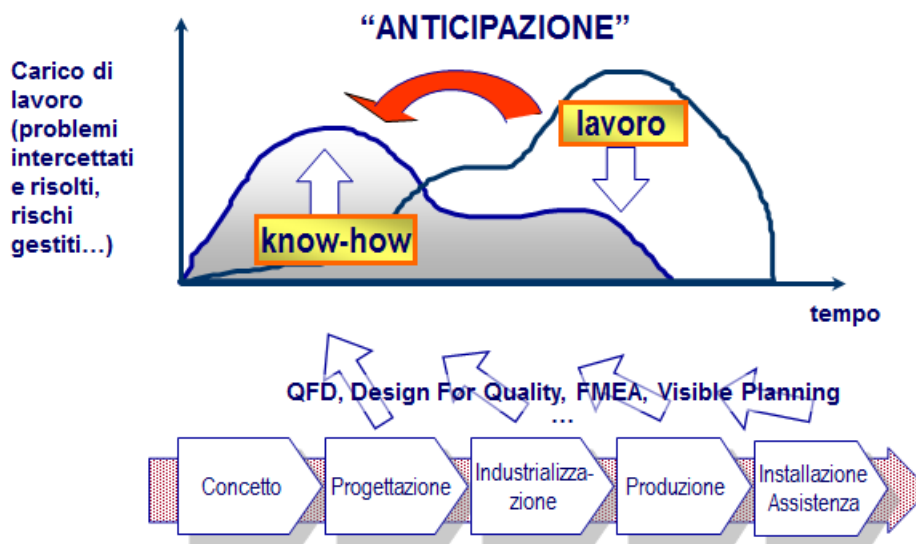


Figura 2.57 Principio del Visible Planning: anticipare

Come funziona il Visible Planning:

- A) Titolo:
- B) Barashi:

Il Barashi (in inglese breakdown) è la parte qualitativa del Visibile Planning.

Deve essere presente ed aggiornato dall'inizio del progetto fino alla sua conclusione.

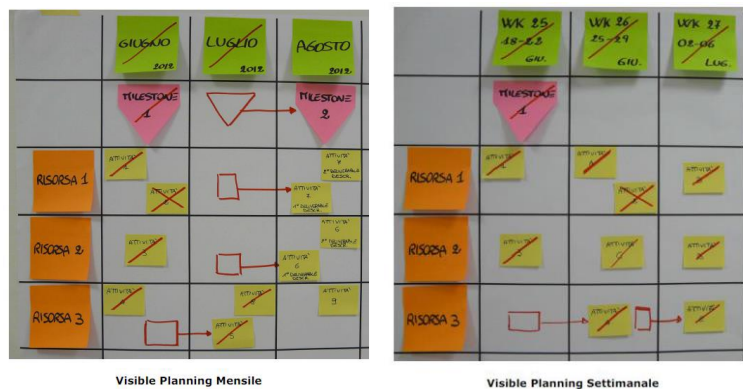
Consiste nel catturare progressivamente il concetto di un prodotto o di una determinata soluzione, man mano che emergono le idee del gruppo e vengono condivise le soluzioni proposte. Contiene, infatti, gli output del progetto (software, hardware, processi, ...), che vengono rappresentati graficamente su un foglio.

Nel corso del progetto, il Barashi permette di affrontare e risolvere alcuni temi specifici portando con naturalezza le persone sui problemi. Si possono infatti attaccare delle issue (post-it fucsia) anche sul Barashi e non solo sulla Issue Board.

Le conoscenze “tacite” presenti nella testa delle diverse persone si materializzano in un percorso comune e condiviso.

**C) Pianificazione mensile e settimanale:**

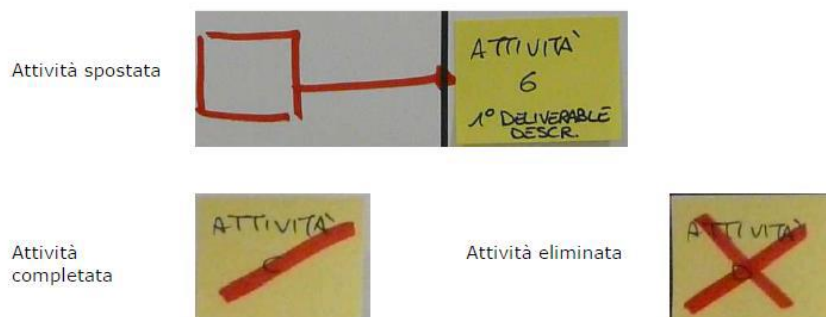
La pianificazione del progetto rappresenta la parte quantitativa del Visible Planning serve a supportare i team nella pianificazione iniziale e nell’avanzamento periodico delle attività.



**Figura 2.58 Esempi Visible Planning**

Di seguito alcune note di utilizzo:

- I post-it verdi si attaccano sulla prima riga a partire dal secondo riquadro.
- I post-it arancioni si attaccano sulla prima colonna a partire dal terzo riquadro.
- I post-it fucsia tagliati in formato a freccia si attaccano sulla seconda riga, dal secondo riquadro in poi secondo quanto previsto dalla pianificazione.
- I post-it relativi alle attività inserite nei due Visible Planning (mensile e settimanale) non vanno mai staccati una volta che l’attività è stata pianificata. Un’attività può cambiare il suo stato in: spostata (stato transitorio), completata o eliminata (stati definitivi).



**Figura 2.59 Esempi gestione attività**

- Si deve lasciare una traccia rossa quando si sposta un’attività per dare evidenza che una risorsa può essere in difficoltà, e quindi si può pianificare come aiutarla.
- Se un’attività è presente in entrambi i Visible Planning (di seguito V.P.) deve essere contestualmente riportata/modificata in entrambi i Visible.

- I post-it relativi alle attività devono essere posizionati nella settimana/mese in cui l'attività viene conclusa. La durata, infatti, è lasciata alla gestione dei singoli, mentre il team è interessato al risultato.
- Ogni membro del team scrive e attacca i propri post-it, è fondamentale che nessuno lo faccia per gli altri.
- Ogni membro del team deve verificare la coerenza temporale delle sue attività con quelle degli altri membri (ES: le attività degli altri finiscono in tempo affinché io possa svolgere la mia? Se non è così devo contrattare in un'ottica cliente-fornitore).
- Nel V.P. settimanale la visibilità delle attività pianificate deve essere di almeno due settimane per tutte le risorse.
- Nel caso in cui un'attività abbia una durata maggiore di una settimana si consiglia, ove possibile, di suddividere l'attività in sub-deliverables settimanali. In questo caso evitare di mettere la stessa descrizione su tutti i post-it dei sub-deliverables, ma darne una diversa per ognuno di essi.
- L'aggiornamento dei V.P. (mensile e settimanale) deve essere fatto solo durante l'avanzamento, non singolarmente.
- L'aggiornamento deve essere fatto durante il primo avanzamento utile del mese/settimana in corso barrando anche il post it del mese/settimana precedente.

#### D) Issue Board

L'Issue Board è uno strumento che aiuta ad organizzare la conoscenza all'interno del progetto e a condividerne le problematiche e gli obiettivi.

I benefici derivanti dal suo utilizzo sono rilevanti:

- offre una più profonda comprensione delle problematiche del progetto e favorisce il front-loading,
- aiuta ad allineare maggiormente il successo del prodotto/servizio con le richieste e il successo dei clienti,
- aiuta a comprendere cosa è veramente significativo per raggiungere gli obiettivi prefissati.

Di seguito alcune note di utilizzo:

- La Issue Board deve essere divisa in tre sezioni verticali con le intestazioni "OPEN", "IN PROGRESS", "CLOSED" partendo da destra verso sinistra.
- Nella sezione "OPEN" deve essere presente un'area "Issue to the Board" dedicata alle eventuali issue da sottoporre alla Direzione.
- L'Issue Board deve essere consultata ad ogni avanzamento.

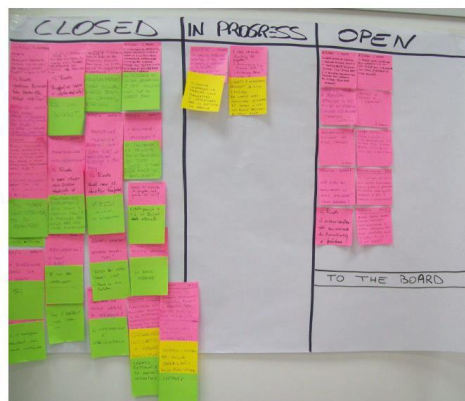


Figura 2.60 Esempio di Issue Board



### E) Visible acquisizione nuove skills

Il Lean Project Leader, supportato dalle Risorse Umane e dai Centri di Competenza, prima della milestone "Value Proposition" convoca il team di progetto per valutare le competenze già disponibili nel team con riferimento alle competenze necessarie al raggiungimento degli obiettivi del progetto e definisce, con la collaborazione del team e dei Centri di Competenza, le azioni necessarie a colmare eventuali lacune. Compito del LPL è favorire e stimolare l'acquisizione e la messa in pratica di almeno una nuova competenza da parte di ogni componenti del team.

Nel caso in cui sia necessario un piano di formazione per sopperire alle competenze mancanti o parziali nel team di progetto, le Risorse Umane, coinvolgendo il LPL e i Centri di Competenza di riferimento, provvedono a definire un piano di formazione e a organizzare i relativi interventi formativi.

Il piano di formazione potrà prevedere sessioni di formazione e/o affiancamento e/o pratica, in funzione del grado di scopertura di conoscenza da colmare.

Di seguito alcune note di utilizzo:

- Si divide a metà il foglio
- Nella parte Sinistra del foglio si vanno a listare le singole attività/competenze necessarie al progetto. Possono essere mappate solo le nuove attività.
- Per ogni attività/competenza i singoli componenti del team, compreso il LPL, si valuta in una scala da **0 a 3**:

0=competenza **per niente** posseduta,  
1=competenza posseduta **poco**,  
2=competenza posseduta **abbastanza**,  
3=esperto nella data competenza)

Nella parte destra del foglio:

- Si riportano tutte le persone del team in orizzontale compreso il LPL, tramite post-it grandi arancioni.

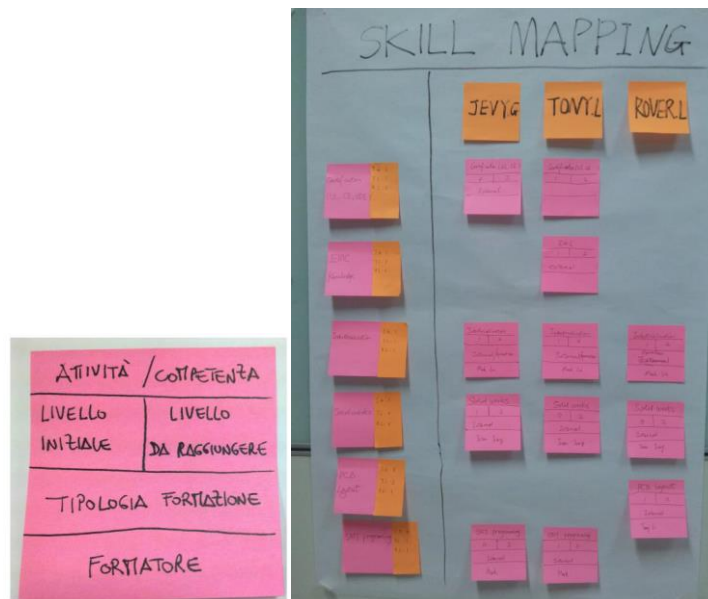


Figura 2.61 Skill Mapping

Una volta avvenuto il trasferimento di una data competenza barrare il post-it relativo con una riga rossa.



Figura 2.62 Esempio Gestione competenze

Nel caso in cui la competenza non sia servita oppure il lavoro sia stato fatto direttamente dal consulente o da un fornitore esterno al team, barrare il post-it con una X rossa.



Figura 2.63 Esempio Gestione competenze

#### F) Avanzamento di progetto

Le riunioni di avanzamento vanno fatte con cadenza settimanale. Solo in pochi casi autorizzati la cadenza è diversa. Si procede aggiornando:

1. ISSUE BOARD: le attività aperte diventano chiuse o in corso di risoluzione se necessario. La spiegazione di come è stata risolta la questione non va fatta in questa sede, poiché si fa solo l'avanzamento o eventuali condivisioni di informazioni (espresse in maniera sintetica) se interessano l'intero team.
2. PIANIFICAZIONE MENSILE: si inseriscono eventuali nuove attività, spostando quelle esistenti solo se strettamente necessario. Ogni membro del team sposta i suoi post-it, nessuno può spostare quelli altrui. La traccia dello spostamento va fatta con pennarello rosso.
3. PIANIFICAZIONE SETTIMANALE: si inseriscono eventuali nuove attività, spostando quelle esistenti solo se strettamente necessario. Ogni membro del team sposta i suoi post-it, nessuno può spostare quelli altrui. La traccia dello spostamento va fatta con pennarello rosso.

All'avanzamento è necessaria la partecipazione dell'intero team, così come è necessaria la puntualità di tutti i partecipanti

Dopo ogni avanzamento fotografare l'ISSUE BOARD, la PIANIFICAZIONE MENSILE, la PIANIFICAZIONE SETTIMANALE, il BARASHI e l'ACQUISIZIONE NUOVE COMPETENZE se sono state apportate modifiche. Questo serve per mantenere la registrazione elettronica della pianificazione, utile per una corretta tracciabilità del progetto.

## **BIBLIOGRAFIA:**

[1]“To.Be” (Enciclopedia Lean di Carel), Carel

[2]James P. Womack, Daniel T. Jones “Lean Thinking” Guerini (2008)

[3]R.Sundar, A.N.Balaji, R.M.SatheeshKumar “A review on Lean Manufacturing Implemetation Techniques” ScienceDirect (2014)

[4]M. Rother, J. Shook, “Learning to see, la mappatura del flusso di valore per creare valore e eliminare i MUDA”, CUOA Lean Enterprise Center (2009)

[5]Pareschi, A., Persona, A., Ferrari, E., & Regattieri, A. (2011). Logistica integrata e flessibile. Progetto Leonardo.



## Capitolo 3 : Bilanciamento addetti manutenzione nelle value stream di stabilimento

*“A distinguishing feature of process industries is the large number of equipment employed. The most practical approach to maintaining and improving this equipment is to divide it into categories such as rotating machinery , culumns, tanks and so on.”[2]*

### 3.1 Motivazioni e Modalità di bilanciamento risorse [1]

L’obiettivo primario del progetto è stato verificare che il monte ore a disposizione del personale coinvolto nelle procedure di manutenzione (autonoma e preventiva), ma anche nel controllo di processo, nonché nella gestione dei guasti, fosse equamente distribuito in questi processi e non si verificassero situazioni di saturazione dell’operatore.

A tal fine si è deciso di far riferimento a delle stime percentuali sul bilanciamento dei tempi, come desiderata iniziale senza dati a supporto, che si è cercato di raggiungere con una raccolta dati e un successivo bilanciamento delle risorse come da obiettivo per il CdC TPM (vedi capitolo 2.4.4).

	Guasti	Preventive	Miglioramenti	Attività di produzione	RDA
<b>Tecnico di VS</b>	Primi 15min 20% (a tendere 0%)	40%	40%		
<b>Manutentore di stabilimento</b>	Successivi 15 min 55%	17% (di stabilimento)	17%		RDA contratti + pianificazione interventi con produzione 10%
<b>Team leader</b>		5S 1%	5S 1%	98%	

Figura 3.1 “Desiderata” carico addetti manutenzione

Si è definito un programma di analisi da seguire al fine di ottenere i dati reali relativi ai tempi di manutenzione preventiva e a guasto, al fine di valutare quanto questi si scostino dalla desiderata di bilanciamento iniziale (vedi paragrafo 3.2 seguente).

## 3.2 Ragionamenti alla base del progetto [1]

### FLOW CHART DI ANALISI IN STEP PER IL RAGGIUNGIMENTO DI UNO STANDARD PER IL MODELLO ORGANIZZATIVO DELLE MANUTENZIONI:

#### ANALISI INIZIALE

Situazione iniziale (AS-IS)

- Identificate le attrezzature per VS
- Identificate le tarature per VS nel software di schedulazione
- Individuati i tabelloni per le manutenzioni tra le VS, ....
- Sono già presenti i Manutentori di Stabilimento e il CDC TPM
- Identificato per ogni VS:
  - Tecnico di VS
  - Team Leaders

Per monitorare l'andamento delle manutenzioni si è deciso di reperire tramite il sistema di registrazione aziendale *MES (Manufacturing execution systems)* i dati relativi a:

1. **Numer"o di fermi per tipologia di attrezzatura**  
dato utilizzato, in parte, nel "RANKING" delle attrezzature per definire la priorità di intervento in caso di guasto contemporaneo.
2. **Durata degli interventi a guasto**  
dato del manutentore di stabilimento e dei tecnici di VS.

Dalle procedure di manutenzione esistenti in azienda si sono ricavati:

3. **Tempo di fermo programmato**  
dato ottenuto dalla procedura **CSR000007** nella quale sono stati elencati tutti i tempi delle manutenzioni programmate delle attrezzature divise per tipologia e linea.

Avviata la raccolta dati controllando l'andamento dei parametri sopra riportati con un primo "pilota" per VS1, poi da estendere alle altre VS di Carel1, nonché agli altri stabilimenti.

## Step2 CONCLUSIONE RACCOLTA DATI

- Conclusa la raccolta dati per il progetto pilota.
- Censite le attrezzature presenti in azienda e classificate per criticità (Ranking)
- Organizzati i dati raccolti dalle procedure di manutenzione per ottenere il tempo di manutenzione programmata per ogni Value Stream.
- Confronto tra i dati raccolti e la desiderata iniziale (vedi figura 3.1)

## Step3 MIGLIORAMENTI

- Miglioramento della gestione dei ricambi: quali, posizioni, quantità, responsabili e valutazione tipologia di componenti.
- Riordino automatico dei materiali a consumo valutati nel punto precedente con scopo di ridurre i tempi del manutentore di stabilimento (vedi successive procedure **CSW001005** e **CSW001006**).

