

ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

SCUOLA DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

DIPARTIMENTO di
INGEGNERIA INDUSTRIALE

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN
INGEGNERIA GESTIONALE

TESI DI LAUREA
in
MANUTENZIONE DEI SISTEMI DI PRODUZIONE M

***Miglioramento dei progetti di installazione di nuovi
macchinari in ambito Initiative Management:
il caso Philip Morris MTB***

CANDIDATA

Serena Rosanò

RELATORE

Chiar.mo Prof. Alberto Regattieri

CORRELATORI

Ottavio Cavalcanti

Mattia Pietrantonio

Anno Accademico 2022/2023
Sessione III

Indice

Introduzione	5
1. Introduzione all'Initiative Management	7
1.1. Initiative Management.....	8
1.2. Approcci aziendali all'Initiative Management	10
2. Lean Manufacturing	18
3. Root cause analysis	24
4. Introduzione alle dispersioni di corrente e alle relative cause	29
5. Philip Morris International	32
5.1. Philip Morris Manufacturing & Technology Bologna	34
5.2. Il processo produttivo	36
6. La standardizzazione in PMI: OPEN+	37
6.1. Il pilastro Initiative Management.....	57
7. Il caso studio: Installazione Combiner G1	74
7.1. Il progetto di installazione	77
7.1.1. Valutazione strategica degli impatti	91
7.1.2. Project Loss Analysis.....	92
7.1.3. Initial Problem Solving	103
7.1.4. PLA vs IPS: Proposta di soluzione	108
7.2. Problem Solving: Standardizzazione del processo di installazione	110
8. Applicazione della soluzione: caso Combiner I2	122
8.1. Utilizzo della checklist per il caso Combiner I2	123
8.2. Valutazione tecnico-economica della soluzione	137
Conclusioni	140
Bibliografia	146
Sitografia	146
Sitografia immagini	147

Introduzione

L'analisi effettuata ha l'obiettivo di identificare una serie di azioni preventive da mettere in atto prima dell'installazione di un nuovo macchinario in azienda, al fine di anticipare eventuali problematiche dovute all'interazione con gli impianti esistenti.

L'azienda oggetto dell'analisi è Philip Morris Manufacturing and Technology, sita a Zola Predosa (BO).

Il campo di studio nel quale è stato identificato il problema e sviluppata una soluzione è l'Initiative Management (IM), per cui nella prima fase dell'elaborato ne verrà fornita una definizione e presentati gli approcci generalmente adottati a livello generale. Nella parte introduttiva dell'elaborato è poi approfondito l'approccio Lean Manufacturing, base teorica del sistema di standardizzazione OPEN+ adottato dall'azienda, e la Root Cause Analysis, metodo finalizzato alla risoluzione dei problemi che verrà successivamente applicato nel caso studio considerato. In questa fase viene inoltre trattato il fenomeno delle dispersioni di corrente, causa della problematica illustrata nel caso studio, e gli elementi che possono contribuire alla sua generazione.

In seguito ad una presentazione dell'azienda e delle attività svolte, l'elaborato si focalizza sulla gestione delle iniziative all'interno di questa, nell'ambito del sistema OPEN+, di cui verrà quindi fornita una descrizione, prevalentemente incentrata sul pilastro IM.

Superati gli aspetti introduttivi, viene presentata la criticità rilevata nello studio, relativa all'interruzione di operatività di una particolare macchina, causata dalla ripetuta attivazione dell'interruttore differenziale a comando della linea di alimentazione. Sulla base del problema vengono presentate, in prima istanza, le soluzioni messe in atto per risolvere i problemi in seguito ai fermi macchina registrati, e sono quantificate tutte le perdite, non solo monetarie, causate dal problema e dalle contromisure messe in atto.

In contemporanea agli episodi considerati, viene effettuata una Root Cause Analysis, utilizzando uno strumento fornito dall'azienda, e in particolare da OPEN+, per identificare la causa principale

degli eventi verificatisi. Sulla base dei risultati da essa ottenuti, confrontati con l'analisi di tutte le perdite riscontrate, viene individuata una soluzione da utilizzare previamente all'introduzione dei nuovi macchinari in azienda, che viene infine valutata dal punto di vista tecnico ed economico nell'ultima parte dell'elaborato, descrivendone l'applicazione su una nuova macchina da installare nello stabilimento.

1. Introduzione all'Initiative Management

Il cambiamento è sempre stato un fattore determinante nel successo di un'azienda. Attualmente, le aziende si trovano ad operare in un contesto che richiede una gestione dei cambiamenti sempre più rapida ed efficace. Questa necessità è dovuta all'effetto combinato della globalizzazione, che estende l'ambito della competizione, e della digitalizzazione, che ha contribuito ad accelerare il passo del cambiamento, rendendo sempre più critica la presenza di un valido approccio che soddisfi le esigenze delle aziende in termini di dinamicità e flessibilità richieste.

Qualsiasi impresa non in grado di sostenere rapidi ritmi di innovazione vedrà i propri margini di profitto ridursi inevitabilmente non appena i propri prodotti o processi diventeranno obsoleti. Per essere competitive, le aziende devono garantire, congiuntamente alla gestione day-by-day del business, l'introduzione di progetti che apportino valore alle attività intraprese. Numerose ricerche indicano, infatti, la chiara presenza di una correlazione positiva tra l'implementazione di iniziative strategiche da parte delle aziende e la performance finanziaria da esse registrata (si veda lo studio, in figura 1, di "The Economist Intelligence Unit" del 2013 riportato nell'articolo "Strategic Initiative Management" del "Project Management Institute").

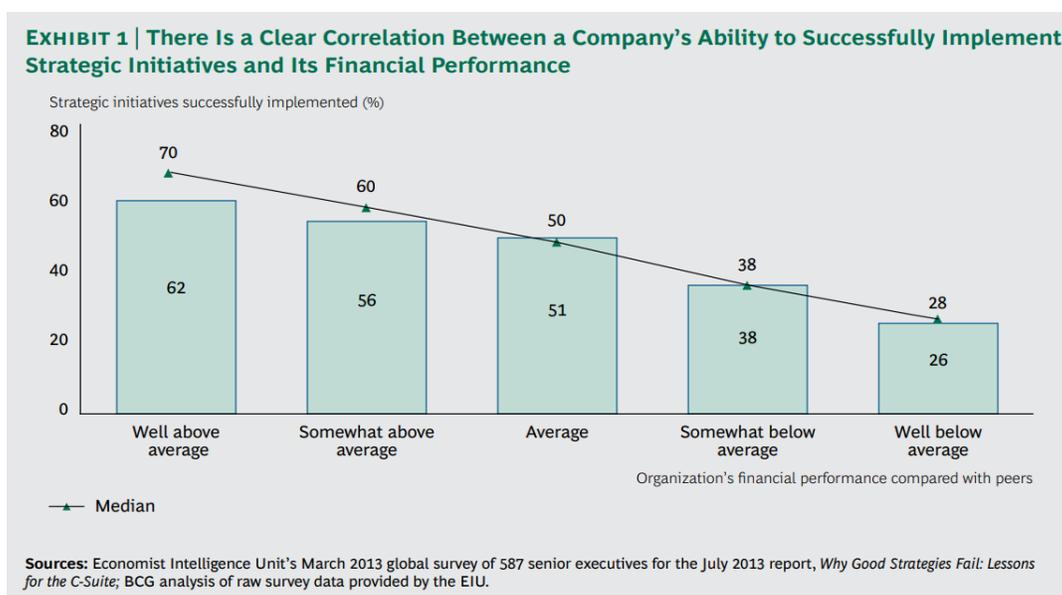


Figura 1: Correlazione tra iniziative strategiche e performance finanziaria

Spesso le imprese collaborano con fornitori, clienti, produttori di beni complementari e perfino con i concorrenti per sviluppare unitamente progetti innovativi. Gli attori interessati dalla collaborazione possono di conseguenza scambiare risorse e informazioni, condividendone allo stesso tempo i rischi associati.

L'innovazione può manifestarsi in forme molto diverse, rappresentando un sentiero del tutto inesplorato o prendendo invece spunto dalle azioni intraprese da altre aziende. Essa può anche presentarsi come miglioramento di prodotti, servizi, impianti, stabilimenti esistenti. In ogni caso, vi è un certo grado di incertezza associato all'innovazione e ad essa proporzionale, dovuto ad una conoscenza solo parziale degli eventi futuri. L'incertezza, proporzionale all'intensità dell'innovazione, può determinare sia opportunità, che se individuate e gestite correttamente possono apportare dei benefici al progetto, sia rischi, che possono influire negativamente sui tempi, sui costi e sul risultato qualitativo conseguito.

Un ambiente caratterizzato dalla presenza di numerosi progetti al suo interno risulta particolarmente rischioso, in quanto, in aggiunta alla complessa gestione simultanea di molte attività, vi sono fattori moltiplicativi del rischio che dipendono dal grado di innovazione delle attività coinvolte. Inoltre, supponendo che le risorse siano condivise tra i diversi progetti, il conflitto sull'utilizzo di queste tende inevitabilmente ad aumentare.

1.1. Initiative Management

Un progetto è un'attività temporanea intrapresa per creare un prodotto, un servizio o un risultato unico, utilizzando uno sforzo congiunto di un insieme di risorse e rispettando determinati vincoli temporali. Ogni progetto differisce dalle attività operative routinarie delle aziende, in quanto raggiunge una conclusione una volta che l'obiettivo è stato conseguito. Inoltre, rispetto ad un'attività continuativa, un progetto è caratterizzato da unicità relativamente ai risultati da raggiungere, all'insieme di competenze e risorse da utilizzare e al contesto di riferimento. Tutti i progetti, in quanto unici, hanno un certo rischio associato. È richiesta, inoltre, l'integrazione di

diverse componenti organizzative al fine della realizzazione dei risultati previsti. I progetti possiedono sempre un cliente, inteso come utente finale del risultato da esso consegnato.

Secondo quanto affermato dal “Project Management Institute”, che rappresenta la più importante associazione professionale a carattere internazionale di Project Management, un’iniziativa è un progetto con l’intento di apportare nuovo valore o raggiungere un traguardo importante ai fini della strategia aziendale. Le iniziative sono caratterizzate dai seguenti aspetti:

- Temporaneità: ogni iniziativa possiede una data di inizio e una data di fine;
- Unicità: ogni iniziativa possiede i propri obiettivi, impatto e team;
- Creazione di valore: il risultato dell’iniziativa è rappresentato da un nuovo prodotto, servizio o miglioramento.

In base all’entità dell’iniziativa, che dipende dal settore e dal valore interessato, questa è gestita in modo differente, relativamente a investimenti richiesti e dimensioni del team di progetto.

Per far sì che le iniziative siano guidate nel modo migliore e ottimizzate congiuntamente è fondamentale il ruolo svolto dall’Initiative Management, il quale indica l’insieme delle attività svolte per ottenere il risultato previsto. Esso può presentarsi nelle seguenti forme:

- Project Management: l’iniziativa è di ridotta portata e piccole dimensioni;
- Program Management: numerose iniziative sono gestite congiuntamente in una situazione di interdipendenza, in quanto l’output di alcune di esse è influenzato dall’input di altre;
- Portfolio Management: le iniziative hanno una portata estesa, in quanto includono interi progetti e programmi che determinano il raggiungimento di un target aziendale strategico.

In generale, la gestione dei progetti coincide con la pianificazione di essi dal punto di vista del tempo, dell’avanzamento tecnico del progetto e delle risorse. Queste ultime, nello specifico, sono suddivise in:

- Risorse materiali: macchine, materie prime, forniture;
- Risorse informative: dati, elaborazioni;

- Risorse umane: skills, know-how.

Le attività di progetto sono definite resource-driven se il tempo di completamento varia in base al numero di risorse ad esse dedicate. Attività time-driven possiedono, invece, tempi di svolgimento fissi, definiti sulla base dei tempi tecnici piuttosto che sul numero di risorse.

La schedulazione dei tempi e la pianificazione delle risorse risultano strettamente collegate, in quanto ciascuna alterazione nei tempi delle attività può causare cambiamenti nel fabbisogno di risorsa e, allo stesso tempo, variazioni nell'impiego delle risorse, causate dalla disponibilità di esse, influiscono sulla durata delle attività.

Il Project Management Institute definisce il "Project Management Office (PMO)" come un'entità a livello aziendale che supporta un portafoglio di iniziative strategiche in tutta l'organizzazione, piuttosto che una business unit basata su un singolo progetto.

Il sistema di pianificazione e controllo di progetto supporta la gestione dei progetti nella definizione degli obiettivi, nella verifica dei risultati in fase di realizzazione, nell'individuazione preliminare di potenziali criticità e nella previsione delle future performance.

1.2. Approcci aziendali all'Initiative Management

Oggi, le iniziative sono caratterizzate sempre più frequentemente da alto rischio e forte correlazione delle attività in oggetto. Spesso le stesse vengono messe in atto in mancanza di tutte le informazioni necessarie.

Uno studio effettuato da "The Standish Group" riportato nell'articolo in "An integrated approach to managing extended supply chain networks" indica che circa il 32% dei progetti viene portato a termine nel rispetto dei costi, dei tempi e dei contenuti definiti in fase iniziale, mentre il 44% risulta fuori budget, in ritardo o con risultati inferiori rispetto quanto pianificato, e il 24% viene annullato prima del completamento.

Lo studio condotto da "The Economist Intelligence Unit" nel 2011 (riportato in figura 2) mostra come la chiara definizione di milestones e obiettivi che siano raggiungibili e misurabili, unita al

coinvolgimento e commitment da parte dei senior leaders, sia un fattore critico per l'implementazione di un'iniziativa strategica. Inoltre, la scarsa comunicazione e la resistenza organizzativa, più della mancanza di investimenti, risultano fattori che possono portare al fallimento di un'iniziativa strategica.

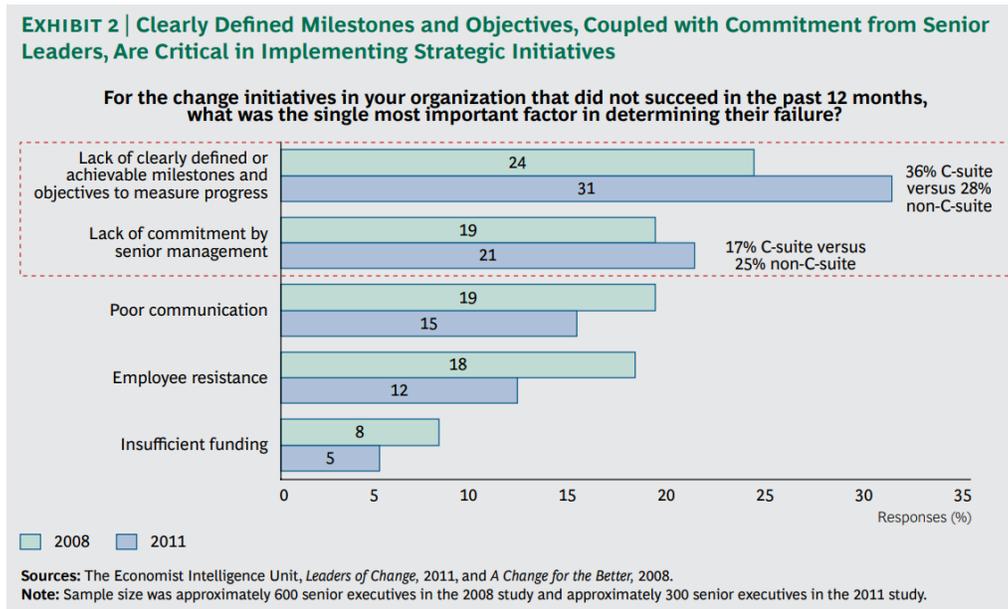


Figura 2: Elementi critici nell'implementazione di iniziative strategiche

Come riportato dall'articolo "Strategic Initiative Management", nella maggior parte delle aziende, il Project Management Office adotta un approccio tattico, in quanto questo risulta adatto al suo obiettivo primario, ovvero il supporto dei progetti e programmi dei diversi dipartimenti. Ma un PMO deve avere un ruolo cruciale nel supportare attivamente l'implementazione di programmi strategici. Pertanto, l'impostazione tattica, orientata verso azioni di breve termine, non è sufficiente ad assicurare vantaggio competitivo. Le aziende in grado di far sì che il ruolo del proprio PMO diventi più strategico presenteranno una maggiore abilità nell'implementazione di iniziative strategiche, stabilendo una solida base per il vantaggio competitivo. A livello di impresa, è infatti necessario gestire congiuntamente l'ottimizzazione dei problemi operativi e le iniziative che introducono cambiamenti nel business-as-usual. È importante che i PMOs definiscano il proprio approccio sulla base delle esigenze organizzative. Una gestione strategica permette di eliminare processi consolidati che comportano costi

aggiuntivi e non aggiungono valore. I progetti intrapresi devono essere coerenti con le risorse e gli obiettivi dell'impresa, facendo leva sulle sue competenze chiave per contribuire al raggiungimento dell'intento strategico.

Secondo quanto riportato nel testo "Organizzare e gestire progetti" di Baglieri E., Biffi A., Coffetti E. e Ondoli C., pubblicato nel 2012, le dimensioni di performance tipicamente utilizzate per valutare i progetti sono il tempo effettivamente impiegato (*lead time*), i costi sostenuti (costi di avanzamento del progetto e spese generali di progetto) e la qualità raggiunta (rispondenza del risultato alle reali esigenze del cliente e rispetto delle specifiche, in termini di prestazioni e affidabilità nel tempo).

Meccanismi efficaci di comunicazione e relazioni collaborative risultano fattori essenziali per ridurre i tempi di sviluppo del progetto e per far sì che le caratteristiche di questo siano il più possibile corrispondenti agli obiettivi precedentemente definiti. Spesso, infatti, i progetti prevedono attività con alta intensità di collaborazione, le cui basi risultano essere il possesso di informazioni, la condivisione di esse e la trasparenza nelle conoscenze. Ne deriva, come aspetto fondamentale, la distinzione tra dati di competenza di specifiche responsabilità, sebbene ufficiali, e quelli che rappresentano conoscenza comune di tutti gli attori coinvolti. È necessario che lo scambio di informazione avvenga secondo regole preimpostate che assicurino affidabilità e sicurezza nel trattamento dei dati. Gli aspetti tecnici e organizzativi relativi al progetto prevedono attività di natura differente e, di conseguenza, un fabbisogno informativo differente. I primi richiedono dati e informazioni di natura prevalentemente quantitativa, relativamente allo stato di avanzamento tecnico del progetto, basati per lo più su tempi e costi. Il presidio degli aspetti organizzativi richiede, invece, dati di natura più relazionale, possibilità di accesso a documenti condivisi e condivisione di dati rilevanti per la gestione delle attività non precedentemente pianificate. Nei progetti più complessi con dimensioni economiche significative, può essere richiesta la progettazione di un sistema informativo ad hoc.

Il Project Management Institute ha introdotto un "Talent Triangle" (figura 3), che identifica le tre skills critiche per l'implementazione di iniziative strategiche da parte di Project Managers

professionisti: le competenze necessarie dal punto di vista tecnico, la leadership e la gestione della strategia e del business.

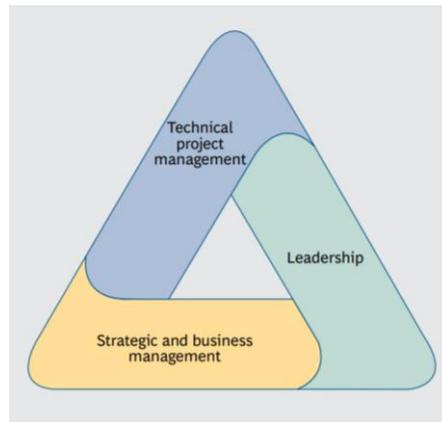


Figura 3: Talent Triangle per la gestione delle iniziative strategiche

Le organizzazioni che valutano come priorità lo sviluppo e la conservazione di queste capacità avranno a disposizione delle risorse di valore in grado di contribuire notevolmente al loro posizionamento strategico.

L'Initiative Management nelle aziende può assumere diverse configurazioni. Per esempio, il "Modello Predittivo" o "A cascata" rappresenta un metodo tradizionale di impostazione dello scheduling e del flusso delle attività. Un'altra configurazione si concretizza nel "Modello Agile" o "Iterativo", che prevede una gestione dinamica delle attività, in quanto la pianificazione e il flusso di esse cambia frequentemente sulla base delle priorità identificate. In altri casi, si utilizza una configurazione ibrida che combina gli aspetti dei due metodi sopracitati.

Nei progetti ad elevato carattere innovativo, come l'introduzione di nuovi prodotti e servizi, le difficoltà riscontrate nel misurarne i risultati apportati derivano spesso da fattori come: l'intrinseca multidimensionalità del concetto di innovazione, la forte incertezza sui risultati finali, il tipico ritardo tra l'idea e il risultato commerciale e la presenza di ritorni intangibili, come apprendimento, reputazione e disponibilità di nuove opzioni. È importante aggiungere che, per trasformare un'idea innovativa in un progetto di successo, è necessario creare le condizioni affinché si possa avere lo sfruttamento commerciale dell'innovazione.

Un concetto diverso è quello dell'innovazione di processo, che riguarda, per esempio, il cambiamento di un impianto o tecnologia nel processo produttivo oppure la riorganizzazione della logistica. Questo tipo di innovazione è finalizzata ad uno o più dei seguenti obiettivi: miglioramento della qualità, miglioramento delle condizioni di esercizio (per esempio dal punto di vista della sicurezza o in termini di impatto ambientale), riduzione dei costi, aumento di elasticità e flessibilità del processo produttivo. In accordo con quanto riportato dal testo "Gestione dell'Innovazione" di M Schilling M. A. e Izzo F., pubblicato nel 2017, l'introduzione di nuovi prodotti consente alle imprese di proteggere i propri margini, mentre gli investimenti in innovazioni di processo risultano quasi sempre indispensabili per ridurre i costi.

Spesso, a partire da una serie di iniziative proposte, per definire una prioritizzazione, alcune aziende assegnano dei punteggi ai diversi criteri, ciascuno caratterizzato da uno specifico peso. Tali criteri possono essere il valore aziendale, la fattibilità dell'iniziativa e il rischio connesso. A ciascuna iniziativa viene quindi assegnato un punteggio, ponderato sulla criticità dei fattori considerati, sulla base del quale viene poi generato un ordine di priorità.

Un rischio che può verificarsi nella gestione dei progetti è che il management continui a sostenere progetti il cui valore atteso risulta ormai negativo da tempo. Spesso, infatti, gli errori commessi nelle fasi iniziali possono sovrapporsi l'uno sull'altro e diventare sempre più difficili da individuare e correggere nel corso dell'avanzamento del progetto.

Il "Modello stage-gate", anche detto "Modello di sbarramento progressivo", introdotto da Cooper, consente di evitare questo fenomeno. Esso fornisce, infatti, uno schema per monitorare l'avanzamento del progetto attraverso gli stadi di sviluppo successivi. Al termine di ciascuna fase, in corrispondenza di un punto di sbarramento detto *gate*, un team interfunzionale intraprende attività in parallelo al fine di raccogliere informazioni critiche (sia di natura tecnica che finanziaria) per decidere se continuare, interrompere, sospendere o modificare il progetto. Nei contesti caratterizzati da forte incertezza, è opportuno inserire tanti micro-gate, in corrispondenza di ciascuna milestone e quindi di ogni attività cardine del progetto.

Il modello è tipicamente applicato ai processi di introduzione di nuovi prodotti, in modo da alternare le fasi di progettazione e sviluppo a quelle di controllo in corrispondenza dei gate. Nella

prima fase viene svolta una valutazione preliminare dell'idea, sulla base di esperienze su progetti passati e di osservazioni tecniche ed economico-finanziarie sul nuovo prodotto, conducendo al contempo un'analisi delle esigenze di mercato. Precedente a questa fase è, infatti, il primo gate, nel quale ci si chiede se l'idea merita di essere sviluppata, in accordo con i criteri di allineamento strategico, realizzabilità e coerenza con le politiche organizzative. L'obiettivo della fase successiva è comprendere se l'idea giustifica un'indagine più ampia e formulare, di conseguenza, un business plan che comprenda una definizione del prodotto, un'analisi di mercato che ne giustifichi il lancio e un piano operativo approfondito per le successive fasi del modello. La seconda fase si conclude quindi con la definizione della fattibilità dell'idea da un punto di vista più dettagliato e la redazione del relativo piano di business. In corrispondenza del terzo gate si decide se avviare la terza fase, la quale prevede la progettazione e lo sviluppo del prodotto, pianificandone l'introduzione sul mercato e i programmi produttivi. Il quarto gate verifica la coerenza del prototipo sviluppato in fase 3 con quanto affermato nelle precedenti, e determina il passaggio al quarto stage, nel quale si eseguono le procedure di convalida e test sul nuovo prodotto, perfezionando le attività di produzione e marketing. L'ultimo gate ha lo scopo di stabilire se il prodotto è pronto per il lancio sul mercato, in modo da avviare la produzione nella quinta fase di sviluppo del progetto, in caso di esito positivo.

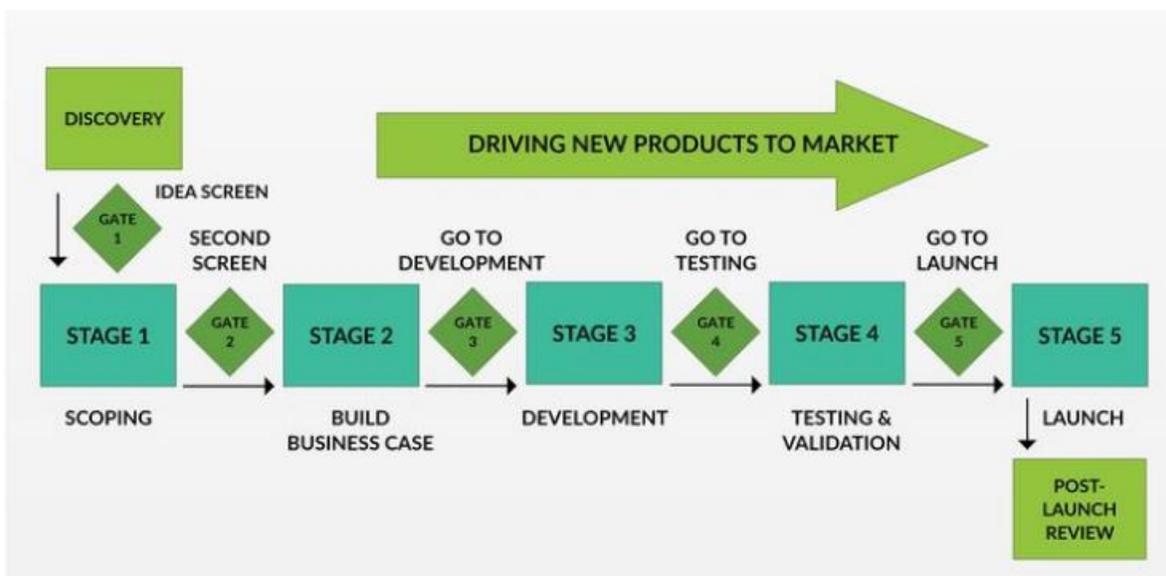


Figura 4: Modello Stage-Gate

L'incertezza è chiaramente uno dei fattori principali che caratterizzano i progetti ed è maggiore nelle prime fasi di progetto, per poi diminuire progressivamente nei successivi step. Inoltre, dall'analisi di qualsiasi progetto emerge come sia i tempi che i costi necessari per effettuare azioni correttive aumentino nel corso dell'avanzamento del piano.

L'obiettivo del principio di anticipazione è ridurre la probabilità di dover apportare modifiche nelle fasi avanzate del progetto, riducendo l'incertezza e facendo in modo che le informazioni necessarie si rendano disponibili anticipatamente. La presenza di revisioni in corrispondenza di milestones, come previsto dal modello stage-gate, rappresenta una delle best practices in accordo con il principio.

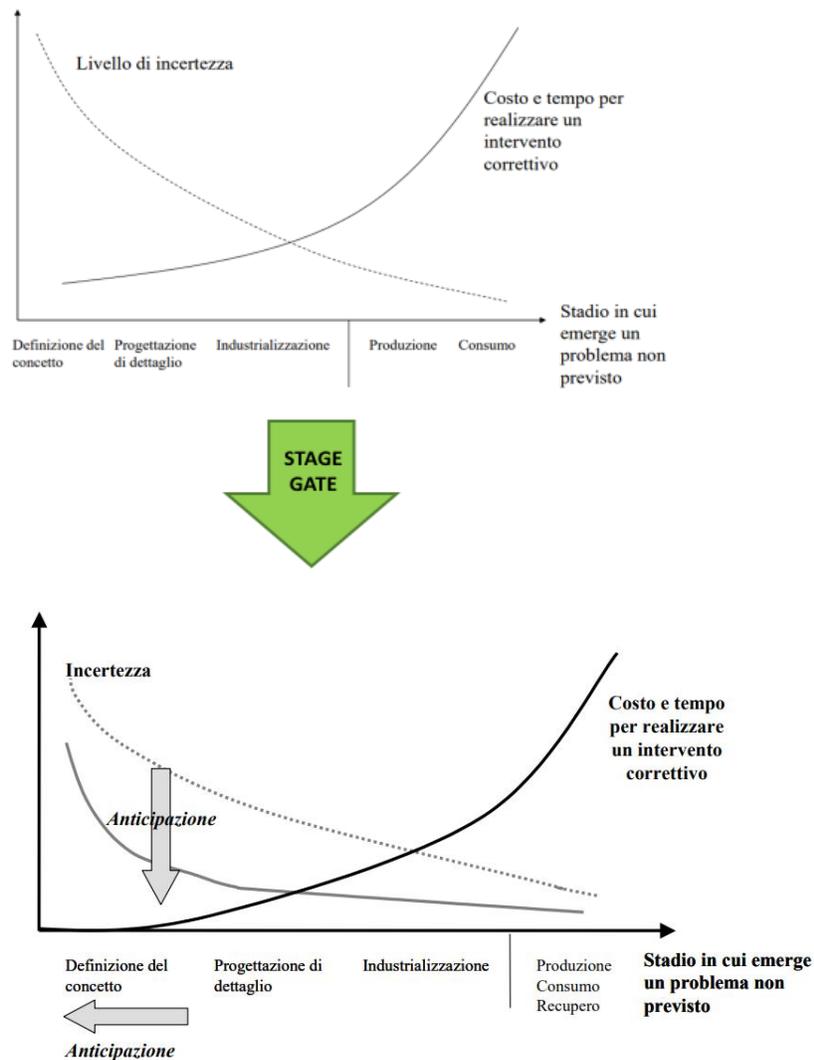


Figura 5: Principio di anticipazione del Project Management

Come illustrato in figura 5, il controllo delle fasi di sviluppo secondo il modello consente dunque di anticipare eventuali problematiche e di ridurre, di conseguenza, impatti su costi e ritardi nelle fasi successive dei progetti.

Molte aziende hanno personalizzato il modello stage-gate, adattandolo ai requisiti del proprio settore o dello specifico contesto organizzativo. È possibile, dunque, applicare un modello con un diverso numero di fasi o su un progetto alternativo all'introduzione di un nuovo prodotto, come, ad esempio, l'installazione di un nuovo macchinario in azienda, ambito di interesse dell'analisi svolta nel presente elaborato.

Un esempio di modello applicato alla realizzazione di un progetto di installazione di una macchina è il seguente:

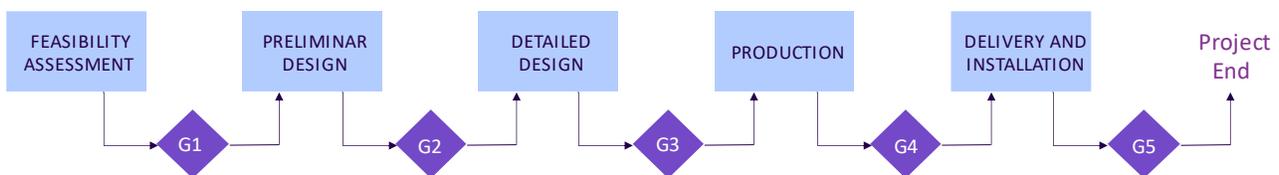


Figura 6: Esempio di modello Stage-Gate applicato all'installazione di un macchinario

Lo studio di fattibilità prevede la valutazione del potenziale investimento, sia dal punto di vista economico che tecnico. Nel caso in cui si approvi l'idea e quindi l'inserimento della nuova macchina (Gate 1), il produttore procede con la fase di progettazione preliminare, nella quale vengono definite le principali linee guida del design del macchinario. In questo step viene spesso stilato un documento, detto Design brief, che si concentra sui risultati di progettazione desiderati e contiene le informazioni chiave che riguardano il design e la necessità di business. Lo stage successivo prevede, raccolte tutte le informazioni di miglioramento disponibili, la definizione dei requisiti utente finali e la conseguente progettazione dettagliata dei singoli moduli e componenti. Entrambe le fasi necessitano di una valutazione (Gate 2 e 3) al fine di constatare se è opportuno che il progetto di installazione prosegua. La progettazione può chiaramente coinvolgere entrambe le parti interessate: è infatti opportuno che anche l'azienda che richiede il macchinario collabori, in ciascuna fase, alla definizione del design di questo.

Una volta che le fasi di progettazione sono concluse, il produttore procede con la realizzazione del macchinario. Prima della consegna al cliente, in corrispondenza del Gate 4, il produttore svolge dei test sulla macchina presso il proprio stabilimento, complessivamente noti come “First Acceptance Test” (FAT). Consegnata l’attrezzatura all’azienda cliente, questa procede con l’installazione di ciascun modulo componente il sistema. Infine, vengono effettuati altri esami al fine di validare la macchina (Gate 5), a seconda di quali siano le richieste del caso specifico. Un test che viene tipicamente svolto in azienda in seguito all’installazione è il “Commissioning Acceptance Test” (CAT), nel quale viene testato il funzionamento in determinate condizioni e per un certo intervallo temporale.

Nel corso dell’elaborato verrà presentato il modello stage-gate adottato dall’azienda Philip Morris, mostrando le specifiche fasi di progettazione proposte dal paradigma.

2. Lean Manufacturing

Il seguente capitolo introduce l’approccio “Lean Manufacturing”, con lo scopo di definirne i principali elementi, che verranno poi ripresi nei successivi capitoli attraverso la descrizione del sistema di standardizzazione adottato dall’azienda oggetto dell’analisi.

Con il termine Lean Manufacturing si intende una filosofia produttiva, introdotta da Toyota negli anni 70, basata su un insieme di competenze organizzative che consentono ad un’azienda di realizzare prodotti di maggior qualità, con costi inferiori rispetto alla concorrenza, ottimizzando l’utilizzo delle risorse produttive, e con una notevole riduzione dei tempi di sviluppo. Il “Lean Thinking” è stato, ed è tuttora, una delle principali risposte alle sfide di ottimizzazione dei processi e di contenimento dei costi. Ne deriva quindi un sistema produttivo costituito da attività progettate per realizzare ampi mix produttivi, limitando al minimo le scorte di materiale (sia relativamente a materie prime, che a semilavorati e prodotti finiti).

Secondo la Lean Manufacturing, il consumo di risorse è legittimato solo dalla produzione di valore, altrimenti costituisce uno spreco (“*muda*”). Questa filosofia si prefigge il preciso compito di eliminare i *muda*, intesi come tutte le attività che non apportano valore e qualità al prodotto

finale. Come affermato infatti in “Lean World Class”, a cura di “Bonfiglioli Consulting”, le attività intraprese all’interno di un’organizzazione possono essere suddivise in tre principali classi:

- Attività a valore aggiunto: attività il cui costo può essere trasferito al consumatore finale;
- Attività non a valore aggiunto, ma necessarie: attività il cui costo non può essere trasferito al consumatore, ma che risultano non eliminabili con l’utilizzo degli attuali processi;
- Attività non a valore aggiunto e non necessarie: attività il cui costo non può essere trasferito al consumatore e che risultano eliminabili, pertanto è necessario focalizzarsi su di esse per eliminarle fin da subito. Quest’ultima categoria si suddivide in: spostamenti non essenziali (ad esempio, in termini di flussi logistici superflui che possono essere ottimizzati), attività e lavorazioni non necessarie e *muda* di progettazione (in quest’ultimo caso gli sprechi risultano più difficili da individuare, a causa dell’intrinseca variabilità tra i diversi progetti).

Di seguito si fornisce una breve descrizione dei principali strumenti utilizzati dalla Lean Manufacturing per la riduzione degli sprechi nel processo produttivo.

5S

Le 5S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*) contribuiscono a creare un ambiente di lavoro ordinato, nel quale ogni deviazione dagli standard risulti immediatamente visibile:

- Separare (*Seiri*): analizzare la postazione di lavoro e suddividere gli oggetti effettivamente utilizzati da quelli in disuso o malfunzionanti;
- Sistemare (*Seiton*): definire e sistemare in una una postazione univoca ciascun oggetto utile all’attività svolta, in modo da risparmiare il tempo legato alla ricerca degli oggetti;
- Sgrassare (*Seiso*): pulire attentamente la postazione di lavoro per ripristinarne le condizioni standard e far sì che eventuali inefficienze non siano nascoste;
- Standardizzare (*Seiketsu*): standardizzare le attività di ordine e pulizia, in modo che vengano eseguite con regolarità;
- Sostenere (*Shitsuke*): verificare con continuità il rispetto degli standard definiti, in modo da sostenere le condizioni di base.

Just in Time e Kanban

La produzione Just in Time (JIT) ha l'obiettivo di produrre il numero di pezzi necessari quando richiesto. La Lean Manufacturing considera infatti le scorte come *muda* di sovra-produzione e come elementi dietro ai quali si nascondono le reali inefficienze del sistema produttivo.

Il Just in Time prevede quindi un flusso produttivo senza interruzioni, che sia "tirato" (produzione di tipo "pull") dalla domanda del cliente finale. L'efficienza di tale sistema produttivo viene raggiunta attraverso l'utilizzo di lotti piccoli (idealmente lotto unitario "One-piece flow") e con l'utilizzo dei "Kanban", ovvero cartellini impiegati per autorizzare le attività di fornitura e di produzione dei componenti, facendo sì che l'ordine di produzione o invio del materiale sia effettuato sulla base dell'effettiva domanda a valle del processo produttivo, piuttosto che dai piani produttivi stabiliti. Il Kanban permette quindi di tenere sotto controllo le fasi del ciclo di produzione e di approvvigionamento, e di ottenere una rapida ed efficace trasmissione delle informazioni.

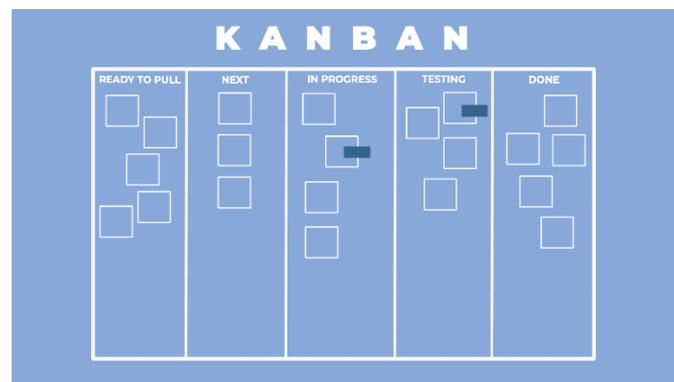


Figura 7: Esempio di sistema Kanban

Kaizen

Il "Kaizen" è un approccio finalizzato al miglioramento continuo dei processi aziendali, attraverso piccoli e costanti cambiamenti da eseguire ogni giorno, relativamente ai processi produttivi, ingegneristici e di gestione. Questa filosofia si propone di costituire un ambiente di lavoro in cui il miglioramento progressivo diventa parte integrante della cultura aziendale.

Heijunka

Con il termine “*Heijunka*” si intende il livellamento della produzione, distribuendo in modo uniforme il mix produttivo nel tempo, con l’obiettivo di ridurre gli impatti legati a variazioni nella domanda e ridurre i picchi di scorta. Si eseguono quindi modifiche di piano minimali, stabilendo una pianificazione mensile con ritmo produttivo congelato (“*Load Leveling Box*”, illustrata in figura 8). Per tenere una produzione livellata, con più lotti di piccole dimensioni, è necessario minimizzare i tempi di setup.

