

UTILIZZO DI SENSORI NELLE MACCHINE UTENSILI

ANALISI DEI DATI PER IL MONITORAGGIO DEL PROCESSO E DEI CONSUMI ENERGETICI

PARTE 1 – MONITORAGGIO DI PROCESSO

13 Novembre 2013, Piacenza, Italy



Marco Grasso

Area 2 – Precision Engineering

Responsabile Area 2: *Giovanni Moroni*

Supervisione: *Bianca Maria Colosimo*



La Macchina ad Alte Prestazioni

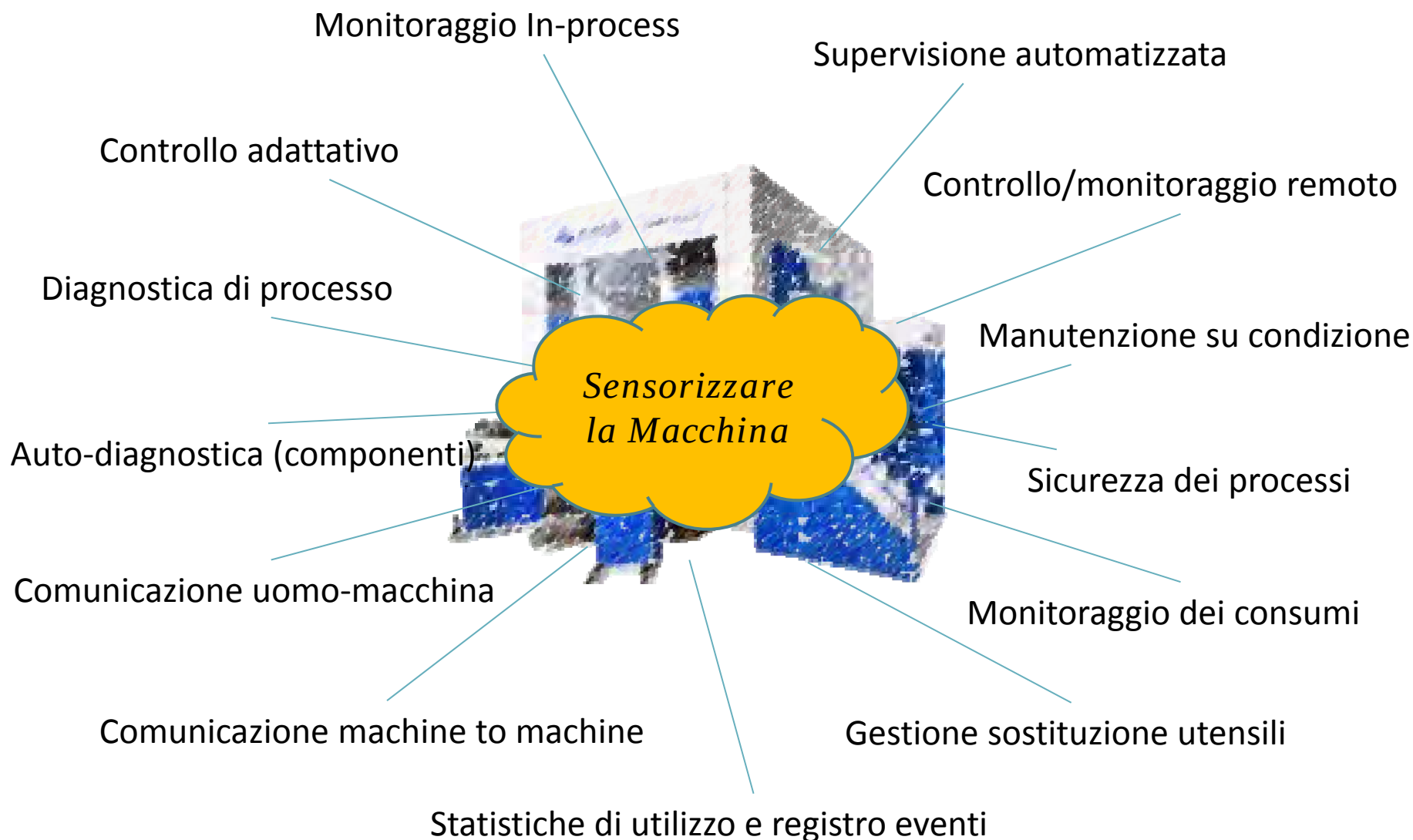


La Fabbrica Intelligente (*smart factory*)

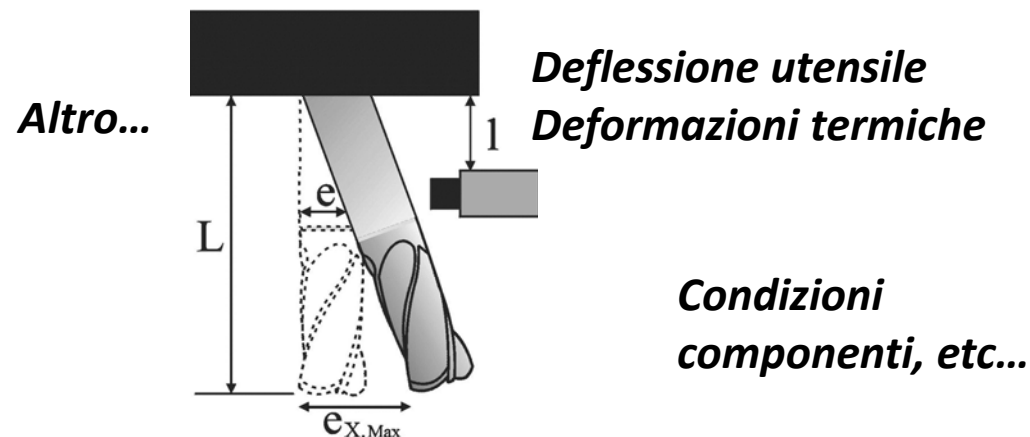
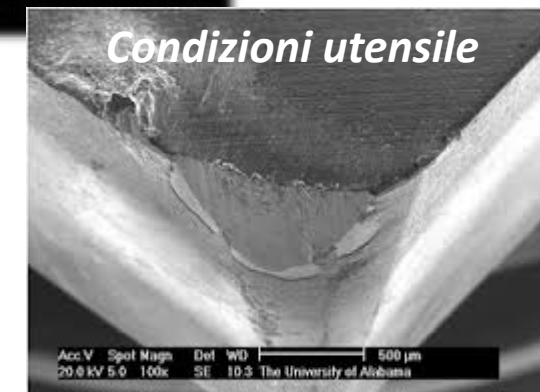
*Factory of the Future
Horizon 2020*

*Fabbrica Intelligente
Progetto Cluster*

Sensori x la macchina ad alte prestazioni



Sensori x la macchina ad alte prestazioni



Sensori x la macchina ad alte prestazioni

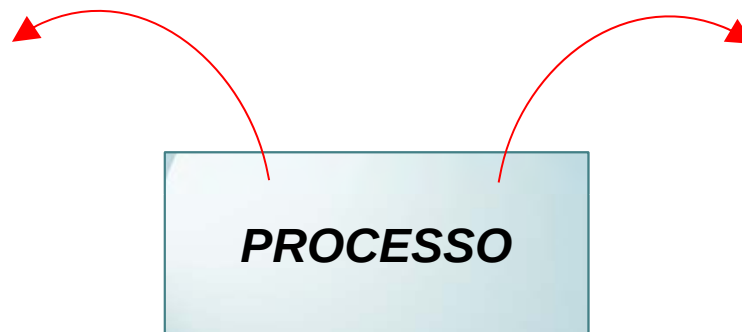
Esempio: monitoraggio di processi di maschiatura

Misure Prodotto



Misura Diretta

Segnali in-process



Misura Indiretta



Livello usura?



Qualità della filettatura?

Sensori x la macchina ad alte prestazioni

Perchè sensorizzare la macchina*? *Copertura spaziale*

Stesso tipo di sensore montato in punti diversi della macchina

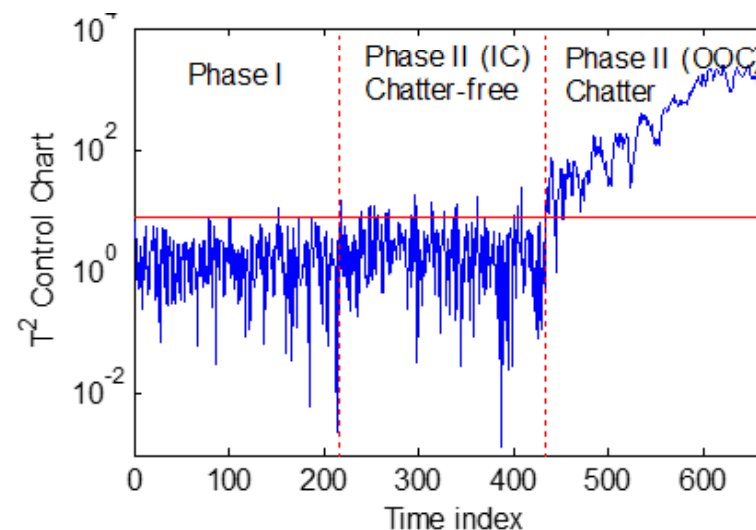
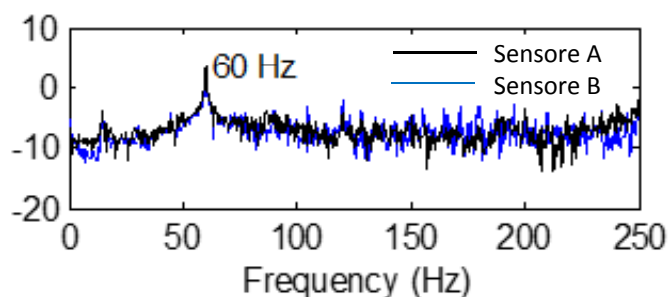
Accelerometri

Garantire la risposta a instabilità di processo che possono avere diversa origine

