



Foseco s.r.l.  
Via Ravello, 5/7  
20080 VERMEZZO (MI)  
Tel. 02 949819.1  
Telefax 02 94943020  
www.foseco.it

**L'applicazione robotica  
dei manicotti alimentatori  
presso ARVIKA Gjuteri AB  
(Svezia)**



Figura 7: Esempio di getto 2 con l'impiego di sette manicotti.

### Esempio di getto 3

Si tratta di un esempio nel quale l'impiego dei manicotti aumenta effettivamente il numero di getti prodotti per stampo.

Con l'alimentazione laterale tradizionale, sarebbe stato difficile posizionare tre getti nello stampo e il rendimento sarebbe stato dell'ordine del 60%. L'utilizzo dei manicotti aumenta il rendimento al 79%. I costi di sbavatura risultano ridotti di circa il 20% rispetto ai normali alimentatori laterali (figura 8).

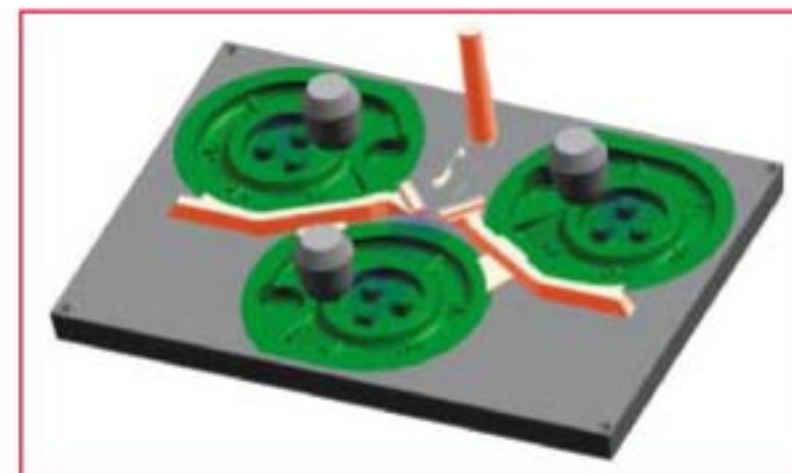


Figura 8: Esempio di getto 3 (modello CAD di Forest Machinery Casting)

### Conclusione

La cella robotizzata funziona con successo e ad agosto 2002 aveva già movimentato oltre 50.000 manicotti.

L'impiego dei manicotti ha migliorato la competitività commerciale e tecnica della fonderia. In alcuni casi, è possibile ottenere una riduzione massima del 25% dei costi di produzione complessivi di un getto, eliminando un'anima, un incremento dei rendimenti e la diminuzione dei costi di sbavatura.

Tutte le soluzioni sopra descritte hanno contribuito a ridurre il lead time di colata e i semilavorati della fonderia. Inoltre, per alcuni getti specifici, è stato possibile eliminare le anime, il cui unico scopo era quello di consentire l'alimentazione dall'alto.

Ci si è ben presto accorti che l'impiego estensivo della tecnologia di alimentazione localizzata avrebbe richiesto un impianto automatizzato per movimentare e posizionare i manicotti. Per motivi di sicurezza e di produttività, era possibile posizionare manualmente solo 2-3 manicotti sulla placca modello durante il ciclo di formatura. Per farlo, occorreva aprire uno sportello di sicurezza, con conseguente calo della produttività.

Dopo il salone GIFA 1999, la fonderia decise di verificare la fattibilità dell'impiego di un robot automatizzato per posizionare i manicotti direttamente sulla placca modello. Le prime discussioni furono intavolate con gli ingegneri applicativi di Motoman (Svezia). Venne sviluppato un concetto e furono condotte le prime prove presso Motoman, valutando i tempi di ciclo e riesaminando i movimenti del robot.

All'inizio del 2001, un progetto congiunto fu avviato dalla fonderia, dal fornitore dei manicotti e dal partner progettista.

#### Vincoli tecnici

La formatrice è dotata di una slitta in grado di accogliere quattro coppie di modelli (staffe superiore e inferiore) (figura 1). I modelli entrano ed escono dalla formatrice tra un ciclo di formatura e l'altro. Le staffe superiore e inferiore vengono formate contemporaneamente. I modelli possono spostarsi completamente su ogni lato della macchina. Il concetto iniziale prevedeva la presenza di un robot su un solo lato della formatrice. Ciò significava che i manicotti avrebbero potuto essere applicati soltanto alla metà degli stampi prodotti. Con un tempo di ciclo di 38 secondi e la produzione di circa 90 stampi all'ora, era possibile applicare i manicotti su circa 45 stampi all'ora.