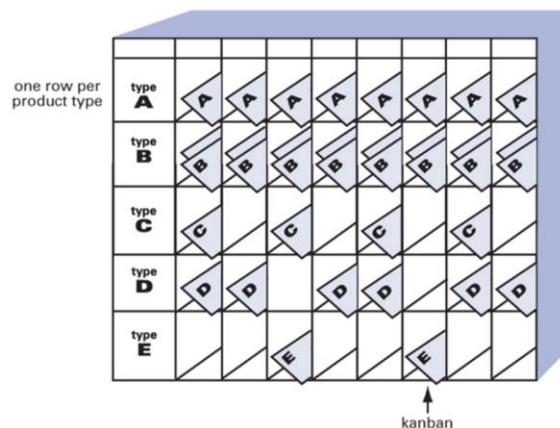


Figura 8: Esempio di Load Leveling Box

Jidoka e Poka Yoka

Il “*Jidoka*” o “Automazione Intelligente” (“*Autonomation*”) presuppone che la macchina sia in grado di verificare il proprio corretto funzionamento in maniera autonoma, spegnendosi da sola nel momento in cui siano presenti delle criticità, grazie all’utilizzo di sensori. Una volta che la macchina si è fermata a causa del problema, l’operatore agisce sul problema, individuandone le cause ed elaborando delle contromisure.

Il “*Poka Yoke*” è invece uno strumento finalizzato ad evitare, tramite specifici segnali o procedure, la presenza di errori legati alle attività ripetitive eseguite dagli operatori, i quali possono essere soggetti a distrazioni.

Quindi, come riportato nell'articolo "Jidoka: definizione, origine e vantaggi" del 2019, il *Jidoka*, a differenza del *Poka Yoke*, non è una misura preventiva, ma svolge la propria funzione nel momento in cui l'errore, e quindi il problema considerato, si è già verificato. I due strumenti possono quindi essere considerati due elementi perfettamente complementari ai fini dell'eliminazione dei *muda* legati al processo produttivo.

Total Productive Maintenance

Il "Total Productive Maintenance" (TPM) è un approccio nato negli anni '70, concepito originariamente per la gestione della manutenzione, che attualmente si distingue come un sistema molto più ampio, che mira all'ottimizzazione della gestione dei mezzi di produzione, con l'obiettivo di raggiungere l'eccellenza. Attraverso l'implementazione di alcuni pilastri fondamentali, il TPM fornisce metodologie e strumenti per incrementare, in maniera rilevante, l'efficienza operativa dei mezzi produttivi, agendo direttamente sulle fonti degli sprechi.

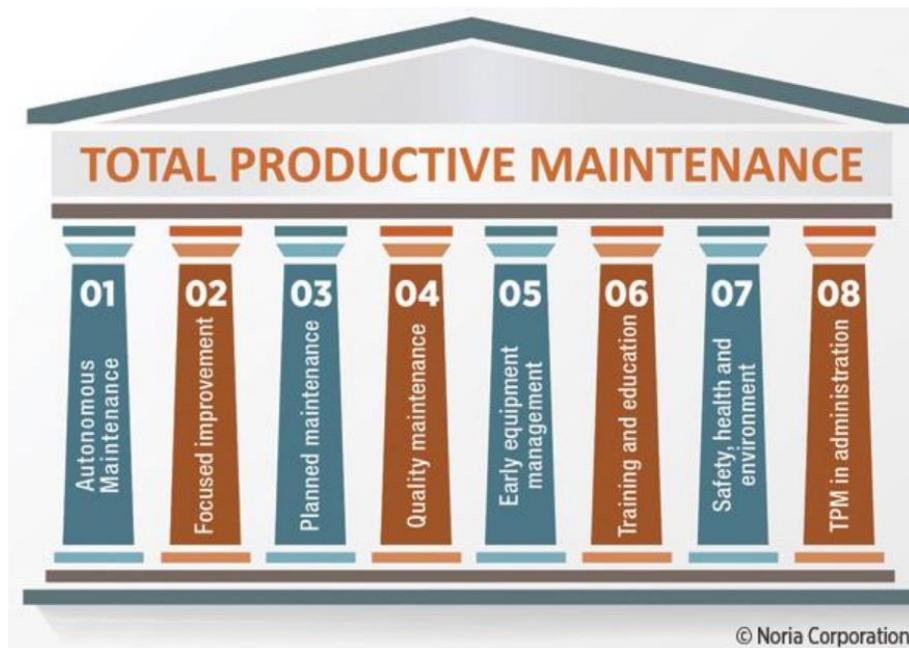


Figura 9: I pilastri del Total Productive Maintenance

I fondamentali obiettivi del TPM sono eliminare i guasti, i difetti, gli incidenti e i tempi di inattività, attraverso il pieno coinvolgimento del personale nel processo di manutenzione dei macchinari utilizzati, con particolare enfasi sui temi di manutenzione preventiva. Nell'articolo

“Total Productive Maintenance: An Overview” di “Noria Corporation”, i pilastri su cui si basa la filosofia del Total Productive Maintenance, illustrati in figura 9, sono definiti come di seguito:

- Autonomous Maintenance: garantisce la costante pulizia e controllo dei macchinari, assegnando delle responsabilità a ciascun dipendente, i quali dimostrano di conseguenza una maggiore conoscenza, oltre che un maggior commitment nei confronti delle pratiche manutentive;
- Focused Improvement: basato sul concetto di *kaizen*, ovvero sul continuo miglioramento dei processi aziendali. L’obiettivo è quello di stimolare i team delle diverse funzioni all’interno dell’azienda a collaborare per generare idee che apportino miglioramenti alle procedure operative dei macchinari;
- Planned Maintenance: la “Manutenzione Programmata” consente di schedulare a priori le attività di manutenzione, sulla base delle statistiche relative ai tassi di guasto, piuttosto che andare ad eseguire queste attività una volta che la macchina ha interrotto la propria operatività. Ciò consente di non avere interruzioni di produzione, in quanto la manutenzione dei macchinari può essere pianificata in corrispondenza dei tempi di inattività;
- Quality Maintenance: questo pilastro è finalizzato ad individuare tutti i potenziali difetti ed errori di progettazione, oltre che le relative fonti, all’interno nel processo produttivo, in modo da ottenere processi più affidabili, in grado di realizzare prodotti di maggiore qualità, eliminando gli scarti che comportano rilavorazioni;
- Early equipment management: prevede la progettazione dei macchinari con la partecipazione dei principali utilizzatori di esse, in modo da migliorare gli aspetti di manutenzione e la futura operatività della macchina. L’“Early equipment management” considera infatti, in fase di progettazione, elementi come la facilità nell’effettuare operazioni di pulizia, l’accessibilità ergonomica ai comandi da parte degli operatori e gli aspetti relativi alla sicurezza. Questi aspetti permettono di ottenere una maggior efficienza nell’utilizzo della macchina, che sarà meno soggetta a problemi ed interruzioni di operatività;

- **Training and education:** presupposto fondamentale dell'utilizzo del TPM. Per implementare un programma di Total Productive Maintenance è infatti necessario che tutti gli utilizzatori siano adeguatamente formati in merito all'utilizzo delle pratiche di manutenzione dei macchinari e all'individuazione delle potenziali criticità. La "One Point Lesson", documento con un breve contenuto di formazione posizionato nei pressi della postazione di lavoro, è uno strumento molto utile per formare gli operatori sulle procedure da seguire;
- **Safety, health and environment:** è fondamentale far sì che il personale possa svolgere le proprie attività in un'area priva di rischi. Di conseguenza, qualsiasi strumento o soluzione introdotta nell'ambito del Total Productive Maintenance deve sempre tenere in considerazione gli aspetti di *Safety, Health* ed *Environment*. L'assenza di rischi per la sicurezza permette anche di migliorare la produttività degli operatori, i quali spenderanno meno tempo a preoccuparsi delle tematiche di sicurezza;
- **TPM in administration:** la Manutenzione Produttiva Totale deve supportare il processo produttivo non solo tramite la costante manutenzione dei macchinari, ma anche attraverso il miglioramento degli aspetti amministrativi, come la gestione degli ordini, gli approvvigionamenti e la schedulazione della produzione. È fondamentale infatti l'assenza di errori e sprechi all'interno delle funzioni di base dell'intero processo produttivo (ad esempio, ottimizzando i processi di gestione degli ordini, le materie prime possono essere lavorate prima, riducendo i potenziali tempi di inattività dovuti all'assenza di materiale).

3. Root cause analysis

Il capitolo ha lo scopo di introdurre la "Root Cause Analysis" come approccio alla risoluzione dei problemi, che verrà utilizzato nel caso studio descritto nell'elaborato.

La Root Cause Analysis (RCA), anche nota come analisi delle cause profonde, è una metodologia di Problem Solving, che consente di comprendere le cause sottostanti ai problemi anziché

affrontarne solo i sintomi superficiali, aprendo la strada a soluzioni più efficaci e di lungo termine. La Root Cause Analysis è infatti basata sull'assunzione per la quale risulta molto più efficace prevenire e risolvere sistematicamente i problemi di fondo, piuttosto che limitarsi a trattare ad hoc i sintomi di ciascun problema.

Nonostante la RCA trovi applicazione in diversi settori, che spaziano dalla medicina all'amministrazione aziendale, essa assume un'importanza strategica nel contesto manutentivo, permettendo di comprendere le cause sottostanti a guasti di diversa natura, in modo da ottenere una conoscenza più dettagliata del funzionamento degli asset di una organizzazione.

Per svolgere un'analisi di questo tipo al meglio, è utile tener conto delle diverse tipologie di cause che è possibile avere. L'articolo "Root Cause Analysis (RCA)" pubblicato da "Mainsim" distingue le diverse fonti dei problemi in:

- Cause fisiche: includono le cause legate a materiali, componenti o apparecchiature che hanno interrotto il loro funzionamento;
- Cause umane: includono le persone il cui comportamento ha causato il malfunzionamento. In genere, le cause fisiche possono essere scaturite da cause umane (ad esempio un operatore che non ha effettuato una specifica attività manutentiva su un'attrezzatura);
- Cause organizzative: includono inefficienze o errori nel processo di utilizzo o manutenzione di un'attrezzatura. Ad esempio, la mancata sostituzione di un componente potrebbe essere dovuta alla mancanza di un piano di manutenzione predittiva o di un processo di ispezione dei componenti.

L'analisi può essere effettuata utilizzando molteplici strumenti e tecniche. Sebbene tali processi possano apparire diversi, convergono tutti verso lo stesso obiettivo finale, che è la risoluzione della causa alla base di un problema.

Per condurre una Root Cause Analysis in modo corretto, gli step fondamentali da seguire, secondo la fonte "How to Do Root Cause Analysis" di "Limble", sono i seguenti:

- 1) Definizione del problema: Questa fase risponde prima di tutto alla domanda “Come descriveresti il problema in questione?”. Definendo il problema, i sintomi specifici e ciò che si pensa stia succedendo si dà una prima impostazione all’analisi da svolgere. Una dichiarazione efficace del problema agevola le fasi successive della RCA, determinando la portata e l’entità della soluzione che verrà implementata.
- 2) Raccolta dei dati: Lo scopo della seconda fase è collezionare tutti i dati disponibili che riguardano l’episodio verificatosi, individuandone gli impatti, oltre a valutare da quanto tempo il problema è presente.
- 3) Mappatura degli eventi: Definire una timeline che metta in evidenza l’ordine temporale con cui gli eventi si sono verificati, in modo da comprendere quali dati, tra quelli raccolti, vale la pena investigare e approfondire. Rappresentare tutti gli episodi in ordine cronologico aiuta a individuare le potenziali correlazioni tra essi. È importante tenere presente che la presenza di correlazione non implica necessariamente l’esistenza di una connessione causale, quindi è necessario non smettere di indagare nel momento in cui si trova una correlazione tra due o più eventi.
- 4) Soluzione della radice del problema: Una volta identificata la causa originaria, è possibile determinare la soluzione migliore per risolvere il problema. Se la soluzione identificata è compatibile con le risorse disponibili, allora è possibile implementarla.

Se la root cause è stata individuata correttamente, la sua risoluzione dovrebbe portare all’eliminazione dei problemi da essa scaturiti. Una volta risolto il problema è importante elaborare ed applicare una serie di azioni preventive affinché la criticità non si ripeta.

È necessario che la soluzione sia applicabile considerando la situazione attuale e le risorse disponibili. Ad esempio, se la causa radice di un guasto macchina in un impianto produttivo risulta essere la pressione eccessiva sulla macchina, la risposta immediata al problema è la riduzione del run time. Ma se ciò risultasse impossibile secondo la schedulazione della produzione, un’altra soluzione potrebbe prevedere l’utilizzo di ulteriore manutenzione predittiva rispetto quanto pianificato.

Vi sono differenti framework per condurre una Root Cause Analysis. Ogni organizzazione può definire una propria procedura e gli strumenti da utilizzare. Le tecniche maggiormente utilizzate per effettuare una RCA sono le seguenti:

- 5 Why analysis: L'“Analisi dei 5 perché” è probabilmente il metodo più semplice ed utilizzato per identificare la root cause di un problema. Questo approccio è stato introdotto nell'ambito del Toyota Production System negli anni '70. Esso si basa su una sequenza di domande successive da porsi con l'obiettivo di circoscrivere un problema e approfondirne la causa scatenante. Chiedendosi quale sia il motivo alla base di ciascun evento, l'idea è che ad ogni “Perché?” la risposta diventi la premessa per la domanda successiva. Ovviamente, per ottenere un'indagine il più esauriente possibile, potrebbe risultare necessaria la formulazione di più di 5 domande “Perché?”.
- Fishbone diagram (Ishikawa diagram): Anche noto come “Diagramma causa-effetto”, rappresenta un approccio molto più visivo rispetto alla tecnica dei 5 perché, a causa della sua tipica forma a lisca di pesce, che si basa sull'idea che un impatto sia dovuto a molteplici fattori. Questo metodo consente di rappresentare graficamente le cause e gli effetti del problema su un determinato processo, tracciando delle diramazioni in base alle diverse categorie identificate. In genere l'analisi inizia partendo dal problema posto al centro del diagramma, procedendo poi con la risoluzione tramite esame delle diverse categorie di cause, disposte come diramazioni che si sviluppano dalla causa principale, dando così forma ad una struttura simile ad una lisca di pesce. Queste categorie possono essere ampie, includendo elementi come cause fisiche, ambientali o legate al processo. Le cause vengono generalmente analizzate all'interno delle seguenti categorie: risorse umane, macchine, metodi, misure, materiali e ambiente di riferimento. Una volta individuate, le classi vengono ulteriormente suddivise in sotto-classi. Continuando gradualmente l'analisi delle cause e sotto-cause, dall'analisi di ciascuna diramazione è possibile avvicinarsi sempre più alla root cause del problema.

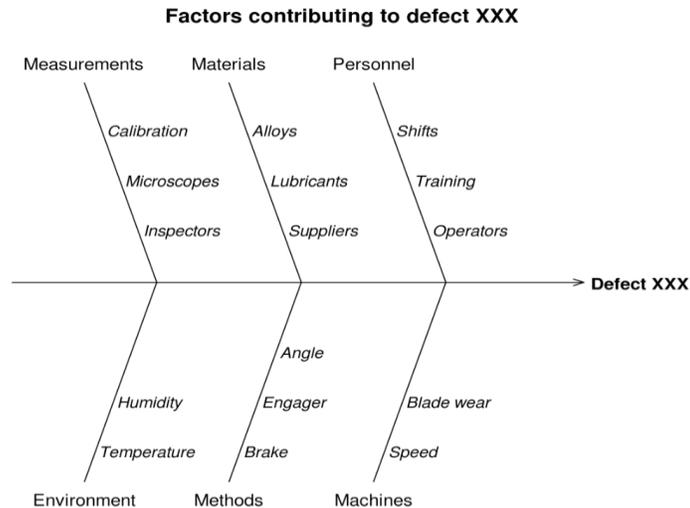


Figura 10: Diagramma di Fishbone (o Diagramma di Ishikawa)

- **Fault Tree Analysis (FTA):** L'analisi dell'albero dei guasti visualizza in modo grafico, attraverso la costruzione di un albero, gli impatti di un guasto su un determinato processo. L'evento principale viene collocato in corrispondenza della radice, a cui vengono in seguito aggiunte le diverse cause come ramificazioni, in modo da avere una rappresentazione visiva più chiara. In particolare, se due cause devono necessariamente verificarsi in contemporanea per provocare il problema, esse sono rappresentate con l'utilizzo di un AND logico. Al contrario, se uno qualsiasi dei due eventi, o entrambi, può causare il problema, viene utilizzata una relazione di tipo OR.
- **Failure mode and effects analysis (FMEA):** Un metodo molto simile alla Root Cause Analysis è l'"Analisi dei guasti e degli effetti" (FMEA). A differenza della RCA, la FMEA si basa sulla valutazione dei rischi collegati ai guasti, al fine di ottenere una visione più completa dei potenziali problemi, nel corso della fase di progettazione del processo. In sostanza, lo strumento consiste in un semplice modulo da compilare, attraverso cui è possibile: individuare i singoli potenziali guasti, con relative cause e conseguenze; definire controlli preventivi per prevenire il verificarsi del problema; stabilire la priorità dei rischi in gioco attraverso un "Risk Priority Number" (RPN).

Questa lista non è esaustiva in quanto è possibile effettuare una Root Cause Analysis utilizzando svariate metodologie. Nel caso in oggetto, verrà utilizzato uno strumento messo a disposizione dall'azienda, e in particolare dal sistema di standardizzazione OPEN+.

4. Introduzione alle dispersioni di corrente e alle relative cause

Il seguente paragrafo è finalizzato a descrivere brevemente il fenomeno delle dispersioni di corrente e i potenziali elementi alla base di esso. Verrà quindi delineata la funzione degli inverter, fondamentali componenti di alcuni macchinari, e dei filtri EMI (Electromagnetic Interference), installati come conseguenza delle interferenze generate da ciascun inverter, al fine di definire gli effetti di questi dispositivi sulle dispersioni di corrente di una macchina.

La dispersione elettrica o dispersione di corrente si riferisce al processo mediante il quale un conduttore carico isolato perde parte della propria carica elettrica. Questo fenomeno è dovuto all'imperfezione dell'isolamento, ma, in generale, è sempre presente, poichè anche i migliori isolanti mostrano una minima conduttività. Le principali conseguenze delle dispersioni di corrente sono l'incremento nell'inefficienza dell'impianto elettrico (perdite nel trasferimento della potenza elettrica) e il conseguente rischio di folgorazione. Per mitigare quest'ultimo, la normativa CEI 64-8 richiede che gli impianti elettrici siano dotati di un interruttore differenziale, sistema di protezione elettrico, il quale interrompe l'erogazione di corrente nell'impianto nel momento in cui rileva che la dispersione elettrica è al di sopra di una determinata soglia (in termini di valore di corrente tollerabile e di tempo di intervento) prestabilita.

Un inverter è un'apparato elettronico di ingresso/uscita in grado di convertire una corrente continua in ingresso in una corrente alternata in uscita, variando i parametri di ampiezza e frequenza, in modo da rendere possibile il controllo della velocità e direzione di rotazione di un motore elettrico ("RS Blog: Guida ai tipi di inverter e come funzionano", 2023).

Ma, come riportato nell'articolo tecnico "Interruttori differenziali e correnti di dispersione" pubblicato da "ABB", gli inverter tendono a generare delle armoniche, componenti di frequenza

superiori alla frequenza di rete (50 Hz), all'interno dell'impianto elettrico. Tali armoniche sono spesso alla base della generazione di disturbi tipicamente indicati come interferenze elettromagnetiche. Per risolvere questo problema vengono tipicamente usati dei filtri EMI (Electromagnetic Interference), ovvero filtri passa basso che vengono collegati come ultimo stadio tra l'apparecchiatura e la rete di alimentazione, al fine di attenuare le componenti di disturbo provenienti dal dispositivo. Questi filtri presentano schemi di circuitazione che includono condensatori disposti tra i conduttori attivi e il cavo di protezione PE, come indicato in figura 11.

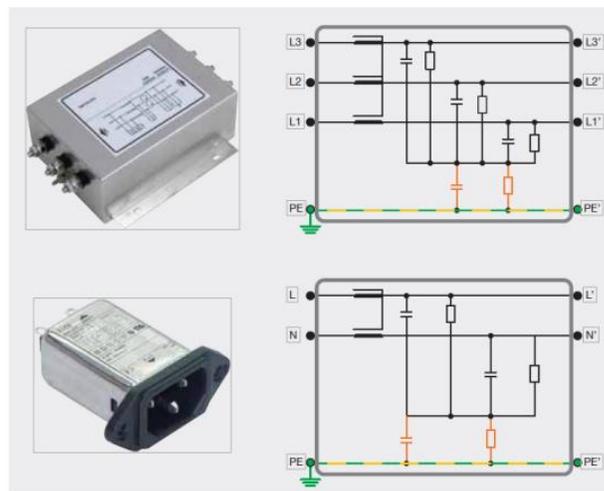


Figura 11: Configurazioni circuitali dei filtri EMI

Di conseguenza, sui condensatori collegati a terra saranno presenti delle dispersioni verso terra, infatti i filtri attenuano i disturbi ad alta frequenza causati dalle apparecchiature sulla linea elettrica di alimentazione, scaricandoli verso la terra dell'impianto. Inoltre, nel caso di apparecchiature con motori alimentati attraverso azionamenti a frequenza variabile (inverter), è importante considerare che la tensione in uscita dall'inverter include una grande quantità di frequenze superiori a 50 Hz. Ciò provoca un'elevato livello di dispersione non solo attraverso i filtri, ma anche tramite i cavi del motore, di solito con schermatura messa a terra. La corrente di dispersione risulterà maggiore all'aumentare della lunghezza dei cavi del motore.

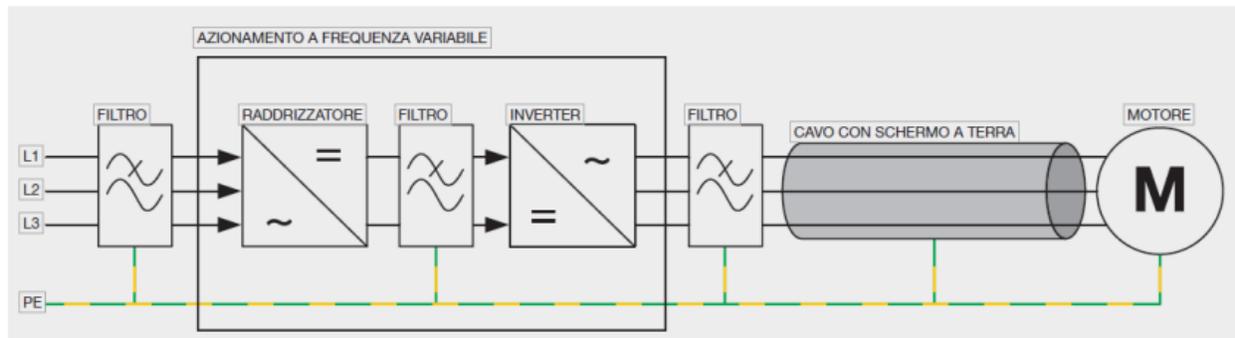


Figura 12: Dispersioni di corrente nei sistemi inverter lungo i cavi del motore

La conoscenza del numero di inverter non permette, ovviamente, di ottenere una chiara indicazione delle dispersioni che possono essere presenti all'interno di un macchinario, ma rappresenta un elemento a cui porre attenzione nel caso di analisi volte a valutare l'entità di tali correnti. Se la macchina risulta dotata di un numero di inverter significativo, infatti, il costruttore dovrebbe valutare la necessità di introdurre schermature, al fine di ridurre il più possibile le interferenze, e di isolamento, al fine di ridurre le dispersioni. Inoltre è importante anche considerare elementi interni alla macchina che possono contribuire ad incrementarne le dispersioni, come ad esempio la presenza interna di liquidi, che può aumentare la conduttività degli isolanti e conseguentemente le dispersioni elettriche verso terra della macchina.

Un'altra causa delle correnti di dispersione risiede nell'impianto elettrico stesso e quindi negli elementi che lo compongono, che potrebbero presentare una piccola quantità di dispersioni verso terra, potenzialmente tollerabile prima del collegamento della macchina, ma critica se sommata alle dispersioni intrinseche della stessa (non sempre eliminabili, infatti, come affermato sopra, anche i migliori isolanti sono dotati di una conduttività), inducendo l'attivazione dell'interruttore differenziale, con conseguente sgancio dell'alimentazione. In particolare, i conduttori di fase sono paralleli a quelli di protezione equipotenziale PE, formando un lungo condensatore che scarica a terra una piccola corrente di tipo capacitivo, come rappresentato in figura 13. Si tratta, chiaramente, di una minima dispersione di base presente in qualsiasi impianto, anche in regime di perfetto funzionamento e in assenza di carichi alimentati. In ogni caso, considerando impianti di notevole estensione, il contributo alla corrente totale di

dispersione può diventare rilevante e causa di problematiche, come l'interruzione della corrente a causa dell'attivazione del differenziale.

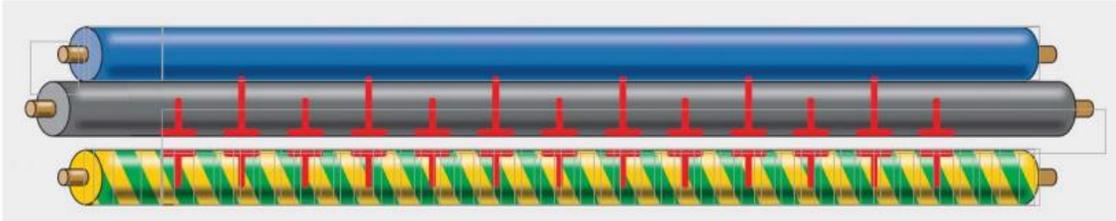


Figura 13: Condensatore distribuito formato dai conduttori paralleli

5. Philip Morris International

Philip Morris International (PMI) è una multinazionale statunitense leader nell'industria del tabacco, con una notevole diversificazione e innovazione di prodotto negli ultimi anni. È nata come divisione della Philip Morris USA nella metà del secolo scorso con lo scopo di produrre e commercializzare i prodotti nel resto del mondo. Ha sede legale a Stanford negli USA, mentre la principale sede operativa è situata a Losanna, in Svizzera. Conta una forza lavoro di diverso profilo di 79800, in 39 strutture produttive e si rivolge a mercati di 180 paesi in tutto il mondo con brand leader per numero di vendite *Marlboro*, oltre a *Parliament*, *Virginia S.*, *Bond Street*, *Chesterfield*, *Next* e *RED & White* nel segmento premium e *L&M*, *Merit*, *Philip Morris* e *Muratti* nel segmento medio.

PMI, con oltre 980 ricercatori nei centri di ricerca dislocati in vari stati, sta investendo in quella che è da qualche decennio la sua nuova mission aziendale, ovvero un "futuro smoke-free", studiando alternative alle sigarette per fumatori adulti. Per la realizzazione di tale obiettivo, PMI ha investito oltre 10 miliardi di dollari dal 2008 per ricerca e sviluppo su prodotti senza combustione del tabacco, che costituiscono valide alternative alla sigarette. La ricerca, iniziata nei primi anni '90, ha portato alla realizzazione di diversi dispositivi, con il deposito di diversi brevetti. I prodotti denominati SFPs ("*Smoke-free Products*"), passano dall'*Accord* prodotta nel

1998, e destinata solo al mercato americano, all'*IQOS 2.2*. Quest'ultima è nata nel centro di ricerca "Cube" di Neuchâtel, con un sistema che si basa sul brevetto PMI denominato "*Heat Control Technology*", che utilizzando un riscaldatore inserito in un dispositivo (e non esterno come i precedenti), scalda il tabacco ad una bassa temperatura impedendone la combustione. L'*IQOS* viene commercializzata per la prima volta nel 2014, scegliendo due mercati molto diversi tra loro: Milano e Nayoga. Ad oggi l'*IQOS*, commercializzata in 71 paesi, si è evoluta e sono stati realizzati nuovi modelli sempre più innovativi, sia dal punto di vista della tecnologia che della praticità, come l'*IQOS ILUMA*, presentata nel 2022, come tecnologia "*Smart Core Induction System*", senza lamina e con riscaldamento del tabacco dall'interno. Nell'"Integrated Report PMI 2022" vengono riportati i risultati ottenuti dall'azienda sull'impatto dei prodotti smoke-free, evidenziando come il 99% degli investimenti in Ricerca e Sviluppo si riferiscano a prodotti senza combustione producendo un numero di consumatori pari a 15.3 milioni (al 31 dicembre 2021), rispetto ai 13 milioni del 2020, con un conseguente aumento della quota di ricavi netti proveniente dai prodotti senza fumo pari al 29.1% del 2021 rispetto al 23.8% del 2020.

In Italia il gruppo Philip Morris International è presente con due affiliate: Philip Morris Italia, con sede a Roma, e Philip Morris Manufacturing & Technology Bologna, con le due sedi di Crespellano e Zola Predosa.

Philip Morris Italia, creata nel 2001, ha una forza lavoro di circa 700 persone. L'azienda gestisce in Italia la commercializzazione dei brand di Philip Morris International.

Nel 2023 Philip Morris Italia ha rinnovato l'accordo con il Ministero dell'Agricoltura e con Coldiretti per 500 milioni di Euro per il periodo 2023-2027 per sostenere la filiera tabacchicola italiana con l'impegno ad acquistare circa la metà del tabacco italiano. L'accordo, di durata quinquennale, garantisce stabilità economica al settore dell'agricoltura che opera nel campo del tabacco. Oltre al risultato di sostenibilità economica della filiera del tabacco, nell'accordo è previsto l'utilizzo di buone pratiche agricole e del lavoro, con iniziative mirate alla riduzione delle emissioni di CO₂, utilizzando energie rinnovabili, utilizzo sostenibile delle risorse idriche, rispetto della biodiversità e implementazione di progetti tecnologici innovativi attraverso modelli di accelerazione e di open innovation e di transizione digitale nel rispetto delle normative europee.

5.1. Philip Morris Manufacturing & Technology Bologna

Philip Morris Manufacturing & Technology Bologna S.p.A. (PMMTB), fondata come Intertaba S.p.A, rappresenta il centro di eccellenza di Philip Morris International a livello mondiale per la prototipazione (prodotti campione), la produzione su larga scala e l'addestramento del personale per i prodotti SFPs e per i filtri tecnologicamente avanzati. PMMTB è presente nella provincia di Bologna con due siti produttivi, quello di Zola Predosa, nato nel 1963, e quello Crespellano nel Comune di Valsamoggia nato nel 2016.

Il sito di Zola Predosa nasce come fornitore per il monopolio di stato e in seguito, dai primi anni Novanta, ha condotto ricerche e ha avviato la produzione di filtri complessi altamente innovativi dal punto di vista tecnologico. Lo stabilimento attualmente rappresenta il *training center* di Philip Morris MTB con impianti per la produzione di SFPs ai fini della validazione dei processi produttivi, la condivisione delle competenze tecniche maturate a seguito di ricerche e sperimentazioni e la formazione del personale.



Figura 14: Philip Morris MTB – Sede di Zola Predosa (BO)

Il sito di Crespellano, su cui sono stati investiti oltre 1.2 miliardi dal 2014, è il più grande al mondo per la produzione su larga scala di componenti per i SFPs, tra cui gli *HEETS* o *HeatSticks* e i *TEREA* per il dispositivo elettronico IQOS, che Philip Morris Italia commercializza nel mercato nazionale e in quelli esteri. Rappresenta ad oggi la più grande fabbrica italiana costruita ex novo negli ultimi

20 anni. Lo stabilimento soddisfa la domanda di più di 40 paesi dove i SFPs vengono commercializzati, e rappresenta il *lead site* degli stabilimenti produttivi di Philip Morris International presenti nel mondo. Philip Morris Manufacturing & Technology Bologna è infatti il centro produttivo in cui vengono messi a punto i processi industriali per la produzione dei prodotti del tabacco senza combustione, il cui know-how viene utilizzato anche dalle altre affiliate del gruppo Philip Morris International.



Figura 15: Philip Morris MTB – Sede di Crespellano (BO)

Philip Morris Italia e Philip Morris Manufacturing & Technology Bologna hanno ricevuto anche nel 2023 (14 anni consecutivi per PM Italia e 10 per PMMTB) la certificazione “Top Employer”, per l’eccellenza nella ricerca ed implementazione di metodi di HR management per garantire il benessere del personale. Le due affiliate hanno anche ottenuto la certificazione “Equal-Salary”, che attesta parità di retribuzione a parità di mansione svolta tra uomini e donne, dimostrando la grande attenzione e il continuo impegno per creare ambienti di lavoro giusti ed inclusivi.

PM MTB sostiene economicamente enti del terzo settore che si impegnano su progetti della formazione, della cultura, della prevenzione della violenza domestica, della parità di genere nel contesto di Industria 4.0.



Figura 16: Philip Morris MTB – Sede di Crespellano (BO)

5.2. Il processo produttivo

Al fine di comprendere al meglio la funzione della macchina Combiner, oggetto dell'analisi svolta, all'interno del processo produttivo, verrà fornita una breve descrizione di questo, indicandone macro-step ed aspetti principali, relativamente alla produzione degli stick di tabacco TEREA. Il tabacco utilizzato per realizzare le diverse varianti di TEREA è lo stesso che viene usato per la fabbricazione delle sigarette convenzionali, ma è combinato in questo caso a prodotti diversi e viene adottata una metodologia differente per la preparazione del prodotto finito.

Una volta che le foglie di tabacco vengono ridotte in forma di balla, nella linea BGL (*"Blending and Grinding"*), primo elemento del reparto Primary, avviene una prima tritatura grossolana delle foglie, seguita da un'attenta miscelazione al fine di raggiungere l'omogeneità desiderata. Il composto viene poi sottoposto ad una fase di macinatura meccanica, dalla quale si ottiene una sottile polvere di tabacco.

La polvere risultante da queste operazioni viene miscelata ad altre quattro componenti, nello specifico acqua, fibre di cellulosa, gomma di guar e glicerina, fino alla realizzazione di una sostanza pastosa di colore marrone detta slurry. Ciascun componente dello slurry ha uno specifico scopo: le fibre di cellulosa vengono impiegate per fornire solidità ai fogli di tabacco risultanti dalla lavorazione successiva, la gomma di guar svolge una funzione agglomerante per

unire i diversi elementi che costituiscono lo slurry, mentre la glicerina ha lo scopo di generare un aerosol visibile quando il tabacco viene consumato e impedisce il surriscaldamento dello stesso.

Il composto così ottenuto viene fatto colare sopra un nastro di metallo e fatto essiccare, con una fase di pre-asciugatura, finalizzata a prevenire la formazione di ripiegamenti nel foglio di tabacco, seguita da una fase di essiccazione a più bassa temperatura. Il foglio di tabacco risultante da questo processo, che viene a questo punto avvolto attorno ad una bobina, è detto "*cast leaf*". La bobina viene poi tagliata in bobine più piccole, di dimensione variabile a seconda del numero di coltelli utilizzati nella macchina. Queste bobine vengono quindi sottoposte ad una lavorazione, nel reparto Secondary, di dentellatura e crimpaggio (pressatura del cast leaf in piccole pieghe uniformi), con successiva aggiunta di un elemento metallico riscaldante all'interno dello stick, che riscalda il tabacco costantemente senza bruciarlo. Il tabacco risultante da questa lavorazione viene circondato da un involucro, ottenendo così una sorta di sigaretta fatta di carta e tabacco. Nella Combiner, questo prodotto viene tagliato e combinato ad altri quattro elementi, contemporaneamente lavorati su altre macchine, che sono rispettivamente: la guarnizione anteriore, la camera del flusso d'aria, il tappo di raffreddamento e il filtro. I singoli stick vengono successivamente impacchettati formando due compartimenti incartati formati da 10 stick ciascuno. Ogni pacchetto, composto quindi da 20 TERA, viene poi avvolto da un film trasparente ed unito agli altri a formare una stecca da 10 pacchetti, anche questa circondata da uno strato di film ed inscatolata insieme alle altre per essere successivamente distribuita, stoccata o analizzata.

6. La standardizzazione in PMI: OPEN+

Ai fini dell'analisi dell'applicazione dell'Initiative Management in Philip Morris è necessaria la trattazione del sistema di standardizzazione adottato dall'azienda, "OPEN+".

Un alto grado di standardizzazione all'interno delle aziende consente lo svolgimento delle attività in maniera affidabile, raggiungendo i livelli di qualità prefissati e mantenendo, allo stesso tempo, una capacità di risposta costante e coerente nei confronti dei clienti e dei fornitori. OPEN+ è un sistema operativo integrato (IOS) composto da una serie di standard con l'obiettivo di sviluppare

in modo sistematico le capacità delle persone, al fine di raggiungere i risultati di business attraverso il completo e costante coinvolgimento di tutti i dipendenti ed un'orientamento all'eliminazione delle perdite, le quali indicano gli ambiti di potenziale miglioramento su cui è necessario lavorare e le conoscenze e capacità richieste. È formato dai seguenti elementi: strumenti e metodi standard memorizzati all'interno dei diversi pilastri, sviluppo sequenziale delle conoscenze e capacità, e sostenibilità guidata dalla gestione e monitoraggio di tutti gli aspetti e strumenti proposti. OPEN+ rappresenta, nello specifico, un approccio strettamente legato al Lean Manufacturing, che Philip Morris ha ripreso ed affinato fino ad ottenere lo strumento di standardizzazione descritto di seguito. Come nella Lean Manufacturing, e in particolare nella filosofia del Total Productive Maintenance, OPEN+ si basa su una serie di pilastri, intesi come insieme di persone, che col supporto degli strumenti offerti contribuiscono al raggiungimento dei target individuati, e come depositi di strumenti, metodi e processi standardizzati forniti dalle persone stesse perseguendo i fondamentali obiettivi di eliminazione delle perdite.

Si parte quindi dal "Run To Target" (RTT) e si implementano i diversi pilastri. Il Run To Target è un approccio basato sulla trasformazione dei comportamenti e del modo di lavorare delle persone ottenendo un cambio di passo nel raggiungimento dei risultati, orientato sui seguenti aspetti: assenza di perdite come mindset, completa fiducia nelle capacità e competenze del personale, lavoro secondo standard e costante ricerca della root cause dei problemi. In particolare, l'RTT rappresenta un programma della durata di 16 settimane con l'obiettivo di introdurre OPEN+ e i relativi strumenti. L'RTT sviluppa, come Standard Work Processes (processi e metodi standard da applicare) critici, la "Daily Direction Setting" (DDS) e i "Daily Management Systems" (DMS).

La DDS si configura come una riunione giornaliera in cui si analizzano i dati chiave e gli eventi del giorno precedente, confrontandoli con gli obiettivi per ciascun parametro, in modo da identificare, per ciascuna perdita individuata, la causa di fondo, e intraprendere, di conseguenza, le azioni correttive più efficaci. La DDS rappresenta lo strumento chiave per trasformare il piano giornaliero da reattivo a preventivo.

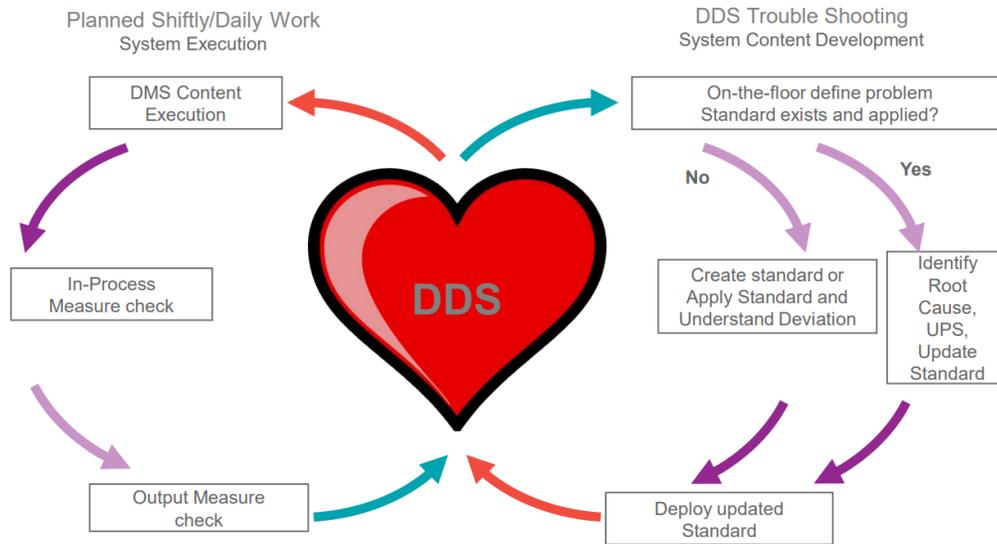


Figura 17: Daily Direction Setting (DDS)

L'RTT è inoltre costituito da una serie di Daily Management Systems (DMS), processi eseguiti con frequenza giornaliera per introdurre miglioramenti incrementali (o per mantenere i miglioramenti ottenuti) al fine di raggiungere i risultati prefissati. I DMS provengono dai diversi pilastri e gettano le fondamenta del sistema OPEN+. Ciascun elemento di un DMS standardizza i processi in modo strutturato e sistematico, chiarisce ruoli e responsabilità di ciascuna persona coinvolta, si focalizza sui processi che restituiscono effettivamente dei risultati e traccia in maniera costante i risultati ottenuti e tutti i fenomeni al di fuori degli standard e dei limiti consentiti.

