

# Principi e Metodologie della Progettazione Meccanica

Corso del II anno della laurea magistrale  
in ingegneria meccanica

ing. F. Campana  
a.a. 11-12

## Lezione 1:

- Scopo del corso
- Definizioni di base (prodotto, ciclo di vita, proprietà esterne, time to market)
- Proprietà esterne come requisiti di qualità

# Introduzione al corso

**Finalità.** Illustrare l'organizzazione seguita nello sviluppo dei prodotti in aziende del settore dell'ingegneria industriale. Partendo dal concetto del “ciclo di vita” dei sistemi si studiano la stesura dei capitolati di progetto ed i metodi specifici che sono applicabili nelle varie fasi di progettazione nell'ambito del simultaneous engineering (CAE e Design for “X”).

## **Programma dettagliato:**

- Definizione del ciclo di vita di prodotti meccanici e suo legame con l'iter di sviluppo prodotto.
- Criteri per la stesura del capitolato nell'ottica del design for quality.
- Iter di sviluppo prodotto: dalla progettazione concettuale alla messa a punto del processo.
- Tecniche CAE e metodi di progettazione orientata.
- Modellazione solida avanzata per sviluppo concettuale (modellazione di superfici, CAS, Reverse Engineering).
- Prototipazione virtuale con particolare riferimento a: assemblaggio, funzionalità e fabbricabilità (moduli di assembly e metodi di design for assembly, cenni di CAT e CAM); ergonomia mediante manichini virtuali.
- Tecniche di ottimizzazione integrate nella simulazione (metamodeling, robust design per progettazione integrata).
- Gestione dei dati di progetto (Product Data Management) e problemi di interscambio dati (formati IGS, STEP, STL).
- Cenni sul knowledge based design.

# Il contesto industriale in cui si sviluppa un prodotto

**Premessa #1:** in questo corso ci si riferisce genericamente a prodotti indicando la vasta gamma del settore della produzione industriale (dalla produzione di beni di largo consumo alla realizzazione di assiemi industriali). Durante l'illustrazione dei metodi di progettazione ci si riferirà al prodotto anche con i termini di “assieme” e “sistema meccanico”.

**Premessa #2:** nell'ottica di generalizzare il più possibile i concetti con azienda si intende una generica realtà produttiva (impresa) a prescindere dalla sua dimensione (multinazionale, media o piccola). Specifici riferimenti alla dimensione saranno fatti ogni qualvolta questo limiti l'applicabilità dei concetti.

La comprensione del contesto in cui si opera motiva l'organizzazione corrente della progettazione.

Il sistema economico vigente (basato sulle logiche di **mercato** e più di recente della **globalizzazione**) sono l'ambiente di riferimento in cui si inserisce l'azienda a cui afferisce un progettista.

L'approccio industriale che ha raggiunto il maggiore consenso negli ultimi decenni è quello legato ai concetti di **qualità totale** o **Total Quality Management (TQM)**.

Nel TQM tutta l'organizzazione aziendale concorre al continuo miglioramento del **rapporto qualità/costo (Q/C)** dei prodotti attraverso la corresponsabilità e sinergia dei processi aziendali.

I comparti di un'azienda sono suddivisibili in: *settore dirigenziale, marketing, vendita e distribuzione, sviluppo prodotto e produzione, ricerca e sviluppo.*

# Cos'è “la qualità” di un prodotto?

Il consenso unanime verso la qualità totale (e la sua applicazione nello sviluppo prodotto secondo i termini di *design for quality*) si afferma dopo un lungo dibattito animato a partire dagli anni '80 del XX secolo da esponenti del mondo della produzione industriale quali Taguchi, Juran, Deming, solo per citarne alcuni.

Sebbene agli inizi sembrava che ciascuno con i suoi metodi specifici potesse garantire la predominanza sul mercato alla lunga si è preso atto che tutti partivano dallo stesso presupposto e concorrevano ai medesimi obiettivi (anche se talvolta con mezzi differenti o ponendo l'accento su aspetti peculiari).

**Presupposto:** un prodotto di successo non si limita a realizzare una funzione seppure ad elevate prestazioni. Il cliente si relaziona con il prodotto ricercando molteplici aspetti (sia attesi che non) che concorrono a definire la qualità del prodotto.

Tale soddisfazione è il risultato di come il prodotto e quindi l'azienda realizzano i requisiti percepiti dal cliente (attesi ed inattesi).

