

WE LEAD TO EXCELLENCE



**Come Six Sigma aiuta a ridurre le difettosità
Case study settore Automotive**

Cosa è **SNAPSHOT**?

Snapshot letteralmente è una istantanea di un oggetto. Gli Snapshot di Advance Supply Chain Solutions sono delle istantanee di un argomento di Operations, Supply Chain, Lean Six Sigma o Procurement condivise con il pubblico di Advance. Le fonti di questi snapshot sono generalmente implementazioni dei nostri Senior Consultant, best practice e contenuti di eventi e webinar da noi organizzati. È un modo semplice e immediato per diffondere conoscenza state-of-the-art su argomenti nel DNA di Advance Supply Chain Solutions.



Six Sigma: Un Approccio Attuale Orientato al Cliente

Nato oltre 35 anni fa in Motorola, Six Sigma è stato successivamente raffinato in maniera più focalizzata attraverso le esperienze di grandi aziende come General Electric e Caterpillar. Questo metodo ha trovato applicazione anche in alcune realtà italiane, conservando caratteristiche di grande importanza per rimanere attuale.

Six Sigma, inizialmente sviluppato per migliorare le prestazioni aziendali, si distingue ora per la sua valenza culturale. L'accento sulla mentalità scientifica all'interno dell'azienda è considerato di primaria importanza rispetto ad approcci più morbidi e meno efficaci. Un aspetto culturale chiave di Six Sigma è la capacità di ragionare per priorità. Ciò implica l'identificazione delle leve più importanti in qualsiasi situazione. L'attenzione dinamica alle Critical to Quality (CTQ), ovvero alle caratteristiche fondamentali per il cliente in circostanze specifiche, è cruciale per il successo.

In un contesto dinamico, Six Sigma eccelle nell'identificare le variazioni nelle CTQ. Un esempio evidente è la battaglia tra linee aeree per le rotte più redditizie di Alitalia. Nonostante l'insistenza sulla riduzione del tempo di volo, i clienti hanno scelto treni ad alta velocità per la comodità e la libertà che offrivano.

Un concetto fondamentale in Six Sigma è la necessità di trovare soluzioni robuste, in grado di reggersi da sole. Questo approccio si discosta da mere esortazioni e procedure, mirando a evitare una ricaduta alle condizioni precedenti.

Six Sigma si pone l'obiettivo di rimanere centrato sul cliente, con una crescente attenzione alla crescita delle persone e alla scientificità dei processi. L'impatto economico e organizzativo dei progetti è altrettanto rilevante, e la metodologia si adatta efficacemente alle mutevoli esigenze del mercato (Fig 1).