Implementare strategie di diagnostica

Sapere come si comportano diverse parti macchine

Possibilità di integrare le diverse fonti x calcolo di indici sintetici



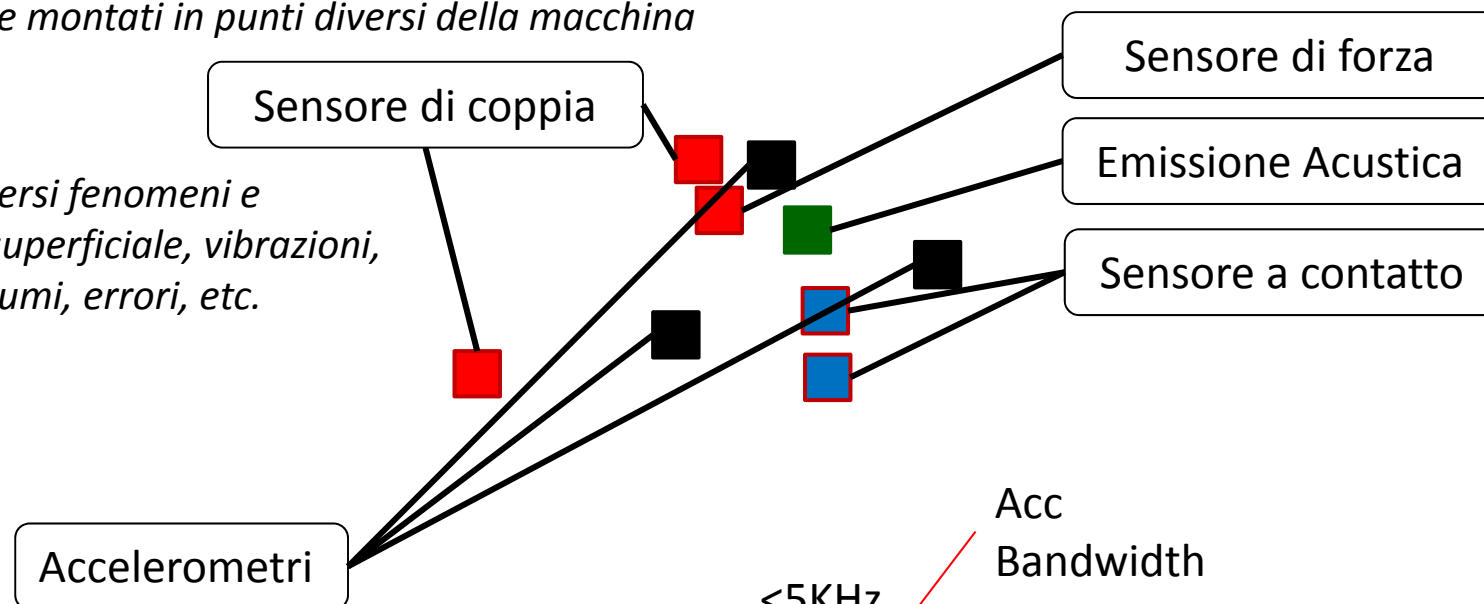
* e/o fare un uso migliore dei sensori già presenti

Sensori x la macchina ad alte prestazioni

Perchè sensorizzare la macchina*? *Copertura multi-dominio*

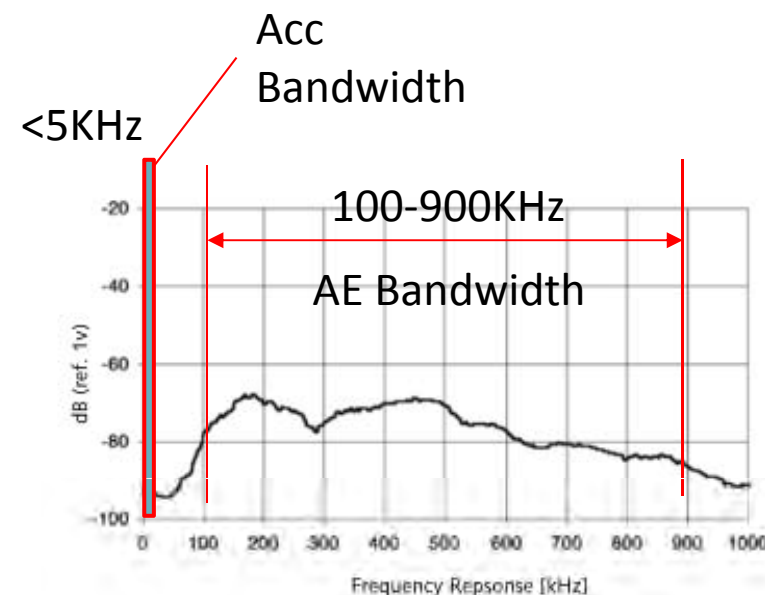
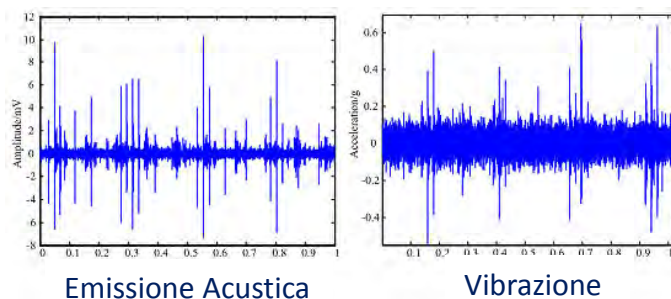
Diversi tipi di sensore montati in punti diversi della macchina

Monitoraggio di diversi fenomeni e grandezze: qualità superficiale, vibrazioni, usura utensile, consumi, errori, etc.



Risposta a fenomeni su scale e bande differenti

*Esempio:
Accelerometri e AE*



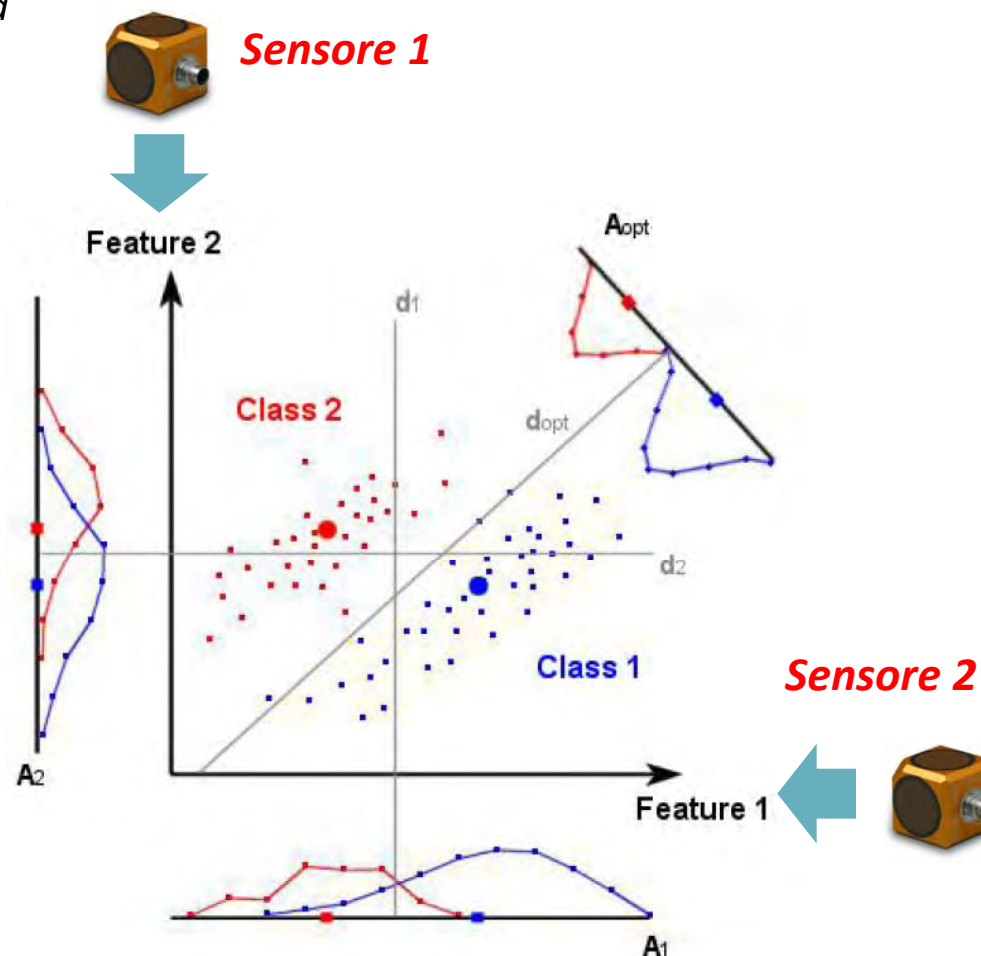
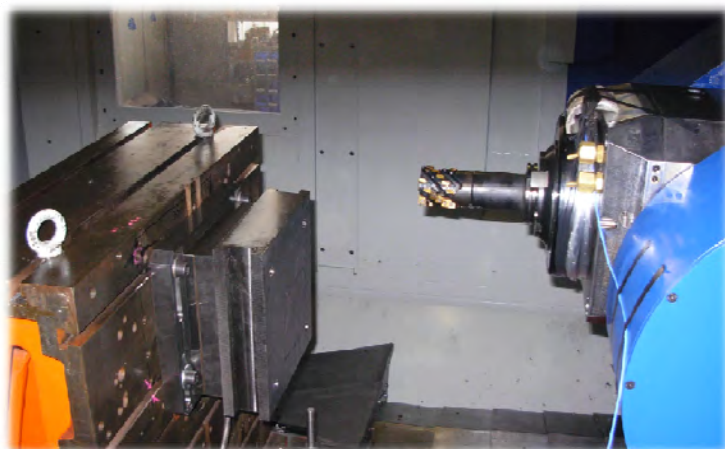
*** e/o fare un uso migliore dei sensori già presenti**

Sensori x la macchina ad alte prestazioni

Perchè sensorizzare la macchina*? *Migliore comprensione fenomeno*

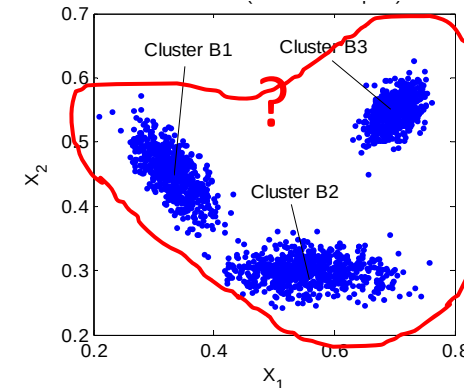
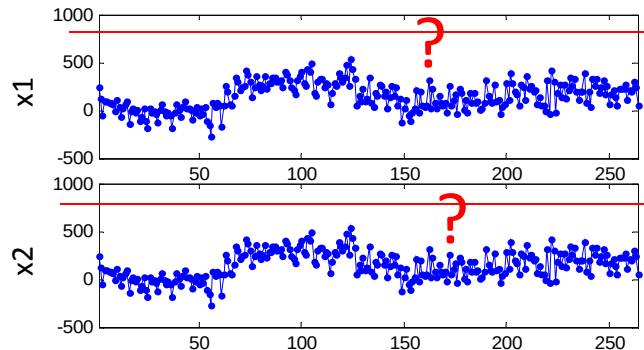
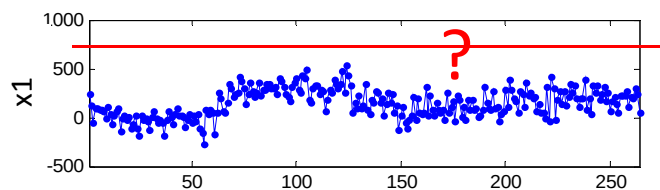
Migliori prestazioni di monitoraggio e diagnostica

