



Le realtà produttive e industriali sono soggette a pressioni in costante crescita, alimentate dalle dinamiche di mercati sempre più imprevedibili. La tradizionale esigenza di massimizzare l'efficienza delle linee produttive si scontra oggi con dinamiche decisamente sfidanti, contraddistinte da una produzione molto diversificata e da dimensioni dei lotti in costante diminuzione. Per vincere le sfide di un mercato competitivo, l'esigenza di ottimizzazione dei cicli produttivi passa anche attraverso l'abbattimento dei tempi di attrezzaggio, che possono incidere in modo significativo non solo sui costi di produzione, ma anche sull'agilità dell'azienda.

In questo documento, dopo una breve introduzione sulle metodologie tradizionali di riduzione dei tempi di setup, ci concentriamo su alcuni strumenti dedicati a tale scopo: la metodologia SMED, i sistemi di esecuzione e controllo della produzione e le tecnologie di attrezzaggio automatico, con particolare attenzione per l'offerta AMADA.

## Indice

- **Introduzione**
- **Il setup time e il suo impatto sulla produzione**
- **Come ridurre i tempi di attrezzaggio: i metodi tradizionali**
- **Lean Production e attrezzaggio: la metodologia SMED nella punzonatura**
- **I benefici della riduzione del setup time: meno costi e più efficienza**
- **Verso lo Smart Manufacturing: come il digitale riduce i tempi di attrezzaggio**
- **L'attrezzaggio automatico e le soluzioni AMADA**

# Introduzione

Di fronte a mercati che evolvono con grande rapidità, allo sviluppo di strumenti e metodologie innovative e, soprattutto, a un consumatore finale sempre più imprevedibile nei percorsi d'acquisto, alle realtà produttive viene richiesto il massimo sforzo in termini di agilità e flessibilità. Il loro obiettivo è sempre stato quello di assecondare, o meglio di anticipare, i trend di mercato, ma se l'imprevedibilità supera un certo livello, tutto ciò mette a durissima prova la capacità di pianificare la produzione nelle sue varie fasi, di gestire correttamente gli investimenti e le risorse, di bilanciare la produzione e mantenere sotto controllo costi e tempi di esecuzione.

Insomma, oggi il vantaggio competitivo si gioca sulla flessibilità: essere in grado di gestire una produzione diversificata di piccoli lotti con lead time sempre più corti e, in questo modo, realizzare un'ampia varietà di prodotti senza compromettere qualità, costi ed efficienza, è ciò che distingue un'azienda di successo da una maggiormente in difficoltà. In questo scenario è naturale il successo di metodologie di produzione snella (Lean Manufacturing), cioè rivolte alla totale eliminazione degli sprechi e alla riduzione del work-in-progress (WIP), nonché delle inefficienze come la sovrapproduzione, l'eccesso di giacenze, di scarti e l'eccessiva movimentazione, il tutto all'interno di un modello di miglioramento continuo; fondamentale, a tal fine, è anche l'approccio Just-in-Time, che punta alla perfetta e assoluta simmetria tra domanda e offerta. Tutto ciò impone alle aziende una pervasiva ottimizzazione dei processi, delle metodologie, ma anche delle fasi di progettazione, prototipazione, controllo, ispezione e di tutto ciò che concorre nel determinare i suoi livelli di agilità e flessibilità.



## Il **setup time** e il suo impatto sulla produzione

Il tema dell'ottimizzazione della produzione ci porta a introdurre l'argomento principe di questo documento: i tempi di attrezzaggio, o setup time, quelli che l'industria considera come una sorta di male necessario da contenere e limitare il più possibile. Si tratta del lasso di tempo che viene impiegato per preparare il mezzo di produzione ad accettare ed eseguire la lavorazione successiva: per esempio, quello trascorso a montare gli stampi sulla pressa e regolarne la posizione, a trovare gli utensili di punzonatura, installarli e tararli, oppure a predisporre la macchina piegatrice al lotto successivo. A differenza di altre lavorazioni, eliminare i tempi di attrezzaggio è di fatto impossibile, ma è pur sempre possibile sviluppare metodologie o adottare tecnologie sviluppate per ridurli il più possibile. Rientra nel setup time tutto ciò che concorre alla preparazione delle macchine, quindi il controllo degli utensili, la ricerca, il montaggio e la rimozione degli stessi, la regolazione dei parametri delle macchine, le calibrazioni, ma anche i test e le prove, che tra l'altro occupano una quota considerevole di tutto il lasso di tempo che rientra nel macrocosmo del setup.