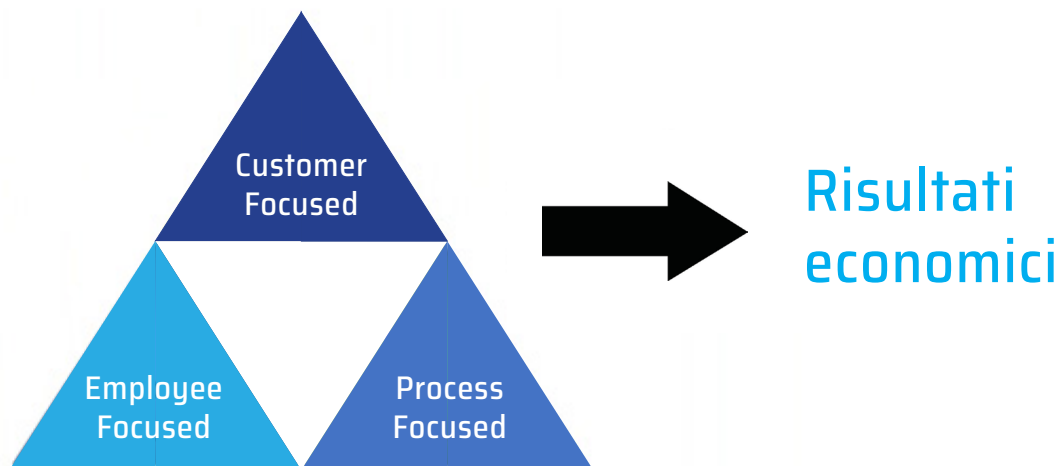


Fig. 1 - Pilastri del Six Sigma

Il problema

Nel dinamico panorama dell'industria automobilistica, la comprensione accurata del panorama competitivo è cruciale per il successo. Spesso, il concorrente più temibile non proviene direttamente dal proprio settore, ma da un'insospettabile direzione. Questo concetto è particolarmente evidente nel settore delle tecnologie emergenti, dove l'evoluzione rapida può rendere obsoleti prodotti apparentemente consolidati.

Nell'ambito dell'industria automobilistica, però, l'adozione di nuovi materiali e tecnologie richiede una rigorosa gestione dei rischi e una valutazione accurata della qualità.

Questo caso di studio si focalizza su un'esperienza con un fornitore di componenti automobilistici che ha proposto un prodotto innovativo per la verniciatura delle coperture del volante, evidenziando le sfide incontrate e le strategie adottate per garantire il successo nell'introduzione di questo materiale avanzato.

► Collaborazione con il Fornitore e Identificazione dei Problemi

Nel contesto di un progetto di sviluppo di un nuovo modello di veicolo, una importante casa automobilistica aveva deciso di testare il prodotto proposto dal fornitore. La consegna dei primi campioni aveva incluso anche indicazioni dettagliate su come applicare il prodotto sul volante. Tuttavia, durante le prove tecniche, simulate per valutare l'usura nel corso di molti anni di normale utilizzo del volante, sono emersi problemi significativi.

L'obiettivo del progetto era garantire la qualità della verniciatura sul Cover Airbag, evitando in termini tecnici il cosiddetto Peeling Paint.

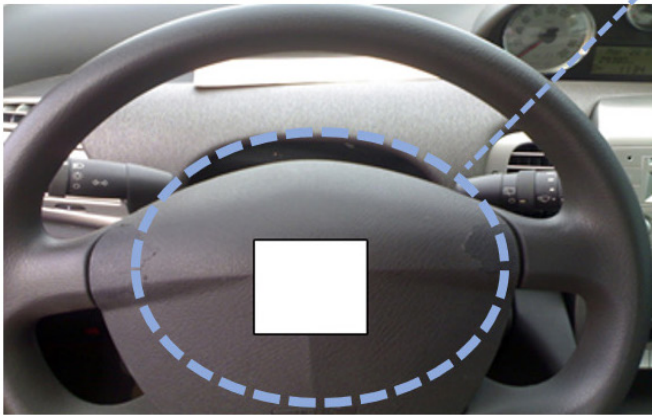
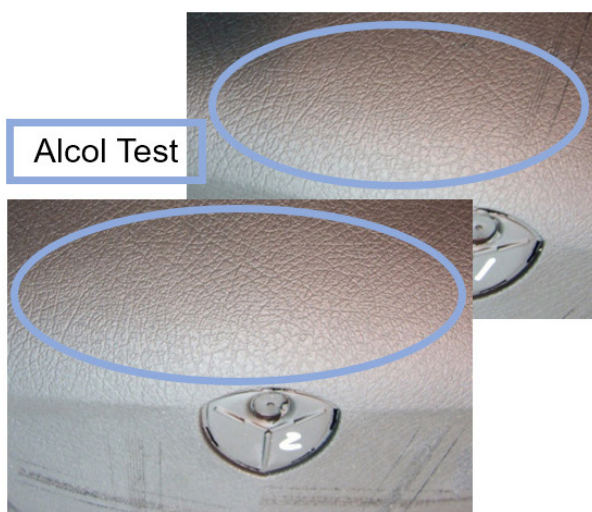


Fig. 2 - Esempio di cover air bag

Il test intensivo, mirato a simulare il potenziale degrado della verniciatura sulla cover air bag del volante (effetto chiamato "Peeling Paint", che è sostanzialmente il distacco di vernice dal rivestimento in condizioni normali), coinvolgeva una procedura standard utilizzata dalle case automobilistiche. Questa consisteva nel strofinare ripetutamente una superficie con un batuffolo di cotone impregnato di alcol etilico, seguito da un batuffolo di cotone asciutto (Fig 3). La quantità di materiale rimosso durante questa procedura costituiva un indicatore critico.