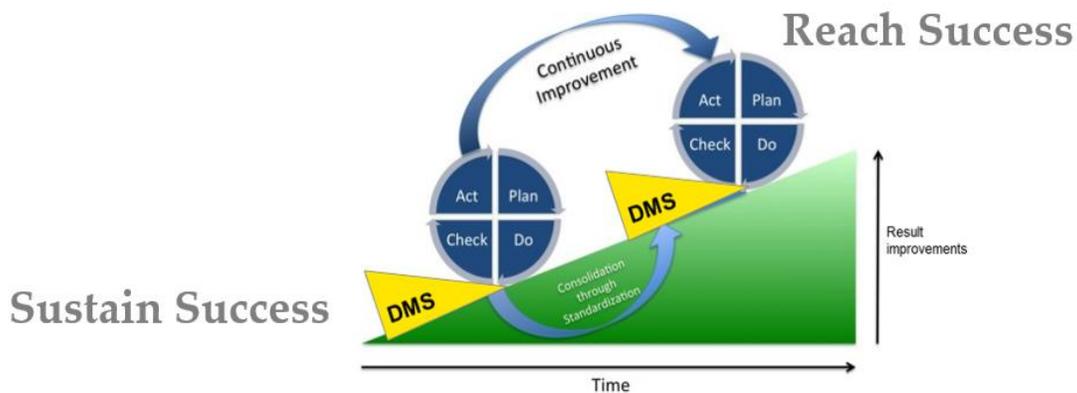


Figura 18: Daily Management Systems (DMS)

I DMS introdotti durante il RTT sono i seguenti:

- Centerline (CL): settaggi dei parametri della macchina in maniera centralizzata per conseguire ottime prestazioni a livello di linea;
- Clean, Inspect, Lubricate (CIL): ispezioni e pulizie pianificate della macchina al fine di prevenirne interruzioni di operatività non pianificate;
- Defect Handling (DH): strumenti mirati a individuare ed eliminare i difetti, definendo una prioritizzazione di ciascuno di essi;
- Breakdown Elimination (BDE): strumenti standard per risolvere i problemi legati alle rotture dei pezzi, identificandone ed eliminandone la causa radice strutturale;
- Incident Elimination (IE): strumenti e processi finalizzati ad avere 0 incidenti, tramite introduzione del sistema Safety Trigger, indicatore giornaliero delle condizioni di rischio presenti in azienda dal punto di vista della sicurezza;
- Quality Trigger (QT): indicatore giornaliero delle condizioni di rischio presenti in azienda dal punto di vista della qualità;
- Rapid Changeover (CO): sistema basato sull'efficacia del processo di cambio brand;
- Reapplication Management (RM): sistema basato sui vantaggi ottenuti grazie all'uso dei DMS stessi e all'eliminazione delle perdite, e sulla riapplicazione dei risultati positivi ottenuti.

OPEN+ si sviluppa in più fasi diverse, prevedendone in totale 5, oltre alla fase di Foundation, con una durata prevista di circa 15 mesi, che riguarda la definizione delle basi comuni per lo sviluppo del Run To Target.

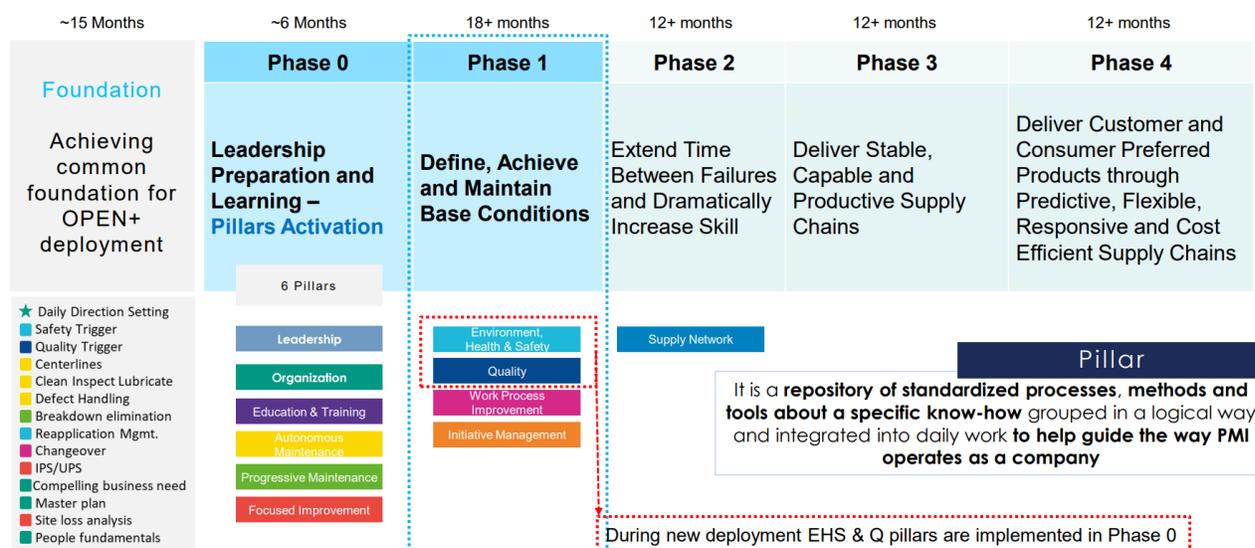


Figura 19: Fasi di sviluppo di OPEN+

Come si evince dalla figura 19, la prima fase (Fase 0), della durata di circa 6 mesi, prevede l’attivazione dei primi 6 pilastri: Leadership, Organization, Education & Training, Autonomous Maintenance, Progressive Maintenance e Focused Improvement. In corrispondenza della Fase 1, per la quale è prevista una durata superiore ai 18 mesi, vi è l’introduzione di 4 nuovi pilastri (Environment, Health & Safety, Quality, Work Process Improvement e Initiative Management, sebbene l’introduzione dei primi due nei nuovi processi di sviluppo di OPEN+ sia attualmente prevista in Fase 0), oltre a perfezionare quelli precedentemente definiti. Nella Fase 2, della durata di più di un anno, si sviluppa il pilastro Supply Network, con crescente focus sullo sviluppo delle competenze del personale e sull’aumento del tempo intercorrente tra guasti successivi (Mean Time Between Failures). Le fasi successive (3 e 4), ciascuna con una durata prevista di almeno un anno, sono orientate al miglioramento continuo, tramite lo sviluppo di supply chain efficaci e flessibili, proseguendo nel miglioramento degli strumenti di ciascun pilastro. Per il superamento di ciascuna fase di OPEN+ è necessario soddisfare alcuni KPI, definiti sulla base delle dimensioni Safety, Delivery, Cost, Sustainability e Morale. L’affiliata Philip Morris Manufacturing & Technology Bologna si trova attualmente nella quinta fase di sviluppo (Fase 4), con tutti i pilastri attivi.

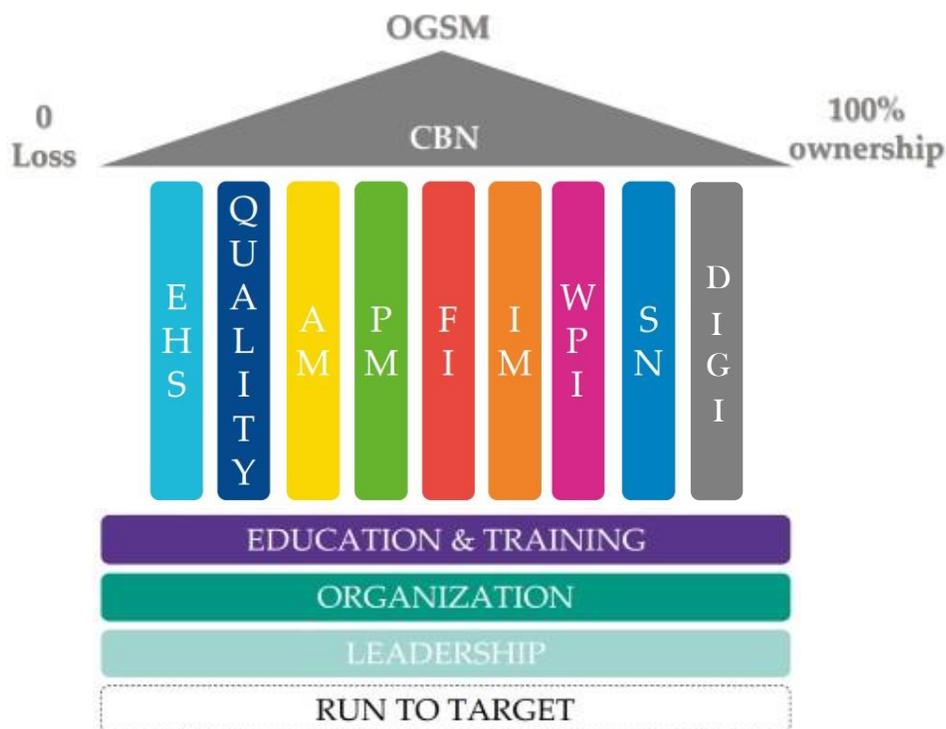


Figura 20: I pilastri di OPEN+

La figura 20 schematizza tutti i pilastri di OPEN+, in relazione al Run To Target, a partire dal quale questi vengono implementati, al “Compelling Business Need” (visione dell’azienda per il proprio futuro) e agli obiettivi, strategie e misure dell’azienda (Objectives, Goals, Strategy, Measures: OGSM). Come è possibile vedere nella figura, oltre ai pilastri sviluppati nelle fasi sopra indicate, recentemente è stato aggiunto il pilastro Digital.

Di seguito si descrive ciascun pilastro, con i relativi obiettivi e strumenti. Per la trattazione del pilastro IM, ambito dello studio eseguito, si rimanda al successivo sottocapitolo.

Leadership

Il pilastro della Leadership (LDR) è finalizzato a far sì che ciascun leader dell’organizzazione sia in grado di garantire risultati aziendali superiori attraverso il coinvolgimento e lo sviluppo delle capacità del personale e il pieno commitment dello stesso nell’implementazione dei pilastri di

OPEN+. Questi elementi coincidono con la definizione di sistema di lavoro integrato, infatti la Leadership può essere definita come il pilastro 0 di OPEN+.

I principali strumenti e Standard Work Process del pilastro sono:

- Strategy Development and Deployment System (SDDS): ha l'obiettivo di garantire che l'intera organizzazione converga verso un unico obiettivo seguendo un'unica direzione;
- Zero Loss Journey (ZLJ): percorso verso il successo, composto da milestones di diversa entità (*hard & soft milestones*), risultati e capacità. Il risultato è una mappa che indichi gli step da seguire per la definizione di ciò che lo stabilimento deve eseguire e imparare per contribuire al raggiungimento di un futuro *smoke-free* da parte di PMI;

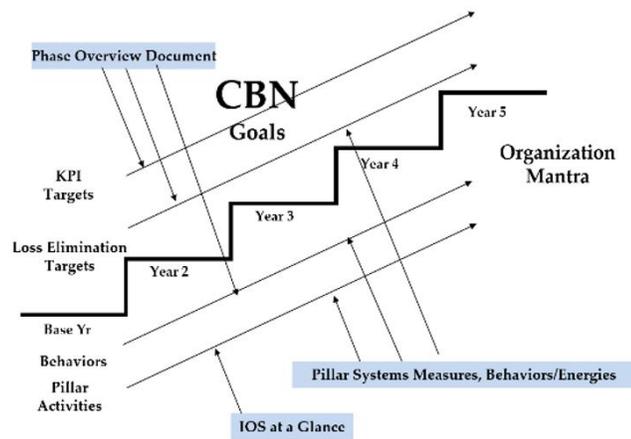


Figura 21: Leadership e CBN Goals

- Masterplan: pianificazione del lavoro totale necessario per raggiungere/consegnare l'OGSM/CBN. Definisce un percorso critico e include un piano annuale, che aiuti a tenere traccia dei progressi complessivi, della pianificazione delle risorse, controllando il carico di lavoro complessivo con revisioni del piano previste ogni 90 giorni;
- Daily Direction Setting (DDS): come descritto in precedenza, la DDS consiste nella gestione e organizzazione sistematica delle informazioni per prendere decisioni efficaci nei giusti tempi e per rimanere costantemente allineati agli obiettivi di OGSM/CBN. Ciascun Standard Work Process che viene eseguito ogni giorno può essere considerato Daily Direction Setting o Daily Management System (DMS);

- Leadership PDCA Boards: il ciclo PDCA (“Plan, Do, Check, Act”) rappresenta un flusso di revisione periodica delle azioni intraprese, in cui i risultati mensili vengono confrontati con i target e, sulla base di questo confronto, vengono stabilite le azioni successive da intraprendere, al fine del miglioramento continuo dei processi e dei prodotti.

Organization

Il pilastro Organization (ORG) fornisce strumenti e competenze volti a conseguire i risultati essenziali della mission aziendale, massimizzare il coinvolgimento dei dipendenti e sviluppare, a livello organizzativo, l’attitudine alla eliminazione delle losses. Il pilastro sviluppa i seguenti SWPs:

- People Fundamentals: piano con l’obiettivo di sviluppare le competenze di leadership che ciascun leader dovrebbe possedere per guidare, gestire e ispirare ciascun team al fine di ottenere i risultati necessari per la trasformazione dell’organizzazione;
- Communications System Management: piano di comunicazione finalizzato ad eliminare *misunderstandings*, false percezioni, conflitti e barriere culturali, garantendo un efficace flusso di comunicazione (top-down e bottom-up) tra la leadership e tutti i dipendenti;
- Recognition & Reward (R&R): sia i riconoscimenti che le ricompense sono fondamentali per definire e sostenere la cultura organizzativa, contribuire al raggiungimento degli obiettivi aziendali e trattenere i dipendenti migliorandone il morale e la motivazione. Gli attuali tools di R&R sono il “Thank you” (apprezzamento non monetario) e i tre livelli di Reward (apprezzamenti monetari), ciascuno rappresentante una diversa percentuale di un massimo valore;
- Organization Performance Model (OPM): modello costituito da due fasi, di cui la prima consiste nell’ottenimento e analisi delle informazioni sulla performance corrente dell’organizzazione e sui fattori che la determinano (*Assessment*), mentre la seconda coincide con il processo sistematico di ottimizzazione delle risorse organizzative al fine di supportare la strategia per il raggiungimento dei risultati;
- Onboarding & Early Development: processo documentato finalizzato a garantire un’integrazione efficace dei nuovi dipendenti in azienda;

- Change Management: approccio che contribuisce allo sviluppo di un piano integrato da che guidi gli individui e i team attraverso il cambiamento, attraverso la definizione di strumenti da utilizzare per per muoversi all'interno delle diverse fasi del cambiamento.

Education & Training

Il pillar Education & Training (E&T) include tutti gli strumenti finalizzati a far sì che le persone abbiano la formazione adeguata allo svolgimento delle attività previste, in modo da eliminare le perdite dovute a sistemi di training inefficienti, costruendo una cultura nella quale ogni individuo risulta allo stesso tempo insegnante e allievo degli altri. I principali strumenti offerti dal pilastro E&T sono:

- Step-Up Card (SUC): linea guida che consente di individuare la presenza di eventuali lacune da parte di un dipendente, relativamente alle skills considerate, in modo da sviluppare un action plan per sviluppare le competenze mancanti richieste;

KNOWLEDGE/ TASKS	TARGET PROFICIENCY	TARGET DATE	FIRST ASSESSMENT		SECOND ASSESSMENT		THIRD ASSESSMENT		Latest Evaluation
			DATE	Evaluation Score (Please circle)	DATE	Evaluation Score (Please circle)	DATE	Evaluation Score (Please circle)	
1	Is able to explain the principles of the SWP and can describe the different approaches to be taken based on skill nature			1 2 3 4 5		1 2 3 4 5		1 2 3 4 5	
2	Can describe roles and responsibilities on the SWP			1 2 3 4 5		1 2 3 4 5		1 2 3 4 5	
3	Can explain SWP's flows to be follow based on the Open+ phase			1 2 3 4 5		1 2 3 4 5		1 2 3 4 5	
4	Is able to explain what is a SUC and the related execution steps			1 2 3 4 5		1 2 3 4 5		1 2 3 4 5	
5	Can explain what is the best approach to follow in order to reach an effective qualification via step up card usage			1 2 3 4 5		1 2 3 4 5		1 2 3 4 5	
8	Is able to explain how Skills Management System works			1 2 3 4 5		1 2 3 4 5		1 2 3 4 5	
9	Can explain where SMS is located and how to select a secondary role			1 2 3 4 5		1 2 3 4 5		1 2 3 4 5	
10	Knows the differences between primary and secondary roles			1 2 3 4 5		1 2 3 4 5		1 2 3 4 5	
11	Can explain the flow to follow to request a Step Up Card Assessment			1 2 3 4 5		1 2 3 4 5		1 2 3 4 5	
12	Knows where Step Up Card and training material could be found			1 2 3 4 5		1 2 3 4 5		1 2 3 4 5	
13	Knows how to find the proper SME and select him as assessor			1 2 3 4 5		1 2 3 4 5		1 2 3 4 5	
14				1 2 3 4 5		1 2 3 4 5		1 2 3 4 5	

Figura 22: Step-Up Card template

- One Point Lesson (OPL): anche detta "lezione puntuale", è un documento che raccoglie tutte le informazioni fondamentali, all'interno di un solo foglio, relativamente ad un particolare elemento affrontato da un team o da un responsabile, nell'ottica del miglioramento continuo. Gli elementi trattati possono essere, ad esempio, delle modifiche su uno specifico dispositivo o macchinario, delle procedure da seguire per la

manutenzione di un impianto o delle istruzioni di sicurezza. Lo strumento fa sì che tutti i componenti di un team traggano vantaggio dall'apprendimento e dalla condivisione di esso.

Autonomous Maintenance

L'obiettivo dell'Autonomous Maintenance (AM) è sviluppare le competenze del personale al fine di lavorare in condizioni di zero difetti e losses, tramite l'identificazione e la risoluzione dei difetti sugli equipment, e impostare e conservare le condizioni di base di funzionamento degli equipment. L'idea del pilastro AM è che ciascun equipment possa avere una durata pari alla propria "naturale" vita utile, senza essere soggetto ad un deterioramento forzato. Quindi ogni individuo dovrebbe essere in grado di identificare le anomalie, correggerle e impostare delle condizioni standard degli equipment, una volta identificate le root causes. La Manutenzione Autonoma include 3 Daily Management Systems, precedentemente introdotti nell'ambito del Run To Target:

- Defect Handling (DH): gli operatori si comportano come dei "sensori umani" in grado di trovare i difetti presenti all'interno degli equipment e correggerli. Viene utilizzato un "*DH Logbook*", nel quale si riportano tutti i difetti identificati, indicandone locazione, data e attività nelle quali il difetto è stato rilevato e data di risoluzione dello stesso, includendone l'assegnatario;
- Cleaning Inspection Lubrification (CIL): procedimento di stop pianificato della macchina ai fini della pulizia, ispezione e lubrificazione di essa da parte degli operatori. Il controllo è finalizzato principalmente a prevenire fermi non pianificati della macchina. L'esecuzione del CIL e delle altre attività da eseguire durante i *planned stop* delle macchine vengono stabiliti durante la DDS giornaliera;
- Centerline (CL): il DMS Centerline è un sistema che definisce le impostazioni dei parametri della macchina ai fini di conseguire ottime prestazioni e stabilizzare il processo produttivo riducendone la variabilità.

La Manutenzione Autonoma consiste, in generale, nell'esecuzione di semplici operazioni, quali la pulizia periodica di macchine e impianti e l'applicazione di ridotti interventi di manutenzione, come la sostituzione di componenti facilmente estraibili. Questo approccio determina un incremento delle conoscenze tecniche e delle responsabilità dei singoli operatori che lavorano sulle macchine e sugli impianti, un maggior numero di controlli effettuati sugli equipment e una maggior disponibilità delle risorse maggiormente qualificate, permettendo loro di concentrarsi su attività più complesse, orientate al miglioramento continuo.

Progressive Maintenance

La Progressive Maintenance (PM) ha lo scopo di eliminare le interruzioni di operatività della macchina dovute a malfunzionamenti di essa, prolungandone la vita utile e ottimizzandone le prestazioni.

I principali SWPs del pilastro sono:

- **Equipment Ranking:** definizione di una prioritizzazione dei diversi equipment, in base alla loro criticità, in modo tale da suddividere l'effort relativo alle operazioni di Progressive Maintenance sulla base delle priorità definite;
- **Breakdown Elimination:** riduzione del numero di guasti attraverso l'eliminazione delle cause alla base del deterioramento forzato degli equipment. Si analizza, quindi, ciascun *breakdown* utilizzando una specifica "*PM Card*", e un'analisi approfondita ("*In-Depth Analysis*") nel momento in cui il documento si riveli non sufficiente. Sulla base delle informazioni acquisite si impostano delle azioni correttive per prevenire i futuri guasti;
- **Lubrication:** strumento che definisce degli standard per la pulizia e lubrificazione degli equipment, tramite l'introduzione di una lista di task da eseguire e degli elementi fisici sui quali eseguire tali task, dedicando particolare attenzione al trasferimento delle conoscenze relative all'esecuzione delle attività a tutto il personale della linea;
- **Shop Tools & Facilities:** definizione di standard per l'utilizzo degli strumenti, come ad esempio numero minimo previsto, adeguatezza al lavoro da svolgere e presenza di un posto per l'inserimento di ciascuno di essi, secondo l'applicazione delle 5s;

- **Planning & Scheduling:** specificazione di calendari di manutenzione che determinino dei costi minimi, sulla base delle informazioni ottenute da manuali ed esperienza pregressa, e raccolta di feedback dalle sessioni manutentive in modo da apportare miglioramenti alle schedulazioni future;
- **Predictive Maintenance:** utilizzo della curva dei potenziali guasti, per stabilire le attività di manutenzione predittiva tramite l'uso di modelli, definiti sulla base delle possibili modalità di guasto e fattori scatenanti individuati.

Grazie all'utilizzo della manutenzione progressiva, le ore di lavoro degli operatori sono destinate maggiormente a garantire il rispetto degli standard, tramite la pianificazione degli interventi manutentivi e il monitoraggio continuo delle condizioni degli equipment, piuttosto che a reagire ai problemi dovuti al malfunzionamento di questi.

Focused Improvement

Lo scopo del Focused Improvement (FI) è lo sviluppo di capacità e strumenti che consentano ai leader e ai team di individuare, quantificare, analizzare ed eliminare sistematicamente le perdite ripetitive e ad alto impatto. I principali Standard Work Process del pilastro sono:

- **Loss Analysis (LA):** analisi di tutto ciò che non crea valore aggiunto per il cliente finale (perdite). Lo strumento è finalizzato a fornire una metodologia standard per identificare e analizzare tutte le perdite che necessitano di essere eliminate per raggiungere gli Operations OGSM/CBN, definendo uno stato futuro ideale da raggiungere e categorizzando le losses in modo da analizzarle in maniera dettagliata per definire un action plan;
- **Initial Problem Solving (IPS):** documento finalizzato ad eliminare le perdite di processo ripetitive o ad alto impatto, migliorando gli standard e i sistemi al fine di prevenire le losses;
- **Unified Problem Solving (UPS):** processo successivo all'IPS, utilizzato nel caso di perdite croniche che risultano non risolte in seguito alle contromisure definite, tramite utilizzo

dell'IPS (come indicato in figura 23), per ristabilire le condizioni standard dei processi o degli equipment considerati;

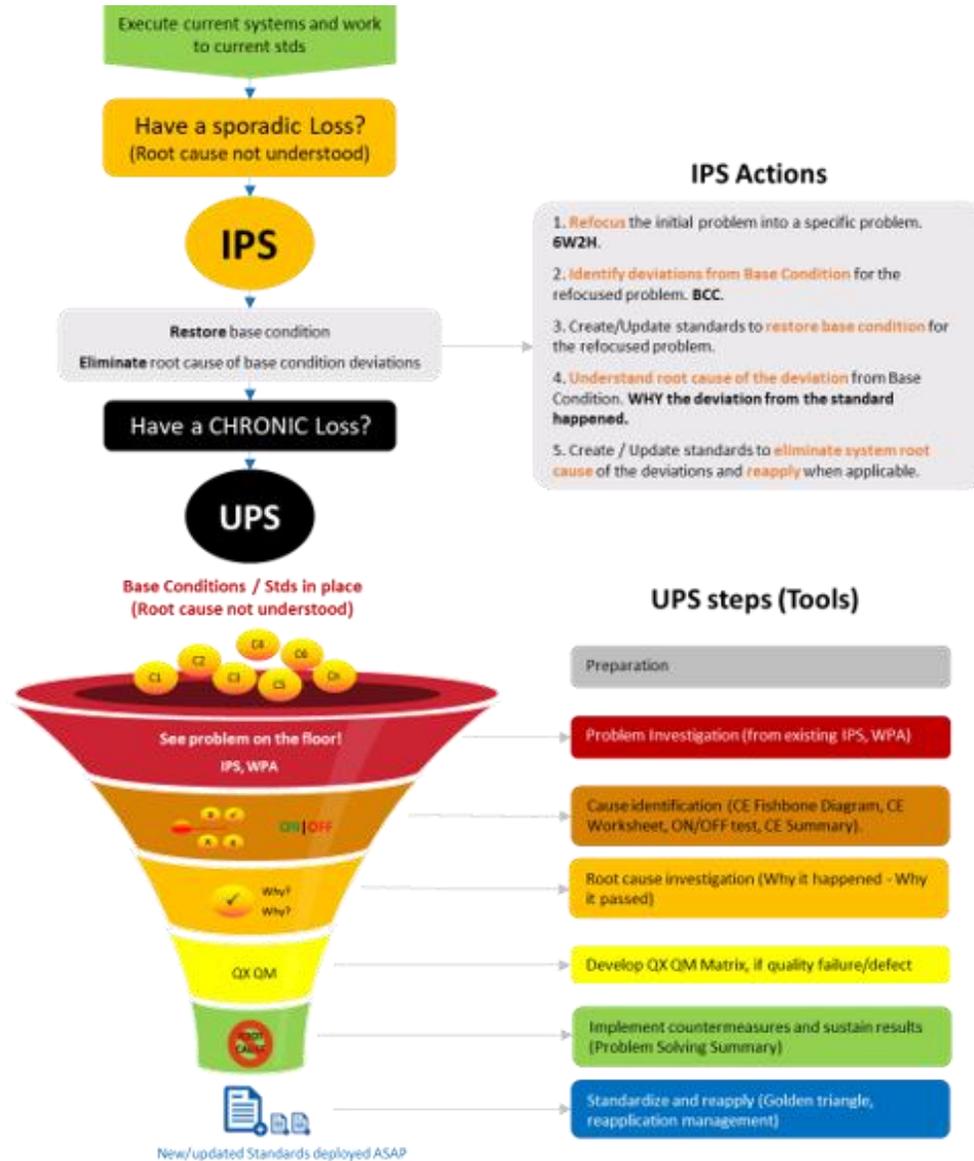


Figura 23: IPS e UPS

- **5S (Sort, Set in order, Shine, Standardize, Sustain)**: come definite dalla filosofia Lean Manufacturing, le 5S hanno il fondamentale obiettivo di eliminare le losses relative alle condizioni delle postazioni di lavoro, mantenendo queste sistemate e organizzate secondo le condizioni standard.

Di seguito si riporta una trattazione maggiormente approfondita dell'Initial Problem Solving, strumento di analisi utilizzato nell'ambito del caso studio oggetto dell'elaborato per svolgere una Root Cause Analysis e individuare delle azioni correttive da intraprendere.

Initial Problem Solving

L'Initial Problem Solving (IPS) si configura come un modulo che si suddivide nelle seguenti sezioni:

- Qual è il problema e secondo quali condizioni si è verificato;
- Quali sono le principali cause e conseguenze;
- Qual è lo standard la cui assenza ha potenzialmente contribuito al problema;
- Definizione di azioni correttive e valutazione della qualità di esse.

La condizione necessaria e sufficiente ai fini dello svolgimento dell'IPS è che sia presente una delle seguenti casistiche e che la relativa causa sia sconosciuta: infortuni, high potential near miss (quasi incidenti) o incidenti con medicazione, incidenti ambientali, malattie professionali, principi di incendio e problematiche ripetitive.

In primo luogo, viene definito preliminarmente il problema (*"Initial problem statement"*). In seguito, il problema viene riformulato dopo aver evidenziato le condizioni con le quali si è verificato, rispondendo alle domande 6W2H: "Cosa è successo?", "Dove è successo?", "Quali aree, linee, sistemi sono interessati?", "Come è successo?", "Su che materiali/SKUs si è manifestato il problema?", "Quando è successo?", "Quali persone hanno rilevato il problema?", "Qual è la frequenza ed intensità con cui il problema si manifesta?".

Una volta riformulato il problema secondo le risposte ai diversi quesiti, viene proposta una checklist di operazioni basilari di controllo da effettuare sul sistema:

- 1) Verifica delle condizioni di base dell'attrezzatura: mancanza di difetti, idoneità dei parametri di Center Line (CL), attività di manutenzione correttamente eseguita, attrezzatura conforme alla normativa EHS, sistema di sicurezza controllato in maniera regolare;

- 2) Verifica delle condizioni di base del posto di lavoro in oggetto: mancanza di difetti, rispetto delle 5s, condizioni di base correttamente ripristinate, corretta assegnazione di un responsabile dell'area e controllo regolare di questa, regolare visita da parte dei leaders;
- 3) Attuazione della valutazione del rischio e dell'impatto ambientale per l'area considerata e per il compito da svolgere: valutazioni aggiornate, rischi identificati e ridotti a livello accettabile, misure di controllo correttamente applicate ed esecuzione del management of change;
- 4) Corretto utilizzo dei Safety/Environmental/Healthy trigger: eventuali rischi identificati e risolti, team consapevolmente informato del rischio, assenza di persone in condizioni non ottimali per svolgere l'attività, aggiornamento del trigger di conseguenza durante il turno/giorno;
- 5) BOS (Behavior Observation System) correttamente utilizzato: parametri di engagement e frequenza in linea con gli obiettivi della linea/area;
- 6) QRP (Quick Risk Prediction) correttamente utilizzato in caso di attività non routinarie;
- 7) Idoneità della persona indicata a svolgere il compito: formazione e controlli medici eseguiti appropriatamente;
- 8) Safety map correttamente utilizzata: identificazione di tutti i rischi e applicazione di tutte le misure di controllo, visualizzazione ottimale della Safety map e relativa consapevolezza da parte delle persone;
- 9) Attuazione di tutte le procedure operative necessarie per eseguire l'attività: corretta applicazione di LOTO (Lock Out Tag Out), Method Statement, Work Permit, OPL (One Point Lesson), WI (Work Instruction), documenti che riflettono i passaggi attuali/reali per completare l'attività;
- 10) Presenza di audit/ispezioni tecniche EHS: ispezioni su attrezzature di emergenza, attrezzature antincendio, altre ispezioni tecniche;
- 11) Ergonomia/area difficile da raggiungere/design della macchina valutato per l'attività;
- 12) Attuazione della Job safety analysis per area: presenza di un piano, allineato alle istruzioni di lavoro.

Lo scopo di questa fase dell'IPS è verificare, prima di proseguire l'analisi, che il sistema in oggetto sia conforme rispetto a tutti gli elementi sopra elencati. Una risposta positiva indica che lo standard risulta disponibile, aggiornato e seguito.

La fase successiva è finalizzata al ripristino delle condizioni di base in caso di problemi di sistema individuati nei punti precedenti, attraverso la definizione degli standard mancanti e le relative azioni necessarie al fine di tornare allo standard, aggiornarlo o crearne uno nuovo. Alle azioni correttive proposte viene assegnato un responsabile ed una data di scadenza per l'implementazione.

A questo punto il metodo prevede una "Why-Why Analysis", che segue lo stesso principio precedentemente illustrato nella 5 Why Analysis, con l'obiettivo di trovare la causa principale per la quale si è verificata la deviazione dallo standard di funzionamento. Anche in questo caso, per ogni root cause individuata devono essere proposte delle contromisure, con relativo responsabile e data di scadenza e indicazione di replicabilità o meno.

1.5. Chiediti PERCHÈ? Chiedi perché si è verificata la deviazione dallo standard?
Ask WHY WHY?: Ask Why the deviation from the Standard Happened?

CHE COSA (Cause immediate comprovate; quelle che si sono dimostrate "vere")	PERCHÈ? (1) La vera causa immediata esisteva come l'hai trovata)	V/F	PERCHÈ (2)	V/F	PERCHÈ (3)	V/F	PERCHÈ (4)	V/F	PERCHÈ (5)	CONTROMISURE COUNTERMEASURES	RESP.	SCADENZA DUE DATE
		T/F	WHY? (2)	T/F	WHY? (3)	T/F	WHY? (4)	T/F	WHY? (5)			
	WHY? (1) The true immediate cause existed as you found it)											

Figura 24: IPS template

Nella parte riepilogativa finale dell'IPS vi sono tre principali punti da affrontare:

- 1) Comprendere se la causa principale della perdita è stata compresa ed eliminata in modo sostenibile;
- 2) Identificare i prossimi step da intraprendere per evitare che la attuale loss si verifichi nuovamente;

3) Definire la replicabilità di tali azioni preventive.

In base alle risposte fornite, è necessario definire gli step successivi da intraprendere in futuro. Nei successivi capitoli della tesi sarà descritta l'applicazione dell'IPS al caso studio specifico.

Environment, Health & Safety

Il pilastro Environment, Health & Safety (EHS) fornisce le competenze e gli strumenti necessari per raggiungere gli obiettivi di zero incidenti e rispetto delle normative al 100%, migliorando progressivamente l'ambiente lavorativo attraverso l'eliminazione di tutte le condizioni che potrebbero causare infortuni e incidenti (inclusi possibili incidenti ambientali).

Gli strumenti di base di EHS sono i seguenti:

- **Safety Trigger:** introduzione di un trigger che identifichi la presenza di condizioni critiche dal punto di vista della sicurezza (ad esempio la presenza di numerose attività con fornitori o la presenza di fornitori occasionali all'interno dei cantieri). In base al valore assunto dal trigger (Low, Medium, High), vengono intraprese azioni di natura diversa. Ad esempio, se il trigger risulta essere alto, potrebbe essere necessario rischedulare alcune attività o prevedere delle riunioni addizionali per comunicare rischi e azioni preventive/correttive da mettere in atto;
- **Behavior Observation System (BOS):** checklist di operazioni di verifica relativamente alla corretta esecuzione o meno delle attività previste e al rispetto delle norme di sicurezza da parte del personale PMI, in modo da avere una visione complessiva sugli elementi di sicurezza maggiormente critici e intraprendere delle azioni correttive;
- **Quick Risk Prediction (QRP):** processo di *Stop, Think & Act* da intraprendere ogni volta che vi è un'attività non routinaria nello stabilimento. La QRP si configura come un form nel quale vengono analizzate le condizioni dell'area e del team di lavoro, e definite delle contromisure sulla base dei rischi individuati;

QUICK RISK PREDICTION (QRP)						
1. Area:		2. Equipment:		3. Date/Shift:		
				4. Risk Prediction Leader Name & signature:		
5. Activity: <input type="checkbox"/> Team <input type="checkbox"/> Individual						
STOP	Your/Team's Condition		Y	N	Countermeasures (proceed to "THINK" part if all are YES or DONE)	DONE
	Are you/all prepared?					
	Are you/all not rushing?					
	Are you/all fit for the task?					
	Are you/all not in harm's way? - Struck By - Caught In or Between - Released Energy					
THINK	Risks Identified		Y	N	Countermeasures (proceed to "ACT" part if all are NO or DONE)	DONE
		Impact against structures or collision on objects of machines parts placed over the head				
		Falling objects from above, tools, materials or debris				
		Inhalation of dust (cleaning compressed air or transfer of powdered substances)				
		Usage of flammable products				
		Hot surface				
		Sharp objects (eg. sharp edges, blades, etc.)				
		Moving parts / accidental restarting				
		Fall from height, Working above 1.5 meters				
		Slip / Trip / Fall Working in congested areas or disassembled parts on floor				
		Chemical risk (eg. Industrial Alcohol, Solvent, Oil, Spills)				
		Electrocution				
		Fire / Explosion				
	Improper posture (ergonomics), crushing or falling objects from heavy parts being transported					
	Collision with moving vehicles					
	Other unlisted hazards					
Choose your PPE and precise the type if necessary:						
<input type="checkbox"/> OTHER PPEs						
ACT	Are you/all feeling safe- with the measures taken - to carry out the activities? <i>If not, do not start work, contact your safety champion / supervisor and perform a new QRP together</i>					Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
	100% use of PPE and compliance with the above measures and procedures :					Yes <input type="checkbox"/> Not Applicable <input type="checkbox"/>
	Work Permits needed secured and approved :					Yes <input type="checkbox"/> Not Applicable <input type="checkbox"/>
	Persons are trained/authorized to perform task and usage of equipment :					Yes <input type="checkbox"/>
Name and signature of people warned of the risks and countermeasures to be taken, working below this QRP:						
***Preserve this form with you as long as the activity is carried out and submit for compilation (based on local set-up)						

Figura 25: QRP template

- Reapplication Management (RM): strumento a supporto della replicazione di cambiamenti intrapresi a diversi livelli (di reparto, di sito, regionale e globale);
- Safety Map: documento che verifica se tutti i dispositivi e le attrezzature di sicurezza sono presenti, permettendo di intercettare eventuali difetti di sicurezza tramite la rappresentazione visiva dei rischi e dei dispositivi di protezione (sia personali che degli equipment).

Quality

Il pilastro Quality (Q) si pone l'obiettivo di eliminare tutte le losses legate a problemi nella qualità dei prodotti, strumenti e processi, al fine di consegnare un prodotto di maggior valore ai clienti

finali e rispettare tutte le normative aziendali previste. Gli strumenti di Quality sono infatti volti a migliorare le competenze del personale sulla gestione della qualità all'interno dell'azienda, instaurando un sistema di controllo della qualità in grado di prevenire tutti i potenziali difetti, piuttosto che effettuare controlli a posteriori per rilevare i difetti:

- Safety Trigger: introduzione di un trigger che identifichi presenza di condizioni critiche dal punto di vista della qualità, con l'obiettivo di far sì che i rischi presenti siano identificati e mitigati previamente all'inizio della produzione giornaliera. Dalle analisi dei trigger vengono inoltre definiti dei trend seguiti dai rischi di qualità, sulla base dei quali introdurre dei piani di azione finalizzati all'eliminazione di tali rischi;
- Quality Behavior Observation System (QBOS): checklist di operazioni di verifica relativamente al rispetto degli standard di qualità previsti, in modo da ridurre/eliminare le perdite di qualità relative a comportamenti non corretti da parte del personale PMI;

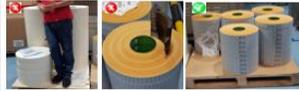
Kettle Drumbeat Global Sistemi (QBOS)									
Please fill in related areas					Quality Observation Standard				
Observer:					Observer before 18:28 min				
LU: LU 44					Give feedback both positive and negative				
Date:					Find the root cause for observation deviation from standard				
Start/Stop Time:					Control ability quality trigger before standard QBOS				
<p>1</p> <p>HTM Quality <small>HTM HTM should always be their reference and all actions should be taken to avoid HTM quality. HTM should not subject to any kind of manipulation (kitchen, food, etc), as focus should be applied on the use for the materials should be put on it.</small></p> 					<p>2</p> <p>Equal Masses of Cigarettes <small>Production ends, whether availability, mixing cigarette, the weight must be done in every 18 min production. Related QC should be corrected and specific from should be informed.</small></p> 				
Deviations type		Feedback given?		Feedback type?		Deviations type		Feedback type?	
Correct	Noncorrect	YES	NO	Positive	Negative	Correct	Noncorrect	YES	NO
Cross check if the check is not applicable		Findings:		Cross check if the check is not applicable		Cross check if the check is not applicable		Findings:	
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
<p>3</p> <p>HTM risk due to Original Seal Type <small>Original Seal Type should not be used and if their purpose, all kind of HTM risks should be identified and corrected under quality flow.</small></p> 					<p>4</p> <p>Pack Folding Quality <small>Visual quality controls should be done for each pack to be used on pack folding in the 18 min. Pack boxes must QC should be used to track feedback from.</small></p> 				
Deviations type		Feedback given?		Feedback type?		Deviations type		Feedback type?	
Correct	Noncorrect	YES	NO	Positive	Negative	Correct	Noncorrect	YES	NO
Cross check if the check is not applicable		Findings:		Cross check if the check is not applicable		Cross check if the check is not applicable		Findings:	
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	

Figura 26: QBOS

- Product Defect Matrix (PDM): strumento che connette i difetti di ciascun prodotto con gli equipment utilizzati, in modo da individuare le attrezzature su cui è necessario eseguire delle analisi approfondite.

