



Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino

Appunti universitari

Tesi di laurea

Cartoleria e cancelleria

Stampa file e fotocopie

Print on demand

Rilegature

NUMERO: 2058A -

ANNO: 2016

A P P U N T I

STUDENTE: Eleonora Federica

MATERIA: Ingegneria della qualità (appunti + esercizi) - Prof. Franceschini

Il presente lavoro nasce dall'impegno dell'autore ed è distribuito in accordo con il Centro Appunti.

Tutti i diritti sono riservati. È vietata qualsiasi riproduzione, copia totale o parziale, dei contenuti inseriti nel presente volume, ivi inclusa la memorizzazione, rielaborazione, diffusione o distribuzione dei contenuti stessi mediante qualunque supporto magnetico o cartaceo, piattaforma tecnologica o rete telematica, senza previa autorizzazione scritta dell'autore.

**ATTENZIONE: QUESTI APPUNTI SONO FATTI DA STUDENTIE NON SONO STATI VISIONATI DAL DOCENTE.
IL NOME DEL PROFESSORE, SERVE SOLO PER IDENTIFICARE IL CORSO.**

INGEGNERIA DELLA QUALITÀ – LEZIONI 2015

29/09/2015

I gestionali sono gli unici ingegneri che si occupano dei servizi (65% del PIL Italia, anche 85% negli USA) e non solo dei prodotti. Anni 80-90 primo corso universitario sui temi della Qualità per vari fattori:

- il successo commerciale giapponese;
- l'attenzione maggiore dei consumatori verso prodotti di elevata qualità, oggi c'è una grande offerta ed una selezione molto spinta;
- necessità di dare evidenza alla qualità tramite certificazione dei prodotti come fattore determinante negli scambi commerciali. Dopo aver capito che la certificazione costituisce differenziazione, molti produttori hanno cercato di compensare tale certificazione pur non migliorando la qualità. La differenziazione è molto subdola soprattutto per i servizi, la cui qualità viene valutata una volta diventati già consumatori, non a priori sulla base di caratteristiche di fotocamera e memoria come fai per gli smartphone prima di comprarlo.
- assicurazione della qualità come necessità di dare evidenza all'adempimento di particolari requisiti;
- estensione del concetto di qualità a tutto il ciclo di vita (progetto, sviluppo, output e non più solo al termine delle attività) del prodotto/servizio;
- qualità intesa come motore del miglioramento ***"we are what we measure"***

La disciplina del controllo statistico della qualità (e dell'affidabilità, cioè il mantenimento nel tempo della qualità di partenza) ha circa 100 anni di vita.

AT&T fu la prima azienda a creare al suo interno il primo dipartimento (primi anni del 1900) sulla qualità. Nel 1924 Walter Shewhart introduce il concetto di carta di controllo nei Bell Laboratories (di proprietà di AT&T) e pubblica il primo libro sulla qualità. Nel 1928 si sviluppa la teoria dell'ispezione e si introduce filiera produttiva che consente ispezioni più facili. La II guerra mondiale porta poi ad una formazione a tappeto delle persone delle aziende per farli produrre con la minore difettosità possibile grazie allo **Statistical Process Control (SPC)**. 1946-1949 periodo della ricostruzione è denso di seminari stimolanti le attività industriali tramite vari strumenti come ad esempio i diagrammi causa-effetto.

- un'organizzazione;
- una combinazione delle precedenti.

Tale definizione di entità è ottimale dal punto di vista dei contenuti ma rimane troppo concettuale, poco pratica. L'ISO 9000:2000 ha portato ad una definizione più operativa, più asciutta. Essa definisce la **qualità come il Grado in cui un insieme di caratteristiche intrinseche soddisfa i requisiti**. La differenza sostanziale dalla precedente definizione (quella sottolineata ma non in grassetto) è già nella prima parola: "Grado", che ci fa capire che la qualità va intesa come misura, quindi la definizione diventa meno intuitiva ma più operazionalizzabile: bisogna essere in grado di sposare la misurabilità della qualità per non farlo diventare un concetto vago. Estetica, facilità di manutenzione, ecologia, durata, economicità (cioè consumi), sicurezza, prestazioni, service, affidabilità, conformità ... sono elementi che concorrono per quasi tutti i prodotti. È fondamentale attribuire dei pesi a queste caratteristiche e per ogni soggetto il risultato è diverso (problema di uniformità del prodotto per conquistare il maggior numero di compratori). La misura degli attributi è più o meno complicata a seconda del tipo di attributi. Esempio: misuriamo la reliability (affidabilità) $R(t)=P(T>t)$, dove P=probabilità ,

T= tempo di guasto(variabile statistica) e t= tempo di durata ritenuto consono.

La reliability è quindi una funzione che ha andamento decrescente nel tempo (più passa il tempo maggiore è la probabilità che un oggetto si guasti). Nonostante tale attributo sia misurabile, esso è poco recepibile dal cliente, in quanto è dato tra le righe, non come dato diretto.

$R(1000)=0.8$ significa che un'automobile con 1000 giorni di vita (circa tre anni) ha un'affidabilità di 0.8 cioè al terzo anno di vita 8 auto su 10 sono ancora in funzione.

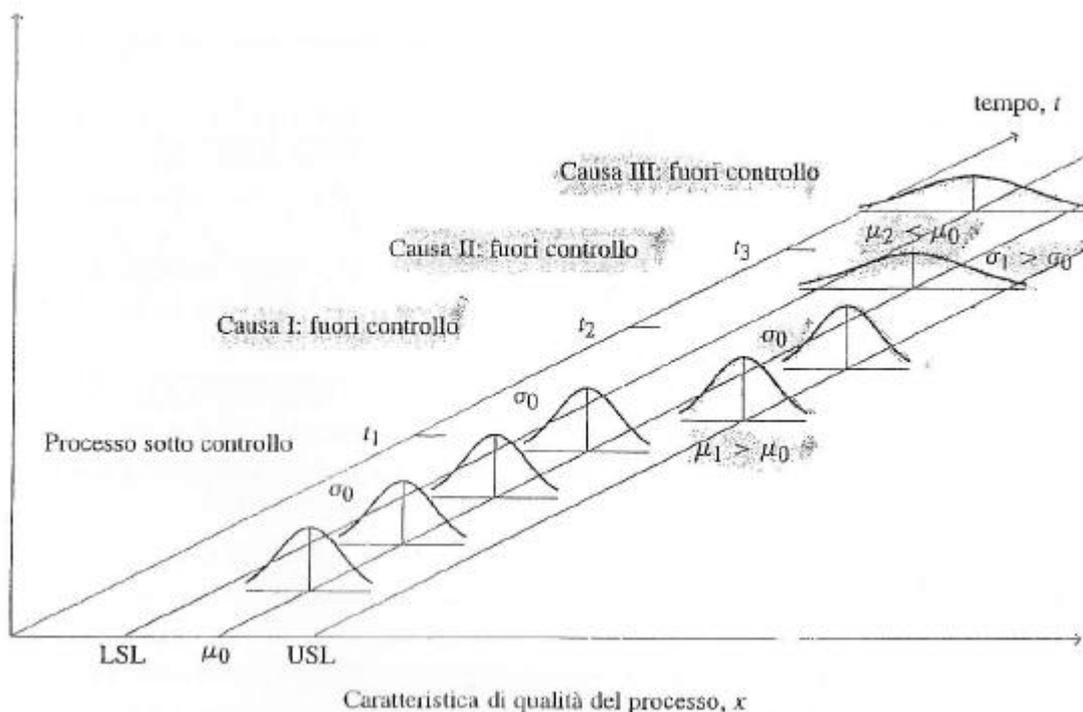
$R(1000h)=0.6$ significa che se lascio le lampadine per più di 1000 ore su un banco di prova allora 6 su 10 saranno ancora accese.

Altre misure degli attributi sono più ostiche (ad esempio l'estetica, il design, la guidabilità, l'abitabilità) poiché, anche se sono misurabili, sono poco utili per raggiungere un giudizio oggettivo. Domanda: il prezzo deve rispecchiare la definizione di qualità? NO, perché esso riguarda l'equilibrio tra domanda ed offerta ed il segmento di mercato cui il bene è destinato (ha senso confrontare la qualità per entità appartenenti allo stesso segmento di mercato). *Sono distinguibili due momenti per applicare le tecniche di gestione della qualità: - ambito progettuale*

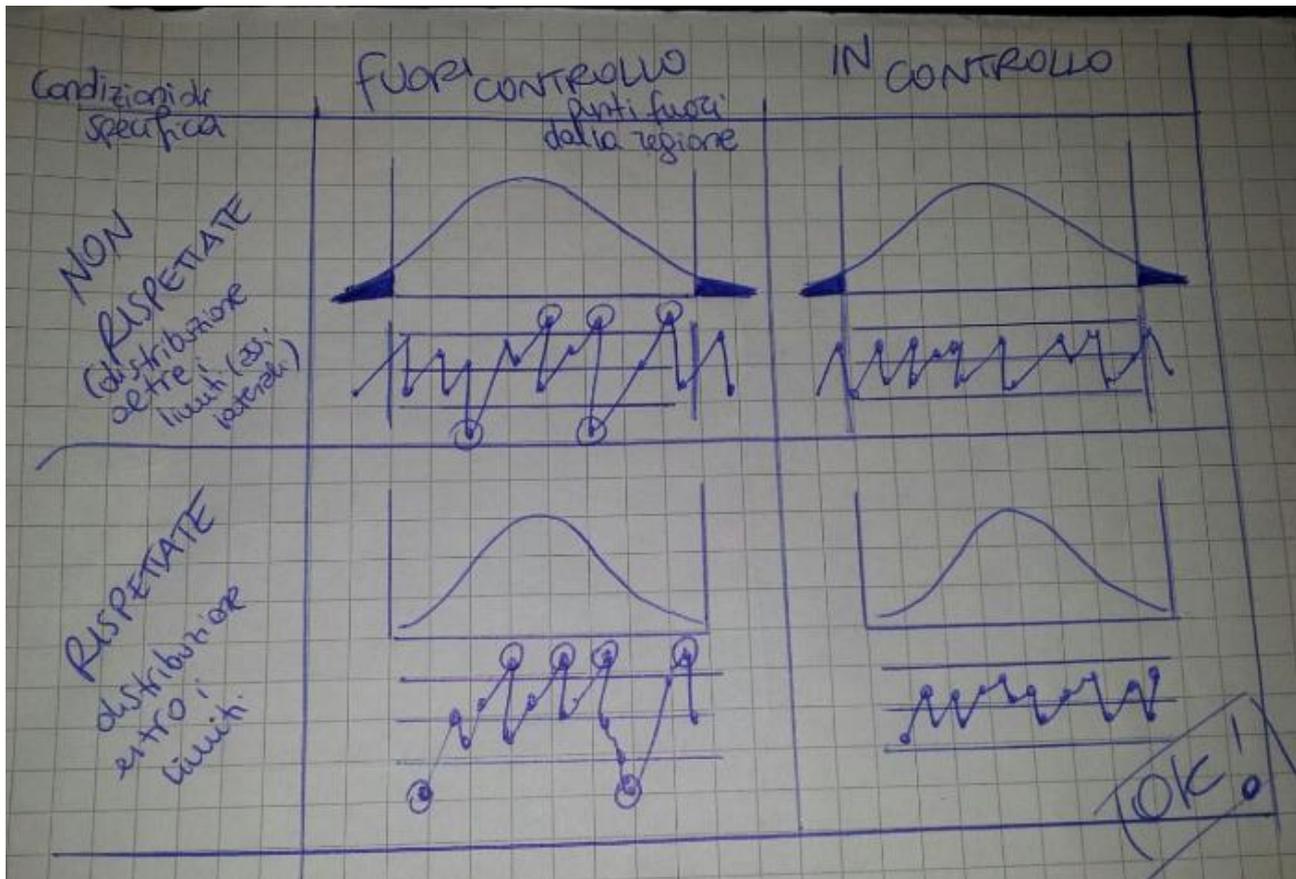
- progettazione degli esperimenti DOE (design of experiment)
- controllo di accettazione (acceptance sampling)

la nostra attenzione nel nostro corso sarà dedicata alla prima ed alla terza categoria. Per quanto riguarda la prima categoria, lo strumento per eccellenza sono le carte di controllo che permettono di analizzare come si comportano i processi. Esse sono strumenti che mettono in relazione 2 informazioni a cui siamo interessati nei processi: come si comporta il processo in media e come si comporta la sua dispersione. Dobbiamo però prima definire un processo:

Processo: esso ha significati molto ampi, sia in ambito organizzativo, sia in ambito strettamente legato al controllo statistico della qualità; in questo ambito preciso il processo è una distribuzione, il comportamento di un processo nelle attività pratiche è una distribuzione, e le carte di controllo vogliono essere una fotografia nel tempo delle distribuzioni.



Per ragioni di facilità di disegno, il processo è qualcosa che ad esempio si distribuisce secondo una distribuzione normale, che ha un certo valor medio μ e una certa dispersione σ . Il controllo statistico si occupa di come questo oggetto che fotografo in un istante si comporta nel tempo e chi fa controllo qualità si preoccupa di capire come evolve quel processo nel tempo. Il problema però è che tipicamente non abbiamo informazioni sulla distribuzione, ma ad opportuni istanti temporali facciamo un'estrazione di un campione, ovvero dalla distribuzione andiamo a conoscere un punto; quindi di tutta questa distribuzione abbiamo solo la fotografia



IL DOE SERVE A: a cosa serve la seconda area di intervento? Dato un processo industriale, come posso pensare di renderlo più efficace o più efficiente? Per mezzo di strumenti che si usano fuori linea (offline, a differenza delle carte di controllo) per cercare di massimizzare l'efficienza e/o efficacia dei processi. I suoi ambiti di applicazione sono: progettazione di nuovi prodotti/servizi, miglioramento degli stessi in fase di pre-industrializzazione, ottimizzazione del processo produttivo. Ad esempio, la composizione ottimale (affinché non si rompano) delle buste biodegradabili che vengono date al supermercato è frutto di tutta una serie di prove con una serie di additivi, fino a trovare la ricetta che mi consente di utilizzare al meglio la busta. Il problema di ricetta ottima è proprio un problema di design of experiment (progettazione pianificata). Vediamo come si sviluppa un esperimento.

GLI ELEMENTI DI UN ESPERIMENTO

Congettura: faccio ipotesi che giustificano l'esperimento sul processo ("se uso l'additivo x nella miscela, ottengo una maggiore resistenza ad usura")

Esperimento: investigare se l'ipotesi è un'ipotesi ragionevole tramite una prova

B: su ogni provino sono condotte 2 prove con i 2 penetratori (10 provini) - paired comparison design

Nei 2 casi il numero di prove resta inalterato, cambia solo il numero di provini utilizzati, ovvero il numero di informazioni (output) nei 2 casi è lo stesso. Quale approccio è preferibile? I risultati sperimentali ci forniscono i seguenti dati: questa tabella ci da le misure di durezza in HRC e ci dice qual è il comportamento della coppia di penetratori, in particolare nella prima colonna abbiamo il numero d'ordine del provino considerato, nella seconda e terza colonna abbiamo i valori di durezza codificati associati a ciascun provino.