L'adesione della vernice sul cover è stata verificata mediante il seguente Alcol Test.

Alcol Test

Si utilizza un batuffolo di cotone idrofilo impregnato di alcool etilico denaturato e si strofina per 20 volte la superficie.

Successivamente si utilizza un batuffolo di cotone asciutto e si strofina per 20 volte la medesima superficie. Si verifica l'assenza di materiale residuo sul batuffolo

Fig. 3 - Test di verifica

Le prime prove hanno rivelato una varietà estrema nel prodotto, con conseguente rischio di difettosità dell'8%. Questo rischio era particolarmente preoccupante in quanto poteva manifestarsi durante il periodo di garanzia, rappresentando una situazione inaccettabile la casa automobilistica. La valutazione della qualità è stata effettuata da operatori esperti, sottoposti regolarmente a una rigorosa "valutazione dell'errore di misura" per garantire l'affidabilità dei risultati. La configurazione inizialmente suggerita dal fornitore è stata giudicata troppo rischiosa, con un rischio di difettosità nell'8% dei casi durante il periodo di garanzia. Tuttavia, alcuni suggerivano che la situazione potesse essere ancora più critica. Di conseguenza, è stato necessario adottare misure decisive per mitigare il rischio e ottimizzare il processo.

Cause selezionate

Nell'ambito della collaborazione tra la casa automobilistica e il fornitore, mirata all'introduzione di un innovativo processo di verniciatura delle coperture del volante, è emersa la necessità di un approccio sistematico per ottimizzare le variabili chiave influenti sulla qualità dell'adesione. Questo documento esplora il processo di progettazione di esperimenti (DOE) e i criteri di valutazione adottati per affrontare sfide cruciali e massimizzare la qualità del prodotto finale.

Il gruppo di lavoro aveva identificato cinque variabili critiche che richiedevano un controllo attento durante il processo di verniciatura. Queste variabili includevano la percentuale del catalizzatore, la "Pot Life" (il tempo di aumento della viscosità del primer prima che diventi inutilizzabile), lo spessore del primer, la temperatura del forno e la viscosità (Fig. 4). Ciascuna di queste variabili aveva un impatto diretto sulla qualità dell'adesione del prodotto finale.

Variabili critiche
% del Catalizzatore
Pot Life (Tempo di aumento della viscosità del Primer prima che questo divenga inutilizzabile)
Spessore del Primer
Temperatura del forno
Viscosità

Fig 4 - Variabili critiche identificate

DOE - Preparazione prove e criteri di valutazione

Prova resistenza all'alcol

RATING	MEANING
0 / OK	No cotton staining. No slightest damages in the paint
1 / OK	No staining of alcohol-wetted cotton. But Slight paint wearout in the grain crests using dry cotton
2 / NO OK	Slight staining of alcohol-wetted cotton. Dry cotton causes spread paint surface peel. Tiny removed paint particles are visible in the dry cotton
3 / NO OK	Staining of alcohol-wetted cotton. Big Paint flake-off using dry cotton
4 / NO OK	massive staining of alcohol-wetted cotton & Massive Paint flake-off using dry cotton
5 / NO OK	alcohol-wetted cotton removes the paint.

- 16 prove, 8 componenti per ciascuna prova per un totale di 128 misure
- Sono stati valutati i risultati in termini di prova alla resistenza all'alcol secondo i criteri qui di seguito riportati

Fig. 5 - Scala di difettosità con 6 valori

La gestione efficace della qualità è una priorità cruciale per l'industria automobilistica, dove anche il minimo difetto può compromettere la durata e l'affidabilità dei componenti.