Work Process Improvement

Il pilastro Work Process Improvement (WPI) introduce degli standard volti all'eliminazione delle perdite relative all'intero processo produttivo e a tutte le attività necessarie al suo svolgimento. Per "Work Process" si intende ciascun processo che preveda interazioni dei singoli individui con attrezzature, altri individui, materiali e informazioni (ad esempio la movimentazione dei materiali, la riparazione di un macchinario o lo svolgimento di un meeting). Alcuni dei principali strumenti di WPI sono:

- Rapid Change Over: prevede 1 workshop di una settimana orientato a introdurre o migliorare gli standard per la riduzione/eliminazione dei *change over* (setup);
- Travel & Material Chart: mappa utilizzata per mostrare visivamente i movimenti delle persone e le posizioni dei materiali utilizzati;
- Time Observation sheet & Effort Balance Chart: questi due strumenti, utilizzati congiuntamente, permettono di quantificare e bilanciare i tempi impiegati per ogni fase del processo produttivo;
- Process Mapping: documento che mostra visivamente la sequenza di attività che compongono un processo, definendo chi le esegue;
- Visual Management: definisce un ambiente di lavoro standardizzato tramite strumenti visivi (ad esempio l'utilizzo di segnaletica orizzontale per indicare le posizioni degli equipment) in modo da individuare facilmente eventuali deviazioni dai riferimenti.

Supply Chain Network

L'obiettivo del pilastro Supply Network (SN) è quello di sviluppare delle *Supply Network capabilities* finalizzate a supportare il coordinamento dei processi E2E, tramite sviluppo e utilizzo di SWPs e specifici controlli sui progressi ottenuti. Alcuni degli Standard Work Processes in fase di sviluppo sono:

- Plant Operating Strategy System (POS): definizione di principi di pianificazione e scelte di business critiche che determinino la gestione ottimale delle risorse al fine di raggiungere gli obiettivi di ciascuna affiliata PMI;
- Supply Network Loss Analysis: strumento che identifica le perdite evitabili all'interno della rete di fornitura in modo da attuare delle azioni correttive per prevenirle in futuro;
- Supply Network Health Check: verifica periodica dei processi E2E finalizzata al miglioramento continuo e al raggiungimento degli obiettivi di zero perdite.

Digital

Il pilastro Digital (DIGI), introdotto di recente, si pone l'obiettivo di accelerare il processo di eliminazione delle losses grazie all'utilizzo delle competenze digitali. Gli strumenti introdotti dal pilastro includono:

- Digital Solutions Prioritization: ha lo scopo di assicurare l'adeguata prioritizzazione delle iniziative digitali all'interno del portafoglio di iniziative;
- VSU risk assesement: verifica periodica della presenza di losses nei processi di sviluppo delle iniziative digitali, in modo da identificare eventuali criticità nelle fasi iniziali;
- Run & Support: è finalizzato a fornire un adeguato supporto agli utilizzatori degli strumenti digitali prevedendo appositi programmi formativi.

6.1. Il pilastro Initiative Management

Il pilastro Innovation & Initiative Management (I&IM) si pone l'obiettivo di eliminare le losses derivanti dalle iniziative intraprese all'interno di Philip Morris International. Il modello appositamente progettato da PMI per la gestione dei progetti è detto BLAST e prevede 6 fasi:

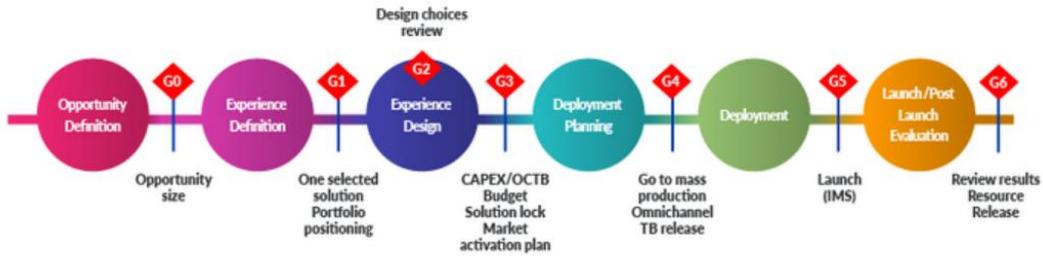


Figura 27: Stage-gate BLAST

In riferimento al pilastro I&IM, la parte di Innovation (I) riguarda la fase di “*Opportunity Definition*”, la quale è responsabilità delle funzioni centrali e non viene gestita a livello locale. Dopo questo primo stage, il progetto (e quindi le relative responsabilità) passa alle funzioni locali, che si occupano unicamente della parte di Initiative Management (IM). Per tale motivo, il pilastro è indicato come IM, escludendo la parte di Innovation. Anche la fase di progetto relativa al lancio del progetto e alle successive valutazioni non è trattata all’interno di IM. Il modello stage-gate previsto da OPEN+, e in particolare dal pilastro IM, definito sulla base degli stage di BLAST, è quindi il seguente:

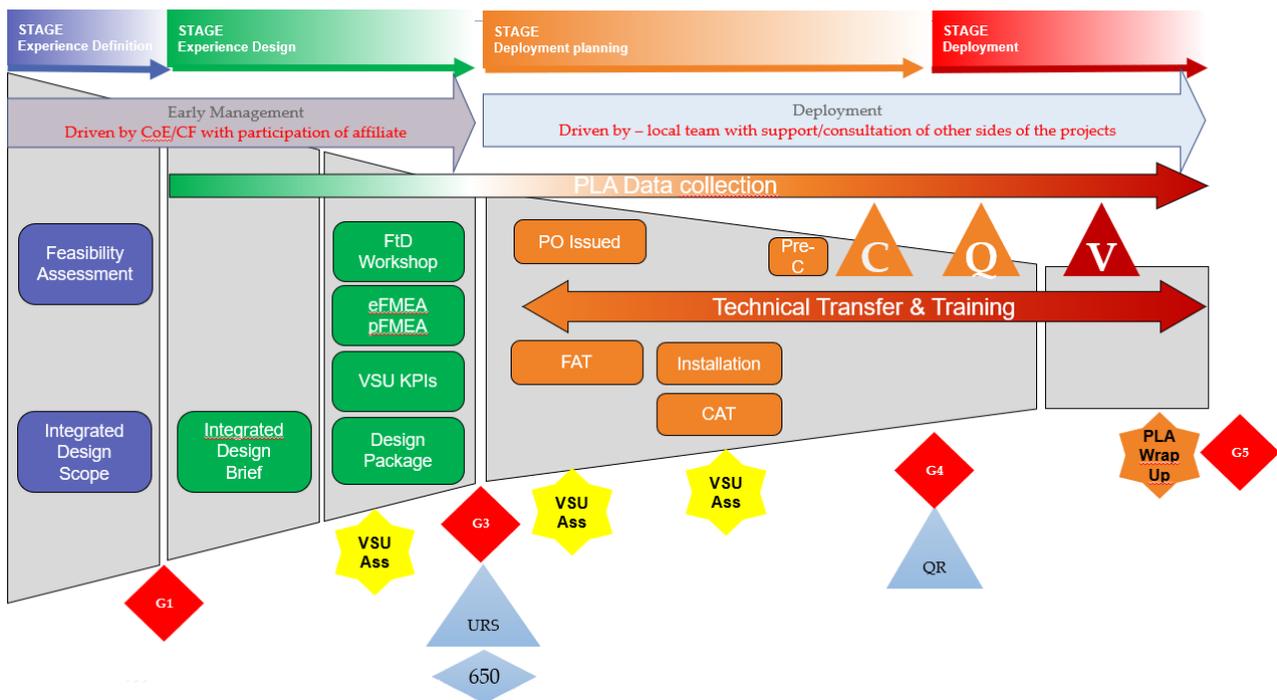


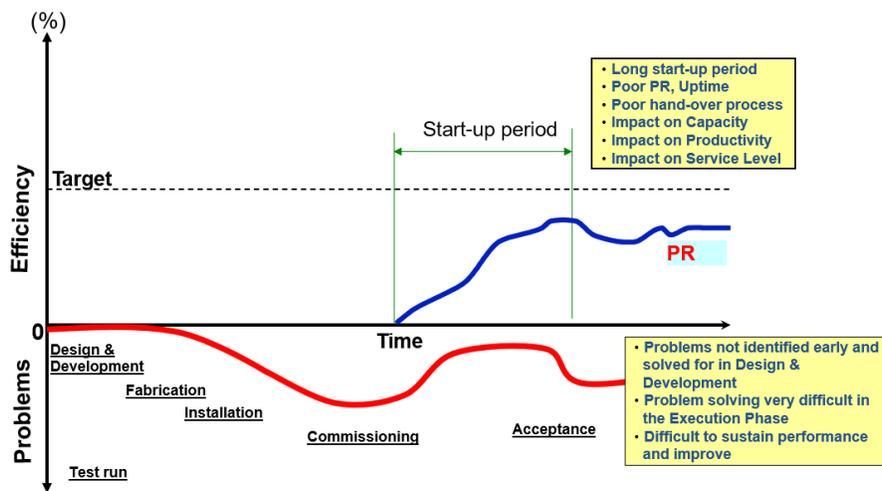
Figura 28: Stage-gate Initiative Management

Si noti che il modello è definito sulla base dei progetti di installazione di nuovi macchinari, ma può essere diverso a seconda del progetto considerato (se il progetto non prevede l'installazione di un equipment, tutta la parte ad esso relativa non viene considerata). Il primo step previsto è l'“*Experience Definition*”, in cui vengono definiti il contesto dell'idea, i potenziali vantaggi per l'azienda (sia in termini di ritorni tangibili che intangibili), una stima di alto livello delle risorse richieste e dell'allocazione di queste, la definizione di una struttura preliminare del team di progetto e dei possibili fornitori per svolgere le attività richieste, una stima dei costi del progetto, basata sui fornitori disponibili, una valutazione preliminare dei potenziali rischi e la definizione di un piano di contingenza. Quindi in corrispondenza del gate G1 vi è una valutazione preliminare dell'idea di progetto. Nella fase di “*Experience Design*” viene specificato, a livello complessivo, l'ambito del progetto, e sono presentati i risultati dello studio di fattibilità eseguito (costi e tempi richiesti, benefici e potenziali rischi, ecc.). I risultati degli Standard Work Processes “Feedback to Design” e “FMEA”, descritti nel corso del paragrafo, devono essere integrati all'interno del “Design Package”, strumento che racchiude tutte le assunzioni relative al progetto, quali specifiche dei prodotti o degli equipment, mercati di riferimento o previsioni di produzioni. Il gate G2, che rappresenta la revisione delle scelte di design, non è presente nello schema in quanto opzionale, al contrario di G3, in corrispondenza del quale vi è la definizione degli User Requirements (“*User Requirements Specification*”/URS) e la richiesta di budget (650) con la presentazione di un Business Case, determinando il passaggio dall'“*Early Management*” al “*Deployment*”.

La fase di ‘*Deployment Planning*’ entra nel merito degli aspetti di installazione e commissioning della macchina all'interno dello stabilimento PMI, una volta superato il First Acceptance Test (FAT) presso il fornitore ed eseguito l'ordine (“*Process Order*”/PO) verso di esso. Per il completamento del *Deployment Planning* si richiede l'allocazione di budget per il progetto e il completamento dell'installazione e del Commissioning (C) relativamente ai criteri di *Quality* e *Safety*. Il “Pre-Commissioning” (*Pre-C*) coincide tipicamente con il Commissioning Acceptance Test (CAT), che segna il passaggio di proprietà dell'equipment dal fornitore a PMI, verificandone le condizioni base di funzionamento.

Nel “Deployment”, vengono completate le fasi di Qualification (Q) e Verification (V), concludendo inoltre tutta la documentazione relativa al “Technology Transfer & Training” (TT&T) e la raccolta dei dati relativamente alle perdite riscontrate nel progetto (“PLA Data Collection”). In questa fase la macchina risulta pronta per la produzione.

Il pilastro di IM si pone l’obiettivo di raggiungimento del “Vertical Startup” (VSU) nei progetti considerati. L’idea alla base del Vertical Startup è che le losses che potrebbero verificarsi all’interno del progetto siano identificate e mitigate in anticipo, in modo che, considerando ad esempio il progetto di installazione di una nuova macchina, i target in fase di commissioning siano raggiunti in tempi rapidi, riducendo il tempo di startup (rendendolo “verticale”).



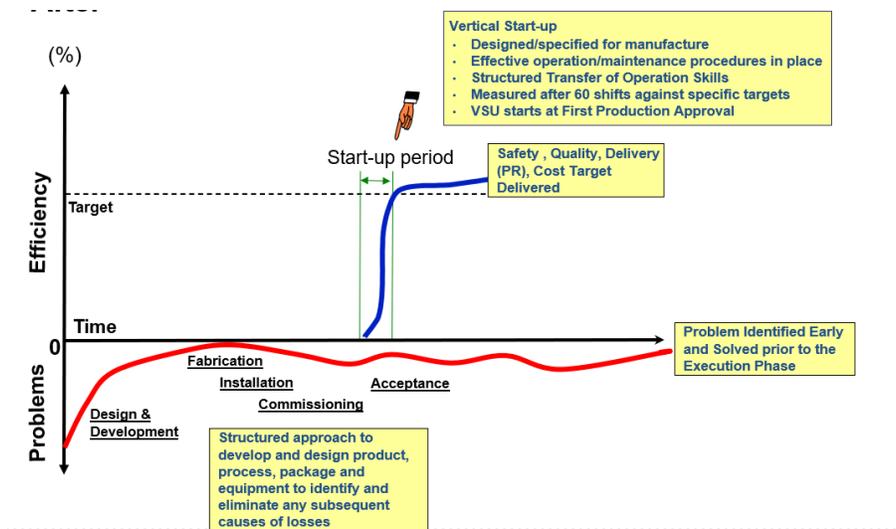


Figura 29: Vertical Startup

Quindi, generalmente nella fase di commissioning emergono tutti i problemi (e le relative losses), con possibilità di non raggiungimento del target (il parametro PR rappresenta una misura equivalente dell'up time della macchina). Con l'utilizzo degli strumenti di Initiative Management per la gestione del progetto, è possibile rilevare i problemi già "sulla carta", perciò la fase più importante per individuare potenziali criticità diventa quella di Design & Development, nella quale vi è, di conseguenza, la maggior parte del lavoro, come indicato in figura 30. Il target è inteso, in questo caso, come una lista di KPI da soddisfare sulle dimensioni Safety, Quality, Cost, Delivery e Morale.

Di seguito si riportano i principali Standard Work Processes di IM, finalizzati al raggiungimento del Vertical Startup.

Feedback to Design

Il Feedback to Design (FtD) Workshop si presenta come un documento Excel contenente una lista di operazioni di verifica (checklist) che vengono intraprese dal team di progetto con il design della soluzione a portata di mano o, in caso di presenza di un modello simile, direttamente a macchina. Lo scopo del FtD è migliorare l'operatività della soluzione tecnica proposta. La lista di domande ha infatti lo scopo di guidare l'attenzione del team di progetto verso potenziali problemi di operatività e rischi relativi alle dimensioni EHS, Quality, Autonomous Maintenance, Progressive

Maintenance e Focused Improvement. Con il termine “*easy to operate*” si intendono le caratteristiche principali che l’equipment deve possedere in termini di: sicurezza, qualità, operabilità (facilità nell’apportare modifiche, es. Change over), affidabilità (progettazione finalizzata ad avere una frequenza e una durata dei breakdown il più possibile ridotte) e manutenibilità. Un FtD completo su un equipment richiede tipicamente una mezza giornata lavorativa ed è eseguito con la partecipazione dell’OEM (“*Original Equipment Manufacturer*”), ovvero del fornitore del macchinario.

		(FtD) Feedback To Design Workshop Check List				Add Line		Plant:
						Delete Line		Equipment:
								Date:
<i>These are the guiding questions, please consider that questions are leading/guiding you to reach AM Step3 & PM Step2 requirements</i>								
Pillar	No	FtD Function/ Working Area/Item	Documents	Issue/Risk Description	Equipment / Process Step	Picture ID	Action ID	
EHS	12	Have all necessary (use & maintenance) PPEs been identified?	EHS.D.201- OS: HEALTH PROTECTION & PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT (PPE)				12.1	
EHS	13	Is the equipment compatible with factory utilities ? Does it include measuring device for utilities consumption ? E.g. 1PH+1230V, 50Hz, compressed air: <=6 bar, vacuum: >= - 0.6bar					13.1	
		QUALITY Principle: Design for quality on Man and Method dimensions						
Q	14	Are overall quality standards clear with targets set? E.g. Dimensions, tolerance, weight, material, etc.					14.1	
Q	15	Is there a clear understanding of machine components and their functions? E.g. where DIMs needs to be fed, where samples will be taken, which consumables needs to be replaced, etc...	Knowledge Transfer Package (KTP); AM & PM reference documents				15.1	
Q	16	Are the equipment impact on quality characteristics clear? Can operators make a clear link between quality defects and machine components? E.g. Can there be any NTRM contamination? Could a label be damaged after being applied in the package?					16.1	

Figura 30: Feedback to Design template

Il Feedback to Design viene allegato allo strumento Design Package, il quale raccoglie al suo interno tutte le caratteristiche del progetto e viene inserito all’interno dell’*User Requirements Specification*.

eFMEA – pFMEA

La Failure Mode and Effects Analysis (FMEA), accennata nei capitoli precedenti, in ambito IM risulta uno strumento che permette di individuare e quantificare i rischi di progetto in fase di *Experience Design*, in modo da sviluppare specifici piani di contingenza sulla base dei rischi identificati previamente all’approvazione del Design Package, e quindi alle fasi di produzione e

spedizione dell'equipment, ai fini del raggiungimento del Vertical Startup. Infatti, la FMEA si basa sull'idea per la quale è molto più semplice effettuare delle modifiche su un macchinario quando questo non è ancora stato spedito nello stabilimento in cui verrà utilizzato: un *re-design* può infatti richiedere, in questo caso, una sola giornata lavorativa presso l'OEM, da confrontare con un tempo richiesto molto maggiore (fino a 4 settimane) per apportare delle modifiche sulla macchina all'interno dello stabilimento PMI. Quindi si valuta in quali modalità e con quali effetti la macchina può essere soggetta ad un guasto, considerando tutti gli step del processo nel quale essa verrà utilizzata.

La pFMEA (*Process Failure Mode and Effect Analysis*) si basa su un singolo processo, con particolare focus sulla qualità, ed è uno step obbligatorio previsto dal Quality Management System di PMI.

La eFMEA (*Equipment Failure Mode and Effect Analysis*) è invece un tool di Initiative Management che si basa sul singolo macchinario che verrà installato all'interno dello stabilimento PMI.

DEPLOYMENT PLANNING										
ID	Process Step	Picture ID	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Severity #1	Potential Cause/Mechanism of Failure	Occurrence #1	Current Process Controls (corrective or preventive)	Detection #1	RPN #1
										0
										0
										0
										0
										0

Figura 31: eFMEA template – Deployment Planning stage

Quindi, come indicato dalla figura 32, per ogni step di processo, si effettua un brainstorming con un team interfunzionale (che includa process operators e process engineers) per identificare tutti i potenziali rischi, con relativi (potenziali) effetti e cause. I *“Failure modes”*, ovvero le modalità secondo le quali i requisiti del processo (e quindi in questo caso dell'equipment) potrebbero non risultare soddisfatti, possono essere di 4 tipi:

- *No function*: il processo considerato risulta completamente non funzionante;

- *Partial function*: il processo funziona, ma soddisfa solo alcuni requisiti;
- *Intermittent function*: il processo non opera in maniera continua (*stop&go*);
- *Unintended function*: il processo effettua delle operazioni non previste a causa di errate interazioni.

Poichè non è possibile eliminare tutti i rischi individuati, vengono identificate delle priorità tramite un Risk Priority Number (RPN), calcolato come prodotto dei valori assegnati a 3 diverse dimensioni:

- *Severity*: quantifica la gravità del rischio nel caso in cui si manifestasse con un numero da 1 (rischio senza effetti) a 10 (possibile guasto senza preavviso, con massima gravità);
- *Occurrence*: quantifica la frequenza con cui il rischio potrebbe presentarsi con un numero da 1 (il problema non si è mai manifestato nei processi quasi identici) a 10 (probabilità molto alta);
- *Detection*: indica quanto è efficace il sistema di controllo nell'identificare il rischio con un numero da 1 (il problema è sicuramente rilevabile) a 10 (il problema non può essere rilevato).

Il Risk Priority Number (RPN) permette di definire i rischi sui quali è necessario porre azioni correttive, riducendo il rischio, non eseguendo l'azione che lo prevede o insegnando al personale come comportarsi in relazione ad esso. Quindi, una volta messe in atto le azioni mitigatorie, vengono calcolati dei nuovi valori di Severity, Occurrence e Detection (e quindi un nuovo RPN, come è possibile vedere in figura 33) sulla base di come il rischio risulta modificato in seguito alle azioni.

DEPLOYMENT (Actions needs to be executed prior Commissioning)								
Action ID	Recommended Action(s)	Responsible Person	Target Completion Date	Completion Status	Severity #22	Occurrence #22	Detection #22	RPN #22
								0
								0
								0
								0
								0

Figura 32: eFMEA template – Deployment stage

VSU Risk Assessment

Il Vertical Startup Risk Assessment (VSU Ass) rappresenta uno strumento per monitorare l'evoluzione del progetto ai fini del raggiungimento del Vertical Startup. Esso si presenta come una serie di domande su aspetti relativi agli equipment, al personale, al supporto da parte della leadership, ai materiali e alle competenze, a cui è necessario rispondere almeno 2 volte (sebbene siano consigliate 3 volte, fino ad un massimo di 4) durante l'avanzamento del progetto. Si distingue dalla eFMEA poichè i rischi, in questo caso, risultano già identificati, e sono specifici per la linea in cui il progetto verrà implementato. Il VSU Risk Assessment può essere di due tipi, a seconda del progetto considerato:

- VSU RA Full: prevede 19 *Risk Areas* e circa 120 *Risk Items* (ovvero circa 120 domande a cui rispondere), in fase di ampliamento;
- VSU RA Lean: prevede 6 *Risk Areas* e circa 50 *Risk Items* (ovvero circa 50 domande a cui rispondere), in fase di ampliamento.

Risk #	Risk Area / Item	Milestone	RA 1	RA 2	RA 3	RA 4	Priority
1	CURRENT OPERATION ASSESSMENT (Existing Line)		40%	0%	0%	0%	7%
1.1	Are equipment differences of the impacted lines listed and prioritized?	Before 650	Yes				
1.2	Is an action plan to close the gaps of lack of standardization across lines ready? Does the project include funds to increase line standardization?	Before 650	N/A				
1.3	Is the energy consumption taken into consideration for the new project and is there an impact on the utilities capacity or harmonic distribution with other project/lines?	Before 650	Yes				
1.4	Is the line running at target PR for the last 3 months (PR Glidepath)? If the line is not in production, benchmark the closest technology to build the baseline. Is the current line running at the target speed (target rate or design speed)?	Before Shipment	Yes				
1.5	Is an efficient action plan in place to close gaps for PR & Unplanned Stops before the initiative? Is there a Reject Rate action plan to close gaps ?	Before Shipment	No				

Figura 33: VSU Risk Assessment template

L'output di ciascun VSU RA effettuato rappresenta la probabilità complessiva, sulla base dei vari aspetti considerati, di raggiungere il Vertical Startup.

Design Package

Il Design Package è un tool che si presenta come un foglio excel guidato che riunisce al suo interno tutte le informazioni necessarie sul design e sulle principali assunzioni del progetto, con l'obiettivo di eliminare le losses dovute ad ambiguità nelle specifiche di prodotti, equipment e processi. Il documento raccoglie tutte le proposte di miglioramento (in modo da trasmetterle ai fornitori per anticiparle) da parte del Feedback to Design, eFMEA e VSU Risk Assessment, considerando inoltre le losses riscontrate nelle fasi di progetto iniziali. Questi elementi vengono quindi uniti alle informazioni relative alle fasi di "Integrated Design Scope" e "Integrated Design Brief" (generalmente non trattate a livello delle funzioni locali), le quali rappresentano degli strumenti complementari all'implementazione del Design Package e sono perciò contenuti al suo interno. Quest'ultimo evolve, infatti, a partire dagli altri due, sulla base delle fasi di avanzamento del progetto.

Integrated Design Scope / Brief – Process Description			
No	Check Points	Yes/No	Remark
SECTION 1: PROJECT OBJECTIVES as per:			
1.1	Project reference #		
1.1.1	Business case	NA	
1.1.2	Resource considerations (MSAT FTE, MS/COE FTE, Manufacturing FTEs, Manufacturing Line / Equipment time availability for testing)	NA	
SECTION 2: OVERVIEW OF PRODUCT & PACKAGING DESIGN			
2.1	Product Design	NA	
2.2	Package Design	NA	
2.3	Key parameters that can drive Preference / Superiority	NA	
2.4	Flexibility requirements - potential future product & packaging variants		
2.5	Assumptions	No	Assumptions/A1
SECTION 3: DETAILED PRODUCT SPECIFICATIONS			
3.1	Product / Formula specification		
3.2	Draft / development raw material specifications	Yes	
3.3	Flavor/Blend Formats	No	
3.4	Critical Quality material attributes (cQMA)		
3.5	Development Product Appearance (visuals / images of products used in Consumer Test prior to Design Package)		
3.6	Rework considerations		
SECTION 4: DETAILED PROCESS SPECIFICATION			
4.1	Process Characterization (Process and control strategy, MPA, MPS)		
4.2	Vertical Start-Up (VSU) Success Criterion		
4.3	Product & Packaging handling and storage guidelines (in process)		
4.4	Critical equipment requirements		
4.5	Pack Formats		
4.6	Critical Quality material attributes (cQMA)		
4.7	Packaging Visuals (visuals from Consumer Tests)		
SECTION 5: MANUFACTURING LOCATION			
5.1	Manufacturing Location Scenarios - options considered at IDS; confirmation of decision at IDB		
5.2	Equipment scope - new / additional / modification of equipment		

Figura 34: Design Package

Anche per il Design Package esistono una versione *Full* e una *Lean*, che vengono utilizzate a seconda degli obiettivi di progetto considerati. La compilazione del Design Package coinvolge non solo il Project Leader, ma tutto il team di progetto, ed è importante non solo per tutelarsi da eventuali errori e conseguenti perdite, ma anche per tenere aggiornati tutti gli stakeholders del progetto. Gli User Requirements vengono definiti, in corrispondenza del gate G3 del modello stage-gate di IM, sulla base dell'output del Design Package.

CQV

Con CQV si intendono, nello specifico, le seguenti fasi di testing del nuovo macchinario installato:

- *Commission (C)*: ha l'obiettivo di verificare che la macchina sia in grado di produrre un prodotto con un livello di performance accettabile sulla base dei necessari requisiti di qualità. La verifica viene in questo caso effettuata su un numero di ore di funzionamento della macchina che vanno da 1 a 8;
- *Qualify (Q)*: valuta se la macchina sia effettivamente in grado di raggiungere i livelli di performance attesi, testandola su almeno 3 turni di lavoro consecutivi (24 ore);
- *Verify (V)*: valuta se la macchina è in grado di sostenere il livello di performance previsto per almeno 30 turni di lavoro consecutivi, testandola su più di 60 turni. Nella versione

Lean il test viene invece eseguito su 30 turni, con l'obiettivo di ottenere almeno 15 turni consecutivi in cui la macchina raggiunge i target di *Verify*.

Per ciascuna di esse sono definiti dei "Success criteria", ovvero dei KPI che determinano il superamento o meno delle singole fasi. Se i *Success criteria* risultano soddisfatti per C, Q e V, il Vertical Startup può considerarsi raggiunto. Se le performance desiderate non vengono raggiunte, l'OEM definirà un action plan per far sì che la macchina soddisfi i KPI.

Initiative Management			CQV - Success Criteria									
←			Project Name:		CQV project							
Go / No-Go Criteria												
VSU KPI & Guideline			COMMISSIONING			QUALIFICATION			INITIAL VERIFICATION			
Complexity	FULL IM	Shift 720 min	Pre-C+PQ (4 - 8 h)			Continuous 24 hour run (2Wks Frame)			40 shifts (20 consecutive) 12h pattern			
Dimension (SQDCM)	KPI	Target	KPI	Target	Actual	KPI	Target	Actual	KPI	Target	Actual	
			Safety Clearance	Approved		Safety New or Medium Priority items	Fully Closed					
Quality	SQI	0	SQI	0		SQI	0		SQI	0		
	QI	0	QI	0		QI	0		QI	0		
	PSI	less than or equal to actual	PSI	Less than actual		PSI	Less than actual		PSI	Less than actual		
	VSI	less than or equal to actual	VSI	Less than actual		VSI	Less than actual		VSI	Less than actual		
Delivery	PR	85% or Best in class	Draft Centerline	In place		PR	xx% or glidepath		PR	xx% or glidepath		
			Draft CIL	In place		EE	TBC					
			Draft Maintenance Plan	In place		Centerline	In Place		EE	TBC		

Figura 35: CQV – Success criteria template

Technological Transfer & Training

Per Technological Transfer & Training (TT&T) si intende un approccio sistematico finalizzato a far sì che le persone abbiano le competenze e qualifiche necessarie per le nuove operazioni previste dal progetto, in modo da eliminare tutte le perdite dovute alla mancanza di *people readiness*. Lo strumento prevede prima di tutto l'utilizzo di una checklist per individuare tutti gli elementi modificati dal progetto (es. Manuali, planimetrie, procedure). In seguito, per ciascuna modifica, è necessario definire uno specifico piano di formazione da erogare alle persone impattate dalle modifiche. Il TT&T viene eseguito durante le fasi di *Deployment Planning* e *Deployment*, anche se

la *full-readiness* delle persone coinvolte si può avere solo al termine della fase di Verify, una volta che il progetto è nella fase finale di sviluppo.

Project Loss Analysis

Nella Project Loss Analysis (PLA) si analizzano tutti gli eventi all'interno del progetto che hanno generato delle perdite, e si identificano, di conseguenza, le azioni da intraprendere. La raccolta dei dati per l'analisi delle perdite parte già dal gate G1, in quanto in corrispondenza di esso è possibile identificare le prime perdite legate all'implementazione del progetto.

L'analisi parte dall'utilizzo di una checklist, esaminata dal team di progetto per stabilire quali losses si sono verificate fino alla fase di progetto considerata.

Loss Category	Checkpoints/Questions	Example
Target Achievement	Project financial benefits are met?	
	Project benefits (non financial) are met?	Project delivered to internal customers (ex. Production)
	The project has reached the vertical startup?	PR decreasing of 5%
	Are VSU KPIs met?	
	Are FAT targets met?	
	Are CAT targets met?	
	Are IOQ targets met?	
	Are CQV targets met?	
	Is every component conform/Are there non conformities?	Non-conforming parts or components
	All the documentation is updated/Any missing documentation?	Documentation of machines and processes updated
Timeliness	Any delay in time to market?	Delay in project execution, leading to delay in new product launching, potential loss generated market side to be evaluated
	Any delay due to time spent to correct mistakes made while doing site clearance?	Delay due to mistakes in decommissioning building/equipment (ex. damage to equipment)
	Any delay, rework, or additional tests and modifications triggered by changes in Design packages?	Reworks due to changes in specifications, that were not frozen before G3
	Any delay linked to FtD?	Expenses for test material and additional effort necessary to test equipment change due to learning that could have been captured with FtD
	Any delay due to communication between different roles?	
	Any delay due to improper definition of roles?	
	Any delay due to short notice changes?	
	Any delay in FAT?	
	Any delay due to negative results at FAT?	
	Any delay in CAT?	
	Any delay due to negative results at CAT?	
	Any delay in IOQ?	
	Any delay due to negative results at IOQ?	
	Any delay due to time spent on CIL (Control, Inspect, Lubricate)?	
	Any delay due to uncorrect definition of CL (centerline) parameters?	
	Any delay due to TT&T execution?	
	Any delay due to CQV activities?	
	Any delay linked to QMS procedure?	
	There has been the need to rework the production?	

Impacts	Any part damaged?	
	Any resource damaged?	
	Any additional equipment cost?	
	Any additional cost related to changes?	
	Any additional workload?	
	Any idled time/resource?	Project team in stand-by and idled waiting for decision making, quality analysis results, ecc.
	Any impact on other functions work?	
	Any impact on other functions KPIs?	
	Any additional cost (including rework) due to short notice changes/communication between different roles?	
	Any additional test required?	
	Any additional testing costs and efforts (both for equipment and to carry out the test)	
	Any additional analysis required?	
	Any CAPEX spent to correct mistakes made while doing site clearance?	Additional costs due to mistakes in decommissioning building/equipment (ex. damage to equipment)
	Any CAPEX spent on buildings/space not used?	
	Any CAPEX spent to speed up the process?	Capex spent to expedite/accelerate delivery of equipment orders due to changes in project timeline?
	Any CAPEX no more needed due to changes?	
	Any additional cost (including rework) linked to FtD?	Expenses for test material and additional effort necessary to test equipment change due to learning that could have been captured with FtD
	Any additional cost (including rework) due to negative results at FAT?	
	Any additional cost (including rework) due to negative results at CAT?	
	Any additional cost (including rework) due to negative results at IOQ?	
	Any additional cost (including rework) spent on CIL?	
	Any additional cost (including rework) due to uncorrect definition of CL parameters	
	Any additional cost (including rework) due to CQV activities?	
	Any additional cost (including rework) linked to QMS procedure?	
	Any EHS issue during the installation?	Noise, odour, ergonomics, dust control
	Any eFMEA criticality (and how do they impact)?	Losses due to risks not captured with eFMEA
	Have all the SWP been used? If not, which has been by-passed? By-passing IM SWP has generated any loss?	
	Any upcharge in OEM costs vs commitment?	Additional cost by OEM due to more trips needed vs scheduled
	Any upcharge in Contractor costs vc commitment?	
	Additional cost for outsourced activities that could have been done internally	Costs for consulting not strictly necessary
Were other options considered that could minimize the budget?		
Any additional FTE (full time equivalent) needed?	Need 1 FTE/shifts more for new equipment, for 2 months, due to technical reasons	
Any additional cost and impact (risk) on the E2E process not previously evaluated?	Increase of costs in Logistic processes, due to uncaptured and unmitigated risks. E.g. need to use disposable cardboard innercore, instead of standard ones because the diameter of the bobin has been changed	
Any general complaint?		

Figura 36: PLA Checklist

È possibile osservare come tutti i punti verificati si indentifichino all'interno di una delle tre categorie principali, che sono rispettivamente il raggiungimento degli obiettivi previsti dal progetto, il rispetto dei tempi stabiliti e la presenza di altri impatti non preventivati. Questi ultimi possono, a loro volta, influenzare gli elementi appartenenti alle altre due classi di impatto (ad esempio provocando ritardi relativamente alle singole milestones di progetto).

All'interno della lista è evidente, inoltre, la presenza di elementi strettamente interconnessi, attraverso una relazione di causalità diretta (ad esempio un impatto sul lavoro delle altre funzioni all'interno dell'organizzazione comporta sicuramente un impatto sui KPI delle suddette funzioni). Allo stesso modo, ogni singola voce può essere suddivisa in ulteriori sottocategorie (ad esempio i costi aggiuntivi relativi ad una specifica fase di progetto possono essere partizionati in diverse classi di costo). La lista dei punti considerati è molto ampia e può essere filtrata a seconda delle specifiche fasi di progetto nelle quali si valuta la presenza o meno di losses.

Lo step successivo consiste nell'identificazione, sulla base della checklist, di tutte le perdite riscontrate. In particolare, la lista "Tracking Sheet" cerca di elencare e quantificare in modo esaustivo gli impatti avvenuti sull'avanzamento del progetto o del processo.

Date	Enter Loss Description	Loss category (drop down)	Loss sub-category (not mandatory)	Loss (in Uom)	Uom	Loss (\$)	Recoverable/Not Recoverable

Figura 37: PLA Tracking Sheet

Nel *Tracking Sheet* le perdite vengono suddivise all'interno delle seguenti categorie:

- Effort (PMI): attività aggiuntive da parte del personale PMI non precedentemente schedate;
- Effort (OEM): attività aggiuntive da parte del fornitore non precedentemente schedate;

- Effort (Contractor): attività aggiuntive da parte di soggetti terzi (es. consulenti) non precedentemente schedate;
- Time (Lost Opportunity): si riferisce al tempo inutilizzato o alle opportunità perse a causa di decisioni o azioni ritardate o non intraprese;
- Capex (Capital expenditure): spese in conto capitale, non precedentemente previste nel progetto, che fanno aumentare il valore dell'azienda; rappresentano la somma di denaro investita per acquisire e migliorare beni fisici come edifici, macchinari, attrezzature o infrastrutture;
- Project expenses – Material: includono i costi, non precedentemente previsti, di tutti i materiali necessari ai fini dell'implementazione, gestione ed esecuzione del progetto;
- Project expenses – Others: includono tutte le altre spese aggiuntive direttamente correlate all'implementazione, gestione ed esecuzione di un progetto (es. studi di fattibilità, manutenzioni, stipendi);
- Manufacturing cost: includono tutti i costi, non precedentemente previsti, necessari per condurre il processo produttivo (es. costi relativi a scarti di materiale);
- Quality lab cost: costi correlati ad analisi di laboratorio aggiuntive richieste all'interno delle fasi di progetto;
- Other: tutte le losses che non appartengono a nessuna delle precedenti classi.

Il worksheet "Graph" genera dei grafici a torta a partire dai dati collezionati, per effettuare analisi sulle perdite riscontrate. I grafici ottenibili, e quindi i diversi criteri di suddivisione delle losses che possono essere utilizzati, sono principalmente di quattro tipi:

- Divisione secondo Loss Category: divide le perdite riscontrate in base alle categorie Effort (PMI), Capex, Project expenses for material, Other project expenses, Manufacturing costs, Quality Lab costs e Others;
- Divisione tra recoverable e non recoverable losses: distingue le perdite potenzialmente evitabili attraverso l'adeguato e puntuale utilizzo degli SWPs di IM (recoverable) da quelle non correlate a tali SWPs (not recoverable);

- Divisione secondo Loss Sub-Category: output non mandatorio, in quanto la divisione delle losses in sottocategorie all'interno del Tracking sheet è facoltativa;
- Divisione secondo System/Standard Work Process: valuta in corrispondenza di quali SWP si sono manifestati gli impatti.

Sulla base delle analisi ottenute, e delle cause identificate grazie ad esse, si stabilirà l'adeguato piano di azione da seguire per far sì che le losses individuate non si verifichino nei successivi progetti.

7. Il caso studio: Installazione Combiner G1

Nel seguente capitolo è descritta l'applicazione del modello stage-gate di Initiative Management precedentemente presentato, mostrando come gli strumenti di standardizzazione offerti da OPEN+ (Standard Work Processes) vengono applicati al progetto di installazione di una nuova linea produttiva all'interno dello stabilimento e, nello specifico, all'installazione di una macchina Combiner, che verrà indicata come Combiner G1.

L'analisi condotta si focalizza sulla raccolta dati e sull'esecuzione di due principali Standard Work Processes:

- La Project Loss Analysis (PLA), per analizzare le perdite individuate;
- L'Initial Problem Solving (IPS), per individuare la root cause.

