



UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE

FACOLTA' DI INGENERIA

Corso di Laurea triennale Ingegneria Meccanica

Analisi del processo di lavorazione per il miglioramento delle lavorazioni

Lean Production in IMESA Spa

Analysis of the manufacturing process for the improvement of the Lean

Production workings at IMESA Spa

Relatore: Chiar.mo

Prof. Filippo Emanuele Ciarapica

Tesi di Laurea di:

Francesco Strologo

A.A. 2019 / 2020

*Sognare la perfezione è bello.
Ed è anche utile perché fa vedere
quello che è possibile
e ci aiuta a raggiungere più di quello
che otterremmo altrimenti.*

Sommario

INTRODUZIONE.....	5
CAPITOLO 1 Descrizione dell'azienda: IMESA Spa.....	6
1.1 Un po' di storia	6
1.2 Prodotti.....	10
1.3 Catena produttiva.....	12
1.4 Struttura organizzativa	12
CAPITOLO 2 La "Lean thinking"	14
2.1 Il "pensiero snello" e la "produzione snella"	14
2.2 Le origini della "produzione snella"	15
2.3 Lean Thinking: i 5 principi	17
2.4 Gli sprechi muda.....	22
CAPITOLO 3 Lean Production: dalla teoria alla pratica.....	28
3.1 IMESA Spa e i principali prodotti	28
3.2 Approfondimento sul Minifluor.....	30
3.3 Reparto SF6.....	32
3.4 Approfondimento sull'apparecchio di manovra e sezionamento Fluorswitch	34
3.5 Fasi di assemblaggio per la realizzazione del serbatoio	37
3.6 Ricerca dei muda nelle aree 2 e 3 del reparto SF6	42
CONCLUSIONI	46
BIBLIOGRAFIA	48
SITOGRAFIA	48
DOCUMENTAZIONE	48

INTRODUZIONE

L'argomento che verrà presentato in questo elaborato tratta del lavoro da me svolto durante il periodo di tirocinio presso l'azienda IMESA Spa di Jesi (AN).

La IMESA Spa, azienda leader nel campo delle costruzioni elettromeccaniche, ha un sistema produttivo che segue le "leggi" della Lean Production.

Lean non è una tattica o un programma di riduzione dei costi, ma un modo di pensare e di agire per un'intera organizzazione, che sarà oggetto di approfondimento nei capitoli successivi.

Nell'azienda ho collaborato con il responsabile di produzione all'analisi del processo produttivo per la realizzazione dell'interruttore di manovra- sezionatore "Fluorswitch" con gas esafluoruro di zolfo (SF6). Mi è stato assegnato il compito di analizzare le fasi di manutenzione delle macchine utilizzate ed i tempi ciclo della linea di produzione al fine di migliorare la performance del reparto.

CAPITOLO 1

Descrizione dell'azienda: IMESA Spa

1.1 Un po' di storia

IMESA Spa è una Società fondata nel 1972 da Sergio Schiavoni con sede a Jesi (AN) che opera nel campo delle costruzioni elettromeccaniche.

Nel 1974 IMESA inizia la collaborazione con una multinazionale: Snam Progetti del Gruppo Eni, la quale ha urgente bisogno di un importante quadro elettrico per una raffineria e sceglie IMESA.

Nel 1976 IMESA acquisisce la sua prima grande commessa, fornendo quadri di potenza allo zuccherificio Sadam.

Nel 1980 IMESA si consacra azienda di alto livello fornendo i quadri elettrici alla Snam Progetti per il metanodotto Algeria – Italia. Nello stesso anno IMESA riceve la qualifica per quadri destinati alle centrali di produzione per l'Enel.

Nel 1983 nasce una collaborazione con la Fincantieri per diverse navi militari tra cui l'ammiraglia della flotta, la nave Giuseppe Garibaldi.

Nel 1985 hanno il via le prime forniture per le miniere. I tecnici IMESA scendono a 500 metri di profondità per installare quadri per il Gruppo Samin necessari per l'impianto elettrico delle miniere di Monteponi (Cagliari) e di Raibl (Udine).

Nel 1987 IMESA fornisce i quadri a Fincantieri per le piattaforme off-shore Microperi e Scarabeo.

Nel 1988 viene acquistata una partecipazione nella Elettra Progetti Spa, specializzata nel comparto di ingegneria poli disciplinare e dell'Oil & Gas e viene acquistato l'intero pacchetto azionario della Level RCM di Milano, azienda produttrice di valvole industriali.

Nel 1992 IMESA fornisce i propri quadri per la centrale Enel di Pietrafitta in Umbria. Nello stesso anno vengono aperte le sedi di Milano e Roma.

L'anno successivo acquisisce le forniture da Fincantieri per le navi da crociera Costa Romantica e Classica. Sempre nello stesso anno viene acquistata la Ipeco Spa, una tra le imprese edili più attive nel panorama italiano.

Nel 1995 vengono vendute le quote della Elettra Progetti. La Ipeco realizza il primo centro direzionale del capoluogo marchigiano.

Nel 1998 IMESA si trasferisce nell'attuale Headquarters in via Giuseppe di Vittorio 14 a Jesi (AN). Il nuovo stabilimento è composto da un primo edificio di 2.400 [m²], sede degli uffici, e un secondo con una superficie di 10.800 [m²] che ospita i reparti produttivi e il magazzino.

Nel 2000 IMESA realizza le sue prime centrali fotovoltaiche in Cina e in Mongolia, in collaborazione con Eni.

Nel 2001 IMESA fornisce i quadri elettrici alla prima portaerei italiana, la nave Conte Cavour. Nello stesso anno si crea un consorzio con Ansaldo e Alstom (poi Converteam), per la produzione di energia elettrica e la propulsione di navi da crociera del gruppo Carnival-Costa.

Nel 2002 IMESA acquisisce da Enel la fornitura e la posa in opera di due container per cabine primarie mobili completi di quadri di media tensione, trasformatori e quadri di bassa tensione.

Nel 2003 IMESA si aggiudica l'appalto per fornitura di quadri elettrici per il progetto italo-francese di due fregate classe Horizon e dieci fregate di classe Fremm.

Nel 2004 IMESA inizia la produzione di propri interruttori di manovra sezionatori in gas. Nello stesso anno acquisisce delle quote della Tecnip-Kit Spa specializzata nel settore dell'Oil & Gas e nella costruzione di forni per la produzione di idrogeno.

Nel 2005 il Gruppo Schiavoni allarga la sua compagine societaria con l'acquisto di una partecipazione della Elettra Energia Spa, importante società di ingegneria. Nello stesso anno nasce IMESA Bulgaria LTD che ha come core business la produzione di quadri elettrici in media e bassa tensione con orientamento ai mercati dell'Europa dell'Est.

Nel 2006 entra a far parte del Gruppo Schiavoni la Tecnosistemi FZ Lcc di Dubai leader nel mondo delle telecomunicazioni.

Nel 2009 nasce Photon Energy Srl attiva nella costruzione di centrali fotovoltaiche, nell'installazione e commercializzazione di impianti fotovoltaici.

Nel 2010 viene venduta la partecipazione della Kit alla Tecnimont e le quote azionarie della Level RCM. Nello stesso anno nasce Marche Energia Srl, società che detiene parchi fotovoltaici della Famiglia Schiavoni.

Nel 2011 IMESA fornisce venti stazioni fisse e sei cabine mobili a Saipem per il mega cantiere di Karimun in Indonesia. Nello stesso anno raggiunge un accordo con Imtech Marine & Offshore, azienda leader nel mercato marittimo globale, per la gestione della rete mondiale per la manutenzione dei quadri elettrici delle circa 120 navi assistite da Imtech.

Nel 2012 IMESA celebra l'anniversario per i suoi primi 40 anni di attività. Nello stesso anno acquisisce la fornitura dei quadri elettrici per la nave scuola della Marina Militare italiana, la

Amerigo Vespucci. Inoltre acquisisce l'ordine per una FPSO per lo sfruttamento dei pozzi petroliferi al largo delle coste brasiliane.

Nel 2013 IMESA si aggiudica un contratto dal cliente Weatherford, società americana, per la costruzione di 11 sottostazioni containerizzate per un valore totale di USD 28.600.000 per un progetto in Iraq.

Nel 2014 IMESA si aggiudica un contratto quadro del valore di Euro 4.183.000 relativo alle esecuzioni delle modifiche su quadri elettrici per interfacciamento con sistema PMS per l'impianto Centro Olio Val D'Agri che la terrà impegnata fino a tutto il 2016.

Nel 2015 IMESA si aggiudica un contratto da Euro 7.000.000 con Petrofac, un'azienda specializzata nella fornitura di servizi all'industria petrolifera per la fornitura di 33 quadri elettrici di media tensione.

Nel 2016 IMESA si aggiudica in Saipem una commessa del valore di Euro 13.000.000 comprendente la fornitura di sottostazioni elettriche destinate alla KNPC, la compagnia petrolifera nazionale del Kuwait, per la costruzione della raffineria di Al-Zour, uno tra i più grandi impianti al mondo. Sempre nello stesso anno, IMESA acquisisce le quote di ISS International Spa, importante società attiva nel settore dei servizi per la realizzazione di impianti Oil & Gas e Power Industry.