L'attrezzaggio ha in ogni caso un impatto sull'efficienza della produzione, poiché contestualmente limita la capacità produttiva e aumenta i costi a causa dell'inattività della macchina. Il peso sulla produttività dipende da un caso all'altro: dipende dalla macchina, dalla lavorazione da effettuare e, cosa tutt'altro che secondaria, dalle competenze e dall'esperienza dell'operatore qualificato, le cui skill hanno sempre avuto un impatto fondamentale sulla rapidità e qualità delle operazioni, sulla durata degli utensili e, più in generale, sulla produttività aziendale.

Come anticipato, infatti, attrezzaggio non significa solamente sostituire un punzone e una matrice ma anche un'attività di calibrazione, di test e di regolazione della macchina, attività che se non sono gestite con competenza possono causare un eccesso di scarti. A tal proposito, i numeri sono importanti: nel mondo della lavorazione della lamiera, e in particolare nella piegatura, si stima che mediamente su 10 ore/macchina, solo 3 siano quelle effettivamente dedicate a piegare, con tutto il resto usato per trovare gli utensili, sceglierli in funzione delle istruzioni e della lavorazione da effettuare, montarli e regolare il sistema.

# Come **ridurre** **i tempi** **di attrezzaggio:** i metodi tradizionali



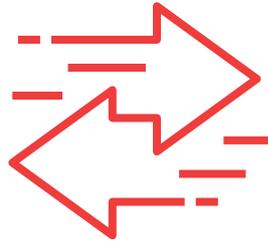
In virtù dei suoi effetti sull'efficienza produttiva e sui costi, la riduzione dei tempi di attrezzaggio è sempre stato un obiettivo di ogni realtà produttiva. Quello che un tempo era un desiderio condiviso, diventa oggi una necessità per via delle condizioni di mercato estremamente competitive: come anticipato, gestire produzioni diversificate di piccoli lotti è la norma, ma questo conduce a un aumento significativo nella frequenza degli attrezzaggi, a costi in crescita e capacità produttiva in crollo.

Come rispondere a tutto ciò? Premettendo che le aziende sono sempre state sensibili alla necessità di ridurre i tempi di setup, un'ipotesi storicamente adottata consisteva nel produrre più del previsto generando giacenze in eccesso e produzioni anticipate: nel primo caso, l'obiettivo diretto era compensare eventuali difetti di produzione con piccole scorte di prodotto disponibili in magazzino, nel secondo si trattava invece di una previsione della domanda in un dato orizzonte temporale, così da reagire prontamente all'arrivo dei primi ordini.

È palese il fatto che un sistema del genere sia difficilmente conciliabile con le esigenze dei mercati odierni, dominati dall'ottimizzazione in chiave lean di tutti i processi: la produzione a grandi lotti riduce sì l'impatto dei costi di setup, che come visto può essere importante, ma conduce anche a immobilizzare capitale, rischiare l'obsolescenza e sostenere costi evitabili per il trasporto e la gestione dei magazzini, motivo per cui venne introdotto tempo addietro il concetto di lotto economico.

Con la sovrapproduzione, l'azienda è senz'altro più reattiva di fronte a ordini inattesi e urgenti – altro grande dilemma per un Direttore di Produzione –, ma il mondo si sta orientando verso soluzioni più avanzate. Un'ipotesi interessante sotto il profilo organizzativo è quella di combinare più lotti in uno solo, cosa possibile nel caso di ordini ripetuti o qualora la domanda lo consenta, ma è anche possibile identificare fasi comuni nella realizzazione di prodotti diversi, oppure ancora impostare una pianificazione produttiva che metta in sequenza lavorazioni con setup simili, così da accelerare i tempi di attrezzaggio e guadagnare tempo utile per la produzione.

