

Tema 2: Millora de la Qualitat

- **Què és millorar?**
- **La definició del projecte i dels objectius**
- **Metodologia per a la millora**
- **Eines. Les 7 eines bàsiques d'Ishikawa:**
Plantilles, histogrames, diagrames de Pareto, diagrames causa-efecte, diagrames bivariants, estratificació, [gràfics de control]
- **Habilitats: El treball en equip**

1

En acabar aquest tema ha d'estar clar:

- Que per millorar cal quantificar. Identificar els indicadors i establir com mesurar-los és una de les tasques clau.
- Que qualsevol projecte de millora exigeix una definició clara: Quin és el problema, quins són els objectius, ... (a la pràctica els problemes no tenen enunciat, ni les dades que fan falta)
- Que millorar té un mètode (hi ha variacions sobre el mateix tema)
- Que l'ús d'eines senzilles pot ser molt útil en la resolució de problemes. No és veritat que com més sofisticada (difícil) sigui una eina més útil serà.
- En quines ocasions es poden utilitzar cadascuna de les eines vistes. Com s'utilitzen
- Que tenir èxit en els projectes de millora no només és un problema tècnic. Com en moltes altres facetes de la vida també són importants les habilitats per al treball en equip, el lideratge i la comunicació.

Què és millorar?



**Millorar és canviar el valor d'un indicador
en la direcció que interessi**

Si no tenim indicador no podem parlar de millora

**Totes les millores s'obtenen treballant en
oportunitats concretes. Els eslògans o les bones
intencions no tenen cap utilitat pràctica**

2

- En l'àmbit de la gestió de la qualitat, el concepte de millora està lligat a la quantificació d'allò que es vol millorar.
- Abans de llançar un projecte de millora és necessari identificar quins són els indicadors que millor serveixen per reflectir el canvi que es busca. També cal decidir com recollir les dades per mesurar els indicadors.
- Moltes vegades, identificar els indicadors i establir la forma de mesurar-los és la part més difícil del projecte.

Cóm millorar...?

... la qualitat de les classes

... la qualitat d'un servei de transport public

... la qualitat d'un component d'automòvil

3

... La qualitat d'un servei de transport públic:

Com percepren els clients la qualitat?: Comoditat, freqüència de pas (durant tot el dia o en hores punta?), Transport nocturn, puntualitat, informació sobre retards i incidències (pantalla en les parades?), preu ...

Suposem que es decideix concentrar els esforços en millorar la puntualitat: Com es mesura? Qui la mesura? On es mesura? (Sortida, arribada, parades intermitges ...)

Indicadors objectius: Són objectivables, no tenen a veure amb la percepció dels clients: Nombre d'autobusos que passen al dia.

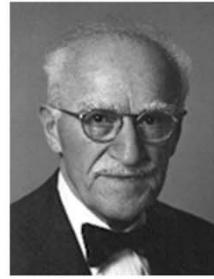
Indicadors subjectius: Percepció que el client té de la qualitat que rep. Es mesura a través d'enquestes.

Aspecte comú a tots els projectes de millora: El pressupost per a millora és fix, i segurament menys del desitjable. ("Cal millorar fent servir el cap, no els diners")

MEJORAR

Actividad organizada y sistemática encaminada a corregir las deficiencias de todo tipo creadas en nuestros procesos, productos y servicios por no haber sido capaces de diseñarlos y planificarlos perfectamente

Managerial Breakthrough (1964)



J.M. Juran

A partir de aquí las variantes son innombrables:

Gurús: Crosby, Kume, Moller, Arriortua...

Empresas: Ford, Philips, GM, hp, Sony...

Consultores: Goal QPC, AMSI, Joyner Ass. Rath&Strong, ...

Métodos: PDCA, DMAIC, ...

Programas de mejora con éxito: Aspectos comunes (1)

DIRECCIÓN
IMPLICADA

PROCESOS
VS.
DEPARTAMENTOS

PROCESOS
VS.
PERSONAS

- Dirección implicada.
Responsabilidades claras
- Todas las actividades se desarrollan a través de procesos interconectados
- Las relaciones entre los diversos departamentos de la organización son el origen de casi todos los problemas y de muchas oportunidades
- La mayor parte de oportunidades residen en mejorar (cambiar) los sistemas (procesos mal establecidos) y no las personas

5

Direcció: Hi ha alguna cosa en la que no hagi d'estar implicada la direcció? La manera de demostrar-ho és crear una Organització seria per a la millora.