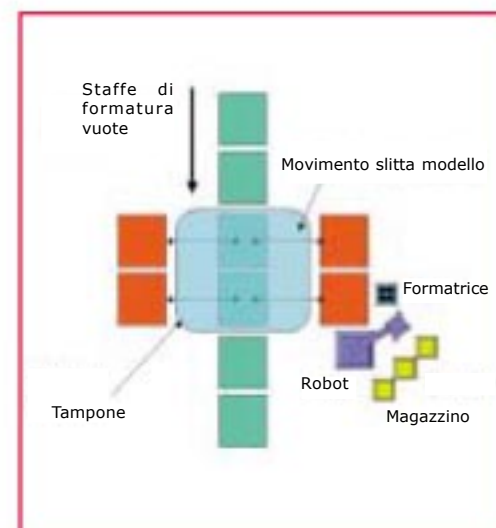


Figura 1: Layout della cella robotizzata

Era anche possibile utilizzare la linea di formatura in maniera tale che lo stesso modello venisse formato ad ogni ciclo, consentendo così una produzione oraria di 60 stampi con manicotti.

Il criterio fondamentale era dato dal fatto che il posizionamento dei manicotti non doveva incrementare il tempo di ciclo della formatrice.

Vi erano poi i requisiti di spazio e di accesso intorno alla navetta della placca modello, per eseguire i controlli manuali, le operazioni di pulizia e manutenzione, nonché per sostituire i modelli con l'ausilio di un carro ponte. Infine, il manipolatore doveva essere in grado di funzionare per lunghi periodi senza interventi umani, poiché non erano previste ulteriori assunzioni di personale.

Il manipolatore, completo di magazzino dei manicotti e di stazione tampone intermedia, doveva essere amovibile, per permettere il libero accesso a fini di manutenzione e riparazione della formatrice.

#### Requisiti tecnici (sintesi):

- Posizionare fino ad un massimo di 16 manicotti sulla placca modello in 30 secondi (ogni manicotto può pesare fino a circa 2,5 kg).
- Ripetere questa operazione ogni 76 secondi.
- Piazzamento fino a tre tipi diversi di manicotti nello stesso ciclo.
- Orientare i manicotti in una direzione, poiché l'anima di segmentazione o l'anima di posizionamento possono avere un'apertura ovale o oblunga.
- Prelevare i manicotti in maniera coerente e accurata dagli imballaggi.
- Dimensioni sufficientemente compatte per consentire l'installazione nello spazio ristretto accanto alla linea di formatura.
- Libero accesso ai supporti dei modelli per sostituire le placche modello.
- Possibilità di allontanare l'impianto dalla linea di formatura, per eseguire le operazioni di manutenzione.

#### Imballaggio

Parallelamente ai requisiti di progettazione del robot, il fornitore dei manicotti ha dovuto sviluppare su misura un impianto di imballaggio economico, in grado di soddisfare le richieste di precisione del robot e la necessità di attuare la movimentazione automatizzata.

Dopo avere inizialmente preso in considerazione l'impiego dell'imballaggio standard, ci si è ben presto accorti che ciò avrebbe posto una serie di problemi, tali da richiedere lo sviluppo di una soluzione specifica:

- Nell'imballaggio standard (vassoio in cartone, circa 400 x 600 mm), i manicotti sono sistemati con l'anima di segmentazione rivolta verso l'alto. Il robot deve posizionare il manicotto sulla placca modello con l'anima di segmentazione rivolta verso il basso, e non può ruotare il manicotto mantenendo il giusto orientamento dell'anima di segmentazione.
- I manicotti sono generalmente imballati nella maniera più compatta possibile, sicché sono spesso in contatto tra loro. Possono perciò spostarsi leggermente al momento del prelievo, causando problemi di errato allineamento.
- Alcuni tipi di manicotti sono dotati di un'anima di segmentazione con apertura ovale. Per posizionare il manicotto su un perno di supporto ovale, è essenziale che il robot conosca sempre l'orientamento dell'apertura dell'anima di segmentazione.

La movimentazione del robot poneva quindi una serie di nuovi vincoli sull'imballaggio dei manicotti. In sintesi:

- Il manicotto deve essere imballato con la calotta (lato vaschetta) rivolto verso l'alto (cioè, con l'anima di segmentazione rivolta verso il basso).
- I manicotti devono essere posizionati in maniera tale che le pinze del robot possano accedere tra di essi.
- Inoltre, il manicotto deve essere collocato nella posizione di prelievo del robot con minime tolleranze delle coordinate degli assi X e Y.

