

Supply Chain & Cyber Physical Model: l'impresa estesa e la sua rappresentazione nello spazio virtuale

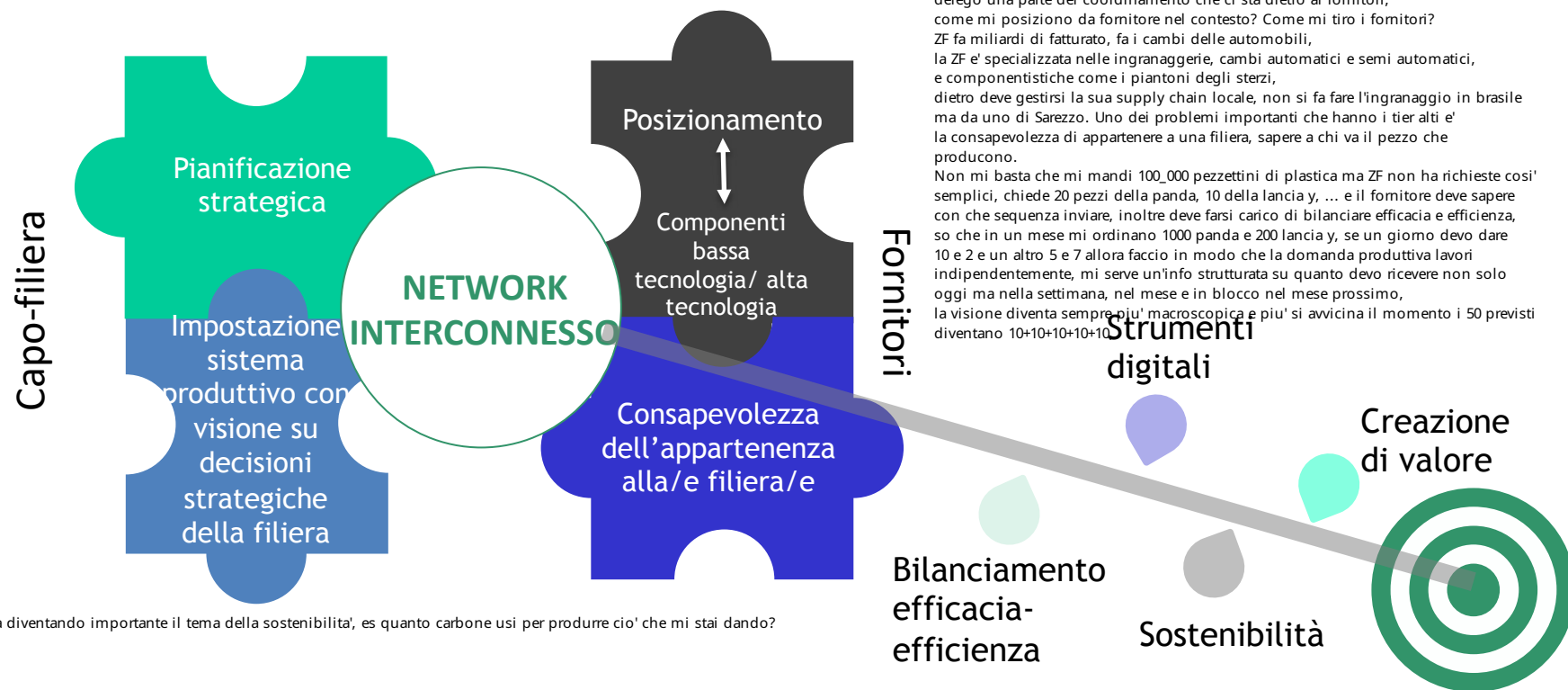
Alessandro Marini

La supply chain e' la filiera, catena dei soggetti che sono collegati tra loro in una catena di fornitura, e' l'insieme dei diversi attori... e legami tra essi... che intervengono... clienti. Se sono la classica filiera dell'automotive, sono il costruttore dell'automobile, l'ultimo step prima del cliente (OEM, Original Equipment Manufacturer), quello che detiene la proprieta' del prodotto, loro hanno dietro una serie di fornitori stratificati che costituiscono la filiera (supply chain), fatta da questi attori, ZF e' un TIER 1, i componentisti meccanici gli forniscono i pezzi di tubo o gli ingranaggi e sono i tier 2 che a loro volta hanno dei tier 3, i terzisti, che fanno spesso il trattamento termico, i trattamenti termici sono fatti da specialisti, prendono il componente e lo mettono in un forno, e magari a loro volta hanno un fornitore di acciaio (tier 4)...

SUPPLY CHAIN: tra efficienza e innovazione

L'insieme di questi attori e i loro meccanismi di coordinamento costituisce la supply chain, in modo piu' semplificato possiamo parlare di capo-filiera e fornitori, che costituiscono un network interconnesso.

La supply chain è l'insieme dei differenti **attori**, infrastrutture, **risorse**, **processi** ed attività (e dei legami tra essi) che intervengono nell'approvvigionamento delle materie prime, sino alla trasformazione in semilavorati e prodotti finiti ed alla distribuzione e vendita dei prodotti finiti ai clienti finali.



Gli attori della filiera

- Capofiliera o OEM (Original Equipment Manufacturer)
- Fornitori: materia prima, componentistica, sottogruppi, ecc.
- Terzisti: fornitori che effettuano solo lavorazioni su materiale del cliente (capofiliera)
- Operatori logistici: fornitori di logistica (trasporti, immagazzinamento, distribuzione, ...)
- Di solito «filiera» è considerata solo quella di fornitura (upstream) ma oggi i nuovi modelli di business suggeriscono di considerare filiera anche quella a valle cioè i clienti ed i clienti dei miei clienti (downstream)
- La filiera, tradizionalmente vista come un processo sequenziale con al vertice il capofiliera, oggi è più spesso configurata come un network al centro del quale c'è il capofiliera ma ci sono anche relazioni tra gli altri attori

I processi tipici della filiera

- Fornitura di materiali Qualcuno mi deve dare l'ottone perche' le valvole sono di ottone
- Lavorazione in conto terzi il trattamento termico deve fare un lavoro sull'ingranaggio,
- Trasporti
- Immagazzinamento tenere a magazzino una roba per un altro, i logistici di adige tengono lì il materiale e organizzano il trasporto di 13 cambi, nel fare questa cosa fanno il trasporto
- Distribuzione supermercato, ha i fornitori di tutto cio' che troviamo al supermercato, alle volte linea verde manda in un magazzino generale che ha lo smistatore, si chiama distribuzione,

Governo delle informazioni di filiera - Tradizionale

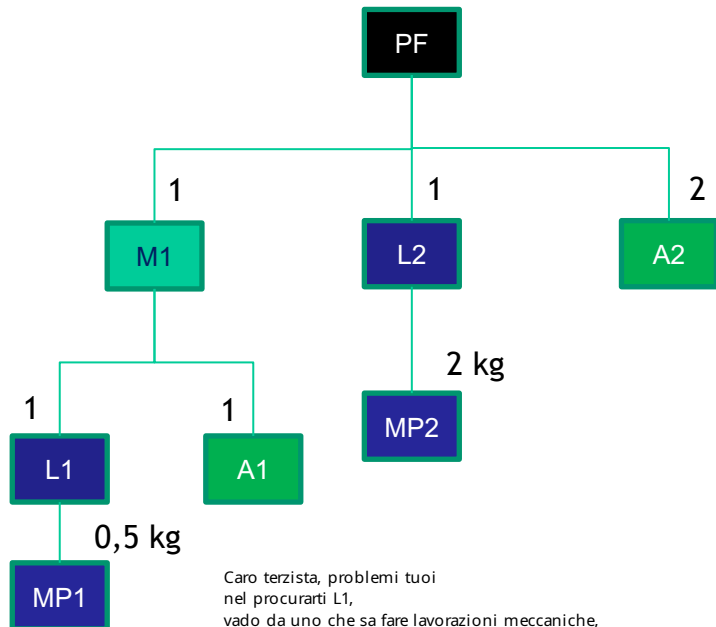
- Il documento fondamentale per la gestione dei rapporti di filiera è l'ordine di acquisto Il mio fornitore di barr adi ottone manda a te stampatore la barra di ottone da lavorare che poi mandi a me,
- Ordine di acquisto
 - ▶ composto da una testata
 - ▶ righe ordine: una per ciascun codice e/o data di consegna
- Ordine di acquisto può essere utilizzato sia per acquistare prodotti sia servizi sia lavorazioni effettuate da terzi
- Lavorazioni effettuati da terzi sono una tipologia di servizio produttivo -> “lavorazioni in conto terzi” o “conto lavoro”
 - ▶ Lavorazioni di tipo produttivo
 - ▶ Effettuate su materiale del cliente
 - ▶ Lato cliente si parla di conto lavoro passivo
 - ▶ Lato terzista si parla di conto lavoro attivo

Conto lavoro

Per comprendere la complessità del conto lavoro è necessario analizzare le tipologie di conto lavoro che sono fortemente legate alla gestione della configurazione di prodotto e processo

Nel conto lavoro di livello mando a te il cuscinetto, e tu mi rimandi il pezzo montato, nel conto di fase io devo fare la rettifica quando me lo rimandi indietro.