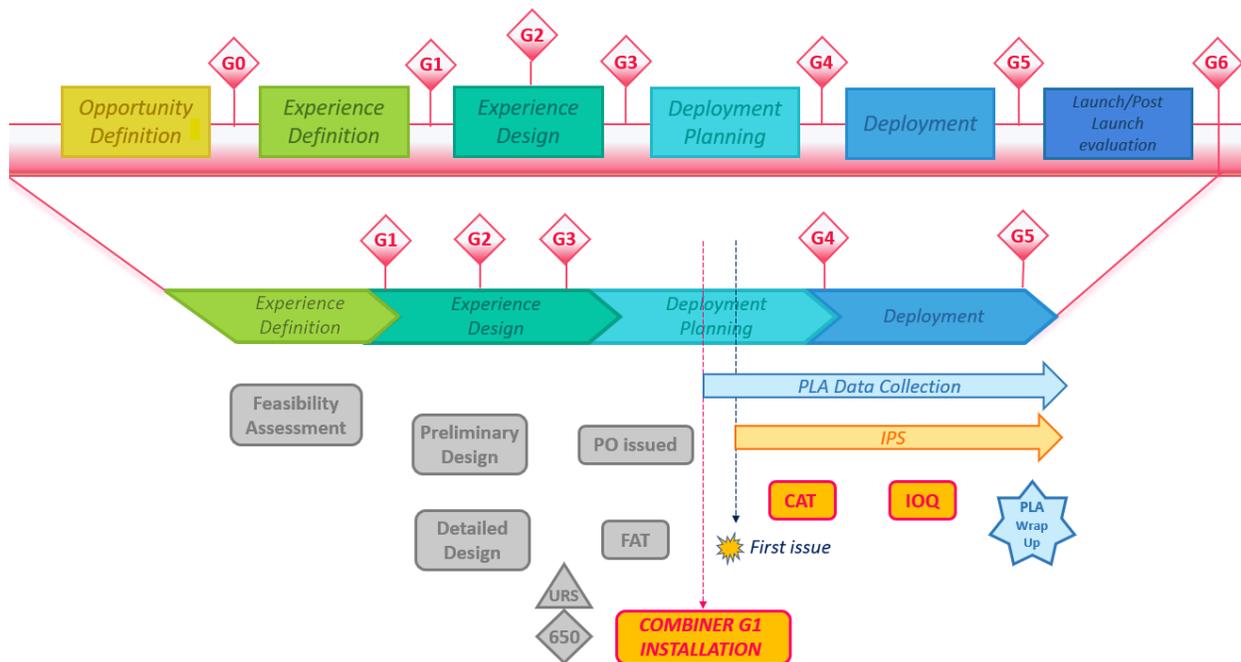


Figura 38: Stage-gate Installazione Combiner G1

In relazione allo schema sopra riportato, le fasi di definizione degli user requirements (URS) e di richiesta e rilascio del budget (650) sono state eseguite al di fuori dello studio condotto, così come lo studio di fattibilità (Feasibility Assessment) e il design della macchina preliminare (Preliminary Design) e definitivo (Detailed Design). Lo stesso vale per l'emissione dei Process Orders (PO) e il First Acceptance Test (FAT) eseguito dal fornitore presso il proprio stabilimento.

La raccolta dati per la PLA (PLA Data Collection) ha inizio in corrispondenza dell'installazione della Combiner, considerando gli impatti dei problemi anche sulle fasi di Commissioning Acceptance Test (CAT) e Installation/Operation Qualification (IOQ). Quindi la checklist di punti da verificare per svolgere la PLA presentata nei precedenti capitoli, nell'ambito di OPEN+ è stata adattata al caso specifico.

Loss Category	Checkpoints/Questions	Example
Target Achievement	Project benefits (non financial) are met?	Project delivered to internal customers (ex. Production)
	Are VSU KPIs met?	
	Are CAT targets met?	
	Are IOQ targets met?	
	Is every component conform/Are there non conformities?	Non-conforming parts or components
	All the documentation is updated/Any missing documentation?	Documentation of machines and processes updated
Timeliness	Any delay, rework, or additional tests and modifications triggered by changes in Design packages?	Reworks due to changes in specifications, that were not freeze before G3
	Any delay linked to FTD?	Expenses for test material and additional effort necessary to test equipment change due to learning that could have been captured with FTD
	Any delay due to communication between different roles?	
	Any delay due to improper definition of roles?	
	Any delay due to short notice changes?	
	Any delay in CAT?	
	Any delay due to negative results at CAT?	
	Any delay in IOQ?	
	Any delay due to negative results at IOQ?	
There has been the need to rework the production?		
Impacts	Any part damaged?	
	Any resource damaged?	
	Any additional equipment cost?	
	Any additional cost related to changes?	
	Any additional workload?	
	Any idled time/resource?	Project team in stand-by and idled waiting for decision making, quality analysis results, ecc
	Any impact on other functions work?	
	Any impact on other functions KPIs?	
	Any additional cost (including rework) due to short notice changes/communication between different roles?	
	Any additional test required?	
	Any additional testing costs and efforts (both for equipment and to carry out the test)	
	Any additional analysis required?	
	Any CAPEX spent to correct mistakes made while doing site clearance?	Additional costs due to mistakes in decommissioning building/equipment (ex. damage to equipment)
	Any CAPEX spent on buildings/space not used?	
	Any CAPEX spent to speed up the process?	Capex spent to expedite/accelerate delivery of equipment orders due to changes in project timeline?
	Any CAPEX no more needed due to changes?	
	Any additional cost (including rework) linked to FTD?	Expenses for test material and additional effort necessary to test equipment change due to learning that could have been captured with FTD
	Any additional cost (including rework) due to negative results or delay in CAT?	
	Any additional cost (including rework) due to negative results or delay in IOQ?	
	Any EHS issue during the installation?	Noise, odour, ergonomics, dust control
	Have all the SWP been used? If not, which has been by-passed? By-passing IM SWP has generated any loss?	
	Any upcharge in OEM costs vs commitment?	Additional cost by OEM due to more trips needed vs
Any upcharge in Contractor costs vs commitment?		
Additional cost for outsourced activities that could have been done internally	Costs for consulting not strictly necessary	
Were other options considered that could minimize the budget?		
Any additional FTE (full time equivalent) needed?	Need 1 FTE/shifts more for new equipment, for 2 months, due to technical reasons	
Any general complaint?		

Figura 39: PLA Checklist - Installazione Combiner G1

L'IPS è invece stata intrapresa a partire dalla prima manifestazione del problema del caso studio, ovvero la presenza di ripetuti fermi macchina dovuti all'attivazione inaspettata dell'interruttore differenziale della blindosbarra che alimenta la macchina. Si noti che l'IPS è uno Standard Work Process del pilastro Focused Improvement, che in questo caso è stato applicato all'ambito Initiative Management per la soluzione della problematica ripetitiva citata.

Le date degli avvenimenti riportati a partire da questo capitolo saranno menzionate facendo riferimento alle settimane lavorative (weeks), in riferimento all'anno 2023. I valori monetari saranno espressi in dollari, per motivi di standardizzazione degli strumenti e dei risultati tra le diverse affiliate.

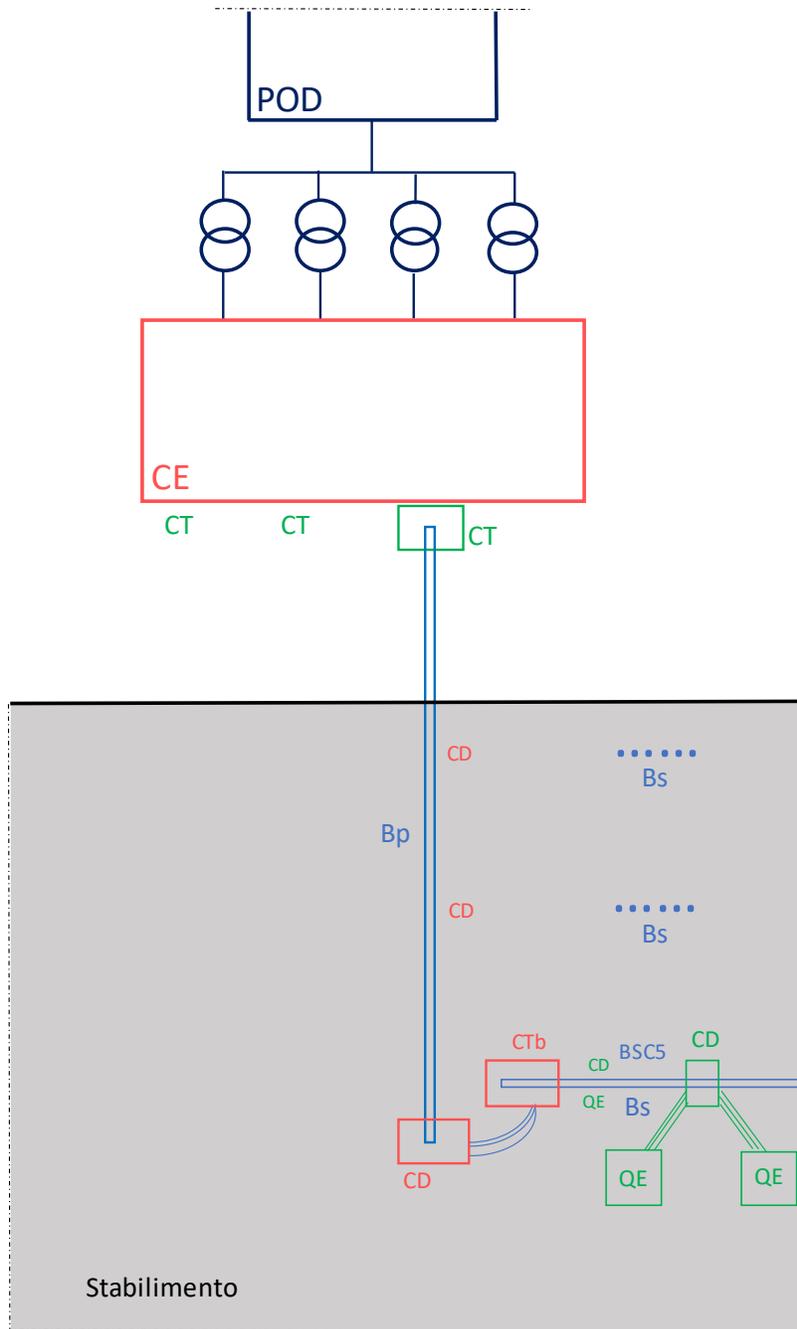
7.1. Il progetto di installazione

Il processo di installazione della linea in cui la Combiner G1 si colloca, composta complessivamente da 12 equipments, è iniziato a fine 2022, anno antecedente all'analisi svolta, con il posizionamento e l'installazione dei primi moduli macchina. In particolare, nel mese di ottobre è stato definito il layout, con la partecipazione del fornitore delle macchine. A novembre è stata invece svolta l'attività di scarico dei moduli macchina all'interno dello stabilimento.

Il montaggio di tutte le componenti è stato infine terminato a fine anno a causa di una variazione del progetto in corso d'opera, legata ad una richiesta, da parte di PMI, di alcune modifiche sulla linea per ottenere maggiore flessibilità nel successivo utilizzo della stessa.

Una volta terminato il montaggio di tutti gli equipment, è stato effettuato il collegamento alle utenze (impianto elettrico, aria compressa e depolveratore). In particolare, sono state richieste le connessioni per 6 quadri macchina, 6 calate di impianto dell'aria compressa e 3 calate per il depolveratore. I collegamenti sono stati avviati in week 8 e terminati in week 11 e hanno coinvolto tre fornitori diversi che hanno lavorato contemporaneamente all'interno della stessa area.

Di seguito viene schematizzato il collegamento della Combiner G1 all'impianto elettrico:



- POD = punto consegna energia
- CE = cabina elettrica
- CT = cassetta di testa
- CD = cassetta di derivazione
- Bp = blindosbarra primaria
- CTb = cassetta di testa della blindosbarra secondaria
- Bs = blindosbarra secondaria
- QE = Quadro elettrico macchina Combiner G1

Figura 40: Schema di collegamento all'impianto elettrico

A partire dal punto di consegna dell'energia in media tensione, i trasformatori, che alimentano tutti lo stesso quadro generale (all'interno della cabina elettrica), trasformano la tensione da media a bassa.

A questo punto si hanno una serie di cassette di testa, una per ogni blindosbarra primaria (lo stesso vale per ciascuna blindosbarra secondaria). Ciascuna blindosbarra primaria si dirama in più blindosbarre secondarie, che servono utenze differenti. La cassetta di testa a cui è collegata la blindosbarra secondaria contiene l'interruttore differenziale di testa (interruttore interessato dalla problematica di sgancio).

La cassetta di derivazione ha lo scopo di distribuire la corrente elettrica, tramite i cavi posizionati nelle blindosbarre, a ciascuna utenza. Quindi, le cassette di derivazione sono tante quante le utenze necessarie: ogni cassetta è collegata ad una blindosbarra secondaria o ad un quadro elettrico macchina. La cassetta a cui la Combiner G1 è collegata è di tipo con fusibile, ma è possibile avere anche cassette con differenziale di tipo A, che analizzano le dispersioni che si verificano sull'utenza in corrente alternata, e con differenziale di tipo B, che indagano le dispersioni anche su corrente continua.

In seguito alla conclusione dell'allaccio alle utilities, vi è stata la prima accensione della Combiner. In week 18 è stato effettuato il primo dry-run, nel quale la macchina è stata messa in funzione senza alcun prodotto al suo interno. Verificato il funzionamento, nel corso della successiva settimana, è stato realizzato il primo prodotto.

Superata questa fase, come previsto da progetto, la velocità e la durata dei run sono stati incrementati ai fini del raggiungimento delle prestazioni desiderate ai fini del superamento del CAT.

In quest'ultimo stadio dell'installazione, in week 19, è emersa per la prima volta la problematica relativa all'attivazione dell'interruttore differenziale, causa determinante della disconnessione della blindosbarra BSC5, a cui la macchina è collegata. Nello specifico, l'accensione della Combiner ha provocato lo sgancio del differenziale di testa della blindosbarra, inducendone lo spegnimento forzato con impatto su ciascuna utenza collegata e conseguente impossibilità di eseguire un run di queste con continuità.

I singoli eventi di sgancio del relè differenziale si sono manifestati con le frequenze indicate nel seguente grafico:

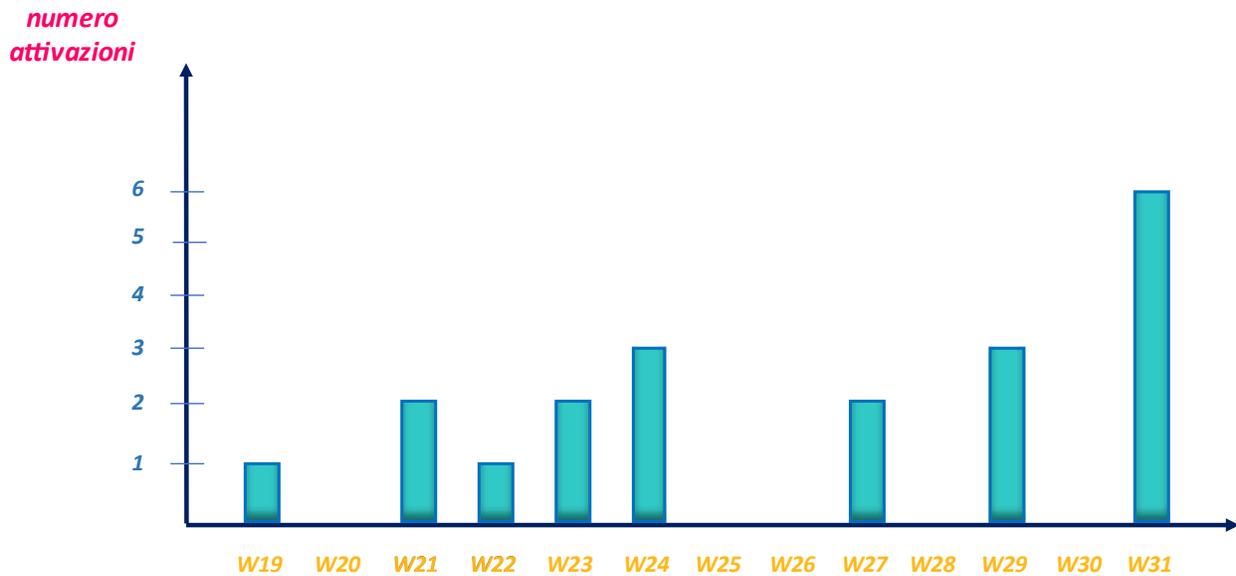


Figura 41: Distribuzione delle attivazioni del differenziale nelle week 19-31

In seguito al primo fermo macchina, come previsto dall'IPS, una volta descritto preliminarmente il problema, è stata effettuata una prima verifica delle condizioni di base dell'attrezzatura, dell'ambiente circostante e del rispetto dei protocolli di sicurezza. Nel caso studio le uniche criticità riscontrate sono state quelle relative all'attrezzatura in funzione.

Inoltre, al di là del difetto riscontrato nel funzionamento della macchina, le attività di manutenzione e la definizione dei parametri di Center Line (CL) non sono applicabili al caso considerato perchè la macchina non è ancora stata consegnata agli utilizzatori, l'attrezzatura è conforme alla normativa EHS e il sistema di sicurezza è regolarmente controllato, quindi non ha senso indagare ulteriormente su questi elementi.

**1.3. Verifica la condizione di base per il problema riorientato:
Verify base condition for refocused problem:**

OK: Standard disponibile, aggiornato e seguito / Standard available, updated and followed

NOK: Problema di sistema (standard non disponibile, non seguito, non aggiornato) / System Issue (Standard not available, not followed, not updated)

NA: Sistema non applicabile / System Not Applicable

OK	NOK	NA	<p>Condizioni di base dell'attrezzatura in atto (nessun difetto, CL ok, attività di manutenzione eseguite, attrezzatura conforme alla normativa EHS, sistema di sicurezza regolarmente controllato)</p> <p>Equipment base condition in place (No defects, CL are ok, maintenance tasks performed, equipment meets EHS regulation, safety system regularly checked)</p>
OK	NOK	NA	<p>Condizioni di base del posto di lavoro in atto (5s), nessun difetto, condizioni di base ripristinate, proprietario dell'area assegnato, area regolarmente controllata, leadership che visita regolarmente l'area)</p> <p>Work place base condition in place (5s, No defects, base condition restored, area owner assigned, area regularly checked, leadership regularly visiting area)</p>
OK	NOK	NA	<p>Valutazione del rischio/Valutazione dell'impatto ambientale in atto per quest'area e compito? (Valutazione del rischio/VIA aggiornata, rischio identificato e ridotto a livello accettabile, misure di controllo applicate, gestione del cambiamento eseguito)</p> <p>Risk assessment / Environmental impact assessment in place for this area and task? (Risk assessment / EIA updated, risk identified and reduced to acceptable level, control measures applied, management of change executed)</p>

OK	NOK	NA	<p>Sono utilizzati il trigger di sicurezza/ambiente/salute? (rischio identificato e risolto, team consapevole del rischio, nessuna persona che non si sente al meglio per svolgere l'attività, aggiornato di conseguenza durante il turno/giorno)</p> <p>Safety/Environmental/Healthy trigger in place? (risk identified and fixed, team aware about risk, no person not feeling at his best to perform the task, updated accordingly during the shift/day)</p>
OK	NOK	NA	<p>BOS in atto? (Impegno BOS e frequenza sul target nella linea/area; problema sollevato e risolto)</p> <p>BOS in place? (BOS engagement and frequency on target in the linea/area; issue raised and fixed)</p>
OK	NOK	NA	<p>QRP utilizzato se le attività non di routine e le condizioni cambiano? (QRP eseguito, rischio identificato e risolto, team consapevole del rischio)</p> <p>QRP used if non routine activities and condition change? (QRP done, risk identified and fixed, team aware about risk)</p>
OK	NOK	NA	<p>La persona è idonea/ha la capacità di svolgere il compito? (Restrizioni mediche esistenti per svolgere l'attività, controlli medici eseguiti correttamente, formazione/comprendimento)</p> <p>Person fits / has the capability to perform the task? (Existing medical restrictions to perform the task, medical checks properly done, trained/understood)</p>
OK	NOK	NA	<p>Mappa della sicurezza utilizzata? (tutti i rischi identificati, misure di controllo applicate, visualizzazione sul posto e in buone condizioni, la persona è consapevole)</p> <p>Safety map in place? (all risk identified, control measures applied, visualization in place and in good condition, person is aware)</p>

OK	NOK	NA	<p>Procedure operative in atto per eseguire l'attività? (es. LOTO, dichiarazione di metodo, permesso di lavoro, OPL, istruzioni di lavoro, documenti che riflettono i passaggi attuali/reali per completare l'attività)</p> <p>Operating procedures in place to perform the task? (in. ex. LOTO, Method Statement, Work Permit, OPL, Work Instruction, documents reflecting current/real steps to complete the task)</p>
OK	NOK	NA	<p>Audit/ispezioni tecniche EHS in atto? (ad esempio, attrezzature di emergenza, attrezzature antincendio, altre ispezioni tecniche)</p> <p>EHS technical audits/inspections in place? (i.e., Emergency equipments, fire equipments, other technical inspections)</p>
OK	NOK	NA	<p>Ergonomia/area difficile da raggiungere/design della macchina valutato per l'attività?</p> <p>Ergonomics/hard to reach area/machine design evaluated for the task?</p>
OK	NOK	NA	<p>Job safety analysis in atto? (piano per area, allineato alle istruzioni di lavoro)</p> <p>Job safety analysis in place? (plan for area, aligned to work instructions)</p>

Figura 42: IPS – Verifica delle condizioni base di funzionamento

L'azione correttiva immediata per ripristinare le condizioni di base di funzionamento della macchine è stato lo spegnimento di queste, in seguito al quale la blindosbarra è stata riarmata ed è stato ritestato il funzionamento delle macchine in condizioni di avviamento controllato.

1.4. Ripristina condizione di base: in caso di problemi di sistema, compilare la tabella seguente:
Restore Base Condition: In case of any system issue, please fill in the table below:

Quale standard manca o richiede un aggiornamento? Which standard is missing or requires update?	Azione per ritornare allo standard/aggiornare/creare un nuovo standard (*) Action to come back to the standard / to update / to create a new standard (*)	Responsabile Responsible	Scadenza Due date
Le condizioni di base delle attrezzature in atto non sono rispettate in quanto la macchina non funziona correttamente.	Ripristinare il corretto funzionamento della macchine: Spegnerne la macchina, riarmare la blindosbarra e ritestare il funzionamento della macchina in condizioni di avviamento controllato. Lavoro di controllo sulla Combiner da parte dell'OEM	Manufacturing Engineer, Project Engineer, OEM e tecnici di competenza esterni all'azienda	W19

Figura 43: IPS – Ripristino delle condizioni di base

Nella stessa week il fornitore della Combiner G1 ha effettuato dei controlli sull'attrezzatura, svolti nello specifico da tre operatori in una singola giornata di lavoro, senza individuare particolari criticità. L'effort aggiuntivo dell'OEM ha generato quindi delle perdite, che sono state inserite all'interno del Tracking Sheet della PLA.

Date	Enter Loss Description	Loss category (drop down)	Loss (in Uom)	Uom	Loss (\$)
W19	OEM rework to work on machine	Effort (OEM)	0.6	Weeks x persons	\$ -

Figura 44: PLA – Tracking sheet (1)

A questo punto è stata intrapresa la Why-Why Analysis dell'IPS. In risposta al problema, collegato alle elevate dispersioni di corrente presenti, è stata effettuata innanzitutto una mappatura della blindosbarra BSC5 in week 20 da parte di un contractor esterno, con costo per individuare i parametri di base dell'impianto elettrico dello stabilimento, al fine di vedere quali equipment possa gestire, e verificare le condizioni di intervento dell'interruttore differenziale a capo della

blindo sbarra, pari a 2 Ampere per 1 secondo. Sono state inoltre mappate le macchine collegate alla blindosbarra e i relativi consumi di potenza in kW e A. Poichè alla BSC5, oltre alla Combiner, era collegata anche un'altra macchina, la presa di derivazione di quest'ultima è stata connessa ad un'altra blindosbarra (in week 20), in modo da diminuire il carico complessivo sulla BSC5. Questa macchina, in ogni caso, non risultava operativa durante lo sgancio, dunque relativamente ad essa non sono stati registrati fenomeni di interruzioni delle attività produttive o scarti di materiale.

1.5. Chiediti **PERCHÈ?** Chiedi perché si è verificata la deviazione dallo standard?
 Ask **WHY WHY?**: Ask Why the deviation from the Standard Happened?

CHE COSA (Cause immediate comprovate; quelle che si sono dimostrate "vere") WHAT (Proven immediate causes; those that are proven "True")	PERCHÈ? (1) La vera causa immediata esisteva come l'hai trovata) WHY? (1) The true immediate cause existed as you found it)	V/F T/F	PERCHÈ (2) WHY? (2)	V/F T/F	PERCHÈ (3) WHY? (3)	V/F T/F
Fermo macchina	Interruzione del flusso di corrente all'interno della blindosbarra a cui la Combiner è collegata	TRUE	Attivazione dell'interruttore differenziale a monte della blindosbarra	TRUE	Il valore di dispersione rilevato supera la soglia di intervento del differenziale	TRUE

PERCHÈ (4) WHY? (4)	V/F T/F	CONTROMISURE COUNTERMEASURES	RESP.	SCADENZA DUE DATE
Le dispersioni delle macchine collegate alla blindosbarra BSC5 sovraccaricano la linea	FALSE	Mappatura della blindosbarra	Contractor esterno	W19
		Spostamento dell'altra utenza su un'altra blindosbarra	Contractor esterno	W20

Figura 45: IPS – Why-Why Analysis (1)

Le contromisure hanno generato di conseguenza delle perdite, che sono state anch'esse quantificate e inserite nel Tracking Sheet.

W19	Expenses costs for busbar mapping	Project expenses- Others	12000	\$	\$	12,000
W20	Contractor effort to connect the other machine on another busbar	Effort (Contractor)	0.4	Weeks x persons	\$	-

Figura 46: PLA – Tracking sheet (2)

Specificando la fonte del valore di effort espresso in weeks per persons, la connessione dall'altra macchina collegata alla BSC5 su una blindosbarra diversa da quella affetta dal guasto è stata eseguita in una giornata di lavoro da parte di due operatori.

Il problema non è stato però risolto, in quanto nelle successive week si sono verificate altre interruzioni di corrente, per cui l'ipotesi secondo cui le dispersioni sono dovute a particolari condizioni dell'impianto elettrico, e nello specifico al sovraccarico della blindosbarra BSC5, è da considerarsi falsa.

Indipendentemente dalle problematiche riscontrate, il progetto di installazione della Combiner G1 risulta completato in week 26, sebbene il progetto complessivo di installazione della linea produttiva risulti ancora in corso, in quanto la macchina, in fase di Commissioning Acceptance Test e Installation Operation Qualification, ha raggiunto gli obiettivi di performance stabiliti all'inizio del progetto. A partire dalla week 26, quindi, con l'inizio della produzione, le conseguenze dirette dei fenomeni di sgancio sono state il fermo della linea produttiva e quindi dei test. I test sono stati dunque interrotti, più volte in giorni differenti, per evitare il danneggiamento della macchina e, di conseguenza, è stata necessaria una ripianificazione di essi. Il risultato immediato di questi stop è stato l'inutilizzo delle risorse, sia macchina che uomo e la necessità di brainstorming da parte del personale PMI per trovare possibili soluzioni alle criticità riscontrate.

Production line stop due to repetitive unplanned activations of the residual-current device	Time (Lost Opportunity)	1.5	Weeks	\$	-
Idled resources (manning) because of the stop	Effort (PMI)	7.5	Weeks x persons	\$	8,654
Idled resources (machines) because of the stop	Time (Lost Opportunity)	1.5	Weeks	\$	-
Test rescheduling	Time (Lost Opportunity)	0.4	Weeks	\$	-
Rework (PMI brainstorming)	Effort (PMI)	2.0	Weeks x persons	\$	2,308

Figura 47: PLA – Tracking sheet (3)

Queste losses sono distribuite su diverse settimane, successive alla 26. I valori riportati sono, perciò, ottenuti come somma dei tempi aggiuntivi distribuiti sulle diverse weeks. L'inutilizzo delle risorse uomo fa riferimento ad un orizzonte temporale complessivo di una settimana e ad un numero di persone pari a 5, mentre il rework in termini di brainstorming da parte del personale PMI è basato su un tempo complessivo di 2 giorni per 5 operatori.

Nella stessa week, di conseguenza, la potenziale causa delle dispersioni è stata identificata all'interno della Combiner stessa, ed è stata richiesta una soluzione tecnica al fornitore della macchina, il quale ha proposto due alternative:

1. La prima è l'installazione di un transformer box, apparecchiatura elettronica che agisce come filtro tra l'impianto elettrico esistente in azienda e la macchina installata, in modo che il carico di quest'ultima rimanga costante, in quanto i picchi di tensione e di corrente dispersa vengono assorbiti. L'offerta, tuttavia, è stata per il momento tenuta in sospeso e si terrà in considerazione nell'eventualità in cui il problema si ripresenti;

2. L'altra proposta dell'OEM è stata la separazione dell'alimentazione elettrica dei moduli ausiliari della Combiner, grazie all'installazione di un nuovo quadro elettrico in modo che questi equipment siano alimentati da un'altra blindosbarra.

In seguito ad un'analisi dei costi delle due alternative, si è optato per la seconda soluzione. In ogni caso, la potenziale introduzione del transformer box all'interno del layout esistente ha richiesto un ulteriore effort da parte del personale PMI e dell'OEM per la modifica del layout ai fini del potenziale posizionamento dell'apparecchiatura, richiedendo l'impegno congiunto di due persone (una per PMI e una per l'OEM) per un intervallo di tempo complessivamente pari ad una settimana (per ognuno), distribuito tra le week 26 e 27. In week 30 sono quindi state sostenute le spese relative all'acquisto e installazione (da parte dell'OEM) del nuovo quadro, in aggiunta agli altri due quadri presenti, con l'obiettivo di suddividere le utenze su più quadri e quindi dividere le dispersioni su più linee della blindosbarra primaria dello stabilimento.

PERCHÈ (3) WHY? (3)	V/F T/F	PERCHÈ (4) WHY? (4)	V/F T/F	CONTROMISURE COUNTERMEASURES	RESP.	SCADENZA DUE DATE
Il valore di dispersione rilevato supera la soglia di intervento del differenziale	TRUE	Le dispersioni sulla Combiner sono più alte rispetto ai valori tollerabili dal differenziale	TRUE	Installazione di quadro elettrico macchina aggiuntivo	OEM	W30
				Installazione di un transformer box per la macchina	OEM	Ancora da definire

Figura 48: IPS – Why-Why Analysis (2)

W26-W27	Additional PMI effort for transformer box positioning (layout modification)	Effort (PMI)	1	Weeks x persons	\$ 1,153.85
W26-W27	Additional OEM effort for transformer box positioning (layout modification)	Effort (OEM)	1	Weeks x persons	\$ -
W30	Capex costs to buy new electrical cabinet (installation and connection)	Capex	16500	\$	\$ 16,500.00

Figura 49: PLA – Tracking Sheet (4)

Inoltre, sulla base di un'ipotesi di malfunzionamento dei differenziali dei quadri della Combiner, in occasione dell'installazione dell'interruttore sul nuovo quadro macchina, sono stati sostituiti anche i differenziali presenti sugli altri due quadri. Queste operazioni sono state effettuate da parte di un contractor esterno, in assenza di costi aggiuntivi per l'azienda, ma richiedendo un effort equivalente ad una giornata di lavoro da parte di un tecnico di un'azienda contractor.

PERCHÈ (3) WHY? (3)	V/F T/F	PERCHÈ (4) WHY? (4)	V/F T/F	CONTROMISURE COUNTERMEASURES	RESP.	SCADENZA DUE DATE
Il valore di dispersione rilevato supera la soglia di intervento del differenziale	TRUE	I differenziali del quadro macchina non funzionano correttamente	FALSE	Sostituzione interruttori differenziali dei quadri macchina	Contractor esterno	W30

Figura 50: IPS – Why-Why Analysis (3)

W30	Installation of new residual-current devices	Effort (Contractor)	0.2	Weeks x persons	\$ -
-----	--	---------------------	-----	-----------------	------

Figura 51: PLA – Tracking Sheet (5)

In week 31, però, l'interruzione di corrente si è manifestata altre 6 volte. In particolare, In seguito all'ultima attivazione indicata non è stato più possibile riarmare il differenziale fino al giorno successivo e di conseguenza la produzione è stata interrotta per il resto della giornata lavorativa.

Nella stessa settimana sono quindi stati esaminati tutti gli interruttori differenziali interessati dalla problematica, determinando ulteriori costi. In sede di verifica è stato rilevato che l'installazione di uno dei nuovi interruttori dei quadri macchina era stata effettuata in modo errato, quindi l'alimentazione verso l'utenza risultava mancante. L'errore ha richiesto un rework, effettuato in week 34, richiedendo una giornata lavorativa da parte di un tecnico di un'azienda contractor, per la corretta installazione del dispositivo da parte del soggetto terzo.

PERCHÈ (3) WHY? (3)	V/F T/F	PERCHÈ (4) WHY? (4)	V/F T/F	PERCHÈ (5) WHY? (5)	CONTROMISURE COUNTERMEASURES	RESP.	SCADENZA DUE DATE
Il valore di dispersione rilevato supera la soglia di intervento del differenziale	TRUE	I differenziali del quadro macchina o dell'impianto elettrico non funzionano correttamente	FALSE	Installazione scorretta dell'interruttore differenziale sul quadro macchina	Analisi sugli interruttori differenziali dell'impianto e della macchina	Contractor esterno	W31
					Reinstallazione dell'interruttore installato male	Contractor esterno	W34

Figura 52: IPS – Why-Why Analysis (4)

In seguito a quest'ultimo avvenimento non si sono più registrate attivazioni del relè differenziale e quindi interruzioni di operatività della macchina non pianificate. L'installazione del transformer box rimane comunque come open point da valutare nel caso in cui il problema riemerge.

La linea temporale riportata di seguito mostra visivamente tutti gli eventi descritti.

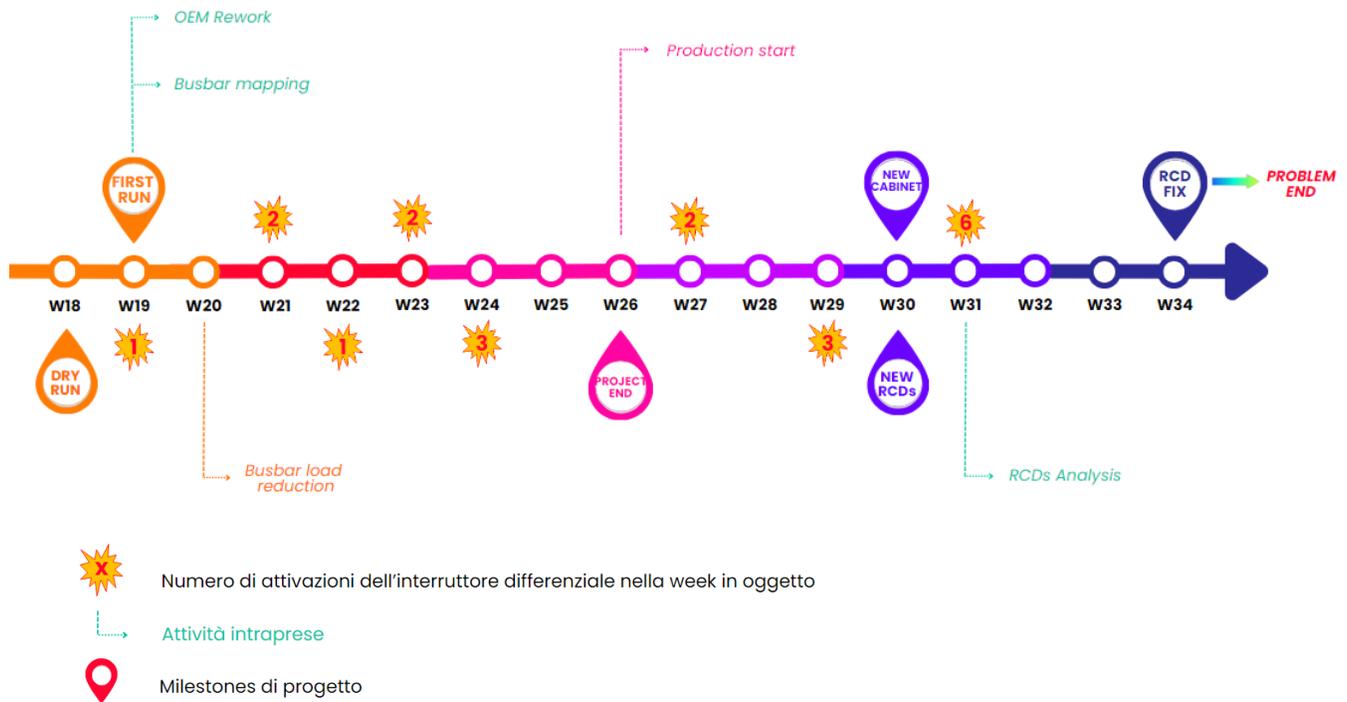


Figura 53: Linea temporale degli eventi – Installazione Combiner G1

Gli eventi descritti non sono correlati a delle specifiche modalità di funzionamento della macchina o a determinate operazioni eseguite dalla stessa, ma sono randomici.

7.1.1. Valutazione strategica degli impatti

Valutando gli impatti da un punto di vista strategico, l'analisi del processo descritto evidenzia l'assenza di perdite significative precedentemente alla week 26 (nella quale è stata avviata la produzione quando la macchina ha raggiunto i parametri prestazionali desiderati) in quanto le ripetute attivazioni del differenziale non pianificate hanno avuto degli effetti, in termini di rallentamenti, solo sul commissioning della macchina. Non sono stati registrati, quindi, effetti sul planning dei test e sulle risorse uomo in questo intervallo temporale. Lo stesso vale per l'altra macchina collegata alla blindosbarra BSC5, in quanto non operativa al momento dell'interruzione. È stato poi possibile recuperare il ritardo nella fase di Commissioning Acceptance Test sulla Combiner G1, poichè l'OEM ha potuto ripianificare le attività di controllo

propedeutiche al commissioning, eseguibili a macchina ferma, sfruttando il tempo di inattività dovuto agli stop. Pertanto, dalle fasi di FAT presso il fornitore e CAT presso lo stabilimento risultano assenti perdite e danni sui materiali e attrezzature. Per quanto riguarda la fase di IOQ non sono stati registrati ritardi significativi. Quindi le conseguenze degli sganci, fino alla week 26, non hanno determinato impatti a livello temporale, ma hanno inciso sul progetto causando costi aggiuntivi, dovuti alle analisi effettuate da soggetti terzi e ai diversi rework.

A partire dal momento in cui è stato conseguito il livello di prestazione atteso della Combiner e terminata, di conseguenza, l'installazione della linea, la macchina è stata utilizzata per il suo scopo principale e quindi per effettuare i test previsti.

Pertanto, dalla week 26 in poi le perdite hanno assunto una maggiore rilevanza, causando l'interruzione dei test e il mancato utilizzo delle risorse non ricollocabili. Inoltre sono stati registrati extra-costi in termini di capex ed expenses, relativi all'acquisto e all'installazione dei nuovi dispositivi e sistemi, richiesti dalla necessità immediata della soluzione ad un problema che impatta, in questo caso, direttamente sulla funzione primaria della macchina, ovvero la produzione di stick di tabacco.

7.1.2. Project Loss Analysis

La Project Loss Analysis identifica le perdite correlate ad uno specifico progetto, associandole agli eventi da cui sono state causate. Come precedentemente accennato, essa rappresenta un fondamentale strumento del pilastro Initiative Management di OPEN+, che si configura come un file Excel con più fogli di lavoro, ciascuno corrispondente ad una specifica fase dell'analisi. La Loss Analysis consente di fornire un feedback alla gestione del progetto considerato, individuando le potenziali aree di miglioramento per prevenire le perdite riscontrate nei progetti futuri, tramite un approccio basato su dati quantitativi. Nell'ambito dello studio su cui si basa l'elaborato è stata quindi eseguita la PLA relativamente alle fasi di progetto indicate nei paragrafi precedenti, a partire dalle domande incluse nel worksheet '*PLA_Checklist*'. Le perdite descritte nel paragrafo precedente, aggiunte di volta in volta all'interno del Tracking Sheet, sono riassunte di seguito.

Analizzando ogni singolo impatto in base alle differenti *loss categories*, l'attivazione dell'interruttore differenziale, una volta iniziata la produzione in seguito alla fine del progetto, ha causato il fermo della linea produttiva (determinando quindi ritardi nei test e la necessità di una rischedulazione di questi) e il mancato utilizzo delle macchine e delle risorse umane, in quanto non ricollocabili. In seguito al problema, altre perdite sono da identificarsi in termini di effort supplementare richiesto al fornitore dell'equipment, al personale PMI e a contractor esterni. Agli eventi in oggetto, sono poi correlate due spese in conto capitale: il costo di acquisto di un nuovo transformer box per la macchina e il costo di acquisto di un nuovo quadro elettrico. La prima, in particolare, è stata quantificata ma non inserita nella PLA, in quanto l'acquisto dell'asset è tuttora in fase di valutazione e quindi la considerazione del costo (pari a 54000 \$) avrebbe prodotto una PLA eccessivamente cautelativa. È necessario però considerare che alla valutazione dell'introduzione del transformer box nel layout esistente è stato associato un effort (da parte del personale PMI e dell'OEM) per il posizionamento dell'apparecchiatura. Essendo quest'ultimo un evento concretamente verificatosi, è stato incluso nella PLA. Le analisi effettuate sulla blindosbarra e sui relè hanno determinato dei costi in termini di expenses per l'azienda, mentre le perdite correlate all'installazione dei nuovi interruttori e al rework per la corretta installazione di uno di essi non hanno comportato costi monetari per l'azienda e quindi vengono identificate come effort aggiuntivo da parte del contractor.