Processos. Els departaments i les unitats tenen responsables a davant que s'ocupen de millorar-les, però les grans oportunitats sorgeixen tenint la visió de tot el procés (cosa que en general no es té) i veient els intercanvis entre unitats, les relacions entre proveïdors i clients, ...

Programas de mejora con éxito: Aspectos comunes (2)

FORMACIÓN Y APRENDIZAJE

- Aprender a mejorar. Entender que el proceso de mejora es un proceso de aprendizaje

OPORTUNIDADES CONCRETAS

- Todas las mejoras se obtienen trabajando en oportunidades concretas. Los eslóganes o buenas intenciones carecen de utilidad práctica

Método Científico (PDCA)

- Seguir una metodología basada en el ciclo PDCA aumenta los éxitos y minimiza la inversión

6

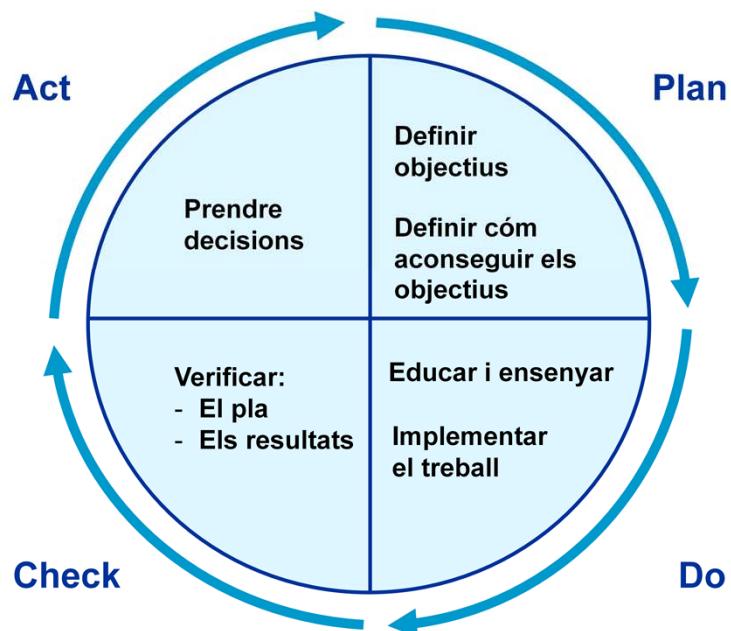
S'ha d'aprendre a millorar, no es tracta d'inventar-s'ho. En 30 anys de sistemes de millora hem après molt sobre les millors formes de fer-ho. De la mateixa manera que ningú es posaria a fer de banquer sense entendre el sistema creditici o a fabricar medicaments sense saber farmacologia, ningú hauria de posar-se a millorar sense aprendre.

Oportunitats concretes: la història de menjar-se un elefant mos a mos, un darrera d'un altre.

El famós cicle PDCA al que podem anomenar mètode científic, ja que en definitiva d'això es tracta. Es la millor eina d'aprenentatge de la humanitat ja que a ella devem el increïble desenvolupament en el que vivim. Millorar els nostres processos te molt a veure amb aprendre: què fer diferent, com afecten els factors, on hi ha ineficiències, perquè es produeixen errors, ... Y per respondre a aquestes preguntes la utilització de mètode científic i les eines associades, que són la base de tots els sistemes de millora exitosos, és la clau.

Metodologies de millora

Sempre basades en el cicle PDCA (Deming)



7

El cicle PDCA és un clàssic en la gestió de la qualitat.

Emfatitza:

- La necessitat de planificar qualsevol activitat definint en aquesta etapa els objectius que es prenen
- Fer el que s'ha planificat. Tenir en compte que potser caldrà formar als que hagin de fer-ho
- Comprovar com ha sortit
- En funció dels resultats obtinguts prendre les decisions que convingui.