**Nota:** questo concetto ha esteso le responsabilità nei confronti della qualità a settori diversi da quello della produzione includendo la progettazione, il settore vendite, . Prima dell'avvento di questo concetto, grosso modo fino agli anni quaranta, la qualità era la capacità di realizzare una produzione efficiente.

Per una panoramica sintetica della storia sulla percezione industriale della qualità si veda ad esempio:

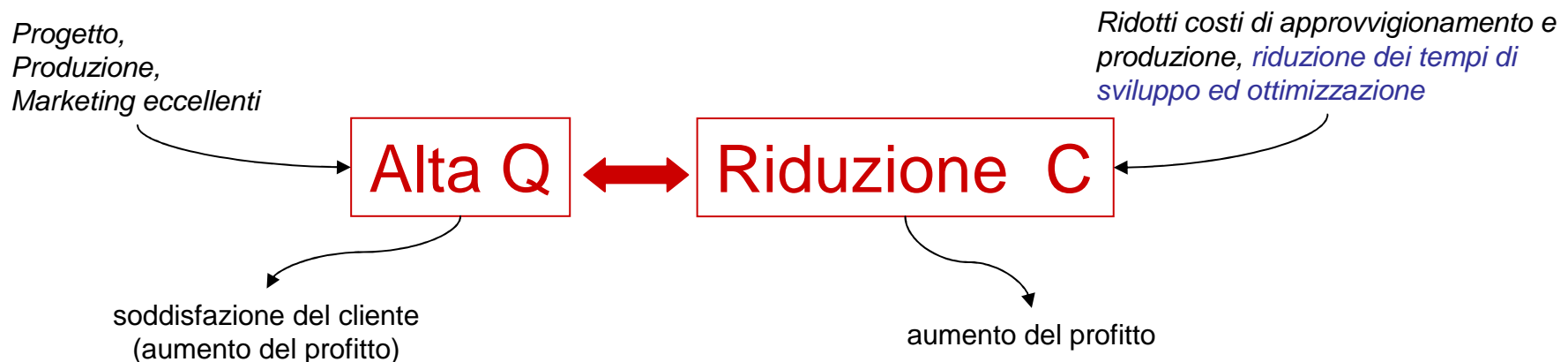
<http://asq.org/learn-about-quality/history-of-quality/overview/overview.html>

# Qualità e progettazione

La gestione della qualità di un'azienda richiede **controllo e certificazione della qualità, sua pianificazione e continuo miglioramento**.

Lasciando ad altri corsi l'approfondimento dei metodi per il controllo e la certificazione in questa sede si illustrano i principi ed i metodi utili alla pianificazione ed al miglioramento della qualità nell'ambito della progettazione meccanica (**design for quality**).

In realtà prima di esaminare come fare per passare dai concetti generali di qualità ai requisiti tecnici di progettazione che la possono realizzare si rende necessario sottolineare che ogni attività progettuale è vincolata alla ricerca della massimizzazione dei profitti per cui il rapporto Q/C è un indicatore dell'efficienza di pianificazione e miglioramento della qualità di un'impresa.



# Qualità e progettazione

L'obiettivo del total quality management è quindi quello di massimizzare il rapporto qualità-costi del prodotto. La riduzione dei tempi di sviluppo prodotto (= **time to market**) è un elemento strategico per il successo di un'impresa (si cerca di essere "i migliori per primi!" così da guadagnare il prima possibile).

La prevenzione dei problemi si muove in questa linea e si applica attraverso l'uso dei principi di *simultaneous engineering* (o *concurrent engineering* o *integrated product-process design*).

Per ottimizzare i tempi ed affrontare in maniera congiunta i problemi di sviluppo prodotto, parte delle fasi di progettazione si realizzano in parallelo. Questo richiede al progettista di partecipare all'esame congiunto di problematiche appartenenti a diversi settori, considerando i comparti aziendali contigui clienti interni da soddisfare. Lavorare in questo contesto richiede, oltre alle competenze specifiche del proprio settore, una buona preparazione generale sia tecnica che organizzativa. In questo modo è possibile inquadrare le varie problematiche e parlare un linguaggio comune.

*Esempio:* definire lo stile di un'auto significa anche analizzare come poter stampare i vari componenti.