Provini	Penetratore 1	Penetratore 2	Differenza
1	7	6	1
2	3	3	0
3	3	5	-2
4	4	3	1
5	8	8	0
6	3	2	1
7	2	4	-2
8	9	9	0
9	5	4	1
10	4	5	-1
Media	4,8	4,9	-0,1

Bisogna capire se la prima sperimentazione (A) è preferibile alla seconda (B). come uso questi dati sperimentali? A valle delle colonne 2 e 3 compaiono i valori medi delle misure di durezza effettuate; questi valori ci dicono che i penetratori sono diversi? Di sicuro i 2 valori sono diversi, ma siamo sicuri che essi siano testimoni del fatto che i penetratori sono diversi? Se non esistessero cause che possono alterare il comportamento dei provini, quindi se non esistesse la variabilità e le incertezze dovute ad esempio all'operatore umano, diremmo che i 2 penetratori sono diversi, ma per effetto delle variabilità e delle incertezze che intervengono nella prova, essere così certi che questi 2 numeri siano dal punto di vista operativo diversi richiede qualche riflessione aggiuntiva. Se dovessi decidere prova per prova osserverei che a volte è meglio il penetratore 1 rispetto al 2 e a volte il contrario,

hanno differenze significative. La differenza tra due generici provini è data dalla differenza tra due generiche misure:

$$d_j = y_{1j} - y_{2j} \quad j=1, \dots, 10$$

siamo interessati al valore di tendenza centrale o valore atteso e il valore di dispersione.

$$E(d_j) = \bar{d} = E(y_{1j} - y_{2j}) = E(y_{1j}) - E(y_{2j}) = \mu_1 - \mu_2$$

l'operatore valore atteso è un operatore lineare quindi il valore atteso della somma è la somma dei valori attesi. I valori attesi sono i valori medi delle due variabili;

se parto dalla relazione $d_j = y_{1,j} - y_{2,j}$ ho che il valore medio di d risulta:

$$\bar{d} = \frac{\sum_{j=1}^n d_j}{n} = \frac{\sum_{j=1}^n y_{1,j}}{n} - \frac{\sum_{j=1}^n y_{2,j}}{n} = \bar{y}_{1\bullet} - \bar{y}_{2\bullet} \quad \text{e la sua varianza:}$$

$$V(\bar{d}) = \sigma_d^2 = V(\bar{y}_{1\bullet} - \bar{y}_{2\bullet}) = V(\bar{y}_{1\bullet}) + V(\bar{y}_{2\bullet}) + 0 = \frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2} \quad (1)$$

la varianza della somma di due variabili è pari alla somma delle varianze a patto che i valori delle misure dei singoli penetratori siano indipendenti (altrimenti il terzo termine della somma che indica la correlazione sarebbe $\neq 0$). La varianza del valore medio è legata alla varianza primaria attraverso un fattore $1/n$ (teorema del limite centrale_ estraendo da una distribuzione un campione la varianza del valore medio del campione è legata alla varianza della distribuzione di partenza attraverso un fattore pari alla numerosità del campione quindi la distribuzione campionaria di una media campionaria è una distribuzione che ha una varianza molto più ridotta:

$$X \sim N(\mu, \sigma^2) \rightarrow \bar{X} \sim N\left(\mu, \frac{\sigma^2}{n}\right)$$

Tornando all'esperimento di partenza : se voglio considerare una misura dispersione dei due provini considero la varianza del valor medio legata alla varianza dei singoli provini dalla relazione (1); tale relazione consente di rispondere alla domanda : analizzando i dati i due provini sono diversi oppure no?

Come passo da $\sigma_d^2 = \frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}$ a $s_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}$ come denominatore della t-student?

Nel caso in esame ho 2 campioni cioè l'insieme dei dati in tabella: la colonna del penetratore 1 produce la varianza del penetratore 1, la colonna del penetratore due quella del penetratore 2, bisogna fare un'assunzione circa la varianza del sistema: ho due varianze. Qui nasce un'ulteriore domanda, per poter fare il calcolo devo fare un'ipotesi: la varianza di 1 è ragionevolmente uguale a quella di 2 oppure no? Per fare un confronto tra i valori medi devo sciogliere prima un nodo circa la varianza; ipotizziamo in questo caso di non avere evidenza sperimentale per dubitare che le varianze dei due valori siano tra loro confrontabili. $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma^2$

Ipotizzo l'uguaglianza delle due varianze e grazie all'ipotesi posso fare una stima di questo termine. Preso il 1 campione il valore che ne deriva sarà s_1^2 e preso il secondo avrò s_2^2 . Posso fare una stima combinata delle due varianze, tenendo conto che potrei avere campioni con numerosità diverse $n_1 \neq n_2$, considerando una media ponderata dei valori delle singole varianze.

Varianza pool
$$S_p^2 = \frac{s_1^2(n_1-1) + s_2^2(n_2-1)}{n_1 + n_2 - 2} = [5.73(9) + 4.99(9)] / (10 + 10 - 2) = 5.3611$$

Perché il peso non è n_1 ma n_1-1 ? Ragionando in termini statistici consideriamo il numero di gradi di libertà: quante sono le informazioni libere con cui faccio un determinato calcolo; quando calcolo la varianza il numero di info libere non è pari alle info di partenza ma è diminuito di un'unità che "brucio" per fare il calcolo del

valor medio. La varianza di un campione è $s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$ Si ripropone lo stesso

problema: al denominatore ho n-1 poiché per calcolare \bar{x} brucio un grado di libertà, uso un'informazione che ho prodotto usando gli stessi n dati. Avevo n dati (gradi di libertà), uno l'ho bruciato (utilizzato per calcolare il valor medio) e il numero di elementi che compaiono nella sommatoria non è più n ma n-1.

Calcoliamo il valore di $t_0 = \frac{4.8 - 4.9 - 0}{\sqrt{5.3611} * \sqrt{\frac{1}{10} + \frac{1}{10}}} = -0.096$ tale valore è da confrontarsi con

i valori della distribuzione t-student che sono il nostro riferimento tenendo conto dei gradi di libertà che noi abbiamo utilizzato nel nostro processo. La distribuzione t-student dipende, come già detto, dalla numerosità dei gradi di libertà. La t-student

media	4,8	4,9	-0,1
-------	-----	-----	------

Rispetto al caso precedente ogni osservazione la procuriamo in maniera diversa. La generica osservazione è $Y_{ij} = \mu_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$, dove β_j è un elemento che tiene conto della colata associata ad ogni provino; $i=1,2$ penetratori; $j=1, \dots, 10$ provini e ϵ_{ij} rappresenta la variabilità del sistema, in particolare della prova, non più della colata: $\epsilon_{ij} \sim N(0; \sigma^2_i)$. Per ogni provino facciamo due prove quindi ogni provino si porta dietro un elemento caratteristico della colata da cui il provino è stato estratto: quando facevo un'unica prova per ogni provino, ogni provino proveniva da colate distinte e il termine β_j non compariva. Nel metodo di sperimentazione A ϵ_{ij} teneva conto di due componenti di variabilità: della prova e della colata. Ora ϵ_{ij} tiene solo conto della variabilità nella prova/processo, è cioè decurtata dalla quota parte di variabilità dovuta alla colata che è invece contenuta in β_j . Definiamo la variabile differenza $d_j = y_{1j} - y_{2j}$ $j=1, \dots, 10$.

Il valore atteso della variabile differenza di durezza dei due penetratori sarà: $E(d_j) = E(y_{1j} - y_{2j}) = E(y_{1j}) - E(y_{2j}) = E(\mu_1 + \beta_j + \epsilon_{ij}) - E(\mu_2 + \beta_j + \epsilon_{ij}) = \mu_1 + \beta_j + 0 - (\mu_2 + \beta_j + 0) = \mu_1 - \mu_2$ ed i β contributi della colata si elidono. Il valore atteso di μ è μ poiché il valore atteso di una costante è la costante stessa. Il valore atteso della variabilità è 0 per definizione. La stima che facciamo del valore atteso della differenza dei valori di durezza, anche questa volta, è pari alla differenza dei valori medi ma rispetto al caso precedente per come effettuo la prova i contributi della colata si elidono. Il fatto che realizzi due prove sullo stesso provino annulla il contributo di variabilità dovuto alla colata da cui il provino proviene: questo è un elemento di blocking. Facciamo in modo che uno dei fattori condizionati da prova venga escluso. Devo verificare le stesse ipotesi:

$$\begin{cases} H_0 : \mu_1 - \mu_2 = 0 \\ H_1 : \mu_1 - \mu_2 \neq 0 \end{cases} \quad \text{A questo punto si definisce la statistica di riferimento che, anche}$$

in questo caso, dato che non sono noti i parametri che caratterizzano la

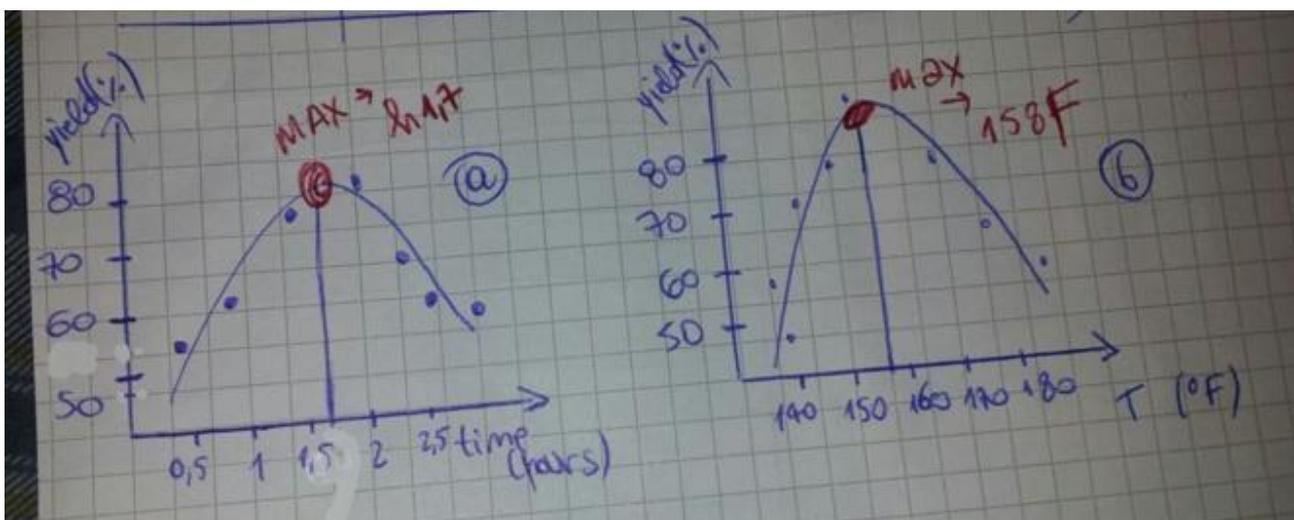
distribuzione, è una distribuzione t-student. $t_0 = \frac{\bar{d} - 0}{\frac{s_d}{\sqrt{n}}}$ cioè [(variabile \bar{d}) - (media

di riferimento dell'ipotesi $H_0: \mu_d = 0$, cioè 0)]/valore di dispersione (scarto quadratico medio associato alla media campionaria). Ricorda che in questo caso non abbiamo due distinte numerosità del campione (ci basta n senza pedici) e che:

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n} = -0.1 \quad \text{e} \quad s_d = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (d_j - \bar{d})^2}{n - 1}} = 1.2.$$

variabilità dovuta alla colata. L'annullamento di tale termine determina una sensibile riduzione del valore di s_d . Con la sperimentazione di tipo B ho generato un abbattimento significativo della variabilità, questo risponde alla domanda: "il metodo sperimentale può influenzare l'analisi del dato?" Sì. Non è detto che, data una sperimentazione o dovendo dare una risposta ad un problema, debba esistere un unico metodo sperimentale ma modi di sperimentazione differenti determinano analisi e risultati dei dati diversi. Avendo a che fare con un problema di tipo operativo il modo in cui si conduce la prova influenza i risultati ottenuti. [OffTopic: Nei sistemi elettorali ci sono previsioni : il partito blabla prende 20 % di voti = stima puntuale, ma ciò che conta nelle stime non è il valore puntuale ma la "forbice" associata alla nostra stima (entro la quale crediamo sia confinato il nostro valore)]. Il design of experiment è una tecnica che serve a trovare la forma di perimentazione più opportuna per far sì che l'analisi dei dati dia risultati che siano il più fedele possibile ai processi. L'abilità di chi analizza i dati è trovare la strada più ragionevole.

ALTRO ESEMPIO: Sono chiamata ad ottimizzare la resa di un processo chimico che poggia sull'avvenuta reazione tra gli elementi. Temperatura di processo e tempo di reazione sono ciò che influenza la produzione. La tecnica tipicamente utilizzata per affrontare un problema di questo genere è ONE FACTOR TIME (UN FATTORE ALLA VOLTA): si fissa un valore di riferimento per una variabile e si fa variare l'altro per vedere come si comporta la variabilità. Siccome io so (da conoscenze di processi simili) che una temperatura ragionevole è 155 °F, fisso la temperatura a tale valore e faccio alcune sperimentazioni facendo variare il tempo di reazione (figura a).



quelli elettrici: i fattori/processi possono essere influenzati da valori specifici di singoli fattori.

CONTROLLO DI ACCETTAZIONE : STRUMENTI

Consideriamo un costruttore di auto che utilizza lampadine per equipaggiare i prodotti. Un fornitore fornisce al costruttore un pallet costituito da 10000 scatole contenenti ciascuna 100 lampadine. Il costruttore deve decidere se :

- Accettare la fornitura a scatola chiusa
- Eseguire un controllo
 1. Controllo a tappeto: si esamina ciascuna lampadina, il che richiede un grosso sforzo in termini di tempo e costi .
 2. Controllo campionato: di tutta la massa di lampade ne controllo qualcuna; sorgono in tal caso molti problemi: quali? Come prelevarle? Controllo per mano del costruttore di auto (cliente) o del fornitore?

Bisogna estrarre un campione rappresentativo dell'intera fornitura cioè da un punto di vista statistico deve essere un campione casuale. “Casuale” non significa un campione a caso ma un significa in termine statistico che tale campione ha la stessa probabilità di essere estratto di tutti gli altri possibili campioni che possono essere generati dalla stessa fornitura . Inoltre, non deve essere un campione distorto (che si avrebbe se controllassi una scatola da 100 interamente, in quanto esso racconterebbe ciò che succede nel piccolo periodo di produzione legato ad una singola scatola, di tutti gli altri periodi non dice nulla). Se volessimo essere rigorosamente casuali dovremmo pensare che ogni lampada è descritta da 3 numeri (coordinate spaziali x,y,z) e potremmo utilizzare un generatore di numeri casuali per scegliere una lampada, iterando l'algoritmo per 100 volte.

Una classificazione utilizzata di frequente sul campo economico distingue:

- Aziende manifatturiere
- Non manifatturiere
 - aziende di servizio
 - aziende non di servizio (agricole, edili, etc.)

EVOLUZIONE DEL FOCUS AZIENDALE

Il focus delle imprese si è molto spostato nel tempo, stanno spostando il loro raggio di azione dal prodotto al mercato (ricettore di quel prodotto) e ora siamo verso una nuova posizione delle imprese che definiscono un nuovo focus che è service oriented (servizio al centro e prodotto al contorno). Evoluzione nel tempo:

PRODUCT ORIENTED → MARKET ORIENTED → SERVICE ORIENTED

Concetto di servizio

Del concetto di servizio ad oggi non esiste una definizione univoca:

- KING (1990): servizio è un bene intangibile, deteriorabile e non immagazzinabile che necessita di un sistema molto complesso di erogazione al quale partecipa attivamente il cliente. (KING illustra le proprietà di un servizio);
- ISHIKAWA (1985): identifica il servizio in ogni lavoro produttivo che non si concretizza in nessun genere di hardware;
- Norma UNI ENI ISO 8402 (1995): definisce il servizio come il risultato di attività svolte all'interfaccia tra fornitore e cliente e di attività proprie del fornitore per soddisfare le esigenze del cliente.

Definizione operativa di servizio (è la definizione più soddisfacente)

Il servizio è un processo costituito da una sequenza logica di attività bene identificabili, osservabili, valutabili e misurabili. Le fasi tipiche che lo compongono:

1. La rilevazione dei bisogni e delle aspettative del cliente (chi è il beneficiario del servizio e cosa si aspetta)
2. La definizione di target prestazionali del servizio (definire target, obiettivi da raggiungere con il servizio)
3. La definizione dei profili professionali e l'allocazione delle risorse
4. La progettazione qualitativa e quantitativa (di fattibilità) del sistema di erogazione (è la fase più simile a quella di un qualsiasi progettista manifatturiero)
5. L'erogazione

<p>I processi di produzione ed erogazione sono separati</p> <p>Facilità nell'applicazione di standard, misure ispezioni</p>	<p>I processi di produzione ed erogazione sono quasi sempre contemporanei</p> <p>Intrinseca difficoltà nell'applicazione di standard, misure ispezioni</p>
<p>Le relazioni tra operatore e cliente non sono generalmente critiche</p>	<p>Le relazioni tra operatore e cliente sono generalmente molto critiche</p>

Il modello concettuale dei Gap

(PZB-1 – sono le iniziali dei tre studiosi)

Lo studio nasce con l'intento di fornire una risposta ai seguenti interrogativi:

- Quali elementi i manager e i consumatori percepiscono come attributi chiave della qualità nei servizi (service quality) ?
- Quali meccanismi e problematiche intervengono nell'erogazione di un servizio di qualità?
- Esistono differenze tra le percezioni dei consumatori e dei fornitori del servizio?
- Possono essere combinate queste due percezioni in un modello generale che illustri la qualità del servizio dal punto di vista del consumatore?

Non è possibile rispondere a tali domande attraverso un modello formale analitico matematico poiché la maggior parte di esse sono influenzate dall'aspetto relazionale. Il modello nasce, quindi, da una ricerca empirica ricavando i dati da gruppi di clienti (focus group) e mediante interviste a dirigenti di aziende di servizi:

- Servizi bancari per il pubblico;
- Carte di credito;
- Mediazioni valori mobiliari;
- Riparazioni e manutenzione apparecchi domestici.