Prima di intraprendere l'approccio della progettazione di esperimenti, l'azienda aveva già definito uno standard di valutazione della qualità, utilizzando un sistema di rating con sei valori da 0 a 5 (Fig 5). In questa scala, solo il livello verde era considerato accettabile, indicando una durata della verniciatura di molti anni. Il giallo rappresentava una situazione critica, mentre i livelli 3, 4 e 5 erano considerati assolutamente inaccettabili.

Per affrontare le sfide di qualità, il gruppo di lavoro ha optato per l'applicazione della progettazione di esperimenti (DOE), uno strumento tipico del Six Sigma. Questa metodologia ha coinvolto la selezione controllata di cinque parametri chiave, come il catalizzatore, la "Pot Life," lo spessore del primer, la temperatura del forno e la viscosità. Il software "mini TAB" è stato utilizzato per generare 16 prove, combinando i diversi livelli dei parametri selezionati.

Il piano sperimentale ha coinvolto 16 prove, ognuna rappresentata da una riga in figura 6. Ogni prova prevedeva 8 ripetizioni, risultando in un totale di 128 volantini verniciati e valutati. Ogni riga, quindi, è stata ripetuta 8 volte, consentendo una valutazione dettagliata delle prestazioni per ogni combinazione di parametri.

WORKSHEET 2
Fractional Factorial Design

Design Summary
 Factors: 5 Base Design: 5; 16 Resolution: V
 Runs: 128 Replicates: 8 Fraction: 1/2
 Blocks: 1 Center pts (total): 0

#	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
	StdOrder	RunOrder	CenterPt	Blocks	% catalizzatore	pot life	spessore primer	temperatura	viscosità	
1	1	1	1	1	1	15	12	60	40	
2	2	2	1	1	2	15	12	60	30	
3	3	3	1	1	1	20	12	60	30	
4	4	4	1	1	2	20	12	60	40	
5	5	5	1	1	1	15	18	60	30	
6	6	6	1	1	2	15	18	60	40	
7	7	7	1	1	1	20	18	60	40	
8	8	8	1	1	2	20	18	60	30	
9	9	9	1	1	1	15	12	80	30	
10	10	10	1	1	2	15	12	80	40	
11	11	11	1	1	1	20	12	80	40	
12	12	12	1	1	2	20	12	80	30	
13	13	13	1	1	1	15	18	80	40	
14	14	14	1	1	2	15	18	80	30	
15	15	15	1	1	1	20	18	80	30	
16	16	16	1	1	2	20	18	80	40	

Fig. 6 - Piano sperimentale

Dopo le ripetizioni, i risultati sono stati riportati nell'ultima colonna (Figura 7), con valutazioni che andavano da 0 a 5. L'analisi ha coinvolto l'esame della coerenza dei risultati in condizioni paritarie, valutata attraverso le 8 prove per ciascuna combinazione. I risultati sono stati coerenti con la tabella di valutazione in scala da 0 a 5.

Il risultato della prima prova ha mostrato un punteggio di 4, mentre la seconda ha registrato un valore di 1, e così via.

Factorial Regression: risult...
 WORKSHEET 2
Factorial Regression: risultati versus % catalizzatore; pot life; spessore primer; temperatura; visco
 CE + ABD
 DE + ABC