## Step4 SIMULAZIONE PER NUOVO MODELLO ORGANIZZATIVO

- Ipotizzati tre nuovi modelli organizzativi (vedi figura 3.47-3.48-3.49)
- Aggiornamento automatico del **CSR000007** all'inserimento di nuove attrezzature/manutenzioni.
- Mantenimento del sistema PGD per RDA di produzione e sua espansione in azienda.

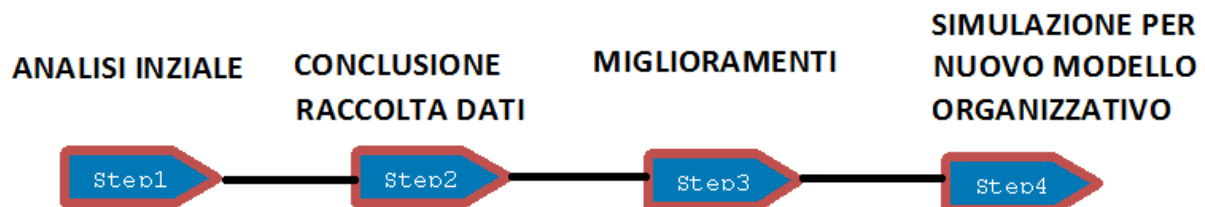


Figura 3.2 Flow-chart di redazione del modello organizzativo

Nel prossimo paragrafo si presentano brevemente il layout di stabilimento (solamente Carel1 Elettronica oggetto di analisi completa) e le 2 tipologie di linea (SMT e PTH) che caratterizzano le Value Stream Elettronica.

### 3.3 Linea tipo di Carel1 Elettronica:

La produzione Elettronica è organizzata in tre Value Stream, in base al mercato di riferimento e alle caratteristiche tecniche comuni:

- Value Stream 1: prodotti che sono orientati al mercato della refrigerazione;
- Value Stream 2: l'insieme dei prodotti che non rientrano nelle Value Stream 1 e 2;
- Value Stream 3: prodotti con la tecnologia più avanzata, orientati al mercato del condizionamento e dei prodotti custom per specifici clienti;

In ognuna delle Value Stream troviamo le risorse necessarie che permettono l'intero ciclo produttivo a flusso dei prodotti. Per ogni Value Stream il flusso parte dalle linee SMT per arrivare sulle linee prodotto finito. Come possiamo vedere nella Figura 3.3, troviamo due Value Stream, disposte parallelamente nella parte più ampia dello stabilimento e la Value Stream 3 posizionata in una zona più ristretta dello stabilimento.

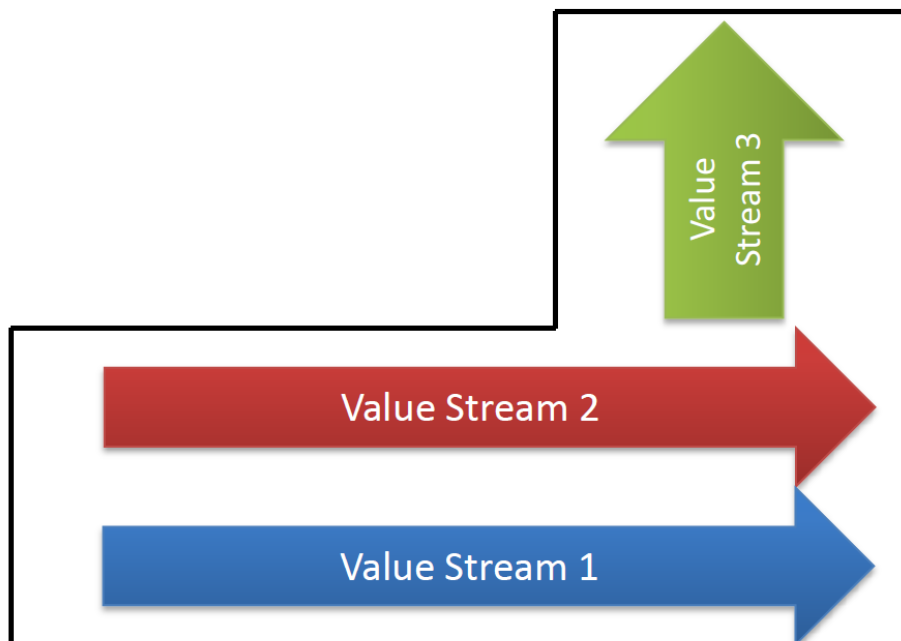


Figura 3.3 Disposizione Value Stream in Carel1 Elettronica

Per quanto riguarda la struttura organizzativa, ogni Value Stream è gestita da una figura chiamata Value Stream Leader, che risponde direttamente al Plant Manager. Il Value Stream Leader è responsabile dell'intera produzione che si svolge all'interno della sua area di competenza ed è supportato dai Centri di Competenza per la risoluzione dei problemi, il raggiungimento degli obiettivi e il miglioramento continuo del processo.

L'attuale modello a flusso di tutte le Value Stream, come possiamo vedere in Figura 3.4/3.5, è composto da due tipologie di linea, caratterizzate da due differenti tecnologie di assemblaggio.



- **LINEE SMT:**

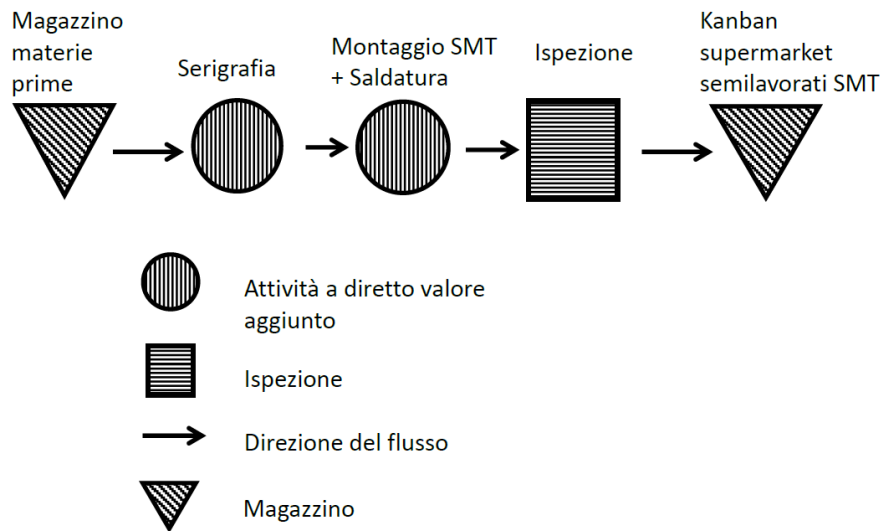


Figura 3.4 Esempio linea SMT

In questa tipologia di linea troviamo un operatore addetto alla gestione dei caricatori e componenti. Altri due operatori si occupano del funzionamento delle macchine di linea e sono responsabili del controllo ottico AOI (Automated Optical Inspection) delle schede. In questa linea quindi troviamo impiegati mediamente 3 operatori.

Il ciclo produttivo di ogni lancio è diviso in più fasi. Ognuna caratterizzata da operazioni o lavorazioni ben precise che devono essere svolte per il completamento del lancio.

FASI PRINCIPALI DEL CICLO SMT:

1. *Prelievo del circuito stampato e dei componenti;*
2. *riparazione del setup (montaggio bobine sui caricatori):* questa attività è svolta da un operatore, che monta le bobine sui caricatori;
3. *Setup/attrezzaggio della macchina serigrafica e serigrafia del circuito stampato:* la macchina serigrafica è utilizzata per stendere una pasta saldante attraverso maschere specifiche per ogni codice. La pasta saldante è un materiale particolare con la consistenza della colla, che aderisce alle parti in rame del circuito stampato ed ha la capacità di attrarre i componenti SMD nella posizione corretta una volta posizionati dalla Pick & Place. Dopo la stesura della pasta, viene effettuato un controllo ottico sulla qualità della stesura del materiale. Se il controllo dà esito positivo il circuito stampato può passare alla lavorazione successiva;
4. *Setup delle Pick & Place, montaggio da parte delle stesse macchine dei componenti SMD e controllo finale:* in questa fase si procede all'attrezzaggio delle Pick & Place per il posizionamento dei componenti SMD sul circuito stampato.

(Le Pick & Place sono macchine automatizzate in cui uno o più bracci pneumatici prelevano e collocano i componenti SMD sul circuito stampato.) Il circuito stampato scorre grazie ad un nastro trasportatore dal rack (contenitore dedicato per circuiti stampati) all'interno delle Pick & Place, dove viene bloccata su alcuni supporti una volta che raggiunge la posizione corretta.

A questo punto la macchina rileva la posizione precisa della scheda grazie ad un sistema ottico e a dei marker sul circuito stampato. Successivamente le teste della Pick & Place prelevano i componenti SMD dopo aver letto la loro posizione e li collocano con massima precisione e velocità.

5. *Saldatura*: Terminato il montaggio di tutti i componenti, la scheda esce dalla macchina attraverso il nastro trasportatore e viene portata nel forno per la saldatura.
6. *Ispezione*: All'uscita del forno l'operatore procede con l'ispezione visiva o automatizzata tramite un macchinario apposito. Se la verifica è positiva il semilavorato termina il suo ciclo di lavorazione, altrimenti verrà rilavorato.

- **LINEE PTH:**

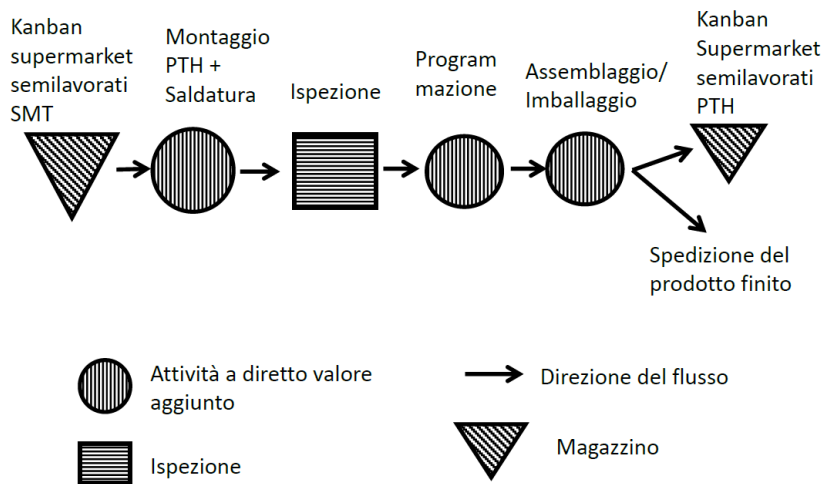


Figura 3.5 Esempio linea PTH

Le linee PTH possono produrre prodotti finiti oppure semilavorati.

Anche in queste linee si possono identificare diverse fasi, attraverso le quali si andrà ad eseguire l'Ordine di Lavoro (ODL) richiesto.

FASI PRINCIPALI DEL CICLO PTH:

1. *Prelievo dell'Ordine di Lavoro (ODL)*: questa è la prima operazione che viene effettuata, in modo da conoscere il codice da produrre;
2. *Setup della linea*: in questa fase l'operatore prepara l'intera linea all'assemblaggio del codice da produrre. Vengono prelevati i corretti carrelli di setup, si carica il software dedicato a quel codice nelle macchine di test e si verifica se ogni postazione è pronta a cominciare l'assemblaggio; Effettuate queste due operazioni preliminari si può cominciare la produzione.
3. *Postazione di assemblaggio PTH*: in questa postazione l'operatore va a collocare manualmente i componenti PTH sul circuito stampato;
4. *Saldatura*: una volta che tutti i componenti PTH sono posizionati sul circuito stampato, lo stesso viene inserito nella saldatrice ad onda di stagno. In queste saldatrici viene inserito il circuito stampato su delle guide, che lo trasportano attraverso l'intera macchina. All'interno della saldatrice il circuito stampato inizialmente viene trattato con una sostanza detta fluxante, che va a disossidare le piazzole di saldatura e i pin dei componenti PTH. Successivamente la scheda scorre su un'onda di stagno, che si deposita in corrispondenza delle piazzole di saldatura, fissando a livello meccanico i componenti PTH e stabilendo il contatto elettrico tra componente e circuito stampato;

5. *Postazione di ispezione*: in questa postazione si eseguono vari tipi di verifica sul semilavorato in base al codice in oggetto. Si può eseguire solamente un'ispezione visiva del semilavorato, oppure in aggiunta al controllo visivo si possono effettuare dei test elettrici del circuito stampato. Ovviamente la discriminante principale nella scelta dell'uno o dell'altro metodo, è la complessità del semilavorato in oggetto.
6. *Postazione di programmazione*: Alcuni prodotti richiedono la programmazione di alcuni componenti, in questi casi questa programmazione viene effettuata durante questa fase;
7. *Postazione di assemblaggio/imballo*: l'operatore in questa fase effettua l'assemblaggio manuale del prodotto. Se il prodotto in lavorazione non necessita di una fase di assemblaggio, viene direttamente imballato o posizionato in contenitori adatti per lo stoccaggio in magazzino, nel caso di produzione di semilavorati;
8. I prodotti finiti a questo punto vengono mandati nel magazzino pronti per la spedizione. Nel caso di semilavorati, quest'ultimi vengono riposti nei magazzini, per essere poi utilizzati nell'assemblaggio dei prodotti finiti.

### 3.4 Gestione della manutenzione, taratura e controllo di processo:

Nel seguito del paragrafo, si presentano in modo più analitico, i concetti introdotti al paragrafo **2.4.4 TPM: Total Productive Maintenance**, concentrandosi nella descrizione, nonché nel processo di definizione e tabulazione dei dati fondamentali ai fini dell'analisi di bilanciamento oggetto dell'elaborato.

Il processo di valutazione di manutenzione, taratura e controllo di processo, intesi come (def) *l'insieme delle operazioni atte a ripristinare il corretto funzionamento delle attrezzature presenti in linea di produzione*[1], si è articolato in diverse fasi:

1. Apprendimento del sistema di lavoro di una "linea tipo" di Carel1 Elettronica (vedi paragrafo 3.3).
2. Rilevazione delle manutenzioni autonome e preventive presenti nel "Visible" di Value Stream



Figura 3.6 Esempio Visible di Value Stream per gestione manutenzioni

3. Rilevazione in TQ Tara delle operazioni di taratura presenti nel sistema, suddivise per Value Stream.
4. Integrazione delle manutenzioni presenti nel "Visible" con ciò che è stato definito dagli standard specifici delle attrezzature, al fine di ovviare a possibili mancanze di cartellini indetificativi sul "Visible", di manutenzioni che vengono comunque svolte dagli operatori.
5. Determinazione dei tempi delle tarature presenti in TQ Tara con intervista del personale addetto.
6. Studio e valutazione dei diversi piani di pulizia/ispezione introdotti nelle linee al fine di integrarli nel piano di definizione dei tempi di fermo linea.
7. Valutazione dei piani di "Controllo Processo", introdotti per le attrezzature "fondamentali" come saldatrici e forni, e conteggio in termini di incidenza sul monte ore totale.
8. Suddivisione dei dati nelle 3 Value Stream e nelle varie voci di manutenzione, taratura e controllo di processo.
9. Raggruppamento delle attrezzature per famiglia e definizione del benchmark "Tot. Ore fermo programmato vs N° attrezzature/VS"
10. Estensione del campione ai punti precedenti (Carel1 Elettronica), ad altri stabilimenti dell'azienda; in particolare VS\_umidificazione, Carel2 e Carel3.
11. Valutazione delle manutenzioni a guasto per le varie VS di Carel1 Elettronica.

### 3.4.1 Manutenzioni programmate: preventive e autonome

Le attrezzature necessitano periodicamente di avere verificato il proprio funzionamento; non tutte però prevedono manutenzione preventiva, in quanto hanno gradi di complessità basso tale per cui una semplice manutenzione autonoma fatta dagli operatori di linea risulta sufficiente. Con il termine “PROGRAMMATA” si intende (def) *una qualsiasi forma di manutenzione (preventiva o autonoma) non innescata da un evento (come nel caso di una manutenzione a GUASTO)*[1].

#### a) MANUTENZIONI PREVENTIVE:

Le manutenzioni preventive si suddividono in 2 principali categorie:

1. Manutenzioni svolte da manutentori abilitati singoli

Di seguito si riporta un esempio di attrezzatura con manutenzione preventiva.

POSIZIONE	TQTARA (T) MANUT. (M) C. PROCESSO	CODICE ATTREZZATURA	PRIORITA' A-B-C-D	OPERATORE / MANUTENTOR E/SQUADRA/F ORNITORE	tempo in 1 settimana (MIN)	TEMPO	freq W	T ann	NOTE	CATEGORIA ATTREZZATURA
VS3	M	Lxxxx	D	MANUTENTORE	1	x	x	x	in CSM017001 ho T=140 min	LASER
VS3	M	Lxxxx	D	MANUTENTORE	4	x	x	x	in CSM017001 ho T=25 min	LASER

Figura 3.7 Esempio tabella gestione manutenzioni

Il template della tabella verrà presentato specificatamente nei prossimi paragrafi.

Come è visibile, alcune attrezzature, da standard, prevedono più manutenzioni programmate, a diversa frequenza; per l’attrezzatura in esame frequenza trimestrale e annuale.

La manutenzione trimestrale si limita a controllo del lubrificante e a pulizia interna, mentre quella annuale è più profonda, verificando l’equilibratura degli assi e l’usura delle cinghie di movimentazione.

Le manutenzioni preventive vengono eseguite da manutentori abilitati e opportunamente formati ad intervenire; in particolare per ogni Value Stream si ha un numero specifico di manutentori, che intervengono anche in caso di guasti.

Nello specifico progetto, si è analizzato il carico di lavoro a cui sono sottoposti e l’eventuale possibilità/necessità di ridimensionarlo.

Il manutentore di stabilimento può occasionalmente eseguire manutenzioni preventive, nel caso in cui il manutentore demandato sia impossibilitato ad eseguirle; perciò anche quest’ultimo rientra nelle considerazioni di bilanciamento oggetto del progetto.