Nel 2017 IMESA sigla una nuova importante collaborazione con i cantieri navali croati Uljanik per i quadri elettrici dell'ultimo gioiello dell'armatore australiano Scenic Cruises, la Polar Cruise Vessel "Eclipse". La commessa, dal valore di oltre mezzo milione di euro, comprende cinque quadri: due principali, due ausiliari ed uno di emergenza; il contratto prevede anche l'opzione per una seconda nave gemella.

Nel 2018 IMESA si aggiudica un contratto per la fornitura dei pacchetti elettrici di media e bassa tensione che andranno ad alimentare la Saipem 7000, la semi submersible crane vessel (nave gru semi sommergibile) per un valore di Euro 5.000.000. Nella commessa è compresa anche la parte di attività di installazione e commissioning eseguita presso il cantiere olandese Damen Verolme.

Nel 2019 IMESA si aggiudica una commessa del valore di Euro 5.000.000 per la portaelicotteri Trieste della Marina Militare Italiana comprendente la fornitura di innovativi sistemi elettrici di media e bassa tensione che garantiscono alla nave la piena efficienza di performance elevate anche in condizioni estreme.

La IMESA, negli ultimi anni, ha investito energia e denaro nella progettazione e realizzazione di apparecchi di manovra e sezionamento isolati in esafluoruro di zolfo (SF6) per media tensione. Questi apparecchi trovano largo impiego nella distribuzione secondaria e sono particolarmente adatti per la costruzione di quadri elettrici protetti in esecuzione molto ridotta e compatta.

1.2 Prodotti

Nel campo dell'elettrotecnica, IMESA si pone come una delle società leader europee nella produzione di Quadri e Sistemi Elettrici di Media e Bassa Tensione, interruttori di media tensione in SF6 (esafluoruro di zolfo) e sistemi di supervisione e controllo, e si sviluppa grazie ad una lunga esperienza nel settore specifico e si radica nel territorio marchigiano condividendo le caratteristiche proprie di questa regione: il gusto per il lavoro svolto, le

capacità imprenditoriali e di innovazione, l'ampia diffusione di conoscenze, la manodopera qualificata.

I settori in cui opera sono:

- Industry: complessi industriali, società di ingegneria e main contractor;
- Marine & Offshore: navi da crociera, mercantili, militari e installazioni offshore, portaerei;
- Oil & Gas: raffinerie, complessi di estrazione e distribuzione di idrocarburi;
- Power & Energy: centrali elettriche, produzione e distribuzione di energia elettrica.

I prodotti che realizza sono:

- Quadri elettrici di media tensione (protetti, blindati, a prova d'acqua);
- Quadri di media tensione con interruzioni in vuoto e in SF6 (Minifluor);
- Quadri elettrici di bassa tensione;
- Quadri elettrici per installazioni navali e offshore;
- Quadri speciali per installazioni in ambienti con vibrazioni o urti consistenti;
- Sottostazioni containerizzate;
- Sistemi di supervisione e controllo di reti elettriche e automazione industriale;
- Interruttori di manovra: sezionatori da interno e da esterno in gas SF6.

Con un fatturato consolidato di 55 milioni di euro, circa 220 dipendenti, e una capacità produttiva di circa 1000 scompartimenti l'anno, opera in due stabilimenti produttivi in Italia e in Bulgaria oltre ad avere una rete commerciale diretta con uffici a Roma, Milano e Dubai.

1.3 Catena produttiva

IMESA produce quadri elettrici partendo dalla semplice lamiera arrivando fino al collaudo.

Tutta la catena produttiva si sviluppa esclusivamente all'interno degli stabilimenti IMESA, per garantire al cliente massima qualità e tempi di consegna.

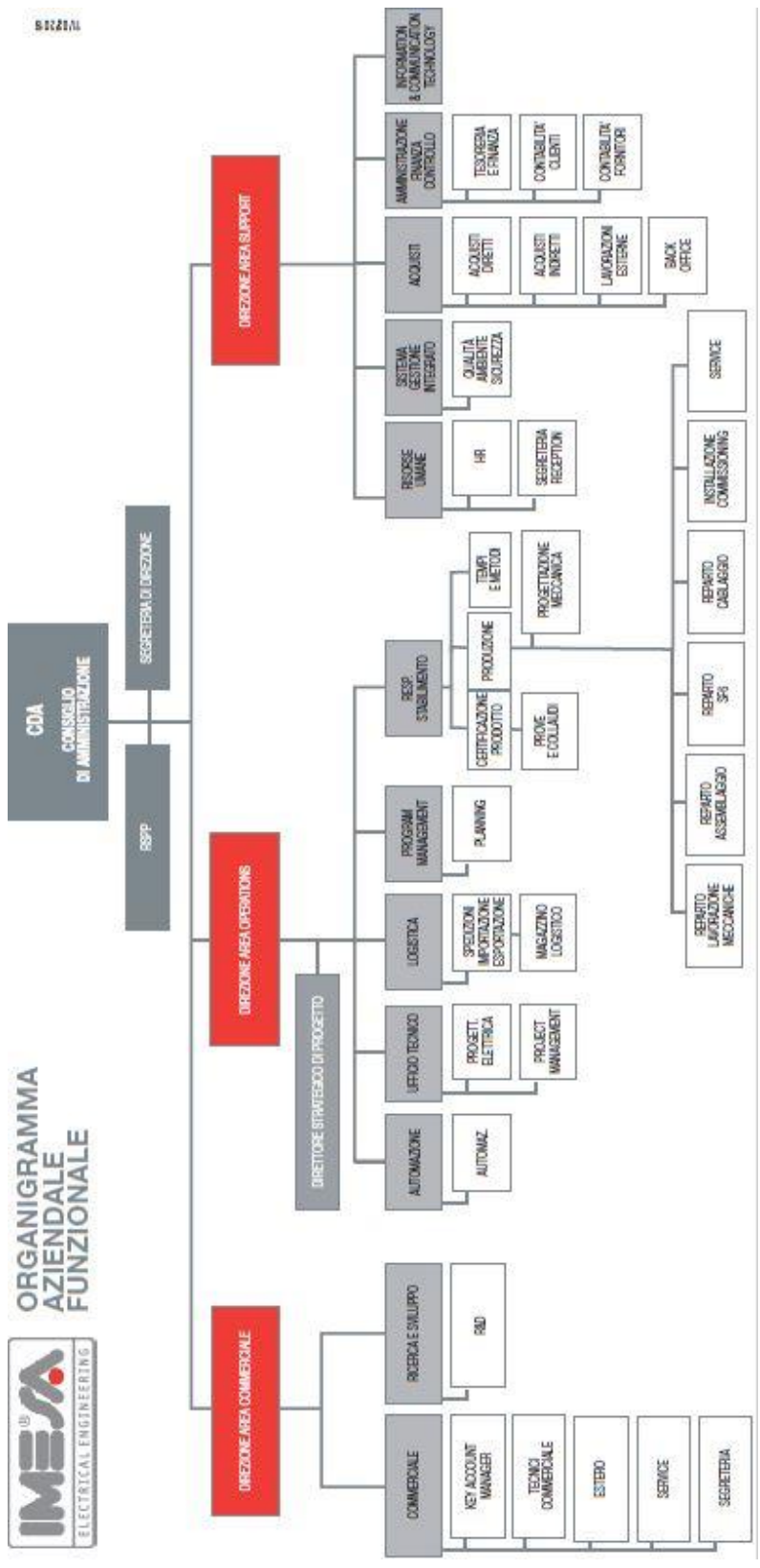
Le attività produttive sono divise in tre specifici reparti e distinte in due grandi zone separate, dove nella prima, con estensione pari a circa 4.100 [m²], si effettuano le lavorazioni meccaniche delle lamiere, le operazioni di saldatura e verniciatura a polveri epossidiche polimerizzate a forno, mentre nell'altra zona, di circa 5.500 [m²], vengono eseguite le attività di assemblaggio degli apparecchi di media tensione in SF6, delle carpenterie e dei cablaggi dei quadri elettrici.

Progettazione elettrica e meccanica, realizzazione di carpenterie e di cablaggi, collaudi, messa in servizio e assistenza.

IMESA è in grado di elaborare complesse offerte di progetti su misura e in sintonia con le esigenze del cliente, e offrire valide soluzioni grazie alla propria pluriennale esperienza e professionalità.

1.4 Struttura organizzativa

Nell'immagine che segue è mostrata quella che rappresenta la struttura dell'azienda divisa per le sue aree operative e i suoi subordinati. I lavori esposti in questo elaborato sono riferiti al reparto SF6.