Il progettista nell'ambito del **design for quality** deve avere visione di ogni aspetto del sistema da realizzare:

- *Deve sapere come sarà realizzato perché la qualità delle prestazioni di un sistema ed il suo costo è funzione della fase di fabbricazione.*
- *Deve sapere da chi e come sarà utilizzato per ottimizzare le varie prestazioni d'uso e manutenzione*
- *Deve sapere che impatto avrà nei confronti dell'ambiente sia durante l'uso che in fase di dismissione.*

# Ciclo di vita del prodotto e requisiti “esterni”

I requisiti sono proprietà del prodotto che si manifestano lungo il suo ciclo di vita.

Il ciclo di vita di un prodotto è l'insieme di fasi che definiscono gli stadi evolutivi del sistema:

- *sviluppo e progettazione,*
- *produzione,*
- *stoccaggio e distribuzione,*
- *vendita,*
- *utilizzo,*
- *manutenzione,*
- *dismissione con o senza riciclo (parziale o totale)*

Il progettista deve relazionarsi con molteplici figure che fungono da cliente, in base alla fase di sviluppo in corso.

Ci sono clienti interni all'azienda ogni qualvolta il proprio lavoro è input della successiva fase di progetto (si veda per esempio il settore produzione per il progetto esecutivo di un componente).

La valutazione di “voci competenti” che siano diverse dal cliente consente di aumentare l'efficienza di sviluppo prodotto massimizzando il risultato e riducendo i costi o il tempo di lancio sul mercato (*time to market*)

**Time to market:** è il tempo necessario per sviluppare un prodotto dalla fase di concezione alla sua messa in produzione. (per realizzare una nuova automobile attualmente ci vogliono 2 anni)

Durante il time to market si realizzano le seguenti fasi:

1. Indagini di mercato per definire i requisiti attesi/inattesi del cliente e valutare la concorrenza
2. Progettazione concettuale (avamprogetto e concept design)
3. Progettazione esecutiva del sistema
4. Progettazione della produzione