Seis Sigma: Fundamentos

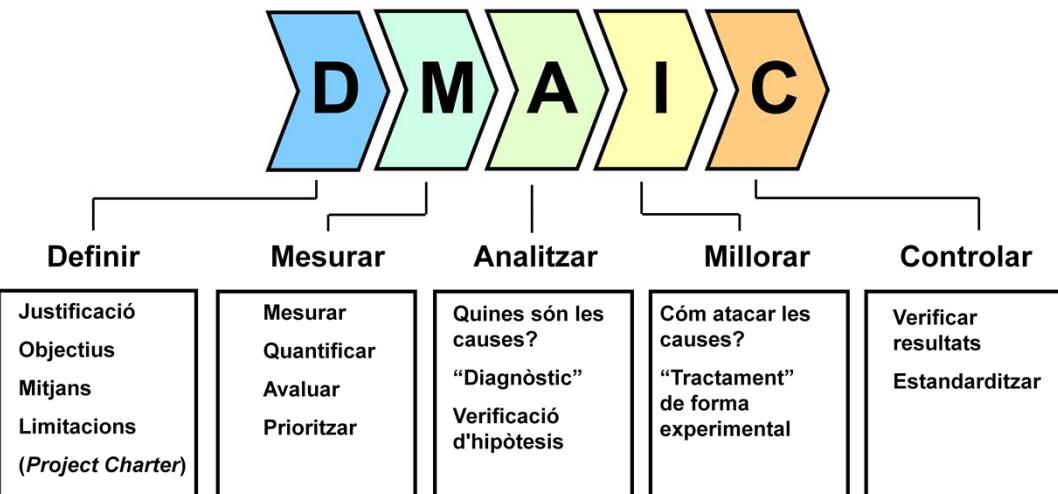
METODOLOGÍA DE MEJORA

BASADA EN:

- Centrarse en mejorar lo importante
- Medir y reducir variación
- Organización
- Metodología y herramientas

“Sis Sigma”

Etapes en els projectes de millora Sis Sigma



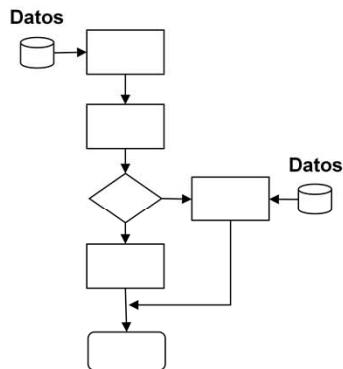
9

Sis Sigma proposa una forma de dur a terme els projectes de millora (a més d'altres coses)

Les etapes que planteja són una bona guia de la metodologia a seguir.

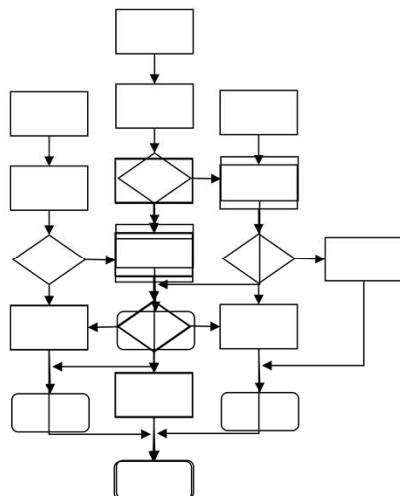
La definició del projecte de millora

Problema “de llibre”



Estructurat, clar.
Inclou les dades necessàries per a resoldre'l

Problema real



Embolicat, confus,
sense dades

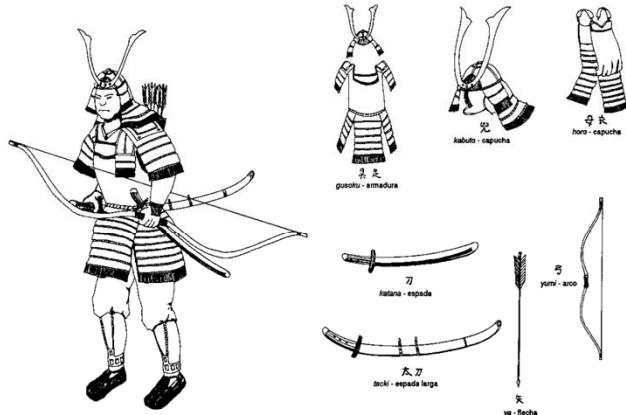
10

El primer és ordenar les idees. Plantejar el problema.

A continuació cal identificar els objectius, els indicadors, quantificar la situació de partida, ...

A la pràctica, mai els problemes es presenten ordenats i estructurats.

Les 7 eines bàsiques d'Ishikawa



- Plantilles
- Histogrames
- Diagrammes de Pareto
- Diagrammes causa-efecte
- Diagrammes bivariants
- Estratificació
- Gràfics de control

Il·lustració presa de H.S. Gitlow "Planificando para la Calidad" Ventura Ediciones. México, 1991

11

Kaoru Ishikawa (1915-1989), enginyer japonès. Va tenir una gran influència en el creixement i el desenvolupament de la gestió de la qualitat al Japó.

Una de les seves propostes més conegudes és que per assegurar la qualitat és més important que tothom entengui i utilitzi eines senzilles, en comptes de que només uns pocs utilitzin eines sofisticades.

Les eines que proposa són conegudes com les "7 eines bàsiques d'Ishikawa".