Uso efficace della correlazione tra segnali diversi



* e/o fare un uso migliore dei sensori già presenti

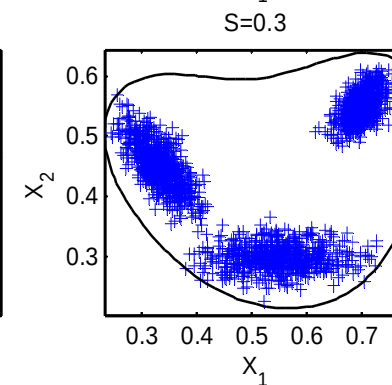
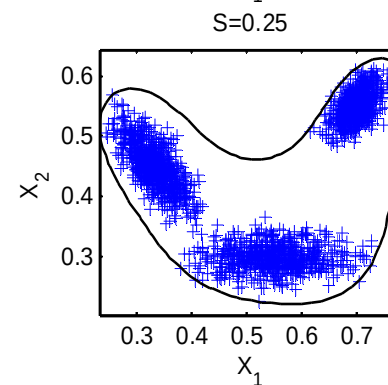
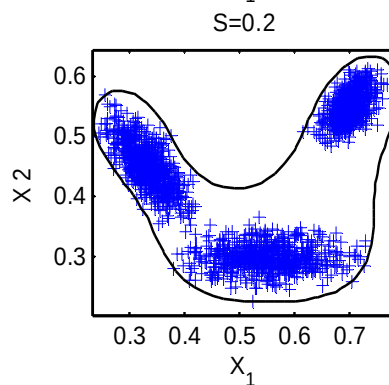
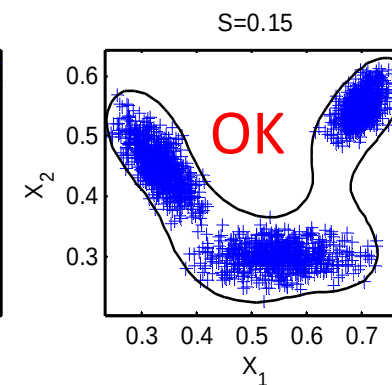
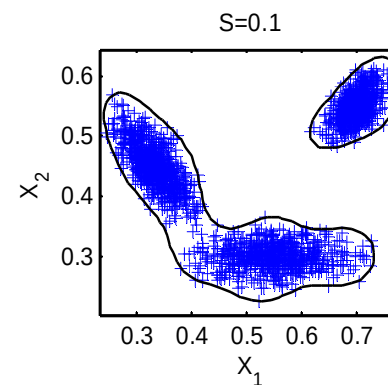
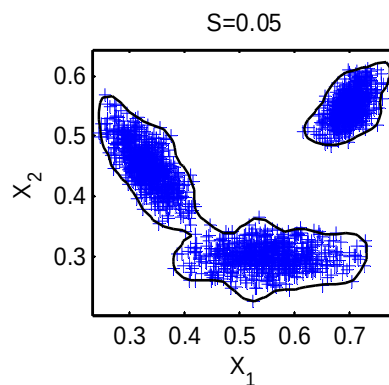
Esempi di applicazioni



Fase 1:
Addestramento

Depurazione Data-Set

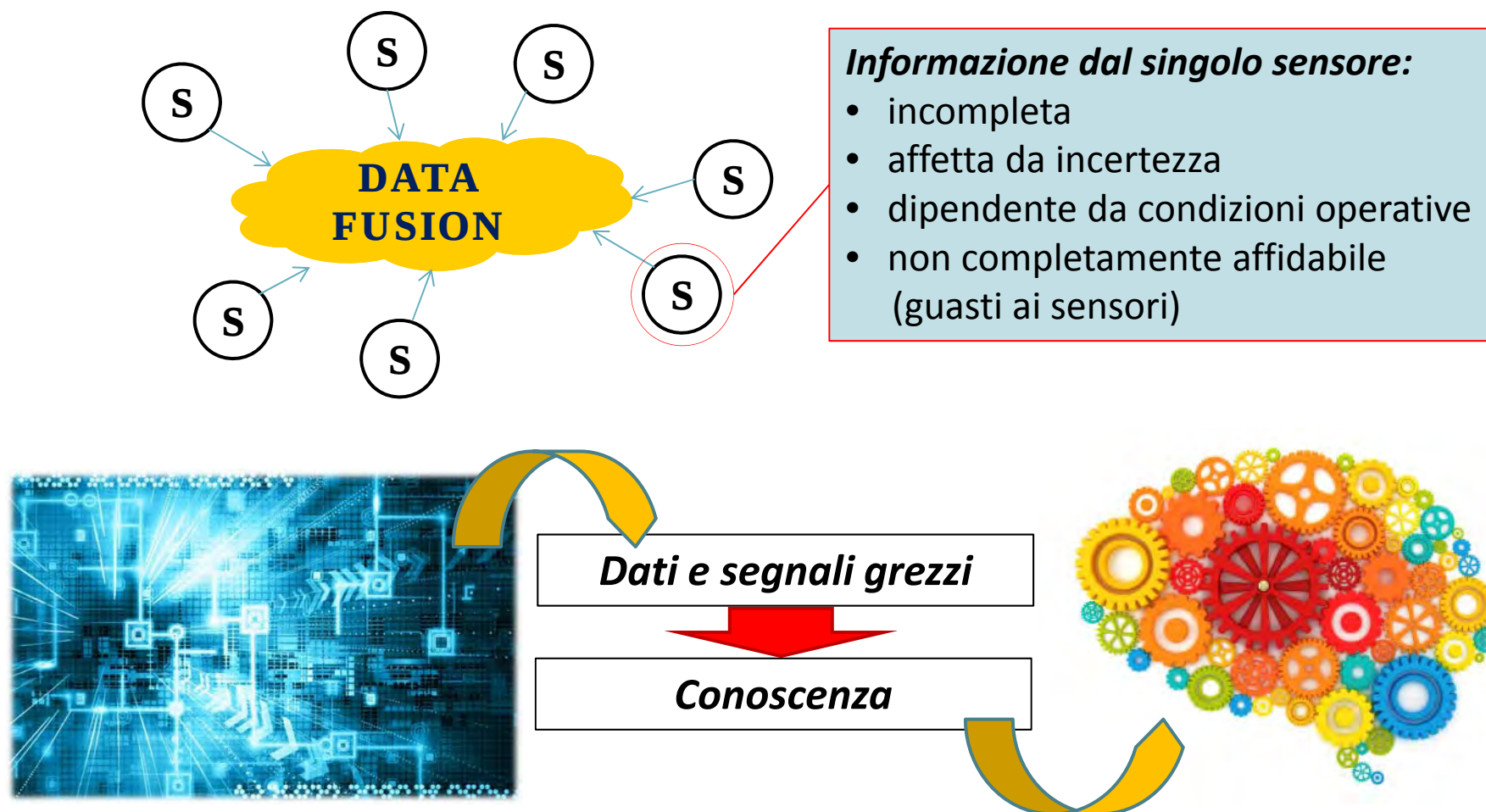
Monitoraggio



Esempi di applicazioni - Data Fusion

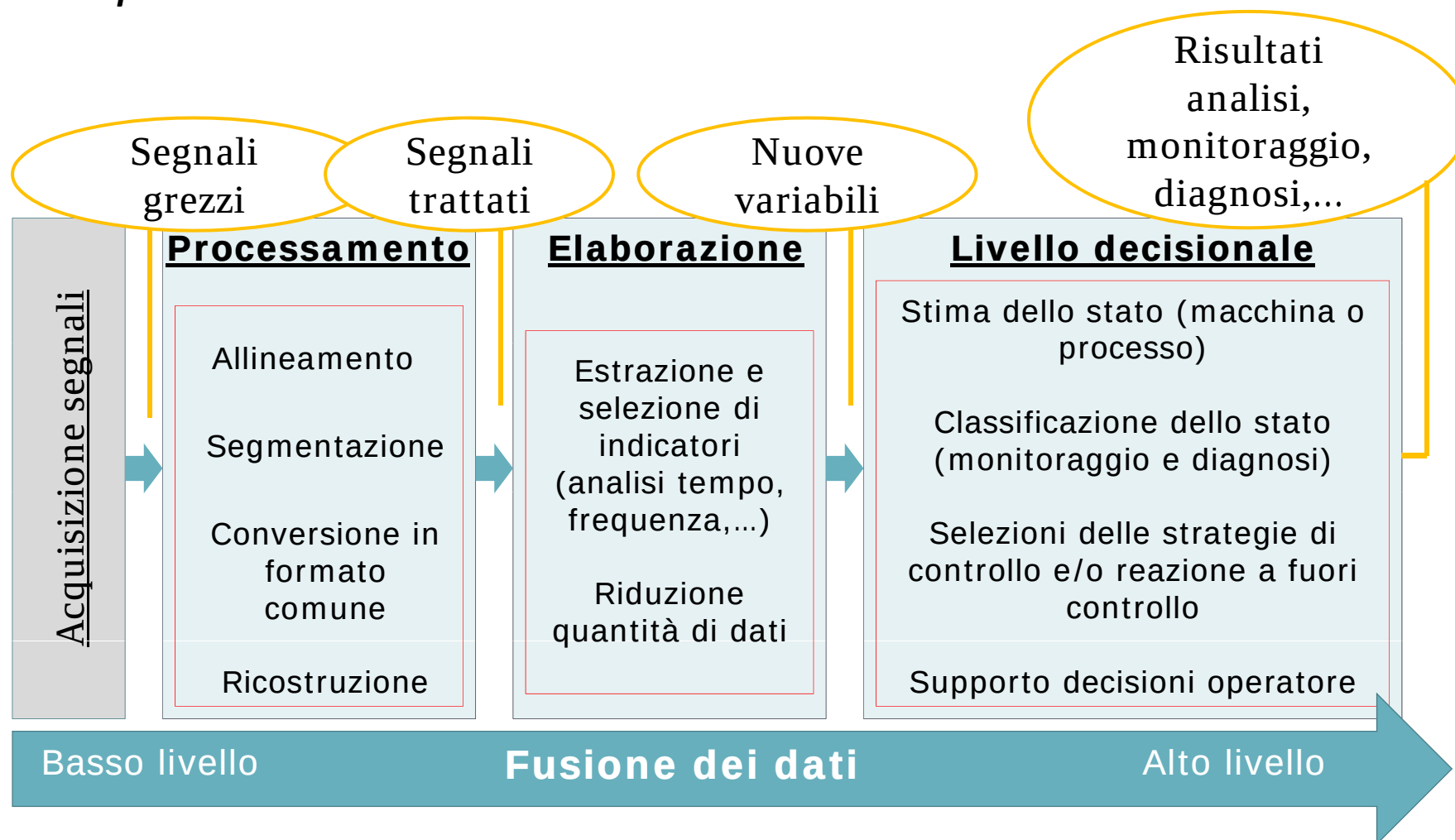
Data Fusion

Combinazione di segnali e dati provenienti da diverse fonti di informatione, per ottenere una migliore comprensione di un processo, un fenomeno, un Sistema, etc.