Per visualizzare meglio gli eventi a cui le singole losses sono correlate, è utile effettuare una divisione tra perdite dirette ed indirette, evidenziando di conseguenza come ciascuna è influenzata dalle altre, attraverso la costruzione di un grafico che indichi la sequenzialità tra i diversi impatti.

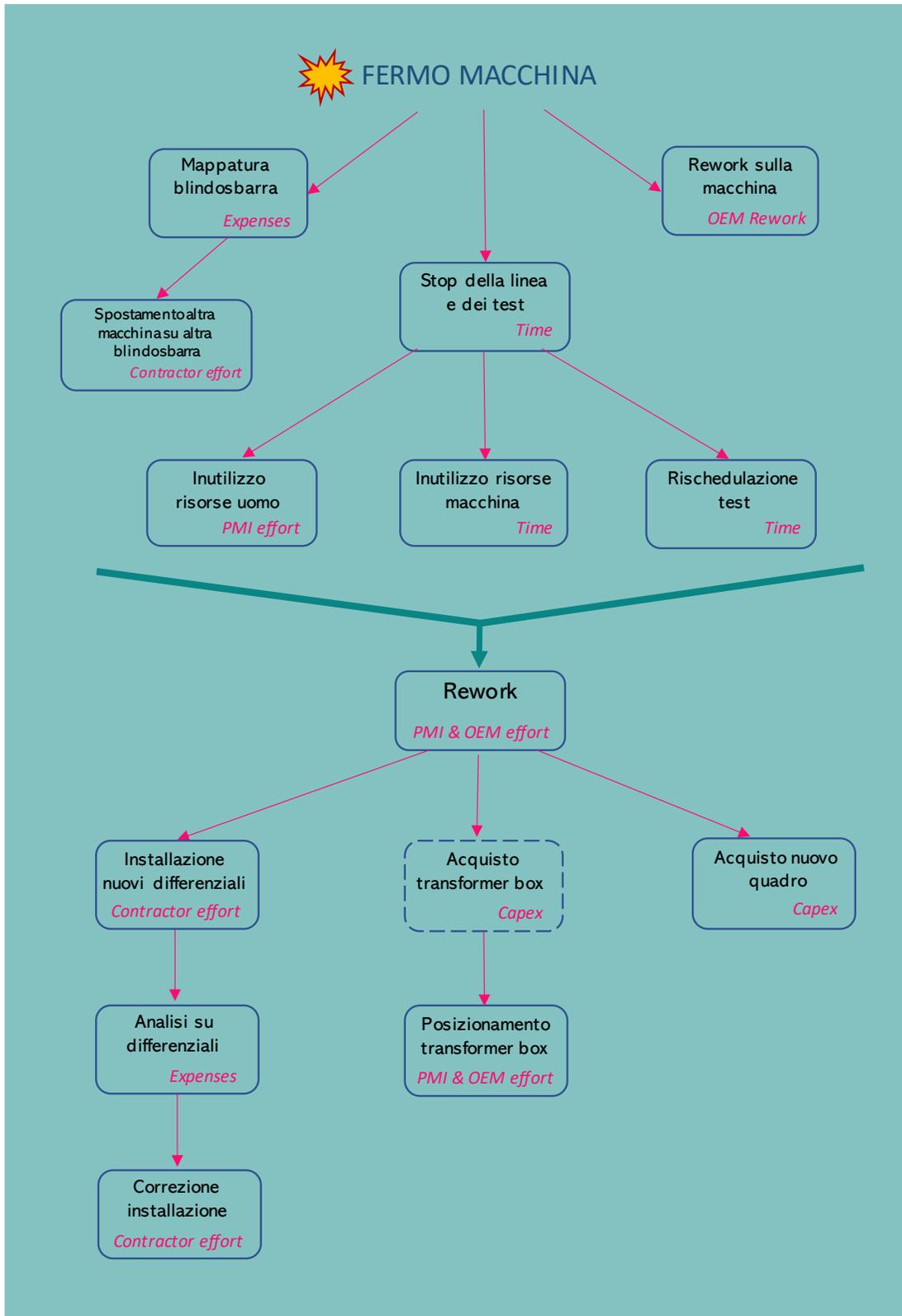


Figura 54: Schematizzazione degli eventi – Installazione Combiner G1

Una volta inseriti tutti gli eventi, sono state identificate le perdite Recoverable, evitabili attraverso l'adeguato e puntuale utilizzo degli SWPs di IM, e Not Recoverable, non correlate a tali SWPs. Le perdite in termini di effort per il posizionamento del transformer box nel layout esistente e per la corretta installazione del differenziale inserito in maniera errata sono state considerate Not Recoverable in quanto dovute, rispettivamente, alla proposta di installazione dell'apparecchiatura e ad un errore nel processo di installazione dell'interruttore da parte del contractor, e non al mancato o scorretto utilizzo di specifici Standard Work Processes di IM. Tutte le altre losses sono state considerate Recoverable, in quanto potenzialmente evitabili tramite l'utilizzo di strumenti di standardizzazione durante le fasi di progetto.

Di seguito è riportato il Tracking Sheet delle perdite:

Date	Enter Loss Description	Loss category (drop down)	Loss (in Uom)	Uom	Loss (\$)	Recoverable/ Not Recoverable
W19	OEM rework to work on machine	Effort (OEM)	0.6	Weeks x persons	\$ -	Recoverable
W19	Expenses costs for busbar mapping	Project expenses- Others	12000	\$	\$ 12,000	Recoverable
W20	Contractor effort to connect the other machine on another busbar	Effort (Contractor)	0.4	Weeks x persons	\$ -	Recoverable
*	Production line stop due to repetitive unplanned activations of the residual-current device	Time (Lost Opportunity)	1.5	Weeks	\$ -	Recoverable
*	Idled resources (manning) because of the stop	Effort (PMI)	7.5	Weeks x persons	\$ 8,654	Recoverable
*	Idled resources (machines) because of the stop	Time (Lost Opportunity)	1.5	Weeks	\$ -	Recoverable
*	Test rescheduling	Time (Lost Opportunity)	0.4	Weeks	\$ -	Recoverable
*	Rework (PMI brainstorming)	Effort (PMI)	2.0	Weeks x persons	\$ 2,308	Recoverable
W26-W27	Additional PMI effort for transformer box positioning (layout modification)	Effort (PMI)	1	Weeks x persons	\$ 1,153.85	Not Recoverable
W26-W27	Additional OEM effort for transformer box positioning (layout modification)	Effort (OEM)	1	Weeks x persons	\$ -	Not Recoverable
W30	Capex costs to buy new electrical cabinet (installation and connection)	Capex	16500	\$	\$ 16,500.00	Recoverable
W30	Installation of new residual-current devices	Effort (Contractor)	0.2	Weeks x persons	\$ -	Recoverable
W31	Expenses costs for additional analysis to the residual-current devices	Project expenses- Others	3000	\$	\$ 3,000.00	Recoverable
W34	Rework for correct installation of the residual-current device	Effort (Contractor)	0.2	Weeks x persons	\$ -	Not Recoverable

Tabella 1: PLA Tracking Sheet – Installazione Combiner G1

* : Indica che la loss è distribuita su diverse week (nel caso specifico si intendono weeks successive alla 26, settimana di termine del progetto di installazione). Il valore riportato è, perciò, ottenuto come somma dei tempi aggiuntivi distribuiti sulle diverse week.

Riassumendo, le fonti dei valori di effort espressi in weeks per persons sono le seguenti:

- l'inutilizzo delle risorse uomo fa riferimento ad un orizzonte temporale complessivo di una settimana e ad un numero di persone pari a 5;
- il rework in termini di brainstorming da parte del personale PMI è basato su un tempo complessivo di 2 giorni per 5 operatori;
- il rework da parte dell'OEM sulla macchina si basa su un lavoro in una singola giornata effettuato da tre operatori;
- La connessione dall'altra macchina collegata alla BSC5 su una blindosbarra diversa da quella affetta dal guasto è stata eseguita in una giornata di lavoro da parte di due operatori;
- L'effort per la revisione del layout ai fini del potenziale inserimento del transformer box ha richiesto l'impegno congiunto di due persone (una per PMI e una per l'OEM) per un intervallo di tempo complessivamente pari ad una settimana (per ognuno), distribuito tra le week 26 e 27 (settimane successive all'ipotesi di installazione del trasformatore);
- Sia l'installazione dei nuovi interruttori differenziali che la conseguente sistemazione di uno di essi (in quanto installato in maniera errata) hanno richiesto una giornata di lavoro da parte di un tecnico di un'azienda contractor.

Ovviamente, è necessario che tutte le loss siano state quantificate usando la stessa unità di misura (\$). In particolare, a partire dai dati espressi in termini di tempo utilizzato considerando ciascuna persona coinvolta (weeks x persons), per calcolare il corrispondente valore in \$, la PLA ipotizza uno stipendio medio annuo pari a 60000 \$, che suddiviso su 52 settimane annuali restituisce il valore 1153,85.

$$\text{Fattore moltiplicativo} = \frac{\text{stipendio medio annuo } [$/\text{anno}]}{\text{numero settimane lavorative annue } [week/\text{anno}]} = \frac{60000}{52} = 1153.85 [$/\text{week}]$$

Formula 1: Fattore moltiplicativo per la determinazione delle perdite in termini di PMI Effort

Quest'ultimo viene quindi moltiplicato per il valore inserito nel Tracking Sheet al fine di determinare il costo risultante dalla perdita.

$$Loss [\$] = Loss [weeks \times persons] * 1153.85$$

Formula 2: Calcolo della perdita monetaria correlata alla perdita in termini di PMI Effort

Le perdite appartenenti alla categoria Time (Lost Opportunity) non hanno una corrispondente perdita monetaria associata, in quanto l'impatto è difficilmente quantificabile e soggetto a forti variazioni a seconda dei diversi casi. Lo stesso vale per gli effetti sull'effort da parte di OEMs e contractors, in quanto privi di conseguenze dirette sul budget aziendale.

La tabella nel foglio Tracking Sheet rappresenta il documento di base necessario ai fini della PLA, infatti sulla base di essa viene calcolato il valore totale di loss espresso in \$ e, nel worksheet Graph, vengono prodotti dei grafici a torta che consentono di individuare gli elementi più critici del progetto. La perdita complessiva nel caso "Installazione della macchina Combiner G1" considerato risulta pari a 43615 \$.

Affiliate	MTB
Project Name	Combiner Installation
Reference Year	2023
Reference Quarter	Q3
PLA Participants	Project Team, Project Engineering Team, Manufacturing Team
Project brief description	Installation of Combiner G1 machine

Tot Losses	\$	43,615
-------------------	----	--------

Figura 55: PLA Recap – Installazione Combiner G1

Sulla base degli elementi del Tracking sheet, i grafici a torta (da aggiornare ogni volta che vi sono dei cambiamenti nei valori di losses) suddividono le perdite sulla base dei seguenti aspetti:

- Divisione secondo Loss Category: in questo caso la suddivisione è effettuata sulla base delle categorie Effort (PMI), Capex e Other project expenses (poichè le categorie Effort

(OEM), Effort (Contractor) e Time (Lost Opportunity) non hanno uno specifico costo monetario associato);

- Divisione tra Recoverable e Not Recoverable losses.

Quindi primo grafico suddivide le perdite in base alle categorie alle quali è effettivamente possibile ricondurre un costo. Le losses sono state dunque classificate secondo le voci Capex, Expenses ed Effort in termini di personale PMI richiesto.

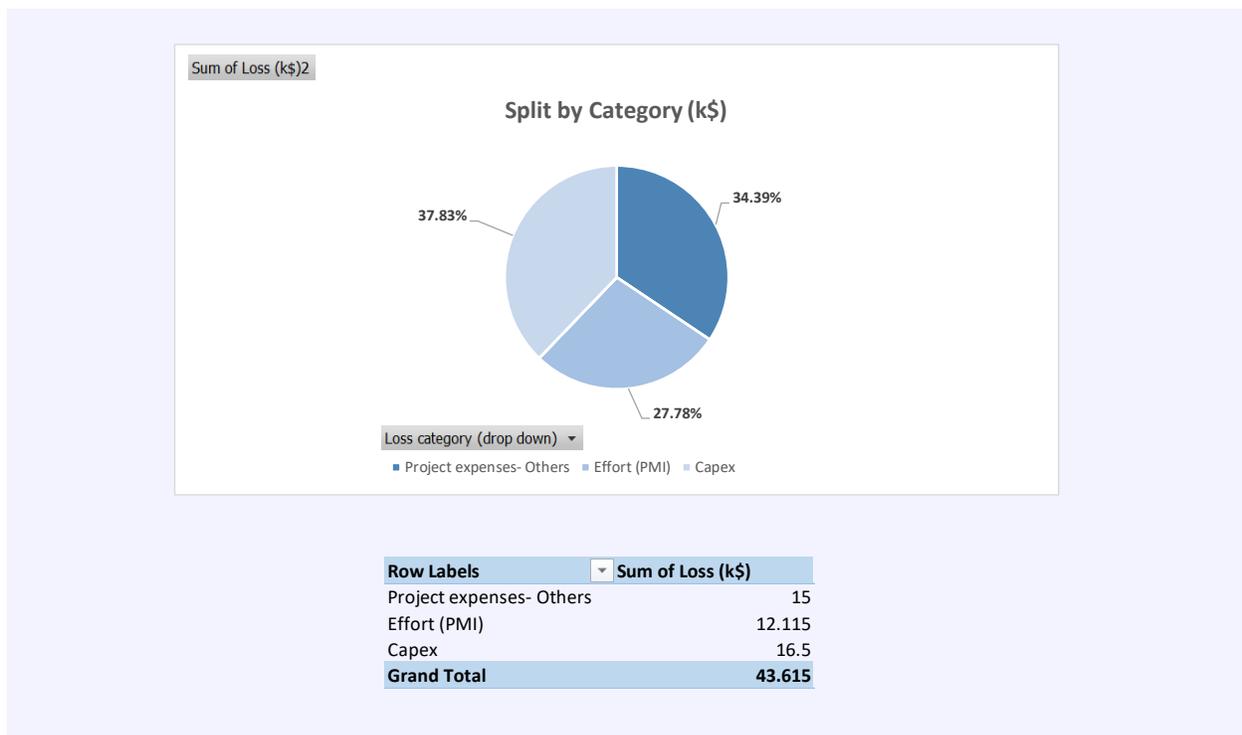


Figura 56: PLA – Grafico suddiviso per categorie di perdita

Il grafico mostra come l’acquisto in conto capitale del nuovo quadro elettrico, soluzione effettiva al problema dei fermi macchina, rappresenta la voce più rilevante delle spese sostenute, coprendo il 37.83% del totale. Le spese relative alle analisi effettuate sugli interruttori differenziali e sulla blindosbarra alla quale cui la macchina è collegata costituiscono il 34.39% delle losses complessive, mentre l’effort PMI dovuto all’inattività delle risorse, allo scambio di idee e alla modifica del layout per il posizionamento dell’ipotetico transformer box rappresenta il 27.78%. Quindi dalla rappresentazione si evince che le perdite sono riconducibili

prevalentemente alle spese in conto capitale, sebbene il fermo della Combiner e le relative conseguenze abbiano avuto un impatto significativo, in termini di tempi inutilizzati e impegno e costi addizionali richiesti, su ciascuna delle tre categorie, e quindi le perdite legate ad ognuna risultano tra loro comparabili.

Il grafico successivo suddivide le perdite in Recoverable e Not Recoverable, sulla base della possibilità o meno di prevenirle tramite la corretta applicazione degli strumenti di Initiative Management. Come anticipato, ciascuna delle losses, eccetto quelle legate alla modifica del layout (dovuta al potenziale inserimento del transformer box) e alla reinstallazione di uno degli interruttori differenziali (dovuta ad un errore da parte del contractor responsabile dell'installazione), sono state identificate come Recoverable, in quanto anticipabili tramite SWPs di Initiative Management.

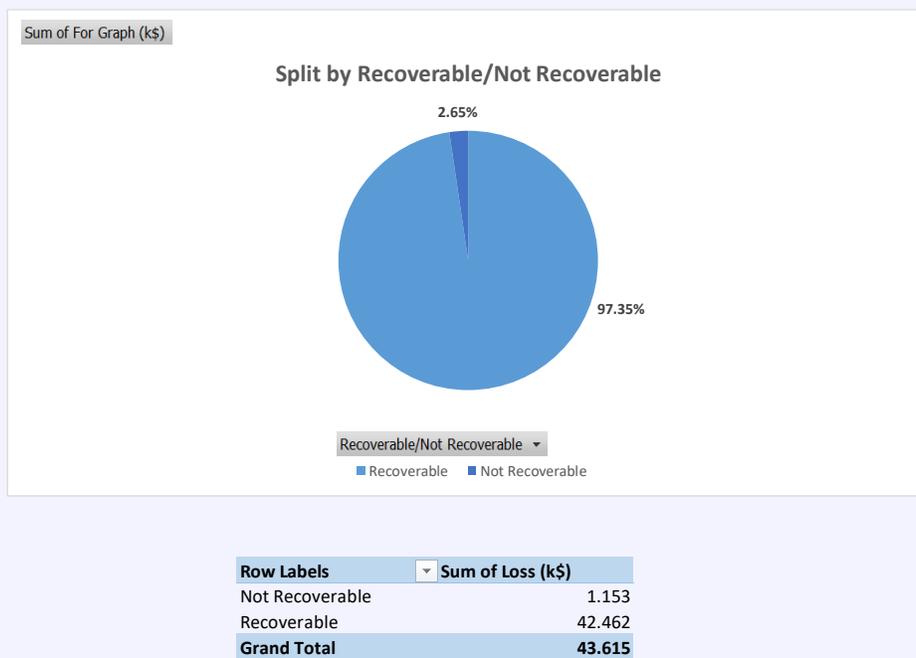


Figura 57: PLA – Grafico suddiviso per Recoverability

Le perdite evitabili sono quindi decisamente maggiori rispetto al costo che quantifica il lavoro dedicato al posizionamento del transformer box all'interno del layout esistente (unica voce Not

Recoverable alla quale è stato associato un effettivo costo monetario), non strettamente legato all'utilizzo o meno di uno specifico strumento del pilastro I&M.

È stata effettuata anche una loss analysis maggiormente cautelativa con un focus sugli open points, prevedendo tra le perdite il costo di acquisto del transformer box, che al momento risulta soltanto un'ipotesi, ma merita attenzione in quanto potenziale costo futuro. L'impatto dei capex costs diventerebbe in questo caso rilevante rispetto alle altre voci di costo. In questo caso, in particolare, il grafico ottenuto risulterebbe essere il seguente:

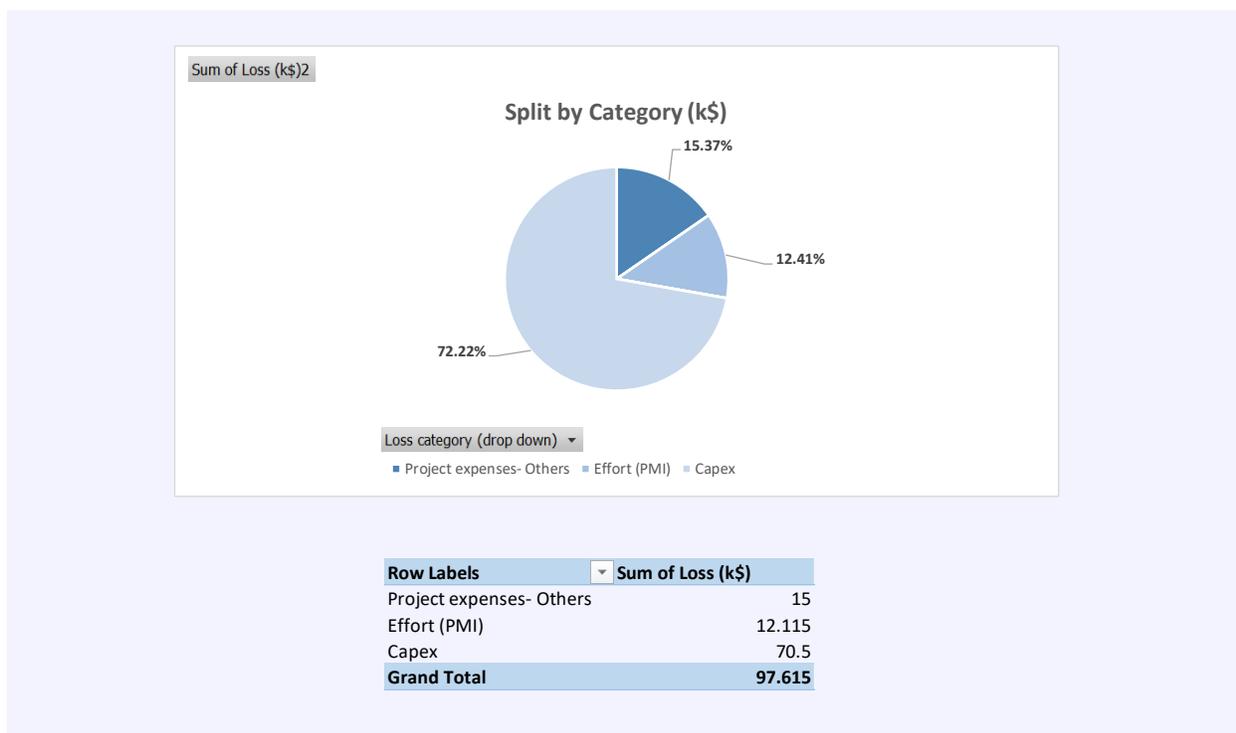


Figura 58: PLA – Grafico suddiviso per categorie di perdita (incluso acquisto del transformer box)

Oltre a determinare un notevole incremento del costo in conto capitale, il costo del transformer box eleverebbe il valore totale delle losses risultanti dal progetto, relativamente alle fasi considerate dell'installazione, ad un valore di 97615 \$.

Anche il grafico che mette in relazione le perdite Recoverable con quelle Not Recoverable è stato realizzato nell'ipotesi di acquisto del transformer box.



Figura 59: PLA – Grafico suddiviso per Recoverability (incluso acquisto del transformer box)

È evidente che in entrambi i casi l’impatto delle Recoverable losses risulta significativo sulle perdite complessivamente riscontrate. Prescindendo dall’installazione del transformer box, la netta prevalenza delle perdite recuperabili rispetto a quelle non recuperabili indica l’importanza dell’utilizzo degli strumenti del pilastro IM di OPEN+ ai fini di prevenire, in fase di progetto e nelle successive, criticità come quelle riscontrate nel caso Combiner G1.

In conclusione, al di là degli oneri sostenuti per l’acquisto non pianificato dei dispositivi e apparecchiature, tutte le losses presentate, in un’ottica lean, rappresentano degli sprechi (muda), in quanto relativi ad attività che assorbono risorse senza creare o aggiungere valore. Esempi di sprechi sono, infatti, errori e difetti che richiedono correzioni e riesecuzioni di attività, procedure non necessarie, personale inattivo a causa di ritardi o interruzioni di attività. Poichè la maggior parte delle losses identificate risulta recoverable, e quindi evitabile attraverso gli SWPs

di OPEN+, è necessaria un'attenta analisi e applicazione degli strumenti di Initiative Management al fine di prevenire le potenziali losses nei futuri progetti.

7.1.3. Initial Problem Solving

Nel paragrafo seguente, è riportato l'Initial Problem Solving completo, condotto durante le fasi del processo di installazione descritte. A partire dal principale problema "Ripetuti fermi macchina Combiner G1 causati dall'attivazione dell'interruttore differenziale", l'Initial Problem Solving è stato svolto come di seguito:

EHS Initial Problem Solving (EHS IPS)							
1.1. Avvia la IPS: inizia la IPS se uno delle seguenti condizioni è soddisfatta e la causa immediata è sconosciuta Initiate IPS: Start IPS if one/several of the following triggers are met and the immediate cause is unknown							
<input type="checkbox"/> Infortunio TRI case? <input type="checkbox"/> Near miss con alto rischio o medicazione High potential near miss or first aid? <input type="checkbox"/> Incidente ambientale Environmental incident? <input type="checkbox"/> Malattia professionale Occupational illness? <input type="checkbox"/> Principio di incendio Fire Incident <input checked="" type="checkbox"/> Problematica ripetitiva (NM, condizione non sicura, difetto di sicurezza, altro) Repetitive issues (INM, Unsafe conditions, safety defects, other issues)	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="font-size: x-small;">Sistema: System: Macchina Combiner</td> <td style="font-size: x-small;">IPS ID: N/A</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="font-size: x-small;">Data e ora dell'evento: Event Date and Time: Evento ricorrente in date e orari variabili, incluse tra W19 e W31</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="font-size: x-small;">Participant: Participants: Project Team, Project Engineering Team, Manufacturing Team</td> </tr> </table>	Sistema: System: Macchina Combiner	IPS ID: N/A	Data e ora dell'evento: Event Date and Time: Evento ricorrente in date e orari variabili, incluse tra W19 e W31		Participant: Participants: Project Team, Project Engineering Team, Manufacturing Team	
Sistema: System: Macchina Combiner	IPS ID: N/A						
Data e ora dell'evento: Event Date and Time: Evento ricorrente in date e orari variabili, incluse tra W19 e W31							
Participant: Participants: Project Team, Project Engineering Team, Manufacturing Team							
DESCRIZIONE INIZIALE DEL PROBLEMA INITIAL PROBLEM STATEMENT							
Ripetuti fermi macchina Combiner G1 causati dall'attivazione dell'interruttore differenziale							

Figura 60: IPS – Descrizione iniziale del problema

Per riformulare il problema in modo più preciso è stata data una risposta a ciascuna delle domande poste dall'IPS, secondo le 6W (What, Where, to Whom, Which, Where, Who) e le 2H (How, How much).

1.2. Rifocalizza il problema: completa le 6W2H per rimettere a fuoco il problema, in base a ciò che viene effettivamente osservato, non a ciò che supponi stia accadendo.

<p>1. Cosa? What?</p> <p>Che cosa sta accadendo? Qual è il fenomeno che osservi? Descrivi in modo preciso ciò che vedi effettivamente (non ciò che supponi stia accadendo)</p> <p>What is happening? What is the phenomenon you observe? <i>Describe in a precise way what you actually see (Not what you suppose is happening)</i></p>	<p>2. Dove? Where?</p> <p>Dove sta succedendo? Dove non sta succedendo? Indica con il maggior numero di dettagli possibile dove vedi che si innesca il problema (punto della causa, ad esempio il punto di trasformazione). Dove è successo l'incidente? Attrezzatura, punto di causa, punto di trasformazione. Evidenze nell'area di lavoro, situazioni che potrebbero potenzialmente aumentare il rischio (5S, numero di persone che lavorano nell'area, lavori contemporanei, difetto delle attrezzature, condizioni non sicure nell'area...). Altre aree potenzialmente interessate dal problema.</p> <p>Where is happening? Where is not happening? <i>Indicate with as much details as possible where you see the problem triggering (point of cause, e.g. the transformation point). Where the incident happened? Equipment, point of cause, point of transformation. Evidences in the work area, situations that could potentially increase the risk (5S, number of people working in the area, simultaneous works, defect in the equipment, unsafe conditions in the area...). Other areas potentially affected by the issue.</i></p>
<p>La macchina Combiner è soggetta a ripetuti stop.</p>	<p>Il problema si è verificato all'interno del reparto Secondary, nell'edificio Green building2, all'interno della sede dell'azienda Philip Morris presso Zola Predosa.</p>
<p>3. A chi? To Whom?</p> <p>Quali aree, linee, sistemi sono interessati? Indicare l'impatto del problema in altre parti dell'apparecchiatura o in altre aree/linee. La stessa attività viene eseguita in un processo/modulo diverso? È stato un compito ripetitivo durante la giornata/turno?</p> <p>Which areas, lines, systems are affected? <i>Indicate the impact of the problem in other parts of the equipment or in other areas/lines.</i> Is the same task performed in a different process/module? Was it a repetitive task during the day/shift?</p>	<p>4. Come? How?</p> <p>Come si verifica il problema? (Circostanze di perdita) Prima che si verifichi l'arresto si verificano scarti consecutivi, rumori anomali, sbalzi di velocità, disallineamento del materiale. Il problema si verifica con la linea che funziona alla velocità target? Descrivere la sequenza del problema/compito, la procedura esistente/istruzione di lavoro, l'attività/situazione specifica che aumenta il rischio o qualsiasi altra circostanza con impatto sul problema.</p> <p>How is the problem occurring? (Circumstances of loss) <i>Before the stop occurs there are consecutive rejections, abnormal noises, speed swings, material misalignment. Is the problem happening with the line running at target rate? Describe the sequence of the problem/task, existing procedure/work instruction, specific activity/situation increasing the risk or any other circumstances with impact in the issue.</i></p>
<p>La problematica si è verificata sulla macchina Combiner, all'interno del reparto Secondary. La blindosbarra soggetta all'interruzione della corrente, a cui la macchina è collegata, è la BSC5.</p>	<p>L'operatività della macchina viene improvvisamente interrotta a causa dell'attivazione dell'interruttore differenziale, che interrompe il flusso di corrente all'interno della blindosbarra a cui la macchina è collegata.</p>
<p>5. Quale? Which?</p> <p>Su quali marchi, SKU, formati, miscele, materiali si verifica il problema (quali no). Specificare marchi, SKU, strumenti, materiali, sostanze chimiche, DPI...</p> <p>On which brands, SKU's, formats, blends, materials the problem occurs (which one not). <i>Please specify brands, SKU, tools, materials, chemical substances, PPE...</i></p>	<p>6. Quando? When?</p> <p>Quando si verifica il problema? Il problema si verifica dopo l'avvio di 1 turno di arresto o spegnimento, in rampa di salita, durante il normale funzionamento, durante/dopo il cambio formato, dopo un intervento specifico</p> <p>When does the problem happen? <i>The problem occurs after Start-up of 1 shift stop or shutdown, in ramp up, during normal operation, during/after change over, after an specific intervention</i></p>
<p>In una prima fase, antecedente alla W26, nessun prodotto è stato interessato dal problema, in quanto l'interruzione dell'operatività della macchina si è verificata durante i dry-run. In seguito, con l'inizio della produzione, la problematica ha impattato sull'esecuzione dei test sui prodotti della Combiner, ma non sono comunque stati registrati scarti di materiale.</p>	<p>Il differenziale si attiva dopo intervalli di tempo variabili a partire dall'accensione della macchina, diversi a seconda dei singoli episodi. Gli eventi interessano il periodo temporale incluso tra la week 19 e la week 31.</p>
<p>7. Chi? Who?</p> <p>In quali squadre, con quali persone si verifica il problema. Quale persona/sistema ha rilevato il problema. Il problema era presente nei turni precedenti? - Se sì, indicare quale squadra? Quale sistema o persona rileva il problema. Descrivere tutte le prove relative alla persona infortunata e/o al team coinvolto nell'attività (posizione lavorativa, dipendente, appaltatore, terza parte, qualifiche/capacità/formazione, condizioni mediche/restrizioni, idoneità all'incarico, esperienza...</p> <p>In which teams, which people the problem occurs. Which person/system detected the problem. <i>Was the problem present in previous shifts? - If yes, indicate which team? Which system or person detects the problem. Describe all the evidences related to injured person and/or team involved in the task (job position, employee, contractor, third-party, qualifications/capabilities/training, medical conditions/restrictions, fit to task, experience...</i></p>	<p>8. Quanto? How Much?</p> <p>Definire quantità e frequenza. Il problema è occasionale o continuo? Se occasionale quanto spesso appare, lo stop aumenta o diminuisce. Descrivere i dati rilevanti disponibili sugli strumenti EHS (BOS, QRP, cronologia dei quasi incidenti, ecc.)</p> <p>Define quantity and frequency. <i>The problem is occasional or continuous? If occasional how often is appearing, the stop is increasing or reducing. Describe available relevant data on EHS Tools (BOS, QRP, Near Miss history etc.)</i></p>
<p>Nelle prime manifestazioni del problema, questo è stato rilevato unicamente dal team di progetto impegnato nell'installazione della macchina. Nelle fasi successive, il problema si è verificato anche, e principalmente, con la presenza del team di produzione, che lavorava con l'utilizzo della Combiner per effettuare i test previsti.</p>	<p>Il problema si è manifestato una volta in W19, due volte in W21, una volta in W22, due volte in W23, tre volte in W24, due volte in W27, tre volte in W29 e sei volte in W31.</p>

NUOVA DICHIARAZIONE DEL PROBLEMA RIFORMULATA <i>Ora descrivi nel modo più dettagliato possibile il problema che hai osservato in base a 6W2H (cosa succede fisicamente, non cosa supponi stia accadendo) e controlla se esiste una guida/lista di controllo specifica per la risoluzione dei problemi relativa al problema definito</i>
NEW REFOCUSED PROBLEM STATEMENT <i>Now describe in as much detail as possible the problem you observed based on 6W2H (what physically happens, not what you suppose is happening) and check if there is a specific Trouble shooting Guide/ Check list related to the problem defined</i>
<p>La macchina Combiner G1, collocata nel reparto Secondary presso il building Green2 della sede di Zola Predosa di Philip Morris, ha interrotto numerose volte il proprio funzionamento, a seguito dell'attivazione dell'interruttore differenziale (ad intervalli di tempo variabili rispetto all'accensione della macchina), che interrompe il flusso di corrente all'interno della blindosbarra BSC5, a cui la macchina è collegata. Nello specifico, il problema si è manifestato una volta in W19, due volte in W21, una volta in W22, due volte in W23, tre volte in W24, due volte in W27, tre volte in W29 e sei volte in W31 ed è stato rilevato dal team di progetto dedicato all'installazione della macchina, sebbene nelle week successive, quando la macchina è stata utilizzata per effettuare i test, il problema sia stato riscontrato anche dai membri del team di produzione al lavoro sulla macchina per i test di prodotto.</p>

Figura 61: IPS – Rifocalizzazione del problema

Sia la descrizione preliminare del problema, che la sua rifocalizzazione secondo le domande proposte, sono state aggiornate di volta in volta, sulla base dell'avanzamento delle fasi di progetto e delle successive manifestazioni del problema, considerando le informazioni aggiuntive disponibili. La versione riporta è quella finale, relativa alla week 31, nella quale si è verificato l'ultimo sgancio.

Le azioni di controllo di base e di ripristino del corretto funzionamento della macchina intraprese immediatamente dopo il fermo sono riportate nei paragrafi precedenti del capitolo (punti 1.3 e 1.4 dell'IPS). Lo stesso vale per la Why-Why Analysis, la cui conclusione finale è riportata in questo paragrafo. La Why-Why Analysis, basata sul metodo 5 Why introdotto da Toyota, ha l'obiettivo di rintracciare la causa fondamentale dell'arresto, definendo delle cause intermedie (ognuna è all'origine del precedente "Why?"), ciascuna associata a delle contromisure finalizzate all'individuazione della relativa fonte.

CHE COSA (Cause immediate comprovate; quelle che si sono dimostrate "vere")	PERCHÉ? (1) La vera causa immediata esisteva come l'hai trovata)	VIF	PERCHÉ? (2)	VIF	PERCHÉ? (3)	VIF	PERCHÉ? (4)	VIF	PERCHÉ? (5)	CONTRMISURE COUNTERMEASURES	RESP.	SCADENZA DUE DATE
Fermo macchina	Interruzione del flusso di corrente all'interno della blindosbarra a cui la Combiner è collegata	TRUE	Attivazione dell'interruttore differenziale a monte della blindosbarra	TRUE	Il valore di dispersione rilevato supera la soglia di intervento del differenziale	TRUE	Le dispersioni delle macchine collegate alla blindosbarra BSC5 sovaccaricano la linea	FALSE		Mappatura della blindosbarra	Contractor esterno	W19
							Spostamento dell'altra utenza su un'altra blindosbarra			Contractor esterno	W20	
							Le dispersioni sulla Combiner sono più alte rispetto ai valori tollerabili dal differenziale	TRUE		Installazione di quadro elettrico macchina aggiuntivo	OEM	W30
							Installazione di un transformer box per la macchina			OEM	Al momento non definita	
							I differenziali del quadro macchina non funzionano correttamente	FALSE		Sostituzione interruttori differenziali dei quadri macchina	Contractor esterno	W30
							Differenziali dei quadri macchina o dell'impianto elettrico non funzionano correttamente	TRUE	Installazione scorretta dell'interruttore differenziale sul quadro macchina	Analisi sugli interruttori differenziali dell'impianto e dei quadri macchina	Contractor esterno	W31
			Reinstallazione dell'interruttore installato male	Contractor esterno	W34							

Figura 62: IPS – Why-Why Analysis con indicazione di tutte le contromisure

Riassumendo, I primi due “Perché?” in figura risultano di immediata comprensione e non hanno richiesto particolari operazioni di verifica. Anche il superamento della soglia di intervento dell’interruttore differenziale è chiaramente indice di un problema di dispersione, quindi di perdita di corrente elettrica verso terra. Ma, per individuarne la fonte, è stato necessario svolgere tutte le azioni di analisi precedentemente indicate. Ciascuna attività stabilita è associata ad una data di scadenza e ad un responsabile diretto per la sua esecuzione. Il team di progetto ha però il fondamentale compito di presiedere queste attività, di valutarne la compatibilità con altre operazioni da effettuare nella stessa area e di effettuare gli ordini presso il fornitore delle strumentazioni o il soggetto terzo che svolge le analisi.

Nel caso studio specifico, le azioni intraprese hanno ristabilito le condizioni standard di funzionamento del macchinario. Queste contromisure possono definirsi riapplicabili in generale, ma non è detto che ciò valga per tutti i casi (non sempre è possibile effettuare la divisione delle utenze su più quadri o collegare un transformer box alla macchina).

Nel caso in cui siano replicabili anche su altri sistemi, alcune delle azioni intraprese (oltre che quelle ipotizzate) nel caso Combiner G1 possono essere incorporate all’interno di una procedura da seguire per le problematiche di simile natura.

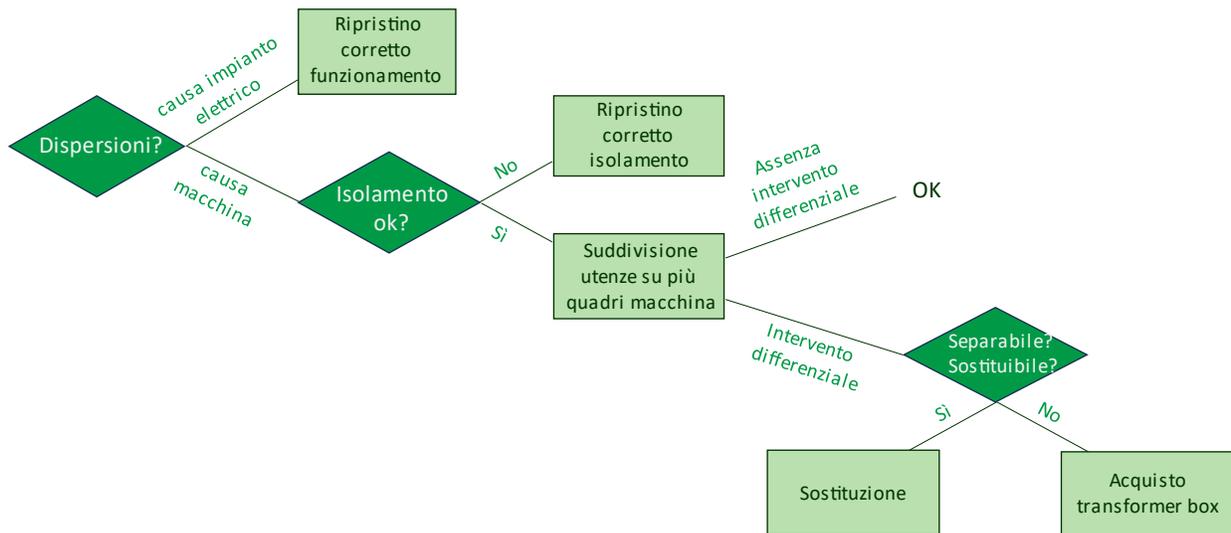


Figura 63: Procedura per dispersioni di corrente su macchinari

Poichè le dispersioni di una macchina sono spesso dovute ad un cattivo isolamento dei cavi di alimentazione, una volta effettuate tutte le analisi necessarie al fine di stabilire da dove provengano le correnti di dispersione, se queste sono causate dalla macchina stessa, bisogna verificare prima di tutto la qualità dell'isolamento, in modo da poter eventualmente porre rimedio. In questo caso non sono stati riscontrati problemi di isolamento sulla macchina, quindi si procede con le azioni successive. L'aggiunta di quadri macchina al fine di suddividere le utenze su più linee è finalizzata a individuare la fonte delle dispersioni isolando le varie utenze per analizzarle separatamente. Se il componente che causa la dispersione può essere facilmente separato e sostituito, si può procedere per questa strada, altrimenti una possibile soluzione è l'inserimento di un equipment che faccia da filtro in modo da ridurre le dispersioni verso monte. In questo caso, come contromisura di questo tipo, l'OEM ha proposto l'introduzione di un transformer box, ma non è detto che questa sia sempre una soluzione proposta e applicabile. Si noti che il diagramma di flusso riportato rappresenta una semplificazione, in quanto l'impianto elettrico e la macchina possono contribuire congiuntamente a generare una quantità totale di dispersioni superiore ai valori tollerabili dal differenziale. È per questo che, nel caso Combiner G1, anche in seguito all'identificazione del macchinario come principale fonte delle

dispersioni, sono comunque state effettuate delle azioni di analisi e sostituzione degli interruttori differenziali.