STRUTTURA ORGANIZZATIVA IMESA SPA

CAPITOLO 2

La “Lean thinking”

“Il pensiero snello aiuta a definire precisamente il valore dei singoli prodotti, a identificare il flusso di valore per ciascun prodotto, a far sì che questo flusso scorra senza interruzioni e il cliente “tiri” il valore dal produttore e a perseguire, infine, la perfezione”, da “Lean Thinking” di James P. Womack e Daniel T. Jones

2.1 Il “pensiero snello” e la “produzione snella”

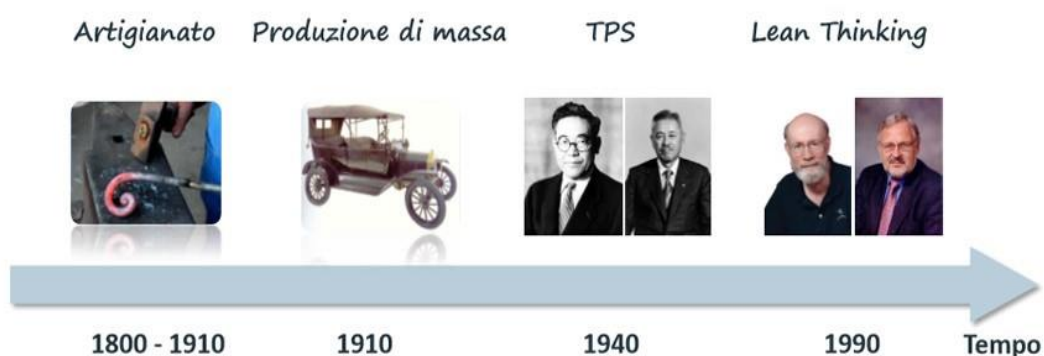
“Il pensiero snello è snello perché indica come fare sempre di più con sempre meno (minor lavoro umano, minori attrezzature, meno tempo e meno spazio) nell’avvicinarsi con sempre maggior precisione al fornire ai clienti esattamente quello che vogliono”.

La Produzione snella (dall’inglese *lean manufacturing* o *lean production*) è una modalità produttiva che punta a minimizzare gli sprechi fino ad annullarli.

Ecco la necessità di individuare gli sprechi, costituiti da tutte quelle attività, eseguite durante la produzione che assorbono risorse senza creare valore; procedure di cui non c’è bisogno come spostamenti di materiale e personale da un posto ad un altro senza motivo, imprecisioni nelle fasi di produzione che richiedono rilavorazioni, gruppi di persone in linea di montaggio ferme ad attendere il completamento della fase precedente, produzione di beni e servizi che non incontrano i bisogni dei clienti.

2.2 Le origini della “produzione snella”

Le sue origini provengono dall’ambito manifatturiero ma oggi è applicato con successo a tutti i processi operativi: progettazione e sviluppo prodotto, logistica e amministrazione.



EVOLUZIONE STORICA DELLA PRODUZIONE

Tra il 1800 e 1910 il sistema di produzione era organizzato secondo le logiche tipiche dell’artigianato, caratterizzato da bassi volumi di produzione, elevata varietà di prodotti unici, scarsa divisione del lavoro e assenza di forme di automazione.

Tra il 1910 e il 1950 una nuova forma di capitalismo è emersa in seguito alla concentrazione del capitale industriale e finanziario in grandi imprese, per rispondere alla esigenza di ingenti investimenti in macchinari e impianti.

In queste grandi imprese industriali cominciò a diffondersi la produzione in serie e su larga scala nota come “fordismo”.

Henry Ford si ispirò alle teorie di Frederick Taylor, applicando i principi di “organizzazione scientifica del lavoro”. Una divisione del lavoro molto spinta basata sull’analisi dei tempi e dei metodi e di un forte ricorso all’automazione. Introdusse per la produzione del modello

Ford T la catena di montaggio, ottenendo così una produzione di massa, altamente standardizzata, con una notevole diminuzione nei tempi di produzione.

La produzione di massa è caratterizzata da una forte integrazione verticale e centralizzazione delle decisioni, un orientamento alla produzione di elevate quantità con alto livello di standardizzazione: l'attenzione non si focalizza sul flusso del materiale o prodotto quanto sulla produzione della maggior quantità possibile.

Lo scollegamento dei processi produttivi fa sì che le scorte di semilavorati crescano notevolmente, la produzione non è programmata sulla base della domanda di mercato e i prodotti finiti vengono comunque spinti sulla rete di venditori (produzione push).

Il modello sviluppato da Ford ispirò il sistema di produzione adottato da Toyota negli anni quaranta, ma fu perfezionato per rispondere alle necessità di flessibilità della produzione e una disponibilità di infrastrutture minore.

Toyota sviluppò il *TPS (Toyota Production System)*, un sistema di produzione guidato dai principi di lotta agli sprechi e di miglioramento continuo, caratterizzato da una automazione limitata e flessibile, dalla polifunzionalità degli operatori e da una integrazione a rete.

Gli studiosi James P. Womack e Daniel T. Jones furono i primi ad occuparsi di questo nuovo sistema pensato in Toyota dall'ingegnere Taiichi Ohno.

Nel loro libro *“La macchina che ha cambiato il mondo”*, misero a confronto i sistemi di produzione di automobili dei principali produttori statunitensi ed europei, con la giapponese Toyota, rivelando la netta superiorità di quest'ultima rispetto a tutti gli altri.

Il sistema di produzione Toyota è conosciuto per il suo impegno continuo nell'eliminazione dei sette sprechi, detti muda, ed identificati da Taiichi Ohno.

Tale sistema ha consentito la trasformazione di Toyota da piccola azienda ad un gigante, conosciuto ed apprezzato in tutto il mondo.

2.3 Lean Thinking: i 5 principi

Nel libro “Lean Thinking” Womack e Jones hanno individuato i 5 principi chiave che devono essere accolti da una azienda per adottare il lean thinking:



I 5 PRINCIPI DEL LEAN THINKING

Value: definisco il valore.

Il punto di partenza critico per il pensiero snello è il concetto di valore.

Questo può essere definito esclusivamente dal cliente finale.

Il valore viene creato dal produttore e dovrà essere in grado di soddisfare le esigenze del cliente ad un dato prezzo ed in un determinato momento.

Un esempio: se costruisco un trapano che oltre a fare buchi, possiede altre cinquemila funzioni, di cui però al cliente non interessa nulla, sto solo producendo sprechi.

Risulta quindi fondamentale definire il valore di uno specifico prodotto dalla prospettiva del cliente, così che si possa procedere alla rimozione, passo dopo passo, di tutte le attività a non valore.

Map: elimino gli sprechi.

Il flusso di valore è costituito dall'insieme delle azioni richieste per condurre un determinato prodotto attraverso i tre compiti critici del management di qualsiasi business:

- La risoluzione di problemi dall'ideazione al lancio in produzione attraverso la progettazione di dettaglio e l'ingegnerizzazione;
- La gestione delle informazioni dal ricevimento dell'ordine alla consegna attraverso una programmazione di dettaglio;
- La trasformazione fisica della materia prima in un prodotto finito in mano al cliente.

Solo una piccola parte delle azioni e del tempo totale che sono impiegate per produrre o fornire un servizio aggiungono effettivo valore per il cliente finale.

L'identificazione dell'intero flusso di valore per ciascun prodotto rappresenta il passo successivo nel pensiero snello che quasi sempre rivela enormi quantità di sprechi.

In particolare l'analisi del flusso di valore mostra quasi sempre che in esso si possono evidenziare tre tipi di attività:

1. Attività che creano valore (esempio: la saldatura dei tubi del telaio di una bicicletta);
2. Attività che non creano valore ma, stanti le attuali tecnologie e impianti produttivi, sono inevitabili (esempio: l'ispezione delle saldature dei tubi del telaio della bicicletta);

3. Attività che non creano valore e possono essere eliminate da subito (esempio: il nostro montatore non ha l'attrezzatura ordinata e perde 30 minuti per recuperare tutti gli strumenti necessari per montare la ruota).

La creazione di imprese snelle richiede un nuovo modo organizzativo che deve coinvolgere tutte le parti.

Quando il lavoratore presta la sua attività in modo informato e con le risorse adeguate, con gli attrezzi a portata di mano, la luce giusta e i tempi corretti, è più sereno ed è più serena l'intera impresa.

Se in un'azienda proviamo a mettere in fila tutte le attività che creano valore, riusciamo ad identificare un flusso di materiali e un flusso di informazione, che consentirà una produzione più efficiente, più efficace e più economica.

Flow: creo il flusso.

Una volta identificate le varie fasi che compongono il flusso di valore per un dato prodotto o servizio, eliminando tutte le attività che rappresentano spreco, è necessario far sì che le restanti fasi si ricompongano in un flusso in grado di procedere senza più ostacoli o barriere. In sostanza la produzione deve fluire liberamente senza intoppi.

Occorre, quindi, lavorare su ogni progetto, ordine e prodotto dall'inizio alla fine in modo che non vi siano tempi di attesa, inattività o errori durante una fase oppure tra una fase e l'altra. L'applicazione del concetto di flusso, porta inevitabilmente a rivedere criticamente i principi su cui si basa l'organizzazione dell'impresa.

Womack fece a tal proposito un esperimento con le sue figlie di sei e nove anni. Chiese loro quale fosse il modo migliore di imbustare, indirizzare, chiudere, affrancare e spedire il

numero mensile della newsletter curata dalla loro mamma. Secondo le due bambine il sistema più efficiente sarebbe stato quello di un lavoro per lotti, vale a dire: imbustare tutte le newsletter, applicare su tutte le buste le etichette con gli indirizzi, applicare la colla per chiudere le buste, quindi applicare i francobolli.

Womack e Jones rimasero sconvolti da questo modo di vedere anche perché la maggior parte del mondo porta avanti i suoi affari secondo il modo di pensare di due bambine.