09/10/2015

Abbiamo visto quali sono state le ragioni che hanno guidato gli autori, verso quello che abbiamo chiamato il modello PZB; le necessità sono sostanzialmente due:

1 capire cosa contiene il concetto di qualità di un servizio

che potrebbero non contemplare tutte queste voci (servizi semimanifatturieri visto che non è presente il soggetto umano non ha senso parlare di cortesia ecc). Questi concetti che sono stati individuati come gli elementi costituenti un servizio hanno permesso di costruire dei modelli operativi su come usare queste determinanti; in particolare queste determinanti che influenzano il servizio, successivamente sono state ulteriormente accorpate per dare vita ad uno strumento operativo che si chiama SERVQUAL che è un questionario nato per captare da un punto di vista operativo i concetti di qualità attesa e qualità percepita. Questo questionario prima di essere utilizzato è stato costruito su un ulteriore accorpamento dei fattori determinanti in una serie di macrofattori. Da analisi empiriche si vede che gli **aspetti tangibili, affidabilità e capacità di risposta** di un servizio sono determinanti autoconsistenti (con capacità di risposta si intende la tempestività di un servizio), mentre invece le voci competenza, cortesia, credibilità e sicurezza sono state globalmente accorpate nel concetto di **capacità di rassicurazione**; l'accesso, la comunicazione, e capire il cliente sono sintetizzate da un unico concetto che è quello dell'**empatia** (diversa dal concetto di simpatia, che è quella che si avverte nei confronti di un altro soggetto, però ognuno gioca nei propri panni, l'empatia è la capacità di mettersi nei panni degli altri). Il modello operativo SERVQUAL fa leva su queste **5** macrovoci.

modello sono considerate, ed una terza sezione dove fotografa le percezioni. Tale strumento riesce a fotografare i due elementi critici del processo di erogazione del servizio. Il questionario è organizzato in questo modo: nella sezione “aspettative” c'è un piccolo preambolo che tenta di raccontare come va interpretato questo strumento (come si usa). La differenza tra le 5 macro determinanti e i 22 item nasce dal fatto che molte di queste affermazioni sono tra loro ridondanti, in modo da poter mettere in piedi dei meccanismi che se chi risponde al questionario lo fa in maniera corretta, cioè coerente nel tempo, allora quelle risposte pesano più di quelle di un soggetto incoerente: se questa coerenza non c'è il questionario viene scartato. Questi questionari hanno quindi anche la capacità di autocorreggersi, ovvero di autodiagnosticare la coerenza delle risposte che danno i soggetti, quindi sono strumenti molto raffinati. Il SERVQUAL è uno strumento completo, ma che presenta un difetto alla radice, ovvero la pesantezza: uno strumento così raffinato come SERVQUAL richiede una grossa attenzione da parte di chi lo compila; ciò ha portato alla creazione di strumenti che ne riducono la pesantezza. È importante però sapere che esso oggi è lo strumento più utilizzato per fare qualità del servizio.

RIPASSO DI STATISTICA

$p=10\%$ che ci sia NO_x , campioni indipendenti estratti in sequenza.

- A) Trova P che 2 campioni d'aria su 18 estratti contengano gli ossidi.
- B) Trova P che i campioni d'aria infetti siano più di 4.

DISTRIBUZIONE BINOMIALE (SUCCESSO/INSUCCESSO)

$$A) P(x=2) = \binom{n}{x} p^x (1-p)^{n-x} = \binom{18}{2} 0.10^2 (0.9)^{16} = \frac{18!}{16!2!} * 0.001853 = 28.3\%$$

$$B) P(x \geq 4) = P(x=4) + P(x=5) + \dots + P(x=18) = \sum_{x=4}^{18} \binom{18}{x} 0.10^x (0.90)^{18-x} = 1 - [P(x=3) + P(x=2) + P(x=1) + P(x=0)] = 1 - \sum_{x=0}^3 \binom{18}{x} 0.10^x (0.90)^{18-x} = 1 - 0.15 - 18 * 0.016677 - 153 * 0.001853 - 816 * 0.0002059 = 0.098 = 9.8\%$$

DISTRIBUZIONE DI BERNOULLI (era una binomiale con numerosità del campione pari

a 1 e k numero di prove effettuate) $x_k = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}$ (1 se successo, 0 se insuccesso)

Dove B = evento che il tv viva un anno ed A = evento che viva ancora uno dopo il primo, cioè 365+365=730giorni. Ma nel nostro caso sono eventi dipendenti (gli eventi probabilistici sono tutt'altro che lineari nel tempo) quindi

$$P(A) = P(x \geq 730) = P\left(\frac{x - \mu}{\sigma} \geq \frac{730 - 530}{100}\right) = P(Z \geq 2) = 1 - P(Z < 2) = 1 - 0.9772 = 0.0228$$

$$P(A|B) = \frac{P(A)}{P(B)} = \frac{0.0228}{0.9505} = 0.024 = 2.4\%$$

iii) Cerca quel valore di tempo tale che la cumulata Φ sia pari al 10%

$$\Phi(T) = 0.10 \quad \Phi\left(\frac{t - \mu}{\sigma}\right) = \Phi\left(\frac{t - 530}{100}\right) = 0.10 \quad \frac{t - 530}{100} = z_{0.10} = -1.28$$

T = -1.28 * 100 + 530 = 402 che saranno impostati come giorni di garanzia 😊

Altro esercizio:

campione di 12 misure relative alla resistenza a trazione di fili di nylon

$$\bar{X} = 7.38 \text{ N} \quad s = 1.295 \text{ N} \text{ distribuzione normale.}$$

a) Calcola intervallo di fiducia al 90% per il valore della resistenza a trazione

$\alpha = 10\%$ (più è alto più la stima è precisa), più il campione è grande più la forbice è piccola; più i dati sono dispersi più la stima è cattiva

$$P\left(-z_{\frac{\alpha}{2}} < z < z_{\frac{\alpha}{2}}\right) = 1 - \alpha \quad \mu = \bar{X} \pm z_{\frac{\alpha}{2}} \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad \text{ma io non conosco } \mu \text{ e } \sigma$$

ma le loro stime campionarie \bar{X} e s , quindi uso T-student

$$\mu = \bar{X} \pm t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}} = 7.38 \pm t_{0.05, 11} \cdot \frac{1.295}{\sqrt{12}} = 7.38 \pm 1.796 * 0.3738 = [6.709; 8.051] \text{ è}$$

l'intervallo in cui si posizionano con probabilità 90 volte su 100 i valori di resistenza a trazione misurati.

b) Calcola la numerosità del campione affinché, con un livello di fiducia del 90%, lo scarto tra valore vero e valore stimato non superi 0,5 N

	A	B	Δ	Δ/B
RP (-2,-1,0,1,2)	1.2	0.8	0.4	50%
RV (1,2,3,4,5)	4.2	3.8	0.4	10.5%

Se un lunedì mattina l'amministratore delegato della società fa una riunione cui sono invitati entrambi i responsabili, delle vendite e della pianificazione, e pone la domanda "Dobbiamo investire o no?", il primo consultando i dati raccolti vede che la società A è per il 50% superiore a B e quindi consiglia di non investire; il responsabile delle vendite invece dai dati consiglia di investire. Come è possibile che sugli stessi dati 2 soggetti arrivano a conclusioni opposte? Questo è un tipico problema che si incontra nelle organizzazioni. Quale dei 2 responsabili ha ragione? E perchè?

Fino al calcolo delle medie e dei differenziali non sorge alcun problema, cioè le due valutazioni sono coerenti: è l'ultimo passaggio ovvero il rapporto, che crea problemi. Tale problema nasce dal fatto che le scale di misura non sono solo numeri, qui i 2 operatori commettono un errore, attribuiscono alle informazioni raccolte sui questionari delle proprietà che i questionari non hanno; i questionari hanno la proprietà di avere l'equidistanza delle tacche sulla scala, ma non hanno uno zero comune, e questo non permette di fare le operazioni di rapporto. In altre parole, $\frac{\Delta}{B}$ genera distorsioni in quanto la base del differenziale è diversa.

CRITICITA' NELLA MISURAZIONE

Quando parliamo di misure, abbiamo una serie di grandezze che non riusciamo a misurare. Non esistono procedure ben definite per la misurazione di grandezze come la formabilità della carta, la spalmabilità del burro, l'estetica, il gusto, l'odore, la manovrabilità di un'auto ecc... per esse non sono previste scale di misura che ci consentano di misurarle. Vediamo come si effettua una misura: la misura nasce da un confronto, il sistema più utilizzato è la bilancia. Ogni volta che effettuiamo una misura confrontiamo l'oggetto che vogliamo misurare con un campione di riferimento che sia in grado di dirci a quale livello si posiziona l'oggetto che vogliamo misurare. La catena di riferibilità metrologica, rappresenta una serie di passaggi che mette in relazione lo strumento di misura (la bilancia) con il campione. Lo stesso oggetto non deve risentire del luogo in cui viene misurato, e questo è garantito dalla possibilità di avere un sistema di kg campione (nel caso della massa) che sia allineato in tutto il mondo. L'allinemanto degli strumenti di misura e delle grandezze fisiche o ingegneristiche fa si che si possa parlare di misure univoche in tutto il mondo; questo è un principio assolutamente sano, ma il problema è che queste catene di riferibilità metrologica non sono disponibili per tutte le grandezze. Tipicamente conosciamo le grandezze fisiche e loro unità di misura, ma esse sono solo una piccola parte delle grandezze esistenti che si usano; infatti escluse le grandezze

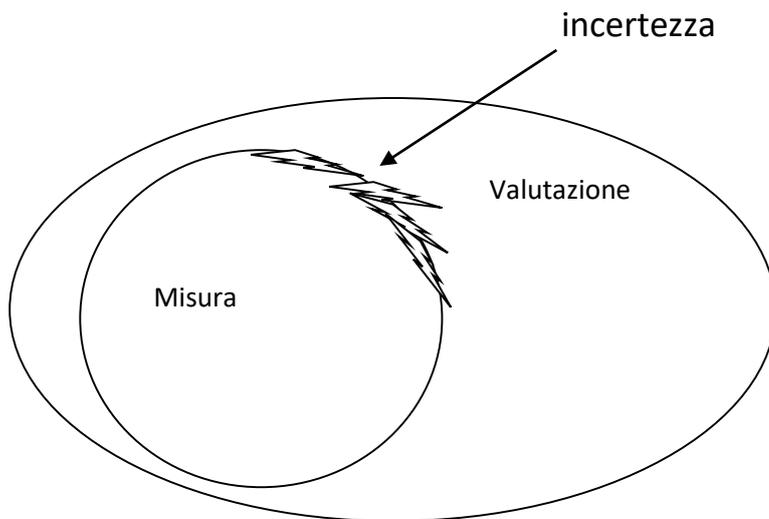
ordinamento. Questo nasce dal fatto che spesso usiamo i numeri senza preoccuparci delle proprietà che i numeri hanno.

TEORIA RAPPRESENTAZIONALE DELLA MISURAZIONE

Definizione di misura: processo di assegnazione empirica ed oggettiva di numeri a proprietà di oggetti o eventi del mondo reale in modo da poterli descrivere; “empirica” cioè tramite definizione delle modalità e regole di assegnazione, “oggettiva” cioè l’assegnazione del numero non deve dipendere dal soggetto che la compie. Alla base del sistema di misura ci sono 4 elementi da definire:

- Un sistema relazionale empirico relativo alla proprietà che si intende indagare (capire quali sono le proprietà che caratterizzano l'oggetto che voglio misurare)
- Un sistema relazionale numerico
- Una condizione di rappresentazione ovvero la misura
- Una condizione di unicità (siamo sicuri che dato un sistema empirico esista un unico modo per misurarlo?)

Da una parte ho il mondo empirico, dall'altra ho un mondo che dovrebbe essere speculare che è il mondo numerico, vorrei creare un legame tra questi 2 mondi, poter raccontare ciò che accade nel mondo empirico, salvaguardando le proprietà del mondo empirico e cercando di poterle raccontare in termini di numeri. Il legame tra questi 2 mondi si chiama MISURA.



	OGGETTIVITA'	EMPIRICITA'
MISURA	X	X
VALUTAZIONE	-	X
PREFERENZA	-	-
IMPOSIZIONE	X	-

Per poter definire una misura devono essere rispettati entrambe le proprietà di oggettività e di empiricità, ma se una delle due non viene rispettata, ad esempio non rispetto la proprietà di oggettività (ex valutazione del voto ricevuto ad un esame: in

riusciamo a discriminare in maniera netta misura e valutazione. Evidenziamo ora un'altra questione: per creare una misura metto in relazione il mondo empirico (proprietà da analizzare) e mondo numerico (elementi che uso per rappresentare ciò che accade nel mondo empirico); i due mondi sono messi in relazione dalla misura. Gli elementi che compongono il mondo empirico sono:

1. Manifestazioni empiriche (ad esempio "l'insieme delle masse")
2. Relazioni tra manifestazioni empiriche (se una massa è più pesante dell'altra, relazioni di ordinamento, equivalenza, composizione delle masse)

Ciò che devo fare è mettere in relazione la grandezza da valutare con i numeri: le misure sono il collegamento tra i due mondi cioè l'associazione di informazioni mediante numeri. Il legame tra mondo empirico e numerico non è unico, si può rappresentare lo stesso legame con diversi tipi di misura, 3 la condizione di unicità: si possono costruire legami tra mondo empirico e numerico con più unità di misura (M, M', M''...). E' possibile operare una misura su più scale in base alle proprietà della grandezza in questione. **PRINCIPALI SCALE DI MISURA :**

nominale, ordinale, lineare di intervallo, logaritmica di intervallo, di rapporto

Tali scale di misura permettono il passaggio da M->M' attraverso opportune trasformazioni di scala. Le scale più ricche sono quelle che permettono di rappresentare situazioni empiriche più complesse cioè più ricche di relazioni empiriche; l'ordine (da nominale a di rapporto, cioè dalla scala più povera alla più ricca) è posizionato in maniera inversa all'ordine delle **TRASFORMAZIONI DI SCALA** che queste riescono a sopportare:

- Trasformazione di similitudine $M'=kM$ ($k>0$)
- Trasformazione di potenza $M'=kM^n$
- Trasformazione lineare $M'=a+kM$
- Trasformazione monotona crescente $M'=f_1(M)$ con $f_1(M)$ funz. mon. cresc.
- Trasformazione di permutazione $M'=f_2(M)$ con $f_2(°)$ funzione che determina una sostituzione uno a uno degli elementi

Ex misuro una massa che pesa 2kg posso dire che pesa 2000 g questa equivalenza tra unità di misura è una **trasformazione di similitudine** e non tutte le scale sono in grado di sopportare questo tipo di trasformazione. La trasformazione di potenza non è sopportata dalla scala di rapporto ma dalla scala di tipo lineare.

La scala è di tipo nominale ma l'operazione è di tipo preferenza: ciò che trattiamo riguarda anche oggetti simbolici oltre che numerici, i numeri sono in primis simboli che diventano numeri quando attribuisco le proprietà corrette ai numeri stessi.

SCALA ORDINALE La scala ordinale è composta da un certo numero di categorie che rappresentano le diverse manifestazioni di una caratteristica in cui vale la relazione di ordinamento. È una categoria di scale più ricca delle scale nominali in quanto stabiliscono un ordinamento tra categorie di scala. Le proprietà empiriche di queste scale sono: equivalenza e ordinamento, cioè $L = [Q, \sim, <, >]$

Esempi scale ordinali: categorie delle squadre di calcio: serie A, serie B, serie C

TRASFORMAZIONI DI SCALA : tutte tranne la permutazione

Consideriamo i Numeri naturali (seguono un ordinamento) $4 > 3 > 2 > 1$ opero
ad essi una trasformazione di scala di potenza: $M' = kM^2$ $k = 4^2 > 3^2 > 2^2 > 1^2$

l'operazione d'ordine rimane confermata: le trasformazioni di scala sui numeri comportano il mantenimento della condizione di ordine precedente; le scale ordinali non sopportano trasformazioni di scala di tipo permutazione invertendo 3 con 4: $3 < 4 > 2 > 1$ non vale la precedente relazione. La capacità di sopportare o meno le trasformazioni di scala distingue le tipologie di scala definite nella lista. Le scale di durezza dei materiali, nonostante rappresentate con numeri, non sono scale con proprietà cardinali cioè esprimibili in numeri i quali sono solo simboli convenzionali che dicono che esiste un ordinamento tra i valori della scala ma tali numeri hanno solo le proprietà di ordinamento poiché la distanza tra valori non è la stessa $200-100 \neq 300-200$ (non c'è equidistanza tra le tacche della scala) quindi la scala è espressa in numeri che sono convenzionali ma non hanno le proprietà tipiche dei numeri ad esempio non posso fare la media), i numeri dicono solo che 300 è più grande di 200.