IL SECONDO caso di L2 e' il conto lavoro di fase, lo fa il trattamento termico, l'ingranaggio ha bisogno del trattamento termico, viene rettificato e poi dipende dai livelli di rifinitura, in questo caso facciamo il taglio della fetta di acciaio, la dentatura, la cementazione, poi la rettifica, si tratta di un ciclo di produzione, l'intero ciclo di produzione viene immaginato come un ordine di produzione,



Caro terzista, problemi tuoi nel procurarti L1, vado da uno che sa fare lavorazioni meccaniche, e gli dico gammi L1 a partire da mp1, io metto il cuscinetto che lui fa, ci penso io ad a1, ma poi gli chiedo "mettimelo tu il cuscinetto", quindi a1 viene inserito direttamente dal terzista.

Immaginiamo che sia M1 che L2 siano oggetto di conto lavoro:

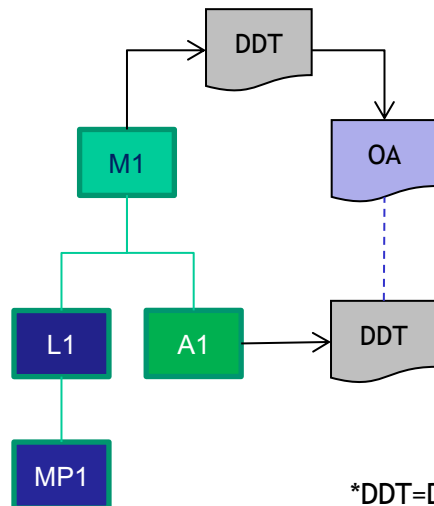
- Nel caso di M1 si tratta di fornire il componente A1 e di incaricare il fornitore di fabbricare L1 e di effettuare l'assemblaggio
 - In questo caso si parla di conto lavoro di livello perché il conto lavoro riguarda un intero livello della distinta di livello perché mi risolve un livello della distinta base.
- Nel caso di L2 invece viene acquistata solo una fase di lavorazione relativa al ciclo per costruire L2 da MP2
 - In questo caso si parla di conto lavoro di fase appunto perché riguarda una singola fase del ciclo

Conto lavoro: le informazioni in gioco

L'approccio alla gestione dei terzisti nei due casi è decisamente differenziato

Conto lavoro di livello

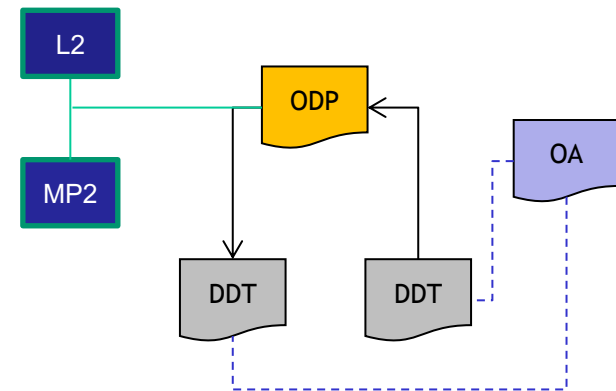
1. Cliente emette Ordine di acquisto di conto lavoro per M1
2. Emissione DDT per invio A1 a terzista
3. Terzista invia M1 a cliente con DDT
4. L1 deve essere fabbricato da terzista acquistando in autonomia MP1



*DDT=Documento di Trasporto

Conto lavoro di fase

1. Cliente emette Ordine di acquisto di conto lavoro per fase ODP
2. Emissione DDT per invio materiale a terzista con riferimento OA
3. Terzista restituisce materiale con DDT con riferimento OA
4. Cliente completa ODP e versa L2



L'impresa estesa distribuita e' compresa dai fornitori dei fornitori dei fornitori... abbiamo parlato della storia dell'industria dell'automobile, la storia del business dell'automobile fino a quando sono arrivati i giapponesi, e' un elemento importante del cambiamento, negli anni 20 dopo che ford aveva fondato la catena di montaggio

L'IMPRESA ESTESA

Il digitale e' un generatore di valore, poco investimento energetico ma tanta resa, il valore vero e' il cervello, la razionalizzazione dell'intangibile, il piantone digitalizzato e' solo mio perche' ci faccio il brevetto, es. il cybertrack, non ha il piantone dello sterzo, e' drive by wire, il risultato e' che mi tolgo dai coglioni la ZF, e' digitalizzato.
la tesla e' disruptive perche' non tanto ha fatto l'auto elettrica, ma perche' avendo fatto l'auto elettrica ha un sacco di altre possibilita'...

I copertoni della jaguar F li fa solo la pirelli, es il valore che porto a casa e' che sono un vigile, sono io che decido a chi do le cose e a chi no, perche' la supply chain e' importante?
A brescia quanti producono prodotto finiti? 50 aziende forse.

CAMBIAMENTO DEL RAPPORTO CLIENTE-FORNITORE

- Focus su qualità e parametri di valutazione dei servizi
- Incumbent che non sono in grado di aggiornarsi facilmente ed essere estromessi dalle filiere
- Maggiori opportunità di ingresso per i challenger innovativi

TRASFORMAZIONE DELLE CATENE DEL VALORE

- Non solo prodotti ma anche servizi e informazioni
- Redistribuzione del concetto di valore sull'intera filiera
- Formalizzazione dei valori intangibili (es. proprietà intellettuale)

«MANIFATTURA» COME SERVIZIO IN UN CONTESTO APERTO

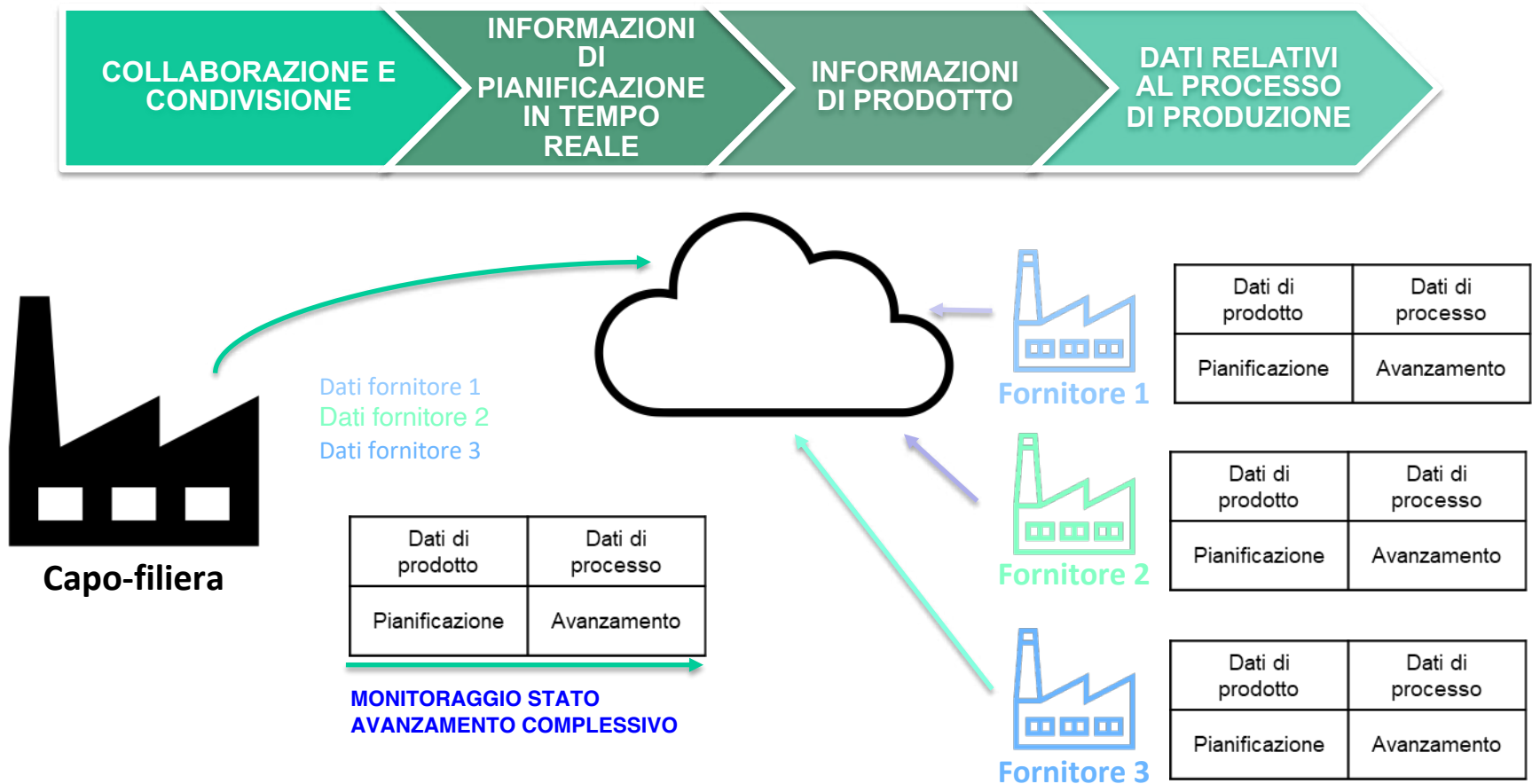
- «Cloud manufacturing»: ridefinizione del concetto di terzista
- Parametri formali di valutazione del rapporto prezzo/prestazione