# Lean Production e attrezzaggio: **la metodologia SMED nella punzonatura**



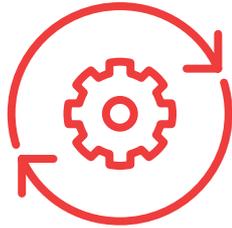
Parlando di riduzione dei tempi di setup non si può non approfondire la metodologia SMED (Single Minute Exchange of Die), teorizzata e implementata dall'ingegnere giapponese Shigeo Shingo a metà del secolo scorso. SMED è, appunto, una metodologia che comprende un insieme di tecniche utili per ottimizzare le operazioni di setup, riducendone in modo considerevole l'impatto sulla capacità produttiva.

Elemento core della metodologia SMED è lo studio approfondito di tutte le operazioni che rientrano all'interno dell'attività preparatoria della macchina: SMED prevede infatti che vengano mappati tutti i processi, le operazioni svolte dagli operatori, addirittura i percorsi che questi seguono per acquisire, gestire, installare e configurare gli utensili e molto altro ancora.

Tutto ciò, ovviamente, al fine di identificare attività e processi fortemente migliorabili.

Elemento cardine della metodologia SMED è la distinzione tra attività interne, che possono essere eseguite solo a macchina ferma, ed esterne, che invece si possono effettuare indipendentemente dalla sua operatività. SMED prevede che tutte le operazioni mappate nell'attività preliminare vengano prima assegnate a una delle due categorie e poi si proceda, talvolta anche in modo piuttosto originale, a convertire il maggior numero di attività interne in esterne.

Modifica dei processi, cambio dei percorsi, del layout dell'area ecc: qui per ottenere risultati c'è bisogno di un'eccellente conoscenza dei processi e delle procedure, ma un pizzico di creatività non guasta.



La ratio è chiara: la macchina deve rimanere ferma il meno possibile ed è dunque fondamentale che tutte le operazioni che si possono eseguire con la macchina in funzione vengano effettuate prima del fermo. La letteratura riporta centinaia di ottimizzazioni di ogni tipo, da quelle più logiche e talvolta anche abbastanza banali – come avvicinare all'operatore il magazzino degli utensili o procurarseli anticipatamente –, fino ad arrivare a soluzioni estremamente più sofisticate il cui scopo è realizzare al di fuori della macchina il più possibile dell'attività di setup. Così facendo, attrezzaggi che all'epoca (parliamo degli anni '60-'70 del secolo scorso) erano quantificati nell'ordine delle ore divennero una questione di minuti, con benefici economicamente significativi. In letteratura esistono casi di riduzione del setup time fino all'85%, addirittura da 84 minuti a 1 minuto.

Nell'ambito specifico della lavorazione della lamiera, un'attività di attrezzaggio chiaramente ottimizzabile col metodo SMED è la punzonatura: uno studio molto dettagliato descrive l'applicazione di un metodo SMED a 9 passaggi nel processo di setup di una punzonatrice a torretta da 18 utensili, di cui 2 Auto Index, comprensivo di studio accurato del processo, videoregistrazione delle attività e interviste con gli operatori coinvolti. Partendo da un tempo complessivo di attrezzaggio di circa 15 minuti, vennero identificate le singole attività e classificate come passibili di gestione interna o esterna. Posto che tutte erano concretamente gestite durante i tempi di fermo (quindi venivano considerate come interne, con evidenti inefficienze), semplici accorgimenti come trasportare gli utensili in prossimità della macchina e regolarne l'altezza con supporti metallici durante l'operatività della stessa determinarono già una cospicua riduzione dei tempi di setup, ulteriormente migliorata ottimizzando i processi di storage, di trasporto e le procedure di installazione dei tool nella torretta, che inizialmente non seguivano un percorso ottimizzato e quindi comportavano successivi controlli. A livello di risultati, i 15 minuti di partenza divennero poco più di 5.

# I benefici della riduzione del setup time: **meno costi e più efficienza**

Minimizzare i tempi di attrezzaggio è un'ambizione più che condivisibile ed è dunque naturale che le aziende siano sempre alla ricerca della soluzione migliore e tecnicamente più evoluta per raggiungerla e godere dei suoi benefici. Eccone alcuni:

- **Aumento della capacità produttiva e riduzione lead time**

Ridurre i tempi di attrezzaggio significa accorciare i lead time e quindi aumentare la produttività nell'unità di tempo, senza intaccare la qualità del prodotto.