Numerose alternative di imballaggio sono state a lungo discusse e valutate. Alcuni europallet sono stati forniti a titolo di prova per i tre tipi di manicotto. Sono stati esaminati vari sistemi per presentare i manicotti al robot, ma nessuno si è rivelato in grado di assicurare un'adeguata precisione delle coordinate X e Y.

Per ottenere la necessaria precisione sugli assi X e Y e risolvere il problema dell'allineamento con l'apertura dell'anima di segmentazione, è stata messa a punto una nuova soluzione di imballaggio, basata sul vassoio in cartone standard 400 x 600 mm (figura 2).

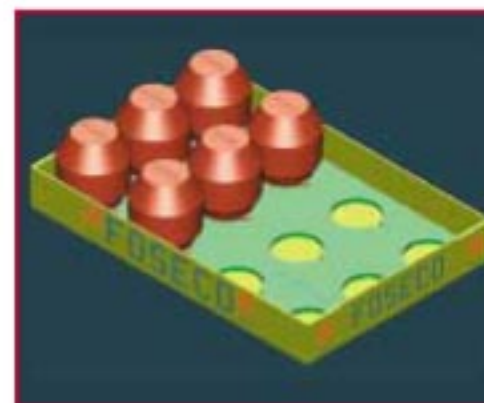


Figura 2: Manicotti disposti su un vassoio in cartone, con inserto in legno.

amento con l'apertura dell'anima di segmentazione, è stata messa a punto una nuova soluzione di imballaggio, basata sul vassoio in cartone standard 400 x 600 mm (figura 2).

Sono stati esaminati e collaudati numerosi tipi di imballaggi, tra i quali i vassoi in cartone ondulato con inserti sempre in cartone, per stabilizzare e orientare i manicotti. Questo concetto è stato scartato, in quanto non posizionava i manicotti con sufficiente precisione per il robot. Si è anche rivelato costoso e difficile da riciclare.

Infine, è stata sviluppata una soluzione di imballaggio fattibile, basata su vassoi in cartone contenenti un inserto in legno compensato.

#### Testa pinze del robot

Il dispositivo di presa montato sulla testa del robot è del tipo a comando pneumatico, preferito al motore elettrico standard, il quale non avrebbe probabilmente resistito alle pesanti sollecitazioni dell'ambiente di fonderia. Un altro criterio era costituito dal peso, in quanto il sistema di pinze a comando pneumatico è molto più leggero di quello con motore elettrico, a parità di forza di chiusura.

Un limite della pinza pneumatica è costituito dal fatto che è disponibile con sole due possibilità di apertura (piccola o grande). Ciò significa che i manicotti devono essere distanziati in maniera tale che le estremità della pinza possano scendere negli spazi tra i manicotti, senza danneggiare quelli adiacenti. Sebbene ciò sia fattibile, riduce la densità di imballaggio dei manicotti sul vassoio rispetto all'imballaggio standard.

#### Magazzini dei manicotti

Per ridurre le esigenze di movimentazione manuale e consentire al robot di funzionare per lunghi periodi senza interventi umani, era necessario progettare un sistema in grado di immagazzinare grandi quantità di manicotti accanto al robot. È stato così sviluppato il magazzino manicotti, compatibile con una pila standard di vassoi che vengono presentati in sequenza al robot.

I tre magazzini possono essere caricati direttamente dagli europallet (ciascuno contiene quattro pile di vassoi).

Uno speciale mini-carrello elevatore è stato progettato per caricare le pile di vassoi dal pallet al magazzino (figura 3).



Figura 3: Carrello elevatore con vassoi da caricare in un magazzino manicotti.

Riassumendo, i manicotti sono imballati in speciali vassoi, con la calotta rivolta verso l'alto, e posizionati correttamente lungo gli assi X e Y. I vassoi sono poi impilati su mini-pallet, disposti a gruppi di quattro su ogni europallet.

#### Soluzione proposta

Sono state prese in considerazione e valutate diverse soluzioni progettuali. In definitiva, si è deciso di installare un robot a sei assi con quattro pinze pneumatiche ubicate a 90° l'una rispetto all'altra. Si è così ottenuta un'unità molto flessibile e compatta, in grado di adattarsi ad una vasta gamma di manicotti (con o senza anime di segmentazione) e a tutte le configurazioni di placca modello.

La cella robotizzata comprendeva anche tre magazzini integrati, come descritto in precedenza.

Poiché era stato previsto di applicare i manicotti solo ad uno stampo su due, il robot avrebbe sostanzialmente avuto a disposizione un ciclo di formatura per predisporre i manicotti. Questo lasso di tempo sarebbe stato utilizzato per trasferire i manicotti dall'imballaggio di spedizione alla piattaforma tampone intermedia, dove sarebbero stati orientati su appositi perni.