OPEN MANUFACTURING: TRASPARENZA RISPETTO A TUTTI GLI ATTORI

- La visibilità della filiera richiede l'esposizione dei parametri di prestazione del sistema produttivo (order-to-delivery time, promise, Cp, Cpk, struttura dell'organizzazione, etc.)
- Governo di pianificazione e produttività su tutti i passaggi della supply chain

Tutta l'impresa che abbiamo a brescia sono i fornitori, e un fornitore deve crearsi il valore, o sono schiavo del cliente o sono morto, devo dare valore da vendere al capo filiera, devo fare la brembo della situazione, nella moto da competizione c'e' il freno brembo.

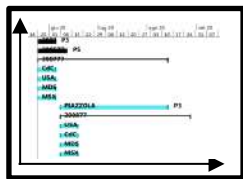
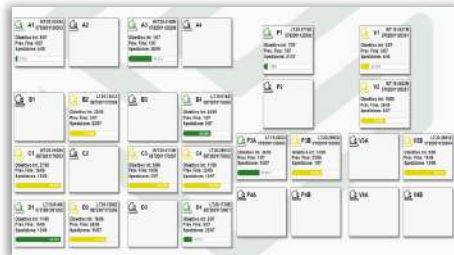
TRASPARENZA DELLA FILIERA: I REQUISITI DI VISIBILITÀ



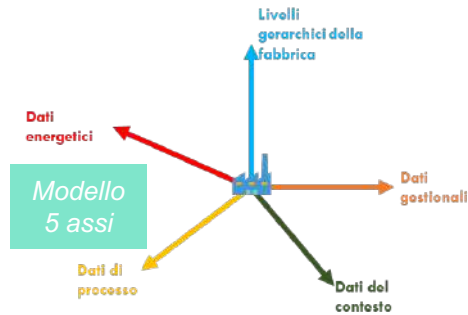
Il progetto della fabbrica intelligente

Passi e strumenti metodologici

EXECUTION
& CONTROL



SCCS – Supply
Chain Control
System



DESIGN



Modello
impianti
processi e
informazioni



Architettura digitale

CPPS
Industrial
analytics

Il progetto della fabbrica intelligente

Elementi essenziali del progetto

Tracciabilità

- Tracciabilità dei materiali
- Verifica delle rotture di lotto materie prime e tracciamento inquinanti
- Controllo dei parametri di lavorazione a livello di lotto



Qualità

- Controllo e ottimizzazione delle condizioni ambientali di lavorazione
- Gestione integrata delle ricette per l'assicurazione della qualità
- Tracciamento delle deviazioni di processo sulle variazioni qualitative riscontrate.



Produttività

- Automazione spinta: controllo stato di salute impianti per miglioramento della disponibilità
- Miglioramento della pianificazione: saturazione impianti



Fabbrica per l'uomo

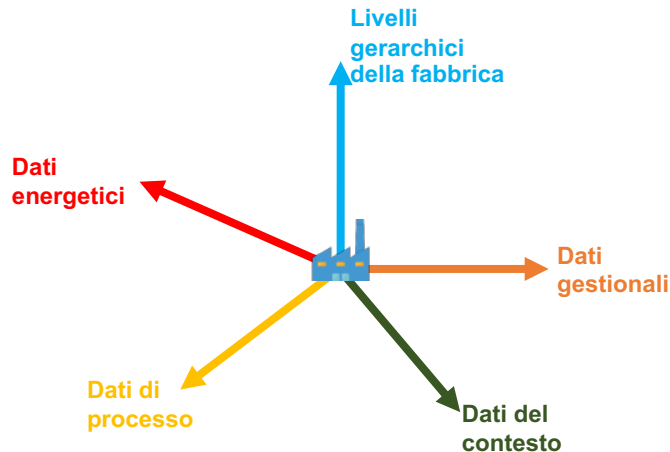
- Miglioramento delle interfacce uomo-macchina
 1. Intuitive
 2. Interazione rapida
 3. Supporto operatore
 4. Incremento della sicurezza sul lavoro



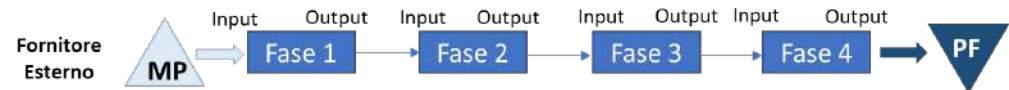
CPM: la definizione del perimetro e la definizione degli obiettivi

Si vuole rappresentare l'intera vita del prodotto, ripartiamo da degli oggetti che conosciamo (i 5 assi, la distinta base e i cicli), il nostro obiettivo e' stendere tutti il ciclo di vita, quante dimensioni aggiungiamo se pensiamo alla filiera?

DATI E INFORMAZIONI



CONFIGURAZIONE PRODOTTO/PROCESSO



Il CPM sviluppa la relazione tra i dati di prodotto e processo e la configurazione del prodotto/processo lungo tutto il ciclo di vita del prodotto e evidenzia le correlazioni immaginabili o ignote tra gli item del prodotto e del processo ed i dati che li descrivono.

Il passaggio dalla Fabbrica Intelligente alla Filiera Intelligente

Se ho la factory 4.0 ho un tema di dato aziendale, se parlo della filiera 4.0 devo pensare alle performance di filiera e fare in modo che siano il driver attraverso cui guido l'intera filiera. Basta un single point of failure per fare sì che la filiera intera non lavori bene. Se il trattamento termico non performa tutti quelli che stanno dietro non performano.

Il tema del passaggio e' introdurre un modello di filiera, il cyber physical model, per arrivare alla supply chain ci vuole un modello di cui vedremo le componenti. Il ciclo di vita del prodotto l'abbiamo visto con ram4.0, e' il reference architecture model 4.0, modello di riferimento del cubotto dei tedeschi, li' avevamo incontrato la prima volta il ciclo di prodotto, una parte del ciclo di vita del prodotto era legato alle istanze, il primo tema e' come gestire la cosa, c'e' un passaggio da design a tutto il resto della vita (produzione e esercizio),

