

# Tema 3

## Tècniques per el control i la millora dels processos

3.1. Concepte de procés i elements integrants

3.2. El control estadístic dels processos

3.2.1. Les set eines clàssiques de la qualitat

3.2.2. Les set noves eines de la qualitat

3.3. Les cinc S com a eina per a la millora dels processos

3.4. El cicle planificació-execució-control-acció

### **Bibliografia recomanada:**

- Berger, C., i S. Guillard, (2001): *Descripción gráfica de los procesos*, AENOR, Madrid.
- Galgano, A. (1993): *Calidad total*, Díaz de Santos, Madrid. Capítols 15, 16 i 17.
- Galgano, A. (1995): *Los 7 instrumentos de la calidad total*, Díaz de Santos, Madrid. Capítols 6 a 13.
- Heizer, J., i B. Render (2001): *Dirección de la producción. Decisiones estratégicas*, Prentice Hall, Madrid. Capítol 6 (p. 191-196) i suplement 6 (p. 211-225).
- Llorens, F. J., i M. M. Fuentes (2000): *Calidad total. Fundamentos e implantación*, Pirámide, Madrid. Capítol 8.

## 3.1. Concepte de procés i elements integrants

- **Concepte:** Un procés és qualsevol seqüència lògica d'activitats dissenyada per a generar un *output* preestablert per a uns usuaris identificats, a partir d'un conjunt d'*inputs* necessaris (exemples: procés de desenvolupament de productes, procés de producció, procés de distribució, procés de venda, procés de facturació, etc.).
- **L'organització** és una col·lecció/**conjunt de processos**.
- Cada procés té clients (aquells que depenen del procés o estan afectats pel procés) i proveïdors (aquells que subministren els *inputs* necessaris per al procés) → en una organització tothom és proveïdor d'algun **client**, siga **intern** o extern.
- L'objectiu de la **qualitat** necessita una **gestió adient dels processos**.
- **Tipus de processos:**
  - ☞ Indirectes, de direcció, funcionals i interfuncionals
  - ☞ Directes, d'operacions i de suport

- **Elements que integren els processos:**

- ☞ Accions o activitats que han de ser desenvolupades (**què es fa?**)
- ☞ Procediments i normes (**com es fa?**)
- ☞ Entitats implicades (**qui fa les coses?**):
  - ✓ actor intern (individu o unitat)
  - ✓ actor extern
- ☞ Eines (**amb què es fan les coses?**)
- ☞ **Informació** que ha de ser generada i/o utilitzada
- ☞ Circulació de la informació (**de qui?, cap a qui?, de què?, cap a què?**)
- ☞ **Inici del procés**: element que desencadena el procés
  - ✓ Fet inicial: element de partida del procés (ex.: comanda d'un client)
  - ✓ Altre procés: procés anterior que genera el procés actual (ex.: el procés de *tractament de no-conformitats* pot ser generat per un procés de *control*; el procés *buscar un candidat* desencadenarà el procés *seleccionar el candidat*)
- ☞ **Final del procés**
- ☞ **Indicadors (control del procés)**

## 3.2. El control estadístic dels processos

- **Concepte:** aplicació de tècniques estadístiques al control dels processos com a forma de garantir que els processos compleixen les especificacions.
- **Hipòtesi de partida:** la variació és una característica inherent a tots els processos.
- **Dos tipus de causes** que expliquen la variabilitat dels processos:
  - ☞ Variacions per **causes naturals o aleatòries:**
    - ✓ Fan que el resultat del procés tinga variació, encara que el procés es realitzi correctament.
    - ✓ Són infinites i no poden ser identificades individualment → la seua acumulació és la variació intrínseca del procés.
    - ✓ Són impossibles d'eliminar totalment, però són previsibles → la variabilitat que produeixen pot ser controlada.
  - ☞ Variacions per **causes assignables o imputables:**
    - ✓ Solen ser poques en nombre però importants, i apareixen esporàdicament.
    - ✓ Basades en causes específiques relatives a factors humans, materials o tècnics (ex.: desgast de maquinària, equips de treball mal ajustats, treballadors fatigats o insuficientment formats, etc.) → generen una variabilitat incontrolada.
    - ✓ Poden ser eliminades totalment, una vegada identificades.

- **Objectiu** del CEP: distingir objectivament els dos tipus de variació i eliminar les causes assignables o imputables (un procés està funcionant amb control estadístic quan les diferents causes de variació són totes naturals o aleatòries).
- Necessitat de **formació de tot el personal** en tècniques estadístiques:
  - ☞ L'excés de complexitat en tècniques ensenyades pot generar la impressió que el mètode estadístic és molt difícil → és difícil que el control de qualitat siga implementat amb èxit.
  - ☞ Eines estadístiques introductòries o bàsiques (tots els empleats): resolució del 95 % dels problemes empresarials.
  - ☞ Mètode estadístic avançat (enginyers i especialistes del control de qualitat).

## 3.2.1. Les set eines clàssiques de la qualitat

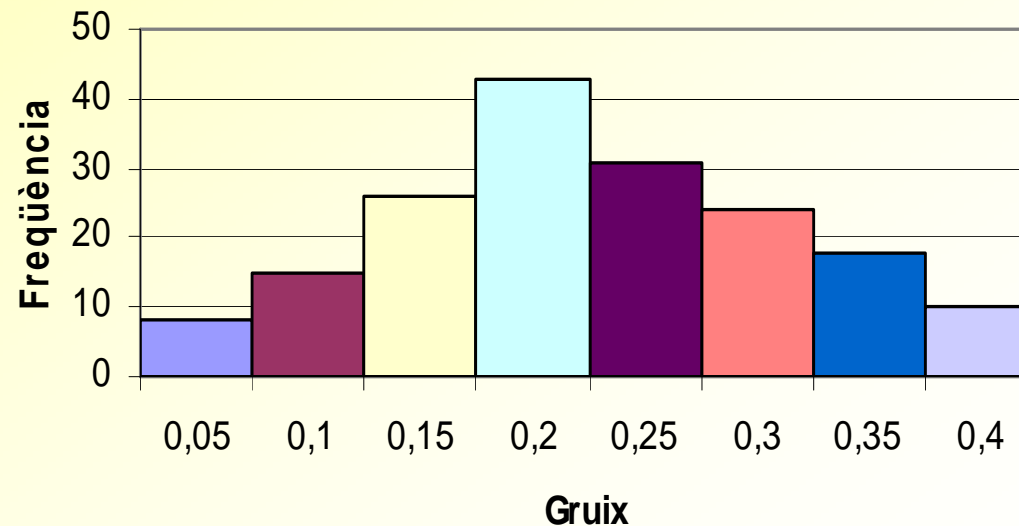
### 1. Full de verificació o de recollida de dades:

- ☞ Permet recopilar fàcilment i eficientment informació sobre els productes i processos.
- ☞ Verificar la distribució del procés, els productes defectuosos, la ubicació dels defectes, les causes dels defectes i el grau de compliment d'activitats programades.