Esempi di applicazioni - Data Fusion

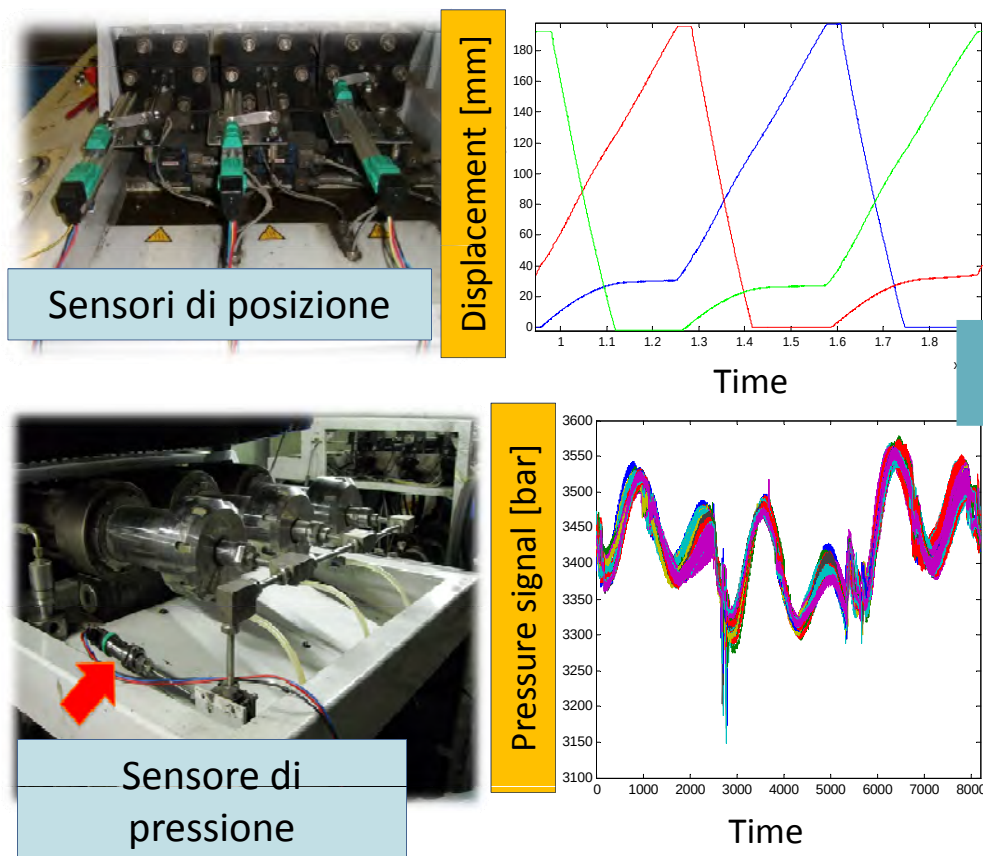
Fusione a più livelli



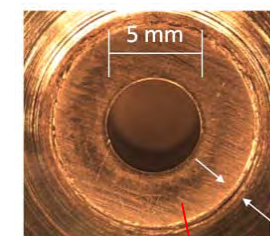
Esempi di applicazioni - Data Fusion

Diagnostica dello stato di salute dei componenti critici di macchine Waterjet

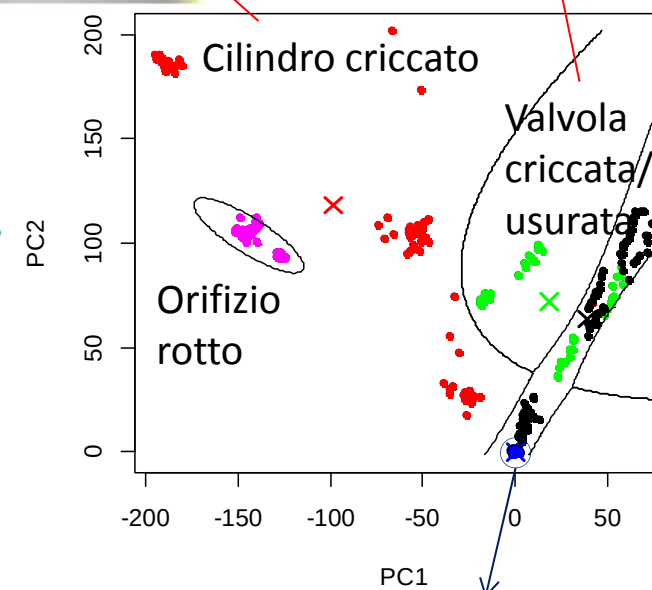
Progetto in Collaborazione con CMS Tecnocut, ALTAG, Gulliver, Prisma



DATA FUSION



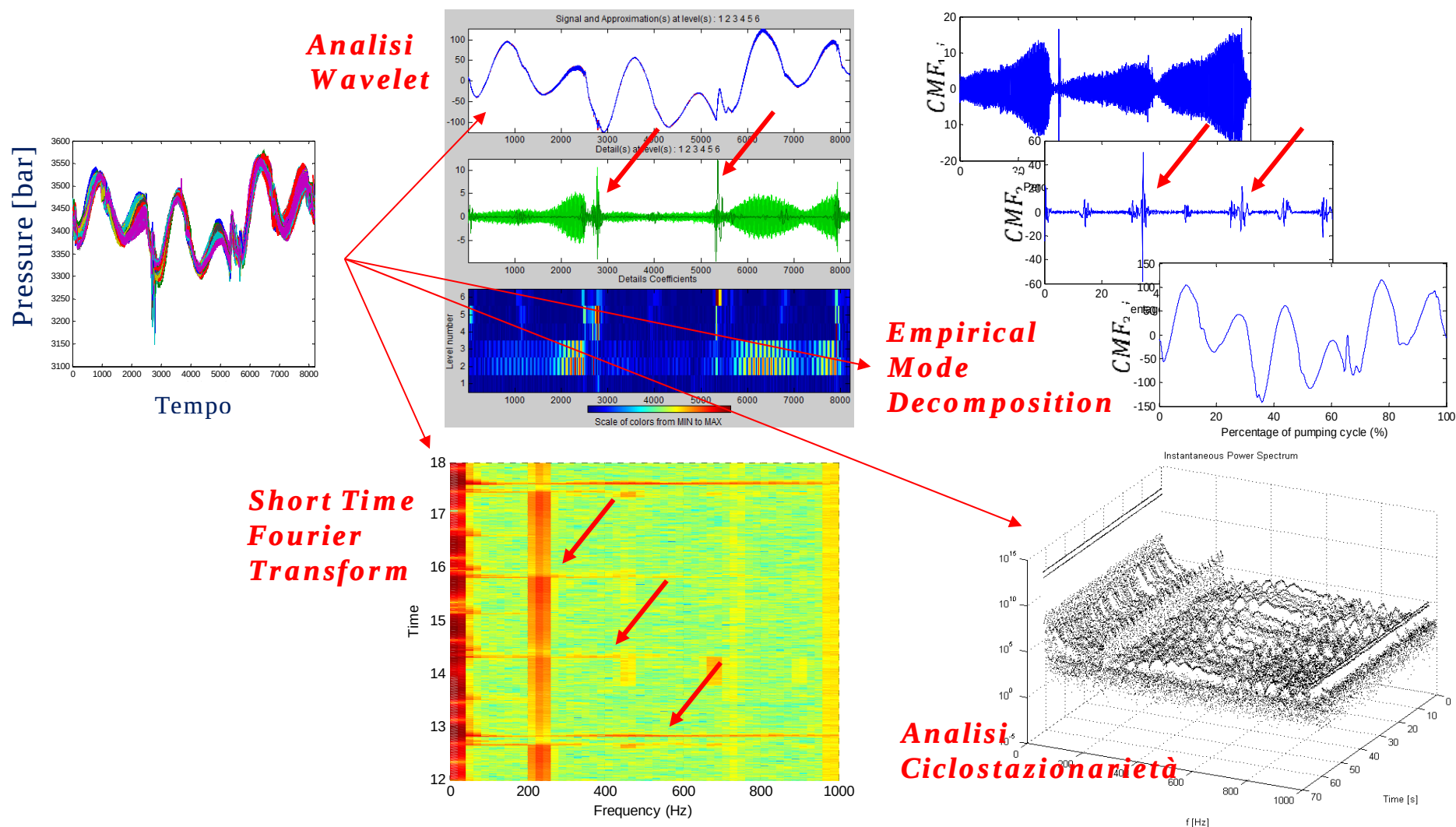
Diagnosi



Esempi di applicazioni

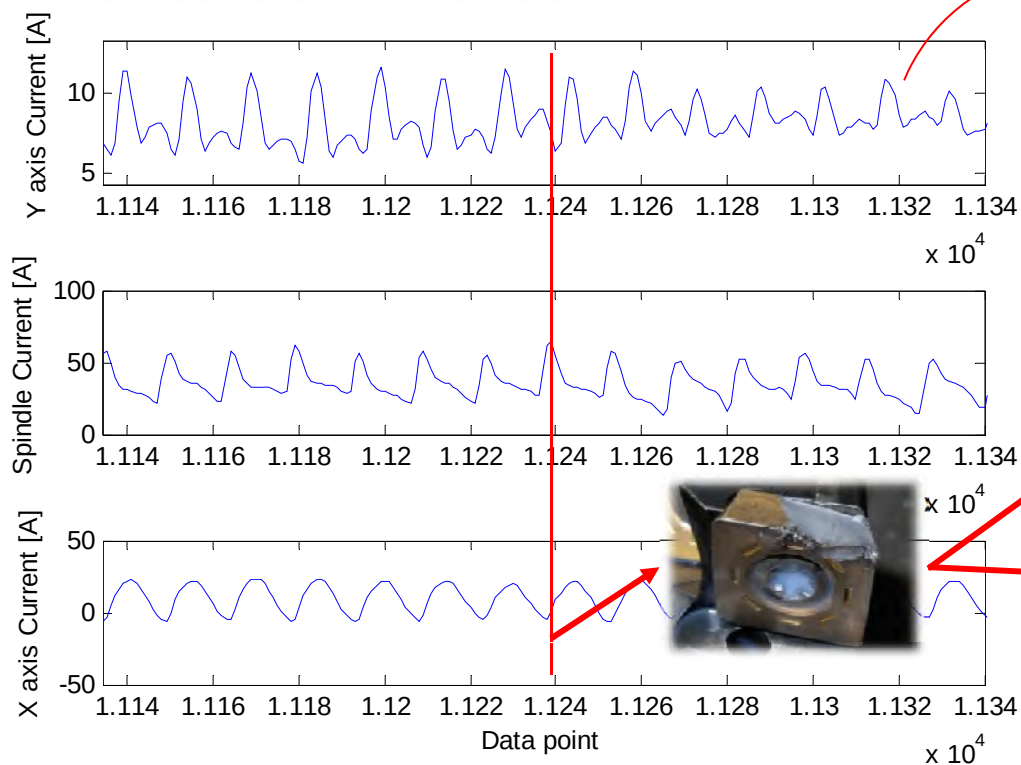
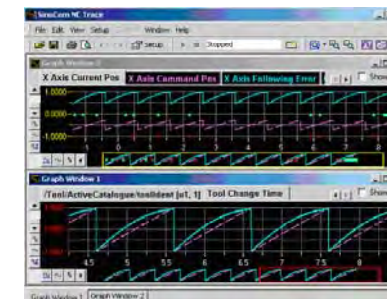
Monitoraggio dello stato di salute dei componenti critici di macchine Waterjet