Factory 4.0

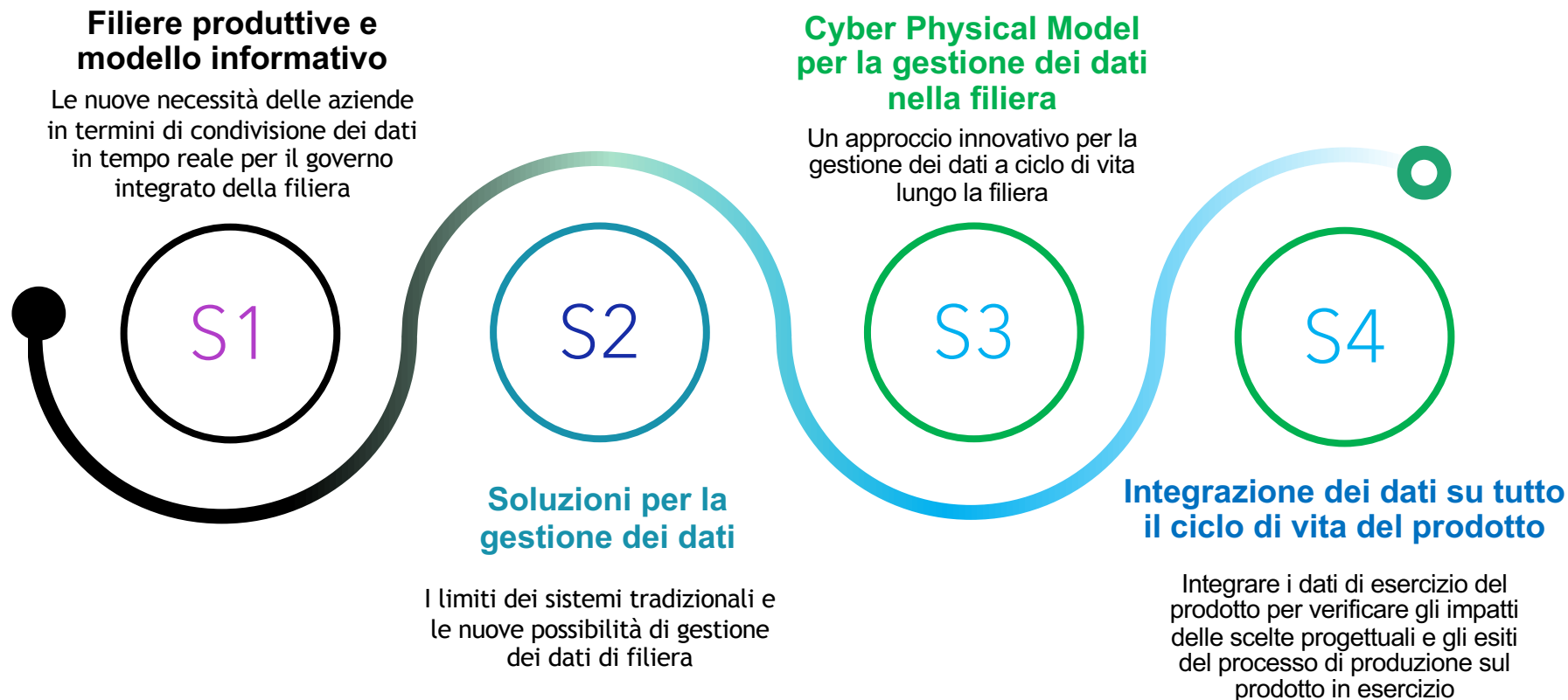
- Focus impresa: costruzione **modello informativo di fabbrica**
- Messa a disposizione in tempo reale dei **dati aziendali**

Il secondo tema e' avere la struttura della supply chain, chi sono i clienti? che usi fanno? Se faccio macchine industriali devo pensare ai contesti in cui possono essere utilizzate, c'e' anche la configurazione del prodotto lungo il ciclo di vita, product life cycle model, il PLM permette di gestire la configurazione del prodotto su vari stadi del ciclo di vita. Queste due visioni devono parlarsi tra di loro ma son specializzate,

Supply Chain 4.0

- e abbiamo anche l'as built, facendo delle sostituzioni, tracciando la provenienza dei prodotti che costituiscono il prodotto finale, caso semplicissimo e' quello del biscotto, i lotti della farina, il prodotto cambia in base al lotto di farina utilizzato, nell'as built ho tutta la struttura della provenienza e tracciabilita' di ciascun lotto di materia prima, e poi c'e' anche l'as maintained, che sarebbe il prodotto in esercizio, nel caso di un impianto che esce con una certa struttura, se ha dei guasti cambio i pezzi che sono guastati, devo tener conto che sono passato da un motore all'altro. Posso vedere l'influenza del cambio della marca di motore sull'impianto.
- Focus impresa: costruzione **modello informativo di filiera**
 - Condivisione di informazioni tecniche e gestionali per misurare la **performance di filiera come driver** di governo della performance della singola azienda (in particolare capo-filiera)

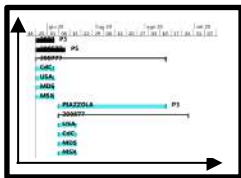
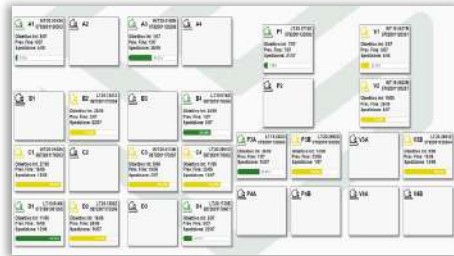
Da Factory a Supply Chain



Il progetto della Smart Supply Chain

Il Cyber Physical Production Model rimette al centro il prodotto e il suo ciclo di vita

EXECUTION & CONTROL

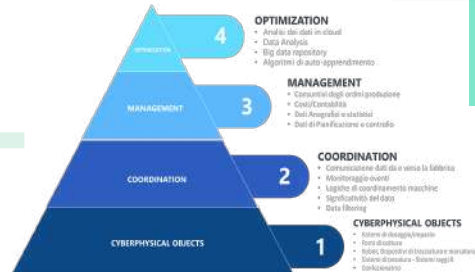


SCCS – Supply Chain Control System

DESIGN



Modello impianti processi e informazioni

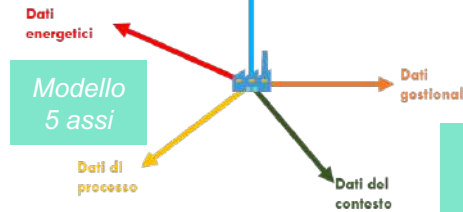


Architettura digitale

MODELING



CPM



Modello 5 assi

CPPS Industrial analytics

Livelli gerarchici della fabbrica

Definizione del CPM

CYBER PHYSICAL MODEL: Modello teorico di riferimento per la raccolta dei dati di prodotto lungo l'intero ciclo di vita, dalla concezione al riutilizzo, che unisce alcune dimensioni di analisi

- a) Il ciclo di vita del prodotto
- b) La struttura della supply chain/filiera
- c) La configurazione del prodotto lungo il ciclo di vita

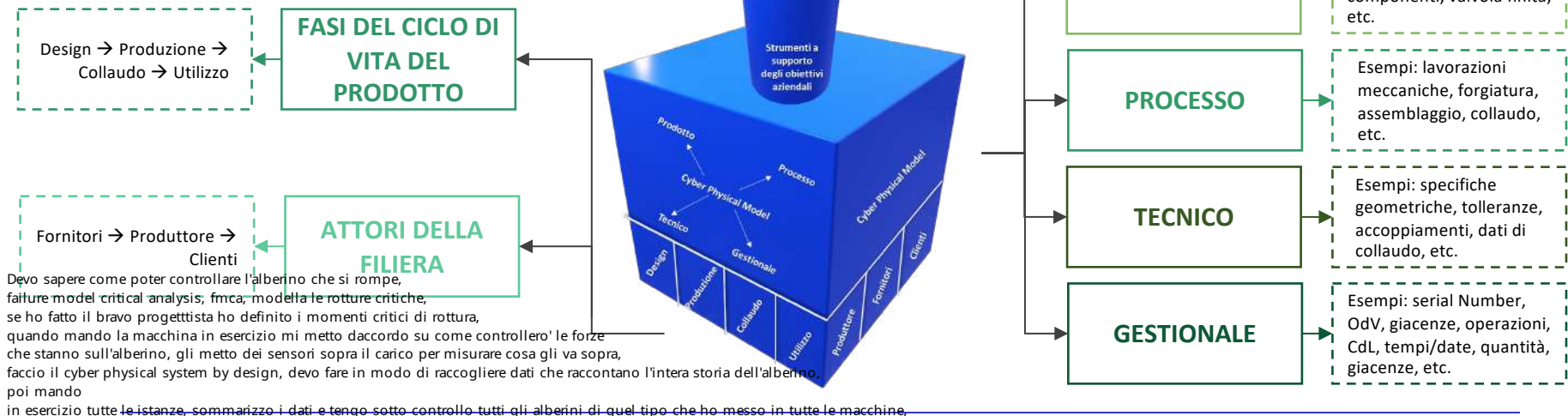
I dati raccolti sono riferiti al CPM anche attraverso numerose modalità di trattamento tra le quali:

- a) Tecniche di data summarisation (per esempio, clustering, campionamento, tecniche di approssimazione) per far fronte al volume e alla velocità dei dati raccolti;
- b) Elaborazioni finalizzate a mettere a disposizione degli utenti sintesi in grado di valutare costi, qualità, efficienze oppure simulazioni finalizzate alla ottimizzazione dei processi gestionali

Parliamo del cubotto, che tipo di prodotto e', i dati di processo (elaborazioni che prendo), dati di tipo tecnico gestionale (le 4 dimensioni, prodotto/processo (distinta base a cicli) e tecnico-gestionale, i 5 assi, se e' tecnico da un punto di vista di dati della fabbrica abbiamo parlato di processi, temperature, pressioni, in realta' e' tecnico, tolleranza, accoppiamenti, materiali, cyber physical model, dobbiamo introdurre il fatto che nella vita del prodotto industriale... tecnico/di prodotto, tecnico/di processo, gestionale di prodotto e gestionale di processo, tempistiche di ciclo, temperature rilevate mentre eseguivamo il ciclo, cambio di configurazione di prodotto (engineering e change management), aggiungendo al ciclo di vita abbiamo aumentato le informazioni, il tema importante e' che entrano in gioco le tecniche di elaborazione del dato, collegato al ciclo di produzione del prodotto, se abbiamo una distinta base e una macchina della quale raccolgo i dati di lavoro, oppure ho i dati di lavoro su tutte le volte che ha lavorato su un particolare prodotto o i dati di lavoro dell'intera storia della macchina, ordinare queste informazioni significa costruire il cyber physical model, es tecniche di data cyberization, un'elaborazione finalizzata a mettere a disposizione degli utenti qualcosa che possa essere utile.