El cas del forn de pa

El propietari d'un forn de pa, preocupat per l'anunci d'una propera inspecció oficial, va decidir realitzar un estudi per analitzar la distribució del pes d'una determinada barra de pa.

elaboren el pa dos operaris (A i B) utilitzant dues màquines (1 i 2). Per realitzar l'estudi es va prendre diàriament una mostra a l'atzar de 4 peces de pa de cada màquina durant un període de 20 dies, obtenint els següents resultats:

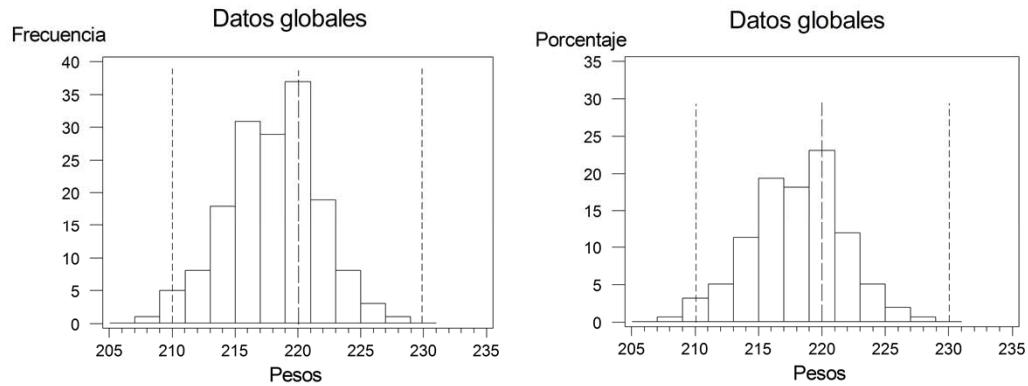
Dia	Ope.	Màquina 1				Màquina 2			
1	A	220.3	215.5	219.1	219.2	220.3	208.0	214.4	219.2
2	B	215.8	222.0	218.9	213.6	216.9	213.4	217.7	217.7
3	B	220.4	218.7	218.6	219.6	222.9	219.7	209.4	221.6
4	B	221.5	227.0	219.5	222.5	223.1	215.3	220.4	215.6
5	A	215.7	225.3	223.0	218.0	216.0	210.9	221.4	210.9
6	A	222.7	215.1	219.6	217.3	212.1	213.0	218.0	216.5
7	A	216.0	218.8	217.9	213.0	216.9	216.0	213.5	219.2
8	B	219.4	218.3	216.7	224.1	216.2	218.4	216.6	214.9
9	B	219.8	222.6	219.1	217.7	216.2	212.2	216.9	214.9
10	A	220.2	219.5	222.4	219.9	222.9	214.3	219.1	216.7
11	B	218.0	223.9	219.6	221.9	214.9	212.6	219.4	213.3
12	B	219.3	219.6	218.8	219.9	219.0	216.7	216.4	213.5
13	B	220.0	214.1	224.3	217.4	218.0	219.5	219.5	222.3
14	A	223.9	220.6	219.5	219.6	211.8	218.2	218.3	217.4
15	A	218.1	218.8	218.4	217.9	214.6	215.7	218.0	216.4
16	B	216.9	221.6	220.6	222.6	215.6	220.4	217.3	216.2
17	B	217.9	225.7	222.2	216.1	212.5	214.6	209.7	211.3
18	A	224.2	216.2	219.9	220.4	215.8	219.9	216.5	211.9
19	A	214.1	219.7	222.4	224.5	213.7	209.7	216.9	213.1
20	A	221.1	225.0	222.7	222.2	212.5	217.5	217.4	215.7

Si el pes nominal de les barres de pa és de 220 gr, però s'accepta com a normal una variació de ± 10 grams,

Quines conclusions es poden treure d'aquestes dades?

Quines recomanacions donaria vostè l'amo del forn de pa?

Histogrames: Visió general



13

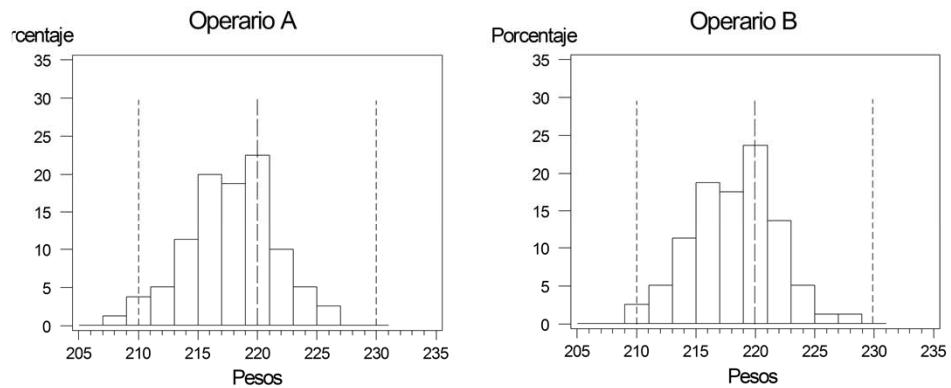
És important que l'eix horitzontal estigui marcat amb valors fàcils de llegir.