2. Manutenzioni svolte da squadra di manutentori.

Le manutenzioni a squadra, vengono pianificate, con anticipo, per tutto l’anno seguente considerando:

- la disponibilità dei manutentori a livello di festività/ferie;
- la necessità di pianificarle di sabato, quando la linea è ferma, o, se inevitabile, si programma, nella data prescelta, il blocco della linea; quest’ultima variante si ha quando, per stagionalità, le linee non sono oberate.

Di seguito si riporta un esempio di attrezzatura con manutenzione preventiva/squadra.

POSIZIONE	TQTARA (T) MANUT. (M) C. PROCESSO	CODICE ATTREZZATURA	PRIORITA' A-B-C-D	OPERATORE / MANUTENTOR E/SQUADRA/ ORNIATORE	tempo in 1 settimana (MIN)	TEMPO	freq W	T ann	NOTE	CATEGORIA ATTREZZATURA
VS1	M	Sxxxx	A	SQUADRA	65	*	*	*	1 operatori	SALDATRICE
VS1	M	Sxxxx	A	MANUTENTORE	20	*	*	*	BARBOCCO (x 2 TURNI)	SALDATRICE
VS1	M	Sxxxx	A	MANUTENTORE	40	*	*	*	PULIZIA CROGIOLO + FILTRI	SALDATRICE

Figura 3.8 Esempio tabella gestione manutenzioni

Generalmente le squadre sono costituite da 2-3 operatori ed in alcuni casi, si ha anche la supervisione del manutentore di Value Stream; sono vincolate ad attrezzature ad “alta priorità” come saldatrici, forni ed SMD.

Il concetto di “priorità” (Ranking) verrà presentato nel paragrafo specifico nel proseguo del capitolo.

ATTREZZATURA	PERSONALE			PIANO FERIE		
	X	Y	Z.....	X	Y	Z.....
Sxxxx (Q)				suddiviso per giorni: dalla disponibilità degli operatori, si definisce la squadra che può intervenire in quella data e in quella attrezzatura		
Sxxxx (Q)						
Sxxxx (Q)						

Figura 3.9 Tabella gestione squadre manutenzione

Esempio di cartellino Visible per MANUTENZIONI PREVENTIVE:

	WK - Data	Note	Firma
<b>MANUTENZIONE PROGRAMMATA Sxxxx__</b>  Frequenza: (OGNI xx SETTIMANE)  (Sabato)  Tempo di intervento: xxx min  In carico a:  x Operatori abilitati alla manutenzione della saldatrice a onda  Attività:  vedi PIANO MANUTENZIONE QUADRIMESTRALE in CSM00xxx			

Figura 3.10 Esempio cartellino manutenzione preventiva Visible di Value Stream

Si noti come all'interno del cartellino siano racchiuse tutte le informazioni necessarie al personale che deve intervenire, e soprattutto a CdC TPM e ai Value Stream Leader e Process Engineer che devono monitorare i tempi di intervento e il rispetto delle date pianificate. In caso di dubbi sulle modalità di esecuzione, si può consultare lo standard CSM (Carel Standard di Manutenzione), di cui una copia è presente sulla cartella a fronte tabellone "Visible" e sull'attrezzatura specifica.

Le Fixture, essendo intercambiabili sulle varie attrezzature di test e impiegati su più linee, riportano il cartellino della manutenzione programmata al loro interno, per evitare che il manutentore debba ricercarlo su più Visible.

**b) MANUTENZIONI AUTONOME:**

Le manutenzioni autonome sono svolte dagli operatori di linea, come dice il termine, autonomamente, senza richiedere l'intervento dei manutentori assegnati alla Value Stream.

Generalmente sono operazioni brevi, fatte ad inizio o fine turno; inoltre non richiedono competenze specifiche, ma sono in maggior parte, attività di ispezione e pulizia delle attrezzature usate nel turno.

La frequenza di intervento è giornaliera o settimanale, con alcune eccezioni di manutenzione mensile, quando l'attrezzatura non richiede particolari attenzioni.

Come per le manutenzioni preventive, sono previsti dei cartellini identificativi delle attività svolte, presenti nel Visible di Value Stream, differenziati dagli altri dal colore azzurro.

In taluni casi, i cartellini vengono riportati nell'attrezzatura specifica, per evitare che l'operatore di linea abbandoni la postazione per andare a ricercare nel Visible il cartellino che gli serve per segnare l'avvenuta manutenzione.

MANUTENZIONE PROGRAMMATA	WK - Data	Note	Firma
-----			
Frequenza: x SETTIMANE			
Tempo di intervento: xx min			
In carico a: Operatore abilitato			
Attività: vedi PIANO DI MANUTENZIONE SETTIMANALE in CSM0xxxx			

Figura 3.11 Esempio cartellino manutenzione autonoma Visible di Value Stream

### 3.4.2 Taratura

La taratura è un processo periodico fondamentale per il corretto funzionamento delle attrezzature: (def) *si verifica il funzionamento delle attrezzature, riferendosi ai parametri e tolleranze previsti da normativa, ripristinandone i parametri ove siano fuori tolleranza*[1].

Alcune attrezzature sono sprovviste di taratura periodica obbligatoria perché risultano molto semplici o comunque il processo di manutenzione risulta essere sufficiente a garantirne il corretto esercizio.

Le tarature possono essere fatte internamente o affidate al fornitore esterno:

- Taratura interna: affidata ai manutentori di Value Stream i quali sono stati opportunamente formati a svolgere tale compito; inoltre a loro supporto sono presenti degli standard di riferimento e procedure specifiche di taratura, presenti in TQtara, software utilizzato per consultazione da parte degli operatori e dai CdC, ad esempio TPM.  
In TQtara sono presenti le attrezzature che richiedono taratura, nonché la frequenza di intervento; per i tempi necessari, inseriti nell'analisi svolta (CSR000007) presentata al paragrafo 3.5 seguente, si sono intervistati gli operatori.
- Taratura affidata a fornitore esterno: l'attività può essere svolta in loco, cioè il fornitore arriva in azienda e procede; oppure gli si invia l'attrezzatura.  
Le due alternative sono entrambe utilizzate; generalmente si preferisce ricorrere al fornitore esterno per tarature che richiederebbero troppo tempo ai manutentori.

NOTE: la taratura è un'operazione fondamentale, se non eseguita o scaduta rispetto alle date cadenzate dal software TQtara, l'attrezzatura specifica deve essere segregata, ritirata cioè dalla postazione in cui si trova.



### 3.4.3 Controllo di processo

Il controllo di processo è (def) *un'attività comprendente tutte le operazioni necessarie alla corretta esecuzione del flusso produttivo*[1]; si limitano alle attrezzature cosiddette “fondamentali”, come saldatrice, forno, resinatrice e lava-telai serigrafici.

POSIZIONE	TQTARA (T) MANUT. (M) C. PROCESSO	CODICE ATTREZZATURA	PRIORITA' A-B-C-D	OPERATORE / MANUTENTOR E/SQUADRA/ ORNITORE	tempo in 1 settimana (MIN)	TEMPO	freq W	T ann	NOTE	CATEGORIA ATTREZZATURA
VS1	C	Sxxxx	A	MANUTENTORE	50	x	x	x	PROF. GIORNALIERA	SALDATRICE
VS1	C	Sxxxx	A	MANUTENTORE	35	x	x	x	PESATA GIORNALIERA	SALDATRICE

Figura 3.12 Esempio tabella gestione controllo di processo

Osservazioni:

Nell'esempio riportato, si nota che le operazioni di controllo processo sono:

- Profili di saldatura (confronto tra profili rilevati e quelli di riferimento)
- Pesata ( peso di un campione di lega prelevata dal crogiolo e confronto con campione di riferimento)
- La pulizia del crogiolo e sostituzione dei filtri di aspirazione sono considerate come azioni di processo, ma sono conteggiate come manutenzioni autonome in quanto giornaliere.

### 3.4.4 Piano pulizie

Le Value Stream sono suddivise per linee, ognuna delle quali ha pianificato uno schema di pulizie, inteso come pulizia dell'ambiente di lavoro, ma anche pulizia delle attrezzature stesse.

Di seguito si riporta un esempio di piano di pulizia generico:

DO	
<b>MACCHINE</b>	Elenco attrezzature presenti nella linea di riferimento
<b>MATERIALI</b>	Elenco materiali da utilizzare per i piani di pulizia

#### ELENCO PUNTI DI SPORCO/Cleaning plan

N°	Macchina	Accessibilità	Punto di sporco	Tipo di sporco	Gestito nel piano
1	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX

#### ELENCO PUNTI D'ISPEZIONE/Inspection plan

N°	Macchina	Accessibilità	Punto da ispezionare	Cosa verificare	Gestito
----	----------	---------------	----------------------	-----------------	---------

#### LEGENDA SIMBOLI E COLORI MANUTENZIONE AUTONOMA/Symbol and color summary for A.M.

FIGURA	PUNTO	FREQUENZA
	SPORCO	GIORNALIERI
	ISPEZIONE	
	SPORCO	SETTIMANALE
	ISPEZIONE	
	SPORCO	MENSILE

Figura 3.13 Tabella piano ispezione/pulizia su standard

Tabella affissa su attrezzature per pulizia giornaliera (analogamente per la settimanale):

<b>MODULO REGISTRAZIONE ATTIVITA' GIORNALIERE</b>	
Attore: operatore abilitato alla manutenzione autonoma della linea Compilazione: giornaliera (entro la fine del turno)	Indicare: <b>X</b> per l'avvenuta esecuzione <b>O</b> per la mancata esecuzione o l'impossibilità di rispettare quanto indicato. <b>Note:</b> indicare quale punto del programma non è stato pulito o ispezionato

<b>PUNTI DI SPORCO - ISPEZIONE - LUBRIFICAZIONE</b>	Turno	Anno: _____ Mese: _____																																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		

Figura 3.14 Tabella piano ispezione/pulizia su attrezzatura

LEGENDA:

Come si può vedere, la frequenza dei piani di pulizia è varia :giornaliero, settimanale e mensile:

In tutti i casi però è presente:

- **N°\_PUNTO DI SPORCO** L'indicazione del punto di sporco, inteso come particolare di postazione o attrezzatura in cui si presenta la necessità di pulire;
- **TIPO DI SPORCO / ATTIVITA'** come operare per pulire;
- **LINEA/MACCHINA – CSM – OPL:** indicazione della posizione in cui si trova e l'OPL (One Point Lesson) a cui fare riferimento per capire come operare;
- **COSA UTILIZZARE:** che strumento utilizzare.

Nella tabella sull'attrezzatura si riporta anno e mese correnti.

### 3.4.5 Manutenzioni a guasto

Le manutenzioni a guasto, a differenza delle preventive, ovviamente, non sono pianificabili, quindi è necessario prevedere al manutentore della Value Stream, una quota parte di tempo a disposizione per sopperire a tali inconvenienti.

Il procedimento di valutazione del monte ore manutentore destinato a guasti è stato il seguente:

- File MES di gestione dei fermi macchina/linea:

➤ Il file si presenta con la seguente interfaccia:

Data	Macchina	Famiglia prodotto	Nome programma	Tempo fermo macchina (mi)	Tempo intervento tecnico (mi)	Tecnico
15/01/2016 15.36	FUNZIONALE AUTOMATICO	xxxx	xxxx	xx	xx	S.T
18/01/2016 16.01	Sxxxx	xxxx	xxxx	xx	xx	S.T

Figura 3.15 Esempio MES gestione manutenzioni

- Ogni qual volta il manutentore esegue una manutenzione, si “logga” nel programma e, quando conclude, si “slogga”; in questo modo l’addetto alla supervisione delle manutenzioni può rilevare i tempi di fermo macchina e di intervento del tecnico per ogni attrezzatura.
  - E’ presente inoltre il nome del manutentore e una breve descrizione dell’intervento eseguito e della categoria assegnata.
- Riferimento allo storico dell’anno 2016: primo filtro per datazione interventi;  
NOTE: Come si nota dall’esempio, gli interventi con “tempo fermo macchina” pari a 1 minuto, si intendono manutenzioni programmate, quindi non impattanti sul tempo di lavoro disponibile.
  - Riferimento ai tempi di fermo macchina diversi da 1 minuto (tempi di manutenzione a guasto): secondo filtro;
  - Estrazione dei dati suddivisi per manutentore assegnato a specifica Value Stream: terzo filtro;
  - Merge tra diverse Value Stream, al fine di verificare se manutentori assegnati ad una specifica VS hanno fatto degli interventi in altre VS

- Tabulazione per impiego [ore/sett] e % impegno manutentori:

OPERATORE	POSIZIONE	% OPERATORE SU FERMO A GUASTO
C. S.	VS1	47,5
E.C.	VS1	0,1
G. S.	VS1	5,1
P. T.	VS1	1,6
L. R.	VS1	41,1
N. Z.	VS1	1,4
D. C.	VS1	3,1
E. C.	VS2	35,7
G. S.	VS2	2,8
L. R.	VS2	14,0
P. T.	VS2	40,0
N. Z.	VS2	6,7
D. C.	VS2	0,8
A. S.	VS3	2,7
D. R.	VS3	1,1
G. S.	VS3	1,3
L. R.	VS3	20,2
S. T.	VS3	64,8
N. Z.	VS3	2,8
N. C.	VS3	7,0

Figura 3.16 Tabella tempi manutenzione operatori

LEGENDA:

MAN. ASSEGNATO	MAN. STABILIMENTO	OP. SQUADRA
----------------	-------------------	-------------

Osservazioni:

- Negli interventi a guasto, compaiono operatori/manutentori non assegnati alle VS, in quanto fanno parte delle squadre di manutenzione di attrezzature come saldatrici, forni e Pick & Place presenti in ogni VS.
- Si noti come, comunque i manutentori assegnati siano i più caricati nelle VS specifiche (evidenziati in giallo)

### 3.5 Tempi di manutenzione e Ranking attrezzature: CSR000007

In seguito si riporta il Tool utilizzato come sintesi per la considerazione delle attività presentate al paragrafo 3.4, rientranti tutte nel termine lato di “manutenzione”, lo standard CSR000007.

La valutazione del carico di manutenzione suddiviso per Value Stream, inteso come insieme delle manutenzioni programmate (preventive e autonome), delle tarature e delle operazioni di controllo di processo, si articola nei seguenti passaggi:

1. Censimento delle attrezzature presenti negli stabilimenti;
2. Suddivisione per Value Stream;
3. Conteggio e valutazione dei cartellini di manutenzione ( vedi paragrafi manutenzioni programmate e autonome) nelle Visible di Value Stream e di stabilimento;  
NOTE: le attrezzature con più manutenzioni previste a standard, si riporta il codice attrezzatura per ogni voce di manutenzione;
4. Analisi dei CSM (standard di manutenzione) corrispondenti alle attrezzature censite, al fine di riportare i tempi di manutenzione presenti a standard e la frequenza di intervento;
5. Confronto dei tempi a standard con i tempi effettivamente impiegati dai manutentori (se i 2 si discostano di molto, provvedere a capirne i perché);
6. Tarature: sono svolte da manutentori assegnati e/o fornitori esterni (vedi paragrafo tarature)  
NOTE: nel caso fossero affidati a fornitori esterni, il manutentore deve comunque chiamare il fornitore stesso;
7. Controllo di processo: operazioni pianificate relative ad attrezzature “fondamentali” al processo produttivo; inoltre sono conteggiate anche le operazioni di pulizia e ispezione delle attrezzature in linea;
8. Riassunto e assegnazione dei tempi suddivisi per VS e stabilimento, nonché per attività svolta.
9. Definizione di un metodo di assegnazione “priorità” alle attrezzature, mediante flow-chart e tabella fattori influenzanti il “ranking” delle stesse;
10. Assegnazione di una priorità di intervento alle attrezzature: Benchmark del “ranking” ottenuto per VS ( e stabilimento);
11. Benchmark dei tempi di “fermo programmato” inteso come tempo totale di tutte le attività svolte sulle attrezzature, per VS;
12. Assegnazione di una famiglia alle attrezzature, al fine di determinare l’impatto % delle categorie di attrezzature sul monte ore tot di fermo programmato.

Il procedimento è stato riassunto in uno standard, il CSR000007, che permette inoltre di:

- essere aggiornato ogni qualvolta una nuova attrezzatura venga introdotta o un’attrezzatura esistente venga ad essere assegnata ad altre Value Stream;
- avere un’idea “Visible” sempre aggiornata del numero di attrezzature esistenti per VS e dell’impegno orario necessario ai manutentori;
- essere facilmente mantenibile perché presente come remind nello standard di attivazione di una nuova attrezzatura: quindi ogni volta che si attiva una nuova attrezzatura si deve necessariamente aggiornare anche il suddetto CSR.

### 3.5.1 Tempi di “manutenzione” e suddivisione per Value Stream:

#### LAYOUT TABELLA VS-ATTIVITA’:

Di seguito si riporta il layout tipo delle tabelle utilizzate per censimento e ranking delle attrezzature negli stabilimenti.


POSIZIONE	TQTARA (T) MANUT. (M) C. PROCESSO	CODICE ATTREZZATURA	PRIORITA' A-B-C-D	OPERATORE / MANUTENTOR E/SQUADRA/ FORNITORE	tempo in 1 settimana (MIN)	TEMPO	freq W	T ann	NOTE	CATEGORIA ATTREZZATURA	
VS1	M	Sxxx	B	MANUTENTORE	11	xxx	xxx	xxx	OK	TEST	
VS1	M	Sxxx	B	MANUTENTORE	11	xxx	xxx	xxx	OK	TEST	
VS1	M	Rxxx	D	MANUTENTORE	4	xxx	xxx	xxx	OK	RESINATRICE	

Figura 3.17 Esempio Template standard CSR000007

#### LEGENDA:

POSIZIONE: Value Stream in cui l’attrezzatura è inserita;

TQTARA (T) MANUT. (M) C. PROCESSO (C): rispettivamente:

- Taratura (TQTARA) espressa con (T)
- MANUT. Manutenzione preventiva: programmata o autonoma espressa con (M)
- C. PROCESSO: controllo di processo espresso con (C)

CODICE ATTREZZATURA: codice dell’attrezzatura presente nel gestionale FLEXNET (massimo 20 caratteri)

PRIORITA’ (A-B-C-D): (def) “con priorità si intende la definizione di un grado di prelazione in riferimento all’intervento di manutenzione in caso di sovrapposizione temporale, alla necessità o meno di insistere sul miglioramento, revisione del budget e presa di coscienza da parte del middle management delle criticità aziendali.” [1]

OPERATORE / MANUTENTORE/SQUADRA/FORNITORE E. : risorsa-uomo addetto alle attività.