Al contrario Taiichi Ohno riteneva che le cose funzionano meglio se ci si focalizza sul prodotto e sulle sue necessità piuttosto che sull'azienda o sulle attrezzature, in modo che tutte le attività richieste per progettare, ordinare e fornire un prodotto avvengano in un flusso continuo. I benefici di questo approccio sono stati dimostrati dai due manager che hanno osservato alcuni stabilimenti dove le attività produttive riferite ad un dato prodotto sono state riorganizzate in breve da "reparti e lotti" al "flusso continuo", con un raddoppio di produttività ed una riduzione clamorosa di errori e scarti.

Pull: faccio "tirare" il valore dal cliente.

"Il termine pull, in parole povere, significa che nessuno a monte dovrebbe produrre beni o servizi fino al momento in cui il cliente a valle li richiede".

Quindi secondo la filosofia lean non basta produrre a flusso continuo, occorre essere sincronizzati con il mercato. Occorre cioè che un sistema di produzione snella abbia la capacità di seguire la variabilità del contesto economico attraverso il rispetto della cadenza produttiva (Takt Time – espressione tedesca che indica il tempo che il direttore d'orchestra dà ai suoi musicisti) che il cliente stesso genera attraverso le sue richieste.

Se con la produzione accumulo scorte di prodotti in magazzino, allora significa che produco beni che nessuno vuole; insomma uno spreco puro.

La produzione, dunque, deve essere "tirata" dal mercato.

E' questo il quarto principio della lean: *"acquisire la capacità di progettare, programmare e realizzare esattamente quello che il cliente vuole nel momento in cui lo vuole"*.

Se il mercato richiede 3 pezzi l'anno ed io ne produco 30, vado contro il primo principio "fai solo ciò che serve". Quindi la produzione deve essere tirata dal mercato, cioè dai clienti.

Certamente non è facile. Infatti ancora oggi la maggior parte delle imprese produce a lotti, cioè produce prima i suoi prodotti per essere pronta ad evadere gli ordini di domani. E così i magazzini si intasano con costi enormi di giacenza.

Per risolvere il problema delle giacenze di magazzino è necessario introdurre un sistema di produzione più veloce che consenta tempi di attesa per il cliente molto brevi.

Perfection: miglio continuo.

Se si sono applicati correttamente i primi quattro principi, si creano sinergie indispensabili che daranno luogo ad un processo continuo di riduzione dei tempi, degli spazi e dei costi.

Eliminare completamente gli sprechi rappresenta una ricerca continua ed una sfida costante.

Ogni azienda dovrebbe concentrarsi verso un costante miglioramento costituito da piccoli e continui progressi, al fine di poter ottenere la perfezione che come riferimento assoluto ha zero scorte.

I principi lean debbono essere applicati in maniera sistematica e continua per giungere a continui miglioramenti. L'ultimo principio deve essere da stimolo e risultare ogni volta quale

nuovo punto di partenza. Finito, si deve ricominciare per fare emergere nuovi sprechi ed eliminarli.

Concludendo i 5 principi della lean production sono il paradigma di tutta l'azione aziendale. Si parte da loro e a loro si torna ogni volta che non ci è chiara la direzione da prendere o si debba scegliere tra alternative diverse.

Il pensiero costante sarà sempre focalizzato sulle domande: cosa vuol dire il valore per il cliente? Come faccio ad eliminare totalmente tutti i muda dai miei processi? Come riesco a produrre a flusso? In che modo riesco ad assecondare le richieste dei clienti?

Il lavoro incessante di miglioramento continuo è la chiave per cogliere i cambiamenti e farli propri in maniera incrementale e non traumatica.

2.4 Gli sprechi muda

È spreco tutto ciò che consuma risorse, in termini di costo e tempo, senza però creare valore per il cliente.

La caccia agli sprechi è il primo dei principi che dà vita a tutti gli strumenti da applicare per la creazione di un'organizzazione snella.

Lo spreco è costituito da tutte quelle attività o modi di utilizzare le risorse che non forniscono al prodotto un valore aggiunto.

Pertanto, tutto ciò che non serve ad incrementare il valore del prodotto come viene percepito dal cliente e per cui il cliente è disposto a pagare, è considerato spreco e, in quanto tale, va eliminato.

Nella cultura giapponese, il concetto di spreco (muda) ha un significato etico simile a quello occidentale del peccato, ed è perciò forte la motivazione a evitarlo.

Taiichi Ohno ha elencato i muda nel modo seguente: *“difetti (nei prodotti), sovrapproduzione non necessaria di beni, magazzini di beni in attesa di ulteriori lavorazioni o di utilizzazione, lavorazioni non necessarie, spostamenti non necessari (di persone), trasporti (di beni) non necessari e attese (dei dipendenti che aspettano che le apparecchiature di processo completino il proprio lavoro o che si concludano delle attività a monte)”*.

Gli sprechi possono essere classificati in sette tipologie come meglio rappresentato nel grafico che segue:



LE 7 TIPOLOGIE DI MUDA

- 1. Sovraproduzione:** consiste nel produrre una quantità di componenti o prodotti finiti superiore alla domanda. La sovrapproduzione è lo spreco più pericoloso poiché comporta l'utilizzo di risorse aziendali, l'impiego di magazzini interni per stoccare i prodotti in attesa che questi siano venduti.

2. **Attese:** è lo spreco più facilmente individuabile. Si manifesta ogni qualvolta un operatore non svolge alcun lavoro in attesa di materiale (da parte del fornitore o del magazzino) o di mezzi di produzione.
3. **Trasporti:** ogni volta che un prodotto viene movimentato rischia di essere danneggiato, perso, ecc., ma non solo. Poiché il trasporto non comporta alcuna trasformazione al prodotto che il cliente è disposto a pagare, risulta essere un'attività non a valore aggiunto. Spesso il trasporto si trasforma in uno spreco perché:
 - Il layout dello stabilimento è obsoleto o è stato progettato non correttamente;
 - Gli spazi occupati dalle linee di produzione sono eccessivi rispetto alle reali necessità;
 - I materiali sono approvvigionati e stoccati in imballi che contengono materiali in quantità eccessive e non coerenti con quelle realmente utilizzate;
 - Il lavoro è organizzato senza precise sequenze di prelievo e le attrezzature non sono studiate per ottimizzare i trasporti interni.
4. **Processo:** questo tipo di spreco si manifesta quando il processo produttivo non dispone di mezzi (attrezzature, macchinari, operatori) e procedure adeguate. Nel caso specifico delle attrezzature e dei macchinari si creano degli sprechi quando ad esempio si utilizzano attrezzature, o i macchinari con capacità produttive superiori alla richiesta oppure nel caso degli operatori si rende necessaria la presenza di un operatore per rimuovere i pezzi finiti dalla macchina e accatastarli in appositi contenitori, invece ad esempio, di ricorrere ad un sistema di fuoriuscita dei pezzi che, per gravità, vanno ad accatastarsi automaticamente in un determinato contenitore.

5. **Movimenti inutili:** il lavoro utile è quel particolare tipo di movimento che produce valore. Sono da considerarsi movimenti improduttivi tutti quei tipi di movimenti che comportano spostamenti inutili dovuti a layout mal disegnati o a strutture sovradimensionate ed azioni improduttive imputabili a posti di lavoro non studiati ergonomicamente.
6. **Rilavorazioni:** ogni volta che si esegue un'operazione che produce un pezzo difettoso è necessario correggere il difetto. Un prodotto non conforme comporta per l'azienda grossi oneri sia finanziari che di immagine. I difetti rallentano la produzione e fanno aumentare il lead time. Se poi addirittura i difetti vengono rilevati dal cliente, i costi crescono ulteriormente, poiché si rende necessario impostare una struttura in grado di gestire i reclami, sostenere le spese derivanti dalle riparazioni, dallo smontaggio e riassettaggio e dalla consegna.
7. **Scorte:** i materiali prodotti in eccesso rispetto ai reali fabbisogni ovunque essi si trovino, sulle linee di produzione, nei magazzini, in ordine presso i fornitori, sono considerati sprechi sia di spazio che di risorse finanziarie. Con il termine scorte si identifica infatti tutto ciò che giace in attesa di un evento (una lavorazione successiva, la vendita) e quindi si tratta di tempo durante il quale non viene aggiunto al prodotto alcun valore. Inoltre la continua movimentazione da un luogo all'altro di materiale di scorta può creare inconvenienti legati al danneggiamento da trasporto. Ma non solo: il materiale in giacenza può peggiorare la sua qualità e diventare obsoleto.

Le principali cause dei sette tipi di sprechi sono individuabili:

- ✓ Nel layout male organizzato;

- ✓ Nei lead time troppo lunghi;
- ✓ Nell'inadeguatezza del processo produttivo;
- ✓ Nella manutenzione inadeguata;
- ✓ Nelle scarse procedure di lavoro;
- ✓ Nella mancanza di formazione del personale;
- ✓ Nella scarsa capacità di supervisione;
- ✓ Nella errata progettazione del prodotto o del processo produttivo;
- ✓ Nella mancanza di indicatori di performance;
- ✓ Nell'inefficiente pianificazione e programmazione della produzione;
- ✓ Nell'inadeguatezza delle attrezzature;
- ✓ Nella mancanza di organizzazione dello spazio di lavoro;
- ✓ Nella qualità dei fornitori.