Producte:		Data:
Etapla de fabricació:		Secció:
Tipus de defectes:		Responsable:
Total inspeccionat:		Lot:
Observacions:		Ordre:
TIPUS DE DEFECTE	CONTROL	SUBTOTAL
Trencament	IIII IIII III	13
Despreniment	IIII	4
Incomplet	IIII III	8
Ratllat	IIII IIII IIII IIII II	22
Altres	II	2
	TOTAL	49

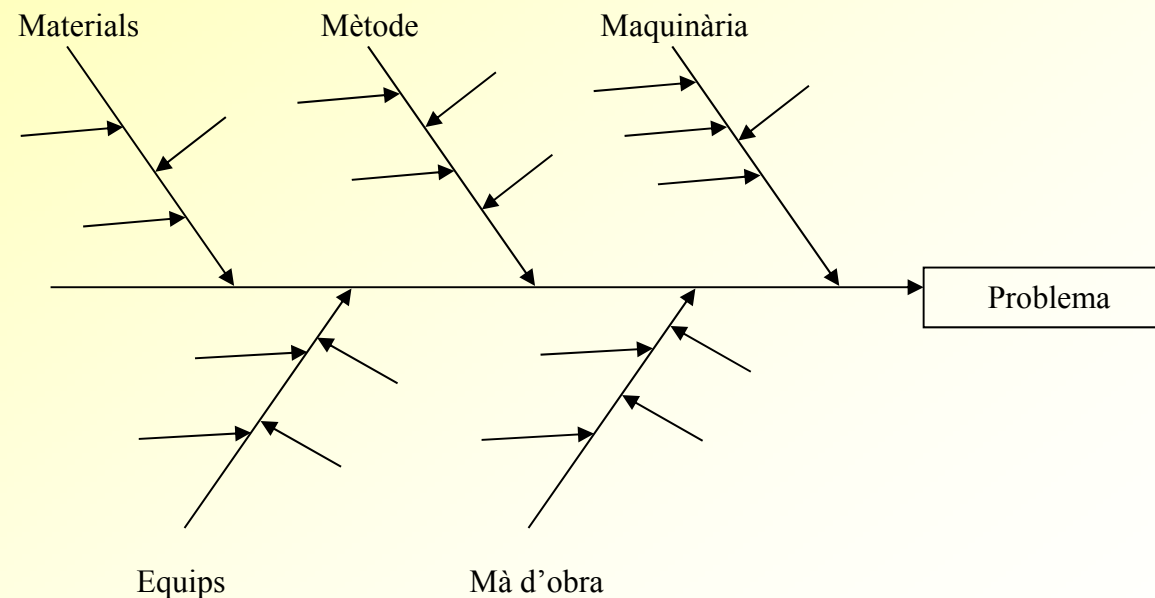
## 2. Histograma:

- ☞ Permet veure immediatament amb quina freqüència apareixen els diferents estats d'una variable → mostra el grau de variació d'un procés.
- ☞ Representació mitjançant un gràfic de barres (eix d'abscisses: característica o variable que cal estudiar; eix d'ordenades: freqüència).
- ☞ S'hi poden representar tant variables discretes com contínues (establint intervals anomenats *classes*).
- ☞ Utilitzacions:
  - ✓ Reflecteix la distribució d'una variable (normal, exponencial, etc.) → aplicació de tècniques mostrals per a avaluar i fer inferències de les característiques de la població total.
  - ✓ Permet analitzar si les mesures per a millorar la qualitat han resultat efectives mitjançant la comparació dels histogrames al llarg del temps.
  - ✓ Identificació d'anomalies en el procés o si s'està dins dels límits establits per al procés.



### 3. Diagrama causa-efecte, d'Ishikawa o d'espina de peix:

- ☞ Permet expressar gràficament el conjunt de factors que són causa d'un determinat problema.
- ☞ Nombre de causes principals no massa elevat (factors relacionats amb materials, maquinària, mà d'obra, mètodes o equips).
- ☞ Combinació amb altres tècniques (ex.: pluja d'idees).
- ☞ Utilitzacions:
  - ✓ Proporciona una metodologia racional per a la resolució de problemes.
  - ✓ Permet sistematitzar les possibles causes d'un problema.
  - ✓ Afavoreix el treball en equip en permetre que els treballadors aporten creativament les seues opinions.



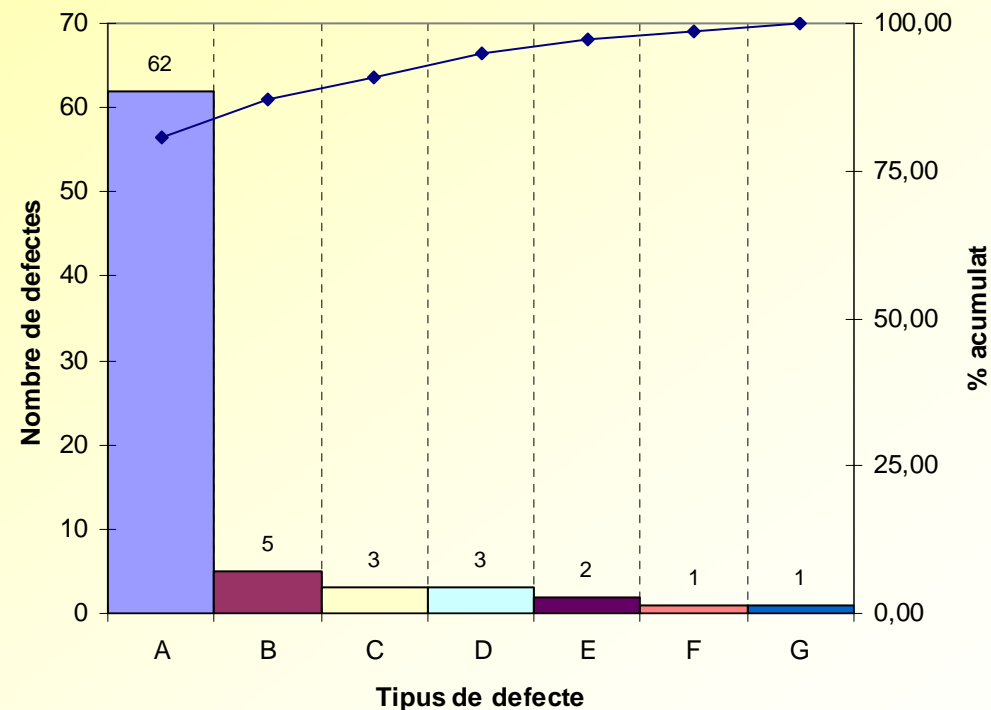


## 4.- Diagrama de Pareto:

☞ Basat en la llei de Pareto: al voltant del 20 % de les causes produeixen el 80 % dels efectes (pocs vitals, molts trivials).