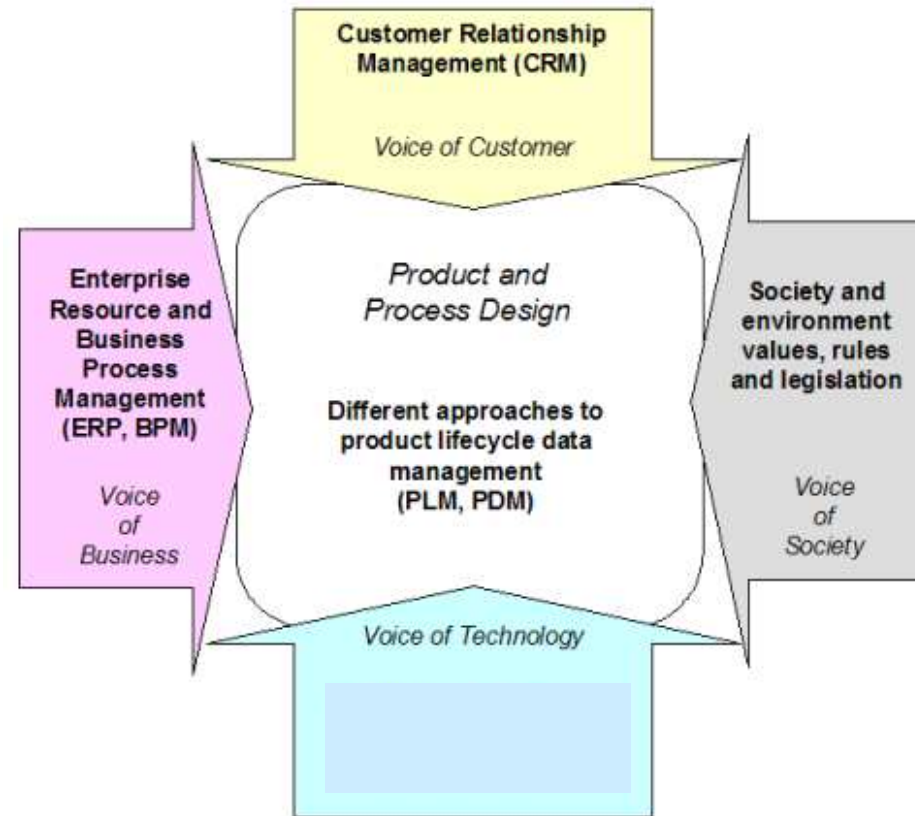


Immagine presa da <http://activeknowledgemodeling.com/>



# Esempi figurativi di ciclo di vita del prodotto

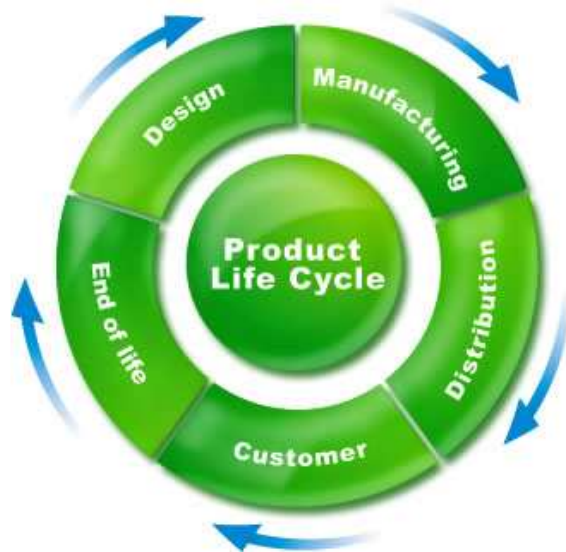


Immagine presa da <http://green.vivotek.com/>



Immagine presa da <http://corporate.honda.com/>

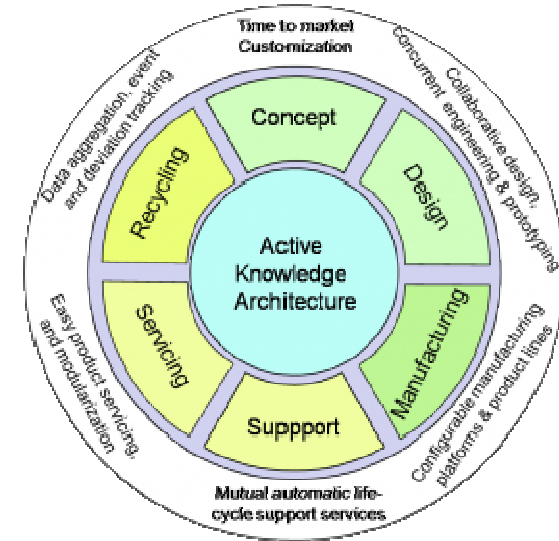


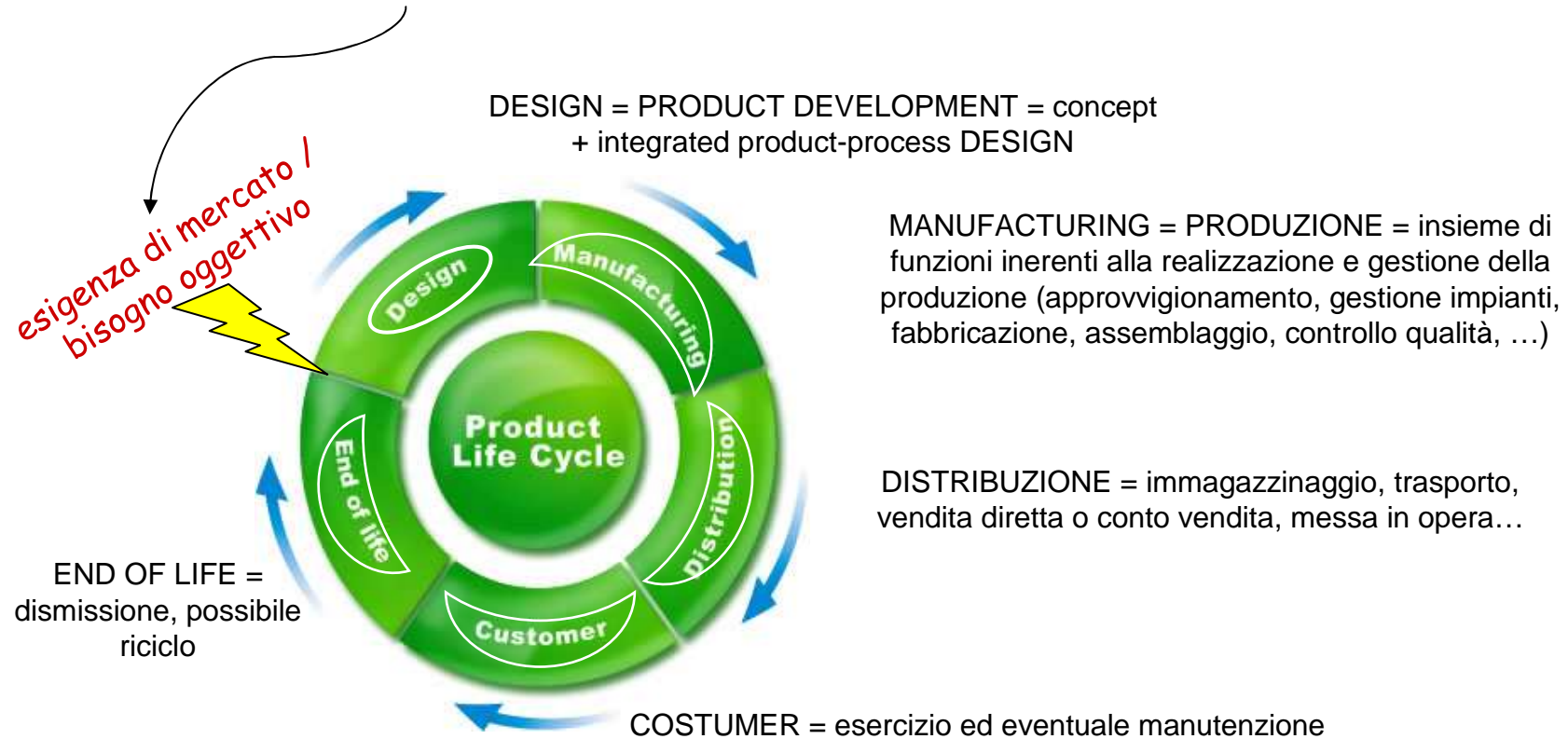
Immagine presa da <http://activeknowledgemodeling.com/>