Occorre ricordare che i muda (sprechi) sono solo uno dei tre elementi negativi che il lean combatte nei processi, ovvero le cosiddette tre "mu":

無駄	muda
ムラ	mura
ムリ	muri

- **Muda:** spreco, perdita.
- **Mura:** indica le fluttuazioni, variazione, irregolarità del carico del lavoro (della domanda).

- **Muri:** è il termine che indica il sovraccarico delle persone o delle risorse. Il sovraccarico per le persone può provocare, a lungo termine, la possibilità di infortuni o malattie professionali, dovuti agli sforzi eccessivi a cui sono sottoposti i lavoratori. A breve termine invece le conseguenze del sovraccarico si possono presentare come strappi muscolari, contusioni o simili. L'effetto è l'assenza dal lavoro per periodi più o meno lunghi da parte dei lavoratori e insoddisfazione generale del personale. Analogamente lo sfruttamento eccessivo dei macchinari può portare, a lungo termine, ad una usura accelerata, a rotture con conseguente stop della produzione per la manutenzione e per la riparazione, o addirittura si può presentare la necessità di cambiare macchinario. Ragionando a lungo termine il piccolo beneficio che si può ottenere a breve termine sovraccaricando personale e risorse si trasforma in spreco di tempo e denaro.

L'obiettivo è quindi quello di organizzare il lavoro in modo corretto, ma anche quello di applicare tutti quei piccoli accorgimenti che possono ridurre il carico di lavoro senza diminuire la produttività.

Tali fluttuazioni portano a fasi in cui vi è un sovraccarico di lavoro (muri) e ad altre fasi in cui la forza lavoro e i macchinari risultano sovradimensionati (si creano delle pause – muda). Il flusso produttivo ne risulta disturbato.

CAPITOLO 3

Lean Production: dalla teoria alla pratica

3.1 IMESA Spa e i principali prodotti

IMESA produce Quadri Elettrici dal 1972; una lunga esperienza in questo settore sommata ad un considerevole recente aumento degli investimenti dedicati alla ricerca e sviluppo, permette ad IMESA di offrire una gamma completa di Quadri Elettrici di Media Tensione relativi alla distribuzione di energia elettrica.

Realizza due gamme di prodotti:

- **Miniver/c:** si tratta di un insieme di unità prefabbricate per interno di tipo modulare di tipo componibili. Tali unità, sono di tipo blindato, con involucro metallico di classe LSC2B-PM, sono isolati in aria ed equipaggiabili con apparecchiature di interruzione in SF6 o sotto vuoto di tipo estraibile. La versatilità di tali quadri di media tensione è tale da renderli idonei alle più svariate installazioni in importanti impianti elettrici quali:
 - Industriali (cementerie, petrolchimici, metallurgici, cartiere);
 - Produzione e Distribuzione dell'energia elettrica (Centrali, Sottostazioni, Cogenerazione, Energie alternative);
 - Navali (navi passeggeri, navi militari, navi da lavoro, piattaforme);
 - Infrastrutture (ferrovie, metropolitane, aeroporti).
- **Minifluor:** si tratta di un insieme di unità prefabbricate per interno di tipo modulare, componibili, isolate in aria fino a 24 [kW], equipaggiabili con apparecchiature di sezionamento ed interruzione quali:

- Interruttori di manovra-sezionatori a tre posizioni isolati in SF6 della serie Fluorswitch;
- Sezionatori a tre posizioni isolati in SF6 della serie Fluorswitch;
- Sezionatori di terra supplementari isolati in aria;
- Interruttori isolati in gas o in vuoto.

I campi Minifluor trovano impiego nella distribuzione elettrica secondaria di media tensione: cabine di trasformazione come comando e protezione di linee/trasformatori.

In virtù della loro compattezza, sono particolarmente indicate per l'installazione all'interno di locali anche di piccole dimensioni e in cabine prefabbricate/container.

Possano essere impiegati in:

- Impianti per la fornitura di energia elettrica;
- Impianti eolici;
- Impianti fotovoltaici;
- Impianti ferroviari e metropolitani;
- Centrali elettriche;
- Industria;
- Porti, aeroporti, ospedali, ecc.

L'obiettivo di IMESA è aumentare le capacità produttive del Minifluor per dare seguito alla maxi-fornitura ad ENEL.

La fornitura è regolata da un accordo quadro della durata di due anni e comprende una quantità indicativa di 1.800 scomparti elettrici di media tensione destinati alla rete di distribuzione secondaria in Italia.

Non si tratta unicamente di un intervento alla linea produttiva ma di un progetto più ampio e trasversale che rientra nei cambiamenti in atto nell'azienda secondo i principi della lean transformation.

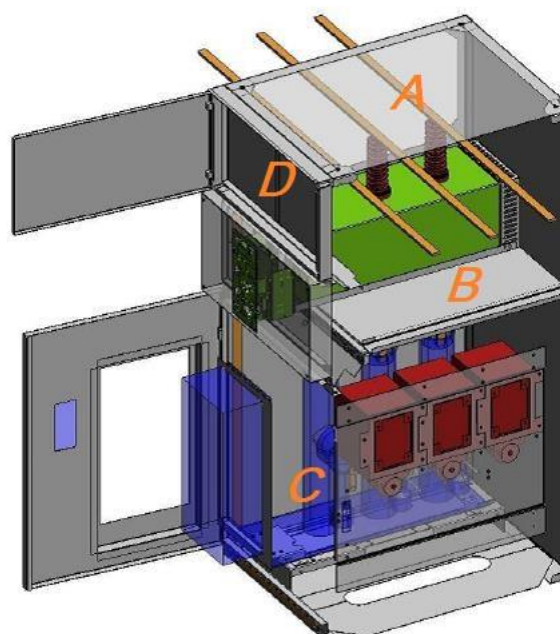
Un intervento a 360 gradi che coinvolge tutta l'attività della fabbrica e le fasi di lavoro che ha coinvolto la logistica, il magazzino, l'ufficio acquisti, la qualità.

L'intervento, avviato a luglio 2019, è in continua evoluzione: l'azienda nello spirito del lean thinking ha come obiettivo il raggiungimento del "perfezionamento" con sprechi tendenti a zero.

3.2 Approfondimento sul Minifluor

Il Quadro Elettrico Minifluor, realizzato in lamiera pressopiegata, è costituito da quattro compartimenti segregati tra loro metallicamente.

Le unità sono predisposte per l'affiancamento tra loro ed il fissaggio a terra per mezzo di appositi fori predisposti sulle carpenterie; inoltre sono provviste di chiusure di fondo dotate di aperture per il passaggio dei cavi di media tensione. Tutte le unità sono dotate di porte con interblocco meccanico che ne consente l'apertura solo in condizioni di massima sicurezza (parti attive del compartimento a terra).



COMPARTIMENTI MINIFLUOR

Descrizione compartimenti del Minifluor:

A. Compartimento a sbarre: ubicato sulla parte superiore dell'unità, contiene il sistema sbarre principali. Le sbarre, realizzate in rame elettrolitico nudo, sono fissate all'estremità degli isolatori passanti dell'interruttore di manovra-sezionatore o del sezionatore di linee. L'isolamento è in aria.

B. Sezionatore di linea/interruttore di manovra sezionatore: contiene le parti attive del sezionatore di linea o dell'interruttore di manovra-sezionatore ed è metallicamente segregato dal vano sbarre e dal vano cavi sottostante. Questa segregazione garantisce la massima sicurezza per il personale nel caso di intervento per manutenzione.

C. Compartimento cavi: segregato metallicamente dal vano sbarre grazie al sezionatore di linea/interruttore di manovra-sezionatore, può contenere diverse apparecchiature a seconda delle unità tipiche tra le quali interruttori MT, TA e TV, sezionatore supplementare di terra in aria, telaio porta fusibili con dispositivo di sgancio fusibili con sezionatore di terra supplementare, partitore capacitivo, per la segnalazione presenza tensione, attacco cavi, scaricatori di tensione.

D. Compartimento strumenti e circuiti ausiliari: quando previsto può contenere relè di protezione e dispositivi di segnalazione. Sulla parte superiore del vano bassa tensione è ricavata una canalina per i collegamenti interpannelli dei cavi ausiliari.

Le attività per la produzione del Minifluor sono svolte in diversi reparti: reparto magazzino, reparto lavorazioni meccaniche, reparto montaggio e cablaggio, reparto controlli e collaudo e reparto imballaggio.

3.3 Reparto SF6

Ho svolto il mio tirocinio nel reparto montaggio e cablaggio, a sua volta diviso in:

- Reparto SF6;
- Reparto montaggio meccanico e cablaggio elettrico;
- Reparto assemblaggio in linea.

Nel caso specifico ho prestato il mio tirocinio nel reparto SF6.

Il Reparto SF6 è dedicato all'assemblaggio meccanico dell'interruttore di manovra-sezionatore con gas esafluoruro di zolfo (SF6), da cui appunto prende il nome del reparto stesso, composto da un serbatoio e da un comando. Lo stesso reparto è responsabile dell'assemblaggio del quadro di media tensione Minifluor, progettato appositamente per contenere l'apparecchio di media tensione in esafluoruro della IMESA.