☞ Utilitzacions:

- ✓ Permet detectar les principals causes d'un problema → establiment d'objectius prioritaris sobre els quals actuar.
- ✓ Gràcies a les freqüències acumulades, permet quantificar la importància relativa de les causes i comparar en el temps l'eficàcia de les mesures posades en marxa.



## 5. L'estratificació:

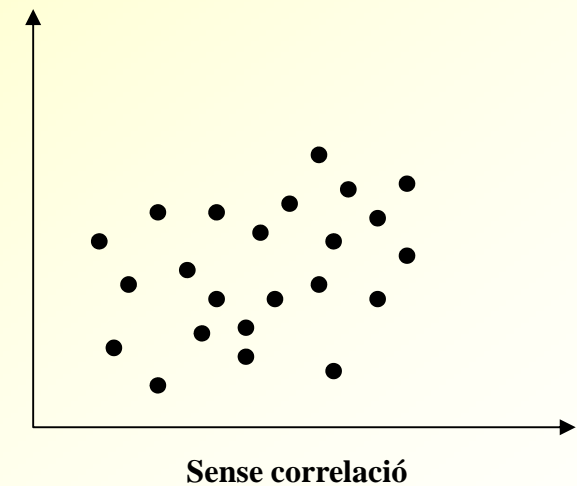
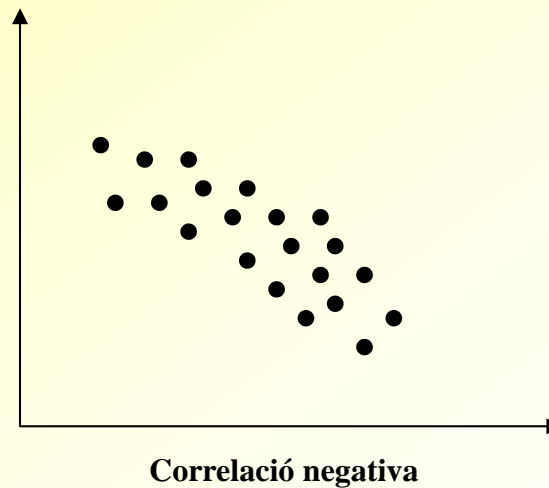
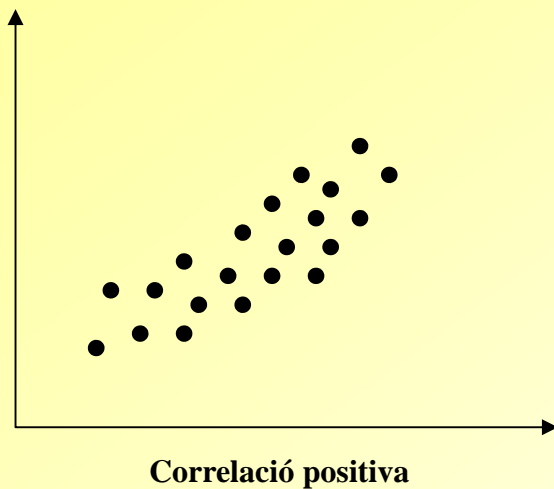
☞ Mètode estadístic que permet agrupar les dades en estrats en funció de característiques semblants.

☞ Utilitzacions:

- ✓ Facilita l'anàlisi de les dades identificant el grau d'influència que determinats factors poden tenir sobre un procés (ex.: data i hora de recollida de les dades, torn de treball, departament, edat i sexe dels operaris, etc.).
- ✓ S'utilitza com a base per a aplicar altres tècniques, com ara histogrames i gràfics de control.

## 6. El diagrama de correlació o de dispersió:

☞ Permet determinar, encara que de manera aproximada, l'existència d'una relació estadística entre dues variables (influeix el comportament d'una variable sobre el comportament d'altres?).



## 7. El gràfic de control:

- ☞ Un procés què està fora de control no pot ser millorat.
- ☞ Sota control, el procés és previsible, ja que els paràmetres del procés queden dins de dos límits (un d'inferior i un de superior) → les variacions del procés són degudes únicament a causes naturals o aleatòries.
- ☞ El gràfic de control ens ajuda a distingir entre variacions naturals i variacions per causes imputables.
- ☞ **Tipus de gràfics de control:** varien en funció de la naturalesa de les dades del gràfic.

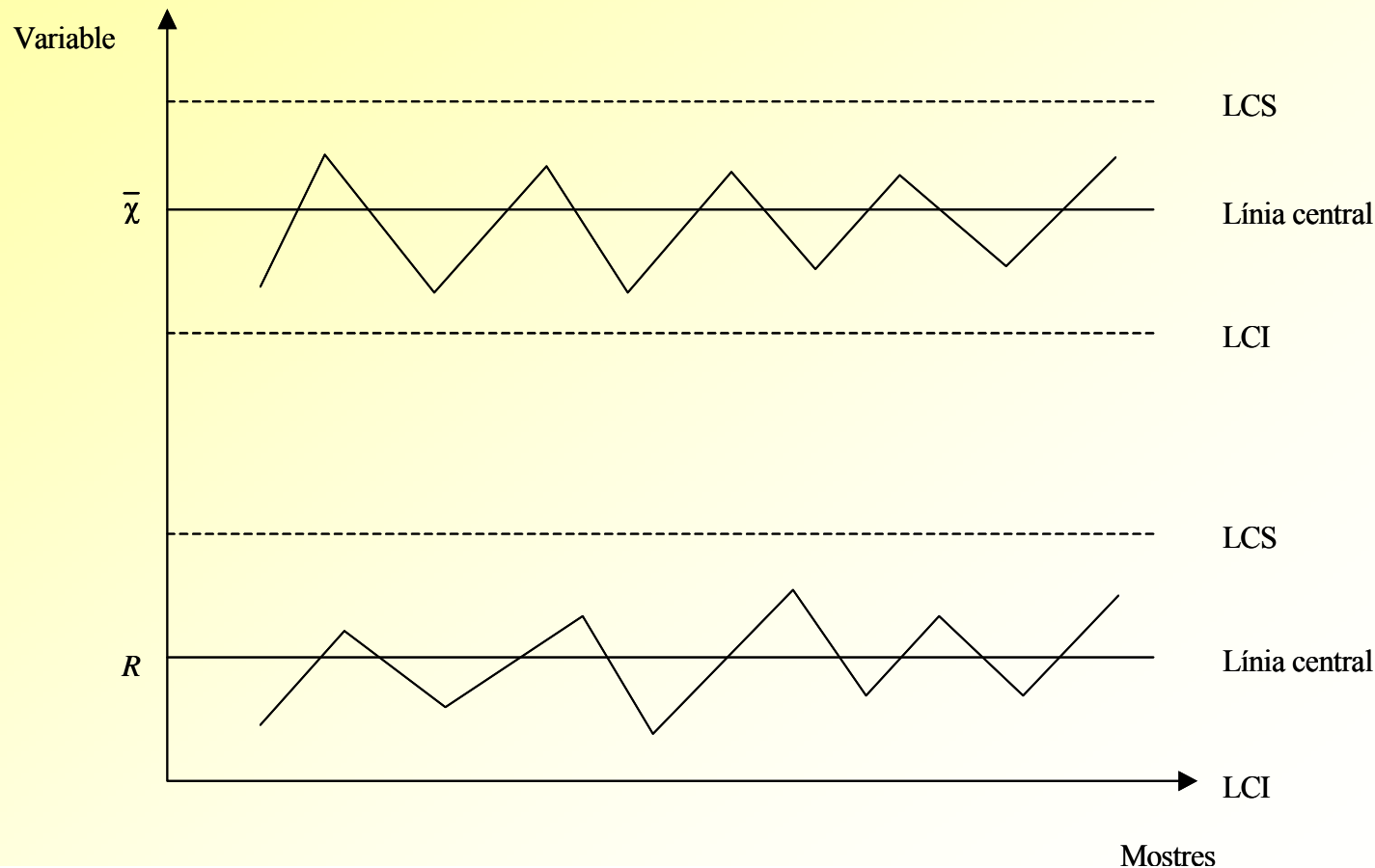
Tipus de dades	Exemples	Nom del gràfic	Objectiu de control
Contínues	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mesura</li><li>• Volum</li><li>• Pes</li><li>• Energia consumida</li><li>• Velocitat</li></ul>	$\bar{X}$	• Mitjana o tendència central
		$R$	• Recorregut o dispersió
Discretes	<ul style="list-style-type: none"><li>• % de fruites en mal estat</li><li>• % de comunicacions defectuoses</li><li>• % de llibres defectuosos en una editorial</li></ul>	$p$	• Proporció d'unitats no conformes d'una mostra
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Defectes per ordinador fabricat</li><li>• Defectes per motor elèctric fabricat</li><li>• Defectes per màquina elèctrica fabricada</li></ul>	$c$	• Nombre de no-conformitats per unitat (mesurar al mateix temps diversos atributs en un mateix producte/servei)