Progetto in Collaborazione con CMS Tecnocut, ALTAG, Gulliver, Prisma

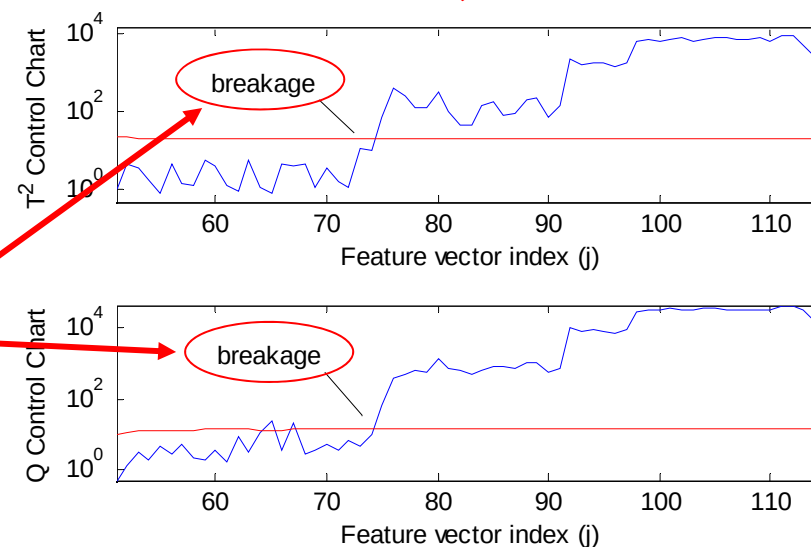


Esempi di applicazioni

Monitoraggio delle condizioni dell'utensile – fresatura di materiali hard-to-cut



DATA FUSION

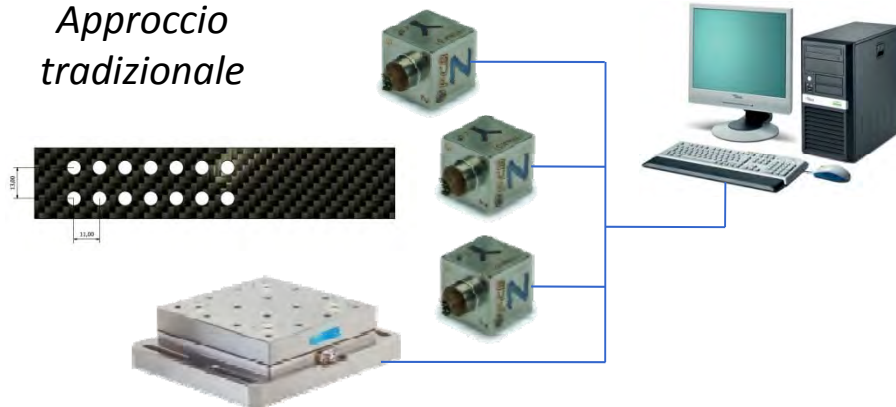


Esempi di applicazioni

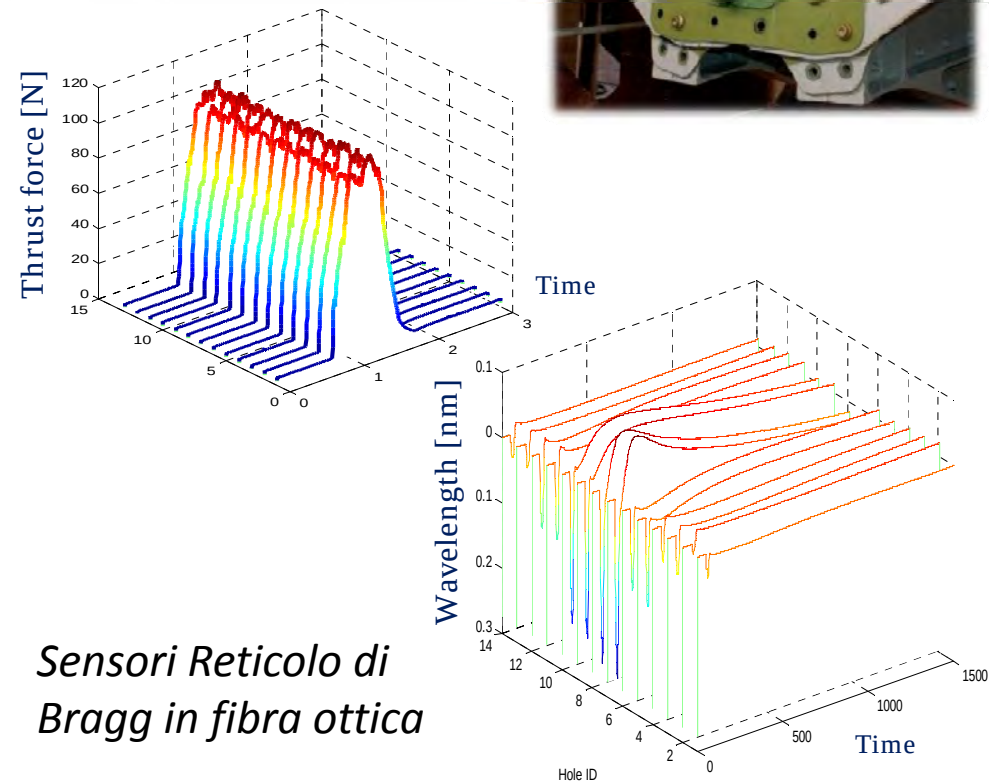
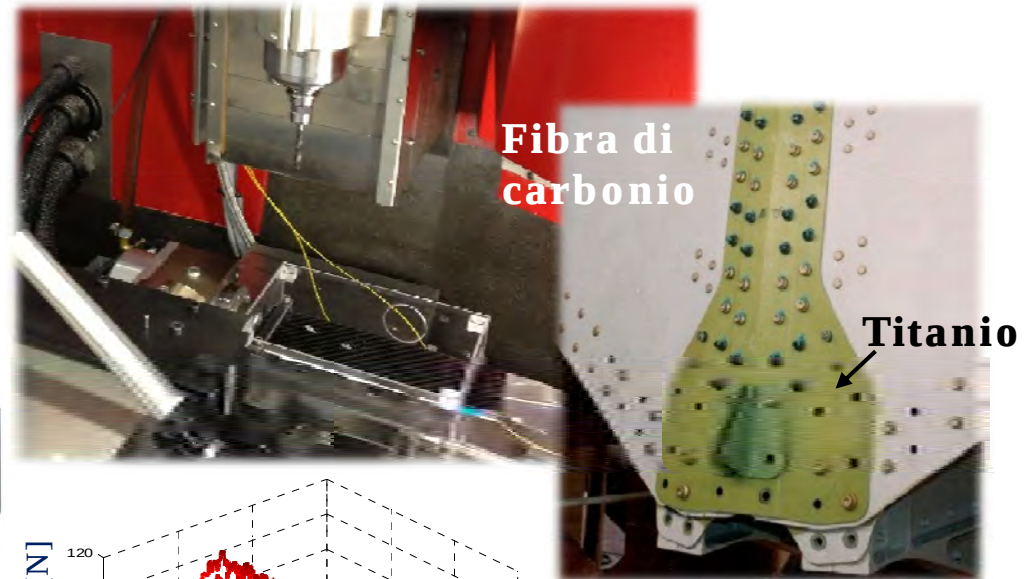
Monitoraggio del processo di foratura di materiali ibridi

Progetto in Collaborazione con Dipartimento di Ingegneria Aerospaziale, Milano

Approccio tradizionale



Approccio studiato



Sensori Reticolo di Bragg in fibra ottica

Esempi di applicazioni

Problemi di interesse industriale



Obiettivi di Ricerca

- ✓ Tenere sotto controllo il tasso di **falsi allarmi**
- ✓ **Garantire corretto compromesso tra tasso di falsi allarmi e reattività ad allarmi veri**
- ✓ Garantire **robustezza e flessibilità** (possibilità di impiego in ampia gamma di applicazioni e condizioni operative)
- ✓ Rendere il sistema **user-friendly** (pochi setting operatore, elevate autonomia, ...)
- ✓ Facilità di integrazione
- ✓ **Minimizzare** tempi e costi della **fase di addestramento**
- ✓ **Fare a meno della fase di addestramento**
- ✓ ...



Esempi di applicazioni

Misure in-process

Forze di taglio

*Stabilità di processo
(vibrazioni, chatter)*

Condizioni utensile

Condizioni mandrino

Consumi energetici



Tavole dinamometriche Kistler



Accelerometri PCB



Sensori di corrente/potenza



Microfono, Emissione Acustica



Misure termiche

Mappa termica



Termocoppie

Misure puntuali



Termocamera FLIR a Infrarossi

Esempi di applicazioni

Sistemi di acquisizione, processamento e analisi in tempo reale dei dati



*Schede acquisizione e
Piattaforma con OS real-time
National Instrument*

Strumentazione
Macchina con
sensori

Acquisizione
segnali in
lavorazione

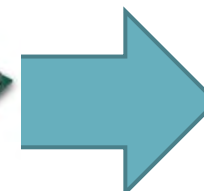
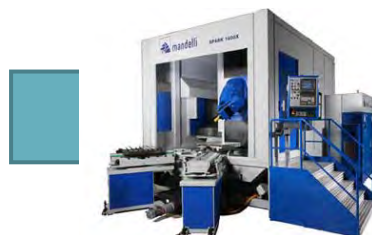
Analisi off line

Sviluppo algoritmi
monitoraggio/diag
nostica

Validazione real-
time

Implementazione
algoritmi su
hardware dedicato

Monitoraggio
on-line



Esempi di applicazioni

Collaborazioni di ricerca: verso un prodotto integrabile, flessibile e user friendly



Prototipo facilmente integrabile

Linguaggio semplice
Interfaccia-uomo macchina
user-friendly



Multi-tasking e flessibile
(monitoraggio, data-logging, supervisione processo, etc.)

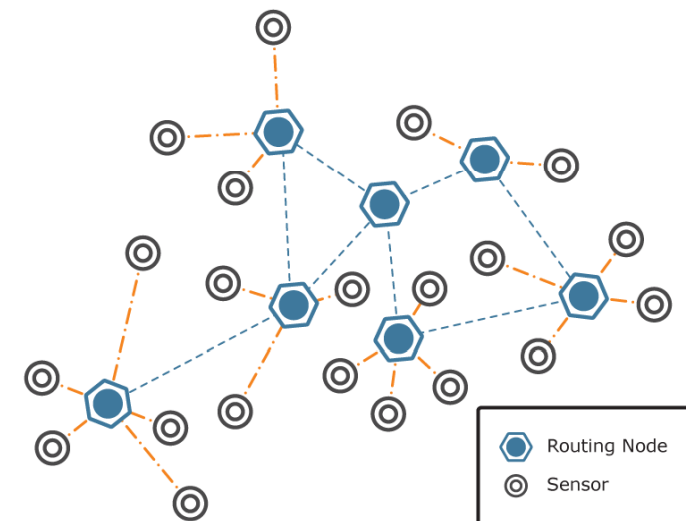
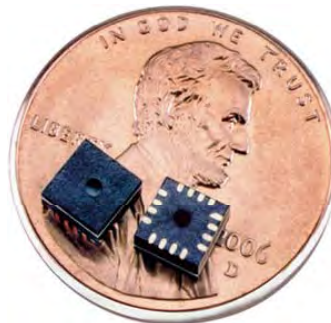
Adattabile e scalabile

Supporto a collaudo e manutenzione

Interessati a partecipare?

What's next?

- ✓ Strumenti e **algoritmi di fusione** efficienti, robusti, affidabili,...
- ✓ **Architetture di monitoraggio** (centralizzate, gerarchiche...) integrate con CN
- ✓ Chiusura loop di controllo / supervisione / gestione della produzione
- ✓ **Sensori integrati, miniaturizzati (MEMS), low cost**
- ✓ **Sensori intelligenti**
- ✓ **Sensori autonomi (energy harvesting)**
- ✓ **Reti di sensori wireless**
- ✓ **Manutenzione** basata su condizione
- ✓ ...