Il reparto SF6 è suddiviso a sua volta in 5 aree:

1. Area magazzino: dedicata al deposito di tutti i componenti necessari per la realizzazione dell'interruttore di manovra-sezionatore;
2. Area montaggio sezionatori: in questa parte vengono assemblati i componenti necessari per realizzare il serbatoio;
3. Area saldatura e introduzione gas: in questa parte del reparto il serbatoio viene chiuso ermeticamente e riempito di gas SF6;
4. Area montaggio comandi: vengono assemblati i componenti necessari per realizzare il comando;
5. Area in cui i serbatoi finiti e i comandi finiti vengono installati nei quadri di media tensione: qui vengono assemblati il serbatoio ed il comando per dare vita

all'interruttore di manovra-sezionatore che viene installato nei quadri di media tensione.



REPARTO SF6

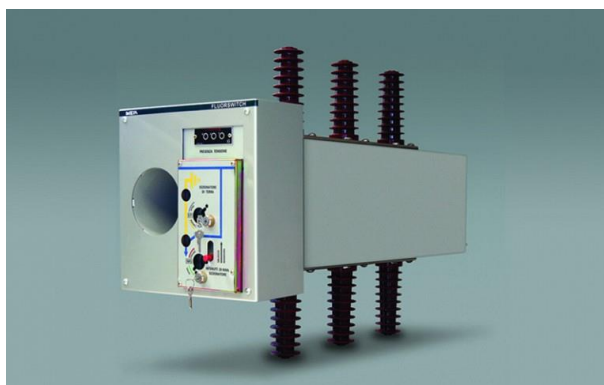
3.4 Approfondimento sull'apparecchio di manovra e sezionamento Fluorswitch

Per raggiungere l'obiettivo prefissato dall'azienda sulla base della richiesta del cliente (1.800 Minifluor in due anni per l'ENEL), IMESA deve ottimizzare i processi aumentando l'efficienza. Occorre pertanto eliminare le criticità.

Le attività svolte nell'area "saldatura e introduzione gas" rappresentano il collo di bottiglia del reparto. Di conseguenza l'attenzione deve essere massima su tutti gli aspetti che hanno impatto sulla continuità di servizio, efficienza e qualità del processo.

L'attenzione posta sulle attività svolte in questa area è condizione necessaria al miglioramento della performance dell'intero reparto.

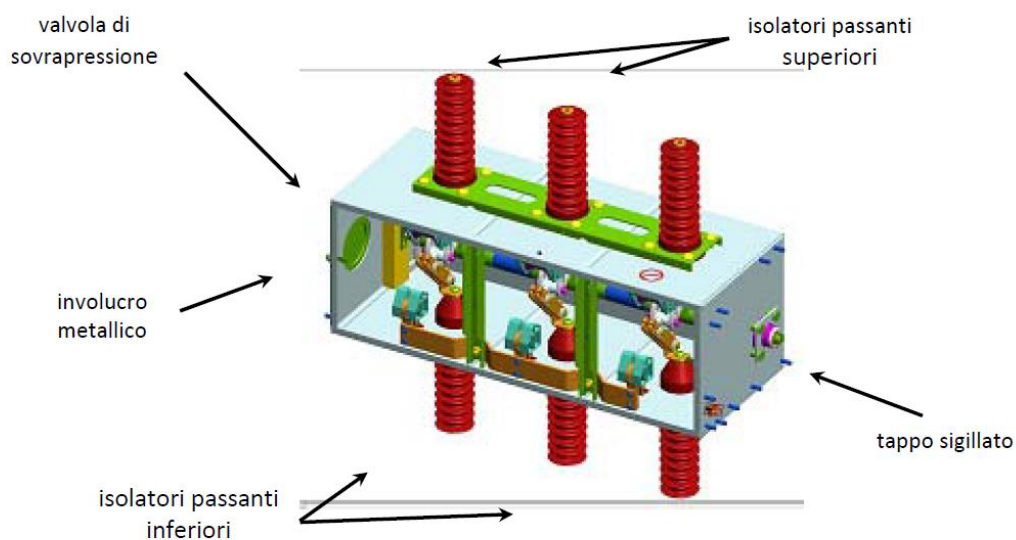
Per eliminare tutte le interferenze è necessario focalizzare ogni fase necessaria per l'assemblaggio meccanico degli apparecchi di manovra e sezionamento Fluorswitch, composti da un comando ed un serbatoio.



APPARECCHIO DI MANOVRA E SEZIONAMENTO FLUORSWITCH

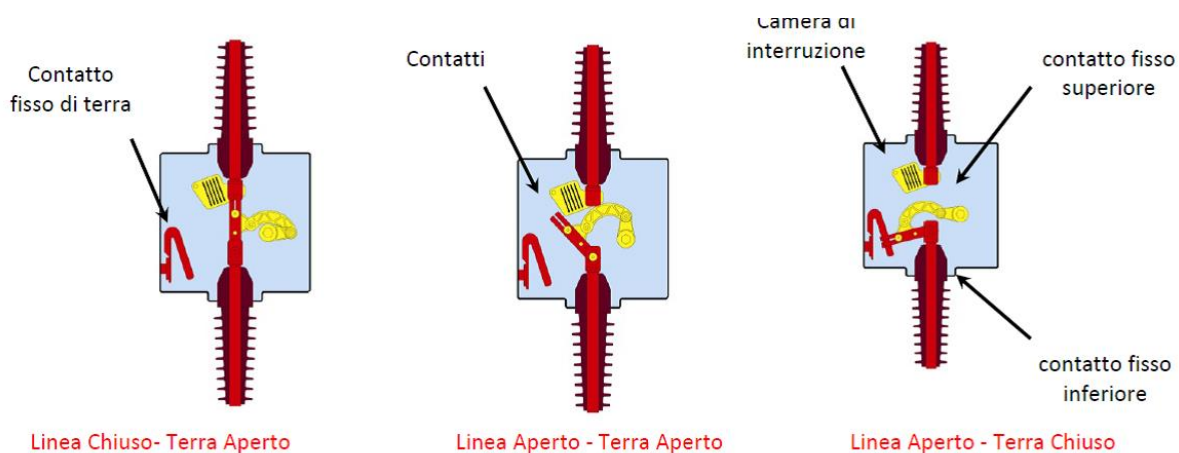
Tali apparecchi sono essenzialmente costituiti da un involucro metallico in acciaio inox (serbatoio) sigillato a vita e contenente SF6 alla pressione di 0,13 [MPa] (riferita a 20°C).

All'interno dell'involucro sono posizionati i contatti (fissi, mobili e di terra), le camere d'arco ed i cinematismi per la trasmissione del movimento agli stessi contatti mobili.



SERBATOIO

I collegamenti elettrici esterni sono realizzati mediante isolatori passanti in resina epossidica. Il comando posto sul lato frontale dell'involucro è collegato al serbatoio e permette di far assumere alle apparecchiature interne tre posizioni stabili come indicate in figura.



POSIZIONI DEL COMANDO

Nella posizione di Linea Chiuso – terra Aperto, l'apparecchio garantisce il collegamento elettrico tra entrata ed uscita di ogni polo, sull'estremità degli isolatori passanti

Nella posizione Linea Aperto – Terra Aperto l'apparecchio garantisce il sezionamento tra i contatti fissi e mobili, sia sulla linea che sulla terra.

Nella posizione Linea Aperto – Terra Chiuso viene messa a terra la linea a valle dell'apparecchio.

Gli apparecchi della serie Fluorswitch si differenziano in:

- Interruttori di manovra-sezionatori e sezionatori di terra (DY_S), equipaggiati con comandi a manovra indipendente (manuale e/o motorizzato) del tipo a superamento del punto morto e ad accumulo di energia, destinato alla produzione dei quadri di media tensione per ENEL;
- Interruttori di manovra-sezionatori e sezionatori di terra (IMS6), equipaggiati con comandi a manovra indipendente (manuale e/o motorizzato) del tipo a superamento del punto morto e ad accumulo di energia, destinati alla produzione dei quadri di media tensione per Minifluor;
- Sezionatori di linea e terra (SLT6), destinati alla produzione dei quadri di media tensione per Minifluor.

La sola differenza costruttiva tra i due tipi di apparecchio (interruttori/sezionatori) consiste nella presenza delle camere d'arco, installate solamente sugli interruttori di manovra-sezionatori IMS6 e DY_S.

3.5 Fasi di assemblaggio per la realizzazione del serbatoio

Tutti i serbatoi vengono realizzati seguendo più o meno le stesse fasi:

Fase I: preparazione dei componenti.

Fase II: installazione di TV e TA.

Fase III: installazione dei componenti.

Fase IV: saldatura del coperchio del serbatoio.

Fase V: riempimento del serbatoio con gas SF₆.

La fase I consiste nel preparare tutti i componenti (albero, viti, contatti mobili, isolatori, camera d'arco, barra di terra, ecc.) che vanno poi installati all'interno del serbatoio.

La fase II consiste nell'installare i componenti TV e TA (sono riduttori di tensione e di corrente per misure e protezioni) che IMESA acquista da una azienda esterna. Tali componenti vengono fissati all'interno del serbatoio con successivo cablaggio. Tale Fase viene eseguita solo per il serbatoio DY_S.

La fase III consiste nello installare tutti i componenti preparati nella prima fase e poi eseguire i test meccanico ed elettrico per verificare il funzionamento del serbatoio.