In aggiunta a ciò, le contromisure definite risultano valide nei casi di macchine già installate in azienda che presentino le stesse criticità, ma lo scopo finale dell'IPS, e dello studio condotto nell'elaborato, è far sì che lo stesso problema non si ripeta in futuro. È importante considerare che l'aggiunta delle apparecchiature, come evidenziato dalla Project Loss Analysis, comporta spese ed effort aggiuntivi, che potrebbero essere anticipati e quindi evitati tramite l'applicazione di una soluzione preventiva in fase iniziale di progetto.

7.1.4. PLA vs IPS: Proposta di soluzione

La Why-Why Analysis identifica, come fondamentale root cause, l'incompletezza nello scambio di informazioni tra OEM e azienda.

CHE COSA (Cause immediate comprovate; quelle che si sono dimostrate "vere")	PERCHÉ? (1) La vera causa immediata esisteva come l'hai trovata)	VIF	PERCHÉ? (2)	VIF	PERCHÉ? (3)	VIF	PERCHÉ? (4)	VIF	PERCHÉ? (5)
WHAT (Proven immediate causes; those that are proven "True")	WHY? (1) The true immediate cause existed as you found it)	TIF	WHY? (2)	TIF	WHY? (3)	TIF	WHY? (4)	TIF	WHY? (5)
Fermo macchina	Interruzione del flusso di corrente all'interno della blindosbarra a cui la Combiner è collegata	TRUE	Attivazione dell'interruttore differenziale a monte della blindosbarra	TRUE	Il valore di dispersione rilevato supera la soglia di intervento del differenziale	TRUE	Le dispersioni delle macchine collegate alla blindosbarra BSCS sovraccaricano la linea	FALSE	
							Le dispersioni sulla Combiner sono più alte rispetto ai valori tollerabili dal differenziale	TRUE	Scambio di informazioni tra PMI e OEM incompleto: mancanza di comunicazione che permetta di effettuare preventivamente una valutazione della compatibilità della macchina con l'impianto elettrico della azienda
							I differenziali del quadro macchina non funzionano correttamente	FALSE	
							Differenziali dei quadri macchina o dell'impianto elettrico non funzionano correttamente	TRUE	Installazione scorretta dell'interruttore differenziale sul quadro macchina

Figura 64: IPS – Why-Why Analysis completa

In effetti, la definizione dei requisiti necessari da parte dell'utente (User Requirements Specification/URS) è generalmente condotta ad alto livello, senza considerare specifiche locali che possono essere più stringenti e vincolanti. Di norma, infatti, rivolgendosi al fornitore del macchinario viene espressa unicamente la necessità di una macchina che permetta di svolgere le operazioni richieste dal processo produttivo.

Ma è evidente che le dispersioni della macchina verso terra devono essere ammissibili con quelle tollerate dall'impianto elettrico dello stabilimento (normativa CEI 64-8). Quindi l'integrazione di una nuova macchina nell'impianto esistente necessita un'integrazione preliminare degli aspetti considerati.

Inoltre, dalla PLA effettuata emerge il notevole impatto delle perdite Recoverable sul progetto, evitabili attraverso l'utilizzo di uno standard di Initiative Management. Quindi, da un'analisi combinata dei risultati della PLA e dell'IPS, si individua:

- Come problema principale, l'assenza di uno standard per la valutazione, in fase iniziale di progetto, della compatibilità delle dispersioni della specifica macchina con l'impianto elettrico aziendale;
- Come soluzione al problema, l'utilizzo di una checklist che imponga di effettuare le necessarie verifiche quando si installa o si modifica una nuova macchina impattando gli impianti esistenti.

A tal proposito, è fondamentale aggiungere nella parte riepilogativa dell'IPS, le prossime azioni da intraprendere nell'ambito delle future installazioni.

Riepilogo IPS e passaggi successivi IPS Summary and next steps
1. La causa principale della perdita è compresa ed eliminata in modo sostenibile? S/N: (in caso di NO eseguire IPS HC e valutare la necessità di UPS). 1. Is the root cause of the loss understood and eliminated in a sustainable way? Y/N: (in case of NO perform IPS HC and evaluate the need for UPS).
2. Può essere riapplicato? Sì/No (segna la risposta corretta). Se Sì assicurarsi che venga emesso il RM. 2. Can be reapplied? Yes / No (mark correct answer). If YES ensure, that RM is issued.

Si/No Yes/No
YES
YES

3. Quali sono i prossimi passi per evitare che si verifichi la perdita attuale? (Sicurezza Gemba, tendenze BOS, HC, interviste, ecc.)? 3. What are the next steps to sustain that current loss will not occurred? (Safety Gemba, BOS trends, HC, interviews, etc.)?		
PROSSIMI STEP / AZIONI NEXT STEP / ACTION	RESPONSABILE OWNER	SCADENZA DUE DATE
Definizione di una checklist che permetta, previamente all'introduzione di un nuovo macchinario in azienda, di valutarne la compatibilità con l'impianto elettrico esistente	Serena Rosanò	9/29/2023

Figura 65: IPS – Riepilogo e step successivi

7.2. Problem Solving: Standardizzazione del processo di installazione

L'individuazione di tutte le inefficienze considerate nel progetto, richiede una riflessione critica sulle pratiche attualmente utilizzate per la gestione di progetti simili. Per garantire il successo dei futuri progetti di installazione dal punto di vista degli aspetti trattati nel caso studio, e l'allineamento con i principi fondamentali di OPEN+ e quindi della Lean Manufacturing, è essenziale evitare la presenza di questi sprechi. Un approccio proattivo alla gestione dei rischi di progetto prevede infatti l'intercettazione e la gestione di questi prima che si manifestino.

L'intervento di standardizzazione, anticipato nella conclusione del paragrafo precedente, prevede l'introduzione di una checklist che includa tutte le operazioni di controllo e verifica da condurre sia sulla macchina che sull'impianto elettrico dell'azienda, che integrino il controllo delle schede tecniche della stessa. La macchina va infatti concepita come un modulo da installare all'interno di un sistema preesistente, analogamente ad un contenitore che viene alloggiato all'interno di un altro. La crescente modernità degli impianti industriali ha infatti instaurato una tendenza costante ed inarrestabile verso il miglioramento delle prestazioni produttive. Tale miglioramento, tuttavia, va di pari passo con un inevitabile aumento del grado di complessità degli stessi impianti, e va di conseguenza gestito con un incremento dei controlli da effettuare,

poiché l'integrazione di nuove macchine all'interno del proprio stabilimento può nascondere delle difficoltà non sempre prevedibili. Anche considerando il punto di vista dell'equipment manufacturer, è altresì fondamentale essere a conoscenza delle potenziali criticità nel momento in cui la macchina si trova ancora all'interno della propria azienda produttrice, in modo da mantenere il progetto allineato agli obiettivi prefissati ed evitare perdite in termini di effort e risorse finanziarie, ma anche di potenziali reclami da parte dell'azienda cliente.

In generale, una checklist può essere considerata uno strumento di valutazione semplice e poco costoso, che si configura come un elenco, il più possibile esaustivo, di controlli da effettuare e azioni da intraprendere per eseguire una determinata attività o per avanzare alla fase successiva di un processo. Lo scopo della checklist proposta nel caso studio come componente aggiuntivo dello standard OPEN+, è migliorare lo scambio di informazione tra azienda e produttore della macchina, prima dell'installazione di questa, analizzando, oltre ai parametri tecnici tipicamente considerati, come tensione di alimentazione e assorbimento di potenza, la potenziale presenza di dispersioni proprie che potrebbero essere incompatibili con l'azione del differenziale a monte della blindosbarra alla quale la macchina verrà collegata.

In riferimento al modello stage-gate precedentemente presentato, la verifica deve essere effettuata in una fase di progetto successiva all'analisi di fattibilità e ne viene proposta l'esecuzione contemporaneamente al Feedback To Design, poichè per valutare le specifiche del macchinario è necessaria l'approvazione preliminare del progetto di installazione (quindi è necessario aver superato lo studio di fattibilità sia dal punto di vista tecnico che economico) e, allo stesso tempo, il controllo previsto dalla checklist deve precedere la progettazione dettagliata della macchina, in modo tale che il fornitore possa effettuare delle modifiche sulla macchina in base alle informazioni ricevute da parte dell'azienda acquirente. Nello specifico, lo strumento è proposto come elemento aggiuntivo dello Standard Work Process Feedback to Design.

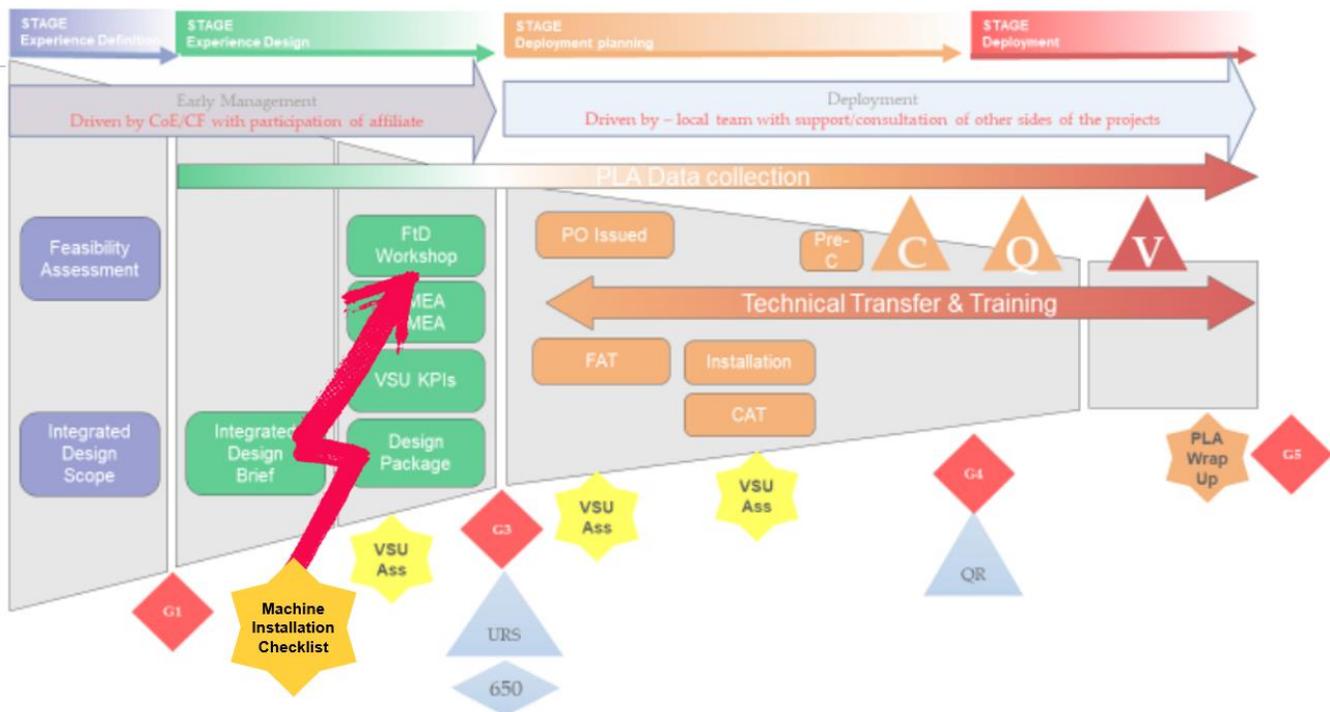


Figura 66: Collocazione della Machine Installation Checklist all'interno del modello Stage-Gate IM

Lo strumento proposto è rappresentato da un documento in Excel (“Machine Installation Checklist”), contenente 5 worksheet:

- *OPL*: One-Point Lesson, ovvero spiegazione della funzione dei diversi worksheet contenuti nel documento e delle modalità di compilazione per ciascuno di essi;
- *PMI_Checklist*: checklist di operazioni di verifica e indicazione di parametri degli impianti dello stabilimento da parte del personale PMI;
- *PMI_Uilities Specification*: worksheet in cui vengono inserite le specifiche degli impianti seguendo la “*PMI_Checklist*”;
- *OEM_Checklist*: checklist di operazioni di verifica e indicazione di parametri della macchina da installare da parte del fornitore;
- *OEM_Machine Specification*: worksheet in cui vengono inserite le specifiche della macchina seguendo la “*OEM_Checklist*”.

Inizialmente, come in ciascun progetto di installazione di nuove macchine, l'azienda richiedente comunica al fornitore della macchina tutte le funzioni che questa deve svolgere. Quindi, secondo lo standard proposto, l'azienda esegue i punti previsti dalla *"PMI_Checklist"* e completa il template *"PMI_Uilities Specification"*, aggiungendo i vincoli tecnici riguardanti l'impiantistica del proprio stabilimento produttivo, in modo da poterli successivamente confrontare con i dati riguardanti la macchina, aggiunti dal fornitore, al fine di valutarne la compatibilità di inserimento all'interno dello stabilimento esistente. La compilazione è responsabilità della funzione aziendale incaricata della gestione degli impianti, in collaborazione con il Project Leader che segue il progetto di installazione.

Il documento, a questo punto, viene inviato all'OEM, che esegue le azioni indicate nella *"OEM_Checklist"*, compilando il template *"OEM_Machine Specification"* allegato alla checklist e indicando caratteristiche e richieste in termini di consumi della macchina. Il documento viene inviato nuovamente all'azienda, che verifica la compatibilità dei parametri indicati con le caratteristiche del proprio impianto. Se l'analisi non evidenzia potenziali criticità e tutti i punti della checklist risultano eseguiti, si procede con le fasi successive previste dal progetto di installazione. Il file viene utilizzato come base per determinare la configurazione da seguire rispetto all'integrazione della macchina con gli impianti esistenti e per comunicare al fornitore, in caso di problematiche di compatibilità della macchina con le disponibilità degli impianti dello stabilimento, eventuali modifiche da mettere in atto per far sì che la macchina risponda alle limitazioni imposte da PMI. In quest'ultimo caso è opportuno che la procedura di scambio delle informazioni venga reiterata sulla base delle nuove specifiche. È importante considerare che anche l'azienda che richiede il macchinario può effettuare delle modifiche sul proprio impianto per adeguarlo alle specifiche della macchina, quindi non tutte i parametri di disponibilità inseriti in fase iniziale dall'azienda richiedente sono da intendersi come vincoli in senso stretto.

Di seguito si riportano la *PMI_Checklist* e il template *PMI_Uilities Specification*, da compilare sulla base della checklist inserendo i dati relativi alle specifiche tecniche dell'impiantistica.

Action	DONE	N/A
Inserimento delle specifiche impiantistiche dello stabilimento in <i>Utilities Specification</i>		
1. Inserimento delle specifiche dell'impianto elettrico		
Identificazione e inserimento delle blindosbarre disponibili per il collegamento della macchina	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inserimento della tensione di alimentazione [V] per ciascuna blindosbarra	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inserimento della potenza residua erogabile [kW] da ciascuna blindosbarra	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inserimento della corrente residua erogabile [A] da ciascuna blindosbarra	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inserimento del valore residuo di corrente tollerabile [A] dal differenziale per ciascuna blindosbarra	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inserimento del tempo di intervento [s] del differenziale per ciascuna blindosbarra	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Inserimento delle specifiche degli altri impianti		
2.1. Inserimento delle specifiche dell'impianto dell'aria compressa		
Inserimento della portata residua erogabile [m ³ /h]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inserimento della pressione di esercizio erogabile [bar]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.2. Inserimento delle specifiche dell'impianto del vuoto		
Inserimento della portata residua erogabile [m ³ /h]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inserimento della pressione di esercizio erogabile [bar]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.3. Inserimento delle specifiche dell'impianto depolveratore		
Inserimento della portata residua erogabile [m ³ /h]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inserimento della pressione di esercizio erogabile [kPa]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.4. Inserimento delle specifiche dell'impianto deodorizing		
Inserimento della portata residua erogabile [m ³ /h]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inserimento della pressione di esercizio erogabile [kPa]	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 67: Machine Installation Checklist – PMI Checklist

Specifiche impiantistiche dello stabilimento

1. Specifiche dell'impianto elettrico					
codBlindosbarra	Tensione di alimentazione [V]	Potenza residua erogabile [kW]	Corrente residua erogabile [A]	Valore di dispersione residuo tollerabile dal differenziale [A]	Tempo di intervento del differenziale [s]

2. Specifiche degli altri impianti		
Impianto	Portata residua erogabile [m ³ /h]	Pressione di esercizio erogabile
2.1. Aria compressa		
2.2. Vuoto spinto		
2.3. Depolveratore		
2.4. Deodorizing		

Tabella 2: Machine Installation Checklist – Utilities Specification

Per quanto riguarda l'impianto elettrico, costituito da differenti blindosbarre, è necessario considerare le specifiche di ciascuna delle blindosbarre disponibili per il collegamento della macchina, riguardo a tensione di alimentazione (in Volt), potenza (in kiloWatt) e corrente (in Ampere) residue erogabili e soglia di intervento dell'interruttore differenziale a comando di ciascuna blindosbarra, in termini di corrente di dispersione residua (in Ampere) e di tempo di intervento (in secondi).

Invece, per ciascuna delle utilities aria compressa, vuoto, depolveratore e deodorizing si valutano i valori di portata residua e di pressione di esercizio erogabili da ciascun impianto. I valori di portata vengono espressi in metri cubi orari, mentre i valori di pressione sono espressi in bar, nel caso in cui si faccia riferimento agli impianti per l'erogazione dell'aria compressa e del vuoto, e

in kiloPascal (1 kiloPascal = 0.01 bar), se si considerano le specifiche degli impianti depolveratore e deodorizing, che lavorano con valori di pressione minori.

Quindi l'OEM, una volta ricevuto il documento, vi inserisce tutte le informazioni relative alla compatibilità di integrazione della macchina con gli impianti dell'azienda.

Di seguito sono riportati i singoli documenti *OEM_Checklist* e *Machine Specification*.

Action	DONE	N/A
Inserimento delle specifiche della macchina per verifica di compatibilità con gli impianti dell'azienda		
1. Inserimento delle specifiche della macchina per verifica di compatibilità con l'impianto elettrico		
1.1. Specifiche per quadro macchina		
Inserimento della tensione di alimentazione [V] richiesta da ciascun quadro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inserimento della potenza assorbita [kW] da ciascun quadro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inserimento della corrente assorbita [A] da ciascun quadro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prendere visione del limite di corrente di dispersione previsto dalla normativa in vigore, di 1 A per 1 s per quadro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inserimento della corrente di dispersione [A] per ciascun quadro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inserimento del numero di utenze servite da ciascun quadro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.2. Specifiche per utenza		
Inserimento del quadro di riferimento per ciascuna utenza	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inserimento della potenza assorbita [kW] da ciascuna utenza	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inserimento della corrente assorbita [A] da ciascuna utenza	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inserimento della corrente di dispersione [A] per ciascuna utenza	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inserimento del numero di inverter per ciascuna utenza	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Inserimento delle specifiche della macchina per verifica di compatibilità con l'impianto dell'aria compressa		
Inserimento del consumo pneumatico [m ³ /h] per ogni connessione all'impianto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inserimento del consumo in pressione [bar] per ogni connessione all'impianto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verifica e inserimento del diametro richiesto [pollici] per ogni connessione all'impianto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Inserimento delle specifiche della macchina per verifica di compatibilità con l'impianto del vuoto		
Verifica e inserimento del consumo pneumatico [m ³ /h] per ogni connessione all'impianto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verifica e inserimento del consumo in pressione [bar] per ogni connessione all'impianto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verifica e inserimento del diametro richiesto [mm] per ogni connessione all'impianto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Inserimento delle specifiche della macchina per verifica di compatibilità con l'impianto depolveratore		
Verifica e inserimento del consumo pneumatico [m ³ /h] per ogni connessione all'impianto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verifica e inserimento del consumo in pressione [kPa] per ogni connessione all'impianto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verifica e inserimento del diametro richiesto [mm] per ogni connessione all'impianto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Inserimento delle specifiche dell'impianto deodorizing		
Verifica e inserimento del consumo pneumatico [m ³ /h] per ogni connessione all'impianto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verifica e inserimento del consumo in pressione [bar] per ogni connessione all'impianto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verifica e inserimento del diametro richiesto [mm] per ogni connessione all'impianto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 68: Machine Installation Checklist – OEM Checklist

Specifiche delle richieste della macchina sugli impianti dello stabilimento

1. Specifiche delle richieste della macchina sull'impianto elettrico

1.1. Specifiche per quadro

codQuadro	Tensione di alimentazione [V]	Potenza assorbita [kW]	Corrente assorbita [A]	Corrente di dispersione [A]	Numero utenze

1.2. Specifiche per utenza

nomeUtenza	codQuadro	Potenza assorbita [kW]	Corrente assorbita [A]	Corrente di dispersione [A]	Numero di inverter

2. Specifiche delle richieste della macchina sull'impianto dell'aria compressa

Connessione	Consumo pneumatico [m ³ /h]	Pressione richiesta [bar]	Diametro richiesto [pollici]

3. Specifiche delle richieste della macchina sull'impianto del vuoto			
Connezzione	Consumo pneumatico [m ³ /h]	Pressione richiesta [bar]	Diametro richiesto [mm]

4. Specifiche delle richieste della macchina sull'impianto depolveratore			
Connezzione	Consumo pneumatico [m ³ /h]	Pressione richiesta [kPa]	Diametro richiesto [mm]

5. Specifiche delle richieste della macchina sull'impianto deodorizing			
Connezzione	Consumo pneumatico [m ³ /h]	Pressione richiesta [kPa]	Diametro richiesto [mm]

Tabella 3: Machine Installation Checklist – Machine Specification

I primi parametri inseriti riguardano l'interazione della macchina con l'impianto elettrico presente in azienda. Per ciascun quadro, oltre ai parametri di tensione di alimentazione (Volt), potenza (kW) e corrente (A) richiesti (da confrontare con le quantità erogabili dall'impianto elettrico dell'azienda, e quindi dalle singole blindosbarre disponibili per il collegamento), è interessante valutare il numero di utenze servite e la corrente di dispersione ad esso legata (che verrà confrontata con i vincoli imposti dal differenziale a monte della blindosbarra).

Talvolta, i dati sulla potenza forniti dagli OEMs sono forniti in kVA, ma lo standard per il confronto della potenza con quella erogabile dall'impianto elettrico dello stabilimento in cui la macchina verrà installata richiede che tali dati siano espressi in kW. Quindi viene applicata la seguente formula per convertire i valori di potenza in kiloVoltAmpere (potenza apparente A) in kiloWatt:

$$P \text{ [kW]} = A \text{ [kVA]} * \cos\varphi$$

Formula 3: Conversione valori di potenza da kVA in kW

Il termine $\cos\varphi$ corrisponde al fattore di potenza, misura dello sfasamento tra tensione e corrente in un sistema elettrico in corrente alternata.

Per ogni utenza, allo stesso modo, oltre ai valori di potenza e corrente assorbite, viene inserita la corrente di dispersione, la quale può dipendere dalla quantità di inverter e filtri EMI presenti (si veda il capitolo 4).

Come è possibile vedere, la checklist proposta non va intesa come ispezione dei soli aspetti riguardanti l'impianto elettrico, ma considera le richieste relative ai consumi da parte della macchina sugli altri sistemi centralizzati per quanto riguarda aria compressa, vuoto, depolveratore e deodorizing, al fine di valutarne la compatibilità con le quantità erogabili dagli impianti centralizzati dell'azienda. Nello specifico si considerano, per ciascuna connessione agli impianti richiesta dalla macchina, il consumo pneumatico, espresso in m³/h, la pressione richiesta (in bar o kiloPascal) e il diametro richiesto (in pollici o mm a seconda dell'impianto considerato).

A questo punto l'azienda riceve i dati dall'OEM ed effettua un controllo sulle specifiche richieste della macchina. Sulle base di questi dati viene definito il collegamento della macchina all'impianto elettrico, individuando quindi su blindosbarra è opportuno collegare ciascun quadro collegato. Per gli impianti dell'aria compressa, del vuoto, depolveratore e deodorizing, nel caso in cui vi siano dei consumi richiesti da parte della macchina, i valori complessivi di consumo da parte della macchina, considerando le diverse connessioni, vengono confrontati con le disponibilità da parte degli impianti, inseriti nella fase iniziale del processo descritto.

Nel caso in cui emergano problematiche di compatibilità tra richieste e disponibilità è necessario comunicare le criticità all'OEM, in modo che questo possa eventualmente introdurre delle modifiche sulla macchina. Nel caso specifico, finalizzato principalmente ad evitare fenomeni di fermo dovuti alle dispersioni di corrente, deve essere verificato che le dispersioni della macchina (intrinseche e non eliminabili all'origine), pur non superando i limiti previsti dalle normative di sicurezza elettrica (comunque garantiti dalla conformità CE), possano essere gestite dall'impianto elettrico dello stabilimento. Se la macchina presenta elevate dispersioni, che non possono essere gestite attraverso un'adeguata configurazione dei collegamenti elettrici, è necessaria da parte dell'OEM una valutazione della possibilità di introdurre sulla macchina delle modifiche finalizzate a ridurre il fenomeno di dispersione. Se queste operazioni risultano impraticabili, potrebbe essere conveniente valutare l'utilizzo di una tecnologia differente per svolgere le attività richieste alla macchina. Il flusso di informazioni legate all'utilizzo dello strumento proposto può quindi essere riassunto nel seguente diagramma:

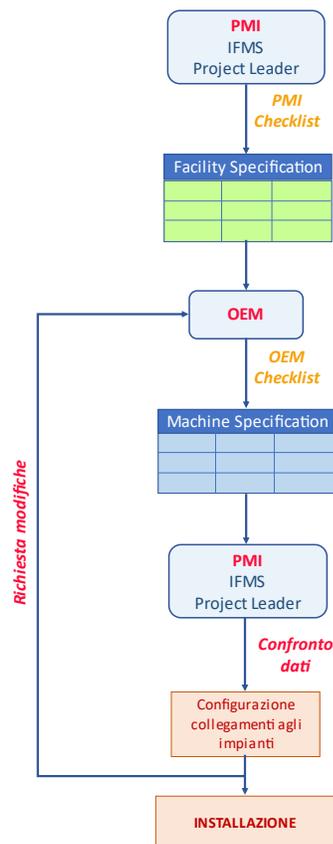


Figura 69: Machine Installation Checklist – Flusso informativo

La checklist proposta può chiaramente essere modificata tramite l'aggiunta o modifica di diversi aspetti, sebbene lo scopo principale dello strumento, nel caso specifico, sia la valutazione preliminare delle dispersioni indotte dall'attrezzatura, in modo da adottare misure preventive, sia a livello di design della macchina da parte del fornitore, che a livello di impianto elettrico dello stabilimento, al fine di anticipare eventuali criticità.

8. Applicazione della soluzione: caso Combiner I2

Il caso studio sopra descritto mostra come la problematica del fermo macchina della Combiner G1 sia stata gestita attraverso l'introduzione di azioni correttive, individuate tramite l'utilizzo dello strumento Initial Problem Solving. Nello specifico, la contromisura risolutiva nel caso Combiner G1, finalizzata a mitigare il problema risultante dalle dispersioni di corrente, è stata l'aggiunta di un quadro macchina per suddividere le utenze, e quindi le relative dispersioni, su più linee elettriche alimentatrici. Alle azioni riportate sono però associate delle perdite rilevanti, complessivamente pari a 43615 \$, dovute principalmente, come dedotto dalla Project Loss Analysis, al mancato utilizzo di strumenti di standardizzazione di OPEN+.

Quindi, gli eventi verificatisi nel caso Combiner G1 sono legati all'utilizzo di un approccio correttivo, finalizzato a trovare una soluzione del problema una volta manifestatosi.

Di seguito, viene invece riportato l'utilizzo di un approccio finalizzato all'anticipazione dei problemi, tramite l'applicazione della checklist elaborata al progetto di installazione di un'altra macchina, progettata per le stesse funzioni della precedente e fornita da un diverso fornitore, che nell'elaborato verrà indicata come Combiner I2. Sarà quindi esaminato il confronto tra approccio correttivo e approccio preventivo, valutando le implicazioni di entrambi.

Sulla base dell'esperienza acquisita si procederà nella compilazione dei template, da parte di entrambe le parti coinvolte (PMI e OEM), sulla base della checklist, prestando particolare attenzione alle dispersioni verso terra della macchina, in modo da definire il collegamento della macchina all'impianto sulla base delle informazioni ottenute dal fornitore.

8.1. Utilizzo della checklist per il caso Combiner I2

L'installazione della Combiner I2 si inserisce all'interno di un progetto più ampio di installazione di una nuova linea produttiva all'interno dell'azienda, che ha avuto inizio in week 31. Seguendo il modello stage-gate di OPEN+, in week 40 ha avuto inizio la compilazione delle tabelle del datasheet *PMI_Uilities Specification* del file *Machine Installation_Checklist* da parte della funzione IFMS (Integrated Facility Management System), incaricata della gestione degli impianti dello stabilimento, con la partecipazione del Project Leader.

1.1. Specifiche dell'impianto elettrico					
codBlindosbarra	Tensione di alimentazione [V]	Potenza residua erogabile [kW]	Corrente residua erogabile [A]	Valore di dispersione residuo tollerabile dal differenziale [A]	Tempo di intervento del differenziale [s]
BSC6	400	320	800	2	1
BSC7	400	320	800	2	1

Tabella 4: Inserimento delle specifiche dell'impianto elettrico

Per il collegamento della macchina all'impianto elettrico sono state identificate due blindosbarre disponibili: la BSC6 e la BSC7. Per ciascuna sono quindi stati inseriti i valori di tensione di alimentazione e i valori di potenza e corrente erogabili. Inoltre, ai fini del confronto con le dispersioni di corrente della macchina, sono stati inseriti i valori di soglia degli interruttori differenziali, a capo di ciascuna blindosbarra, in termini di corrente residua tollerabile, pari a 2 Ampere, e tempo di intervento, pari a 1 secondo.

I punti relativi alle specifiche dell'impianto elettrico presenti nella *PMI_Checklist* sono quindi stati contrassegnati come eseguiti.

Action	DONE	N/A
Inserimento delle specifiche impiantistiche dello stabilimento in Utilities Specification		
1. Inserimento delle specifiche dell'impianto elettrico		
Identificazione e inserimento delle blindosbarre disponibili per il collegamento della macchina	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inserimento della tensione di alimentazione [V] per ciascuna blindosbarra	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inserimento della potenza residua erogabile [kW] da ciascuna blindosbarra	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inserimento della corrente residua erogabile [A] da ciascuna blindosbarra	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inserimento del valore residuo di corrente tollerabile [A] dal differenziale per ciascuna blindosbarra	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inserimento del tempo di intervento [s] del differenziale per ciascuna blindosbarra	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 70: Compilazione PMI Checklist –Impianto elettrico

La stessa procedura è stata seguita per gli altri impianti centralizzati, definendo per ciascuno la portata e pressioni massime erogabili.

2. Specifiche degli altri impianti		
Impianto	Portata residua erogabile [m ³ /h]	Pressione di esercizio erogabile
2.1. Aria compressa	698	6 bar
2.2. Vuoto spinto	N/A	N/A
2.3. Depolveratore	9500	2.5 kPa
2.4. Deodorizing	80	2.5 kPa

Tabella 5: Inserimento specifiche impianti Aria compressa, Vuoto, Depolveratore e Deodorizing

Action	DONE	N/A
2. Inserimento delle specifiche degli altri impianti		
2.1. Inserimento delle specifiche dell'impianto dell'aria compressa		
Inserimento della portata residua erogabile [m ³ /h]	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inserimento della pressione di esercizio erogabile [bar]	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.2. Inserimento delle specifiche dell'impianto del vuoto		
Inserimento della portata residua erogabile [m ³ /h]	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Inserimento della pressione di esercizio erogabile [bar]	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2.3. Inserimento delle specifiche dell'impianto depolveratore		
Inserimento della portata residua erogabile [m ³ /h]	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inserimento della pressione di esercizio erogabile [kPa]	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.4. Inserimento delle specifiche dell'impianto deodorizing		
Inserimento della portata residua erogabile [m ³ /h]	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inserimento della pressione di esercizio erogabile [kPa]	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 71: Compilazione PMI Checklist – Impianti Aria compressa, Vuoto, Depolveratore e Deodorizing

Le specifiche dell'impianto del vuoto non sono state inserite in quanto nello stabilimento in cui la Combiner I2 è stata installata tale impianto non risultava presente.

A questo punto, il documento è stato inviato, da parte del Project Leader, al referente per l'azienda fornitrice. Il template *OEM_Machine Specification* è stato quindi compilato, sulla base dei punti previsti dalla relativa checklist, inserendo i consumi della macchina su ciascun impianto.

1. Specifiche delle richieste della macchina sull'impianto elettrico					
1.1. Specifiche per quadro					
codQuadro	Tensione di alimentazione [V]	Potenza assorbita [kW]	Corrente assorbita [A]	Corrente di dispersione [A]	Numero utenze
P1	400	58.65	125	0.75	3
P2	400	18.85	40.5	0.95	5
P3	400	7.9	17.3	0.4	2
P4	400	21.6	32.8	0.4	1
P5	400	7.5	14.5	0.25	1
P6	400	14.4	32.3	0.25	1

Tabella 6: Inserimento specifiche Combiner I2 per quadro elettrico macchina

Relativamente all'impianto elettrico, sono stati inseriti prima di tutto i codici dei quadri macchina da collegare ad una delle due blindosbarre disponibili. Per ogni quadro, sono stati indicati i valori di tensione di alimentazione, potenza e corrente assorbite, corrente di dispersione e numero di utenze servite.

Successivamente, il fornitore ha inserito i valori relativi di potenza richiesta, corrente assorbita e corrente di dispersione relativamente a ciascuna utenza che verrà alimentata dai 6 quadri.

1.2. Specifiche per utenza				
nomeUtenza	codQuadro	Potenza assorbita [kW]	Corrente assorbita [A]	Corrente di dispersione [A]
P1.1	P1	28.9	90	0.3
P1.2	P1	12.75	20	0.3
P1.3	P1	17	15	0.15
P2.1	P2	3.6	8.1	0.15
P2.2	P2	3.6	8.1	0.15
P2.3	P2	3.6	8.1	0.05
P2.4	P2	3.6	8.1	0.3
P2.5	P2	3.6	8.1	0.3
P3.1	P3	4.3	9.2	0.2
P3.2	P3	3.6	8.1	0.2
P4.1	P4	21.6	32.8	0.4
P5.1	P5	7.5	14.5	0.25
P6.1	P6	14.4	32.3	0.25

Tabella 7: Inserimento specifiche Combiner I2 per quadro elettrico macchina

I valori di potenza e corrente per ogni quadro corrispondono alla somma dei valori per le rispettive utenze alimentate dal quadro.

I seguenti punti della *OEM_Checklist* sono stati quindi indicati come eseguiti.

Action	DONE	N/A
Inserimento delle specifiche della macchina per verifica di compatibilità con gli impianti dell'azienda		
1. Inserimento delle specifiche della macchina per verifica di compatibilità con l'impianto elettrico		
1.1. Specifiche per quadro macchina		
Inserimento della tensione di alimentazione [V] richiesta da ciascun quadro	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inserimento della potenza assorbita [kW] da ciascun quadro	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inserimento della corrente assorbita [A] da ciascun quadro	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prendere visione del limite di corrente di dispersione previsto dalla normativa in vigore, di 1 A per 1 s per quadro	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inserimento della corrente di dispersione [A] per ciascun quadro	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inserimento del numero di utenze servite da ciascun quadro	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.2. Specifiche per utenza		
Inserimento del quadro di riferimento per ciascuna utenza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inserimento della potenza assorbita [kW] da ciascuna utenza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inserimento della corrente assorbita [A] da ciascuna utenza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inserimento della corrente di dispersione [A] per ciascuna utenza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inserimento del numero di inverter per ciascuna utenza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 72: Compilazione OEM Checklist – Specifiche macchina per quadro elettrico macchina e per utenza

A questo punto, sono state inserite le connessioni richieste dalla macchina per ciascuno degli impianti aria compressa, vuoto, depolveratore e deodorizing, e i valori di portata (consumo pneumatico) e pressione richiesti agli impianti da ciascuna connessione.

2. Specifiche delle richieste della macchina sull'impianto dell'aria compressa			
Connessione	Consumo pneumatico [m ³ /h]	Pressione richiesta [bar]	Diametro richiesto [pollici]
C1	230	6	1
C2	36	6	1
C3	0.26	6	1/4
C4	0.26	6	1/4
C5	0.26	6	1/4
C6	0.26	6	1/4
C7	0.26	6	1/4
C8	0.26	6	1/2
C9	30	6	1/8

Tabella 8: Inserimento specifiche Combiner I2 per collegamento all'impianto dell'aria compressa

All'impianto erogatore dell'aria compressa sono state richieste 9 connessioni. La Combiner I2 non ha richiesto collegamenti all'impianto del vuoto e al deodorizing (che sono quindi segnati come Not Applicable), per cui sono state indicate unicamente le 4 connessioni richieste al depolveratore.

3. Specifiche delle richieste della macchina sull'impianto del vuoto			
Connessione	Consumo pneumatico [m ³ /h]	Pressione richiesta [bar]	Diametro richiesto [mm]
N/A	N/A	N/A	N/A

Tabella 9: Inserimento specifiche Combiner I2 per collegamento all'impianto del vuoto

4. Specifiche delle richieste della macchina sull'impianto depolveratore			
Connessione	Consumo pneumatico [m ³ /h]	Pressione richiesta [kPa]	Diametro richiesto [mm]
D1	3500	2.5	200
D2	1500	2.5	150
D3	800	2.5	150
D4	500	2.5	80

Tabella 10: Inserimento specifiche Combiner I2 per collegamento all'impianto depolveratore

5. Specifiche delle richieste della macchina sull'impianto deodorizing			
Connessione	Consumo pneumatico [m ³ /h]	Pressione richiesta [kPa]	Diametro richiesto [mm]
N/A	N/A	N/A	N/A

Tabella 11: Inserimento specifiche Combiner I2 per collegamento all'impianto deodorizing

Action	DONE	N/A
2. Inserimento delle specifiche della macchina per verifica di compatibilità con l'impianto dell'aria compressa		
Inserimento del consumo pneumatico [m ³ /h] per ogni connessione all'impianto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inserimento del consumo in pressione [bar] per ogni connessione all'impianto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verifica e inserimento del diametro richiesto [pollici] per ogni connessione all'impianto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Inserimento delle specifiche della macchina per verifica di compatibilità con l'impianto del vuoto		
Verifica e inserimento del consumo pneumatico [m ³ /h] per ogni connessione all'impianto	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Verifica e inserimento del consumo in pressione [bar] per ogni connessione all'impianto	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Verifica e inserimento del diametro richiesto [mm] per ogni connessione all'impianto	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4. Inserimento delle specifiche della macchina per verifica di compatibilità con l'impianto depolveratore		
Verifica e inserimento del consumo pneumatico [m ³ /h] per ogni connessione all'impianto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verifica e inserimento del consumo in pressione [kPa] per ogni connessione all'impianto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verifica e inserimento del diametro richiesto [mm] per ogni connessione all'impianto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Inserimento delle specifiche dell'impianto deodorizing		
Verifica e inserimento del consumo pneumatico [m ³ /h] per ogni connessione all'impianto	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Verifica e inserimento del consumo in pressione [kPa] per ogni connessione all'impianto	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Verifica e inserimento del diametro richiesto [mm] per ogni connessione all'impianto	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 73: Compilazione OEM Checklist – Specifiche macchina per impianti Aria compressa, Vuoto, Depolveratore e Deodorizing

Conclusa la compilazione da parte del fornitore, il documento è stato nuovamente inviato al Project Leader di PMI che, con la collaborazione della funzione IFMS, ha effettuato un confronto tra i dati ricevuti dal fornitore e quelli inseriti in *PMI_Utilities Specification*.