Fine prima parte

Grazie per l'attenzione

Info:

marco.grasso@musp.it

info@musp.it

www.musp.it

<http://tecnologie.mecc.polimi.it>



UTILIZZO DI SENSORI NELLE MACCHINE UTENSILI ANALISI DEI DATI PER IL MONITORAGGIO DEL PROCESSO E DEI CONSUMI ENERGETICI

PARTE 2 – MANUFACTURING SOSTENIBILE ED EFFICIENZA ENERGETICA

Area 1 – Configurazione e gestione dei sistemi integrati di produzione

Area 2 – Precision Engineering

Area 3 – Progettazione avanzata, materiali, tecnologie

Alessandra Pighi

Laboratorio MUSP



13 Novembre 2013, Piacenza

Agenda

- ✓ **Le priorità tecnologiche regionali**
- ✓ **Quale sostenibilità per il manufacturing?**
- ✓ **Lo scenario**
- ✓ **Quali azioni?**
- ✓ **Ottimizzazione ed Efficienza Energetica**



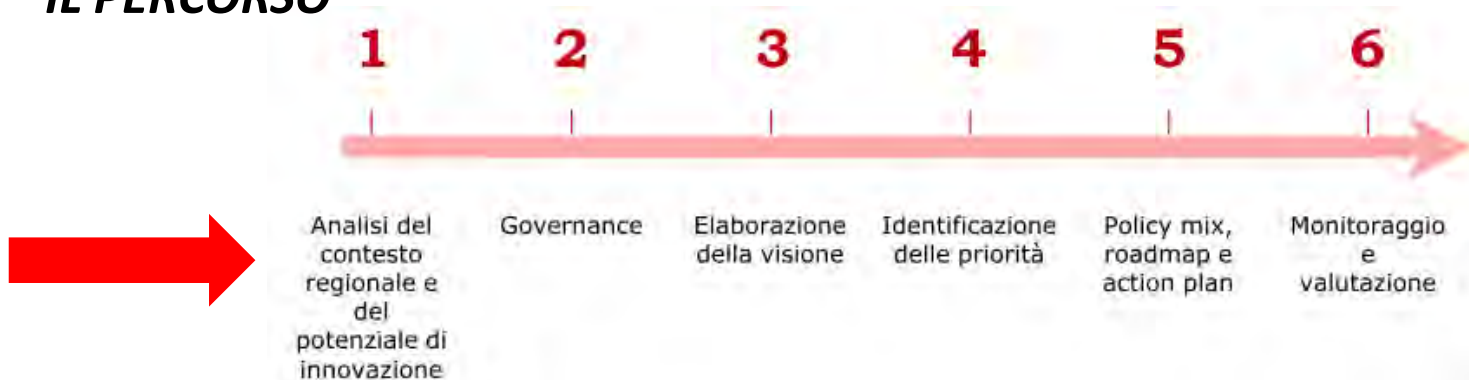
Le priorità Tecnologiche regionali – Meccatronica e Motoristica, Ambiente e Sostenibilità

LA STRATEGIA REGIONALE S3 (Smart Specialization Strategy)

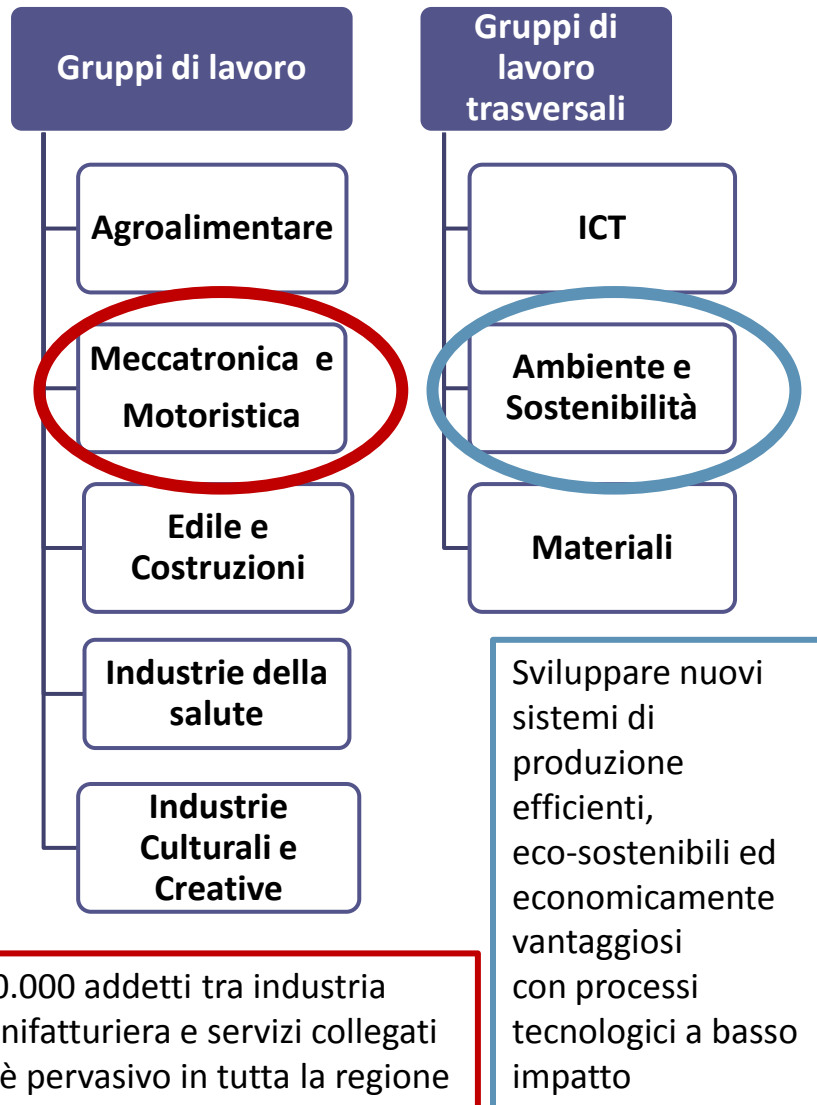
Programmazione FS 2014-2020 – condizionalità ex-ante

- Politica di sviluppo e di rafforzamento strutturale del sistema produttivo
- Superamento delle barriere tra ricerca e industria
- Incorporazione delle tecnologie abilitanti nei processi di innovazione
- Costruzione di un ecosistema regionale della conoscenza e dell'innovazione orientato a rafforzare le specializzazioni e a promuovere la diversificazione innovativa e sostenibile

IL PERCORSO



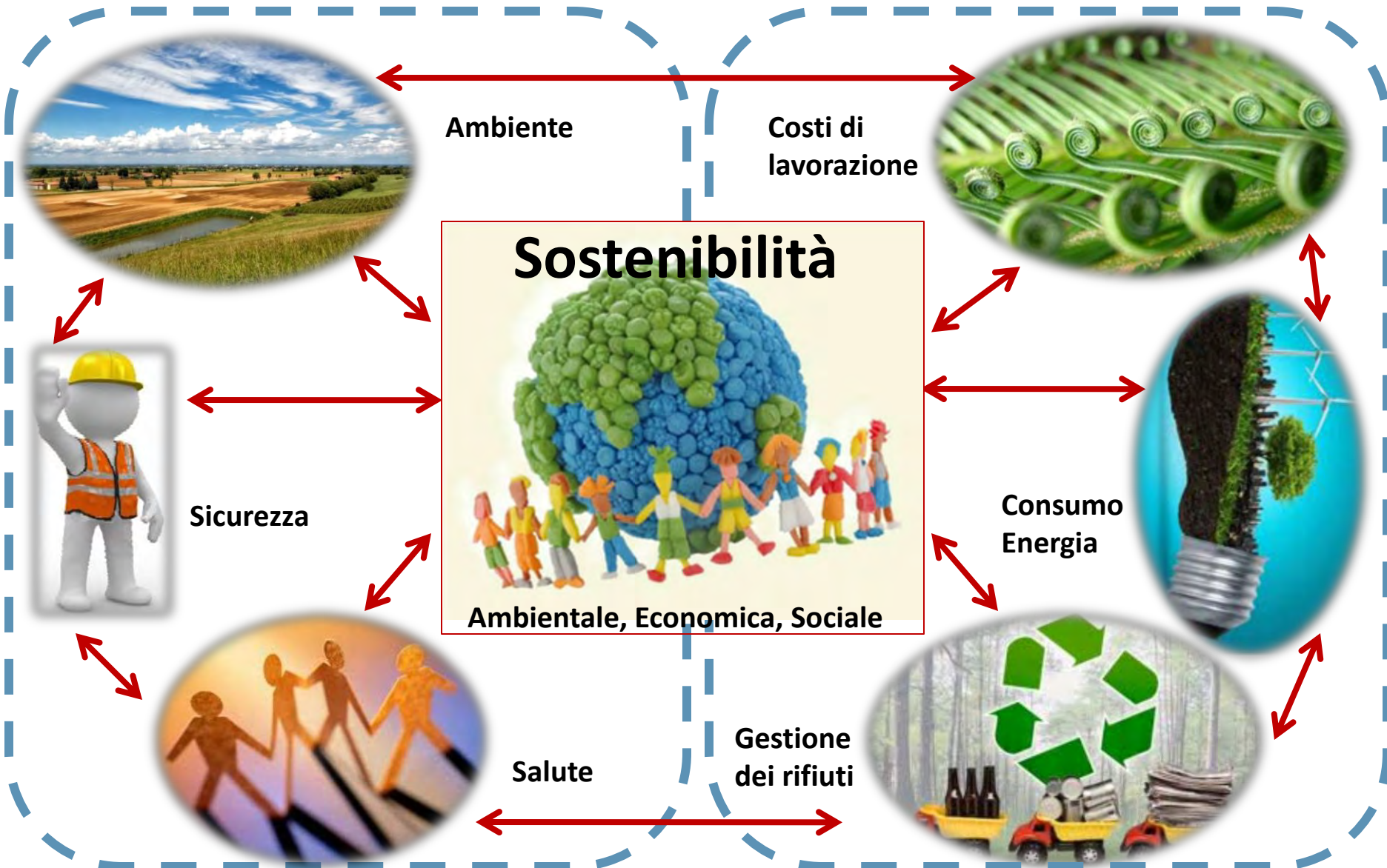
Le priorità Tecnologiche regionali – Meccatronica e Motoristica, Ambiente e Sostenibilità



TRAIETTORIA MANUFACTURING SOSTENIBILE (P. Egalini, M. Monno)

- **Descrizione in sintesi della traiettoria e motivazione della scelta** (*Sostenibilità come paradigma su cui basare l'evoluzione e la crescita del settore senza sottovalutare il proprio ruolo economico*)
- **Traiettoria di evoluzione** (*Direzione dei mercati e Investimenti entro 2020, Declinazione negli aspetti Economici, ambientali e Sociali della Sostenibilità*)
- **Analisi SWOT: fattibilità e criticità** (*Competenze disponibili in Regione; Collaborazioni attive a livello nazionale e internazionale, Readiness del sistema regionale*)

Quale Sostenibilità per il Manufacturing?