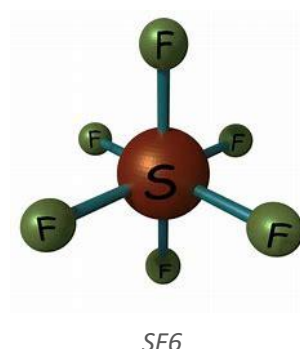
La fase IV consiste nel saldare il coperchio del serbatoio attraverso due operazioni: saldatura manuale eseguita direttamente dall'operatore e saldatura robotizzata eseguita da una macchina apposita (isola di saldatura).

La fase V consiste nel montare la valvola di scoppio (che sostanzialmente è una valvola di sfogo necessaria per non far scoppiare il serbatoio nel caso in cui non dovesse funzionare bene) e poi inserire il serbatoio nell'autoclave.

All'interno della macchina viene verificato che il serbatoio sia ermetico, cioè che una volta riempito di gas SF₆ (necessario al funzionamento del serbatoio) non ci siano perdite.

Merita a questo punto soffermarci sulle caratteristiche del gas SF₆, esafluoruro di zolfo, un gas trasparente, privo di odore, non tossico, non infiammabile e chimicamente inerte.

Allo stesso tempo SF₆ è un gas molto pericoloso non solo per la salute dell'uomo (se inalato può causare soffocamento riducendo l'ossigeno disponibile per la respirazione, mentre il contatto può causare ustioni da congelamento), ma anche e soprattutto per l'ambiente.



Infatti nell'atmosfera il gas SF₆ è indesiderabile a causa del suo elevato potenziale di riscaldamento globale. Il suo impatto sul clima è 22.800 volte superiore a quella dell'anidride carbonica ed il suo tempo di permanenza nell'atmosfera è di circa 3.200 anni. E' elencato con altri cinque gas nel Protocollo di Kyoto e l'Unione Europea ha adottato regole molto severe per la riduzione delle emissioni di gas SF₆ in atmosfera e per il suo trattamento.

Per di più se contenuto sotto pressione, può esplodere in caso di riscaldamento. Andrebbe conservato in luogo ben ventilato.

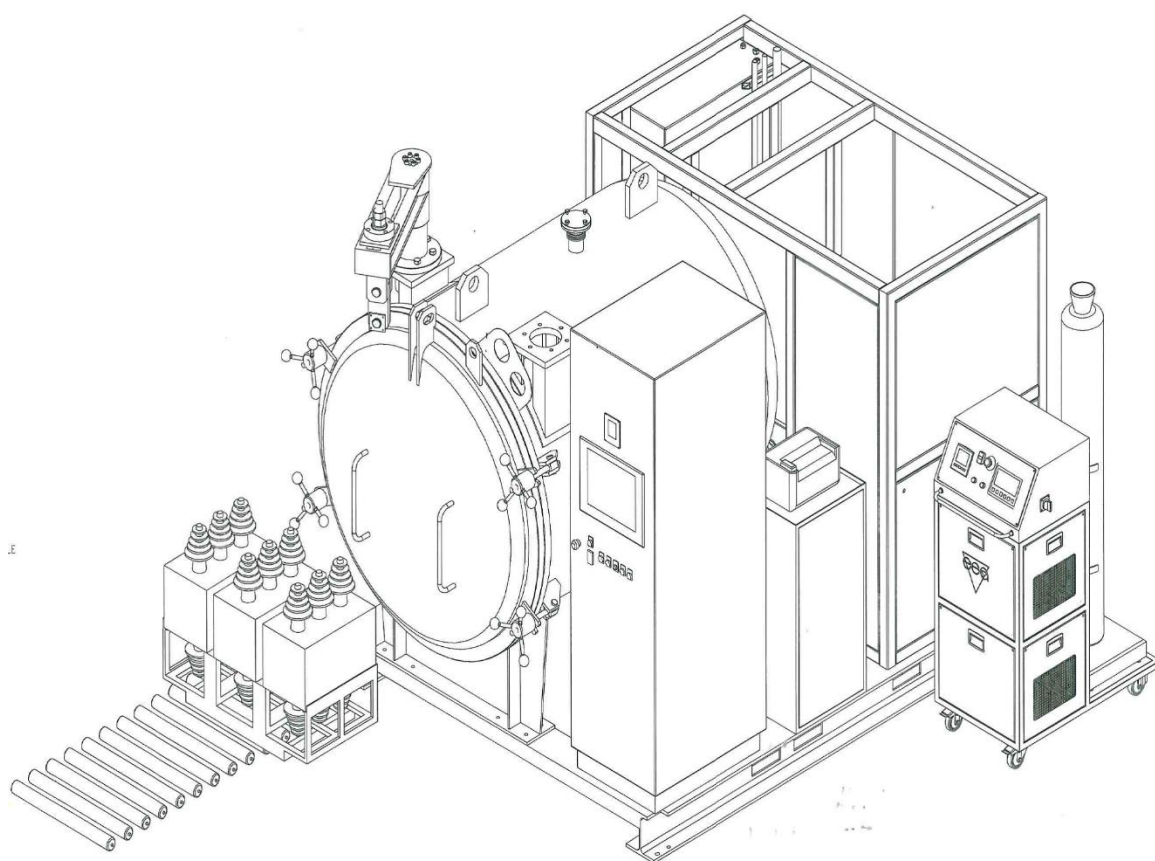
Per questi motivi IMESA ha adottato una dettagliata scheda di sicurezza dove sono elencate tutte le misure e le precauzioni da adottare in caso di rilascio accidentale

SF₆ viene usato in quanto è un gas con elevate proprietà dielettriche (quasi tre volte maggiore dell'aria o dell'azoto). Infatti è un gas utilizzato in varie applicazioni industriali, soprattutto in campo elettrico ed in campo medico, in quanto le sue proprietà consentono la realizzazione di componenti di dimensioni compatte.

Ecco perché è importante accertare la ermeticità del serbatoio.

A questo punto l'autoclave procede al riempimento del serbatoio con gas SF6. Anche questa una procedura molto delicata.

Come funziona l'autoclave?



AUTOCLAVE

Si inserisce il serbatoio all'interno della camera dell'autoclave. Si collega il tubo alla valvola di riempimento del serbatoio. Si chiude in maniera ermetica la camera del serbatoio. Quindi si avvia il programma della macchina che consiste in:

- Realizzare il vuoto all'interno del serbatoio;
- Realizzare il vuoto all'interno della camera;
- Riempire il serbatoio di elio (He);
- Verificare che il serbatoio non perde;
- Svuotare il serbatoio dall'elio in modo tale da riportare il vuoto all'interno del serbatoio;
- Riempire il serbatoio di gas SF6;
- Introdurre l'aria all'interno della camera finché non viene raggiunta la pressione atmosferica che consente l'apertura dell'autoclave;
- Riaprire la camera ed estrarre il serbatoio che è pronto per essere montato sul quadro elettrico di media tensione.

A titolo di esempio di seguito vengono riportate ogni singola operazione compiuta nel reparto SF6 - aree 2 e 3, distinta per ogni singola fase e riferita al serbatoio DY_S:

Fase I

Numero operazione	TIPOLOGIA DI INTERVENTO
1	Assieme albero
2	Sistemazione dei Sali
3	Preparazione Viti
4	Preparazione rame
5	Preparazione contatti mobili
6	Pulizia e identificazione isolatori
7	Preparazione osso
8	Preparazione barra di terra
9	Assieme trasmissione
10	Preparazione camere d'arco
11	Preparazione e pulizia serbatoio

Fase II

Numero operazione	TIPOLOGIA DI INTERVENTO
1	Apertura casse imballate
2	Cablaggio TA e TV più introduzione in serbatoio
3	Fissaggio TA e TV
4	Fissaggio e cablaggio "Hamburger"
5	Montaggio isolatori
6	Montaggio contatti di rame
7	Compilazione scheda

Fase III

Numero operazione	TIPOLOGIA DI INTERVENTO
1	Preparazione bulloneria
2	Spostamento dei carrelli
3	Installazione protezione di plastica
4	Installazione dell'osso
5	Cablaggio TV e TA
6	Montaggio camera d'arco
7	Montaggio albero e trasmissione
8	Montaggio contatti mobili
9	Tiraggio viti di masse lente
10	Inserimento delle spine nell'albero
11	Montaggio treccia di rame
12	Montaggio barra di terra
13	Inserimento Sali
14	Spostamento alla postazione per i test
15	Test meccanico
16	Test elettrico
17	Compilazione scheda

Fase IV

Numero operazione	TIPOLOGIA DI INTERVENTO
1	Spostamento del serbatoio nel piano di lavoro
2	Installazione coperchio
3	Saldatura
4	Spostamento del serbatoio nell'isola di saldatura
6	Saldatura nell'isola di saldatura
7	Spostamento del serbatoio nell'area di raffreddamento
8	Raffreddamento del serbatoio

FASE V

Numero operazione	TIPOLOGIA DI INTERVENTO
1	Montaggio valvola di scoppio
2	Spostamento del serbatoio nell'autoclave
3	Fissaggio del bocchettone al serbatoio
4	Chiusura del portellone
5	Impostazione del programma dell'autoclave
6	Caricamento gas SF6
7	Apertura portellone
8	Svitamento bocchettone
9	Spostamento del serbatoio nel carrello
10	Adesivi
11	Cablaggio

3.6 Ricerca dei muda nelle aree 2 e 3 del reparto SF6

La linea di produzione prevede la funzionalità continua delle macchine (saldatrice ed autoclave).