- **El gràfic de control per variables:**

☞ Les variables són característiques que tenen dimensions contínues i un nombre infinit de valors (ex.: pes, velocitat, temperatura, pressió, humitat, etc.).

☞ Per a supervisar un procés de naturalesa contínua, s'utilitzen gràfics de control per a la mitjana ( $\bar{x}$ ) i el recorregut ( $R$ ): el primer ens informa dels canvis en la tendència central del procés, i el segon ens indica increments o decrements en uniformitat.

☞ Quan el procés està controlat, els dos gràfics van igualats, ja que mesuren els dos paràmetres fonamentals del procés: la tendència central i la dispersió.



☞ Càlcul dels límits superior i inferior d'aquests gràfics:

✓ **Gràfic de mitjanes:**

➤ En el cas de conèixer la desviació estàndard ( $\sigma$ ) de la població del procés:

$\text{LCS} = \bar{\bar{x}} + z\sigma_{\bar{x}}$ $\text{LCI} = \bar{\bar{x}} - z\sigma_{\bar{x}}$	$\bar{\bar{x}}$ = mitjana de les mitjanes de les mostres
	z = nombre de desviacions estàndards normals (2 per a 95,5 % de confiança i 3 per a 99,73 %)
	$\sigma_{\bar{x}}$ = desviació estàndard de la mitjana de les mostres = $\sigma/\sqrt{n}$
	$\sigma$ = desviació estàndard de la població
	n = grandària de la mostra

➤ En cas de no conèixer la desviació estàndard ( $\sigma$ ) de la població del procés:

$\text{LCS} = \bar{\bar{x}} + (A_2 * \bar{R})$ $\text{LCI} = \bar{\bar{x}} - (A_2 * \bar{R})$	$\bar{\bar{x}}$ = mitjana de les mitjanes de les mostres
	$A_2$ = valor tabulat en funció de la grandària de la mostra
	$\bar{R}$ = recorregut mitjà de les mostres

✓ Gràfic de recorreguts:

$LCS = D_4 * \bar{R}$	$D_4$ i $D_3$ = valors tabulats en funció de la grandària de la mostra
$LCI = D_3 * \bar{R}$	$\bar{R}$ = recorregut mitjà de les mostres

Factors per a calcular els límits dels gràfics de control (3 sigma)			
Grandària de la mostra (n)	Factor de la mitjana ( $A_2$ )	Interval superior ( $D_4$ )	Interval inferior ( $D_3$ )
2	1,880	3,268	0
3	1,023	2,574	0
4	0,729	2,282	0
5	0,577	2,115	0
6	0,483	2,004	0
7	0,419	1,924	0,076
8	0,373	1,864	0,136
9	0,337	1,816	0,184
10	0,308	1,777	0,223
12	0,266	1,716	0,284

☞ Necessitat d'utilitzar conjuntament els dos tipus de gràfics per a poder seguir amb exactitud l'evolució del procés:

- ✓ pot variar la mitjana del procés però quedar iguals les dispersions,
- ✓ pot variar la dispersió del procés i no variar la mitjana de les mostres.

- **El gràfic de control per atributs:**

- ☞ Aquests gràfics permeten mesurar la no-conformitat d'una característica de qualitat  
→ classificació dels atributs en *defectuosos* i *no defectuosos* (ex.: nombre de xips d'ordinador que no funcionen en un lot determinat, nombre de lletres o dades mecanografiades incorrectament en un document, etc.).

- ☞ **Tipus de gràfics de control per atributs** més utilitzats:

- ✓ **Gràfic del percentatge de defectes en una mostra (gràfic  $p$ ):**

- S'utilitza quan el paràmetre que s'ha de tenir sota control està representat pel percentatge de defectes que hi ha en cada mostra.

- Encara que els atributs siguin bons o roïns, segueixen una distribució binomial, es pot utilitzar la distribució normal per a calcular els límits del gràfic  $p$  sempre que les dimensions de les mostres siguin grans.



➤ Càlcul dels límits:

$\text{LCS} = \bar{p} + z\sigma_{\bar{p}}$ $\text{LCI} = \bar{p} - z\sigma_{\bar{p}}$	$\bar{p}$ = mitjana total de no-conformitats
	z = nombre de desviacions estàndards normals (2 per a 95,5 % de confiança i 3 per a 99,73 %)
	$\sigma_{\bar{p}}$ = desviació estàndard de la distribució de la mostra = $\sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})/n}$
	n = grandària de la mostra

➤ Si  $\text{LCI} < 0 \rightarrow \text{LCI} = 0$  (és impossible que una proporció de defectes siga negativa).

✓ **Gràfic del nombre de defectes per unitat de mesura (gràfic c):**

- S'utilitza quan el paràmetre que s'ha de tenir sota control està representat pel nombre de defectes en cada unitat de mesura (ex.: errades en les paraules d'un periòdic, circuits danyats en un microxip, taques en una taula, queixes dels clients en un dia, etc.).
- Basats en la distribució de Poisson.