DIMENSIONI DI ANALISI

DIMENSIONI DI CLASSIFICAZIONE DATI

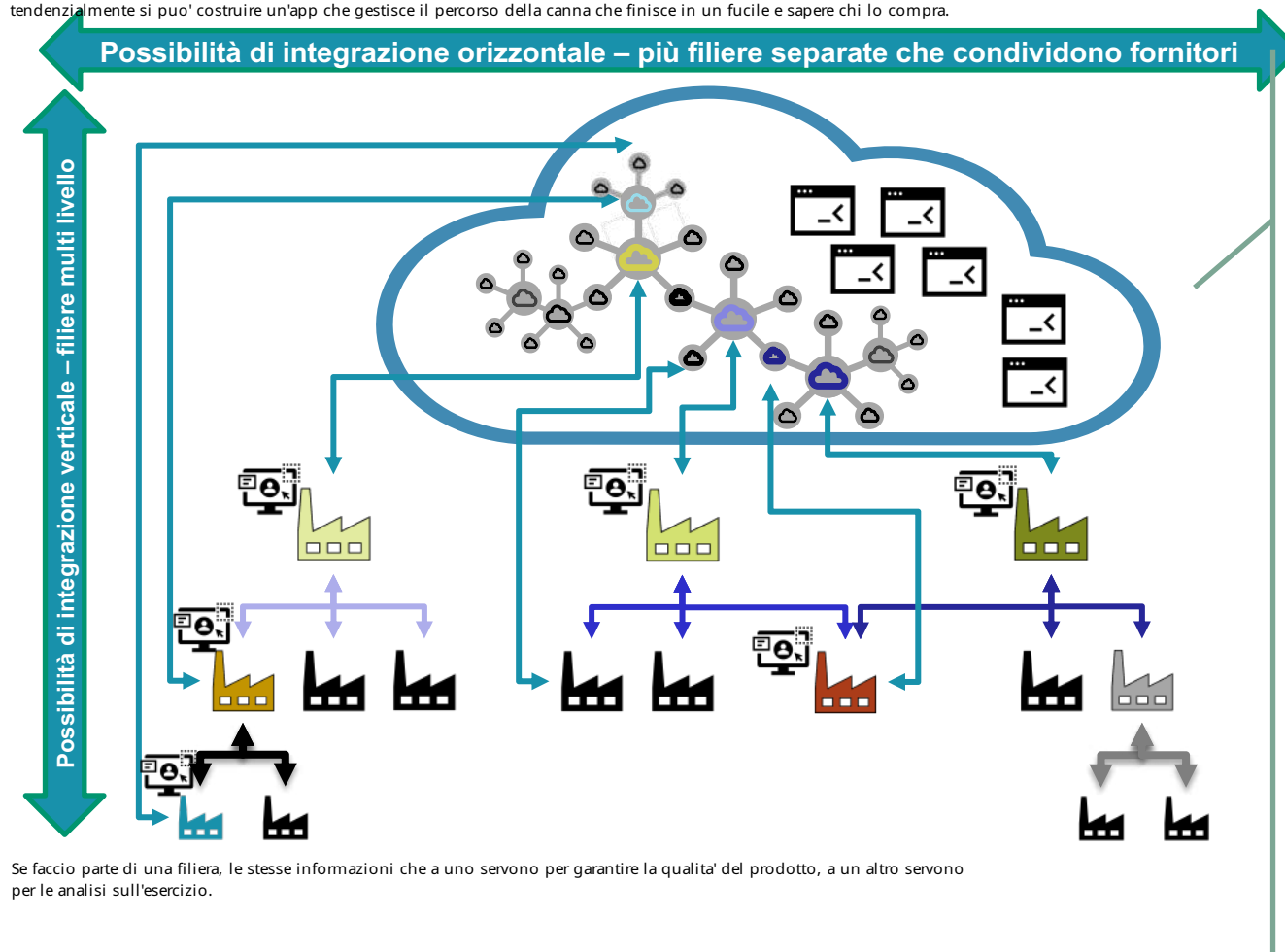


Devo sapere come poter controllare l'alberino che si rompe, failure model critical analysis; fmca; modello le rotture critiche, se ho fatto il bravo progettista ho definito i momenti critici di rottura, quando mando la macchina in esercizio mi metto d'accordo su come controllero' le forze che stanno sull'alberino, gli metto dei sensori sopra il carico per misurare cosa gli va sopra, faccio il cyber physical system by design, devo fare in modo di raccogliere dati che raccontano l'intera storia dell'alberino, poi mando

in esercizio tutte le istanze, sommarizzo i dati e tengo sotto controllo tutti gli alberini di quel tipo che ho messo in tutte le macchine, questo approccio preventivo non viene mai fatto ma tendenzialmente si comincia a fare, cominciamo a raccogliere dati, costruiamo un sistema che rappresenti nello spazio virtuale il comportamento dell'oggetto, il cyber physical model sulla struttura del prodotto e' quella roba, ma noi vogliamo anche i dati mentre i fornitori costruiscono il prodotto, per capire in quale parte del processo produttivo qualcosa e' andato storto, magari dal trattamentista del termico, raccolgo informazioni tecniche di processo lungo la filiera, dal mio fornitore, andiamo negli spazi iperdimensionali, siamo in molte dimensioni non possiamo avventurarci solo con il machete nella giungla, il problema del cpm e' questa cosa, costruire preventivamente una struttura di dati che possa aiutarci a governare la vita del prodotto per tenere sotto controllo cosa sta succedendo,

per migliorare le future generazioni del prodotto.
 Da elementi tecnici passiamo a elementi di filiera, bella l'idea delle bolle, il componentista tier 2 fa parte della bolla della zf, ma anche della bolla di altri fornitori, lui appartiene a diverse filiere, quando nella cloud metto le info le raccolgo e le invio in un sistema di network, quando si parla di architettura scalabile di integrazione di filiera parliamo di qualcosa che sta in cloud, ha senso obbligatorio, non vado in una cloud per motivi strani, c'è una necessità, devo costruire delle app di filiera che permettano di usare intelligentemente i dati, devono essere personalizzabili, il trattamentista e il componentista con il tier 1 sono di un altro tipo, ma comprendono alcune di queste informazioni, ma il trattamentista non parla con zf, parla con il componentista, e' un modello informativo multiplo, devo avere una serie di informazioni predefinite, ordini di vendita e ordini di acquisto, le informazioni massive big data devono essere gestite tipo documenti, mongodb permette di costruire un documento dove gestisco le informazioni, abbiamo uno strumento che fa al caso nostro.

Tema applicativo, se sono nell'alimentare e' specifica la tracciabilità, se voglio una tracciabilità di filiera, nel mondo dell'armiero, per le armi sportive, hanno delle regole dettate dalla questura su come si devono scambiare gli oggetti le imprese, quando mando la canna la matricola sulla canna deve essere gestita, e' un'info di filiera, una cosa tipica di oggi e' che ciascuno si gestisce i suoi, tendenzialmente si puo' costruire un'app che gestisce il percorso della canna che finisce in un fucile e sapere chi lo compra.