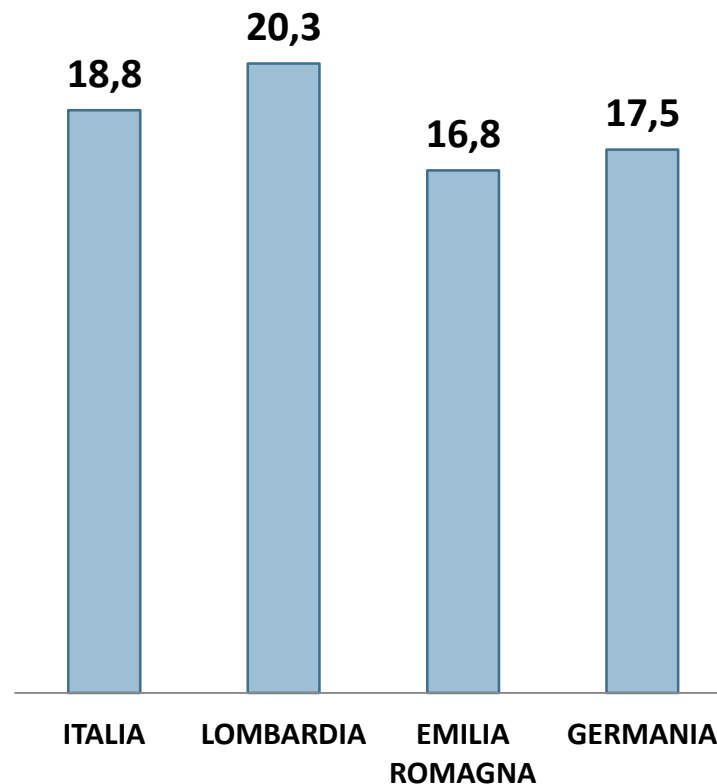


Lo scenario

- ***L'Emilia-Romagna è un'importante regione manifatturiera (numero di occupati nel settore circa 1/3 degli occupati totali in regione; PIL derivante dalle produzioni circa 1/4 del totale regionale).***
- ***Il settore manifatturiero costituisce una parte significativa e attualmente non sostituibile nell'economia regionale, nazionale, europea.***
- ***La realtà produttiva della regione Emilia-Romagna non è caratterizzata da attività economiche significativamente "energivore".***

Consumi energia elettrica nell'industria

MWh/addetto/anno



Fonte: elaborazione MUSP su dati Terna, IEA and Eurostat 2009

Quali azioni?

Definizione di un approccio sperimentale per la misurazione e quantificazione dei consumi energetici



Experimental Energetic Assessment

Quanta energia

Dove e Come

Componenti e Sottosistemi

Quando

Fasi produttive e stand-by

Perchè

Movimento, temperatura, controllo, attriti, perdite elettriche, inerzie

Ottimizzazione ed Efficienza Energetica

Analisi a quattro livelli di consumo e quattro livelli di “gestione efficiente dell’energia”

Livello Base



Processo produttivo



Livello Macro



Sistema produttivo



Livello Medio



Macchina



Livello Micro



Part Program

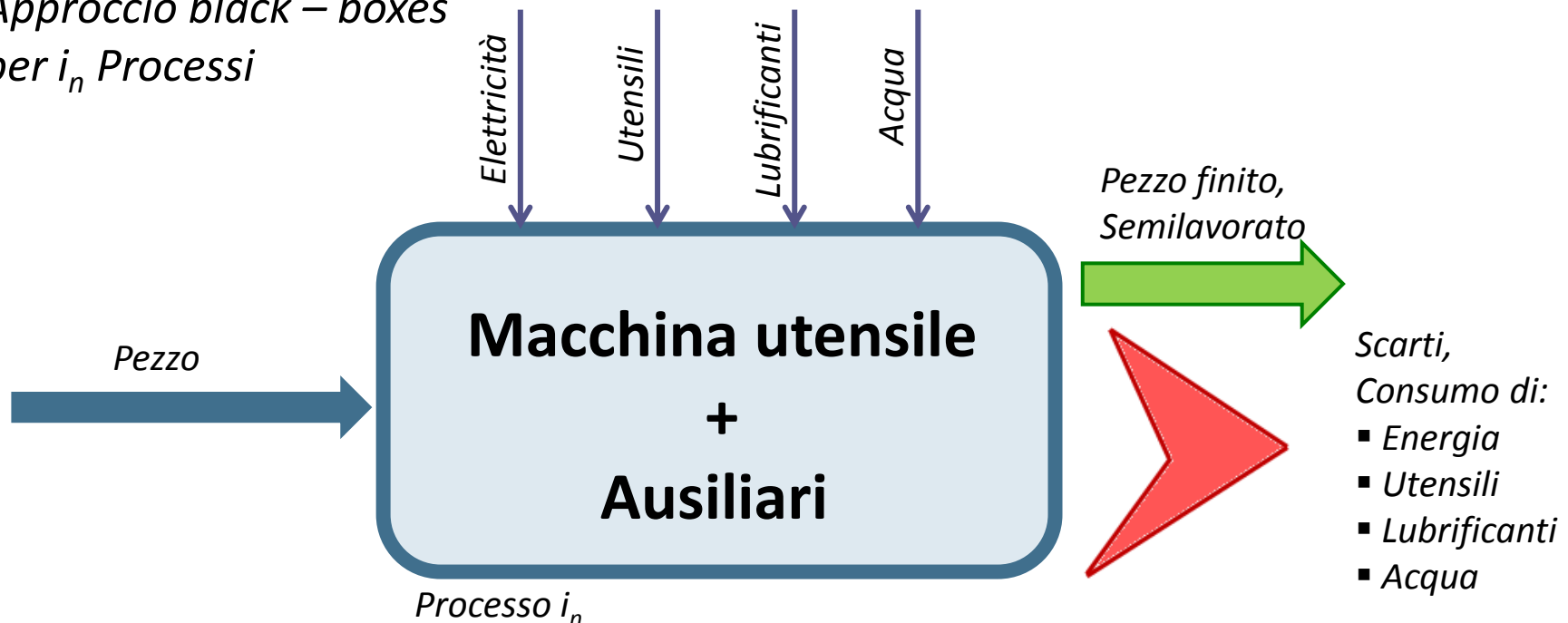


Livello Base, Processo produttivo

Valutazione del consumo energetico di ciascuna delle trasformazioni che porteranno le materie prime (o i semilavorati) allo stato di prodotti finiti.

- Confronto processi produttivi
- Esempio analisi energetica, utensile maschio per alesatura

*Approccio black – boxes
per i_n Processi*



Livello Macro, Sistema produttivo

Valutazione dei consumi di risorse nelle fasi di stand-by e in produzione

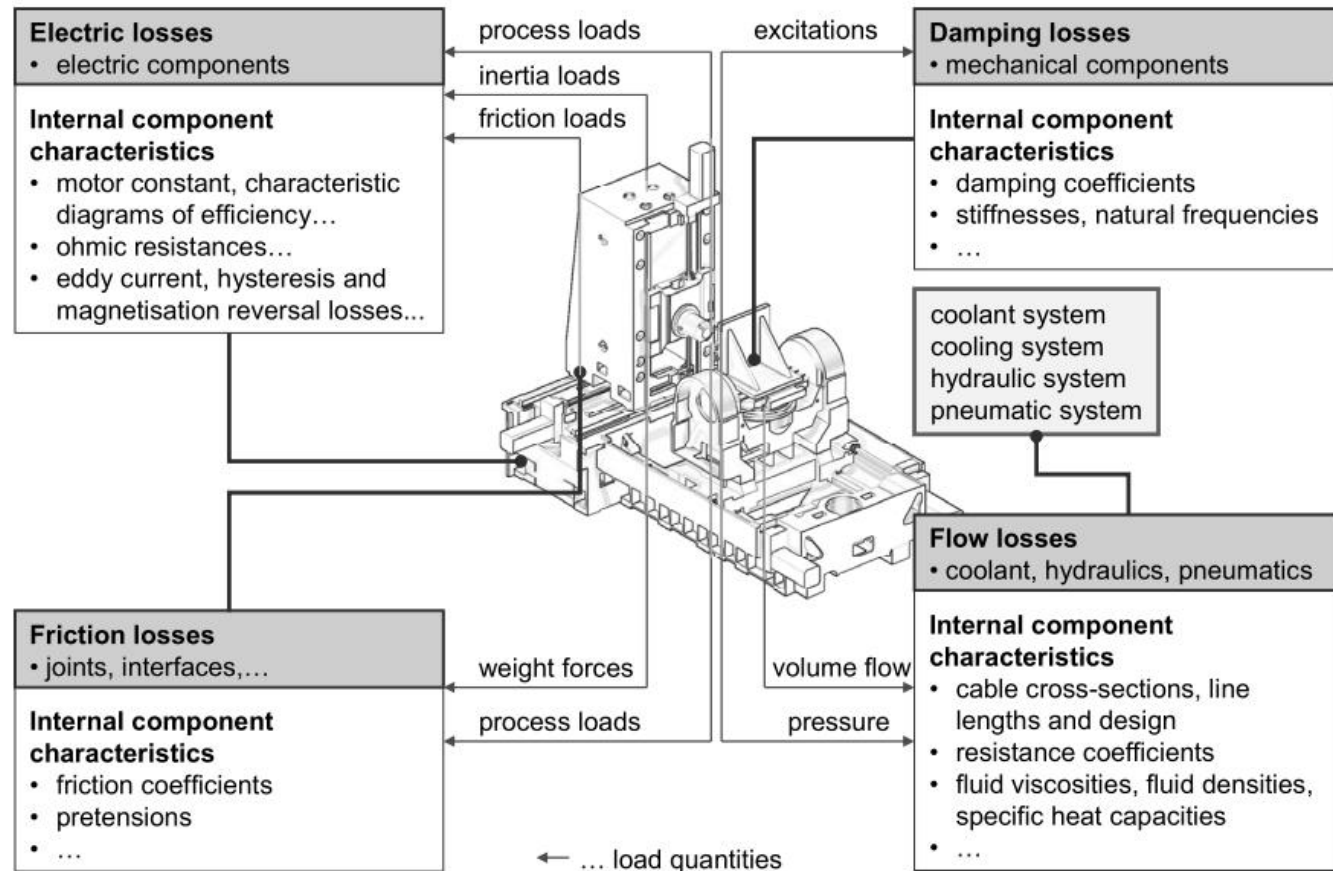


Solo il 4% dell'energia spesa è imputabile alle lavorazioni meccaniche, il 55% è speso in fasi di stand-by.