Tempo in 1 settimana (MIN): dato utile al conteggio totale, derivato dai tempi presenti nei cartellini

TEMPO: dato presente nei cartellini “Visible” o negli standard specifici delle attrezzature, espresso in (MIN)

Freq W: frequenza di esecuzione attività, presente nei cartellini “Visible” o negli standard specifici delle attrezzature, espresso in settimane (W)

T anno: tempo ripartito all’anno sui dati presenti (TEMPO e Freq W)

NOTE: si riporta con “OK” se l’attrezzatura ha uno standard di riferimento, o in alternativa, si riporta il ° dello standard stesso

CATEGORIA ATTREZZATURA: necessario per il punto 12 conclusivo del procedimento

SMILE BLU: forma a cui è associata la “Macro” di suddivisione e conteggio dei tempi per VS e categoria attività.

TABELLA TEMPI RIASSUNTIVA (sempre aggiornata tramite la macro sviluppata):

**N.B:** i valori si presentano in % rispetto al tempo a disposizione ad un operatore settimanalmente; non si considera il numero manutentori assegnati per Value Stream, a cui è dedicato il paragrafo seguente.

<b>VS1</b>			<b>Carel1</b>
TOT M (MANUTENTORE)	TOT ore/sett	43,1%	
TOT M (OPERATORE)	TOT ore/sett	15,3%	
TOT M (SQUADRA)	TOT ore/sett	15,5%	
TOT T (MANUTENTORE)	TOT ore/sett	0,9%	
TOT T (FORNITORE E.)	TOT ore/sett	0,4%	
TOT C (MANUTENTORE)	TOT ore/sett	24,6%	
TOT FERMO PROGRAMMATO	TOT ore/sett	99,8%	
TOT MANUTENTORE	TOT ore/sett	68,6%	
<b>VS2</b>			
TOT M (MANUTENTORE)	TOT ore/sett	24,7%	
TOT M (OPERATORE)	TOT ore/sett	34,3%	
TOT M (SQUADRA)	TOT ore/sett	8,0%	
TOT T (MANUTENTORE)	TOT ore/sett	0,9%	
TOT T (FORNITORE E.)	TOT ore/sett	0,8%	
TOT C (MANUTENTORE)	TOT ore/sett	14,5%	
TOT FERMO PROGRAMMATO	TOT ore/sett	83,2%	
TOT MANUTENTORE	TOT ore/sett	40,1%	
<b>VS3</b>			
TOT M (MANUTENTORE)	TOT ore/sett	27,4%	
TOT M (OPERATORE)	TOT ore/sett	31,9%	
TOT M (SQUADRA)	TOT ore/sett	11,6%	
TOT T (MANUTENTORE)	TOT ore/sett	6,0%	
TOT T (FORNITORE E.)	TOT ore/sett	1,7%	
TOT C (MANUTENTORE)	TOT ore/sett	11,6%	
TOT FERMO PROGRAMMATO	TOT ore/sett	90,1%	
TOT MANUTENTORE	TOT ore/sett	45,0%	
<b>VS_UMIDIFICAZIONE</b>			
TOT M (MANUTENTORE)	TOT ore/sett	4,6%	
TOT M (OPERATORE)	TOT ore/sett	10,7%	
TOT M (SQUADRA)	TOT ore/sett	0,0%	
TOT T (MANUTENTORE)	TOT ore/sett	0,5%	
TOT T (FORNITORE E.)	TOT ore/sett	0,3%	
TOT C (MANUTENTORE)	TOT ore/sett	0,0%	
TOT FERMO PROGRAMMATO	TOT ore/sett	16,1%	
TOT MANUTENTORE	TOT ore/sett	5,1%	



VS7			Carel2
TOT M (MANUTENTORE)	TOT ore/sett		
TOT M (OPERATORE)	TOT ore/sett		
TOT M (SQUADRA)	TOT ore/sett		
TOT T (MANUTENTORE)	TOT ore/sett		
TOT T (FORNITORE E.)	TOT ore/sett		
TOT C (MANUTENTORE)	TOT ore/sett		
TOT FERMO PROGRAMMATO	TOT ore/sett		
TOT MANUTENTORE	TOT ore/sett		
VS_VALVOLE			
TOT M (MANUTENTORE)	TOT ore/sett	1,1%	Carel3
TOT M (OPERATORE)	TOT ore/sett	8,5%	
TOT M (SQUADRA)	TOT ore/sett	0,1%	
TOT T (MANUTENTORE)	TOT ore/sett	0,2%	
TOT T (FORNITORE E.)	TOT ore/sett	0,0%	
TOT C (MANUTENTORE)	TOT ore/sett	3,4%	
TOT FERMO PROGRAMMATO	TOT ore/sett	13,3%	
TOT MANUTENTORE	TOT ore/sett	4,8%	
VS5			
TOT M (MANUTENTORE)	TOT ore/sett	27,2%	
TOT M (OPERATORE)	TOT ore/sett	26,7%	
TOT M (SQUADRA)	TOT ore/sett	5,9%	
TOT T (MANUTENTORE)	TOT ore/sett	2,5%	
TOT T (FORNITORE E.)	TOT ore/sett	0,8%	
TOT C (MANUTENTORE)	TOT ore/sett	7,8%	
TOT FERMO PROGRAMMATO	TOT ore/sett	70,0%	
TOT MANUTENTORE	TOT ore/sett	36,6%	

Figura 3.18 Tabella riassunto tempi operatori/Value Stream

**LEGENDA:**

TOT M (MANUTENTORE): tot dei tempi di manutenzione preventiva

TOT M (OPERATORE): tot tempi di manutenzione autonoma

TOT M (SQUADRA): tot dei tempi di manutenzione preventiva a squadre

TOT T (MANUTENTORE): tot tempi di taratura affidati al manutentore assegnato alla VS.

TOT T (FORNITORE E.): tot tempi di taratura affidati al fornitore esterno.

TOT C (MANUTENTORE): tot tempi attività di controllo processo, affidate al manutentore assegnato di VS

TOT FERMO PROGRAMMATO: tot tempi di tutte le attività sopra riportate

TOT MANUTENTORE: tot tempi attività affidate al manutentore

**BENCHMARK OTTENUTI:**

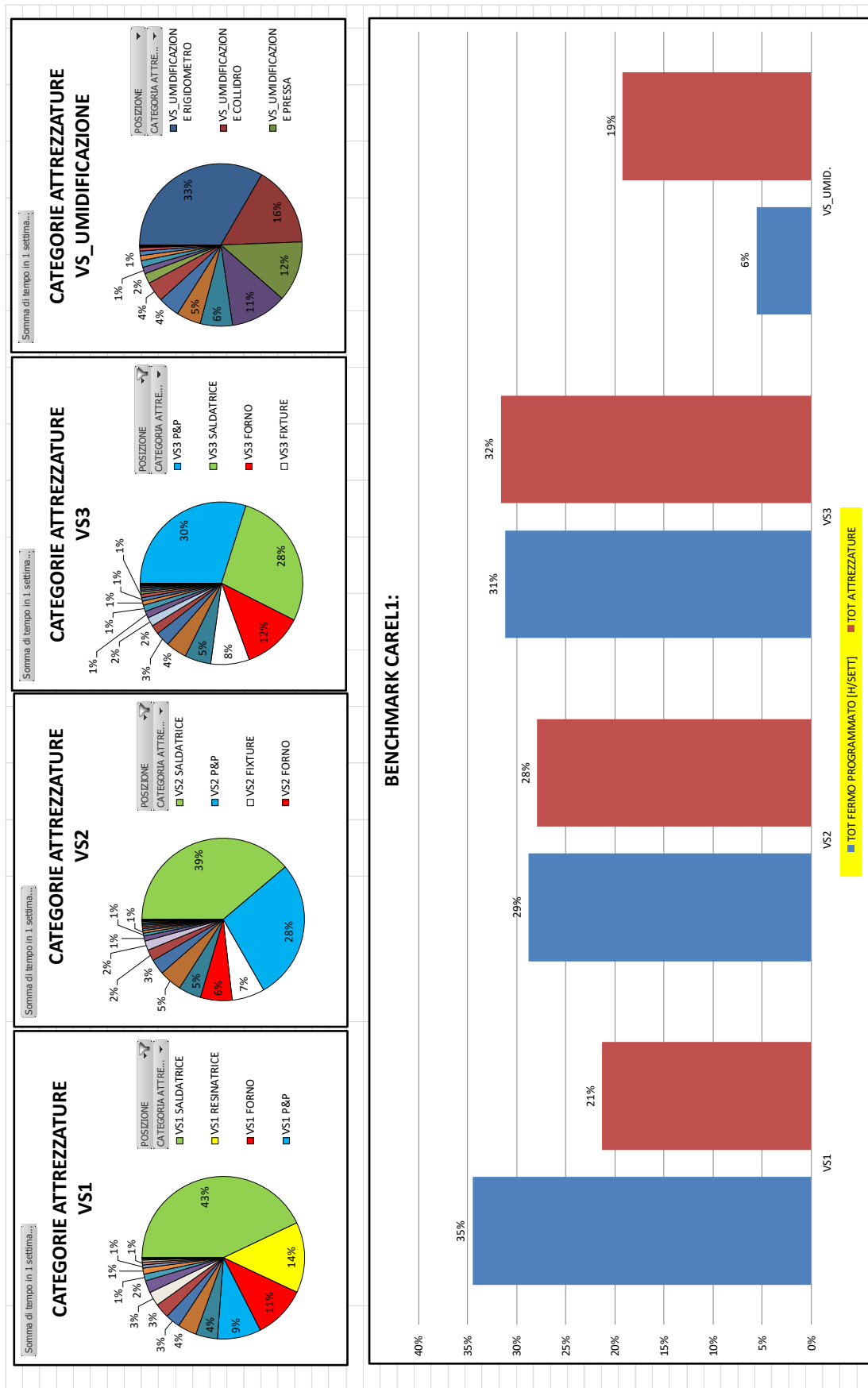


Figura 3.19 Benchmark Carel1

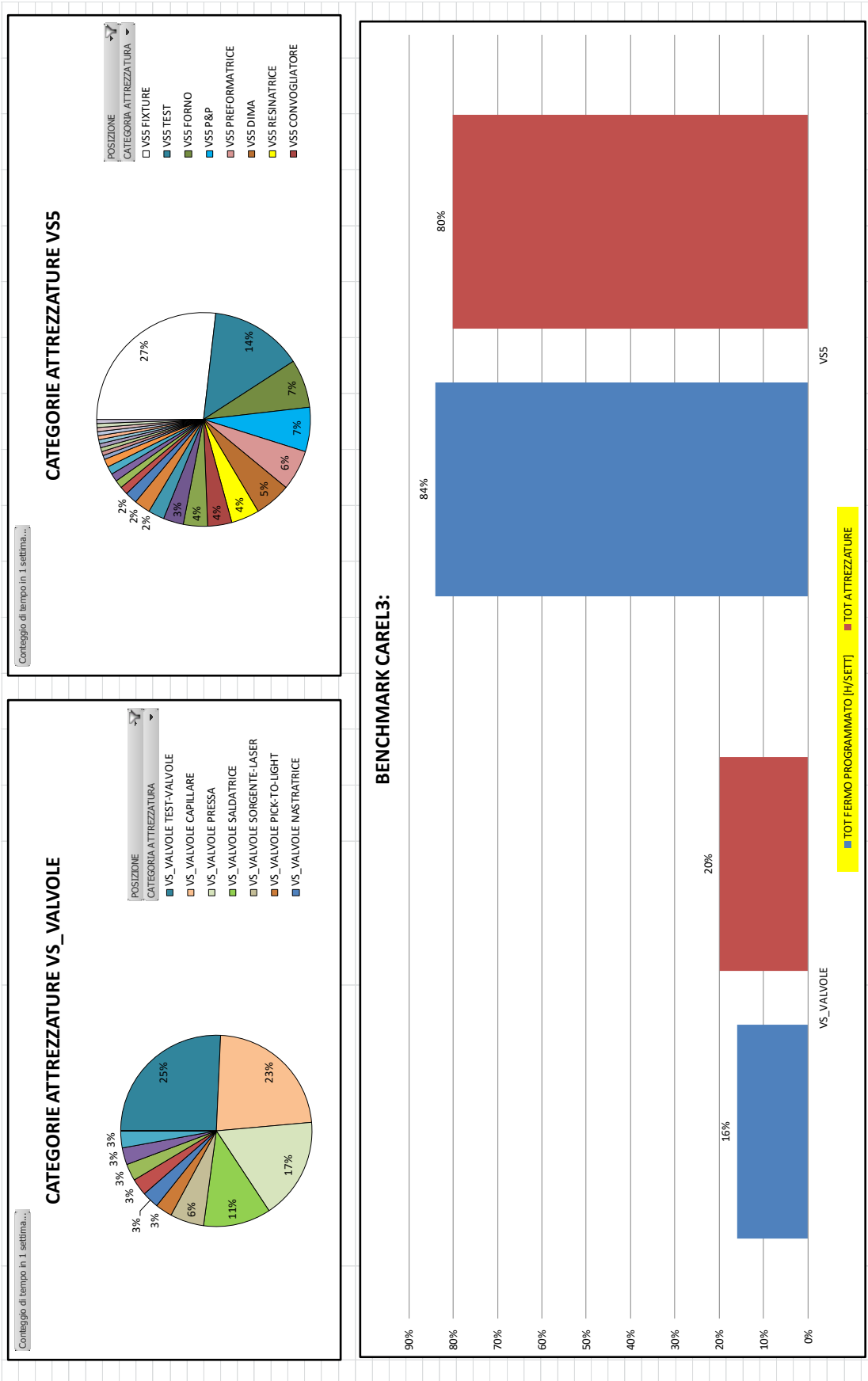


Figura 3.20 Benchmark Carel3

Dati oggetto di valutazione:

**TOT FERMO PROGRAMMATO**: per considerare il rapporto fermo programmato-tot attrezzature in VS.

**TOT MANUTENTORE**: per l'analisi di bilanciamento addetti alla manutenzione svolta al paragrafo 3.6.

**NOTE:**

*"In essence, plants should switch from a reactive control system based on checking effects to a proactive one based on checking causes"[3]*

- I grafici a torta definiscono "l'impatto" delle categorie di attrezzatura sul totale "tempo fermo programmato": ad ogni colore corrisponde una categoria per dare una visione istantanea del contributo.  
Si sono creati questi grafici perché la % di impatto è un dato utile al fine di capire rapidamente quali attrezzature abbiano pianificate le manutenzioni più "pesanti" in termini di tempo impiegato.
- Gli istogrammi fungono da Benchmark di confronto istantaneo tra:
  - N° attrezzature – tot tempo fermo programmato (è possibile variare il tot tempo considerato, ex. si può considerare il "tot tempo manutentore")
  - Value Stream diverse dello stesso stabilimento al fine di evidenziare eventuali sbilanciamenti evidenti.
  - Si riferiscono al TOT ore di manutenzione delle VS nello stabilimento (es. in Carel1 Elettronica, il TOT FERMO PROGRAMMATO si riferisce in % al tempo TOT delle 3 VS).

**CONSIDERAZIONI:**

Nell'analisi che segue non si comprende VS\_UMIDIFICAZIONE in quanto il processo produttivo è differente dalle altre VS considerate.

**GRAFICI A TORTA:**

I dati riportati si presentano in %:

**T FERMO PROGRAMMATO**: % del tot ore di fermo programmato suddiviso per categoria attrezzature

**CATEGORIA ATTREZZATURE**: assegnazione ad una famiglia delle attrezzature di Carel1 Elettronica

In riferimento a VS1, VS2 e VS3 si nota come la "categoria attrezzature" SALDATRICE impatta più di tutte nella definizione del totale ore di fermo programmato della VS; ciò è dovuto al fatto che, come presentato in 3.4.1, tale attrezzatura necessita di più interventi di manutenzione (preventiva\manutentore, preventiva\squadra, taratura, controllo di processo e pulizia).

In particolare si nota come le saldatrici impattino con percentuale circa costante nelle 3 VS, perché attrezzature fondamentali al processo (presenti nel reparto SMT di ogni VS).

Le Pick & Place invece hanno contributo variabile; in particolare in VS1 impattano poco, questo perché sono in numero inferiore rispetto a VS2 e VS3.

Di contro però in VS1 si registrano attrezzature non presenti nelle altre VS, le RESINATRICI, che “compensano” il basso carico dato dalle P&P nella suddetta VS.

I FORNI invece, essendo, come SALDATRICI e P&P, attrezzature fondamentali al processo (presenti anch’essi nel reparto SMT di ogni VS)., impattano in percentuale circa uguale nelle 3 VS.

### ISTOGRAMMI:

I dati riportati si presentano in %:

**TOT FERMO PROGRAMMATO:** % del tot ore di fermo programmato di Carel1 Elettronica

**TOT ATTREZZATURE:** % del tot attrezzature di Carel1 Elettronica

A prima vista, considerando il rapporto FERMO PROGRAMMATO-TOT ATTREZZATURE, si nota subito il forte sbilanciamento in VS1; in particolare si vede che il carico di lavoro al manutentore (compreso nel fermo programmato) è elevato rispetto alle altre VS, ma le attrezzature costituenti la VS1 sono meno rispetto alle altre, perché?

Tale disparità è da ricondursi alle considerazioni fatte per i grafici a torta: in VS1 si hanno SALDATRICI in più (% impatto maggiore) e attrezzature non presenti nelle altre VS ( RESINATRICI); ciò giustifica quanto rilevato.

VS2 e VS3 risultano essere equilibrate tra di loro, ma anche per quanto riguarda il rapporto FERMO PROGRAMMATO-TOT ATTREZZATURE.