• PIATTAFORMA CLOUD

- **Compartimentazione** spazio singoli attori (riservatezza)
- **Condivisione e Interazione** dati di pertinenza singole filiere (autorizzazione)
- **Modello dati unico** configurabile
- **Dati non replicati** ma viste esposte alla cloud dei DB

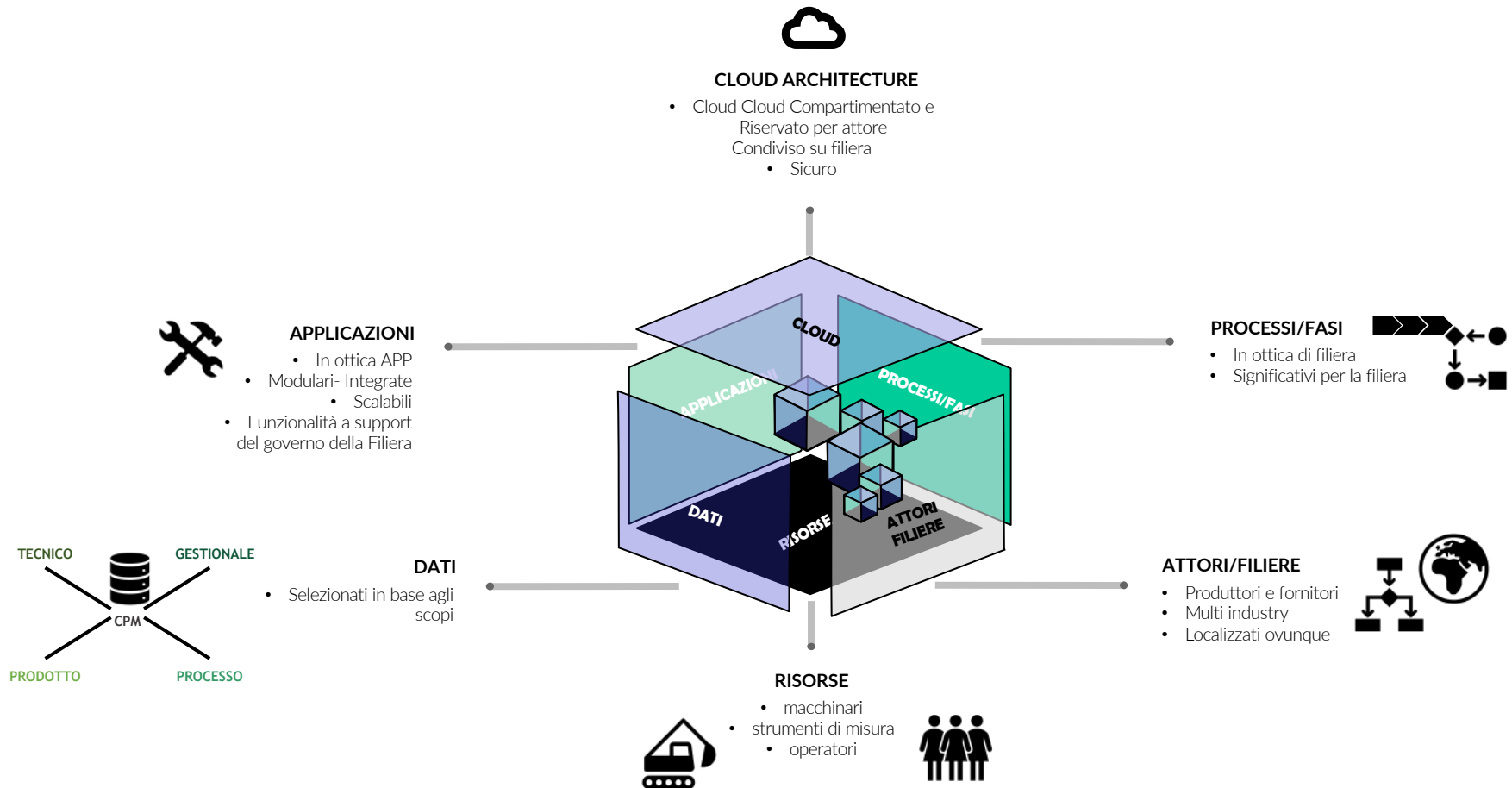
• APPLICAZIONI DI FILIERA

- **Modulari ma integrate**
- **Disponibili** ad owner filiere e singoli attori/fornitori
- **Interfaccia web personalizzata** per singoli attori (in base a dati e funzionalità utilizzate)

• ARCHITETTURA SCALABILE

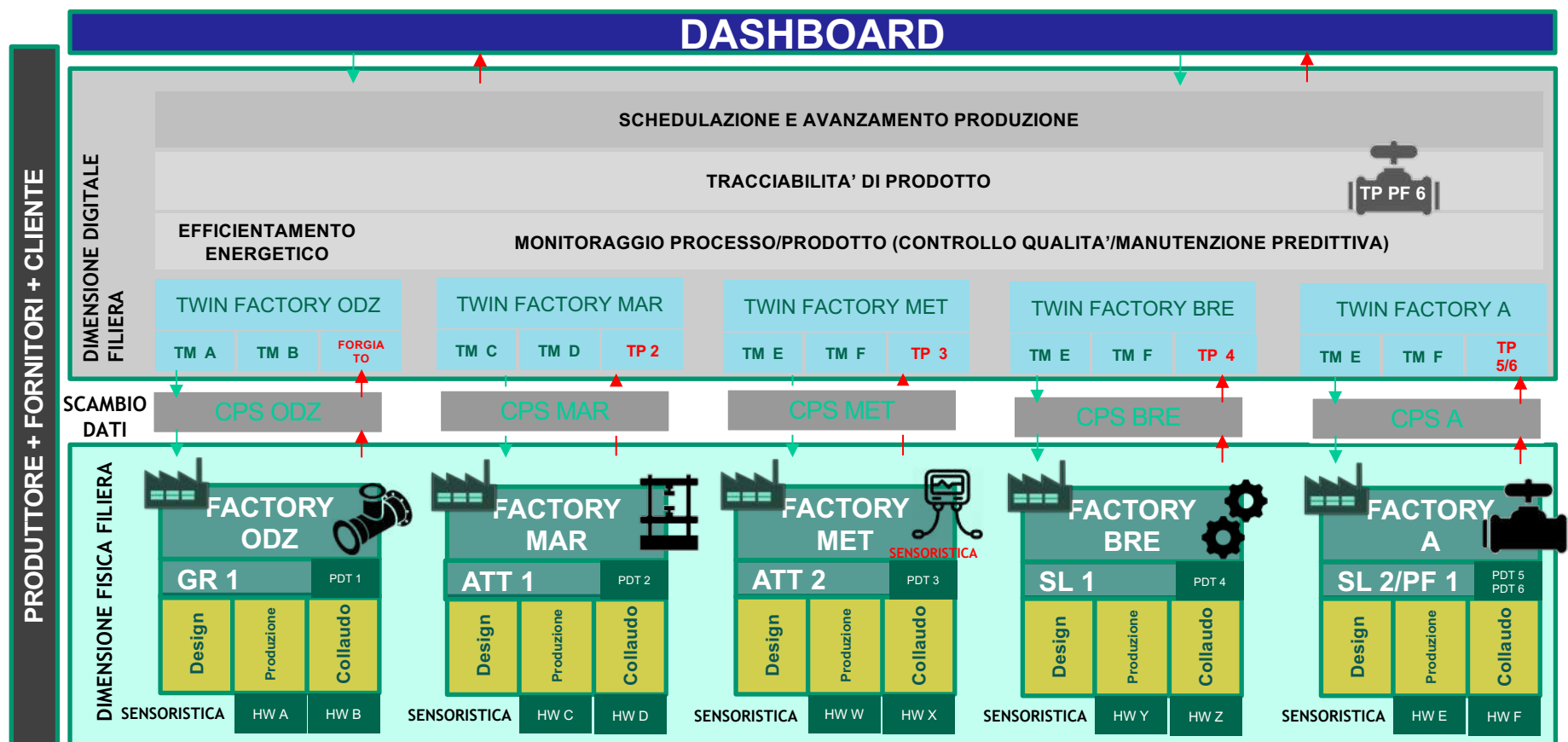
- **Su attori** (multi filiera)
- **Su applicazioni** (multi funzione)
 - Applicazioni personalizzate su processo