➤ Càlcul dels límits:

$LCS = \bar{c} + z\sqrt{\bar{c}}$	$\bar{c}$ = mitjana de defectes per unitat
$LCI = \bar{c} - z\sqrt{\bar{c}}$	$z$ = nombre de desviacions estàndards (2 per a 95,5 % de confiança i 3 per a 99,73 %)

➤ Si  $LCI < 0 \rightarrow LCI = 0$  (és impossible que el nombre de defectes per unitat siga negatiu).

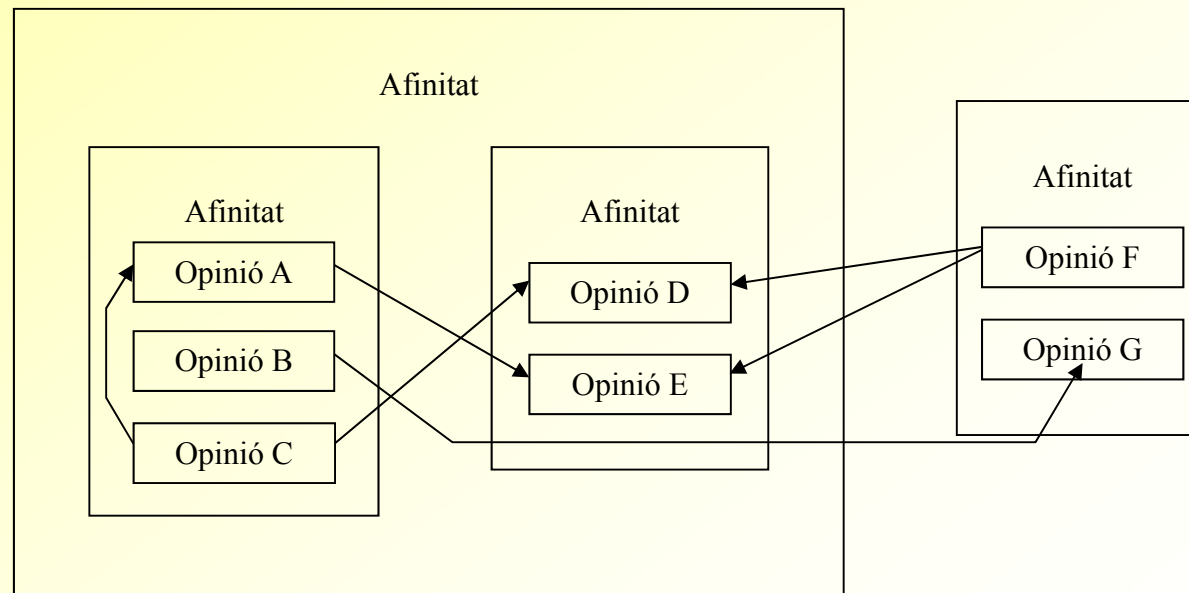
## 3.2.2. Les set noves eines de la qualitat

- Conjunt d'instruments no estadístics que tracten de captar de manera gràfica la part subjectiva i menys quantificable d'un problema.

<b>Instrument</b>	<b>Finalitat</b>
Diagrama d'afinitat	Sintetitzar, classificar i estructurar les idees poc definides
Diagrama de relació	Diferenciar les interrelacions entre causa i efecte
Diagrama d'arbre	Detallar des d'allò general fins al més particular
Matrius	Correlacionar de manera lògica per a avaluar, seleccionar i decidir
Diagrama de decisió	Identificar alternatives
Diagrama de fletxes	Planificar
Diagrama de flux	Representació de seqüència de tasques

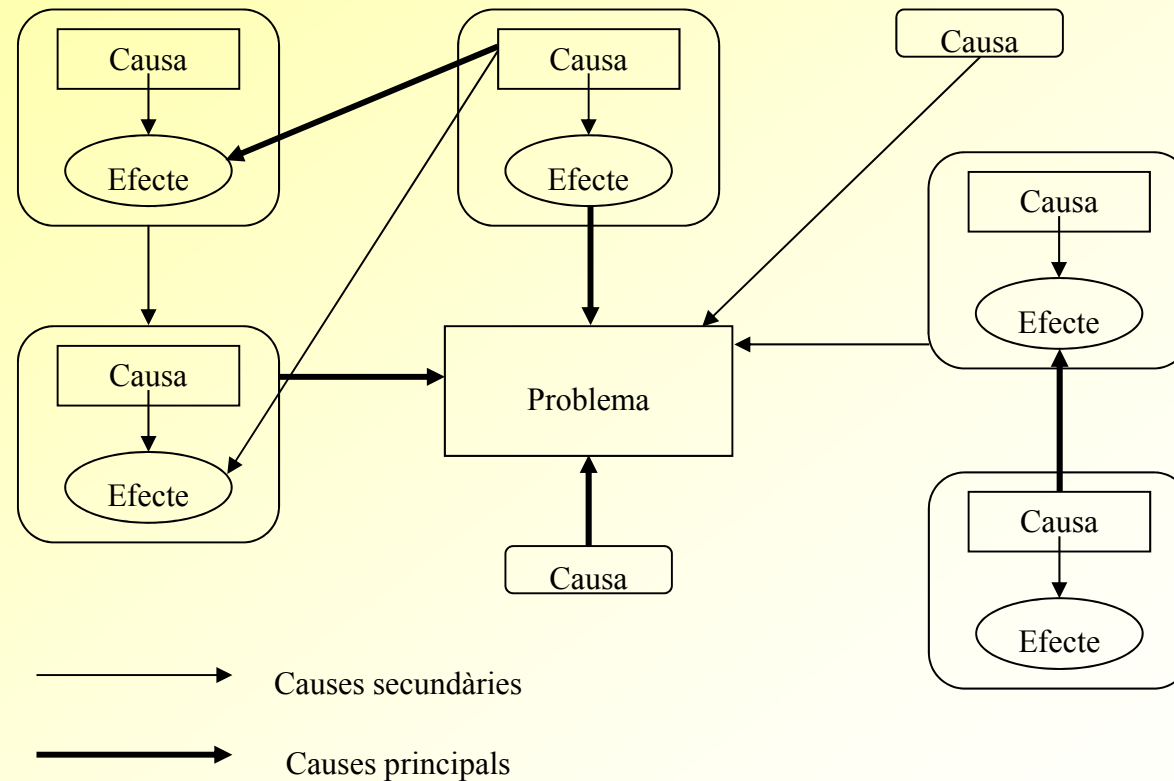
## 1. El diagrama d'afinitat:

- ☞ Conegut també com a *diagrama KJ*.
- ☞ Permet estructurar i classificar idees poc definides o poc clares amb la finalitat de simplificar els temes tractats.
- ☞ Les idees o conceptes s'agrupen en funció del grau de similitud que tenen.
- ☞ Facilita la identificació de relacions entre els diferents aspectes del problema i els estructura jeràrquicament.
- ☞ Avantatges:
  - ✓ Identificar amb més claredat el problema objecte de discussió.
  - ✓ Estructurar i concretar els punts importants d'un problema.
  - ✓ Afavorir la posada en comú de les idees i les relacions entre aquestes.