### 3.5.2 Metodo di valutazione del “ranking” attrezzature

Innanzitutto si sono definiti i principali fattori influenzanti il grado di priorità di un’attrezzatura, intesa come necessità di intervento privilegiato rispetto ad altri; ad essi sono stati assegnati 3 livelli di impatto (1-2-3 di valutazione decrescente).

Livello	Fattori di valutazione	1	2	3	descrizione livello
S	SICUREZZA E SALUTE	INFORTUNIO	NEAR MISS	NESSUN EFFETTO	l'attrezzatura impatta sulla salute dell'operatore?
Q	QUALITA'	SCARTO (ipotesi, più di uno scarto)	DIFETTO	NON CREA DIFETTI	il malfunzionamento dell'attrezzatura crea scarti (+ di uno) o al danno si può ovviare (DIFETTO)?
C	IMPIANTI CENTRALIZZATI	SERVE PIU' MACCHINE ED E' INDISPENSABILE AL FLUSSO	SERVE SOLO UNA MACCHINA o LINEA	NON SERVE MACCHINE IN LINEA (FUORI LINEA o NON INDISPENSABILE AL FLUSSO)	l'attrezzatura è essenziale al flusso o può essere bypassata? In altre linee l'attività può essere effettuata manualmente?
W	TURNI/GIORNO	2 TURNI	1 TURNO	FUORI DAL TURNO LINEA	l'attrezzatura è operativa per quanti turni al giorno?
D	IMPATTO SULLA PRODUZIONE	MACCHINE SENZA BACK-UP BLOCCA L'ODL (L'ODOL NON PUO' PROSEGUIRE SU UN'ALTRA LINEA)	MACCHINE CON BACK-UP (L'ODL PUO' PROSEGUIRE SU ALTRA LINEA)	NON HA IMPATTO SULLE MACCHINE DELLA PRODUZIONE E NON BLOCCA L'ODL	l'attrezzatura dispone di back-up o, nel caso dei letti, ne è disponibile uno di ricambio?
F	FREQUENZA	>2 GUASTO MESE	1 O 2 GUASTO/I MESE	< 1 GUASTO MESE	per questa valutazione si fa riferimento al file MES/esperienza manutentore
M	MANUTENIBILITA' A GUASTO	> 4 ORE	DA 1 A 4 ORE	< 1 ORA	per questa valutazione si fa riferimento al file MES/esperienza manutentore

Figura 3.21 Tabella fattori valutazione attrezzature

In seguito si è definito un flow-chart che fosse il più discriminante possibile: che divida il più possibile le attrezzature in base ai fattori definiti.

FLOW-CHART ADOTTATO:

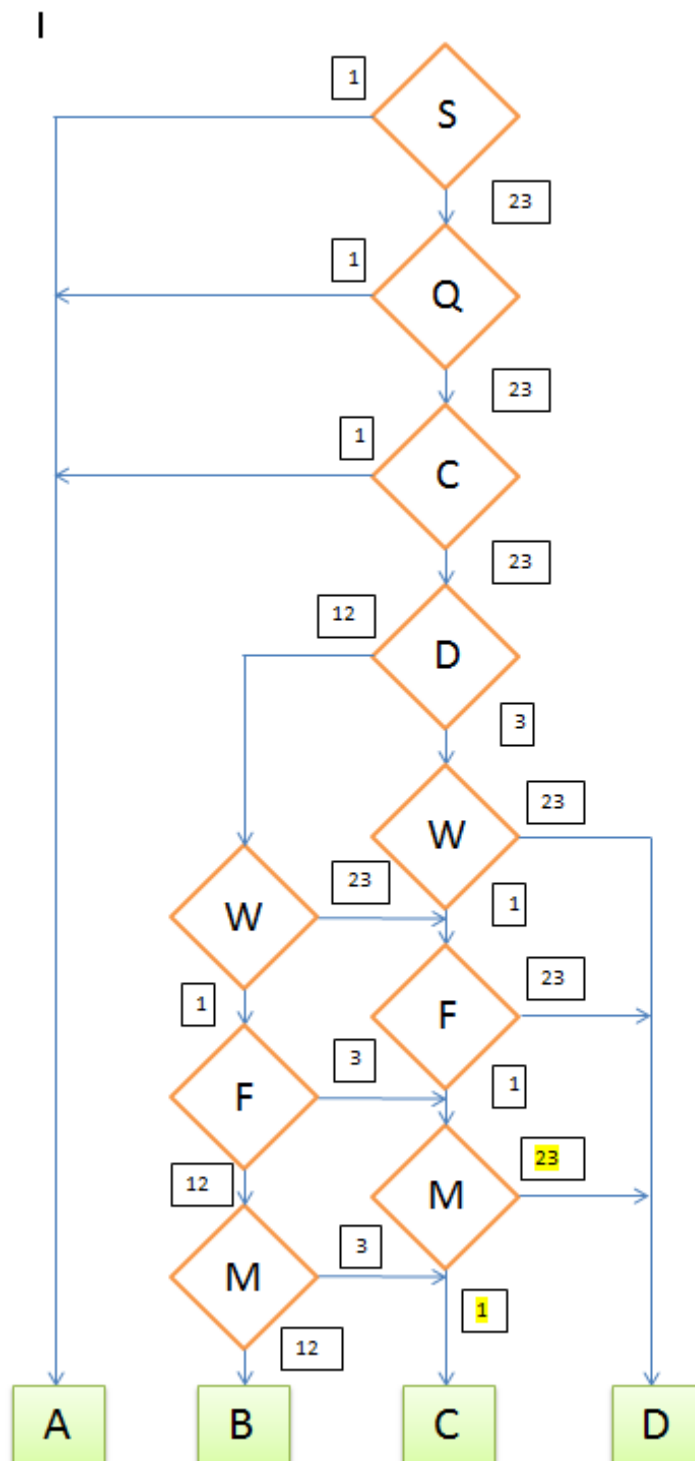


Figura 3.22 Flow-chart di valutazione definitivo

**NOTE:**

La redazione del flow-chart ha richiesto più fasi di implementazione per ottenere il più profondo grado di precisione.

**STEP DI OTTENIMENTO FLOW-CHART DEFINITIVO:**

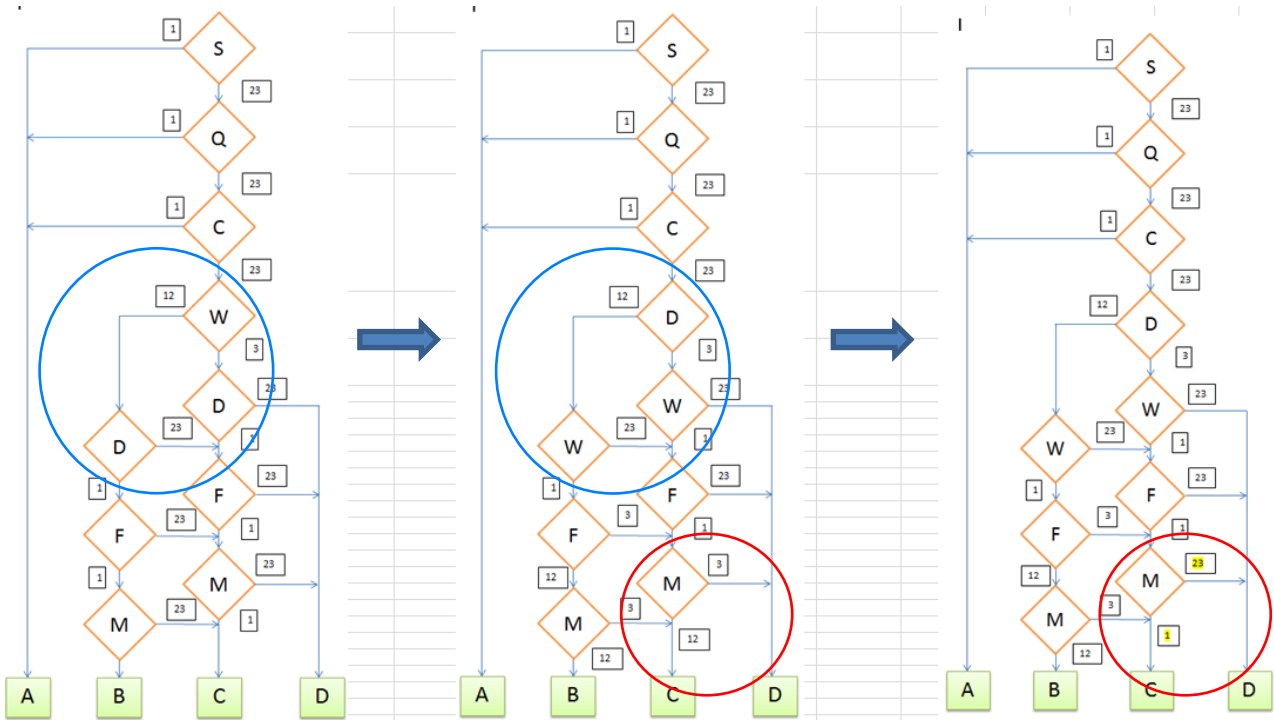


Figura 3.23 Flow-chart successivi

**LEGENDA:**

○ 1° step    ○ 2° step

**ALCUNI ESEMPI DI VALUTAZIONE ATTREZZATURA:**

CODICE ATTREZZATURA (VISIBLE)	PRIORITA' (A-B-C-D)	S	Q	C	W	D	F	M
Lxxx	A	2	3	1	X	X	3	3
Sxxx	A	2	1	X	X	X	X	X
Cxxxx	B	3	2	2	1	1	2	2

Figura 3.24 Esempi di valutazione

**CATEGORIE:**

A : attrezzatura prioritaria; nel caso di manutenzioni contemporanee, si privilegia tale attrezzatura.

B e C : situazioni intermedie di priorità: le B vanno considerate assieme alle A, quindi con priorità di intervento rispetto alle attrezzature C e D, quest'ultime senza particolari necessità.

D : attrezzatura con manutenzione non prioritaria: in casi del tutto eccezionali, per sovrapposizione di manutenzioni, si può rimandare l'intervento alle settimane successive.

L'assegnazione della "Priorità" alle attrezzature si è articolata in più fasi:

- Assegnazione delle priorità alle singole attrezzature;
- Analisi dei risultati ottenuti: alcune attrezzature appartenenti alla stessa "categoria attrezzatura", seguendo il Flow-chart definito, vengono assegnate a diverse categorie; in particolare per le "FIXTURE", la discriminante fondamentale è stata la periodicità di guasto, dato ottenuto dal portale MES "Flexnet" di inserimento guasti.
- Collegamento VS attrezzature-priorità al fine di ottenere un Benchmark priorità attrezzature suddiviso per VS, come il seguente:

BENCHMARK PRIORITA' ATTREZZATURE IN VALUE STREAM:

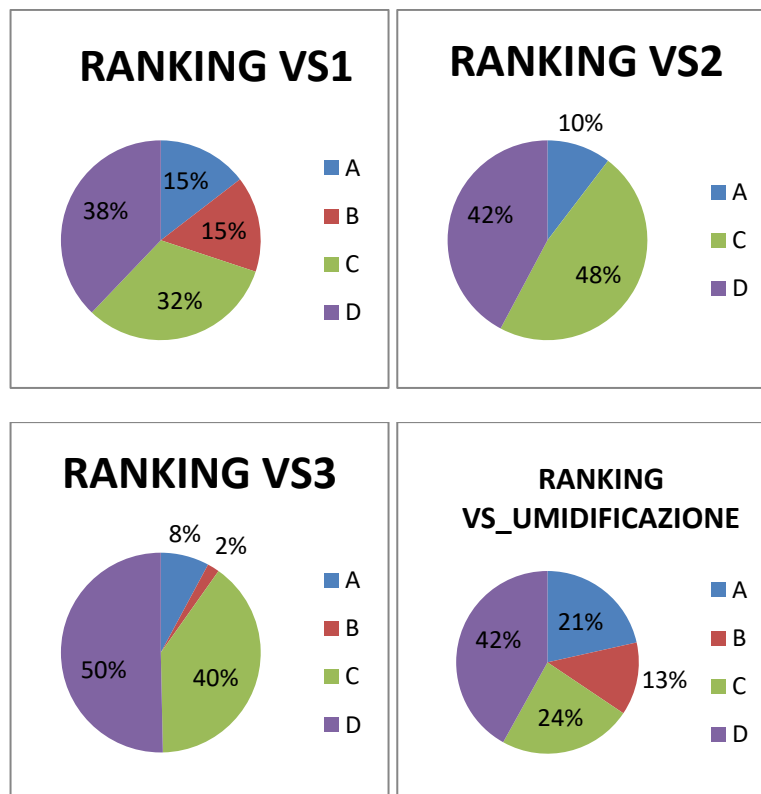


Figura 3.25 Benchmark Value Stream

OSSERVAZIONI: Si nota come in VS1, come in VS3 le attrezzature in categoria B siano oltre la desiderata, questo perché si hanno attrezzature presenti solo in essa (come le resinatrici) ed inoltre perché dall'analisi dei guasti, si hanno delle attrezzature che hanno frequenza di guasto tale da rientrare in questa categoria.

In VS2 e VS3, al contrario non si hanno, oppure se ne riscontrano molto poche attrezzature di tale categoria (B); dal bilanciamento, inteso come stabilimento complessivo, però si ha una grande riduzione della percentuale di B, dovuto appunto al rapporto col n° totale di attrezzature.



- Raggruppamento delle attrezzature e priorità annesse, in Stabilimento, al fine di ottenere un Benchmark da confrontare al Benchmark obiettivo (suddivisione a Pareto ordinato delle priorità di intervento) ai fini di valutare la coerenza dei risultati ottenuti, come il seguente:

BENCHMARK PRIORITA' ATTREZZATURE IN STABILIMENTO (media delle VS):

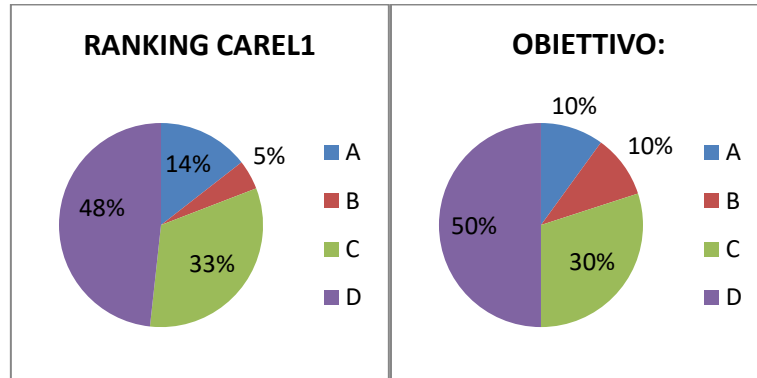


Figura 3.26 Benchmark Stabilimento vs Obiettivo

CONSIDERAZIONI:

Nell'analisi fatta, al contrario di quanto detto nelle considerazioni dei Benchmark relativi al TOT FERMO PROGRAMMATO-TOT ATTREZZATURE, si considera nel compendio anche VS\_UMIDIFICAZIONE perché la tipologia di processo è differente (quindi non è possibile fare considerazioni in termini di manutenzioni e n° attrezzature), ma alcune attrezzature sono uguali e comunque hanno subito lo stesso criterio di valutazione della priorità.

L'obiettivo era di ottenere circa un 20% di attrezzature a cui dare una priorità di intervento (quindi in categoria A e B) in riferimento all'intero stabilimento Carel1 Elettronica.

Il risultato è che in AS-IS di stabilimento le attrezzature prioritarie sono il 19% (14% A, 5% B), rientrando quindi nel range obiettivo della pianificazione delle manutenzioni e confermando inoltre la coerenza del flow-chart di valutazione priorità di intervento definito ( figura 3.23).

### **3.6 Confronto tra manutenzioni: situazione iniziale (AS-IS):**

Nei capitoli precedenti si sono poste le basi per l'analisi del carico di lavoro dei manutentori, definendone precisamente i contributi.

In particolare si sono caratterizzate:

- Le manutenzioni programmate facendo riferimento agli standard delle varie attrezzature (tempo atteso di esecuzione)
- Tarature con riferimento a TQtara e intervista manutentori
- Manutenzioni a guasto facendo riferimento allo storico del 2016
- Tempi di generazione RDA, stima fatta nel capitolo seguente.

Ora si andranno a fare alcune proposte di miglioramento, ribilanciando il carico di lavoro dei manutentori al fine di ottenere la maggior efficienza possibile e seguendo il seguente PDCA di riferimento.

### **PRESENTAZIONE PDCA**

OBIETTIVI:

- Ridurre il carico di manutenzione a VS1
- Ridurre carico per RDA
- Ridimensionare l'organico/budget assegnato alla manutenzione

PLAN:

- Riorganizzare le linee (VS) con studio dei carichi di lavoro
- Generare "Tool" per riordino automatico con PGD

DO:

- Foglio di lavoro "Confronto\_guasti: proposte di bilanciamento"
- Inserimento in MES per ottenere uno storico dati dell'anno passato
- Pianificare e dare avvio al PGD per RDA automatiche

CHECK:

- Verifica dell'effettiva riduzione dei tempi per RDA come prefissato
- Verifica dei tempi di M.P e a Guasto nelle VS con nuovi bilanciamenti proposti
- Verifica fattibilità ipotesi di unione delle VS1 e VS2

ACT:

- Unione VS1 con VS2
- Eliminazione della risorsa Manutentore di stabilimento, riassegnabile quindi a mansioni diverse.