Dimensioni del modello

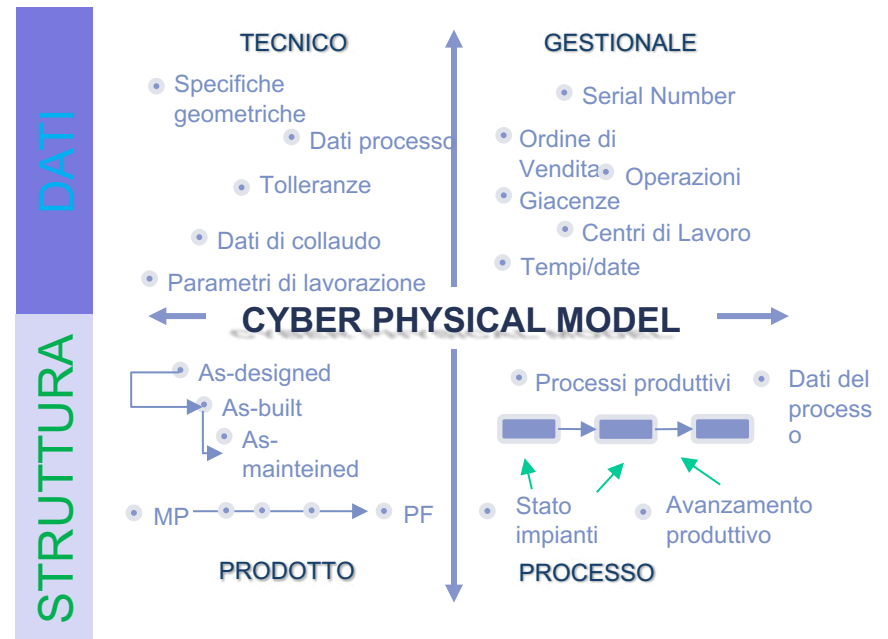
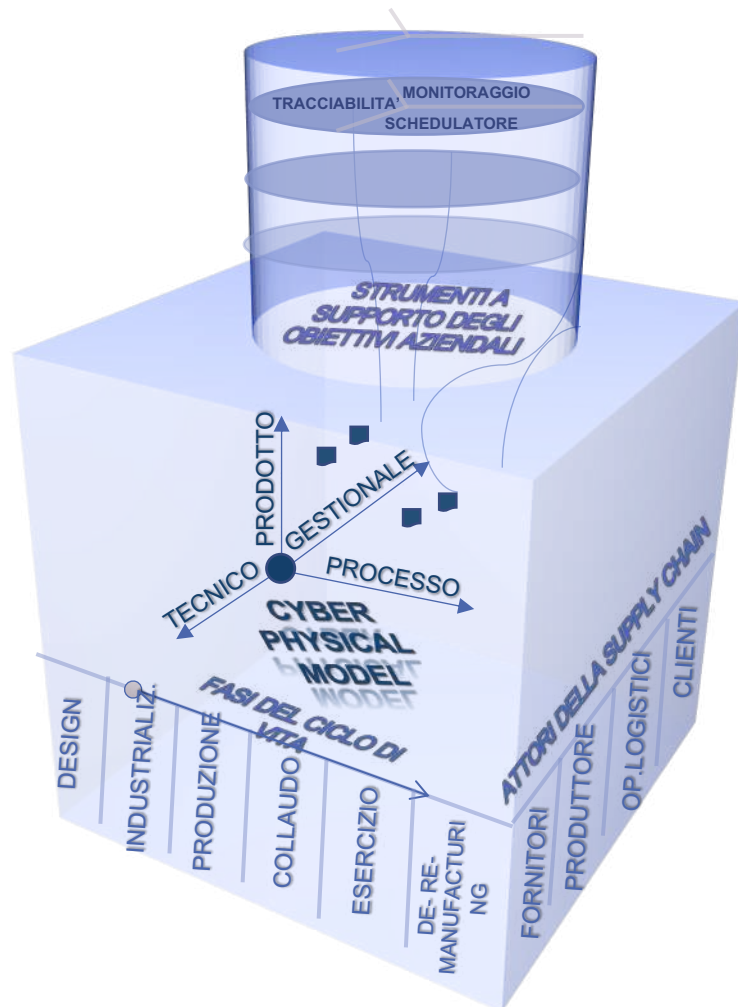


Il pistolone sono gli strumenti specifici che creo, il cubotto e' il modello di dati multidimensionali, il pistolone contiene gli strumenti per fare il monitoraggio, la schedulazione e la tracciabilita',
devo aver definito le classi di dati che possono essere utili,
e' vero che abbiamo un product cycle manager ma vogliamo anche raccogliere i dati e poterli elaborare e relazionare su diverse fasi del ciclo di vita.

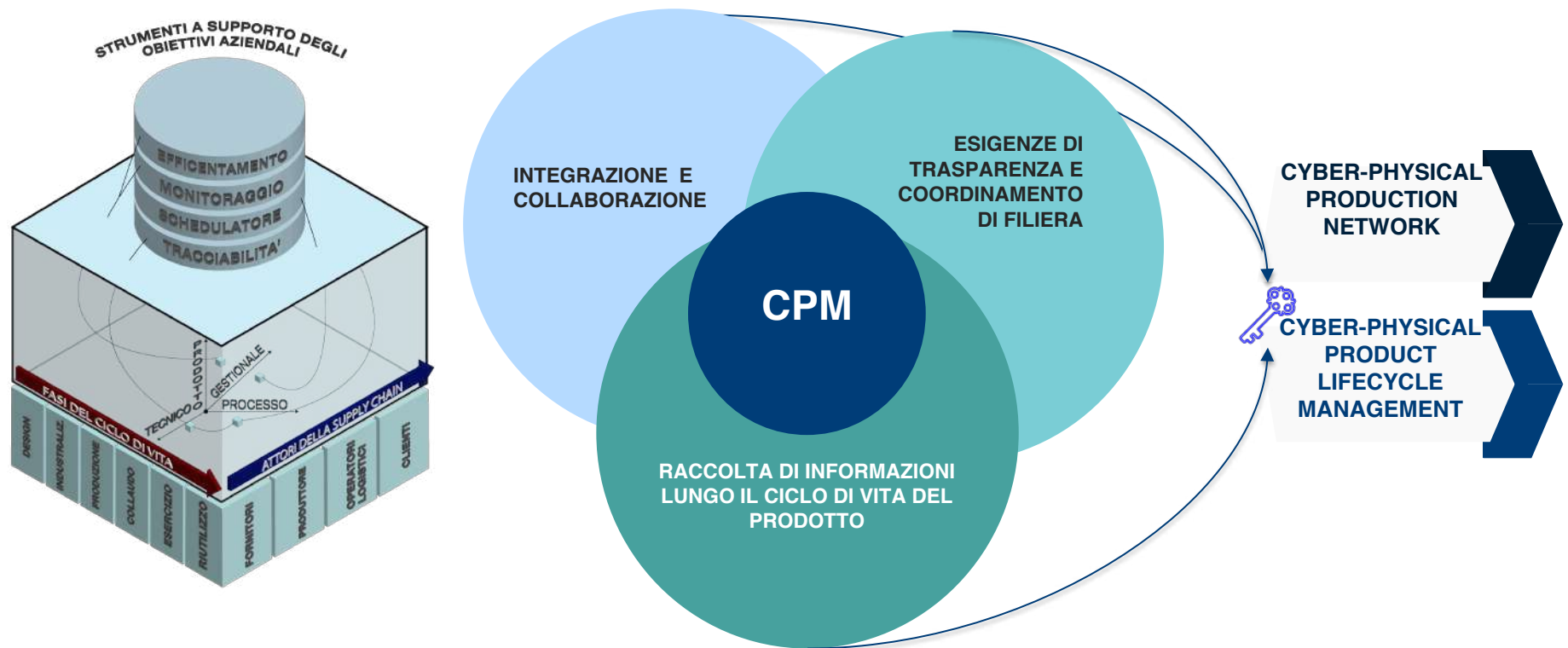
Declinazione del CPM su filiera



CPM: la definizione del perimetro e la definizione degli obiettivi

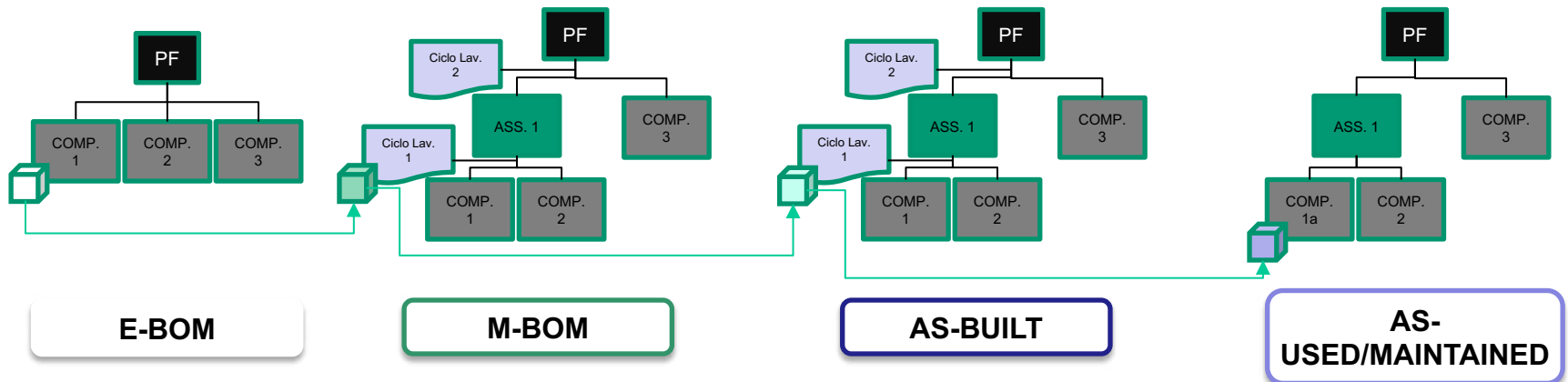


LIFECYCLE CYBER PHYSICAL MODEL MANAGEMENT



CPM permette di unire in un'unica vista le informazioni digitali del prodotto e del network produttivo