## 2. El diagrama de relació:

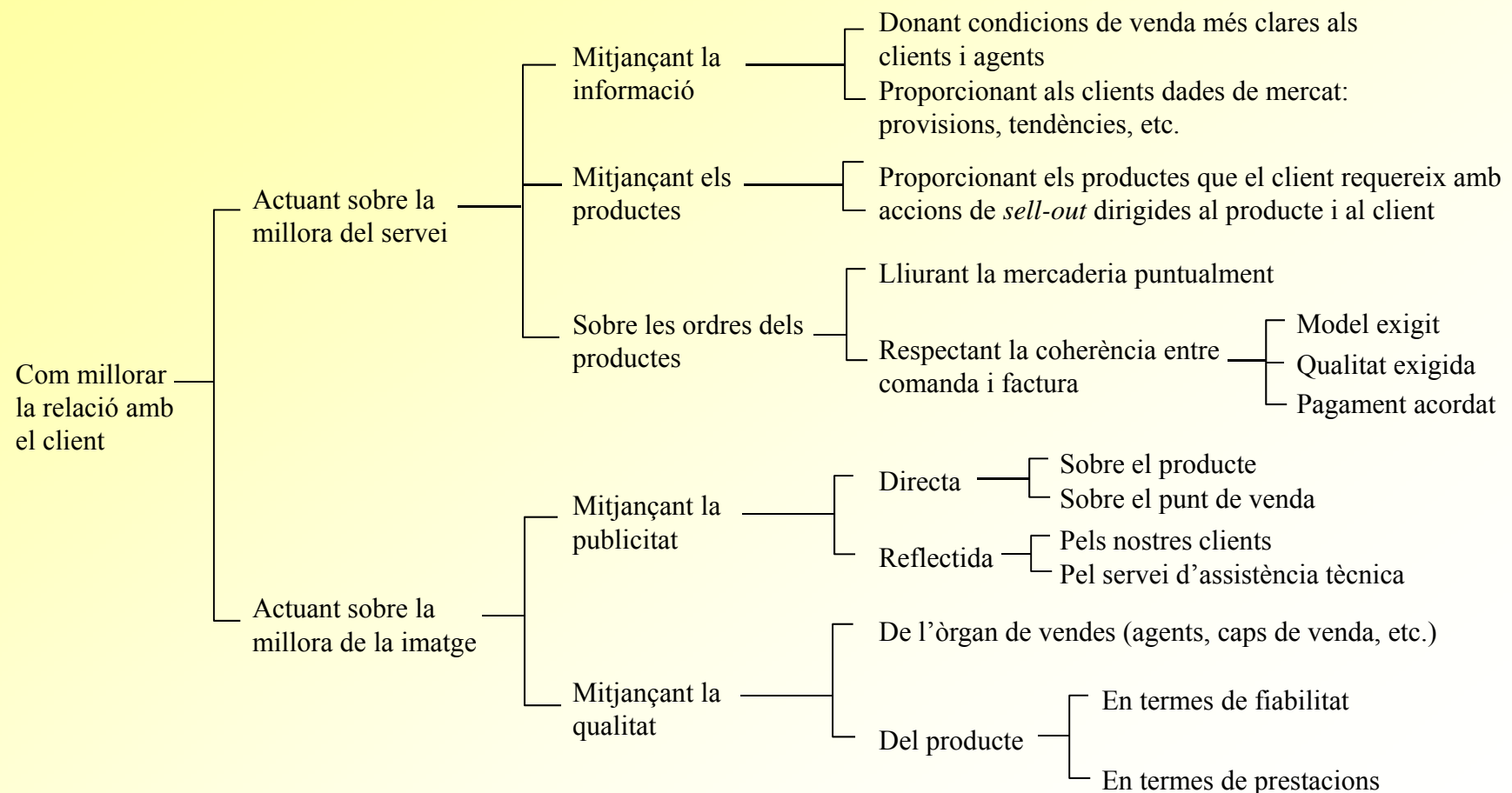
- ☞ Representa les diferents interrelacions que hi ha entre les causes i els efectes d'un problema.
- ☞ Facilita l'estructuració d'un problema.
- ☞ Té la mateixa lògica de fons que el diagrama causa-efecte.
- ☞ Permet reunir les diferents causes d'un problema i tenir una visió global de les relacions existents entre totes les causes.



### 3. El diagrama d'arbre:

☞ Permet dissenyar sistemàticament l'espectre complet de recorreguts i tasques necessaris per a abastar un objectiu primari i tots els objectius d'ordre inferior que se'n deriven.

☞ És el instrument bàsic de qualsevol activitat de desplegament (anàlisi des del més general fins al particular per a desenvolupar un objectiu mitjançant una sèrie d'accions cada vegada més concretes i definides).