**PLAN:**

1. DATI DI RIFERIMENTO MANUTENZIONI A GUASTO (vedi Figura 3.16 paragrafo 3.4.4)
2. SITUAZIONE MANUTENZIONI PROGRAMMATE-MANUTENTORI ASSEGNATI (vedi Figura 3.18 paragrafo 3.5.1)

Riassunto:

POSIZIONE	TOT SETT. MANUTENTORE (ORE/SETT)	SOMMA GUASTO+MANUTENZIONI (ORE/SETT)	TEMPO SETT. A DISPOSIZIONE (ORE/SETT)	N° OPERATORI
VS1	68,5%	76,3%	40	1
VS2	40,0%	50,2%	40	2
VS3	45,0%	50,5%	40	1

Figura 3.27 Riassunto tempi manutentore

3. SITUAZIONE INIZIALE (AS-IS):

POSIZIONE	OPERATORE	N° OPERATORI	% A GUASTO x OPERATORE	% PREVENTIVE x OPERATORE	% RDA	% MIGLIORAMENTI	AS-IS
VS1	C.S	1	7,7	68,6	0,0	23,7	COME E' LA SITUAZIONE ODIERNA CON RIFERIMENTO ALLO STORICO DEL 2016
VS2	E.C + P.T	2	10,1	40,1	0,0	49,8	
VS3	S.T	1	5,5	45,0	0,0	49,5	
STAB	L.R	1	10,3	9,3	20,1	60,4	

Figura 3.28 AS-IS manutentori in VS

IPOTESI	OPERATORE	N° ORDINI via Oracle	N° ORDINI via Fax	PERIODO DI RIFERIMENTO	T MEDIO STIMATO x RDA (MIN)	TOT RDA ANNO (MIN)	TOT RDA SETT.(MIN)	TOT RDA SETT.(ORE/SETT)	% RDA	AS-IS
STIMA TEMPO x RDA	L.R	825,0	180,0	2016	25	25125	483,2	8,1	20,1	COME E' LA SITUAZIONE ODIERNA CON RIFERIMENTO ALLO STORICO DEL 2016
IPOTESI	OPERATORE	N° MAN.	\	PERIODO DI RIFERIMENTO	T MEDIO UNITARIO (MIN)	TOT MAN. ANNO (MIN)	TOT MAN. SETT. (MIN)	TOT SETT. MANUTENTORE ((ORE/SETT)	% PREVENTIVE	
MANUTENZIONE (VS1/2/3)+STAB	L.R	86	\	2016	20	1720,0	121,1	2,0	5,0	

Figura 3.29 AS-IS manutentore di stabilimento

**LEGENDA:**

PUNTO DI INTERVENTO

PUNTO SOTTO "DESIDERATA"

- "PUNTO DI INTERVENTO" e "PUNTO SOTTO DESIDERATA" si riferiscono alle percentuali espresse nella desiderata dello standard; sopra o sotto ai valori prescritti, indicano rispettivamente necessità o no ad intervenire.
- POSIZIONE: individua la Value Stream assegnata al manutentore
- OPERATORE: manutentore/i assegnato/i alla specifica Value Stream
- N° OPERATORI: identifica quanti manutentori sono assegnati; in VS2 si hanno 2 operatori, però sono da considerarsi come uno solo, perché operanti a part-time (vedi "TEMPO A DISPOSIZIONE" in figura 3.26)

- % A GUASTO x OPERATORE: quota parte di tempo che l'operatore dedica alle manutenzioni a guasto
- % PREVENTIVE x OPERATORE: quota parte di tempo che l'operatore dedica alle manutenzioni preventive
- % RDA: quota parte di tempo che l'operatore (di stabilimento) dedica a generare RDA
- % MIGLIORAMENTI: quota parte di tempo rimanente, in cui l'operatore è a disposizione per attività di miglioramento.

#### CONSIDERAZIONI:

La situazione iniziale (AS-IS) è riassunta in Figura 3.26, ma nelle figure 3.27-3.28, si evidenziano le "zone" su cui intervenire:

in particolare si nota come VS1 sia la più carica, come precedentemente emerso dalle considerazioni al paragrafo 3.5 in riferimento al fermo programmato, ora si riferisce al tempo manutentore (quota parte preponderante del fermo programmato)

In VS3 il manutentore risulta caricato al limite per le manutenzioni preventive, ma si è posta una tolleranza di  $\pm 5\%$  rispetto alla "desiderata", quindi, anche se al limite, risulta accettabile.

il manutentore di stabilimento, risulta eccessivamente caricato nella redazione degli RDA; carico di necessaria riduzione, al fine di permettere a tale figura di concentrarsi maggiormente in attività più specifiche. Tale punto sarà oggetto del prossimo paragrafo.

Le manutenzioni preventive per il manutentore di stabilimento sono state rilevate dal MES "Flexnet"; per il tempo di intervento si è preso il tempo medio di intervento di tutte le operazioni; tali dati si riferiscono allo storico dell'anno 2016, campione già usato per le valutazioni dei paragrafi precedenti.

Il tempo necessario alla generazione di RDA (Tempo stimato x RDA) è stato stimato sulla base del tempo medio dato dall'operatore per inserimento di tutti i dati utili all'ordine, nonché dalla rilevazione diretta dei tempi medi necessari alla compilazione di tutti i campi richiesti su Oracle.

Il numero di RDA è stato definito sempre in riferimento allo storico dell'anno 2016, più una quota parte di ordini ancora fatti tramite fax, che con il Tool "PGD per PRDA produzione" sviluppato andranno a scomparire.

### **3.7 Miglioramento: Riordino automatico (A.R) materiali di produzione e consumo (PGD per RDA produzione)**

Nel capitolo precedente, nella fase (DO) si è posto il problema della riduzione dei tempi impiegati al manutentore di stabilimento per fare ordini (RDA); si è presentata come soluzione il "TOOL" PGD per RDA produzione, ora si introduce il procedimento seguito per generarlo.

#### FASI DI SVILUPPO TOOL:

1. Analisi e filtraggio storico ordini-manutentore di stabilimento:

Si è considerato lo storico dell'anno 2016 per ottenere una database di codici ordinati dal manutentore di stabilimento; essi sono sia materiali di processo (materie prime usate in linea), che di consumo (es. D.P.I operatori).

Successivamente si sono filtrati per ridurre il numero ai componenti con maggior ordinabilità, cioè quelli che servono di più, lasciando all'inserimento manuale i codici "occasionali" (es. ordinati una sola volta nel corso dell'anno).

Come criterio si è considerata la ripetibilità dell'ordine > 2 (codice ordinato più di 2 volte all'anno).

In questo modo si sono ottenuti 290 codici, inseriti poi a data base per il riordino automatico tramite lettore di codice a barre (PGD).

2. Generazione della procedura standardizzata per inserimento/gestione ordini in PGD (CSW001005/CSW001006 definiti nel sotto paragrafo seguente)

#### **3.7.1 Definizione e sviluppo del (A.R): CSW001005/CSW001006**

##### **COME UTILIZZARE IL TOOL PGD (contenuta nel CSW001005)**

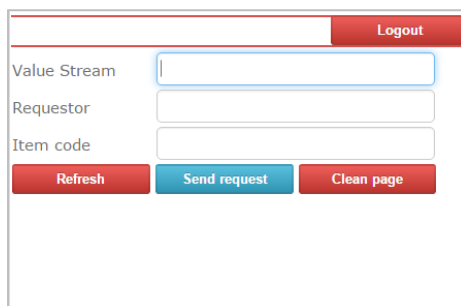
Nella postazione PGD predisposta in attrezzatura, è possibile effettuare ordini di materiale di consumo e necessario alla manutenzione delle attrezzature in linea.

L'utilizzo dei PGD permette di creare delle vere e proprie RDA.

Con questo sistema, verrà creata una RDA per ogni codice ordinato da ogni persona nell'arco della giornata. Se persona1 e persona2 ordinano rispettivamente 3 pezzi e 2 pezzi di articolo A, verranno create due RDA, entrambe contenenti solo una riga con l'articolo A. Se persona1 ordina 1 pezzo di articolo A e 2 pezzi di articolo B, anche in questo caso verranno create due RDA, una per articolo A e una per articolo B.

## A) Ordinare codici esistenti

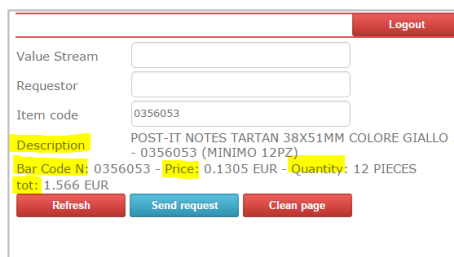
Con le credenziali personali consegnate ad ogni “REQUESTOR” (Username e Password) si accede alla schermata che permette di creare RDA.



The screenshot shows a web interface with a red header bar containing a "Logout" button. Below the header, there are three input fields: "Value Stream", "Requestor", and "Item code". At the bottom of the form area, there are three buttons: "Refresh" (red), "Send request" (blue), and "Clean page" (red).

Figura 3.30 Interfaccia PGD

- **Value Stream**: campo descrittivo che tendenzialmente serve ad identificare per chi viene fatto l'ordine, ad esempio "VS1".
- **Requestor**: identifica la persona che sta facendo l'RDA; sono predisposte più utenze (vedi foglio "utenti\_PGD" in "CSW001006 libretto PGD" e in *Drive condiviso*)
- **Item code**: identifica l'articolo da ordinare. La compilazione di questo campo farà apparire la descrizione dell'articolo selezionato, con i relativi dettagli sull'acquisto.



The screenshot shows the same interface as Figure 3.30, but with the "Item code" field filled with "0356053". Below the input fields, the system has populated the following information:

Description	POST-IT NOTES TARTAN 38X51MM COLORE GIALLO .
	- 0356053 (MINIMO 12PZ)
Bar Code N	0356053 - Price
	0.1305 EUR - Quantity: 12 PIECES
tot:	1.566 EUR

At the bottom, the "Refresh", "Send request", and "Clean page" buttons are still visible.

Figura 3.31 Esempio schermata ordine

Dopo aver compilato tutti i campi, con il pulsante “send request” si procederà all’inserimento della richiesta.

Alcune note sugli ordini:

- Username, Password, Value Stream e Requestor-code sono presenti nel cartellino personale consegnato ad ogni “REQUESTOR”; in caso vengano smarriti, sono presenti nel “CSW001006 libretto PGD”).
- Alcuni articoli hanno una quantità minima ordinabile (vedere immagine pagina precedente).
- NON è possibile specificare manualmente le quantità per l'articolo. Se si vorranno ordinare più pezzi dello stesso articolo, sarà necessario fare più volte l'ordine, e quindi inserire il codice articolo e inviare la richiesta con il pulsante “send request” finché non si raggiunge la quantità desiderata. Attenzione che il sistema non è in grado di tracciare il numero di richieste già inserite. E' a carico del richiedente ricordare il numero di inserimenti fatti.
- E' possibile ordinare SOLO gli articoli inseriti dall'IT a database.

**B) Dati di input e modalità di inserimento in “LIBRETTO\_PGD\_STAMPABILE” contenuto in CSW001006:**

Ai requestor è fornito un file Excel per inserire nuovi codici e la loro ubicazione nello stabilimento, con il seguente form:

CODE	ITEM_DESCRIPTION	STABILIMENTO	N° VALUE STREAM	N° ATTREZZERIA	ARMADIO	CASSETTO/RIPIANO	SCATOLA	NOTE	QUANTITA' DEL RIORDINO AUTOMATICO	UDM	BARCODE
7020020AXX	DETERGENTE di LAVAGGIO A BASE ACQUA	CID	1	X	LAVAT	1	1		200	LITERS	
7020009AXX	FILO STAGNO IN SACX0307 IN ROCCHETTO	CID	2	X	1	1	1		40	KG	
ABEK1P3	filtro ABEK1P3 per semimaschera	CID	2	X	1	4	2		24	PIECES	

Figura 3.32 Esempio Libretto PGD

**NOTE:** una volta inserito il “CODE”, il “BARCODE” viene automaticamente generato; “CONCATENA” è necessario per la generazione del barcode, si genera automaticamente all’inserimento del “CODE”.

**ESEMPIO DI CODIFICA CODICI**

ABEK1P3	filtro ABEK1P3 per semimaschera	CID	2	X	1	4	2	24	
---------	---------------------------------	-----	---	---	---	---	---	----	--

Figura 3.33 Esempio codifica

Il “filtro ABEK1P3 per semimaschera” è posizionato in: (combinazione dell’esempio)

- STABILIMENTO: Italia (CID), Croazia (CHR)
- N° VALUE STREAM: VS1 (1), VS2 (2), VS3 (3)...
- N° ATTREZZERIA: Italia (1), componente non in attrezzeria (X)
- ARMADIO: ordinati in progressione per specifica VALUE STREAM; nell’esempio nella VS2 si avrà ARMADIO 1 (1), ARMADIO 2 (2)...
- CASSETTO/RIPIANO: ordinato in progressione per specifico ARMADIO; nell’esempio CASSETTO/RIPIANO 4 (4)
- SCATOLA: identificata in progressione per ARMADIO, se presente; nell’esempio non c’è un scatola, quindi si identifica con (X)

**NOTE:** ad ogni codice nuovo inserito nel File, corrisponde una nuova scatola a cui apporre un numero progressivo (GIALLO) così da identificarlo come codice a riordino automatico.

**10**

Figura 3.34 Esempio n° identificazione componenti in PGD



Figura 3.35 Esempio identificazione armadi

### C) Utilizzo e aggiornamento del File Excel:

E' necessario avere un file Excel, oltre al Drive (di cui al punto 2 si ha il link), perché tale Excel costituisce il "LIBRETTO\_PGD\_STAMPABILE" con:

- i BARCODE dei codici posti a riordino automatico (**estensione max "CODE": 20 caratteri**)
- la loro ubicazione nello stabilimento.

Tale file, una volta inserito uno o più nuovi codici, si aggiorna automaticamente lanciando la macro, che posiziona i nuovi codici affianco ai codici simili, premendo su (in alto a destra):



Figura 3.36 Tasto di aggiornamento File Excel

**Vantaggi:** il requestor che dovrà fare l'ordine, così come chi dovrà riporre il materiale una volta arrivato, troverà velocemente i codici, perché tutti ordinati.

**Necessità:** ristampa del libretto ogni qualvolta un pacchetto di codici viene inserito.



## D) Inserire nuovi articoli / variare gli esistenti (Drive condiviso)

Per codificare nuovi articoli o per variare gli esistenti (es: prezzo / quantità minima ordinabile) è necessario il supporto dell'IT.

[https://docs.google.com/spreadsheets/d/1eh-qP\\_x5xJu0l1cTc0TToJJA1zRDgKP8VIX0jH-3iDQ/edit?ts=59357536#gid=0](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1eh-qP_x5xJu0l1cTc0TToJJA1zRDgKP8VIX0jH-3iDQ/edit?ts=59357536#gid=0)

Nel file, di cui sopra il link, andranno aggiunti eventuali nuovi articoli o corretti valori errati. E' **INDISPENSABILE** che queste aggiunte/modifiche vengano segnalate tempestivamente, in modo da garantire l'allineamento di dati a database.

Lo stato OK verrà settato dall'IT quando porterà a database le righe NEW e MOD.

Le modifiche al file vanno segnalate a [gxxxx.gxxxx@carel.com](mailto:gxxxx.gxxxx@carel.com) o in alternativa ad [ixxxx@carel.com](mailto:ixxxx@carel.com)

**NOTE:** codice effettivamente ordinabile SOLO quando il suo stato è stato aggiornato ad OK dall'IT.

### Dati di input e modalità di inserimento

Il file Drive condiviso ha il seguente form:

STATO	ID	BAR-CODE	ITEM_DESCRIPTION	IMMAGINE	VENDOR_ID	VENDOR_NUMBER	VENDOR_NAME	QUANTITY	PRICE	PURCHASE_REQ_ITEM_CODE	PURCHASE_REQ_INVENTORY_ITEM	PURCHASE_REQ_ITEM_UOM	CURRENCY_CODE	VENDOR_SITE_ID	NEED_BY_DATE
			CAMPI RISERVATI ALL'IT NON NECESSARIA												

Figura 3.37 Template File Drive

- DESCRIZIONE DEI CAMPI COMPILATI DAL REQUESTOR:**

STATO	DESCRIZIONE	ATTORE
OK	L'ARTICOLO E' STATO INSERITO A DATABASE	IT
MOD	L'ARTICOLO E' STATO MODIFICATO E VA AGGIORNATO IL DATABASE	REQUESTOR
NEW	L'ARTICOLO E' NUOVO E NON E' ANCORA STATO INSERITO A DATABASE	REQUESTOR

Figura 3.38 Campo "STATO"

- "BAR-CODE" & "ITEM\_DESCRIPTION":** si importano dal file **"CSW001006 libretto PGD"** al foglio **"LIBRETTO\_PGD\_STAMPABILE"** per lo specifico codice inserito.