Al fine di poter raddoppiare la produzione è necessario individuare ogni interferenza e quindi gli sprechi.

Il metodo utilizzato per individuare gli sprechi è stato il seguente: dopo aver individuato le fasi necessarie per l'assemblaggio del prodotto, sono state identificate tutte le operazioni eseguite in ogni singola fase – vedi paragrafo precedente.

Dall'analisi si può affermare che nel ciclo produttivo esistono fasi che non creano valore come per esempio il tempo dovuto al raffreddamento del serbatoio dopo la saldatura. Fasi che però non possono essere eliminate al fine di non pregiudicare la realizzazione del prodotto.

Nelle tabelle riepilogative di tutte le operazioni (vedi paragrafo precedente) sono state evidenziate con colore rosa le operazioni prive di valore che in questo caso corrispondono alla sola operazione di raffreddamento del serbatoio.

Tale operazione rappresenta il collo di bottiglia del reparto. Il presidio di questa area è condizione necessaria al miglioramento della performance dell'intero reparto.

Si è quindi proceduto alla rilevazione dei tempi di ogni tipologia di intervento in ogni fase.

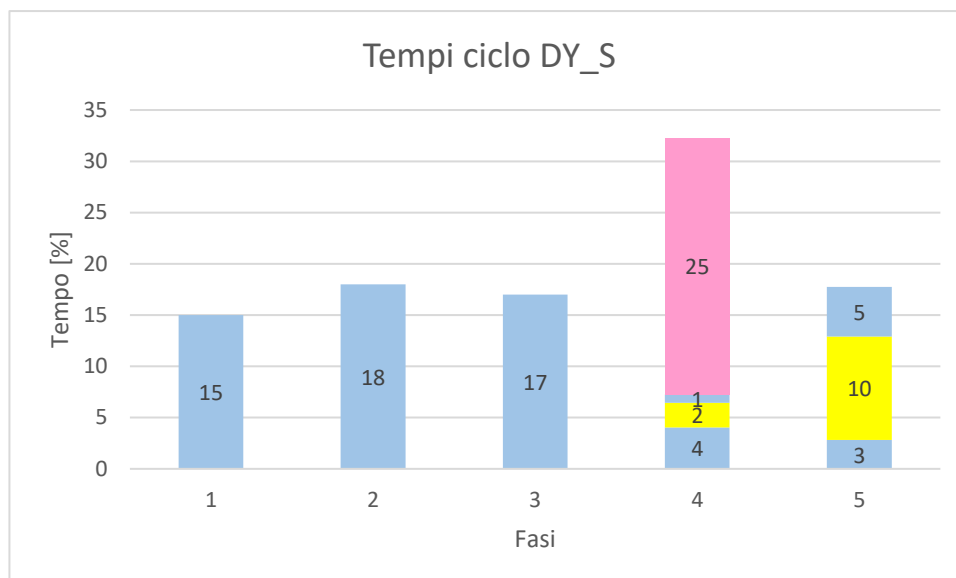
I dati rilevati saranno oggetto di studio da parte di ingegneri gestionali e consulenti esterni dell'azienda IMESA con l'obiettivo di modificare il layout di produzione del reparto SF6 seguendo sempre la teoria del lean manufacturing in modo tale da ridurre tutti gli sprechi.

A titolo di esempio riporto il grafico dei tempi ciclo per la produzione di uno dei serbatoi prodotti, nello specifico del serbatoio denominato DY_S, realizzato per la commessa ENEL.

I tempi sono tutti rapportati in termini percentuali al tempo ciclo e, quindi resi adimensionali.

In blu sono tutte le attività svolte dal lavoratore che creano valore e svolte in soluzione di continuità, senza interruzioni od interferenze.

In giallo sono i tempi rilevati e necessari alle varie macchine per l'esecuzione della lavorazione in modalità automatizzata (saldatura e riempimento con gas SF6).



In rosa vengono invece evidenziati i tempi di attesa necessari per il raffreddamento del serbatoio prima di installare la valvola di scoppio.

I tempi in giallo ed in rosa, sono tempi morti per l'operatore.

Mentre i tempi in giallo si riferiscono ad operazioni che comunque creano valore, i tempi in rosa, invece, riguardano operazioni che come detto non creano valore e per i quali si dovrà migliorare la performance.

Dal grafico è evidente che la fase 4 impiega il doppio del tempo delle precedenti tre fasi.

In pratica il serbatoio lavorato in sequenza nelle fasi 1, 2 e 3 arriva nella fase 4. Mentre vengono compiute tutte le lavorazioni alla fase 4, arriva un nuovo serbatoio, che però dovrà attendere il suo turno perché si dovrà attendere che termini l'intero ciclo delle operazioni del precedente serbatoio.

L'operazione che richiede più tempo nella fase 4 è quindi il raffreddamento: una operazione che non può essere eliminata, ma necessaria ed obbligatoria in quanto il serbatoio dopo essere stato saldato, trovandosi ad una temperatura molto elevata, può essere inserito nell'autoclave al fine del riempimento con gas, solo quando si trova alla temperatura ambiente di circa 20 [°C]. Ciò al fine di garantire non solo il buon funzionamento dell'apparecchio ma anche e soprattutto la tutela e la sicurezza dei lavoratori. Infatti l'autoclave è stata programmata in maniera tale che, se la temperatura del serbatoio non è minore o uguale a 20 [°C], si blocca e quindi con essa il flusso della produzione.

Tipicamente il tempo di raffreddamento viene coperto con un buffer di 2/3 serbatoi. Essendo il tempo di raffreddamento non a valore aggiunto ed il buffer in definitiva uno stock, con il responsabile di produzione si è studiata una modalità per creare un raffreddamento forzato, che ha abbattuto il tempo di raffreddamento dell'80%, in modo da ripristinare un flusso di produzione senza stock intermedi.

Per migliorare quindi l'efficienza del flusso produttivo sarebbe opportuno valutare la possibilità di dotare il reparto SF6 di un impianto di raffreddamento.

Sarà quindi compito dei responsabili aziendali adottare ogni azione per eliminare tale spreco, anche tenendo in considerazione altri aspetti come per esempio la manutenzione delle macchine (evitare saldature difettose che richiedono la rilavorazione del serbatoio, la pulizia della camera dell'autoclave per contaminazione da elio e nuovo ciclo di collaudo) o l'impiego dei tempi morti da parte degli operatori.

CONCLUSIONI

Al momento in cui è terminato il mio periodo di tirocinio l'analisi dei processi della linea produttiva del Minifluor necessari per eliminare ogni interferenza o scarto al fine di potenziare la capacità produttiva del Reparto SF6 per la realizzazione delle apparecchiature richieste da ENEL, non ha raggiunto la sua conclusione.

Riuscire ad analizzare ogni aspetto, problema e criticità presente, richiede molto tempo; come anche riuscire ad adattare ciò di cui si dispone per consentire l'applicazione dei principi della lean production citati.

Non esiste infatti una diretta applicazione delle teorie lean. Dette teorie non si possono semplicemente applicare come un'equazione matematica, ma è necessario trovare un compromesso tra esse e la situazione che si ha sotto mano, ovvero secondo le caratteristiche strutturali, logistiche ed economiche della società stessa.

E' necessario analizzare ogni particolare, ogni singolo processo (movimentazione materiali, stoccaggio, rapporto con i fornitori, tempi di realizzazione delle macchine, ecc.) e ogni altro dettaglio (spazi a disposizione, manodopera, livello di comunicazione fra le fasi e i reparti) e cercare di creare la soluzione ottimale per un buon funzionamento della lean production.

Infatti l'azienda, per raggiungere l'obiettivo anzidetto, non sta lavorando unicamente sulla linea produttiva, ma su un progetto più ampio e trasversale che rientra nei cambiamenti in atto secondo i principi appunto della lean transformation.

Sono state infatti riviste postazioni, attrezzature, flusso dei materiali e dei semilavorati oltre ad aver implementato l'attività di formazione del personale.

Sono stati fatti i primi test, ma c'è ancora molto da migliorare. Ogni giorno il responsabile della produzione decide dove intervenire e come, coinvolgendo tutti i lavoratori, che dimostrano entusiasmo e partecipano motivatamente al miglioramento.

I risultati non sono immediati, ma ogni giorno, ogni piccola modifica porterà ad una maggiore fluidità sul lavoro, fondamentale per raggiungere gli standard prefissati.

BIBLIOGRAFIA

James P. Womack e Daniel T. Jones *“Lean Thinking. Per i manager che cambieranno il mondo.”* Milano, Guerini e Associati, 2006.

Mike Rother e John Shook *“Learning to see. La mappatura del flusso del valore per creare valore e eliminare i muda.”* Milano, Galgano e Associati, 1999

SITOGRAFIA

www.imesaspa.com

www.lean.org

http://confindustria.marche.it/MTF//Content/eventi/Lean-Ancona-Animata_Gamberini_DP.pdf

<https://www.qualitiamo.com/leanmanufacturing/leanmanufacturingportale.html>

<https://www.considi.it/lean-thinking>

DOCUMENTAZIONE

Scheda dati di sicurezza PYROSTOP 37 – IMESA Spa

“Quadri d’autore” – Rivista IMESA ed. Dicembre 2019