SCALA LINEARE DI INTERVALLO le proprietà di scala delle scale di intervallo sono

- Differenza tra categorie $A \neq B \neq C$
- Ordinamento $A < B < C$
- Equidistanza tra le tacche delle scale $B - A = C - B$

Il sistema empirico è costituito dalle stesse relazioni delle scale ordinali (equivalenza e ordinamento) più la combinazione; per combinazione si intende la relazione che combina gli oggetti $w_i \in \Omega$ rispetto alle manifestazioni $q_i \in Q$ con le stesse proprietà formali dell'addizione tra intervalli (per grandezze estensive); posso combinare tra

L'affermazione non è vera ($40\text{ }^{\circ}\text{C}$ è il doppio di $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ma io non sto confrontando il numero 40 con il numero 20 bensì le temperature) poiché se trasformo tali valori in temperature kelvin la relazione non ha alcun significato:

$$T1b=293\text{ K} \quad T2b=313\text{ K} \quad \text{e mentre } 40=2*20, \quad 313 \neq 2*293 !$$

SCALA DI RAPPORTO È una particolare scala lineare di intervallo in cui l'origine non è arbitraria. Lo zero assoluto corrisponde all'assenza di manifestazione della caratteristica dell'oggetto. È la categoria più ricca ed evoluta. Tutte le scale aventi uno zero assoluto appartengono alle categorie di scala di rapporto. Lo zero assoluto tipicamente lo associamo solo alla temperatura ma in realtà si applica in diversi ambiti: lo zero assoluto della lunghezza è l'assenza di lunghezza, lo zero assoluto di massa è l'assenza di massa etc.. **PROPRIETA' delle SCALE DI RAPPORTO:**

- Differenza tra categorie $A \neq B \neq C$
- Ordinamento tra categorie $A < B < C$
- Distanza tra categorie $B-A = C-B = D-C$
- Rapporto tra categorie $B/A = D/B = H/D$

Mentre prima non potevo dire che $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ sono la metà di $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ posso dire che 20 K sono la metà di 40 K . Queste scale conservano tutte le proprietà delle scale precedenti più qualcos'altro : le relazioni empiriche di questa scala sono equivalenza \sim ; ordinamento $<$; combinazione empirica $^{\circ}_{\text{int}}$ con le stesse proprietà formali di addizione nel caso di misure estensive. Sono dal punto di vista delle proprietà le scale che vorremo sempre avere cioè vorremo poter esprimere tutte le indicazioni di qualunque grandezza utilizzando queste scale.

TRASFORMAZIONI AMMISSIBILI: solo similitudine.

20/10/2015

Problema: se ho una qualunque grandezza su cui ho una misura da effettuare, esiste una sola scala di misura? Ovviamente no. Abbiamo visto che esistono più categorie di scala, dalla nominale a quella di rapporto, ciascuna con le proprie proprietà formali. Già abbiamo visto dei casi in cui riusciamo a fare delle misure con scale con proprietà differenti: ad esempio nella scala di temperatura abbiamo usato scale lineari di intervallo (Celsius) e scale di rapporto (Kelvin). Quindi di fatto la stessa grandezza siamo in grado di esprimerla con due scale diverse. In riferimento alla temperatura possiamo esprimerla anche con scale più deboli come le scale nominali: possiamo stabilire se un oggetto è caldo/freddo; posso stabilire anche un

permette di fare elaborazioni statistiche e di gestire vari tipologie di operazioni più fini e in maniera più ricca.



Nominale
 Ordinale
 Lineare e logaritmica di intervallo
 Di rapporto

SCALA	OPERAZIONE EMPIRICA	TRASFORMAZIONI PERMESSE	MISURA DI POSIZIONE (O DI TENDENZA CENTRALE)	MISURA DI DISPERSIONE	CORRELAZIONE	TEST DI Significatività
Nominale	Determinazione di non equivalenza	Permutazione	Moda	Informazione H	-	Chi quadro
Ordinale	Determinazione di ordinamento	Funzioni monotone crescenti	Mediana	Frattili	Correlazione di Spearman	Test del segno (non parametrici)
Lineare di intervallo	Determinazione uguaglianza di intervallo	Lineare (similitudine e traslazione)	Media aritmetica	Deviazione standard, varianza	Coefficiente di correlazione di Pearson	Test T, test Fisher
Logaritmica di intervallo	Determinazione di uguaglianza tra rapporti	Di potenza	-	-	-	-
Di rapporto	Determinazione di intervalli e rapporti	Di similitudine	Media geometrica, media armonica	Varianza percentuale	-	-

Informazione H: $H = \ln 2 N$, dove N è il numero di categorie di scala che rappresenta l'unica informazione che conosco: più il numero di categorie di scala è elevato e più questa indicazione da un numero più grande. Si poteva anche usare semplicemente come misura di dispersione N numero di categorie.

La tabella va letta: tutte le scale a valle godono anche delle proprietà delle scale a monte.

QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT (QFD)

STRUMENTI DI SUPPORTO PER LA QUALITÀ NELLA PROGETTAZIONE

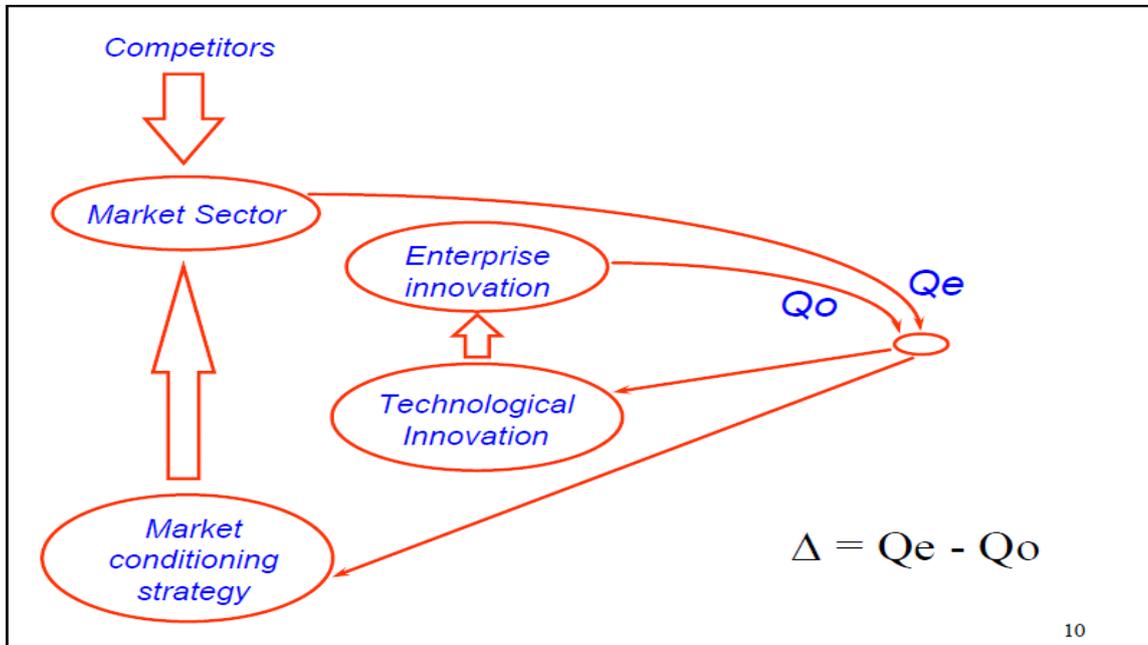
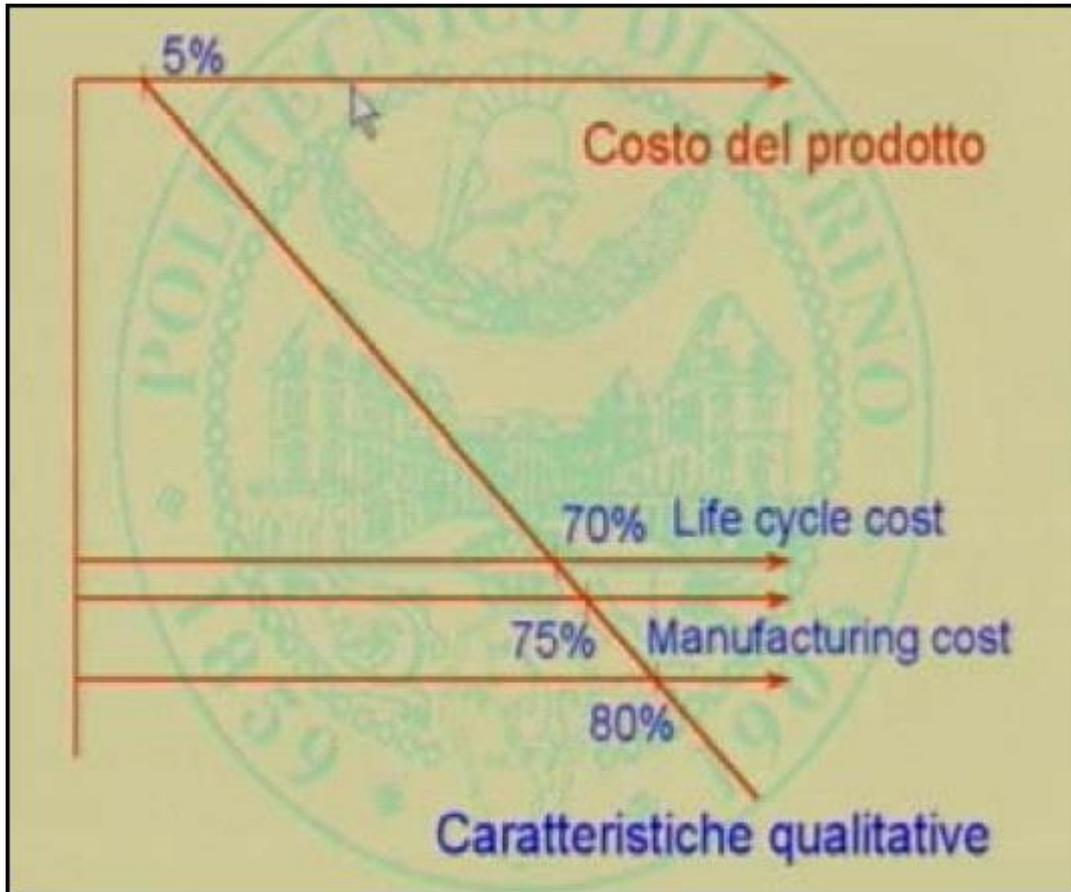


Illustrazione : Modello concettuale che rappresenta le ragioni dell'uso del QFD

Modello concettuale che illustra come si comporta un'azienda, che produce un bene di largo consumo, su un generico mercato. Questa azienda propone il suo bene ad un mercato, entità astratta composta da una miriade di soggetti che si aspettano da quella azienda e da altre un certo tipo di bene. Il mercato dei consumatori si manifesta con una "voce" che nello schema è indicata con Q_e qualità attesa (expected). Le attese riguardo al bene in questione si formano in tanti modi: dal confronto del prodotto a cui si ispira con quello degli altri o con il meccanismo del passaparola e quindi tramite principalmente confronto e comunicazione. L'azienda "parla" con la sua offerta: Q_o qualità offerta. Ne nasce un incontro che genera un differenziale della qualità. L'azienda al suo interno si domanda: "genero più o meno qualità di quella attesa dal mercato?" Ipotizzando di essere bravi nel misurare le due quantità, questo differenziale scatena naturalmente delle attività nel circuito interno dell'azienda. In particolare produce due azioni: una riguarda la revisione dell'organizzazione e l'altra spinge verso l'innovazione tecnologica dove si cerca di migliorare le prestazioni tecnologiche del bene, ovvero le indicazioni che vengono ritenute importanti da chi acquista: è un modo per stare al passo con il mercato che spinge a modificare i processi produttivi, tutto ciò che concorre ad definire il

informazioni, cioè le attese e le percezioni del mercato per fare dei prodotti che hanno la capacità di soddisfare in maniera esaustiva le attese di questo mercato, quindi come riesco a portare sul tavolo progettuale queste indicazioni?

Queste informazioni vengono catturate in prima battuta tramite QFD Quality Function Deployment: l'azienda è interessata alla conoscenza dei parametri Q_a , Q_d , Q_o per riuscire a catturare le percezioni del mercato e creare dei prodotti che non deludano le aspettative del mercato così appagato in maniera esaustiva.



In quale punto del processo dobbiamo intervenire per fotografare gli elementi della qualità? Cercheremo di investigare il momento progettuale: la qualità non è un attributo di un prodotto che si applica al prodotto una volta che è stato costruito, la qualità devo immetterla nel prodotto quando lo progetto fin dall'inizio. Quindi una fase chiave dei prodotti o servizi è la progettazione. Facendo riferimento a beni di largo consumo, tipicamente il costo del progetto è il 5% circa del costo complessivo dell'operazione (fatto 100 il volume d'affari che può derivare dalla progettazione e dalla vendita di un bene, progettargli costa circa il 5%). Sebbene questa attività di progettazione costi relativamente poco, essa ha un effetto dirompente su quelli che sono i costi relativi a tutto il ciclo di vita del prodotto (il 70%). Il messaggio che deve arrivare è: il progetto di solito costa poco ma influenza clamorosamente tutto il ciclo di vita del prodotto stesso. PROBLEMA: bisogna cercare di fare un buon progetto per influenzare in maniera positiva tutto il ciclo. Il QFD nasce proprio con questo

A4	Progetto preliminare	Verifiche di fattibilità nel rispetto delle specifiche
A5	Scelta della soluzione e ottimizzazione dei parametri di progetto	Valutazione degli eventuali progetti alternativi, scelta della soluzione definitiva e ottimizzazione dei parametri tecnici
A6	Analisi di fabbricabilità	Definizione del processo produttivo e sua valutazione tecnico-economica
A7	Riesame del progetto	Eliminazione di eventuali fonti di problemi in produzione e in commercializzazione
A8	Progettazione di dettaglio	Progettazione dei singoli componenti e predisposizione della relativa documentazione
A9	Ingegnerizzazione	Verifica della producibilità di soddisfacimento delle specifiche di progetto, riduzione del numero di componenti e loro standardizzazione; semplificazione del processo produttivo
A10	Qualifica di progetto	Realizzazione di prototipi e preserie; verifica dei risultati
A11	Gestione delle modifiche dell'aggiornamento del progetto	Approntamento delle modifiche suggerite dai test e aggiornamento della documentazione

IN AGGIUNTA:

A1: identifica i bisogni del mercato e alla definizione dei requisiti di prodotto/servizio: cioè cosa vuole il mercato e quali tipi di requisiti il nuovo prodotto deve avere. Questa attività mira a costruire delle indagini di mercato per capire se c'è lo spazio necessario per la messa in piedi del nuovo prodotto. Attività preliminare di ricognizione.