VENDOR_NUMBER	VENDOR_NAME	VENDOR_NUMBER	VENDOR_NAME
47900	XXX	2294	XXX

Figura 3.39 Campo "VENDOR\_NUMER"

- **Procedura di definizione “VENDOR\_NUMBER” da Oracle [4]**[Oracle Integrated Cloud Applications and Platform Services]

Se il “VENDOR\_NAME” non è compreso tra quelli riportati, si ricava il corrispondente “VENDOR\_NUMBER” da Oracle con i seguenti passaggi:

CID RDA → Richieste d’acquisto → Sintetico richieste → Determinazione origine (seleziona Fornitore) → In “Fornitore” → Trova: (%VENDOR\_NAME%) → Trova

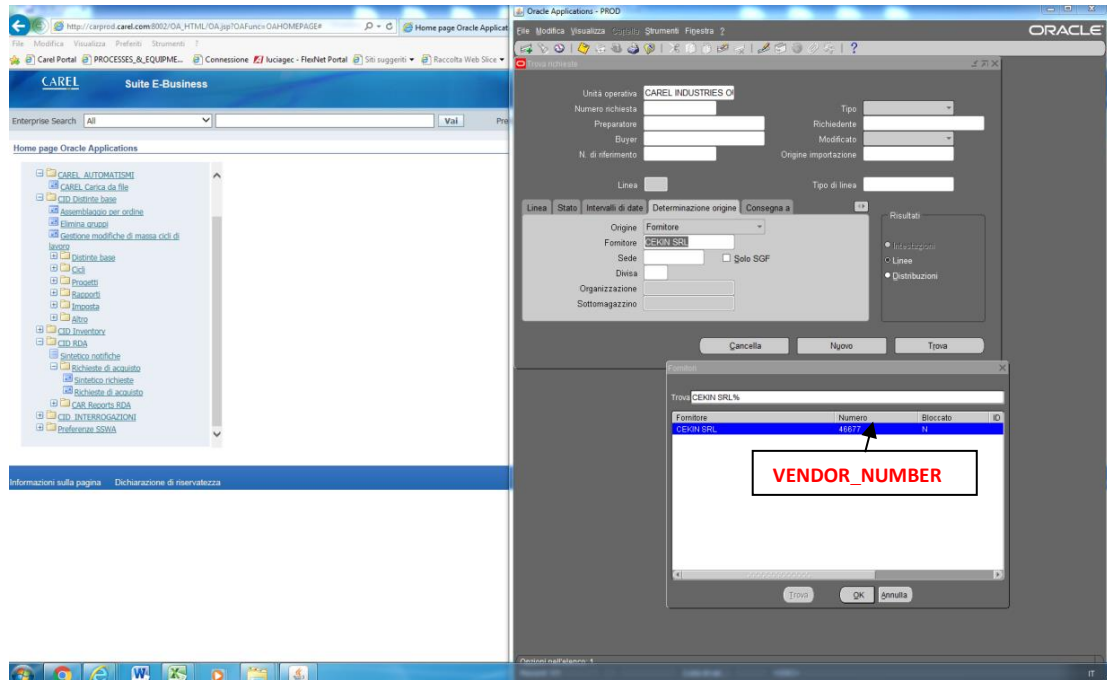


Figura 3.40 Procedura per “VENDOR\_NAME” in Oracle

PURCHASE_REQ_ITEM_CODE	DESCRIZIONE	TIPO SPESA	MATERIALE / SERVIZIO	CONTO ORACLE	
-ANTINFORT	INDUMENTI DI LAVORO, VESTIARIO E MATERIALI PER LA SICUREZZA (COMPRESI I CARTELLI)	CODICI PER PRODUZIONE	M	440005055	Indumenti di lavoro, vestiario e materiali per sicurezza ed antinfortunistica
-ATTREZZ	ATTREZZATURE DI PRODUZIONE, UT E LAB. UMID. (ATTR. VARIE, STAMPI, TEST IN CIRCUIT, BANCHI DI LAVORO, ECC.) E LORO MODIFICHE, DI NS. PROPRIETA' (ESCLUSA LA VENDITA.) >100EURO	IMMOBILIZZAZIONI	M	112015900	Transitorio attrezzature industriali e commerciali
-CANCEL	MATERIALE DI CANCELLERIA E ADDEBITI DI SPESE IMPIANTI PER CANCELLERIA (TONER CARTUCCE E NASTRI PER STAMPANTI ECC.)	SPESE VARIE	M	440005050	Cancelleria e stampati
-CONSSUSS	MATERIALE DI CONSUMO SUSSIDIARIO CHE DIVENTA PARTE INTEGRANTE DEL PRODOTTO FINITO (STAGNO, ECC.)	CODICI PER PRODUZIONE	M	440005020	Materie sussidiarie
-CONSVARI	MATERIALE DI CONSUMO PER IL FUNZIONAMENTO DI MACCHINARI, ATTREZZATURE DI PRODUZIONE E LABORATORIO CHE NON DIVENTA PARTE INTEGRANTE NEI PRODOTTI DI VENDITA.	CODICI PER PRODUZIONE	M	440005025	Materiali di consumo
-MANATTR	INTERVENTO PER MANUTENZIONE ATTREZZATURE (STAMPI, TEST IN CIRCUIT, ATTR. DI PRODUZIONE ECC.)	INTERVENTI ESEGUITI DA ESTERNI	S	441010015	Spese manutenzione e riparazione attrezzature
-MATMAN	MATERIALE PER LA MANUTENZIONE DI MACCHINARI, ATTREZZATURE, MACCHINE ELETTRONICHE, IMMOBILE, ECC.	ACQUISTO DI MATERIALI PER LA MANUTENZIONE SENZA INTERVENTI ESTERNI	M	440005030	Materiali di manutenzione
-UTENS	UTENSILI E ATTREZZATURE DA BANCO DI MODICO VALORE <100 EURO	CODICI PER PRODUZIONE	M	440005085	Utensileria minuta e attrezzatura di modesto valore unitario

Figura 3.41 Campo “PURCHASE\_REQ\_ITEM\_CODE”

- **MATERIE PRIME NON A DISTINTA:**

CODE/PURCHASE_REQ_ITEM_CODE	Descrizione Articolo	Deposito	Unità di movimentazione	Personale autorizzato a movimentazione
<b>Codice interno Carel</b>	LEGA SALDANTE IN BARRE	ARMADI O 1/A	Scatole da 20 KG.	Conduttori saldatrici,manutentori saldatrici,referenti,attrezzisti
<b>Codice interno Carel</b>	FILO STAGNO Ø 0,75 mm. IN ROCCHETTO	ARMADI O 1	Rocchetto da 0,5 KG.	Conduttori saldatrici,referenti,attrezzisti
<b>Codice interno Carel</b>	PASTA SALDANTE 5	FRIGO00 01	Vasetto da 0,5 KG.	Team leader + referenti area SMT
<b>Codice interno Carel</b>	DETERGENTE di LAVAGGIO A BASE ACQUA	LAVAT	Fusto da 25 LITRI	Team leader + referenti area SMT,manutentore lavatelai.

Figura 3.42 Campo "PURCHASE\_REQ\_ITEM\_CODE" materie prime non a distinta

PURCHASE_REQ_ITEM_UOM	DESCRIZIONE
GRAMS	PER MATERIALE A PESO IN DISTINTA
KILOGRAMS	PER MATERIALE A PESO IN DISTINTA
PIECES	PER MATERIALE A PEZZO IN DISTINTA
LITERS	PER MATERIALE A LITRI IN DISTINTA

CURRENCY_CODE	DESCRIZIONE
EUR	VALUTA DEL FORNITORE (EUROPA)

NEED_BY_DATE_DAYS_TO_ADD	DESCRIZIONE
7	N° GIORNI INDICATIVO ALL'ARRIVO MERCE

Figura 3.43 Campi rimanenti del Template Drive

### E) Codificare nuovi REQUESTOR

Per abilitare le persone, è necessario richiedere all'IT la generazione dei relativi codici a barre.

**ATTENZIONE:** il codice è strettamente personale e viene scritto nell'RDA. In caso di RDA dubbie, verrà chiesta spiegazione al richiedente.

All'IT vanno inoltrati solamente nome e cognome del REQUESTOR.

### F) Controllo stato ordini

Il foglio **"Registro"** sul **"CSW001006 libretto PGD"** funge da registro in cui il REQUESTOR andrà a riportare cosa ha ordinato secondo il seguente formato:

CODICE ORDINATO						RDA EFFETTUATA	DATA	FIRMA
STABILIMENTO	N° VALUE STREAM	N° ATTREZZERIA	ARMADIO	CASSETTO/RIPIANO	SCATOLA			
						<input type="checkbox"/>		

Figura 3.44 Template "REGISTRO ORDINI"

CODICE ORDINATO: si trascrive la codifica di posizionamento specifica del singolo codice


CODE	ITEM_DESCRIPTION	STABILIMENTO	N° VALUE STREAM	N° ATTREZZERIA	ARMADIO	CASSETTO/RIPIANO	SCATOLA	NOTE	QUANTITA' DEL RIORDINO AUTOMATICO	UDM	BARCODE
600-5LT	DILUENTE THINNERS 600 CODICE 600-5LT	CID	2	X	3	1	1		1	PIECES	

Figura 3.45 Esempio codice da riportare in "REGISTRO ORDINI"

RDA EFFETTUATA: spunta se RDA effettuata

DATA: dell'ordine

FIRMA: del REQUESTOR

**NOTE:** All'arrivo della merce, il "REQUESTOR" che la prende in consegna, la ripone sulla cassetta (individuabile dal "codice posizionamento" di cui sopra) e provvede a spuntare "RDA CONSEGNATA" e firma nella riga del codice ordinato.

**Risultati implementazione “Tool” PGD RDA materiali produzione e di consumo:**

IPOTESI	OPERATORE	N° CODICI ORDINABILI via PGD/Oracle	RIPETIBILITA' CODICI MEDIA	T STIMATO x RDA (MIN) se manuale	TOT RDA ANNO (MIN)	TOT RDA SETT.(MIN)	RISPARMIO TOT RDA SETT.(ORE/SETT)	% RISPARMIO RDA	% RDA (AS-IS)	% RDA (TO-BE 2/3)
	L.R	290	3	25,0	21750,0	418,3	7,0	17,4	20,1	2,7

Figura 3.46 Ipotesi risultato Tool PGD

NOTE: dati riassuntivi del “Tool” PGD generato; si è posta a riordino automatico la quota parte di codici che vengono ordinati con una certa frequenza (ripetibilità > 3) quindi il risparmio generato da tale sistema è notevole, passando dal 20% al 3% di tempo speso per ordinare componenti; tale risultato sarà di fondamentale importanza per le proposte di bilanciamento addetti alla manutenzione presentate nel prossimo paragrafo.

**Postazione di riordino automatico:**

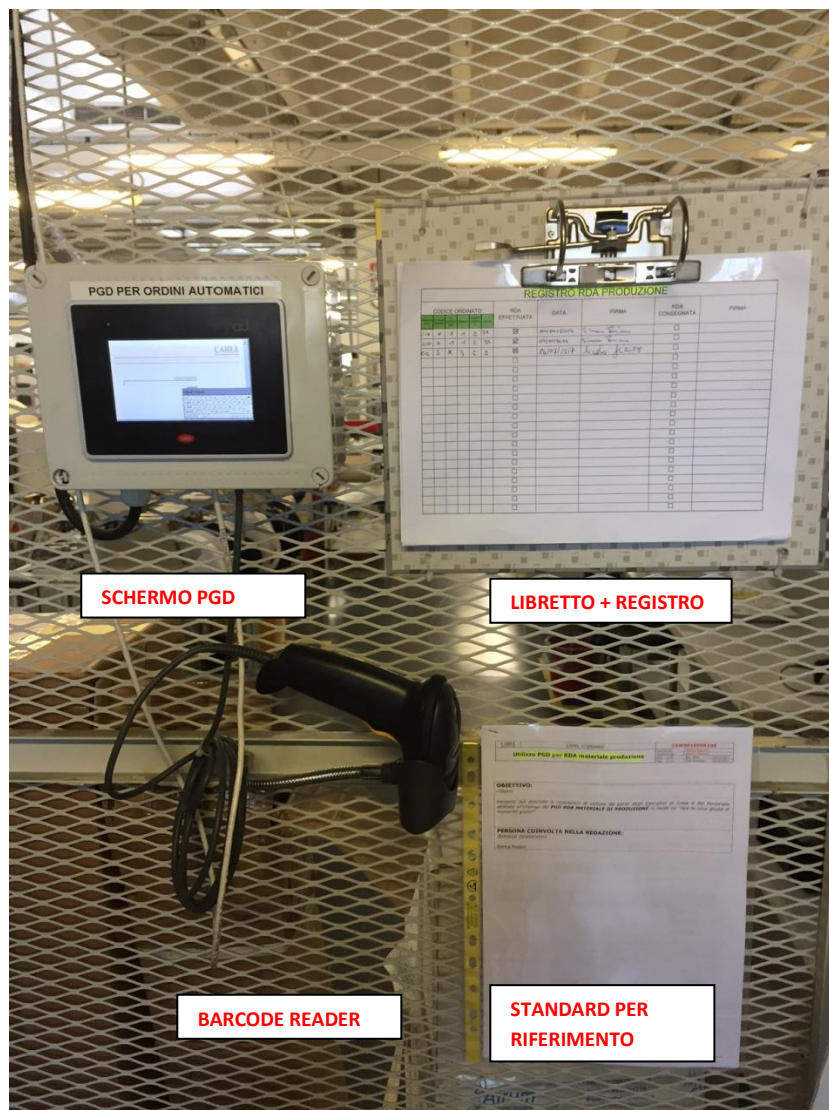


Figura 3.47 1° Postazione di riordino automatico

### 3.7.2 Miglioramenti futuri: proposte

Contestualmente ad una riorganizzazione dello stoccaggio dei prodotti in attrezzatura:

- Aggiornamento automatico delle giacenze con creazione di un magazzino virtuale in Oracle, con codici univoci per carico/scarico, a Kanban per:
  - I. Determinare quando ordinare, ora è fatto a discrezione del REQUESTOR;
  - II. Definire lo stato del prodotto: DA ORDINARE/ORDINATO
- Creazione di più postazioni.

NOTE: procedimento di codifica univoca in corso.

Nello specifico si è fatto un controllo sulle “materie prime non a distinta” di cui già è disponibile un codice interno Kanban.

Il flussante, per esempio, fondamentale per la fase di saldatura, viene “scaricato” dall’operatore della saldatrice al momento dell’utilizzo (caricamento del serbatoio); lo scarico avviene per taniche: ogni tanica corrisponde ad una unità.

Il controllo è stato eseguito sempre in Oracle, che in questa occasione funge da “magazzino virtuale” che monitora le giacenze in termini di luogo di stoccaggio e di quantità disponibili.

L’operatore, loggandosi al portale, inserisce la Value Stream in cui opera, beepa il codice relativo al flussante; confermando l’operazione, di fatto la giacenza a magazzino del flussante si aggiorna e la quantità viene scaricata alla Value Stream di competenza. In questo modo si ha un’azione contemporanea di controllo giacenze/partizionamento dello scarico.

Ciò che si sta facendo ora, avendo avuto conferma dell’effettivo funzionamento del sistema, è di estendere questa funzione a tutti i codici a riordino automatico, con particolare attenzione alle quantità: andranno modificate, tenendo come riferimento le quantità scaricate.

Esempio:

Flussante: codice 7020021AXX quantità per codice PGD = quantità scarico Oracle = 1 tanica.

Se l’ordine dovrà essere multiplo, si beeperà n volte tale codice; lo scarico invece è unitario, quindi sarà sufficiente beepare 1 volta sola.

### 3.8 Proposte bilanciamento addetti alla manutenzione

#### DO

- 1° PROPOSTA DI BILANCIAMENTO (TO-BE 1):

OPERATORE	N° OPERATORI	% A GUASTO x OPERATORE	% PREVENTIVE x OPERATORE	% RDA	% MIGLIORAMENTI	TO-BE 1
C.S	2	7,7	40,0	0	52,3	PROVA CON INSERIMENTO L.R. COME MANUTENTORE ASSEGNATO IN VS1
L.R		10,2	33,6	2,7	53,5	
E.C + P.T	2	10,1	40,0	0,0	49,9	
S.T	1	5,5	45,0	0,0	49,5	

Figura 3.48 1° proposta di bilanciamento

LEGENDA:

DATO IMPOSTO DA "DESIDERATA"; DATO FUORI "DESIDERATA", MA ACCETTABILE AL LIMITE

VICINO A "DESIDERATA"

CONSIDERAZIONI:

- In VS1 si è inserito L.R. a supporto di C.S per eseguire le manutenzioni preventive; si è imposto il valore di 40% per le manutenzioni preventive (limite della "desiderata") a C.S, al fine di scaricarlo, rispetto alla condizione attuale (AS-IS). La quota parte rimanente delle manutenzioni preventive è stata affidata a L.R.
- L.R mantiene il carico di manutenzioni a guasto e preventive di stabilimento, a cui si aggiunge la quota parte "tolta" a LR in VS1: per lo standard della "desiderata" risulta sopra quota rispetto alle % previste per il manutentore di stabilimento.
- In VS2 e VS3 la situazione rimane invariata
- E' interessante notare come ogni campo di impiego dei manutentori risulti ora sotto quota, in confronto alla situazione AS-IS, in cui VS1 e manutentore di STABILIMENTO risultavano sopra il limite della "desiderata".

VANTAGGI: Questa proposta è la più vicina alla situazione iniziale (AS-IS), avendo solamente abbassato il carico di lavoro del manutentore assegnato a VS1 (C.S) risultato il più carico dalle considerazioni precedenti; ciò non comporterebbe modifiche drastiche all'organizzazione della manutenzione.

SVANTAGGI: il manutentore di stabilimento (L.R) dovendo sopperire al carico di lavoro eccedente del manutentore di VS1, rispetto alla desiderata, si trova ad essere egli "fuori desiderata".

- **2° PROPOSTA DI BILANCIAMENTO (TO-BE 2):**

POSIZIONE	OPERATORE	N° OPERATORI	% A GUASTO x OPERATORE	% PREVENTIVE x OPERATORE	% RDA	% MIGLIORAMENTI	TO-BE 2
VS1+VS2	C.S	3	8,9	45,0	0,0	46,1	TOT MAN.=SOMMA MAN. VS1/VS2 E QUOTA PARTE PER MAN. SALDATRICI A SQUADRE (A P.T)
	E.C			VICINO A "DESIDERATA"			
	P.T						
VS3	S.T	1	5,5	45,0	0,0	49,5	
STABILIMENTO(+VS1/2)	L.R	1	10,2	23,7	2,7	63,4	

Figura 3.49 2° proposta di bilanciamento

LEGENDA:

DATO IMPOSTO DA "DESIDERATA"

VICINO A "DESIDERATA"

CONSIDERAZIONI:

- ora VS1 è unita a VS2 per le manutenzioni, consentendo un bilanciamento del carico ai manutentori. così facendo si arriva al target prefissato di impiego.
- a VS+VS2 si è imposto una percentuale del 45% per le preventive (in tolleranza rispetto alla "desiderata"); il rimanente è stato affidato al manutentore si stabilimento.
- in stabilimento sono sopra quota per le preventive ( 23.7% contro 18% in "desiderata"), e la quota parte di miglioramento (63.4% contro 17% in "desiderata") può essere destinata al guasto (10.2% contro 55% in "desiderata"
- guasto: 10,2% da dati storici, devo arrivare al 55%, utilizzo quota parte di % miglioramenti, quindi (63,4-17"target" = 46,4 destinati a guasto, che diventa= 56,2 "target=55%)
- 23.7% di L. R. sono da ricondursi a: tot man- quota parte fissa (per tenere l'impiego per manutenzioni preventive al 45% in VS1+VS2:63.7-45=18.7%) + quota parte di man. di stabilimento (5%).

VANTAGGI: 1 accorpamento delle 2 VS con produzione di componenti simili

2 ora tutte e 3 le VS sono all'interno della "desiderata", senza però caricare eccessivamente il manutentore di stabilimento (L.R resta "sotto desiderata").