És més fàcil la interpretació de l' histograma si l'amplada dels intervals és número "rodó".

Assenyalar el valor objectiu i les especificacions permet veure com estem, de manera immediata.

Quan es comparen histogrames construïts amb diferent nombre de dades, és millor utilitzar percentatges o freqüències relatives en l'eix vertical.

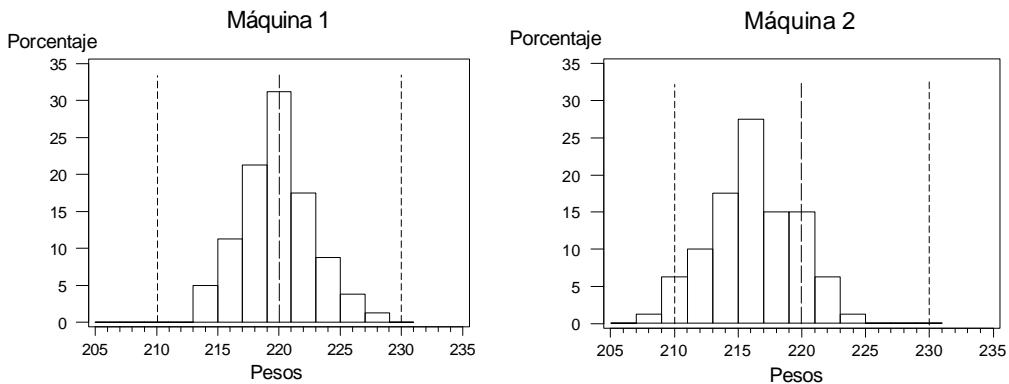
Histogrames: Comparació (1)



14

No hi ha diferència entre operaris.

Histogramas: Comparación (2)



11

La màquina 1 està centrada, i presenta una variabilitat compatible* amb les especificacions.

La màquina 2 està clarament descentrada.

El problema quedarà pràcticament* solucionat centrant la màquina 1.

Avantatges de fer servir histogrames per abordar aquest problema:

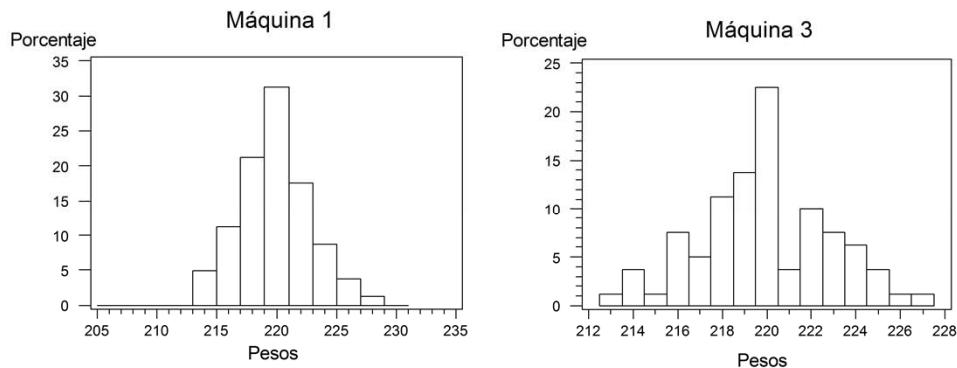
- És una eina fàcil d'entendre
- Posa de manifest de forma clara quin és el problema
- Permet comunicar de forma fàcil les conclusions obtingudes.

També es podrien construir histogrames per màquina i operari, però no posen de manifest res rellevant.

* Es seguiran produint algunes unitats fora de toleràncies.

Histogrames: Exercici

Produeixen les màquines 1 i 3 amb la mateixa dispersió?



16

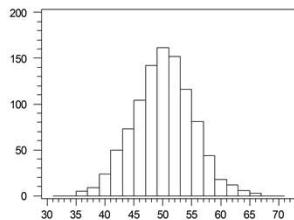
¡Atenció a les escales!

Quan es comparen histogrames l'escala de l'eix horitzontal ha de ser igual en tots ells. Si són diferents és molt fàcil cometre errors.