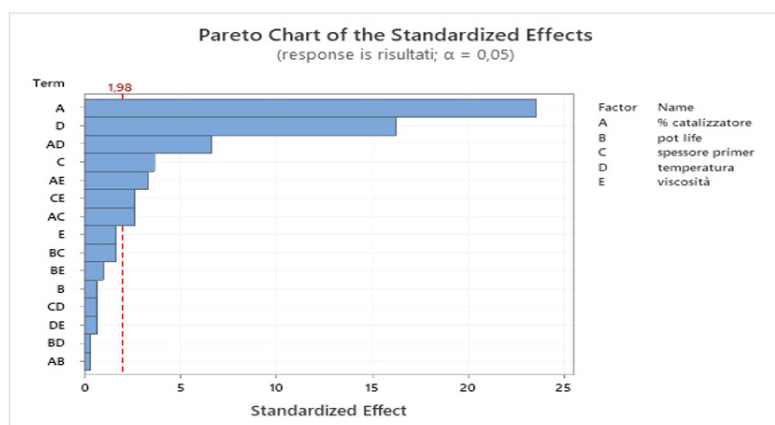
#	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
	StdOrder	RunOrder	CenterPt	Blocks	% catalizzatore	pot life	spessore primer	temperatura	viscosità	risultati	
1	1	1	1	1	1	15	12	60	40	4	
2	2	2	1	1	2	15	12	60	30	1	
3	3	3	1	1	1	20	12	60	30	4	
4	4	4	1	1	2	20	12	60	40	0	
5	5	5	1	1	1	15	18	60	30	3	
6	6	6	1	1	2	15	18	60	40	1	
7	7	7	1	1	1	20	18	60	40	4	
8	8	8	1	1	2	20	18	60	30	2	
9	9	9	1	1	1	15	12	80	30	2	
10	10	10	1	1	2	15	12	80	40	0	
11	11	11	1	1	1	20	12	80	40	2	
12	12	12	1	1	2	20	12	80	30	1	
13	13	13	1	1	1	15	18	80	40	2	
14	14	14	1	1	2	15	18	80	30	0	
15	15	15	1	1	1	20	18	80	30	2	
16	16	16	1	1	2	20	18	80	40	0	
17	17	17	1	1	1	15	12	60	40	5	
18	18	18	1	1	2	15	12	60	30	1	

Fig. 7 - Risultati del DOE

Complessivamente, sono state eseguite 128 prove, ognuna rappresentante un diverso volante.

Analisi dei risultati

Inserendo i dati nella matrice software, si è ottenuto un peso ponderato dei parametri, evidenziato nel diagramma di Pareto in Fig.8. Questo diagramma indicava chiaramente l'impatto dei singoli parametri sul risultato finale. Nel nostro caso, il catalizzatore (A), la temperatura (D), e lo spessore del primer (C) sono emersi come i parametri più influenti, rappresentati dalle barre più lunghe. C'è da sottolineare anche la presenza di una componente non lineare importante di interazione A + D che non approfondiamo in questo paragrafo e che verrà ripresa più avanti nelle conclusioni.



Questo grafico rappresenta il peso relativo dei fattori: si nota che la % di catalizzatore, la temperatura e l'interazione tra i due fattori sono nettamente predominanti come importanza.

In quarta posizione lo spessore del primer. Il modello con tutte le variabili spiega oltre l'87% della variabilità.

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,532430	89,05%	87,59%	85,70%