A2: analisi funzionale: una volta raccolti i requisiti il passo successivo è come posso raggruppare questi requisiti in funzione del mio prodotto, l'insieme delle funzionalità che il prodotto riesce ad espletare

A3: make or buy? Devo individuare quali sono le attività interne e esterne che accompagnano lo sviluppo del progetto e la ripartizione dei ruoli

A4: dare forma compiuta alle verifiche preliminari che avevo identificato nelle attività precedenti

A5: perfezionamento del progetto: valuto più possibilità alternative di realizzare l'oggetto in questione e scelgo la soluzione che ne ottimizza l'aspetto realizzativo (affinché funzioni)-manutentivo (affinché duri e funzioni nel tempo) relativo a tutto il ciclo di vita

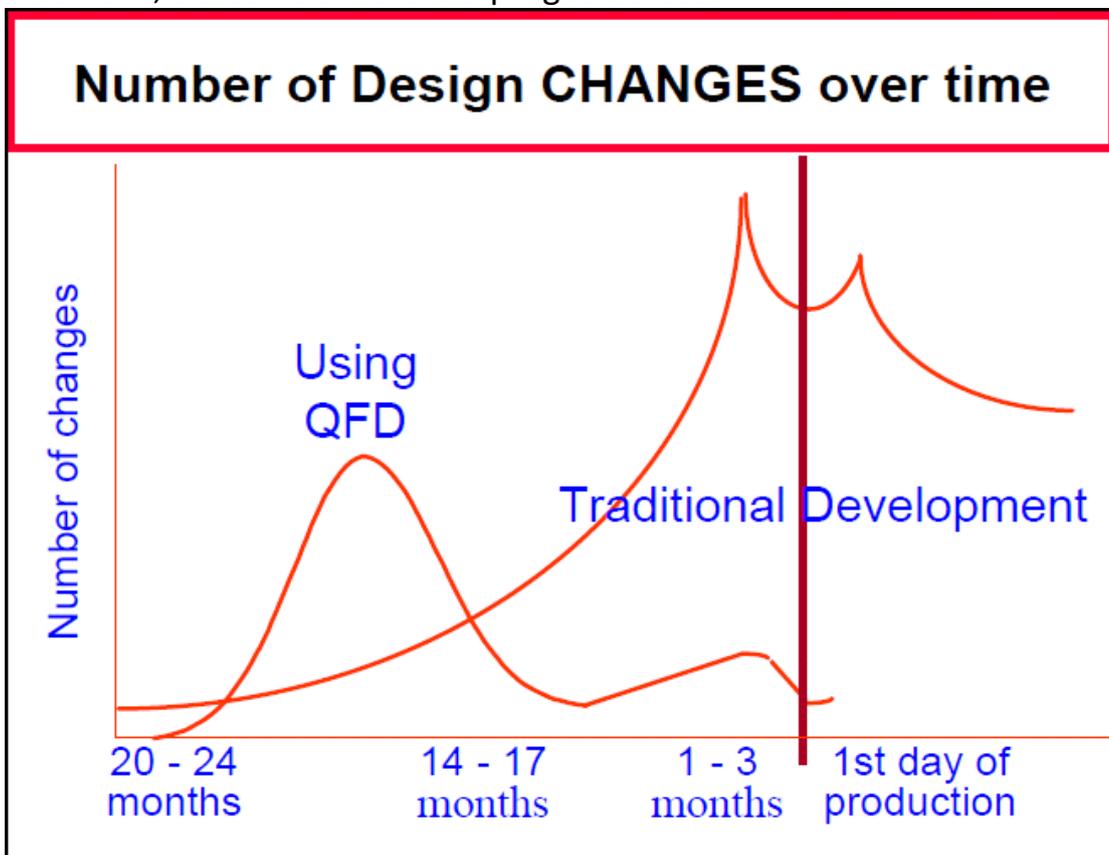
A6: posso rendere industriale il prodotto progettato?

Si osserva una netta diminuzione dei tempi di sviluppo di un nuovo prodotto a seguito dell'utilizzo del QFD.

Company	Product	Before	Now
AT&T	Telecom	2	1
AEG	Household equipment	3	1
Apple	PC's	3.5	1
Nokia	Electronic	3	1
Brother	Printers	4	2
Hewlett Packard	Printers	4.5	2
Xerox	Copiers	5	3
Honda	Cars	5	3
Hartmann & Brown	Electronic	7	5
Volvo	Trucks	7	5.5

28

Illustrazione : La tabella riporta i tempi di sviluppo di un nuovo prodotto prelevati da alcune aziende prima e dopo l'adozione del QFD. L'idea chiave è che il QFD porta ordine negli stadi preliminari del progetto che normalmente sono i più confusi ed è uno strumento che razionalizza l'uso delle modalità progettuali nelle prime fasi di concettualizzazione del prodotto. SECONDO ASPETTO: riguarda la gestione delle modifiche, dei cambiamenti del progetto stesso.



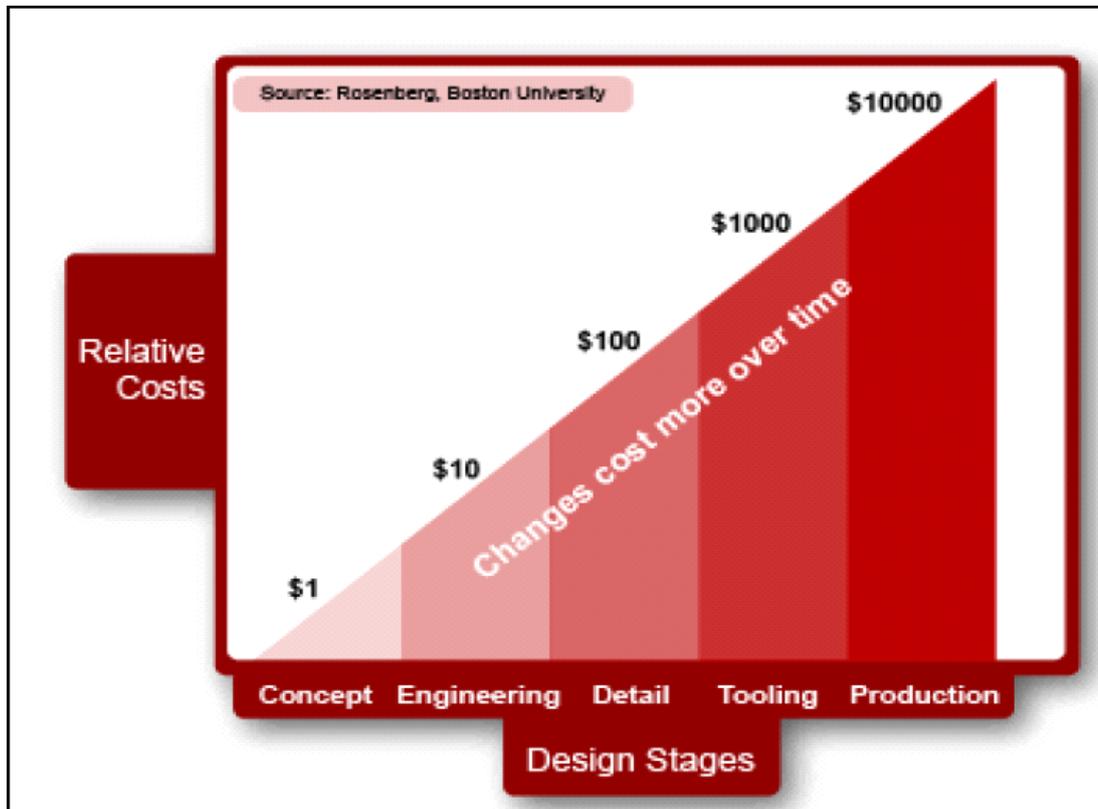


Illustrazione : grafico non mostrato a lezione, ma presente nelle slide in inglese quindi l'ho inserito per visualizzare meglio il concetto sui costi delle modifiche.

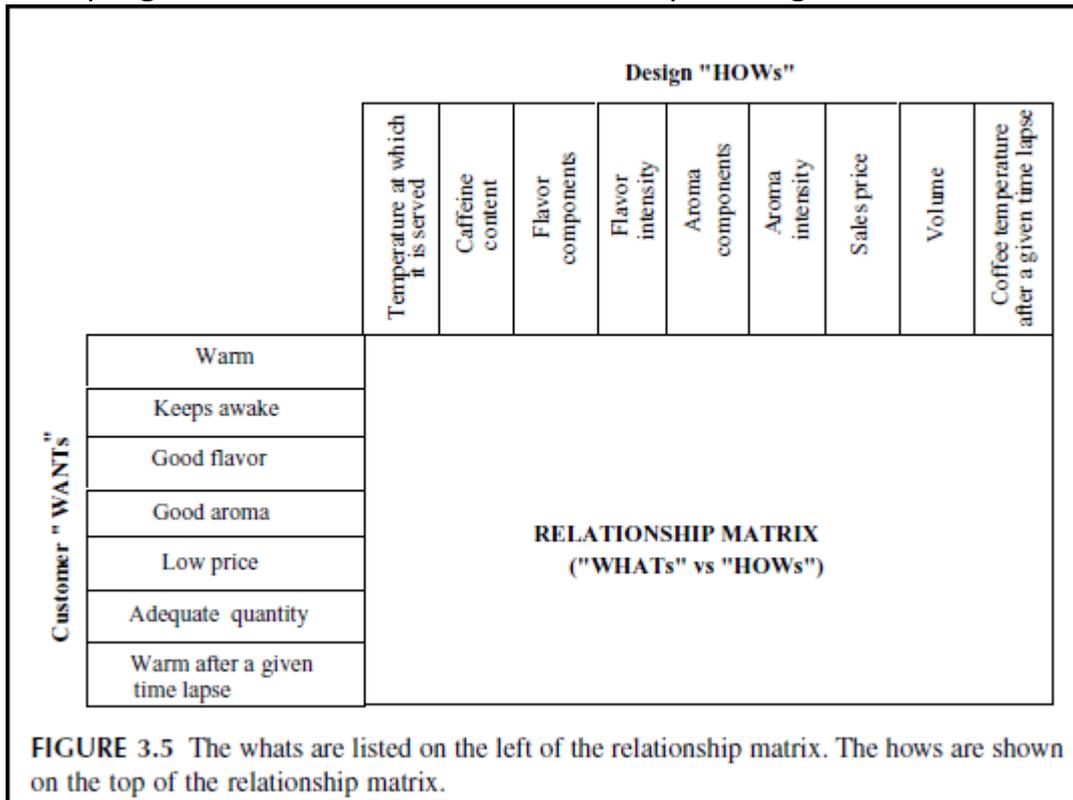
QFD PERCHÈ?

Come opera il QFD dal punto di vista operativo

Sulle ragioni che portano all'uso di questo strumento si elencano:

- riesce a definire le caratteristiche che rispondono alle reali esigenze del cliente (e non quelle presupposte e preventivate dai progettisti)
- codificare su “moduli” appositi tutte le informazioni necessarie allo sviluppo di un nuovo prodotto/servizio (strumento sintetico ma ricco di informazioni, che permette di avere una traccia osservabile delle richieste fatte dai consumatori)
- effettuare un'analisi comparativa con le prestazioni dei prodotti della concorrenza (analisi comparata del “profilo del prodotto”) per potersi distinguere
- garantire coerenza tra le esigenze manifestate dal cliente e le caratteristiche misurabili del prodotto senza trascurare nessun “punto di vista”
- rendere informati tutti i responsabili delle singole fasi del processo circa le relazioni tra la qualità dell'output di ogni fase e la qualità del prodotto finale (aspetto organizzativo è un altro punto di forza: strumento che sancisce un flusso organizzato di informazione su tutte le fasi del processo e che dice in quale modo ne caratterizzano la qualità del prodotto finale quindi strumento anche di comunicazione)

componenti, i processi: si mettono in relazione le caratteristiche delle componenti con quelle del processo. Il quarto modulo "PROCESS/QUALITY CONTROL MATRIX" mette in relazione le caratteristiche dei processi con i parametri di qualità del processo stesso. Attraverso questa serie di passaggi logici e in parte anche logistici si cerca di realizzare un link ideale fra i parametri di qualità di un prodotto e quello che il cliente vorrebbe: con questo strumento sono riuscito a portare sul tavolo della progettazione chi dovrà usare l'oggetto, il nuovo prodotto/servizio. Il cliente prende indirettamente parte al progetto del nuovo prodotto/servizio. Dal punto di vista organizzativo, il paradigma che lo strumento propone per razionalizzare il modo con cui si progetta viene raccontato attraverso questa figura:



A differenza dei processi tradizionali, questo strumento viene usato per costruire un team trasversale di soggetti che cooperano fra di loro allo sviluppo del prodotto: mentre nel metodo tradizionale il progetto si sposta all'interno dell'azienda passando di volta in volta tra le varie funzioni aziendali, quando si usa il QFD le funzioni aziendali vengono in qualche modo coinvolte creando dei team di lavoro trasversali e vengono attinte le risorse dal marketing, dalla fabbrica, dalle vendite, dall'ingegnerizzazione-progettazione. Vengono costituiti dei team misti che vedono il prodotto lungo tutto il ciclo di vita. Prima azione: non si pensa di costruire un prodotto facendo un passaggio dello stesso da un punto di vista progettuale fra le varie funzioni, ma metto insieme delle task force costituite da soggetti hanno varie funzioni aziendali e poi, una volta sviluppato il prodotto, ritornano ciascuno nella propria area di competenza. È un'azione che ha un impatto anche organizzativo.

strutturata i requisiti che caratterizzano l'oggetto da progettare : in questo modo si giunge all'**albero dei bisogni, requisiti perché** i requisiti sono costruiti via via con un livello di dettaglio più spinto. L'output di questa raccolta strutturata dei requisiti mi permette di costruire la seguente tabella organica ad albero:

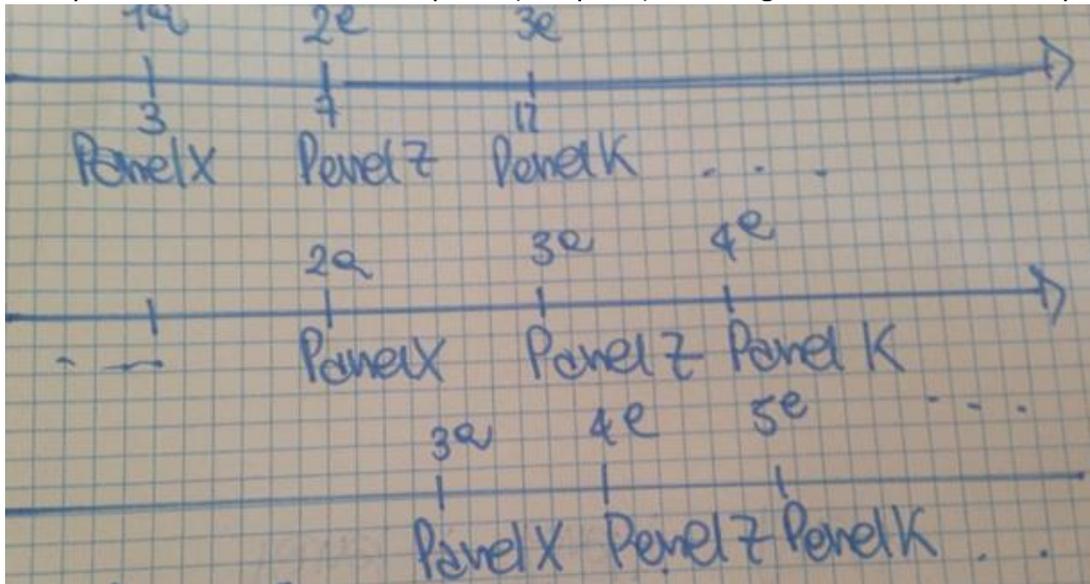
Tabella 4.2 Esempio di Tabella della qualità attesa o Albero delle attese

1° livello	2° livello	3° livello
100 Facile da impiegare	110 Facile da tenere	111 Facile da trasportare
		112 Facile da tenere perché piccolo
		113 Facile da tenere perché leggero
		114 Stabile quando viene tenuto in mano
		115 Stabile quando viene posato a terra
	120 Non affatica nell'impiego	121 Ha un peso adeguato
		122 Ha una dimensione adeguata
	130 Facile comprenderne le modalità di impiego	131 Facile da capire come usarlo
		132 Facile da manovrare anche per i principianti
	140 Facile da manovrare	141 Facile da manovrare anche se piccolo
		142 Facile leggere l'indicatore

L'esempio si riferisce a un apparecchio portatile per un comando a distanza di un modellino di aereo piano (Akao, 1988).

Dove il primo livello contiene il Requisito Padre e coincide con il livello strategico; il secondo livello con quello tattico ed il terzo con quello operativo (coincide quindi con l'elenco delle caratteristiche tecniche). Una volta costruito l'albero, si costruisce un'interfaccia con l'altro caposaldo del mio progetto i "come".

tracking verticale (figura sotto): la stessa azienda produce il prodotto a lotti diversi nel tempo e la stessa operazione che si fa per ogni set di tipo orizzontale la ripeto spostandomi questa volta sull'asse temporale. Quindi io ho diversi panel (campioni) che vengono analizzati nel tempo



Lavorando in termini orizzontali e verticali, ottengo una fotografia di come si muove il mio prodotto e la soddisfazione del cliente nel tempo. Chi progetta un prodotto ha bisogno di questi feedback. Come funziona la risposta che da il cliente per poterla poi analizzare? ESEMPIO: il telefonista chiama il cliente per fargli delle domande sul climatizzatore (sottosistema dell'auto):- “cosa ne pensa del climatizzatore? possibili risposte/lamentele: “è molto rumoroso”. Quanto è importante per lei? “poca roba” oppure “gravissimo!”. Queste informazioni vengono codificate dal telefonista, naturalmente le modalità con cui si manifestano queste lamentele sono molto diverse a seconda del cliente con tutte le sue sfumature linguistiche. Queste informazioni vengono utilizzate per costruire degli indici di criticità per ognuno dei sottosistemi del prodotto. Uno degli indici più ricorrenti nasce come prodotto di due termini. L'IC è uno strumento usato per monitorare e prioritizzare le decisioni di intervento a fronte delle lamentele/suggerimenti ricevuti. Un indicatore di sintesi dice che il sottosistema è più o meno critico valutando quanto vale questo prodotto:

$$IC = G_m \times F$$

dove G_m è l'indice di gravità media e dice quanto è grave ciò che accade nel sottosistema analizzato ed F è la numerosità delle volte che quel problema si genera, la frequenza di accadimento, ogni quanto tempo si verifica quel problema. Per la gravità si da una scala expo: 1,2,4,8. Ad ogni intervista vado a calcolare questo indice di criticità ed è un numero che si muove nel tempo e mi fa vedere come varia la criticità rilevata dai vari panel. Ho 25 sottosistemi in un'auto, per ogni sottosistema vado a calcolare l'IC e ne monitoro il valore nel tempo. Questo indice ci dice quali sono i sistemi più critici e una volta individuati posso concentrare la mia attenzione progettuale sul loro miglioramento. Se ho un sistema di questo genere:

4	2	8
2	4	8

E l'IC vale sempre 8. Dal punto di vista dell'analisi della criticità queste due situazioni sono identiche numericamente MA NON REALMENTE (meglio una cosa più grave ma meno frequente o una meno grave più spesso?). Un altro aspetto è che quando si fanno i calcoli in questo modo è come se si assumesse tacitamente che l'importanza associata ai due fattori del prodotto sia la stessa, e ciò non è ragionevole. Inoltre, per G_m ho usato la scala "1,2,4,8" (cioè la scala esponenziale 2^n). E se l'avessi usata lineare avrei ottenuto risultati compatibili a quelli precedenti? Rifletteteci su, vi darò la risposta più in là. Torniamo ora al QFD ed al suo utilizzo sfruttando l'esempio della tazzina di caffè. Quali requisiti associa colui che progetta la tazzina di caffè al suo uso? Essi andrebbero costruiti sulla base di una strutturazione che poi vedremo come si può organizzare.