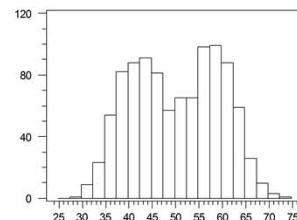
Els programes adaptén l'escala a la variabilitat de les dades. Cal forçar que les escales siguin iguals.

Els dos histogrames d'aquesta transparència s'han construït amb les mateixes dades.

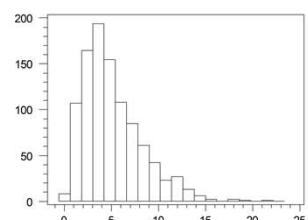
Tipus d'histogrammes



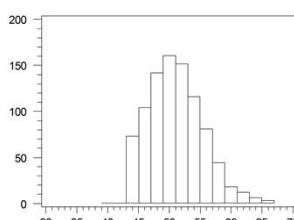
Variabilitat natural



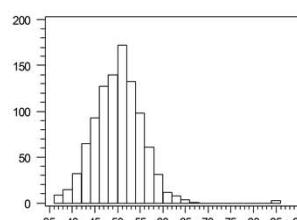
Bimodal



Esbiaixat a la dreta



Censurat



Amb anomalies, errors, etc.

17

- Variabilitat natural: La que s'espera quan només influeixen causes aleatòries.
- Bimodal: Mescla de dades que provenen d'orígens diferents (diferents poblacions)
- Esbiaixat: Algunes variables presenten aquesta distribució: Per exemple, les que tenen un zero natural, com la variància mostra.
- Censurat: Segurament les unitats mesures s'han sotmès a un procés d'inspecció i s'han separat les que estaven fora de toleràncies.
- Amb anomalies, errors ... Poden ser errors en la recollida de les dades o unitats amb un comportament molt diferent de la resta.

Histogrames

Utilitat

Mostra la forma que segueix un conjunt de dades i la seva dispersió

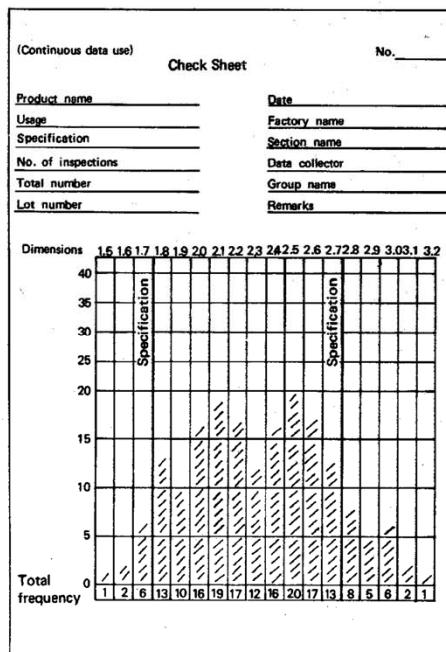
Avantatges

- Revela la mitjana, la variabilitat de les dades i la forma de la distribució
- Permet detectar anomalies, l'existencia de datos que provenen de dues distribucions diferents, els valors que apareixen amb major freqüència, etc.

Limitacions

No reflexa la información temporal de les dades

Plantilles. Exemple: Histograma “en directe”



I il·lustració agafada de: K. Ishikawa "Guía de Control de Calidad" UNIPUB, Nueva York, 1985

Figure 4.1 Check sheet for production process distribution

19

Construir histogrames a mà és una tasca força laboriosa.

Introduir les dades en un ordinador no sempre resulta pràctic.

Una bona solució és dissenyar una plantilla de forma que al anotar les dades es vagi construint l'histograma.

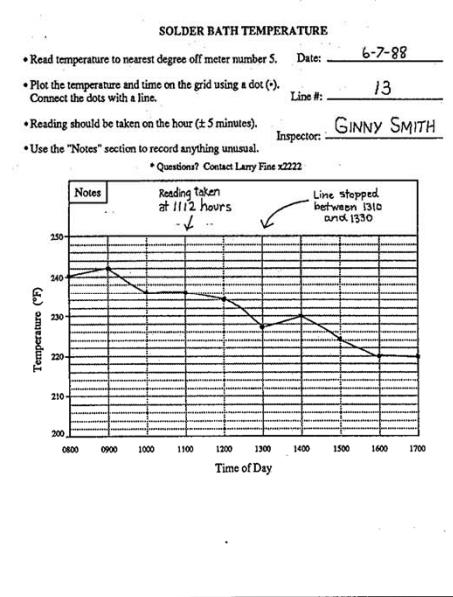
Avantatges:

- Facilitat d'anotació
- Menys treball
- L'anàlisi és immediat

Plantilles. Exemples

SOLDER BATH TEMPERATURE																									
<ul style="list-style-type: none"> • Read temperature to nearest degree off meter number 5. • Record the temperature in the table below. • Reading should be taken on the hour (± 5 minutes). • Use the "Notes" section to record anything unusual. 																									
Date: <u>6-7-88</u>	Line #: <u>13</u>																								
Inspector: <u>GINNY SMITH</u>																									
* Questions? Contact Larry Fine x2222																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center; padding: 2px;">Time of Day</th> <th style="text-align: center; padding: 2px;">Temperature (°F)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="text-align: center; padding: 2px;">0800</td><td style="text-align: center; padding: 2px;">240</td></tr> <tr><td style="text-align: center; padding: 2px;">0900</td><td style="text-align: center; padding: 2px;">242</td></tr> <tr><td style="text-align: center; padding: 2px;">1000</td><td style="text-align: center; padding: 2px;">236</td></tr> <tr><td style="text-align: center; padding: 2px;">1100</td><td style="text-align: center; padding: 2px;">236</td></tr> <tr><td style="text-align: center; padding: 2px;">1200</td><td style="text-align: center; padding: 2px;">234</td></tr> </tbody> </table>	Time of Day	Temperature (°F)	0800	240	0900	242	1000	236	1100	236	1200	234	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center; padding: 2px;">Time of Day</th> <th style="text-align: center; padding: 2px;">Temperature (°F)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="text-align: center; padding: 2px;">1300</td><td style="text-align: center; padding: 2px;">227</td></tr> <tr><td style="text-align: center; padding: 2px;">1400</td><td style="text-align: center; padding: 2px;">230</td></tr> <tr><td style="text-align: center; padding: 2px;">1500</td><td style="text-align: center; padding: 2px;">224</td></tr> <tr><td style="text-align: center; padding: 2px;">1600</td><td style="text-align: center; padding: 2px;">220</td></tr> <tr><td style="text-align: center; padding: 2px;">1700</td><td style="text-align: center; padding: 2px;">220</td></tr> </tbody> </table>	Time of Day	Temperature (°F)	1300	227	1400	230	1500	224	1600	220	1700	220
Time of Day	Temperature (°F)																								
0800	240																								
0900	242																								
1000	236																								
1100	236																								
1200	234																								
Time of Day	Temperature (°F)																								
1300	227																								
1400	230																								
1500	224																								
1600	220																								
1700	220																								

Notes: -1100 hours reading taken at 1112
-The line was stopped between 1310 and 1320



Il·lustracions agafades de Juran Institute "Quality Improvement Tools" Material didàctic per a cursos, 1989

20

Zones obligades en qualsevol plantilla:

- Identificació: Persona que recull les dades, data, lloc, ...
- Instruccions: Com i quan es prenen les dades que s'anoten
- Espai per a les dades: Pensat per facilitar l'anàlisi
- Notes: Espai en blanc per a observacions.

La plantilla de la dreta permet una anàlisi de les dades més immediat que la plantilla de l'esquerra

Plantilles. Exemples

Equipment	Worker	Monday		Tuesday		Wednesday		Thursday		Friday		Saturday	
		am	pm	am	pm	am	pm	am	pm	am	pm	am	pm
Machine 1	A	00X●	0X	000	0XX	000X	0000	0000	0XX	0000	00	0	XX●
	B	0XX●	000X	0000	000X	0000	0000	0000	000X	00XX	0000	00X	000●
Machine 2	C	00X	0X	00	●	0000	0000	00	0●	00△	00□	△0	0□
	D	00X	0X	00	000●	000●	0000	0●0	00△	00△△	0●0	□00X	XX0

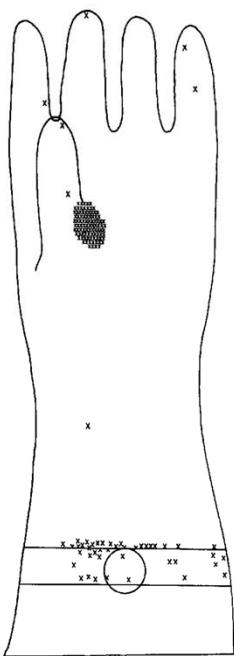
Figure 4.5 Defective cause check sheet

- O : surface scratch
- X : blowhole
- △ : defective finishing
- : improper shape
- : others

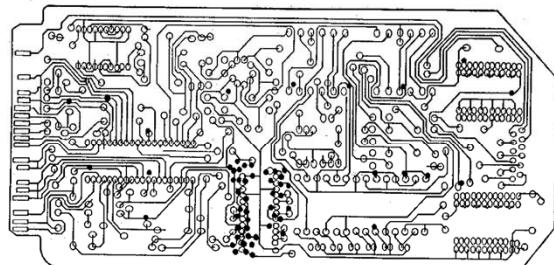
Il·lustració agafada de: K. Ishikawa "Guía de Control de Calidad" UNIPUB, Nueva York, 1985

Plantilla una mica "lletja" però que permet analitzar els tipus de defecte estratificant per: Màquina, torn, operari i dia de la setmana.