Fig. 8 - Analisi dei risultati

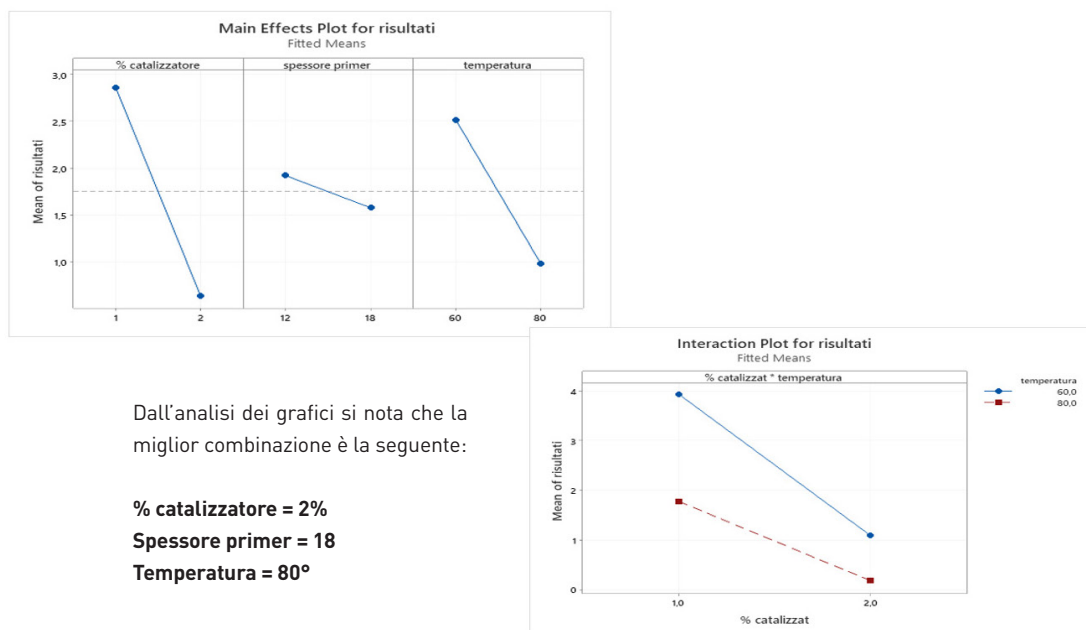
Un elemento chiave di questo tipo di analisi è la "R-sq" o percentuale controllabile, che indica quanto dei fenomeni è spiegato dai parametri considerati. Con tutti i parametri, era possibile spiegare l'87% della variabilità, mentre riducendo i parametri a 3, catalizzatore, temperatura e spessore del primer, si arrivava all'85% con una maggiore gestibilità. La semplificazione dei modelli, sacrificando solo una percentuale molto limitata (in questo caso il 2%), diventa cruciale nell'efficacia del controllo.

C'è da evidenziare che il software Minitab non solo fornisce un'equazione ma offre interpretazioni grafiche fondamentali, visualizzando il peso dei parametri nel modello. Questo aspetto è cruciale per una valutazione operativa più efficace rispetto a una semplice equazione. Nel nostro caso ricordiamo che l'obiettivo era quello di avere valori tendenti a 0, dove il cotone fosse perfettamente integro e non ci fosse traccia di residuo sul cotone. Esaminando quindi il primo output grafico (Figura 9, grafico a sinistra), si notava che una percentuale del catalizzatore al 2% otteneva un voto migliore, mentre lo spessore del primer a 18 risultava più efficace rispetto a 12. Tuttavia, l'impatto del catalizzatore era notevolmente maggiore rispetto agli altri parametri. Inoltre, il trattamento a 80°C risultava più efficace rispetto a 60°C.

Quindi, la combinazione di catalizzatore al 2%, spessore del primer di 18 micron e temperatura di trattamento a 80°C, si posizionava come la condizione migliore.

Ricordiamo che l'obiettivo era minimizzare il valore del parametro di qualità, dove la tenuta della vernice era maggiore.

Impatto dei parametri



Dall'analisi dei grafici si nota che la miglior combinazione è la seguente:

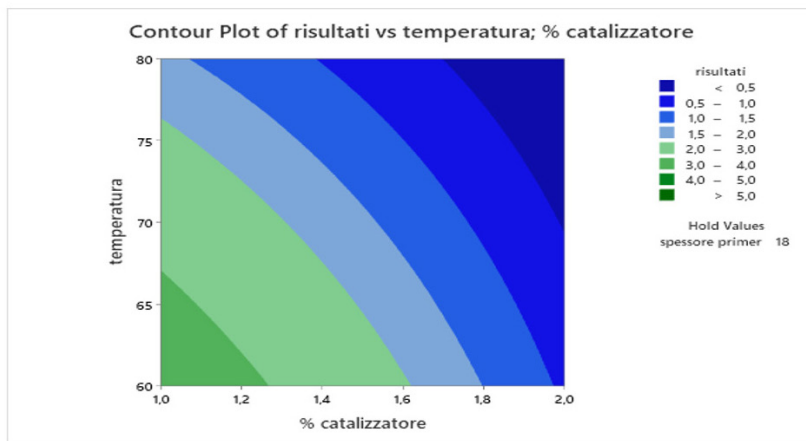
% catalizzatore = 2%
Spessore primer = 18
Temperatura = 80°