In diversi contesti ci si riferisce all'evoluzione ciclica della vita del prodotto per definire:

1. i requisiti che formano la qualità del prodotto;
2. i comparti dirigenziali di un'azienda;
3. gli strumenti di supporto allo sviluppo del prodotto;
4. i punti critici nei confronti di specifiche aree di intervento.

Il punto 1 riguarderà specificatamente la trattazione successiva, il punto 2 è esemplificato dalla seconda immagine riportata in alto, il 3 dalla terza immagine, mentre il punto quattro trova applicazione negli attuali concetti di progettazione per la sostenibilità (sostenibilità delle fonti di approvvigionamento, dell'impatto ambientale in esercizio, nel riciclo e dismissal)

## Tutto parte da una richiesta del mercato



Ogni comparto è conscio di partecipare alla realizzazione di uno o più requisiti di qualità che verranno percepiti dal cliente.

**Nella fase di ESERCIZIO il cliente valuta il prodotto in base ad una serie di possibili voci:**

funzionalità (cosa sa fare il prodotto) e prestazioni (come lo sa fare), affidabilità, sicurezza, ergonomia, estetica, sostenibilità ambientale, manutenibilità, trasportabilità ed eventuale assemblabilità, costo

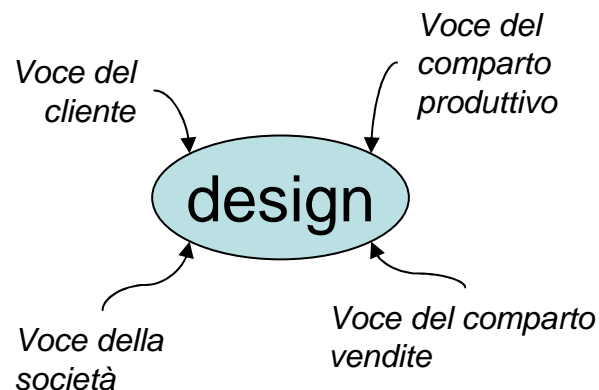
**Durante la fase della DISTRIBUZIONE sono coinvolti aspetti legati a:**

capacità di immagazzinaggio, imballaggio e trasporto, costo, sostenibilità ambientale

**Durante la fase di FINE VITA sono implicati i requisiti di:** riciclabilità e sostenibilità ambientale

**Durante la fase di FABBRICAZIONE sono implicati gli aspetti legati a:**

attitudine alla fabbricabilità e assemblaggio, sostenibilità ambientale, costi



**Nella progettazione finalizzata alla qualità (*design for quality*) si deve tener conto di tutti i requisiti percepibili durante le fasi del ciclo di vita di un prodotto, ascoltando non solo la voce del cliente finale ma di tutti i comparti coinvolti.**