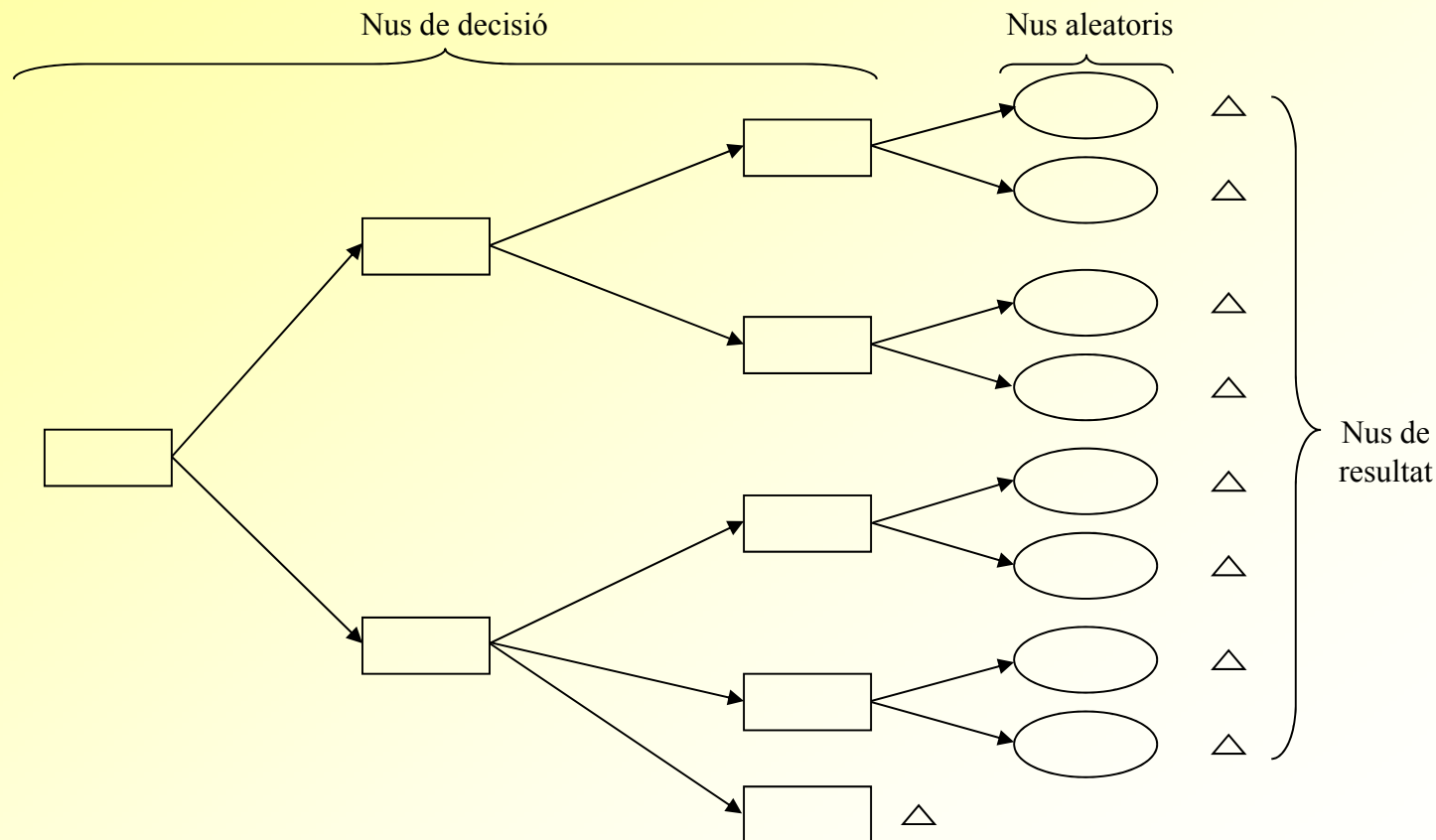
#### 4. El diagrama de matriu:

- ☞ S'utilitza quan hi ha dos o més tipus de factors que cal considerar en un tema i és necessari establir i quantificar les relacions entre ells.
- ☞ En les interseccions de la matriu es poden posar símbols que indiquen el sentit de la correlació o quantificar numèricament la intensitat de la correlació .

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>b</i> <sub>1</sub>	<i>b</i> <sub>2</sub>	.....	<i>b</i> <sub><i>j</i></sub>	.....	<i>b</i> <sub><i>n</i></sub>
<i>a</i> <sub>1</sub>							
<i>a</i> <sub>2</sub>							
.....							
<i>a</i> <sub><i>i</i></sub>							
.....							
<i>a</i> <sub><i>m</i></sub>							

## 5. El diagrama de decisió:

- ☞ Mostra els procediments o mètodes necessaris per a desenvolupar un projecte o procés i les possibles alternatives per a culminar-lo.
- ☞ Útil per al disseny de processos, ja que mostra les possibles contingències que poden aparèixer durant la seua realització (es proposa preveure, des de la planificació, tots els imprevistos que poden sorgir al llarg del procés i indicar els mètodes de prevenció corresponent, avaluant diferents alternatives).



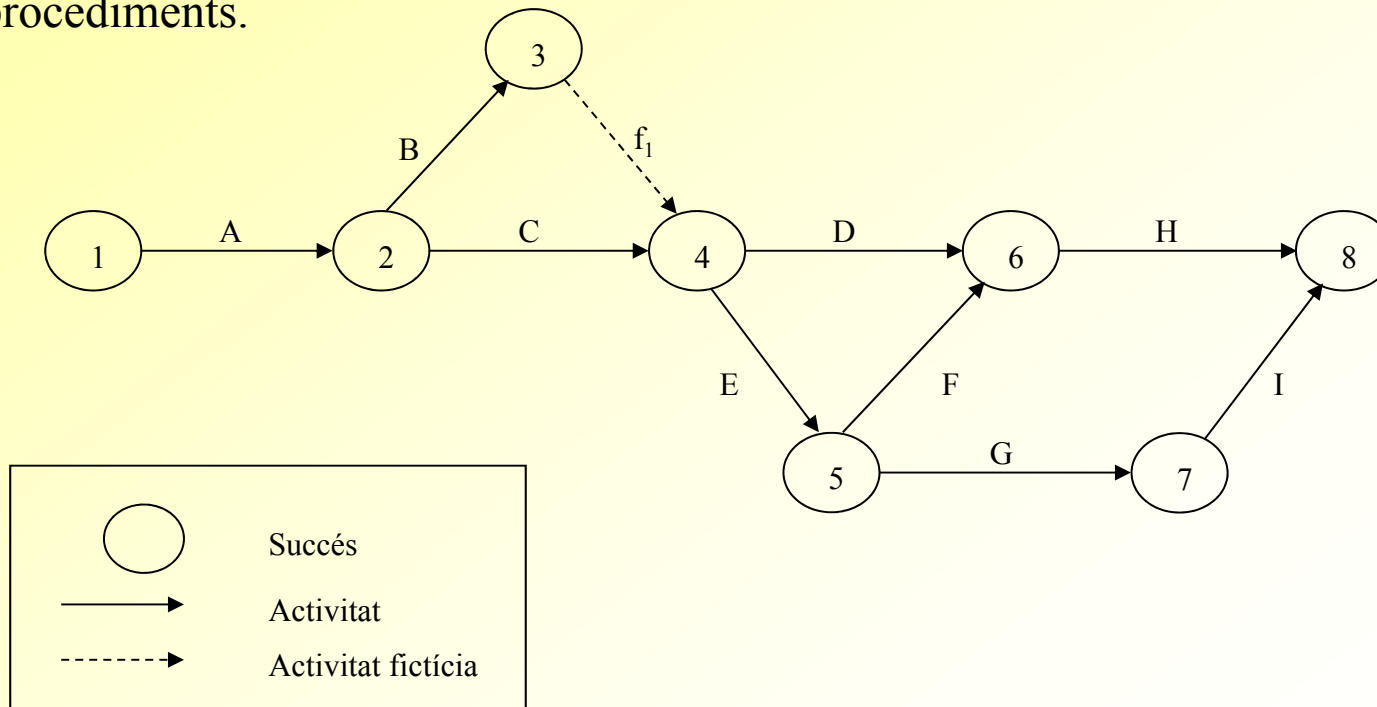


## 6. El diagrama de fletxes:

☞ Permet representar la seqüència d'activitats d'un projecte considerant els temps de realització d'aquestes i establint prioritats entre elles.