Fig- 9 - Output grafico

Il primo grafico a sinistra in Fig 9, quindi, rivelava un'interessante combinazione di parametri: catalizzatore al 2%, spessore del primer di 18 micron e temperatura di trattamento a 80°C. Tuttavia, l'attenzione si è rivolta poi da un elemento cruciale: l'esistenza di una componente non lineare A+D, una interazione tra il catalizzatore e la temperatura. Fortunatamente, l'analisi grafica a destra ha confermato che anche in questo caso, la condizione più vantaggiosa era ancora rappresentata dal quadratino rosso in basso, caratterizzato da un catalizzatore al 2% e dalla temperatura di trattamento più elevata.

Dunque, l'analisi dei grafici continuava a suggerire che la migliore combinazione per ottenere la massima qualità era la seguente: catalizzatore al 2%, spessore del primer a 18 micron e temperatura di trattamento di 80°C.

Legame tra qualità e parametri principali



Questo grafico rappresenta il legame tra la qualità e i due parametri più importanti; il terzo parametro è stato fissato a 18.

Fig. 10 - Legame tra risultato e combinazione di % Catalizzatore e T°

Nel viaggio verso la massima qualità, la ricerca di rappresentazioni visivamente efficaci è fondamentale. Il software può offrire ancora di più in questa direzione. Dotato di machine learning, il sistema può selezionare e “bloccare” il parametro meno significativo e visualizzare graficamente come variano i risultati al variare della percentuale di altri due parametri fornendo una sorta di mappa delle curve “isoqualitative” (o di indifferenza): muovendosi su tali curve, l’output qualitativo non cambia.

Nel caso in esame, si è selezionato come parametro meno significativo lo spessore del primer (bocciandolo al valore di 18) e si è proceduto a tracciare le curve con le combinazioni di % Catalizzatore e Temperatura (Fig. 10).

Questa rappresentazione grafica ha consentito di comprendere chiaramente l’andamento della difettosità lungo una scala da 0 a 5. I risultati mostravano che, spostandosi verso l’angolo in alto a destra, si otteneva la configurazione migliore. Un catalizzatore intorno all’1% e una temperatura di 60°C portavano ad una non accettabilità totale. Muovendosi lungo questa diagonale, la performance migliorava fino a raggiungere valori prossimi allo zero, indicando una qualità duratura nel tempo.



Conclusione

Il progetto, tuttavia, non è stato concluso a questo stadio. Dopo questa prima analisi, è stato eseguito un “run di conferma” in cui sono stati prodotti migliaia di componenti con la configurazione specificata. I risultati di questo processo sono stati estremamente positivi: il 97 per cento ha riportato un valore di 0, indicando una perfezione del risultato, mentre solo il 3% ha riportato un valore di 1.

Pertanto, si è proceduto nel fissare questa combinazione ottimale di parametri nel processo di verniciatura. Successivamente, durante il periodo di utilizzo, sia presso l'azienda di riferimento che in altre case automobilistiche, non sono più emerse problematiche.

Alcuni consigli per progetti Six Sigma

Di seguito, riportiamo alcuni consigli da tenere a mente in un progetto Six Sigma, emersi nel corso del workshop che ha presentato questo caso di applicazione Six Sigma.

Lo Sviluppo di un Programma Six Sigma

Nei progetti implementati con il supporto di Advance, sono state condotte attività di miglioramento in un arco temporale solitamente di 4-6 mesi, con un approccio che prevede una formazione parallela al progetto operativo, garantendo un'applicazione immediata e pratica delle conoscenze teoriche di Six Sigma. La selezione di progetti significativi è cruciale, evitando l'applicazione del metodo scientifico su questioni di minore rilevanza.