- **Flessibilità di fronte alle esigenze del mercato**

L'abbattimento dei tempi di setup rende possibile gestire in modo efficiente le imprevedibili richieste di mercato, produrre con profitto lotti sempre più piccoli e gestire con efficacia ordini imprevisti.



- **Produzione senza magazzino**

Beneficio direttamente legato al precedente. La forte riduzione dei tempi di setup rende flessibile la produzione e capace di gestire le dinamiche del mercato riducendo al minimo (o eliminando del tutto) le scorte. Non avere magazzino significa inoltre meno costi e un uso più efficiente dello spazio.

- **Maggiore sicurezza**

È una conseguenza indiretta: sia lo SMED che l'automazione riducono i tempi di setup semplificando o gestendo direttamente tale attività. La conseguenza è anche una maggiore sicurezza per gli operatori.

- **Rispetto tempi di consegna**

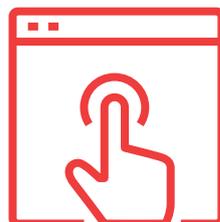
Il rispetto dei tempi è un punto su cui si gioca la partita della reputazione del brand. Abbattere i tempi di setup significa produrre di più ed essere più flessibili, riuscendo con maggiore semplicità a rispettare le tempistiche pattuite.

- **Migliore utilizzo delle risorse**

Ridurre i tempi di attrezzaggio significa, di fatto, abbattere alcune delle inefficienze insite nel processo produttivo. La conseguenza è la possibilità di impiegare in modo molto più efficiente le risorse disponibili, anche quelle umane.



# Verso lo **Smart Manufacturing**: come il digitale riduce i tempi di attrezzaggio



Da qualche anno, la trasformazione digitale dell'industria è un tema di grande attualità, alimentato dalle promesse della digitalizzazione e dell'ottimizzazione data-driven dei processi industriali.

Il passaggio ai modelli di Smart Manufacturing promette di rivoluzionare l'ecosistema industriale a tutto tondo, determinando un impatto importante anche sul tema dell'attrezzaggio. Sotto questo profilo, un ruolo fondamentale è quello del MES, il Manufacturing Execution System, ovvero il sistema informativo dipartimentale che si occupa in modo specifico di esecuzione e controllo della produzione.

Un elemento distintivo dei migliori MES è proprio la capacità di pianificazione della produzione, gestita in particolare dallo schedatore: questo può essere governato – tipicamente da un direttore di produzione o responsabile di reparto – mediante una programmazione manuale delle varie sequenze, risorse da impiegare, squadre e via dicendo, ma molti sistemi permettono di ottimizzare il piano di lavoro in maniera del tutto automatica e in funzione delle specifiche esigenze organizzative, tra cui proprio la minimizzazione dei tempi di attrezzaggio.

In questo modo, sono l'intelligenza del sistema MES e i suoi algoritmi a definire e organizzare sequenze, tempi, buffer e risorse per fare in modo che i tempi di attrezzaggio incidano il meno possibile sui risultati della produzione. Si torna quindi al discorso di unire più lotti in uno solo, mettere in sequenza lavorazioni accomunate da passaggi identici oppure quelle che, pur richiedendo tempi di attrezzaggio, prevedono setup analoghi, così da minimizzare i tempi di inattività produttiva.

Non solo: da un certo punto di vista, Industria 4.0, o smart manufacturing, è un enorme repository di dati che vengono acquisiti in tempo reale da sensori e attuatori, trasmessi tramite reti industriali ed elaborati a livello centralizzato (cloud) o all'edge della rete per permettere ottimizzazioni a livello di intero processo (è il caso, appunto, del MES, che è collegato direttamente alle macchine) o di singola attività come la manutenzione.

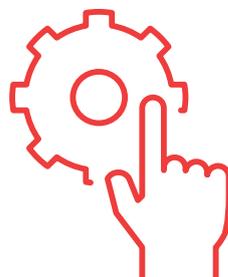


La continua registrazione e trasmissione di dati può evidenziare anomalie anche a livello di tempi di attrezzaggio, permettendo ai tecnici di rilevarle e di comprenderne la causa in tempi rapidissimi e prima che possano condizionare la produzione in maniera importante.