L'individuazione di tali requisiti (righe della matrice) può stimolare una serie di parametri progettuali (colonne della matrice) sui quali è possibile intervenire per soddisfare gli stessi requisiti. I parametri sono una serie di elementi che si distinguono dai requisiti veri e propri perché i requisiti sono ciò a cui aspira chi usa il prodotto, le caratteristiche tecniche (parametri appunto) sono le entità su cui lavora chi il prodotto lo progetta. **IMPORTANTE:** tutti questi oggetti devono essere misurabili, in maniera più o meno forte (in base alle scale di misura usate) in modo da essere dominabili dal punto di vista quantitativo. Supponiamo di avere già la lista dei requisiti a cui siamo interessati a disposizione:

chiedersi: “quali sono le caratteristiche tecniche che possono influenzare il primo requisito richiesto, nel nostro caso che la tazza sia calda?” ed in particolare: “la T alla quale viene servita (ovvero la nostra prima EC tra gli HOWs) la tazza influenza il requisito ‘calda?’” e se la risposta è sì bisogna chiedersi “di quanto la influenza?” e riempire l’elemento matriciale con l’opportuno simbolo. Poi: “la quantità di caffeina influenza il requisito ‘calda?’” no, infatti manca un simbolo... Così via per ogni coppia whats-hows. Quali sono gli effetti che la costruzione della matrice mi può dare per lo sviluppo del mio prodotto o servizio? Poiché la parte su cui ci concentreremo è il primo dei quattro moduli che costituiscono il QFD, facciamo una rapida presentazione degli altri tre moduli. Il secondo modulo del QFD è la PART/SUBSYSTEM DEPLOYMENT MATRIX che contiene le relazioni tra le caratteristiche tecniche (che ho individuato nel primo modulo) e le caratteristiche tecniche delle parti o dei sottosistemi che compongono il mio prodotto. Cambiano gli attori (uno) ma le modalità di riempimento sono le stesse.

	Part A	Part B
Critical parts characteristics vs. Product design requirements		
importance rating		

Il terzo modulo del QFD è il PROCESS PLANNING MATRIX e mette in relazione le caratteristiche delle parti con le caratteristiche del processo quindi passiamo dal prodotto al processo (ovvero l’insieme delle attività con cui posso costruire le parti che appartengono al mio prodotto)

Critical parts characteristics vs. Critical process steps				

Quarto ed ultimo modulo è la PROCESS/QUALITY CONTROL MATRIX in cui per ogni voce del processo (critical process steps) io riporto alcune caratteristiche importanti ai fini della qualità:

prodotto sono tra loro indistinguibili? Cioè posso classificarli in maniera da dare a loro un valore differente? Rispondiamo per mezzo del **modello di KANO** che opera una classificazione dei requisiti in 5 categorie:

- attributi di tipo B cioè Basic o must-be o expected, senza i quali il prodotto quasi non viene identificato (ex le ruote in un'automobile, tutti le diamo per scontato!);
- attributi di tipo O cioè One Dimension, ovvero caratteristiche di prodotto non eccessivamente allettanti per il cliente, la cui presenza contribuisce però ad incrementare la sua soddisfazione e la cui assenza provoca una certa insoddisfazione (ex il consumo di carburante di un'automobile);
- attributi di tipo E cioè Excitement, i cosiddetti "più ce n'è meglio è", che danno una grossa soddisfazione e contribuiscono a differenziare il prodotto da quello della concorrenza (ex visualizzazione digitale nei cruscotti delle auto, le prime aziende automobilistiche che lo introdussero 15 anni fa ebbero impennata dei profitti);
- attributi di tipo I cioè Indifferent la cui presenza o assenza non provoca né la soddisfazione né l'insoddisfazione del cliente (ex accendino elettrico dell'auto per cliente non fumatore);
- attributi di tipo R cioè Reverse la cui presenza provoca insoddisfazione nel cliente, i cosiddetti "più ce n'è peggio è!" (ex le vibrazioni della scocca dell'auto oppure i rumori su strada a velocità sostenute)

La classificazione di Kano non è costante nel tempo, cioè non è detto che un requisito/attributo classificato in una categoria vi resti per sempre all'interno: è infatti comune il progressivo degrado degli attributi E in O e poi degli O in B (ex il climatizzatore in auto negli anni '50 era un lusso, nei '70 un simpatico optional, oggi è considerato una commodity). Un prodotto di appeal è uno che ha tanti attributi di tipo E, ma produrre qualcosa con tanti excitements non è banale.

Segue la rappresentazione grafica del comportamento dei vari indicatori delle categorie di Kano su due assi: la soddisfazione del cliente in ordinate ed il grado di raggiungimento del requisito sulle ascisse. Rappresentati solo B, O ed E perché sono i più importanti dei cinque. Se un attributo è dato per scontato (basic) è ovvio che il corrispondente valore sulle ordinate sia molto basso (addirittura negativo in caso di scarso raggiungimento del requisito) ...se un attributo è considerato excitement è altrettanto ovvio che la soddisfazione sia alta in caso di sua presenza.

facile da tenere	media, 42			media, 42	14
non sbava/ non si sfuma con il mignolo		media, 69	forte, 207		23
la punta non si consuma in fretta	debole, 44	forte, 396	media, 132		44
non rotola a terra se poggiata sul tavolo	debole, 19			forte, 171	19
PESO ASSOLUTO (somma dei valori per colonna*)	105	465	339	213	somma dei pesi assoluti= 1122
PESO RELATIVO (peso assoluto di una colonna/ somma dei pesi assoluti)	105/1122=9%	41%	30%	19%	somma pesi relativi ovviamente 100%

$$*w_j = \sum_{i=1..n} (r_{ij} * d_i)$$

dove j è l'indice per le caratteristiche tecniche, i quello dei requisiti e d sta per degree of importance. Il degree of importance è il risultato della domanda “ma secondo te i requisiti contano tutti allo stesso modo?” posta ai clienti ... e la risposta è chiaramente no. Debole, media e forte è il tipo di relazione (come se ci fossero i simboli di cerchio in grassetto, cerchio e triangolo) mentre i numeri all'interno delle celle sono dati dal prodotto tra il grado di importanza e il valore attribuito all'entità della relazione, nel nostro caso abbiamo usato codifica arbitraria con scala esponenziale 3^n cioè relazione forte vale 9, quella media 3 e quella debole 1 . quindi ad esempio il 396 terzarigasecondacolonna è dato da 44x9. Tale approccio è chiamato Independent Scoring Method e mira a rendere gerarchiche le caratteristiche tecniche: i pesi risultanti dicono infatti quanto una caratteristica tecnica è importante rispetto alle altre. In questo caso la caratteristica più importante è la seconda, cioè la durata della punta, il tempo che passa tra una temperata e l'altra. Il pregio di questo metodo è la facilità di applicazione ma lascia alcune perplessità: se avessimo usato la codifica 5-3-1 invece della 9-3-1 non è detto che avremmo ottenuto la stessa graduatoria, perché per i simboli è chiara la relazione di maggioranza (cerchio grassetto > cerchio > triangolo) ma una scala fatta di simboli è una scala ordinale mentre quella fatta da numeri ha altre proprietà: il passaggio da simboli a numeri non è legittimo perché la distanza tra simboli non è

Figura 4.9 Deployment della Tabella della qualità richiesta

Bisogni del cliente	A	A'	B			C D E			F	G
	Livello di importanza	Importanza relativa	Benchmarking sulla qualità percepita			Pianificazione della qualità			Peso assoluto del bisogno	Peso relativo del bisogno
Modello attuale			Concorrente X	Concorrente Y	Obiettivi nuovo modello	Ratio di miglioramento	Punti di forza del prodotto			
1) Facile da tenere	2	17%	4	4	4	4	1	1,0	2,0	11%
2) Non sporchi	3	25%	5	4	5	5	1,00	1,2	3,6	20%
3) Punta durevole	5	41%	4	5	3	5	1,25	1,5	9,4	53%
4) Non rotoli	2	17%	3	4	4	4	1,33	1,0	2,7	15%
Totale	12	100%							17,6	100%

Legenda

$D = C/B$

$F = A \times D \times E$

Importanza dei bisogni:

- 1. Trascurabile
- 2. Preferibile
- 3. Importante
- 4. Molto importante
- 5. Indispensabile

Benchmarking sulla qualità percepita (soddisfazione dei bisogni):

- 1. Molto insoddisfatto
- 2. Insoddisfatto
- 3. Relativamente soddisfatto
- 4. Soddisfatto
- 5. Molto soddisfatto

Fonte: Wasserman, 1993.

III

Normalmente, quando l'azienda opera in un certo segmento di mercato, essa opera in presenza di altri concorrenti e la casa della qualità permette di costruire un ambiente dove si possa sviluppare un'analisi comparata con gli altri concorrenti. Per ogni requisito riporto sulla tabella come si comportano tre soggetti: il mio prodotto attuale, il concorrente X ed il concorrente Y (colonne). I numeri riportati in queste colonne qualificano come un certo requisito è più o meno soddisfatto da parte del mio e da parte del prodotto degli altri concorrenti. Usando una scala di 5 valori (vedi

Y, individuando il profilo di percezione del prodotto per loro e per il nostro modello attuale, immaginando di voler migliorare le prestazioni dello stesso in seguito alla definizione di un target cui ambire. Esiste un'area in cui si può pianificare come dovrebbe essere percepito il nostro prodotto e la sua qualità da parte del cliente: è possibile costruire diversi modelli per fare ciò, tra cui quello che si serve della casa della qualità con tetto e varie colonne (le prime sono nelle precedenti lezioni).

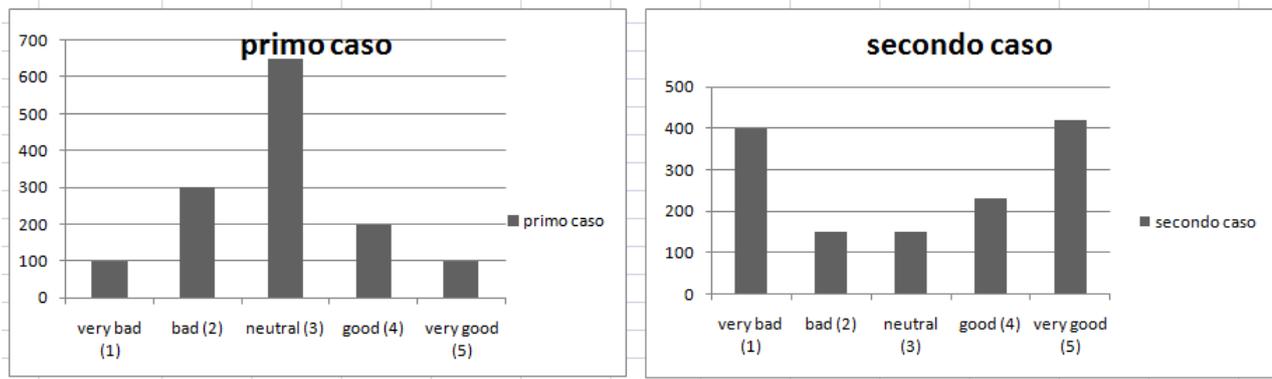
Figura 4.9 Deployment della Tabella della qualità richiesta

Bisogni del cliente	A		B			C			F		G
	Livello di importanza	Importanza relativa	Benchmarking sulla qualità percepita			Pianificazione della qualità			Peso assoluto del bisogno	Peso relativo del bisogno	
		Modello attuale	Concorrente X	Concorrente Y	Obiettivi nuovo modello	Ratio di miglioramento	Punti di forza del prodotto				
1) Facile da tenere	2	17%	4	4	4	4	1	1,0	2,0	11%	
2) Non sporchi	3	25%	5	4	5	5	1,00	1,2	3,6	20%	
3) Punta durevole	5	41%	4	5	3	5	1,25	1,5	9,4	53%	
4) Non rotoli	2	17%	3	4	4	4	1,33	1,0	2,7	15%	
Totali	12	100%							17,6	100%	

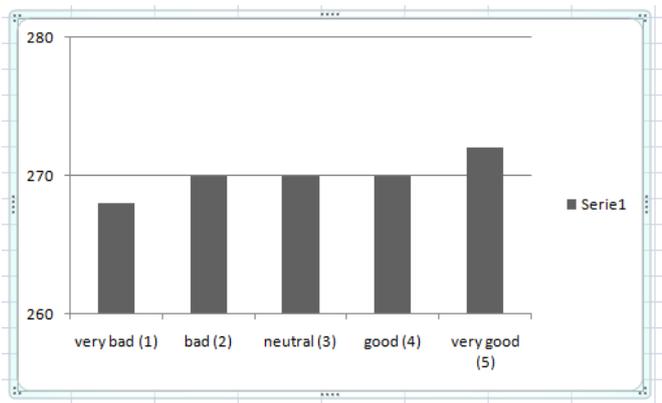
Nella colonna D troviamo il grado di miglioramento cioè quello che noi speriamo sia il rapporto del perfezionamento che dovrebbe avere il nostro prodotto quando il modello attuale viene portato all'obiettivo del nuovo modello quindi quando la colonna B diventa la colonna C: $(C/B = D)$ i numeri in D rappresentano quindi il grado di miglioramento, ovvero sia quello che io ho intenzione di puntare come livello di qualità percepita che voglio attribuire al nuovo modello. Ciò è dominio del marketing, che sa come portare il cliente al livello di percezione indicato in D. Nella colonna E è riportata invece la immagine di marca: i prodotti si posizionano in certe aree del mercato e ci sono alcuni prodotti di cui bisogna assolutamente evidenziare certi aspetti caratteristici (esempio: se penso all'AlfaRomeo penso di certo alla sportività, che è appunto una prerogativa di quel marchio). Nella colonna F

Questa zona della tabella serve per un confronto con la concorrenza ma non più sulla percezione (qualità percepita) che ha il cliente ma sulle vere e proprie caratteristiche tecniche del prodotto (qualità offerta). Come abbiamo fatto per la zona sinistra della tabella, riportiamo sulle righe le caratteristiche progettuali del modello nostro attuale e quelle dei due concorrenti in seguito ad una misura puntuale delle suddette caratteristiche (lunghezza, durata, polvere, esagonalità). Anche adesso lo scopo è identificare gli obiettivi posti dal punto di vista prestazionale al nuovo modello del prodotto che offriamo. Il nuovo modello di matita da costruire deve infatti essere più che competitivo per essere preferito a quella dei concorrenti per il suo profilo tecnico. Un'altra zona importante della tabella/casa della qualità è il TETTO: esso dà info aggiuntive in quanto si tratta di una matrice diagonale che mette in evidenza l'interazione reciproca delle caratteristiche tecniche ("come interagisce la lunghezza della matita con la durata della punta?" "all'incrocio tra le due colonne non vi sono simboli, quindi nessuna correlazione" --- "come sono legati la durata della punta e la generazione di polvere?" "c'è un simbolo all'incrocio, quindi vi sono correlazioni funzionali tra queste due caratteristiche tecniche" attenzione, si parla di correlazioni funzionali e non statistiche!). In altre parole, il tetto contiene il punto di dispiegamento della funzionalità del prodotto attraverso la relazione che può esserci o non esserci tra due caratteristiche tecniche. Ma come si acquisiscono questi numeri e valutazioni? Quelli relativi alla parte della qualità offerta (requisiti tecnici, misurabili) si acquisiscono facilmente (compri matita del concorrente e fai i test e misurazioni opportuni); quelli relativi alla parte della qualità percepita vanno invece raccolti attraverso il coinvolgimento di un campione di soggetti opportunamente interrogati da questionari costruiti ad hoc. Il questionario inizia in genere con un preambolo sull'uso e le modalità di compilazione del questionario e poi vengono poste al cliente le due domande della figura 4.8: (Es. del telecomando di modellini).