Poiché la placca modello, sulla quale dovevano essere posizionati i manicotti, è sincronizzata con la formatrice, il robot rimane in attesa con quattro manicotti nelle pinze. Dodici manicotti sono già stati posizionati sui picchetti di supporto della piattaforma tampone intermedia. I manicotti vengono poi collocati nella posizione prevista (figura 4). Il robot ritorna alla piattaforma tampone e preleva quattro nuovi manicotti, quindi ripete il ciclo altre tre volte.

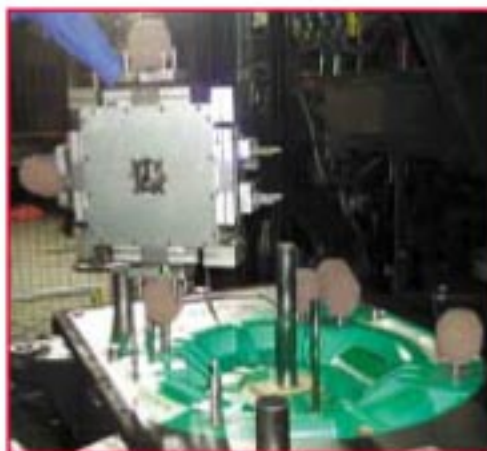


Figura 4: Il robot posiziona i manicotti sulla placca modello.

Gli esempi che seguono illustrano come il robot e l'applicazione della tecnologia dei manicotti abbiano consentito alla fonderia di migliorare la propria competitività commerciale.

#### Installazione

La cella robotizzata completa è stata installata durante un fine settimana, dal 7 al 9 giugno 2002.

#### Esempio di getto 1

La figura 5 illustra un getto prodotto prima dell'installazione del robot, con due alimentatori di sabbia tradizionali per getto e un'anima aggiuntiva destinata ad accoglierli. Il peso colato per questo metodo convenzionale è pari a 530 kg.



Figura 5: Esempio di getto 1 con l'impiego di alimentatori di sabbia tradizionali.

La figura 6 permette il confronto dopo l'installazione del robot, con l'impiego di un manicotto per getto. Il rendimento di colata è passato dal 48% (alimentatori di sabbia) al 78% (manicotto). Il tempo di colata si è ridotto del 20%, è stata eliminata un'anima per getto e i costi di sbavatura sono diminuiti del 10%.

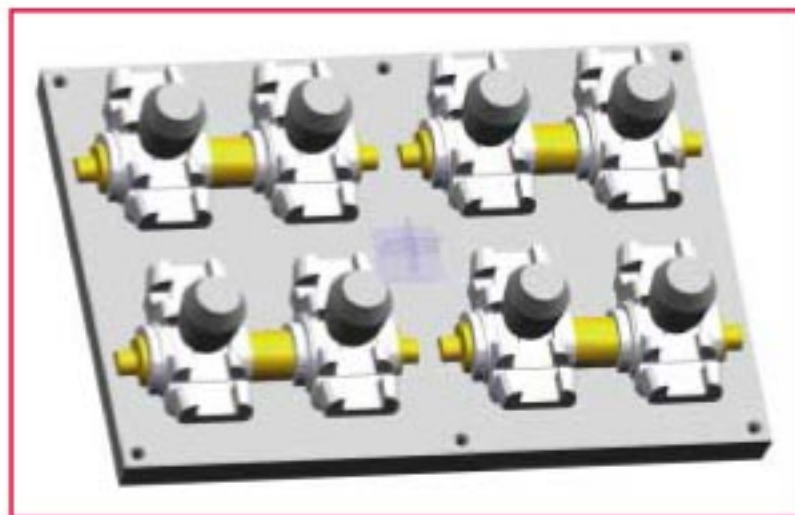


Figura 6: Esempio di getto 1 con l'impiego di manicotti.

#### Esempio di getto 2

La figura 7 illustra un getto che sfrutta al massimo la superficie disponibile della placca metallo. In precedenza, sarebbe stato difficile alimentare questo getto in maniera economica, senza utilizzare i manicotti. Il getto comprende numerose sezioni isolate che richiedono l'apporto di metallo e che sarebbe stato impossibile raggiungere con i normali alimentatori di sabbia laterali. In questo esempio, il rendimento di colata è pari al 78%.