I Progetti devono avere peso e i risultati devono essere misurati

Un progetto Six Sigma deve essere contestuale alla formazione e orientato a risultati significativi. La certificazione dei risultati è essenziale per garantire la robustezza a lungo termine. L'approccio prevede anche una verifica continua in produzione per assicurare che i benefici ottenuti siano mantenuti nel tempo.

Scelta dell'Area di Intervento e delle Belt

La scelta dell'area di intervento è un processo cruciale. L'identificazione di aree di miglioramento avviene in collaborazione con la Direzione, analizzando il business case e valutando la potenziale estendibilità dei progetti. La coerenza tra l'area di intervento e le Belt coinvolte, il cui livello deve essere allineato alle ambizioni del progetto, è fondamentale.

Individuazione dei Progetti e Valutazione dei Benefici Potenziali

La condivisione del business case, che include il valore e il potenziale di miglioramento, è una pratica che facilita la selezione di progetti operativi. La valutazione della successiva estendibilità, ossia la possibilità di replicare i progetti in altri contesti, è considerata strategica. Questo approccio, già sperimentato in diverse altre realtà, permette di accelerare i tempi di implementazione.

Sviluppo dei Progetti in Concomitanza con la Formazione

I progetti, della durata di 4-6 mesi, sono sviluppati in parallelo alle sessioni di formazione. La Direzione monitora attentamente il progresso dei progetti, concentrando l'attenzione sui risultati e sulla fase di consolidamento. Il coinvolgimento attivo è una componente chiave per poter gettare le basi per soluzioni di successo oltre che per assicurarne il miglioramento continuo.

Certificazione dei Risultati e delle Belt

Al termine del progetto, si procede alla certificazione dei risultati e delle Belt coinvolte. Nel Six Sigma, le Belt (Green e Black) ricevono una formazione graduale che qualifica la loro competenza in base al colore. La certificazione è un momento gratificante, sottolineando il conseguimento degli obiettivi e il livello di competenza raggiunto. Le diverse fasi del progetto, rappresentate da "Define, Measure, Analyze, Improve, Control" seguono una logica sequenziale che sottolinea la necessità di una solida struttura logica per applicare efficacemente gli strumenti statistici. La fase "Analyze" di diagnostica emerge come cruciale, perché da questa dipende la precisione e l'efficacia delle fasi Improve e Control.

L'Importanza delle Lesson Learned

Il punto finale cruciale di un Progetto è rappresentato dalle Lesson Learned, una richiesta fondamentale per comprendere le ragioni di successo o insuccesso di un progetto. Questo aspetto riveste un ruolo determinante nel processo di miglioramento e deve essere chiaramente compreso dagli attori coinvolti.

Bibliografia

Corso Certificazione Six Sigma ASQ Green Belt e Black Belt
Link: <https://www.advanceschool.org/six-sigma-intro>

Hanno collaborato allo snapshot:



DANIELE MELDOLESI

Partner e Fondatore Advance



MAURIZIO MONTAGNA

Lean Six Sigma Senior Consultant Advance

Advance Supply Chain Solutions

Advance Supply Chain Solutions è la divisione consulenza di Advance, Premier Elite Partner di ASCM/APICS. Fornisce servizi di consulenza in area Procurement, Supply Chain Management, Lean Six Sigma e DDMRP.

La metodologia di assessment ed implementazione di Advance SC Solutions ha consentito ad aziende di vari settori e dimensioni di migliorare in tempi rapidi la performance e ridurre i costi della Supply Chain.

Per informazioni e contatti sui nostri servizi: info@advanceschool.org



SWITZERLAND

www.advanceschool.ch
info@advanceschool.ch

Basel

Aeschengraben, 29 - 4051
Phone +41 61 2254332
Fax: +41 61 255 44 10

ITALY

www.advanceschool.org
info@advanceschool.org

Bologna

Via Massimo D'Azeglio, 35 - 40123
Phone +39 051 19907026
Fax +39 051 0822618

Milan

Via Vincenzo Monti, 8 - 20123
Phone +39 02 46712715
Fax +39 02 48013233