Se si dovesse fermare la macchina per risolvere un problema, si può coordinare tale attività con quella di manutenzione predittiva, altro grande pilastro del mondo 4.0, così da ottimizzare i tempi di fermo. Inoltre, fa parte della progressiva digitalizzazione delle linee produttive anche il concetto di self-changeover, ovvero di riconfigurazione automatizzata dei parametri di lavoro, che vengono comunicati alla macchina stessa attraverso dei tag RFID apposti sui vari componenti e che comprendono – appunto – le istruzioni e i parametri da trasmettere (in forma automatica) alla macchina stessa.



# L'attrezzaggio automatico e le ***soluzioni AMADA***



In aggiunta ai benefici della metodologia SMED e a quelli della digitalizzazione dei sistemi produttivi (MES, IoT, AI), c'è un ulteriore aspetto da considerare, dagli effetti ancor più benefici sulla produttività dell'impianto: l'automazione dell'attrezzaggio.

Nell'ecosistema della lavorazione della lamiera, questo vale chiaramente per le punzonatrici, le piegatrici e le macchine combinate, cioè per tutte quelle macchine che necessitano di setup e che si possono predisporre automaticamente, mediante riposizionamento degli utensili, modifica dei parametri di utilizzo e configurazione automatica, alla lavorazione successiva sulla base delle istruzioni fornite dal sistema informativo stesso. Tutto in automatico, insomma, con un netto vantaggio in termini di tempi, costi e produttività.

Un esempio eloquente di tutto ciò è la tecnologia ATC (Automatic Tool Changer) impiegata, per esempio, dalla piegatrice HG-ATC AMADA, che effettua un setup rapidissimo in funzione delle istruzioni del foglio di produzione e vi aggiunge il blocco utensili automatico con morsetti idraulici e l'eventuale montaggio rovesciato degli utensili stessi, risultando così perfettamente azzeccata per lavorazioni di piccoli lotti e con layout utensili complessi.

I tempi di attrezzaggio, accelerati anche dall'intelligenza della macchina, che cerca di sfruttare al massimo gli utensili già montati, non superano i 2 minuti, favorendo così l'efficienza di tutta la catena produttiva.

Come anticipato, però, diverse fasi della lavorazione della lamiera possono ottenere importanti benefici dal cambio utensili automatico: dalle piegatrici alle punzonatrici, per non parlare delle macchine combinate. Ecco come risponde AMADA alle esigenze di minimizzazione dei setup time:

### • EM-ZR

EM-ZR è una punzonatrice elettrica efficiente, efficace ed estremamente veloce. Merito della torretta ZR AMADA, del sistema a doppio azionamento diretto con servomotore CA, del sistema di identificazione degli utensili e, appunto, del sistema TSU (Tools Storage Unit), che riduce in modo estremamente significativo i tempi di fermo macchina. Inoltre, le 2 matrici associate al singolo utensile permettono di lavorare un'ampia gamma di spessori.



## • ACIES-AJ

ACIES-AJ è una macchina combinata di punzonatura elettrica da 30 tonnellate e taglio laser con sorgente a fibra AMADA da 3 kW. Il cambio utensili automatico, tratto distintivo di ACIES-AJ, ospita fino a 300 punzoni e 600 matrici, favorendo la massima automazione, rapidità nelle lavorazioni e una netta riduzione dei tempi di fermo.



## • HG-ATC

Anche nel mondo della piegatura, ATC identifica l'Automatic Tool Changer. Nella fattispecie, le macchine della serie HG-ATC effettuano automaticamente anche l'attrezzaggio più complesso in meno di due minuti grazie ai quattro manipolatori utensili indipendenti e ad algoritmi intelligenti che assicurano la massima rapidità di setup. Inoltre, l'altro aspetto che impatta fortemente sulla produttività, ovvero la programmazione, viene risolto con un potente software di programmazione offline ricco di funzionalità automatiche.





AMADA Italia  
Via Amada I., 1-3  
29010 Pontenure (Piacenza) - Italy  
+39 0523 872111  
[www.amada.it](http://www.amada.it)