# L'applicazione robotica dei manicotti alimentatori presso ARVIKA Gjuteri AB (Svezia)

#### Sommario

La fonderia Arvika ha sempre considerato le dimensioni relativamente ampie delle sue placche modello come un vantaggio in grado di differenziarla dalla concorrenza. Per sfruttare al massimo questa prerogativa sul piano commerciale, occorre utilizzare la tecnologia della minimaterozza (la cosiddetta tecnica di alimentazione locale).

L'impiego di tali alimentatori incrementa sensibilmente l'utilizzo effettivo delle placche modello, consentendo la produzione di getti di maggiori dimensioni oppure aumentando il numero di getti per stampo.

Il passaggio dagli alimentatori di sabbia laterali agli efficacissimi alimentatori esotermici riduce anche i costi di sbavatura, migliora il rendimento della placca e consente l'alimentazione locale di sezioni inaccessibili dei getti.

Per poter utilizzare le minimaterozze per gli ampi volumi richiesti, era necessario studiare e introdurre un sistema automatizzato in grado di movimentare e posizionare i manicotti alimentatori. Un sistema di questo tipo deve tenere conto dei requisiti di salute, sicurezza, produttività e salvaguardia ambientale.

All'inizio del 2001, un progetto congiunto è stato avviato dalla fonderie Arvika, dal fornitore dei manicotti alimentatori e dal partner di progettazione.

Dopo un'attenta valutazione delle varie opzioni, si è deciso di optare per una soluzione robotizzata. Sono stati esaminati diversi progetti di cella robotizzata, prendendo in esame i processi di imballaggio, stoccaggio e movimentazione dei manicotti compattati. Il progetto della cella robotizzata era vincolata alla necessità di trovare un compromesso equilibrato tra produttività, flessibilità, spazio e costi.

Parallelamente alle esigenze di progettazione, il fornitore dei manicotti alimentatori ha dovuto sviluppare su misura un sistema di imballaggio economico, capace di soddisfare le richieste di precisione del robot e la necessità di attuare la movimentazione automatizzata.

Ne è risultata una cella robotizzata con tre magazzini integrati per i manicotti. I manicotti sono forniti in un imballaggio riutilizzabile, che può essere caricato direttamente nei magazzini.

Il manipolatore sta funzionando con successo e da agosto 2002 ha già movimentato oltre 50.000 manicotti. La possibilità di utilizzare i manicotti ha migliorato la competitività commerciale e tecnica della Fonderia Arvika.

#### Antecedenti

Arvika Gjuteri, una delle principali fonderie scandinave, produce circa 25.000 tonnellate all'anno di getti e conta 250 dipendenti. La produzione è all'incirca suddivisa tra il 75% di ghisa SG e il 25% ghisa grigia, prodotta su una formatrice-trasferita a pressoscossa Künkel & Wagner. La staffa misura 1375 x 975 x 390/390 mm.

Il programma di colata è incentrato su componenti di alta qualità per autocarri/autobus (75%), macchine movimento terra e trattori, oltre ad una certa percentuale di particolari generici. I getti caratteristici sono rappresentati da scatole del cambio, mozzi, scatole ponte e ponti posteriori, di peso compreso tra 30 e 200 kg. Il peso medio della staffa è di 300 - 350 kg.

Le anime sono essenzialmente realizzate tramite il processo a cassa fredda in poliuretano, per poi essere rivestite con vernici ad acqua. Dopo la verniciatura, le anime sono essiccate in forni a microonde.

#### Obiettivo del progetto

All'inizio del 1999, la fonderia condusse le prime prove con le minimaterozze, per alimentare una sezione di getto isolata e relativamente inaccessibile. Visto l'esito positivo delle prove, ci si rese ben presto conto che questa tecnica avrebbe potuto rivelarsi vantaggiosa con altri getti e modificare completamente l'approccio metodologico della fonderia.

In considerazione delle continue richieste di riduzione dei prezzi da parte dei clienti del settore dei veicoli pesanti, era indispensabile adottare la tecnologia di alimentazione più efficiente ed economica. Era anche essenziale sfruttare al massimo le dimensioni della staffa di formatura, ponendo ancora una volta l'accento sull'impiego di impianti di colata e alimentazione più piccoli e compatti.

L'adozione della tecnologia dei manicotti alimentatori compattati ha notevolmente migliorato l'utilizzo effettivo delle placche modello, consentendo la produzione di getti di maggiori dimensioni o aumentando il numero di getti per stampo. Il passaggio dagli alimentatori di sabbia laterali agli efficacissimi alimentatori esotermici riduce anche i costi di sbavatura, che possono rappresentare fino al 30% del costo complessivo di produzione di un getto. Tra gli altri vantaggi ottenuti, figurano l'incremento dei rendimenti e la possibilità di raggiungere sezioni del getto "normalmente" inaccessibili.