Il valore di tensione di alimentazione dei quadri (e delle relative utenze) della Combiner I2 corrisponde al valore di tensione per entrambe le blindosbarre, per cui non ha senso indagare ulteriormente questo parametro. La connessione di ciascun quadro, e quindi dei moduli macchina ad esso collegati, ad una delle due blindosbarre disponibili (BSC6 e BSC7) è stata stabilita sulla base dei valori residui di potenza, corrente assorbita e corrente di dispersione da esse tollerabili.

Relativamente alle potenze e correnti assorbite dalle utenze, la connessione all'impianto elettrico non ha evidenziato la presenza di particolari vincoli, in quanto i valori complessivi di potenza ($128.9 \text{ kW} = 58.65 + 18.85 + 7.9 + 21.6 + 7.5 + 14.4 \text{ kW}$) e di corrente ($262.4 \text{ A} = 125 + 40.5 + 17.3 + 32.8 + 14.5 + 32.3 \text{ A}$) richiesti per il collegamento di tutte le utenze non eccedono le quantità di potenza (320 kW) e corrente (800 A) erogabili da una singola blindosbarra.

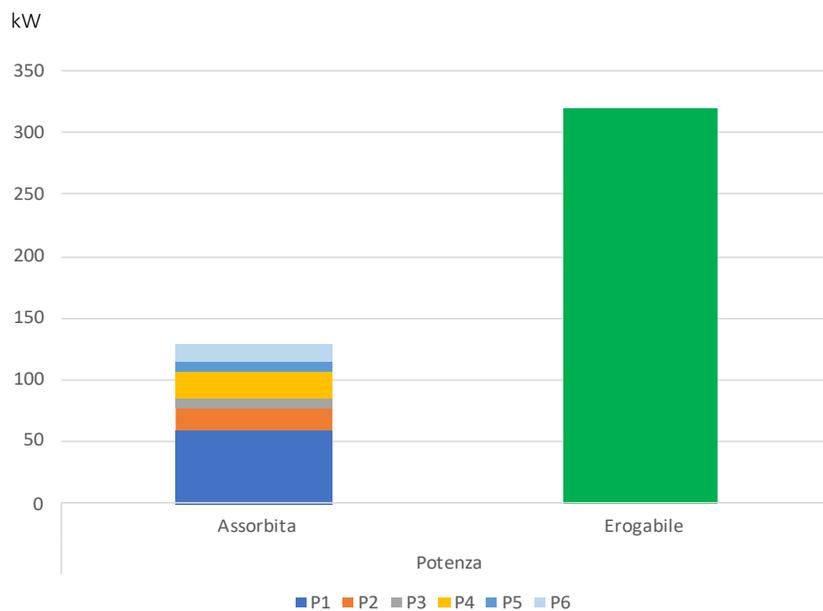


Figura 74: Confronto tra potenza erogabile da ciascuna blindosbarra e potenza richiesta complessivamente dalle utenze della Combiner I2

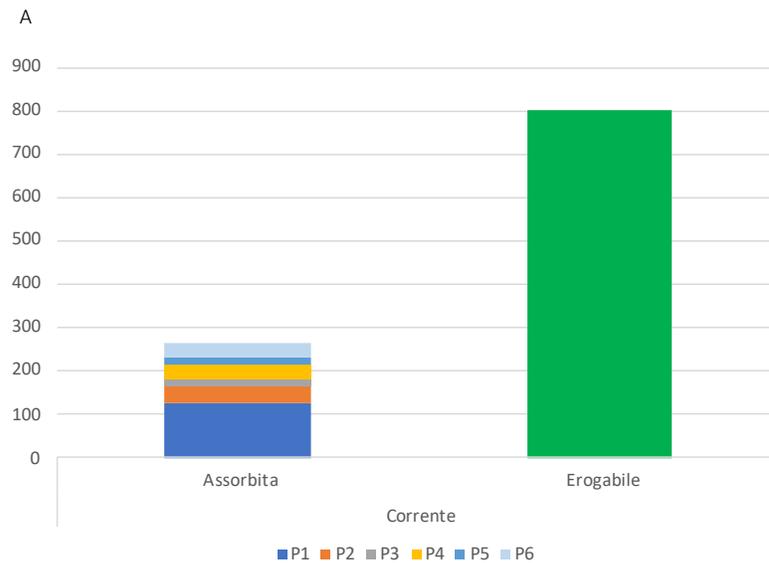


Figura 75: Confronto tra corrente erogabile da ciascuna blindosbarra e potenza richiesta complessivamente dalle utenze della Combiner I2

I valori di dispersione, confrontati con la soglia di intervento di ciascuno degli interruttori differenziali delle due blindosbarre, risultano invece significativi, a causa dell'elevata quantità di inverter presenti nei moduli macchina della Combiner I2. Quindi collegando, ad esempio, i quadri P1, P2, e P3 alla blindosbarra BSC6 e i quadri P4, P5 e P6 alla BSC7 (configurazione ottimale dal punto di vista del layout per ragioni di prossimità tra le macchine che svolgono operazioni consecutive), il valore complessivo di dispersione sulla BSC6 risulterebbe maggiore della soglia di intervento del differenziale, determinandone l'attivazione nelle fasi di operatività della macchina.

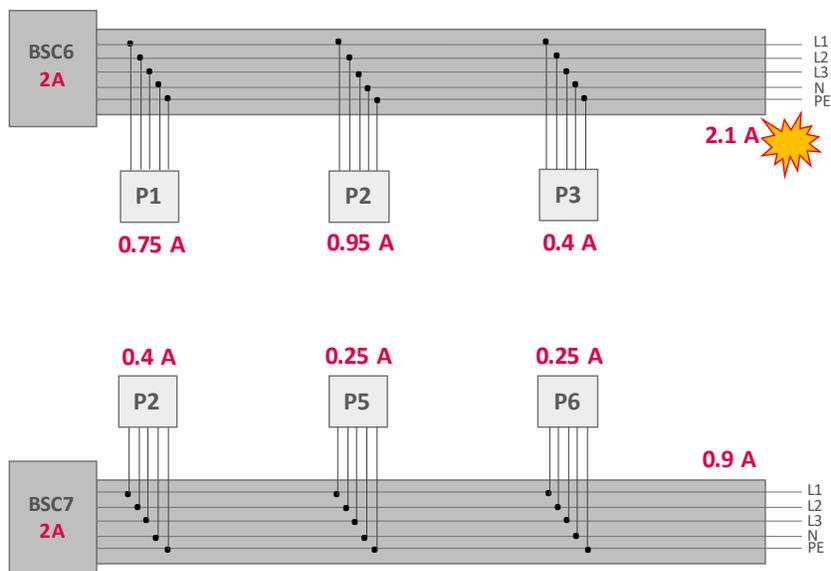


Figura 76: Configurazione ipotetica dei collegamenti della Combiner I2 all'impianto elettrico (caso NO checklist)

Quindi la configurazione dei collegamenti elettrici è stata realizzata in modo da minimizzare, per ogni blindosbarra, la dispersione complessiva su di essa, optando per la connessione delle utenze dei quadri P1, P3 e P6 sulla BSC6 e per la connessione di P2, P4 e P5 sulla BSC7.

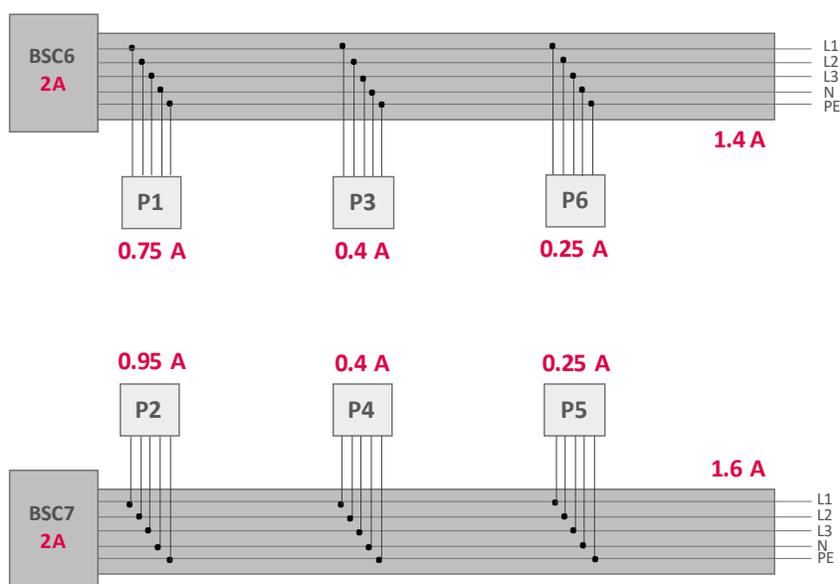


Figura 77: Configurazione dei collegamenti della Combiner I2 all'impianto elettrico con utilizzo della Machine Installation_Checklist

Nella figura seguente sono schematizzati i collegamenti effettuati per ciascuna utenza, riassumendone i valori di corrente di dispersione, potenza assorbita e corrente assorbita.

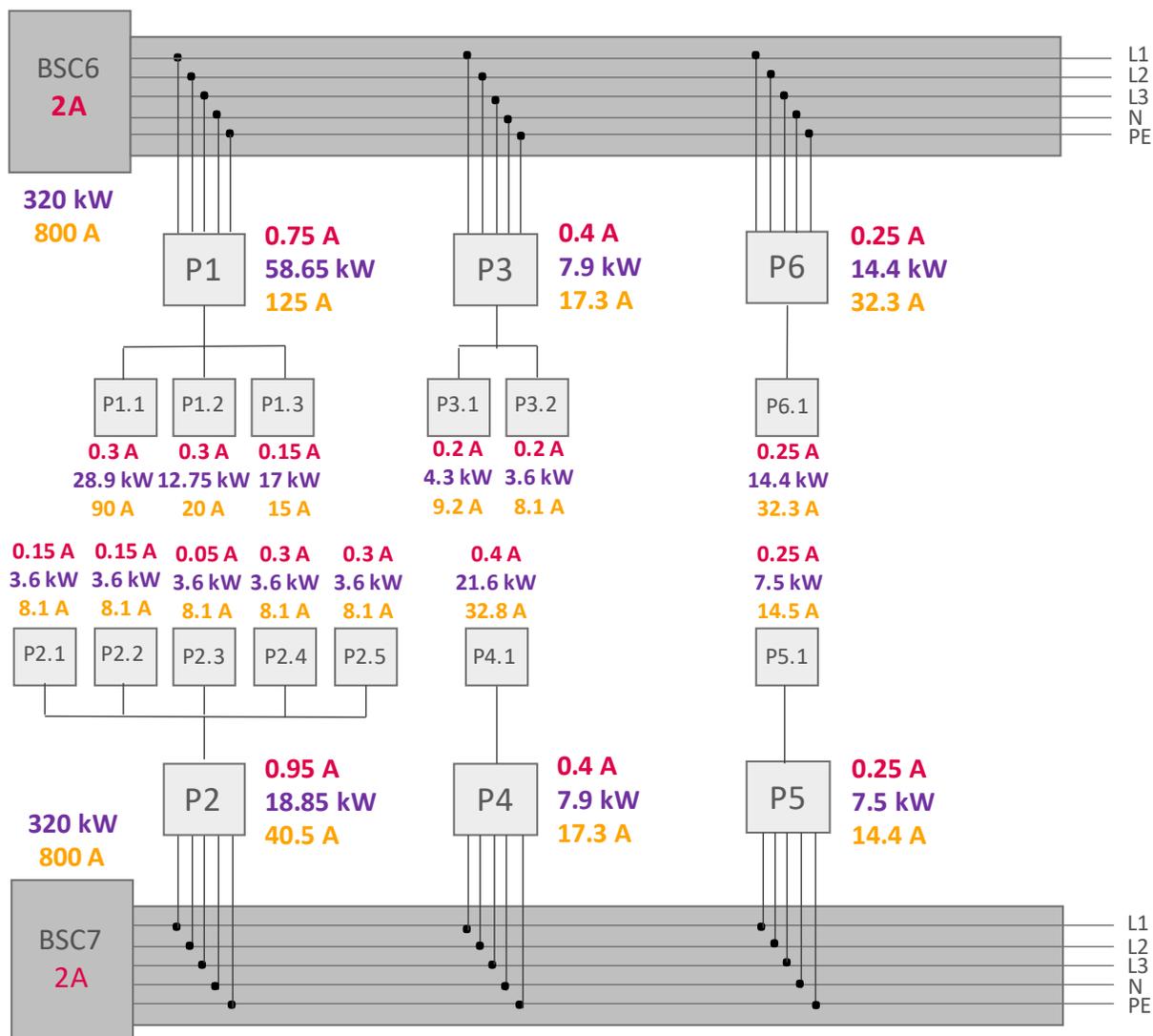


Figura 78: Configurazione dei collegamenti della Combiner I2 all'impianto elettrico con utilizzo della Machine Installation_Checklist – Indicazione dei valori di corrente, potenza e dispersione

La minimizzazione della dispersione complessiva sulle singole blindosbarre è finalizzata a consentire anche la futura connessione di altri dispositivi e macchine su di esse, senza che il valore totale di dispersione ecceda il valore di corrente di intervento del differenziale. Inoltre, è importante considerare che i valori di corrente di dispersione delle singole utenze possono essere

soggetti a variazioni, dovute ad esempio al deterioramento dell'isolamento, il quale contribuisce ad incrementare il fenomeno delle dispersioni. Per le suddette ragioni è essenziale prevedere un margine rispetto al valore di corrente che induce l'attivazione dell'interruttore differenziale.

Configurato il collegamento dei quadri all'impianto elettrico, sono stati analizzati i consumi delle utenze della Combiner I2 sull'impianto dell'aria compressa e sul depolveratore, confrontandoli con le disponibilità degli impianti dello stabilimento.

Quindi, i valori di richiesta in pressione e portata sono stati sommati su tutte le connessioni e confrontati con le portate e pressioni erogabili dal compressore e dal depolveratore. Per le 9 connessioni all'aria compressa i valori totali di portata e pressione richiesta sono rispettivamente pari a 297.56 m³/h (somma delle portate richieste da ciascuna connessione: 230 + 36 + 0.26 + 0.26 + 0.26 + 0.26 + 0.26 + 30 m³/h) e 6 bar, valori compatibili con le disponibilità dell'impianto, in grado di erogare una portata di 698 m³/h e una pressione di 6 bar. Per le 4 connessioni all'impianto depolveratore sono richiesti complessivamente 6300 m³/h di portata (somma delle portate richieste da ciascuna connessione: 3500 + 1500 + 800 + 500 m³/h) e 2.5 kPa di pressione, anch'esse quantità compatibili rispetto a quelle erogabili, pari rispettivamente a 9500 m³/h e 2.5 kPa.

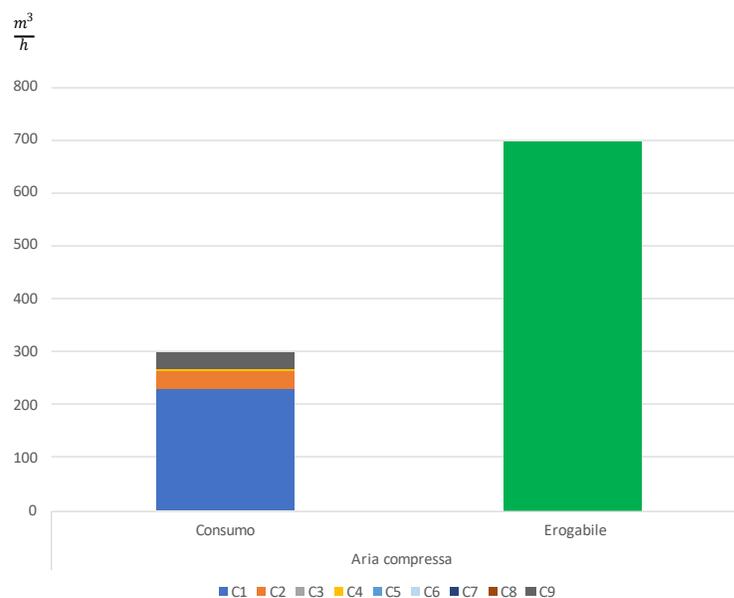


Figura 79: Confronto tra portata erogabile dall'impianto dell'aria compressa e consumo pneumatico complessivo della Combiner I2 sull'impianto

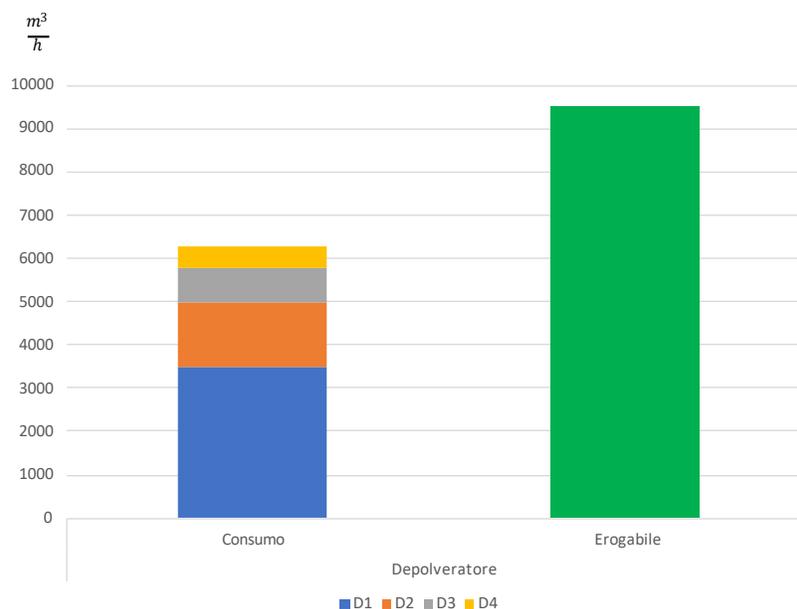


Figura 80: Confronto tra portata erogabile dall'impianto Depolveratore e consumo pneumatico complessivo della Combiner I2 sull'impianto

Le connessioni sono state inoltre configurate in modo da rispettare i diametri richiesti da ciascuna utenza per la quale la connessione fosse richiesta.

8.2. Valutazione tecnico-economica della soluzione

Mentre nel progetto di installazione della Combiner all'interno della prima linea produttiva (Combiner G1) è stato eseguito un retrofit, relativo all'aggiunta di un quadro macchina, nel caso Combiner I2 la configurazione dei collegamenti dei quadri alle blindosbarre disponibili è stata determinata sulla base dei valori di dispersione legati a ciascun quadro, e quindi a ciascuna utenza da esso alimentata, al fine di non sovraccaricare le linee elettriche dello stabilimento e di non dover effettuare modifiche successive in seguito a fermi macchina non pianificati. I consumi della macchina sugli altri impianti centralizzati sono invece stati utilizzati come parametri di controllo per il confronto con le quantità erogabili dagli impianti stessi, il quale non ha evidenziato criticità. L'applicazione della checklist ha consentito quindi la scelta di una soluzione di collegamento

(figura 78) realizzata tramite la connessione dei quadri P1, P3 e P6 alla blindosbarra BSC6 e P2, P4 e P5 alla BSC7, che non sovraccaricasse l'impianto elettrico dello stabilimento. L'alternativa che prevede la connessione di P1, P2 e P3 alla BSC6 e P4, P5 e P6 alla BSC7, la quale sarebbe stata adottata in uno scenario in cui non fosse stato introdotto lo strumento, e quindi nel caso in cui le dispersioni di corrente non fossero state considerate come parametro di progettazione dei collegamenti all'impianto elettrico, avrebbe causato nuove problematiche di fermo macchina dovute alle elevate dispersioni sulla blindosbarra BSC6, incompatibili con i 2 Ampere di intervento del differenziale.

Non è possibile stimare l'esatto valore di loss che poteva essere registrato nel progetto di installazione della Combiner I2 in assenza dei valori di dispersione di corrente ricevuti dall'OEM, ma rispetto alla perdita complessivamente pari a 43615 \$ nel caso Combiner G1, applicando lo strumento proposto, il valore complessivo di loss è pari a 87 \$, dovuto a:

- Un'ora di lavoro aggiuntiva richiesta al personale di PMI (considerando una singola persona) per l'inserimento dei parametri degli impianti dello stabilimento nel documento
- Un'ora di lavoro aggiuntiva richiesta al personale dell'azienda fornitrice (considerando una singola persona) per l'inserimento delle specifiche richieste della Combiner I2
- Un'ora di lavoro aggiuntiva richiesta al personale di PMI (considerando due dipendenti) per il confronto dei dati e la determinazione della configurazione ottimale dei collegamenti all'impianto elettrico

Enter Loss Description	Loss category (drop down)	Loss (in Uom)	Uom	Loss (\$)
Document filling with facilities specification	Effort (PMI)	0.025	Weeks x persons	\$ 29
Document filling with machine specification	Effort (OEM)	0.025	Weeks x persons	\$ -
Data analysis and connections configuration to the electrical plant	Effort (PMI)	0.05	Weeks x persons	\$ 58

Figura 81: Tracking Sheet delle perdite per effort aggiuntiva del progetto Installazione Combiner I2

A distanza di un mese dall'inizio dell'operatività della macchina, non sono stati registrati fermi macchina e quindi tempi di inoperatività delle macchine e del personale non ricollocabile, analisi addizionali non previste e acquisto di componenti e dispositivi aggiuntivi. Questi dati sono confrontati con quelli ottenuti nel caso Combiner G1 nel seguente grafico:

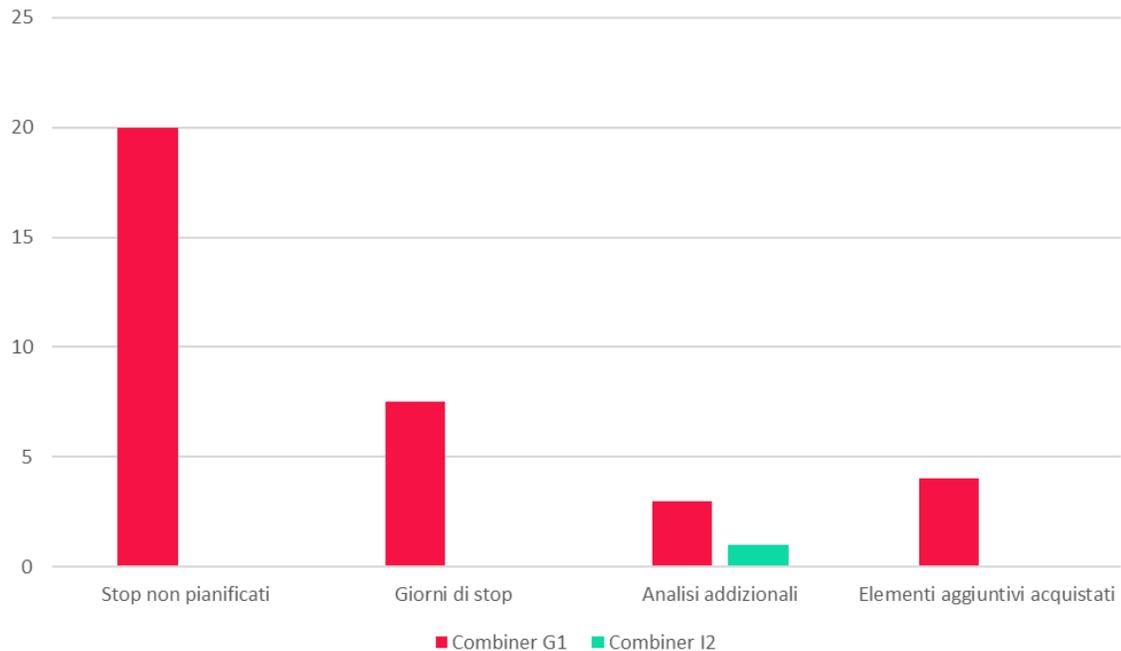


Figura 82: Confronto stop, analisi ed elementi aggiuntivi nei casi Combiner G1 e Combiner I2

Gli stop non pianificati fanno riferimento al numero di attivazioni dell'interruttore differenziale, mentre le analisi aggiuntive eseguite nel caso Combiner G1 si riferiscono alle analisi sulla macchina effettuate dall'OEM, alla mappatura della blindosbarra BSC5 e alle analisi sugli interruttori differenziali della linea. Per quanto riguarda il progetto di installazione della Combiner I2, l'unica analisi aggiuntiva effettuata è relativa al confronto delle specifiche della macchina e degli impianti dello stabilimento. Gli elementi aggiuntivi acquistati includono invece il nuovo quadro elettrico per la suddivisione delle dispersioni su più blindosbarre e i tre interruttori differenziali installati successivamente al quadro. In relazione al progetto di installazione della Combiner I2 non vi sono state, inoltre, giornate di lavoro addizionale non pianificato, considerando il personale PMI, ma anche il personale delle aziende OEM e contractors.

Conclusioni

Lo scopo dell'elaborato è stato quello di introdurre un miglioramento nei progetti di installazione di nuovi macchinari, finalizzato a prevenire eventuali problematiche legate ad incompatibilità nel collegamento di questi agli impianti esistenti, che possono generare perdite in termini di costi aggiuntivi, ore di lavoro addizionali del personale PMI, nonché dell'azienda OEM e di fornitori esterni, fermi macchina e perdita di materiali dovuti all'incompatibilità delle specifiche della macchina con l'impiantistica dello stabilimento aziendale. Il caso studio trattato si colloca nell'ambito dell'Initiative Management (IM), che prevede un modello stage-gate da seguire, alle cui fasi e punti di superamento sono associati degli strumenti standard di supporto (Standard Work Processes). Per tale motivo, nella parte iniziale dell'elaborato, si è approfondito il tema della gestione dei progetti e delle iniziative all'interno dell'azienda PMI tramite IM.

L'analisi entra nel merito degli aspetti relativi al progetto di installazione della macchina Combiner G1, indicandone le fasi in relazione al modello stage-gate e la problematica oggetto dello studio, legata all'attivazione dell'interruttore differenziale a monte della blindosbarra BSC5 alla quale è stata collegata la Combiner. Viene descritta, allo stesso tempo, l'applicazione degli strumenti Project Loss Analysis (PLA) e Initial Problem Solving (IPS) di OPEN+. Nello specifico, è riportata la raccolta dei dati ai fini della PLA, eseguita e aggiornata durante tutte le fasi del progetto di installazione considerate, e l'applicazione dell'IPS (anch'esso modificato progressivamente), a partire dal primo problema di interruzione di operatività verificatosi, causato dall'attivazione dell'interruttore differenziale a monte della blindosbarra BSC5 alla quale è stata collegata la Combiner. Sono state quindi indicate le operazioni di controllo e le contromisure finalizzate alla risoluzione del problema, oltre che i costi (monetari e non) ad esse associati. Sebbene il problema sia stato risolto tramite l'introduzione di un nuovo quadro elettrico, al fine di suddividere le dispersioni delle utenze della Combiner su più linee elettriche, il fenomeno di sgancio dell'interruttore differenziale si è manifestato complessivamente 20 volte, distribuite tra le week 19 e 31, causando perdite con valore monetario complessivo pari a 43615 \$, dovute alle analisi aggiuntive richieste, alla spesa in conto capitale per l'acquisto del nuovo quadro e al lavoro aggiuntivo (inclusa l'inattività) richiesto al personale dell'azienda.

Le analisi dei risultati ottenuti nell'utilizzo dei due strumenti IPS e PLA hanno condotto alle seguenti conclusioni:

- Secondo l'Initial Problem Solving, la root cause dell'incompatibilità delle dispersioni di corrente della macchina con i valori di intervento del differenziale è lo scambio di informazioni incompleto tra PMI e l'azienda OEM;
- Dalla Project Loss Analysis è stata rilevata la netta prevalenza di perdite evitabili attraverso il corretto utilizzo di uno Standard Work Process di OPEN+.

L'utilizzo congiunto dei due strumenti offerti da OPEN+ ha portato alla conclusione per la quale la root cause delle criticità riscontrate nel caso Combiner G1 è la mancanza di uno standard per la comunicazione tra PMI e il fornitore della macchina, che permetta di effettuare anticipatamente una valutazione della compatibilità della macchina con l'impianto elettrico dello stabilimento.

Al fine di prevenire lo sviluppo di simili problematiche nei futuri progetti di installazione è stato quindi introdotto un nuovo strumento, in forma di documento Excel, che si configura come una checklist (*Machine Installation_Checklist*), sulla base della quale:

- La funzione incaricata della gestione degli impianti dello stabilimento inserisce le specifiche di questi, in termini di disponibilità residue per il collegamento del nuovo macchinario;
- Il fornitore della macchina ne inserisce le specifiche relativamente ai consumi sugli impianti, in modo che l'azienda possa confrontarle con i valori indicati nel punto precedente.

Lo strumento, in particolare, si focalizza sull'indicazione, da parte del fornitore, delle dispersioni di corrente delle singole utenze del macchinario, in modo che il Project Leader, in collaborazione con la funzione IFMS, possa confrontarle con le dispersioni tollerabili dal differenziale della linea elettrica di alimentazione a cui la macchina verrà collegata, con l'obiettivo di:

- Impostare i collegamenti all'impianto elettrico sulla base di queste informazioni, per non avere criticità di sovraccarico sulle singole blindosbarre, che determinerebbero interruzioni di operatività della macchina come quelle constatate nel caso Combiner G1;
- Chiedere al fornitore delle modifiche progettuali su eventuali utenze critiche (ad esempio, dal punto di vista delle elevate dispersioni), in modo da adattare ai vincoli imposti dagli impianti esistenti;
- Valutare l'eventuale utilizzo di una tecnologia alternativa per svolgere le attività richieste, nel caso in cui le opzioni precedenti non risultassero praticabili.

Chiaramente, lo strumento può essere di ausilio anche nel caso analogo in cui sia necessario ottimizzare i valori di potenza o corrente assorbita su più blindosbarre da parte delle utenze, o per confrontare i valori di pressione e portata richiesti agli impianti aria compressa, vuoto, depolveratore e deodorizing con quelli erogabili.

Una volta introdotta la *Machine Installation_Checklist*, ne è stata descritta l'applicazione al progetto di installazione di un'altra macchina, con le stesse funzioni della precedente, indicata come Combiner I2. Quindi, a differenza del caso riportato in precedenza, applicando la soluzione sono stati richiesti al fornitore i dati relativi ai consumi della macchina per confrontarli con le quantità disponibili (inserite da PMI). Ciò ha permesso di individuare una potenziale criticità nei valori di dispersione di corrente per i quadri macchina, complessivamente elevati a causa dell'alto numero di inverter all'interno della macchina, che è stata risolta suddividendo le utenze (quindi l'alimentazione quadri) sulle blindosbarre disponibili per il collegamento di queste, in modo da non eccedere, per ciascuna di esse, la soglia di intervento dell'interruttore differenziale a monte, pari a 2 Ampere per 1 secondo.

Grazie all'utilizzo della checklist, i fermi macchina registrati, e quindi le relative perdite monetarie, sono stati pari a zero.

Loss	G1	I2	Unit of Measure
<i>Numero di stop non pianificati</i>	20	0	<i>Stops</i>
<i>Tempo di stop complessivo</i>	1.5	0	<i>Weeks</i>
<i>Numero di analisi aggiuntive effettuate</i>	3	1	<i>Analysis</i>
<i>Costo complessivo analisi aggiuntive effettuate</i>	15000	0	<i>\$</i>
<i>Numero di elementi aggiuntivi acquistati</i>	4	0	<i>Items</i>
<i>Costo complessivo elementi aggiuntivi acquistati</i>	16500	0	<i>\$</i>
<i>Inattività risorse umane PMI</i>	1.5	0	<i>Weeks x persons</i>
<i>Effort aggiuntiva PMI</i>	3	0.075	<i>Weeks x persons</i>
<i>Effort aggiuntiva OEM</i>	1.6	0.025	<i>Weeks x persons</i>
<i>Effort aggiuntiva Contractors</i>	0.8	0	<i>Weeks x persons</i>

Tabella 12: Confronto delle perdite nei casi Combiner G1 e Combiner I2

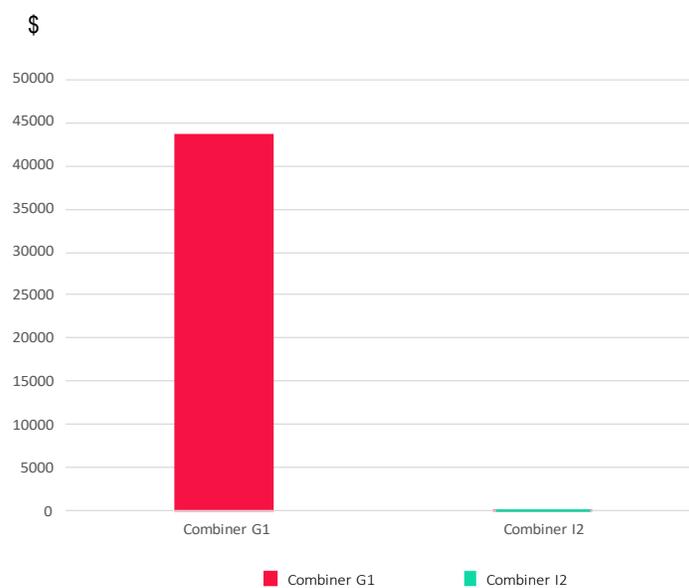


Figura 83: Confronto perdite monetarie complessive nei casi Combiner G1 e Combiner I2

L'utilizzo di questo approccio ha quindi consentito effettivamente di evitare lo sviluppo di problemi successivi, in linea con il principio di anticipazione nella gestione dei progetti presentato nel primo capitolo dell'elaborato.

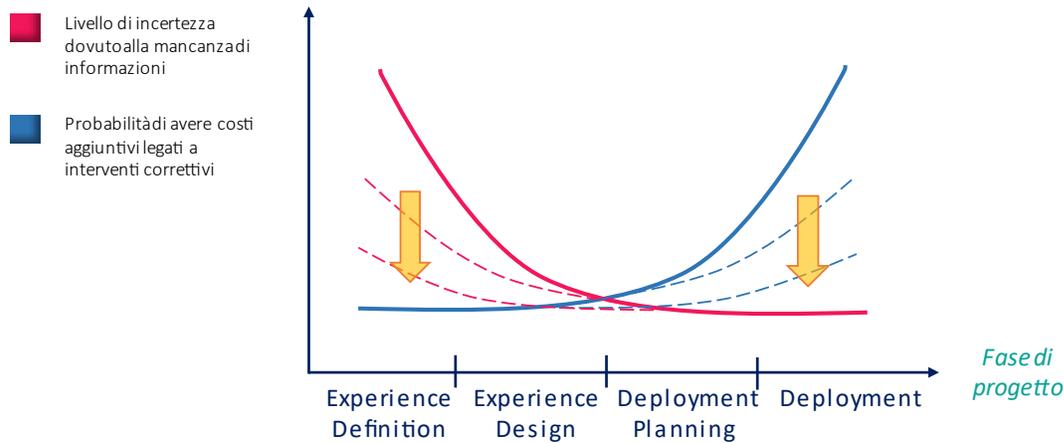


Figura 84: Riduzione del livello di incertezza e della probabilità di avere costi aggiuntivi con l'utilizzo dell'approccio di anticipazione

In ottica aziendale di raggiungimento del Vertical Startup (VSU), l'utilizzo della checklist rappresenta una sorta di punto di analisi aggiuntivo, in corrispondenza del quale si valuta la compatibilità delle specifiche della macchina con quelle degli impianti a cui essa verrà collegata, utilizzando un effort minimo (legato alla semplice compilazione dei documenti con l'aggiunta delle informazioni richieste e all'analisi di queste) sia da parte di PMI che del fornitore del nuovo macchinario.

La checklist proposta dallo studio può essere riapplicata a seconda dei casi specifici, considerando o meno tutti gli elementi al suo interno, o aggiungendone di nuovi sulla base di vincoli aggiuntivi imposti dallo stabilimento in cui il nuovo macchinario viene installato. In ogni caso, l'obiettivo di questo strumento è la riduzione dell'incertezza dovuta alla mancanza di dati necessari relativi al progetto e dei costi causati da interventi correttivi dovuti a tale incertezza.

In effetti, adottando la soluzione proposta, gli interventi correttivi messi in atto e i relativi costi sono complessivamente pari a zero. Il caso Combiner I2 rappresenta una *proof of value* dello

strumento introdotto, in corso di valutazione come proposta integrativa dello Standard Work Process Feedback to Design, e dei suoi benefici. È opportuno evidenziare che l'intervallo di tempo nel quale sono stati osservati gli effetti dell'applicazione della soluzione, pari ad un mese, non consente di trarre delle conclusioni definitive sull'utilizzo dello strumento. La checklist introdotta sarà dunque oggetto di future analisi, relative a nuovi progetti di installazione di macchinari all'interno di PMI.

Bibliografia

Schilling M. A., Izzo F., Gestione dell'innovazione, Mc Graw Hill, 2017

Baglieri E., Biffi A., Coffetti E., Ondoli C., Organizzare e gestire progetti, Rizzoli Etas, 2012

Bonfiglioli Consulting (Curatore), Lean World Class, Franco Angeli, 2016

Sitografia

[What is an Initiative & What is Initiative Management ? \(linkedin.com\)](#)

[Strategic Initiative Mangement: The PMO Imperative \(pmi.org\)](#)

[An integrated approach to managing extended supply chain networks - ScienceDirect](#)

[Stage Gate Process: Prevent Project Risk w/ Template \[2023\] • Asana](#)

[Il processo Stage-Gate \(Cooper\) | 2inno.eu](#)

[Microsoft PowerPoint - introduzione lean manufacturing - TPS - Modalità compatibilità \(unibo.it\)](#)

[economiaegestioneaziendale.com Il Just In Time e il Kanban](#)

[Kaizen - Wikipedia](#)

[Jidoka: definizione, origine e vantaggi | Item \(item24.com\)](#)

[Manutenzione produttiva totale: una panoramica | Impianto affidabile \(reliableplant.com\)](#)

[Learn How to Do Root Cause Analysis in 4 Steps | Limble CMMS](#)

[Root Cause Analysis | Mainsim CMMS Academy](#)

[Dispersioni elettriche: come individuarle, come misurarle e rimedi | Acea Energia](#)

[Dispersione elettrica - Wikipedia](#)

[Inverter - Wikipedia](#)

[Guida agli inverter | RS \(rs-online.com\)](#)

[Interruttori differenziali e correnti di dispersione \(abb.com\)](#)

[MITIGAZIONE DELLE ARMONICHE PER GLI INVERTER | Industria \(industria-online.com\)](#)

[Filtro EMI - Wikipedia](#)

[Presentazione standard di PowerPoint \(cni.it\)](#)

[OPEN + IOS Integrated Operating System - IM Pillar](#)

[Il corretto processo di acquisto di un nuovo macchinario... \(puntosicuro.it\) - Search \(bing.com\)](#)

[La selettività delle protezioni differenziali – Lovato Academy \(lovatoelectric.com\)](#)

[Philip Morris in Italia, una filiera integrata | Philip Morris Italia \(pmi.com\)](#)

[Come vengono prodotti i TERA | PMI - Switzerland - IT](#)

[\(1\) PMI \(fuseuniversal.com\)](#)

Sitografia immagini

Figura 1: [Strategic Initiative Mangement: The PMO Imperative \(pmi.org\)](#)

Figura 2: [Strategic Initiative Mangement: The PMO Imperative \(pmi.org\)](#)

Figura 3: [Strategic Initiative Mangement: The PMO Imperative \(pmi.org\)](#)

Figura 4: [Stage-Gate Process \[classic\] | Creately](#)

Figura 5: [Logistica per processi – Il caso Italacque \(unibo.it\)](#)

Figura 7: [How Kanban Can Help in Improving Productivity? \(managementhacks.blogspot.com\)](#)

Figura 8: [Heijunka Box | Lean Manufacturing Tools \(lean14.blogspot.com\)](#)

Figura 9: [Total Productive Maintenance: An Overview | Reliable Plant](#)

Figura 10: [Ishikawa diagram - Wikipedia](#)

Figura 11: [Interruttori differenziali e correnti di dispersione \(abb.com\)](#)

Figura 12: [Interruttori differenziali e correnti di dispersione \(abb.com\)](#)

Figura 13: [Interruttori differenziali e correnti di dispersione \(abb.com\)](#)

Figura 14: [Philip Morris scommette sull'Italia: nasce la sigaretta che non brucia il tabacco | Giornalettismo](#)

Figura 15: [Philip Morris Manufacturing & Technology Bologna \(pmi.com\)](#)

Figura 16: [Philip Morris Manufacturing & Technology Bologna \(pmi.com\)](#)

Figura 27: [\(1\) Introduction to BLAST - PMI \(fuseuniversal.com\)](https://fuseuniversal.com)