Viene chiesto di stabilire l'importanza di ciascuno dei requisiti nella colonna 1 e di dare il nome dell'azienda produttrice del telecomando di cui chi risponde è in possesso nella colonna 2. Colui che risponde a questo questionario si troverà una serie di caselline con da una parte i requisiti e in una zona gli verrà richiesto di esprimere un giudizio su una scala "linguistica" (molto cattivo, cattivo, neutrale, buono, molto buono).



Il valor medio in questo caso non è quindi il valore più rappresentativo. È naturale pensare che il questionario sia stato costruito male: chi l'ha costruito ha sbagliato obiettivo. Si dice che tra le risposte del questionario si evidenzia una **bimodalità** delle tendenze delle risposte dovuta a due diversi modi di intendere ed interpretare le domande, cosa non normale ma dovuta all'ambiguità del questionario che necessita quindi di essere formulato più chiaramente. Un altro inconveniente che si può riscontrare è la formulazione **confusa** delle domande, che genera un valor medio della risposta difficilmente identificabile non perché non siano allineate tra loro le risposte, anzi, ma perché fa venire il dubbio circa l'utilità della domanda:



Distribuzione troppo uniforme, tutte le categorie del mio istogramma hanno la stessa valutazione a causa della confusione generata dalla domanda del questionario non preciso. Si parla qui di condizione addirittura Multimodale.

barzioletta...americano e giapponese nella savana, fuoristrada guasto, il giapponese si mette le scarpe da tennis perché “ciò che conta non è correre più del leone ma correre più dell’americano, cioè il concorrente” cioè non conta correre in assoluto ma correre più degli altri. **PROFILO TECNICO DEL PRODOTTO:** Riportiamo sul grafico i valori prestazionali del mio prodotto e di quello dei concorrenti (i dati qui riportati sono quelli della parte inferiore della casa della qualità) per creare il profilo tecnico

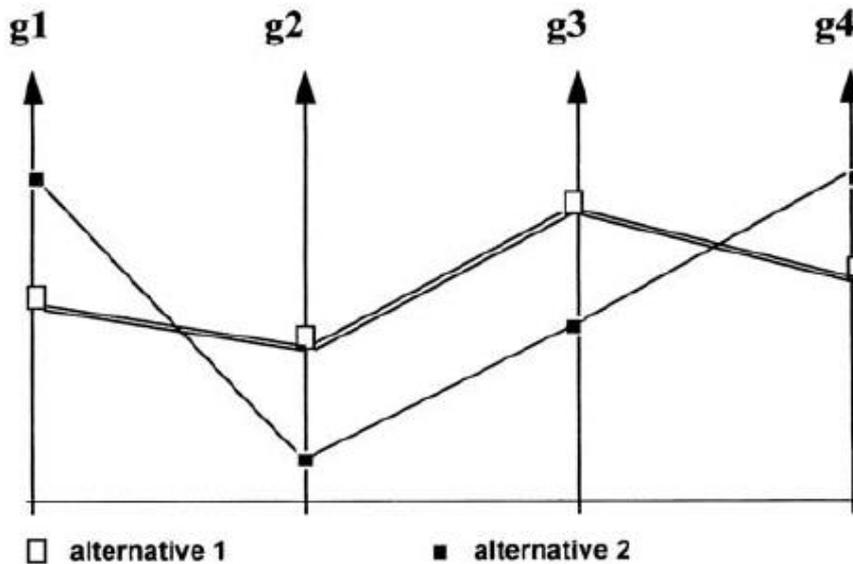
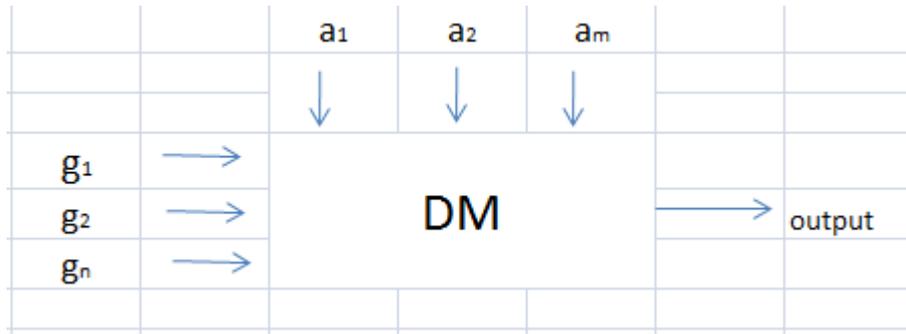


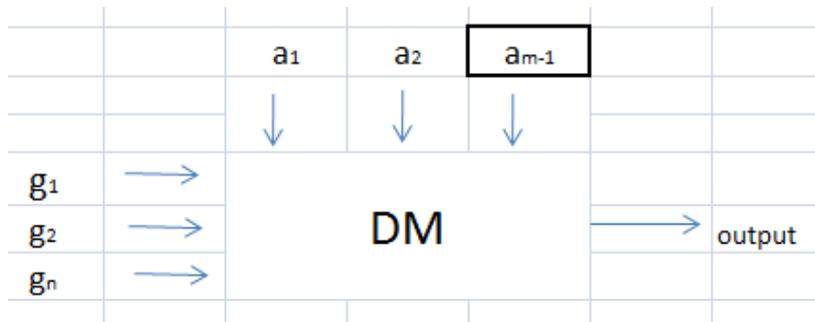
FIGURE 6.1 Representation of alternatives on the criteria space (quality profile).

Parlare di un prodotto è come parlare del suo profilo tecnico. Questa notazione grafica (figure 6.1) racconta il prodotto nell’iperspazio delle caratteristiche tecniche; profilo tecnico è quindi l’insieme delle prestazioni che un prodotto assume nell’iperspazio ed ogni concorrente ha il suo profilo. Bisogna andare a costruire la nostra spezzata in modo che sia più appetibile di quella dei concorrenti. Rendiamo matematicamente sensata questa affermazione. **PASSI DA SEGUIRE:**

- Definisco insieme A, cioè insieme delle alternative con cui mi confronto, ovvero i concorrenti; $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$
- Definisco insieme G come l’insieme dei criteri con cui io valuto i concorrenti, cioè le caratteristiche tecniche; $G = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}$
- $g_j =$ applicazione, operatore che per ogni a appartenente all’insieme A produce un valore misurato su una scala che caratterizza il mio j-esimo criterio; $g_j : a \in A \rightarrow g_j(a) \in E_j$ dove E_j è la scala di misura usata per le caratteristiche tecniche, nel caso della matita quando parlo della lunghezza la scala E_j relativa è quella formata dai valori che può assumere la lunghezza



(DM= decision maker, in questo primo caso il consumatore/cliente: come output del processo decisionale si può avere ad esempio l'alternativa migliore a^* oppure un ordinamento tra le alternative $a_2 > a_3 > a_1 > \dots > a_k$ oppure ancora una ripartizione delle alternative in più categorie). Nota che nel caso di DM coincidente con il cliente il prodotto, cioè la a^* , scelto esiste già. Cosa non vera nel caso in cui DM=produttore, cioè il caso più interessante per noi. Egli infatti si trova a dover valutare prodotti esistenti degli altri concorrenti ma con lo scopo di migliorare il progetto di un suo prodotto futuro: per questo le alternative sono $(m-1)$, perché manca quella che verrà effettivamente realizzata in seguito (deve essere costruita "preferibile").



L'output in questo secondo caso dovrebbe essere un ordinamento in cui la preferita è l'ancora inesistente a^* .

ALGORITMO QBENCH (QUALITY BENCHMARKING)

Si tratta di uno strumento appartenente all'insieme dei MCDA (Multiple Criteria Decision Aiding) ed è in particolare uno strumento di supporto per chi progetta il nuovo prodotto, consentendogli di costruirlo in maniera interattiva.

Una volta costruito il dominio di ricerca comincio a costruire i profili a confronto:

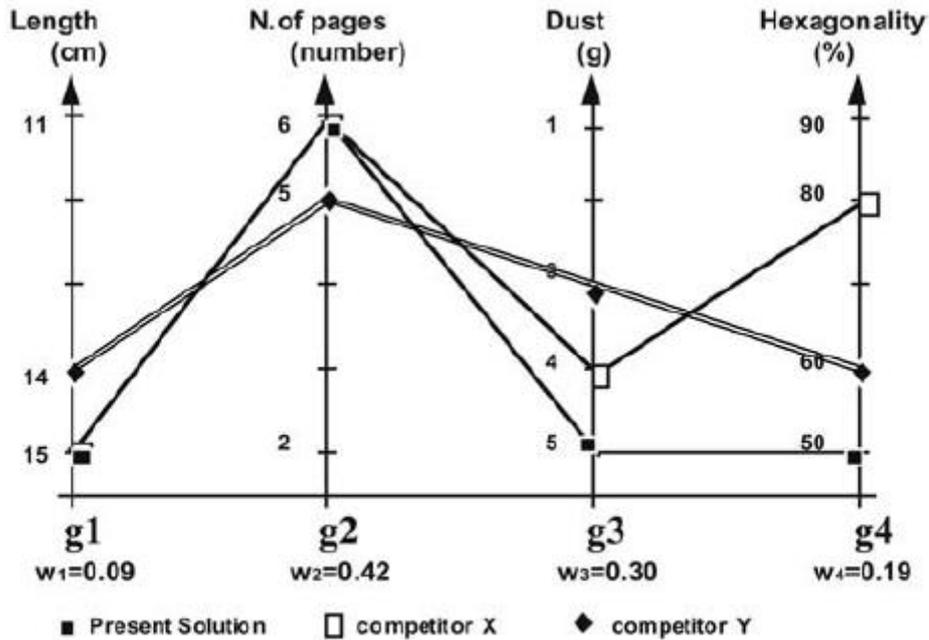


FIGURE 6.4 Competitors' profiles and initial solution proposed by the algorithm.

La figura 6.4 è stata costruita riportando sull'iperspazio le posizioni dei concorrenti (X ha il quadratino bianco e Y la losanga/rombo nera) ed il profilo attuale del mio prodotto (quadratino nero) che man mano modificheremo seguendo l'algoritmo qbench che dice: **STEP 1:** metti tutti i valori al minimo (per minimizzare i costi, $g_1=15$, $g_3=4$, $g_4=50$) tranne quello relativo alla caratteristica tecnica che conta di più (nel nostro caso il numero di pagine scritte, con $w_2 = 0.42$) che vai a porlo uguale al valore più alto tra le tue alternative ($g_2=6$ come il concorr. X). Otteniamo così una prima proposta di prodotto, una prima soluzione generata (figura 6.4).

STEP 2: la soluzione generata dallo step1 è migliore degli altri? Bisogna procedere per test: confronta la tua soluzione con quella dei competitors finché la tua diventa migliore e l'algoritmo può stopparsi (processo iterativo). Confrontiamo quindi a due a due le alternative SULLA FIGURA 6.4; per il primo criterio (lunghezza) la matita nostra e quella del competitor X (quadrato bianco) hanno lo stesso valore (15); per il secondo criterio sono di nuovo pari, mentre per il terzo ed il quarto la nostra matita è superata da quella di X, condizione che non soddisfa il vincolo del nostro modello ($a >_{\psi} a_i$ per ogni $i = 1, 2, \dots, m$). Allora l'algoritmo dice di prendere in considerazione la seconda caratteristica in ordine di importanza ($w_3 = 0.30$) e di aumentarne il valore fino al punto successivo sull'asse, cioè fino alla posizione del dominio immediatamente superiore (spostare la valutazione di g_3 dalla condizione di minimo che era sul valore 5 al valore 4, alzando il profilo). Otteniamo figura 6.5:

il quarto l'altra ma adesso entra in gioco il cliente $[0.30 > 0.19$ e dal confronto con Y otteniamo $0.42 > (0.09 + 0.19)$ cioè il criterio su cui noi battiamo Y pesa più della somma dei pesi dei criteri su cui veniamo battuti. Quindi a vincere tra i tre è la nostra matita]. La soluzione trovata in 6.6 è quella di prestazioni minime (non è infatti l'unica possibile) preferita ad entrambi i concorrenti quindi l'algoritmo si arresta. Possiamo fare alcune riflessioni: agire sul peso dei criteri per l'analisi comparata dei profili è l'unico modo? No, potremmo usare pure l'AHP (analytic hierarchy process). Come possiamo generalizzare il funzionamento dell'algoritmo appartenente alla famiglia degli MCDA? Attraverso il seguente diagramma di flusso:

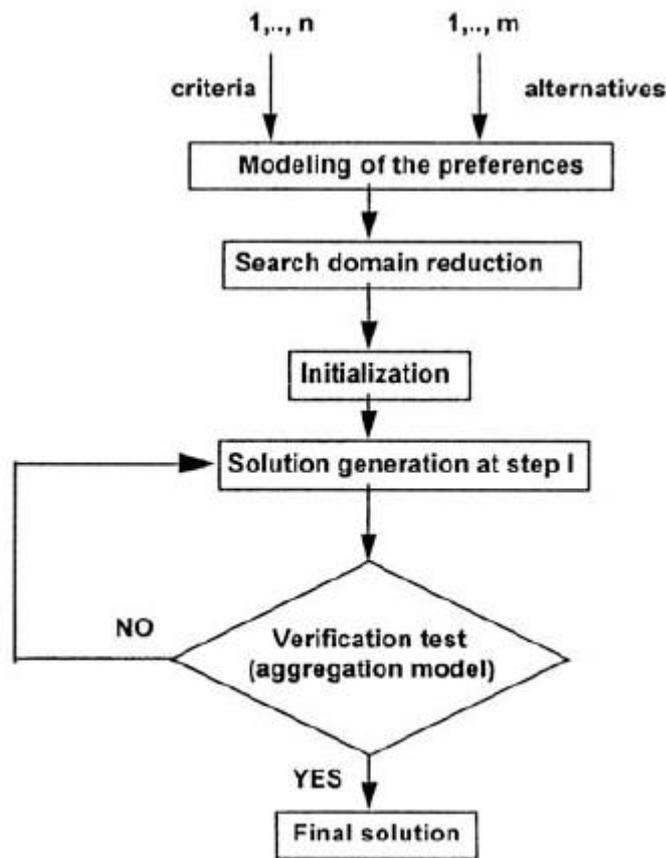


FIGURE 6.7 Conceptual scheme of the proposed algorithm.

Per modellizzazione delle preferenze si intende l'identificazione dei criteri da valutare. Per riduzione del dominio di ricerca si intende la selezione dei concorrenti principali sul mercato, trasformando l'iperspazio in un profilo discreto di valori. Segue l'inizializzazione, cioè fornire una soluzione iniziale da cui partire per applicare l'algoritmo. Procedura iterativa dell'algoritmo che, generata l'i-esima soluzione, la testa: si chiede infatti se è migliore delle alternative e se la risposta è SI l'algoritmo

28/10/2015

Ci occupiamo di trovare un modo di costruire il tetto della casa in modo semi - automatico; i legami che possono esistere tra le CT sono di tipo funzionale (velocità di apertura finestrino con la forza esercitata sullo sportello). Alcune CT influenzano molti requisiti in comune: considero due generiche caratteristiche tecniche v_i e v_j (con la freccia di vettore sopra) ed i legami funzionali tra essi. Interpretiamo le colonne della casa della qualità come dei vettori aventi come componenti dei simboli che uso per creare le relazioni con i requisiti; un modo per capire come un vettore si proietta su un altro è considerare il prodotto scalare. Sottolineiamo che se due caratteristiche influenzano gli stessi vettori è probabile che siano tra loro correlate (correlazione funzionale e non statistica). Le correlazioni così generate sono sintattiche: il fatto che ci sia una correlazione formale non implica che ci sia correlazione effettiva. Per vedere quanto un vettore è proiettato sull'altro considero l'operazione prodotto scalare:

$$\mathbf{v}_j \cdot \mathbf{v}_i = |\mathbf{v}_i| |\mathbf{v}_j| \cos\Theta$$

riconduciamo quindi i vettori ai relativi versori :

$$\frac{\mathbf{v}_j}{|\mathbf{v}_j|} = \mathbf{u}_j \quad \frac{\mathbf{v}_i}{|\mathbf{v}_i|} = \mathbf{u}_i \quad \mathbf{u}_i \cdot \mathbf{u}_j = \cos\Theta$$

Considero la **matrice delle relazioni** di un generico processo

$$R = \begin{matrix} & \begin{matrix} 0 & \% \\ \end{matrix} \\ \begin{matrix} \mathcal{E} \\ \end{matrix} & \begin{matrix} & \% \\ & \mathcal{E} \end{matrix} \end{matrix}$$

0 = legame forte

% = legame medio

\mathcal{E} = legame debole

Trasformo la matrice delle relazioni in matrice binaria :

$$\begin{matrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{matrix}$$

83

legame nonostante ci sia correlazione funzionale (ovvero che con il metodo non vede). Quindi esiste una correlazione sintattica ma la correlazione semantica è stabilita dal progettista.