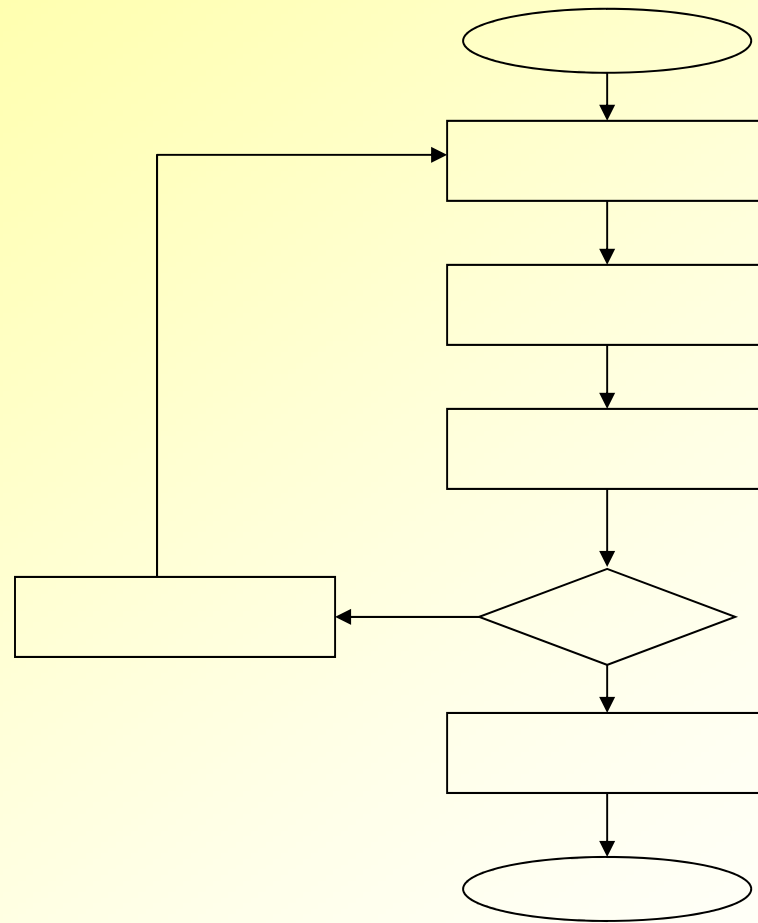
☞ Utilitats:

- ✓ Facilita la visualització completa de la interdependència entre les activitats principals d'un projecte.
- ✓ Permet identificar el recorregut crític (seqüència d'activitats que condiciona la durada del projecte).
- ✓ Permet controlar eficaçment l'evolució dels treballs i optimitzar temps i procediments.



## 7. El diagrama de flux del procés:

☞ Permet representar mitjançant símbols la seqüència de tasques que cal realitzar en un procés.



## 3.4. Les cinc S com a eina per a la millora dels processos

- El programa 5S pretén que l'activitat als llocs de treball siga ordenada i neta, i es mantinga l'entorn de treball d'acord amb les especificacions establides

SEIRI	SELECCIONAR	• Separar les coses útils de les inútils que s'acumulen al lloc de treball.
SEITON	ORDENAR	• Definir un mètode per a ordenar tots els objectes útils, seguint criteris de funcionalitat i de freqüència en l'ús.
SEISO	NETEJAR	• No embrutar per a no haver de netejar. Aprofitar les activitats de neteja implica inspeccionar per a detectar anomalies i deterioraments.
SEIKETSU	ESTANDARDITZAR	• Establir regles visuals de bon funcionament → consens. • Tots han d'estar d'acord per a plasmar en forma visual les mateixes regles de funcionament → Aprendre a treballar junts (acceptar regles de funcionament comú).
SHITSUKE	DISCIPLINA	• Rigor amb un mateix i amb els altres. Convertir la norma en hàbit.

- **Objectiu de les 5S:**

- ☞ Fer que varien de forma duradora els comportaments i les pràctiques diàries dels actors que prenen part en l'activitat de l'empresa.
- ☞ Facilitar la identificació de pèrdues que fins al moment estaven amagades, amb la finalitat d'analitzar-les millor i reduir-les.
- ☞ Millorar la seguretat, la qualitat i l'acompliment, i reduir les interrupcions.

- **Condicions per a l'èxit** del programa de les 5S:

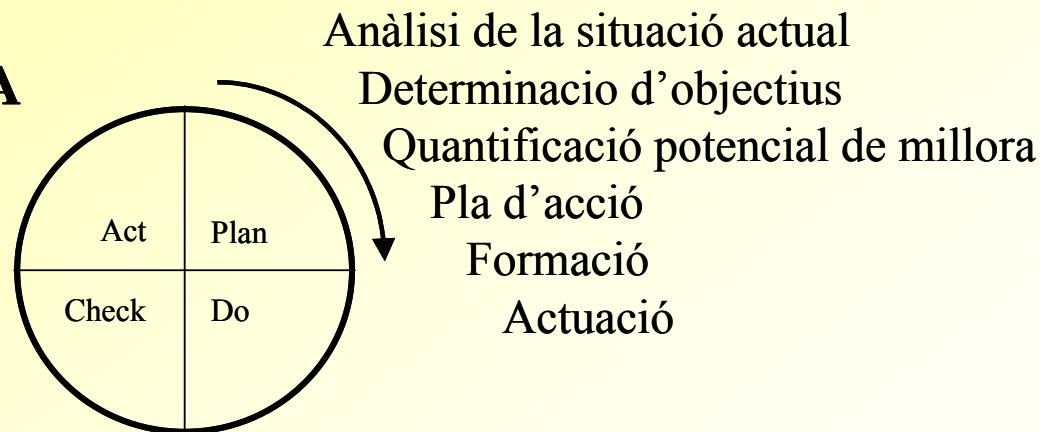
- ☞ Participació efectiva de tothom.
- ☞ Canviar les mentalitats i eliminar els obstacles per a l'acció (ex.: sempre s'ha fet així; hi ha problemes més importants per resoldre; no és la meua responsabilitat; no res canviarà; açò és impossible; etc.).

} Paper de la direcció

### 3.5. El cicle planificació-execució-control-acció

- *Kaizen* és un concepte japonès que significa millora contínua per mitjà de la modificació incremental d'un conjunt de processos establits.
- La dinàmica de millora contínua es desenvolupa a través d'un procés cíclic de quatre fases conegut com a *cicle PDCA* o *roda de Deming*.

#### El cicle PDCA



- **Fases del cicle PDCA:**

- ☞ **Plan** (Planificar): s'han d'adoptar metes, mètodes, responsabilitats, sistemes de mesura i calendaris detallats.
- ☞ **Do** (Fer): s'ha d'efectuar una aplicació efectiva. La formació i la capacitació són importants, però no poden considerar-se com a aplicació completa.
- ☞ **Check** (Comprovar): els resultats han de ser avaluats amb la finalitat de promoure noves millores (comparació entre rendiment i objectius).
- ☞ **Act** (Actuar): s'ha de fer en funció de l'avaluació dels resultats i repetir el cicle PDCA.