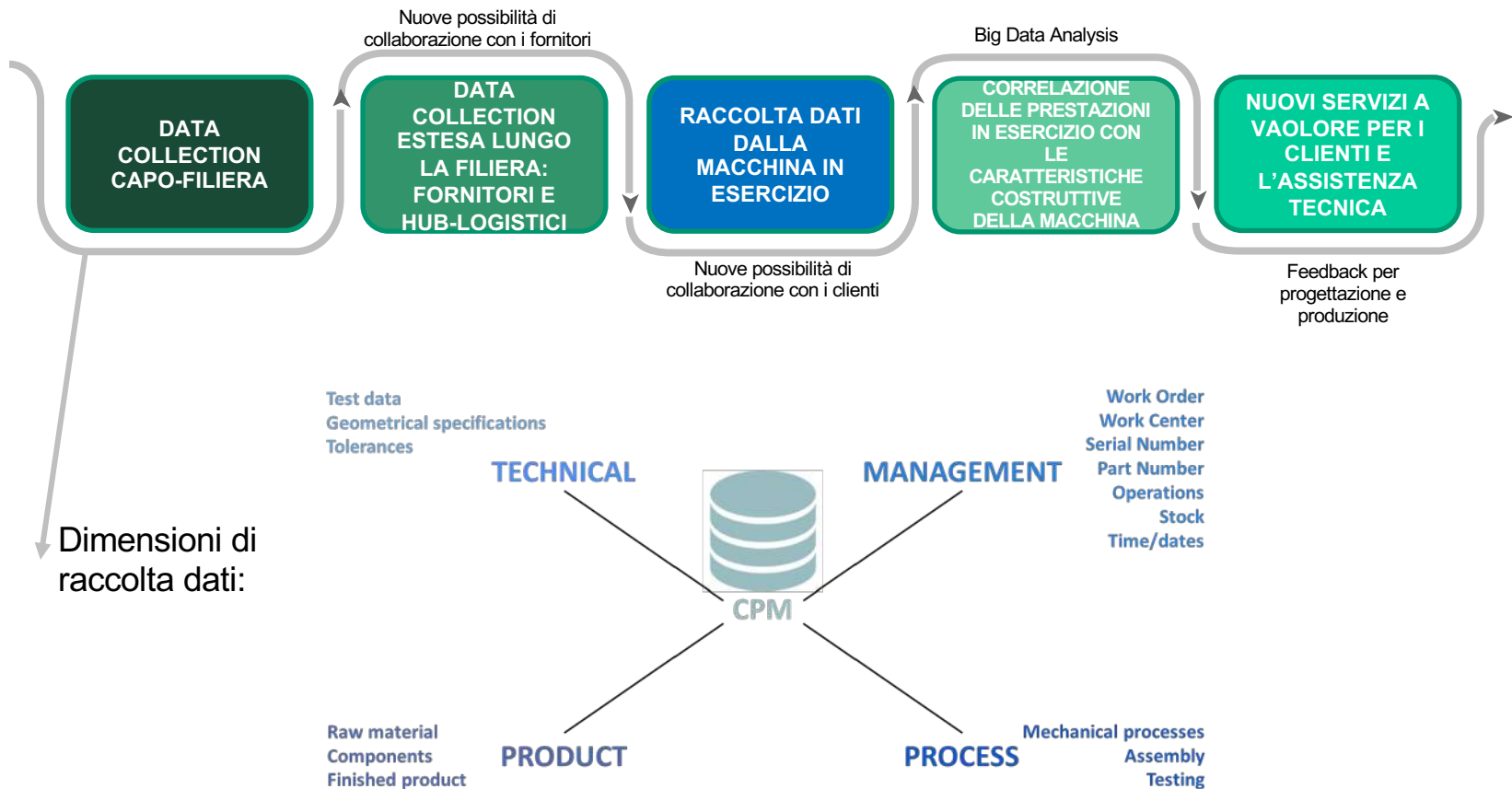
CPM E CONFIGURAZIONI DI PRODOTTO



**DEFINIZIONE DI RELAZIONI TRA DATI (PRODOTTO-PROCESSO-TECNICO-GESTIONALE)
LEGATI A DIVERSI ELEMENTI NELL'EVOLUZIONE DELLE CONFIGURAZIONI DI PRODOTTO**

CYBER PHYSICAL MODEL

Il processo di creazione di valore dai dati

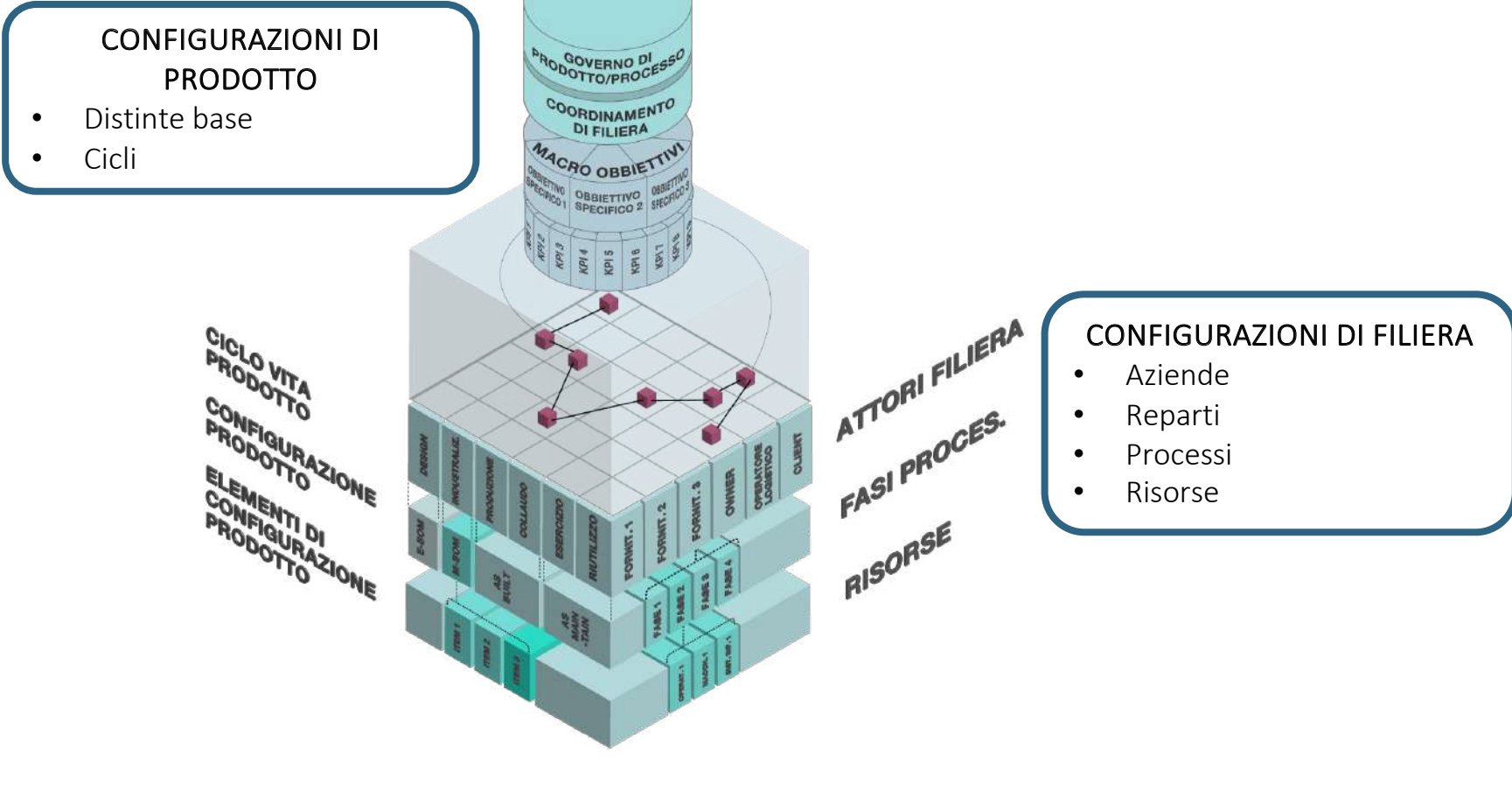


CONFIGURAZIONI DI PRODOTTO

- Distinte base
- Cicli

- ## CONFIGURAZIONI DI PRODOTTO

 - Distinte base
 - Cicli



CONFIGURAZIONI DI FILIERA

- Aziende
- Reparti
- Processi
- Risorse

- ## CONFIGURAZIONI DI FILIERA
- Aziende
 - Reparti
 - Processi
 - Risorse