Livello Medio, Macchina Utensile

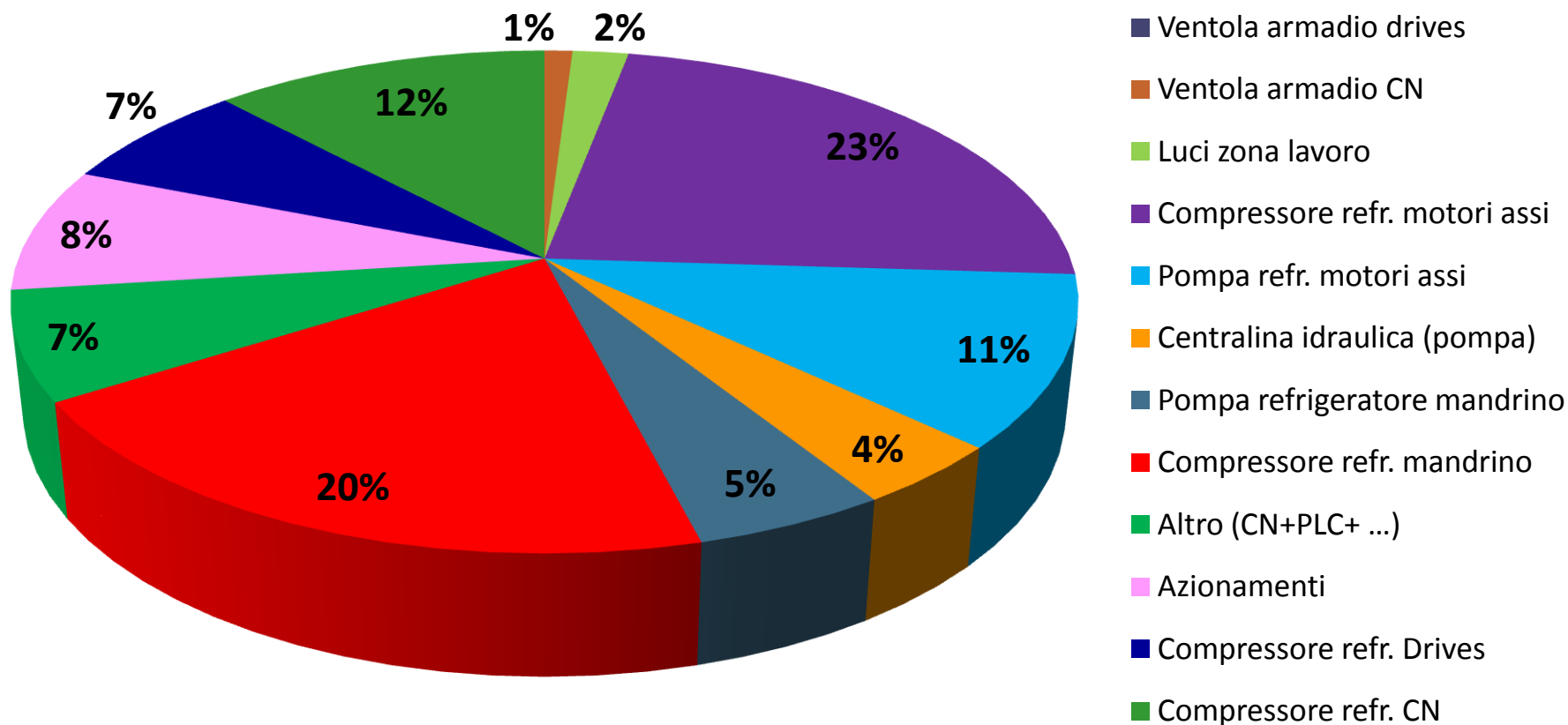
Valutazione dei consumi energetici della singola macchina (componentistica, sistemi e sottosistemi)

Sistemi di carico di base e gli ausiliari generano più del 50% del consumo energetico complessivo delle macchine utensili



Livello Medio, Macchina Utensile

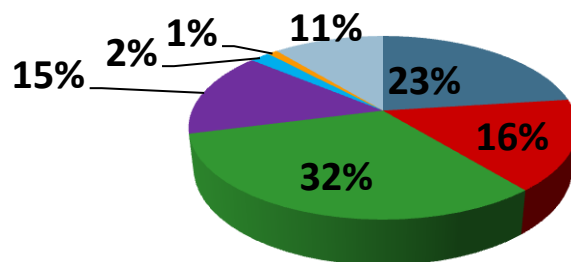
Esempio consumo macchina in configurazione “*no load operation mode*” – macchina pronta a produrre – Centro di lavoro 5 assi di piccola taglia con motori lineari



Livello Medio, Macchina Utensile

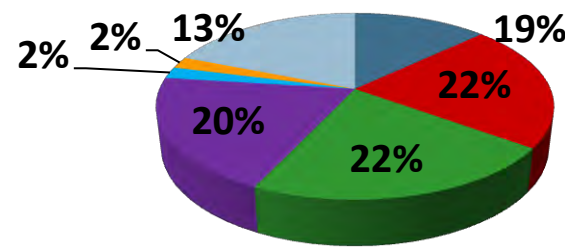
Configurazione “*no load operation mode*” – macchina pronta a produrre – Centro di lavoro 5 assi di piccola taglia confronto motori lineari e rotativi

Potenza assorbita MU con motori lineari



- Azionamenti gruppo AR
- Refrig. Assi (non in raffreddamento)
- PLC
- Luci, rimanenti consumi quadro elettrico

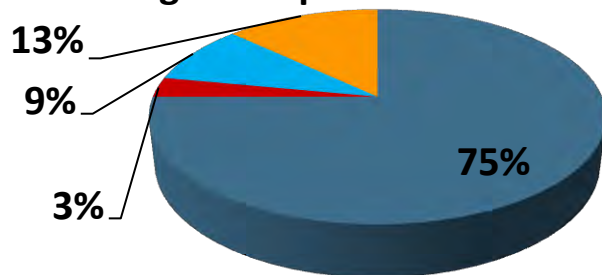
Potenza assorbita MU con motori rotativi



- Refrig. mandrino (non in raffreddamento)
- Centralina idr.
- CN

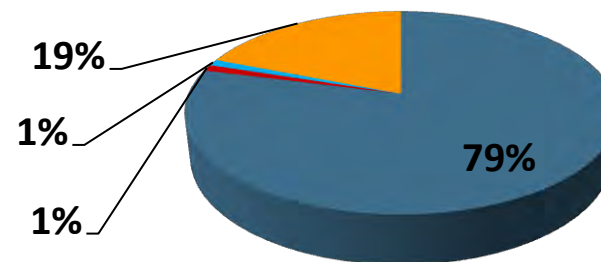
Configurazione “*load operation mode*” – macchina effettua il ciclo, ma non asporta – Centro di lavoro 5 assi di piccola taglia confronto motori lineari e rotativi

Energia dissipata: motori lineari



- Consumo macchina pronta
- Asse X
- Asse Y
- Asse Z
- Mandrino
- Refrigeratori in raffr.

Energia dissipata: motori rotativi



Livello Medio, Macchina Utensile

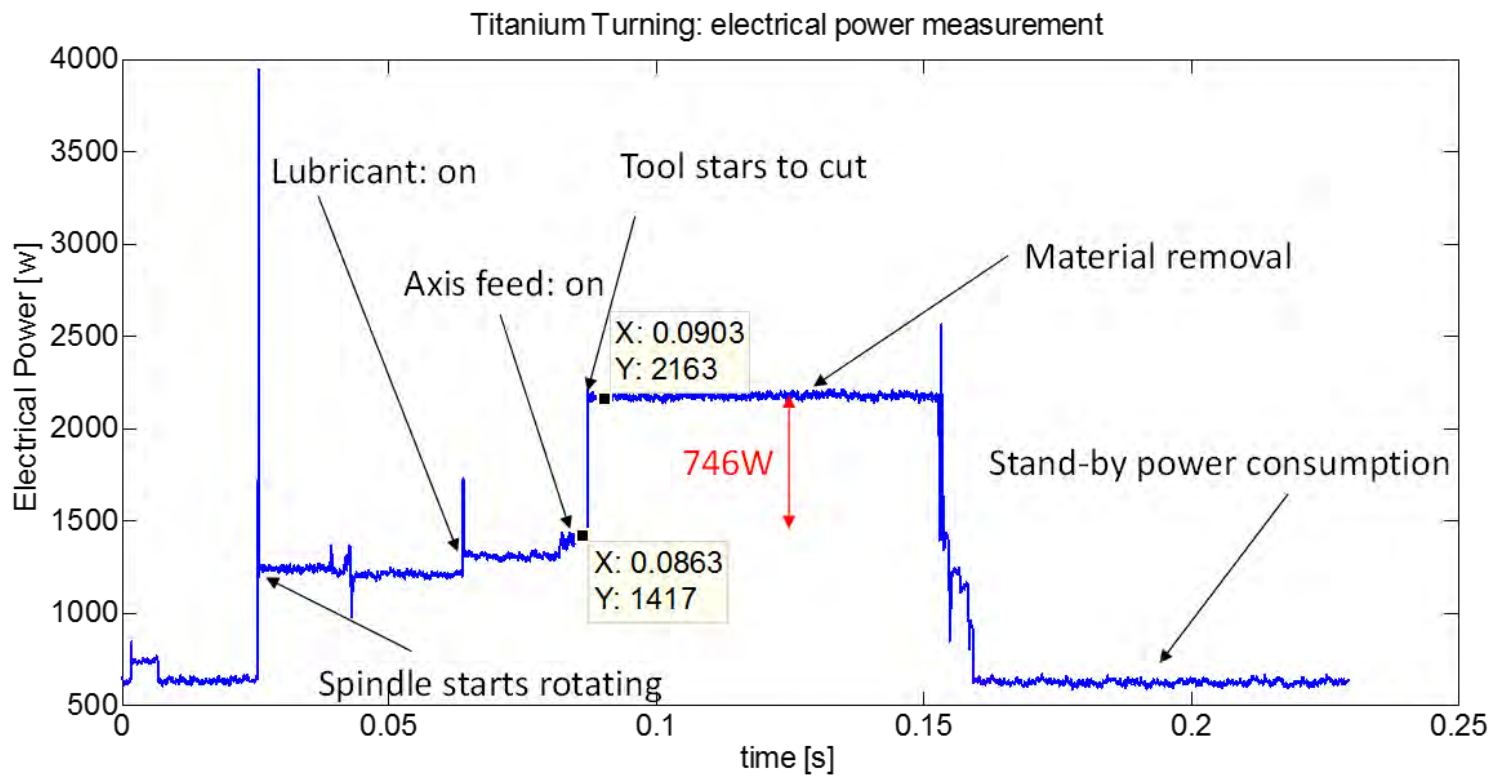
Finalità e tematiche MUSP

- *Stimare i consumi della macchina per la realizzazione di un componente o un set di componenti già in fase di design*
- *Modellazione dei componenti che consumano energia (motori, trasmissioni, azionamenti, compressori, pompe)*



Livello Micro, Part Program

Valutazione energetica di ciascuna lavorazione



- ***Integrare – associare modelli energetici dei vari componenti software per la simulazione della cinematica del part-program***
- ***Stimare consumo macchina durante l'esecuzione di un ciclo di lavoro***
- ***Confrontare strategie di lavorazione per una feature tecnologica***



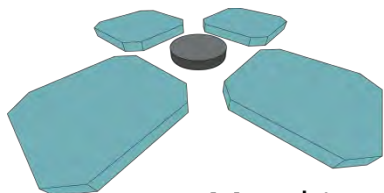
GRAZIE PER L'ATTENZIONE!

Contatti:

alessandra.pighi@musp.it

info@musp.it

www.musp.it



MUSP

Macchine Utensili e Sistemi di Produzione

Alessandra Pighi
Laboratorio MUSP

29/11/2013