SVANTAGGI: Al manutentore si stabilimento (L.R) vengono assegnate manutenzioni programmate di VS1 e VS2; è uno svantaggio relativo, perché il suo carico di lavoro rimane comunque sotto la desiderata.



• **3° PROPOSTA DI BILANCIAMENTO (TO-BE 3):**

POSIZIONE	OPERATORE	N° OPERATORI	% A GUASTO x OPERATORE	% PREVENTIVE x OPERATORE	% RDA	% MIGLIORAMENTI	TO-BE 3
VS1+VS2	C.S	3	8,9	54,3	0,0	36,8	ASSEGNAZIONE A S.T DEL MONTE ORE PER MAN. PROGRAMMATE E A GUASTO DI STAB. (L.R)
	E.C						
	P.T						
VS3(+STAB)	S.T	1	15,7	50,0	0,0	34,2	
RISORSA "RISPARMIATA"	L.R	1	0,0	0,0	2,7	97,3	

Figura 3.50 3° proposta di bilanciamento

LEGENDA:

**RISORSA RIASSEGNABILE**

CONSIDERAZIONI:

Le 2 proposte precedenti (TO-BE 1 e TO-BE 2) hanno fatto riferimento alla “desiderata” presentata al paragrafo 3.1, bilanciando le risorse disponibili al fine di rientrare nelle percentuali imposte.

Ora si è fatta una proposta differente: si è cercato di evidenziare la possibilità di ridurre l’organico addetto alle manutenzioni e di ottimizzarne l’impiego.

Partendo da questo presupposto, si è andato a ragionare sul carico di lavoro per manutenzioni preventive del manutentore di VS assegnato, rilevato e riassunto nel CSR000007 presentato nel paragrafo 3.5.1:

- a VS1+VS2 si è affidato tutto il carico di lavoro per le manutenzioni preventive e a guasto, previste dal CSR000007 e dalla figura 3.15 relative alle 2 Value Stream;
- a VS3 si è affidata la quota parte di carico per le manutenzioni preventive e a guasto riferite a VS3 stessa e anche quelle di stabilimento.
- Si osserva comunque che le risorse nelle VS sono equilibrate (% di miglioramento sono circa le stesse).
- IL manutentore di stabilimento risulta “scarico” a meno del 2.7% necessario al controllo delle RDA, risorsa impiegabile quindi in altre mansioni.

Tale proposta è la conclusiva perché risulta essere sia efficace (carichi equilibrati tra le Value Stream) che efficiente (una risorsa riassegnabile).

VANTAGGI: 1 VS1 e VS2 hanno gestione comune delle manutenzioni, nonché produzioni compatibili

2 assegnando al manutentore di VS3 le “poche” manutenzioni di stabilimento, si ha il “risparmio” della risorsa “manutentore di stabilimento”.

SVANTAGGI: non si rispettano i limiti di carico imposti dalla “desiderata”; in realtà tali valori erano delle semplici indicazioni iniziali di riferimento da cui partire per sviluppare una assegnazione bilanciata e consona dei manutentori disponibili.

## **BIBLIOGRAFIA:**

[1]Standard di riferimento interni Carel s.p.A

[2]n.d, Seminary Text,Japanese Istitute for Plant Maintenance,“TPM Development Programs in Process Industries”, (1989)

[3]Imagawa, Konishi, Seminary Text,Japanese Istitute for Plant Maintenance,“Plant failure analysis and measurement/diagnostic technology”, (1989)

[4]Oracle Integrated Cloud Applications and Platform Services

## Capitolo 4 CONCLUSIONI e analisi dei risultati TO-BE 3

### CHECK:

Partendo dalla “DESIDERATA” si è arrivati a comprendere che la 3° proposta risulta fattibile, soprattutto grazie ai miglioramenti introdotti dal “Tool” PGD che elimina un’importante quota parte di tempo al manutentore di stabilimento, che può quindi dedicarsi a mansioni diverse dalla generazione di RDA, come il controllo e la taratura dei test, mansione che richiede competenze elevate.

La quota parte rimanente delle manutenzioni, programmate e a guasto, del manutentore di stabilimento, nella proposta presentata, vengono interamente affidate al manutentore di VS3, essendo il più “scarico”; nulla toglie che possa essere equamente ridistribuita tra tutti i manutentori assegnati (quindi anche a VS1+VS2), essendo la differenza di carico tra i 3 esigua (34.2% disponibile in VS3, contro 36.8% disponibile in VS1 e VS2 come % di miglioramento).

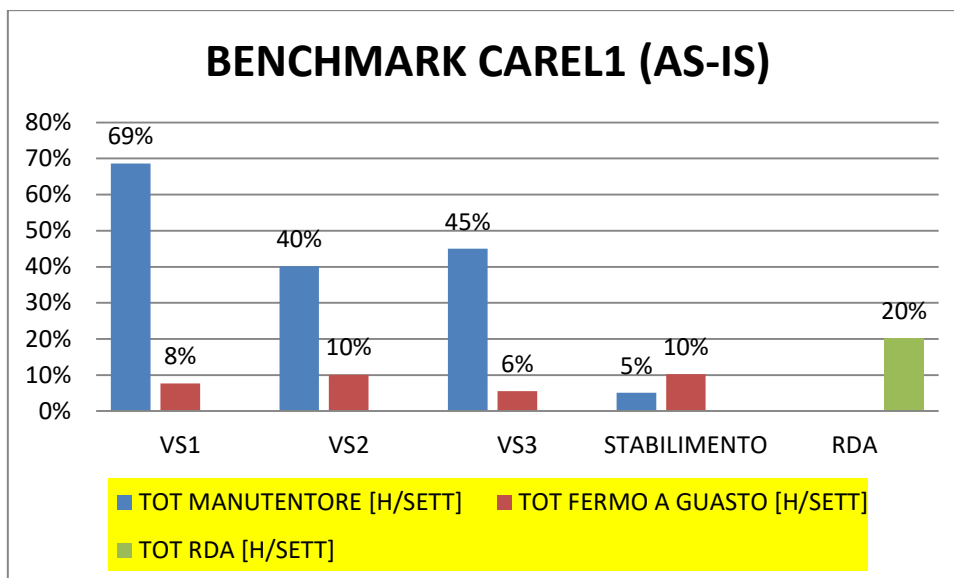
SITUAZIONE ADDETTI ATTUALE-3 PROPOSTE:

N° OPERATORI	AS-IS	TO-BE 1	TO-BE 2	TO-BE 3
	VS1	VS1	VS1+VS2	VS1+VS2
	1	1	3	3
	VS2	VS1+STAB	VS3	STAB(+VS3)
	2	1	1	1
	VS3	VS2	STAB(+VS3)	
	1	2	1	
	STAB	VS3		
	1	1		
TOT	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>4</b>
	<b>N° OPERATORI INVARIATO</b>			<b>1 OPERATORE "RISPARMIATO"</b>

Figura 4.1 Tabella riassuntiva AS-IS vs TO-BE x

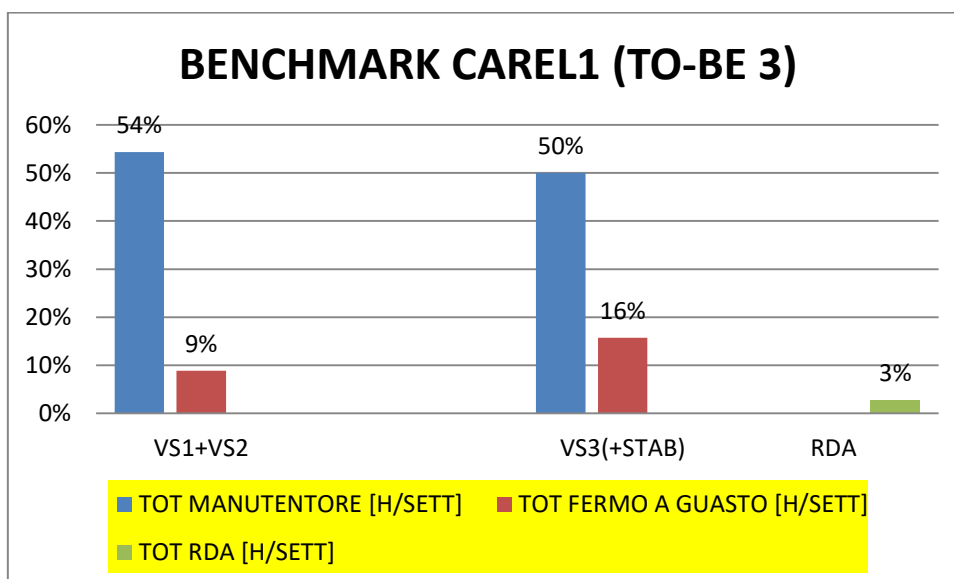
Si mette in risalto inoltre che le VS1 e VS2 hanno molte attrezzature simili, rendendo quindi molto fattibile l’ipotesi di unione delle stesse in termini di gestione della manutenzione; al contrario in VS3 si producono componenti completamente diversi, da qui l’impossibilità di unione con le altre Value Stream.

Nel seguito si ripresentano sotto forma di istogramma, per riassumere, i dati discussi nel precedente paragrafo, relativamente alla condizione iniziale (AS-IS) e alla condizione conclusiva (TO-BE 3), valutata essere la più performante per efficienza ( equilibrio dei carichi di lavoro tra VS1+VS2 e VS3) e efficacia ( 1 risorsa in meno rispetto all’AS-IS)



POSIZIONE	TOT MANUTENTORE [H/SETT]	TOT FERMO A GUASTO [H/SETT]	TOT RDA [H/SETT]	N° OPERATORI
VS1	69%	8%	0%	1
VS2	40%	10%	0%	2
VS3	45%	6%	0%	1
STABILIMENTO	5%	10%	0%	1
RDA	0%	0%	20%	

Figura 4.2 Benchmark AS-IS Carel1 Elettronica



POSIZIONE	TOT MANUTENTORE [H/SETT]	TOT FERMO A GUASTO [H/SETT]	TOT RDA [H/SETT]	N° OPERATORI
VS1+VS2	54%	9%	0%	3
VS3(+STAB)	50%	16%	0%	1
RDA	0%	0%	3%	1 (risorsa risparmiata)

Figura 4.3 Benchmark TO-BE3 Carel1 Elettronica

Dal confronto tra i 2 grafici si evince una netta concentrazione dei tempi di manutenzione in TO-BE 3 rispetto all'AS-IS; quest'ultima presenta una distribuzione delle manutenzioni più diffusa, però non equilibrata, in termini di monte ore per Value Stream: nello specifico si presenta chiaramente il problema dello squilibrio presente in VS1.

Dall'altra parte però il numero di manutentori assegnati in questo momento (AS-IS) nelle 3 Value Stream, sembra essere proporzionato, in realtà dallo studio svolto si riscontra, con sorpresa, un grande carico di lavoro nella VS1, in cui si hanno meno attrezzature.

Le considerazioni fatte, sono state possibili grazie alla definizione preliminare dello standard CSR000007 che riassume tutte le attività di "manutenzione" da eseguire nelle attrezzature, permettendo la valutazione del carico orario nelle Value Stream.

Le manutenzioni a guasto, al contrario, sempre in AS-IS, risultano equilibrate, sebbene, come si riporta nell'istogramma sottostante (già presentato nel paragrafo 3.5.1) in numero di attrezzature per VS sia squilibrato.

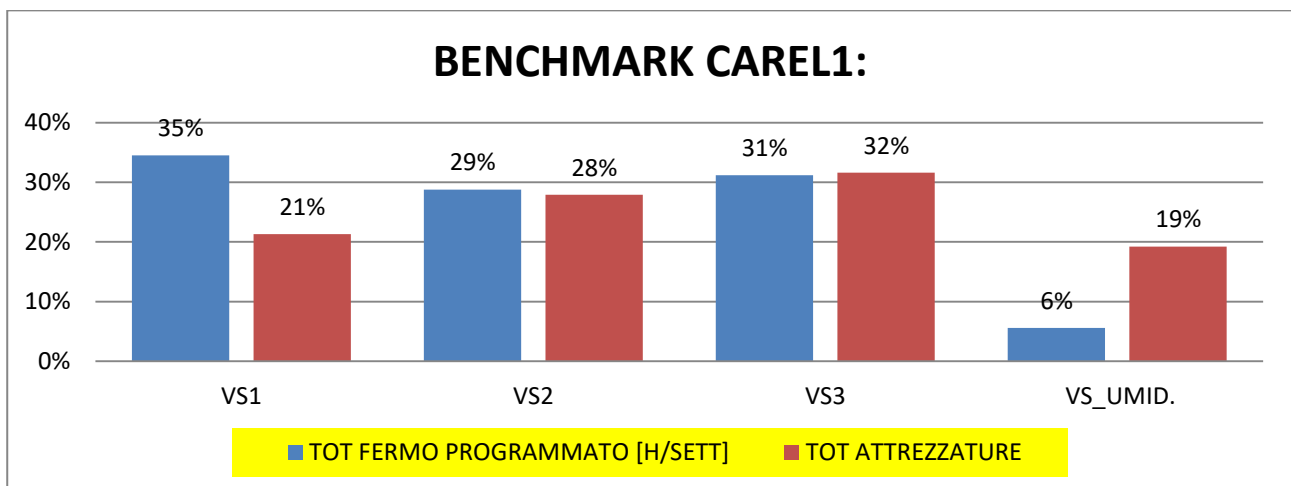


Figura 4.4 Benchmark T manutentore vs n° attrezzature Carel1 Elettronica

In realtà c'è una spiegazione:

VS1 ha meno attrezzature rispetto a VS2 e VS3, le quali però hanno un peso maggiore nel monte ore di manutenzione; nello specifico si ha una saldatrice in più e le resinatrici, attrezzature, quest'ultime, presenti solo in VS1, per Carel1.

NOTE: VS\_UMIDIFICAZIONE non rientra nelle considerazioni di bilanciamento perché si produce un genere diverso di componenti, con attrezzature che non richiedono particolari manutenzioni, come si può vedere dall'istogramma soprastante, in cui per tempo di intervento a manutenzione e n° attrezzature risulta essere la più scarica.

Il dato più sensibile della valutazione è certamente la colonna degli RDA in cui si ha una drastica riduzione dei tempi necessari alla loro generazione, passando dal 20% del tempo a disposizione del manutentore di stabilimento, al 3%; annullando quasi di fatto tale attività, grazie al "tool" PGD per RDA di produzione.

**ACT**

La fase di ACT è in fase di analisi e sviluppo, in ogni caso il PGD per RDA di produzione automatica sta funzionando e, dopo la fase di avvio, risulta essere usabile con facilità e frequenza da tutti i REQUESTOR abilitati; in particolare, come si può notare dalla figura 4.5 sottostante, viene largamente usato dal manutentore di stabilimento, il quale, inoltre sta inserendo/modificando autonomamente i codici con l'IT.

FOTO REGISTRO ORDINI EFFETTUATI VIA PGD:

CODICE ORDINATO						RDA EFFETTUATA	DATA	FIRMA	RDA CONSEGNATA	NOTE
STABILIMENTO	N° VALLE	N° ATTEZZI	ARMADIO	CASSETTI	POSTAZIONE					
C10	X	1	1	2	3A	<input checked="" type="checkbox"/>	01/01/2017	Simone Tommasi	<input checked="" type="checkbox"/>	
C10	X	1	1	2	3B	<input checked="" type="checkbox"/>	01/01/2017	Simone Tommasi	<input checked="" type="checkbox"/>	
C10	X	3	3	2	2	<input checked="" type="checkbox"/>	26/07/2017	Nicola Ferra	<input type="checkbox"/>	
C10	X	1	3	2	23	<input checked="" type="checkbox"/>	1/08/2017	Nicola Ferra	<input type="checkbox"/>	
C10	X	1	1	2	17	<input checked="" type="checkbox"/>	01/08/2017	Nicola Ferra	<input checked="" type="checkbox"/>	
C10	X	3	3	4	X	<input checked="" type="checkbox"/>	01/08/2017	Nicola Ferra	<input type="checkbox"/>	
C10	X	1	1	1	6	<input checked="" type="checkbox"/>	02/08/2017	Nicola Ferra	<input type="checkbox"/>	
C10	X	1	3	2	10	<input checked="" type="checkbox"/>	02/08/2017	Nicola Ferra	<input type="checkbox"/>	
C10	X	3	3	4	X	<input checked="" type="checkbox"/>	03/08/2017	Nicola Ferra	<input type="checkbox"/>	
C10	X	1	3	2	16	<input checked="" type="checkbox"/>	04/08/2017	Nicola Ferra	<input type="checkbox"/>	
C10	X	3	3	3	14	<input checked="" type="checkbox"/>	02/08/2017	Nicola Ferra	<input type="checkbox"/>	
C10	X	1	1	4	X	<input checked="" type="checkbox"/>	07/08/2017	Nicola Ferra	<input type="checkbox"/>	
C10	X	1	3	5	55	<input checked="" type="checkbox"/>	08/08/2017	Nicola Ferra	<input type="checkbox"/>	
C10	X	2	3	3	7	<input checked="" type="checkbox"/>	08/08/2017	Nicola Ferra	<input type="checkbox"/>	
C10	X	3	3	4	X	<input checked="" type="checkbox"/>	08/08/2017	Nicola Ferra	<input type="checkbox"/>	
C10	X	3	3	2	7	<input checked="" type="checkbox"/>	09/08/2017	Nicola Ferra	<input type="checkbox"/>	
C10	X	1	1	2	16	<input checked="" type="checkbox"/>	21-08-2017	Nicola Ferra	<input type="checkbox"/>	
C10	X	1	2	3	14	<input checked="" type="checkbox"/>	25-08-2017	Nicola Ferra	<input type="checkbox"/>	
C10	X	2	3	3	7	<input checked="" type="checkbox"/>	29/08/2017	Nicola Ferra	<input type="checkbox"/>	SAC 305
						<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	

Figura 4.5 Registro RDA con PGD operativo

Inoltre si è monitorata l'aggiornabilità e la manutenibilità del database a cui il "tool" fa riferimento, confermandone la semplicità di utilizzo e modifica, in pieno accordo con il concetto Lean di "iterattività".