EFFETTI NORMALIZZAZIONE DI LYMAN

	PESO	EC1	EC2	EC3	EC4	EC5	EC6	EC7	EC8	EC9	EC10	EC11
CR1	10	9	9	9	9	9	9	9	9	9		
CR2	90										9	9

Consideriamo questa situazione un po' paradossale, ma potenzialmente vera; consideriamo 2 requisiti e 11 caratteristiche tecniche: le importanze assegnate ai requisiti sono 10 e 90 (0.1 e 0.9) i legami che esistono tra requisiti e caratteristiche tecniche sono tutti legami forti. Se faccio la somma dei pesi che genera la prima riga, scopro che vale $w_1 = 9 \cdot 9 = 81$ $w_2 = 9 + 9 = 18$, se li moltiplico per il peso del requisito, trovo 810 e 1620. Se non introduco distorsioni il rapporto $810 / (810 + 1620) = 33\%$ per CR1 e $1620 / (810 + 1620) = 67\%$ per CR2. Il primo requisito valeva il 10%, ora che ho esplicitato i legami funzionali è salito al 33%, per il fatto che il primo requisito è legato a molte caratteristiche tecniche il suo peso è aumentato, ma questo può essere che è avvenuto solo perché influenzato da più caratteristiche. Questo è l'effetto della distorsione. Nasce un problema che ha scaturito molte riflessioni sulla necessità di abbattere questo fenomeno distorsivo.

$$\sum_{i=1}^n d_i \cdot r_{ij} = d_i \quad \text{se e solo se} \quad d_i \cdot \sum_{i=1}^n r_{ij} = d_i \quad \text{cioè} \quad \sum_{i=1}^n r_{ij} = 1$$

Prodotto del peso del requisito moltiplicato per i valori codificati della matrice delle relazioni. Se voglio che il peso, ovvero l'importanza del requisito non risulti alterato a seguito del legame con più o meno caratteristiche tecniche la sommatoria deve essere pari ad 1. Prima di applicare l'indipendent quality function devo attuare una normalizzazione: ogni simbolo codificato deve essere rapportato alla somma dei simboli codificati lungo tutta la riga, così da garantire l'inesistenza di fenomeni distorsivi nell'applicazione del metodo. Questo vuol dire che nella tabella di partenza non devo considerare il valore 9, ma il valore di $9 / \text{somma di tutti i valori}$

codificati $81 = 0,11$.
$$r_{ij}^{norm} = \frac{r_{ij}}{\sum_{i=1}^n r_{ij}} \quad \text{Cioè diventa}$$

	PESO	EC1	EC2	EC3	EC4	EC5	EC6	EC7	EC8	EC9	EC10	EC11
CR1	10	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11		

1) Strategia classica: se hai 2 oggetti da confrontare a e a' , si hanno a disposizione solo 2 possibilità (preferenza o indifferenza): o a è preferito ad a' , oppure a' è preferito ad a , oppure a indifferente ad a' (aPa' , $a'Pa$, ala'). Se esiste questa relazione binaria di preferenza o indifferenza tra 2 alternative, vale la proprietà transitiva (aPb e $bPc \rightarrow aPc$)

Ma quando si ha a che fare con problemi decisionali veri questa proprietà transitiva non è così scontata, e bisogna quindi considerare una relazione che dal punto di vista formale è più debole ma migliore dal punto di vista operativo, ovvero una **relazione binaria di surclassamento** che è descrivibile attraverso l'unione della relazione di preferenza, indifferenza e preferenza debole e non gode della proprietà transitiva. Essa tiene conto del fatto che il decisore possa avere delle incertezze nel dire se un oggetto è preferibile ad un altro. A surclassa A' se non si trovano ragioni sufficienti per dire il contrario. Tale relazione binaria è molto più soft di quella di preferenza stretta. Lascia al decisore un minimo di incertezza; se questo è vero tipicamente si usa un operatore S che è più debole dell'operatore P , che però non soddisfa la proprietà di transitività:

aSb , bSc , non è detto che aSc ; inoltre, possono valere contemporaneamente. aSa' & $a'Sa$

Questo è vero perché possono capitare delle situazioni in cui uno non sappia distinguere quale oggetto è meglio dell'altro. Gode quindi di una proprietà ovvero **l'incomparabilità N**: ci possono essere situazioni in cui il decisore non riesca a dire quale oggetto sia preferibile ad un altro e che quindi rinuncia alla comparazione.

Lo strumento utilizzato è **ELECTRE II**, composto da due fasi:

- 1) Modellizzazione del surclassamento
- 2) Regole di selezione su A a partire dal grafo di surclassamento

Nella prima fase si costruiscono 2 test che ci aiutano a discriminare o meno l'esistenza di surclassamento: test di concordanza e test di non discordanza.

Definiamo l'insieme

$J = \{1, \dots, N\}$ è l'insieme degli indici dei criteri di valutazione

$W = \{w_j : j \in J\}$ è il vettore dei pesi

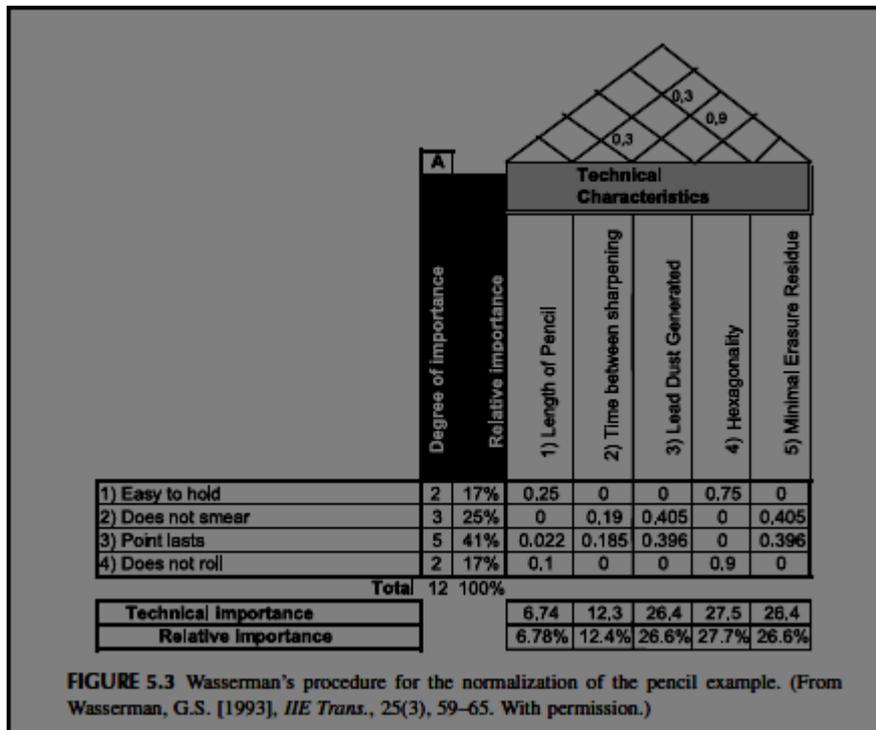
A questo punto definisco 3 macro criteri:

$J^+(a, a') \in J$

quindi non posso prendere una decisione. (ex confronto una 500 con una ferrari).
Tale meccanismo ci dice quando un criterio può bloccare un processo di decisione.

03/11/15

Problema: casa qualità della matita



Dobbiamo realizzare un ordinamento delle caratteristiche tecniche di un prodotto a partire da due elementi: legame tra i requisiti e caratteristiche tecniche tramite la matrice delle relazioni e abbiamo introdotto il metodo dell'Indipendet Scoring e cioè come a partire dall'importanza espressa da questi requisiti si possa costruire con un algoritmo di collegamento un ordinamento sulle caratteristiche tecniche.

L'importanza associata alla j-esima caratteristica è data dal prodotto dei pesi (d_i) per i simboli codificati (r_{ij}) relativi alla matrice delle relazioni:

$$W_j = \sum_{i=1}^n d_i \cdot r_{ij} \text{ per ogni } j$$

La codifica dei simboli è arbitraria, ci permette di fare dei collegamenti semplici ma genera dei problemi di distorsione. Si può fare di meglio rispetto all'usare l'indipendet scoring? La risposta è sì. Per dimostrare come i metodi multicriteria siano di supporto alla gerarchizzazione delle caratteristiche tecniche, considero i requisiti come i criteri del mio modello decisionale e le caratteristiche tecniche come

(a2,a1). La relazione di surclassamento non gode della proprietà transitiva.: quello che succede in una direzione non è detto che succeda nella direzione opposta.

Utilizzo i tre macrocriteri $J^-(a_i, a_j)$; $J^+(a_i, a_j)$, $J(a_i, a_j)$ per la costruzione della tabella.

Nella prima colonna ci sono le alternative a confronto.

$(W^++W^-)/W$ prima condizione del test di concordanza indica che la somma dei criteri a favore più i pesi dei criteri equivalenti deve essere superiore a una certa soglia k ; la seconda dice che il rapporto tra la somma dei pesi a favore e quelli contrari deve essere maggiore uguale di uno; affinché il test sia superato entrambe le condizioni devono essere verificate. Nel caso che stiamo esaminando il test di non discordanza, cioè dove si pongono eventuali condizioni di veto, non rientra nell'analisi. L'ultima colonna ci dice se la condizione di surclassamento è vera o no con soglia $K=0,66$.

(a,à)	$J^+(a,à)$	$J^-(a,à)$	$J(a,à)$	$(W^++W^-)/W$	$W^+/W^- \geq 1$	$aS_{Aà}$ ($k=0,66$)
A1,a2	1,4	-	2,3	0,34	No	No
A1,a3	1,4	-	2,3	0,34	no	no
A1,a4	3	2	1,4	0,66	si	si
A1,a5	1,4	-	2,3	0,34	no	no
A2,a1	2,3	-	1,4	0,66	si	si
A2,a3	-	1,4	2,3	0,34	no	no
A2,a4	2,3	-	1,4	0,66	Si	si
A2,a5	-	1,4	2,3	0,34	no	no
A3,a1	2,3	-	1,4	0,66	si	si
A3,a2	2,3	1,4	-	1	si	si
A3,a4	2,3	-	1,4	0,66	si	si
A3,a5	-	1,2,3,4	-	1	si	si
A4,a1	1,4	2	3	0,59	no	no
A4,a2	1,4	-	2,3	0,34	no	no
A4,a3	1,4	-	2,3	0,34	no	no
A4,a5	1,4	-	2,3	0,34	no	no
A5.a1	2,3	-	1,4	0,66	si	si
A5,a2	2,3	1,4	-	1	si	si
A5,a3	-	1,2,3,4	-	1	si	si
A5,a4	2,3	-	1,4	0,66	si	si

Nella seconda fase del metodo, si costruisce il grafo di surclassamento $Gr= (A,S_A)$, i cui nodi rappresentano le alternative e i cui archi orientati rappresentano le relazioni binarie (si, no) di surclassamento (le frecce indicano il verso di surclassamento; dove non c'è la freccia non c'è relazione); infine, si costruisce un preordine delle

dove le alternative che non avevano una dichiarazione di surclassamento esplicita, cioè dove era presente il circuito, sono state collassate in un insieme che le contiene entrambe: siccome non sono in grado di discernere quale sia l'alternativa migliore, io metto insieme queste due alternative tra loro equivalenti. Per quanto riguarda il resto del grafo le relazioni sono riportate come all'inizio. A questo punto, qual è l'alternativa che supera tutte le altre? È quella che non ha frecce rivolte verso sé stessa, se la relazione di surclassamento indica la presenza di una freccia da un'origine ad un arrivo, il nodo che non ha frecce è il nodo più importante, vuol dire che non è superato da nessuno. In questo caso tale nodo è l'accoppiata $\{a_5, a_3\}$. Ora, immagino di togliere il nodo selezionato e le relative relazioni. Fra i nodi rimasti, l'alternativa che non riceve frecce in ingresso è a_2 poi seguendo lo stesso ragionamento otteniamo a_1 e a_4 . L'ordinamento delle caratteristiche tecniche della casa della qualità ottenuto con l'utilizzo di questo metodo è il seguente: $\{a_5, a_3\}, a_2, a_1, a_4$. Con questo metodo, non ho operato alcuna codifica numerica dei simboli delle relazioni; data la casa della qualità si è stabilito un ordinamento tra le caratteristiche tecniche diverso da quello ottenuto con INDIPENDET SCORING che è $\{a_5, a_3\} > a_4 > a_2 > a_1$: le alternative più importanti sono le stesse, per le caratteristiche di importanza più bassa (ovvero per la “coda della classifica”) ho dei cambiamenti. In sostanza, si può dire che il metodo INDIPENDET SCORING è un metodo robusto che nonostante la codifica arbitraria dei simboli mi fa vedere quali sono le caratteristiche più importanti poi ci sono delle modifiche sulla coda rispetto al metodo multicriteri, il che non è un fatto patologico ma deriva dal fatto di usare un metodo rigido. Le metodologie multicriteri possono essere anche usate nell'algoritmo Q-bench per la costruzione del profilo ottimale dove però i criteri erano le caratteristiche tecniche e i concorrenti le alternative a confronto.

INDICATORI

Spunti sulla costruzione degli indicatori di prestazione

Gli indicatori spesso volte non sono una scelta, ma nascono da una necessità. La necessità di chi deve coordinare ambienti, strutture, processi in senso lato è la seguente: se si è chiamati a controllare un sistema complesso vista la nostra attitudine quantitativa siamo portati a costruire dei modelli.

- Perché l'uso di modelli nelle organizzazioni?
- 1) Previsioni
- 2) Controllo e misura delle prestazioni
- 3) Analisi costi/benefici
- 4) Supporto alle decisioni

Le difficoltà ..

Ma non è sempre facile costruire un modello, è sempre più complicato per coloro

di perdere qualche informazione.

L'indicatore HDI (Human Development Index)

Onu attraverso il programma United Nations Development Programme ha definito questo indicatore per raccontare quanto è più o meno sviluppata un'area geografica: esso è un indice composito il cui possibile obiettivo è servire a dare sussidi ai Paesi che ne hanno veramente bisogno; ha anche una valenza politica per far sì che governi, i quali pur avendo fondi per risollevare aree più povere li indirizzano verso altri scopi (armi, nucleare), possano indirizzarsi verso politiche più eque. È usato in molti Paesi per classificare le regioni (distretti, contee) in base al rispettivo livello di sviluppo o può anche essere usato come strumento di pianificazione dello sviluppo.

Ruolo e uso HDI

- per indirizzare i sussidi ai Paesi più poveri
- per spingere alcuni governi locali nella direzione di uno sviluppo più equo
- per tagliare i fondi alle Nazioni che intraprendono politiche di crescita non consone all'obiettivo dello sviluppo

Definizione: L'HDI è costruire per fotografare tre situazioni, come sintesi di tre elementi, è un indicatore composto che mira a sintetizzare:

- le aspettative di vita (la speranza di vita);
- il livello dell'educazione di un Paese;
- il prodotto interno lordo (Gross Domestic Product) pro-capite espresso in PPP\$ (purchasing power parity);

Definizione operativa del primo indice di HDI (come è stato inizialmente costruito poi ha subito delle modifiche, nel United Nations Development Report viene riportato ogni anno l'indicatore per ogni paese del mondo)

HDI è la media di 3 sub-indicatori :

- LEI (Life expectancy Index);
- EAI (Educational attainment Index);
- GDPI (Adjusted Gross domestic product pro-capite index)

Lo sviluppo che è un concetto astratto viene declinato in tre dimensioni. Analizziamo nel dettaglio come vengono costruiti questi tre sotto indici. Tutti gli indici sono normalizzati e il loro dominio è tra 0 e 1. Questa operazione non è indolore ma risente degli effetti della normalizzazione.

Definizione dell'indicatore LEI

LEI= (life expectancy at birth – 25)/(85-25)

life expectancy at birth: vita media di quella popolazione, è il valore atteso di anni