Plantilles. Exemples



Il·lustració agafada de: J.M. Juran
"Manual de Calidad. McGraw-Hill, Madrid
2001



Il·lustració agafada de: H. M. Wadsworth et al. "Modern Methods for Quality Control and Improvement" Wiley, 1986

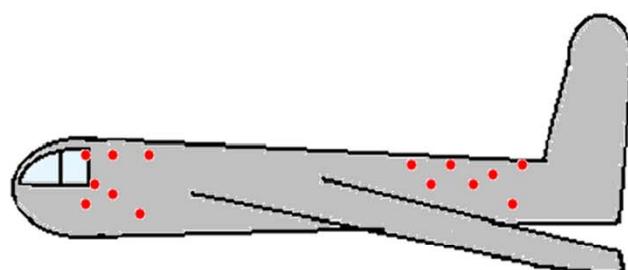
22

Diagrames de concentració.

No sempre una plantilla és un formulari en el que s'apunten números.

Molt útils per a identificar la localització de defectes.

Plantilles. Exemple: Avions britànics a la II Guerra Mundial



Quines zones cal reforçar?

23

L'aviació britànica va dissenyar un pla per millorar el disseny dels seus avions en la Segona Guerra Mundial. L'objectiu era evitar que fossin abatuts.

Van construir un model de fusta i van anar marcant els impactes que tenien els avions quan tornaven de les seves missions d'atac.

Al cap d'un temps el model estava ple d'impactes, però no repartits d'una manera uniforme. Unes zones tenien molts impactes i altres cap ...

Plantilles per a la recollida de dades

Utilitat

S'usen per recollir dades que seran analitzades

Avantatges

- Faciliten la recollida de dades i la fan més consistent
- Eviten confusions
- Faciliten l'anàlisi posterior de les dades

! Si volem fer un anàlisi de les dades estratificat, cal que ho tinguem en compte des del principi de la recollida de dades

El cas de la línia d'envasat

La direcció d'una fàbrica, alertada per l'allau de queixes rebudes últimament, decideix posar en marxa un pla per assegurar el compliment de la normativa en vigor sobre toleràncies en el pes de productes envasats.

Assessorats per un expert, consideren que el primer pas a realitzar és implantar un control estadístic del procés d'envasat en la línia més important que és la que prepara sacs de 5 kg.

No obstant això, sorgeixen alguns problemes. Els operaris responsables de la línia manifesten un gran escepticisme en el mètode de control proposat i afirmen que el problema no rau en una manca de control sinó que tota la línia és obsoleta i cal canviar-la íntegrament.

De fet, la línia està composta per diversos mòduls i amb freqüència és necessari aturar-la per avaria en algun d'ells (no sempre la causa és la mateixa). Els operaris dediquen una gran part del temps a solucionar avaries i a tornar a posar la línia a règim, i és precisament en aquests períodes quan el procés està més descontrolat.

Realment, tal com està la situació, no té massa sentit fer un control estadístic del procés. D'altra banda, l'empresa no considera oportú tirar endavant la inversió de canviar tota la línia, aquesta seria una inversió massa gran i hi ha d'altres molt més urgents.

¿Què fer llavors?

Seguir com fins ara donant mala qualitat i mala imatge al mercat i incomplint la normativa en vigor.

Omplir els sacs per excés (regalar producte) per assegurar que difícilment es donarà menys del valor nominal

Canviar, malgrat tot, la línia d'envasat

.....?.....

Pareto: Tabulació de les dades

Causa	Nombre de parades			Temps de parada (hores)		
	Matí	Tarda	Total	Matí	Tarda	Total
Ruptura del fil	18	24	42	20	51	71
Cinta	15	10	25	150	100	250
Vibrador	92	88	180	62	130	192
Vis sens fi	1	6	7	2	10	12
Agromullament	0	1	1	0	1	1
Ruptura del sac	2	1	3	4	5	9
Altres	1	0	1	8	2	10

26

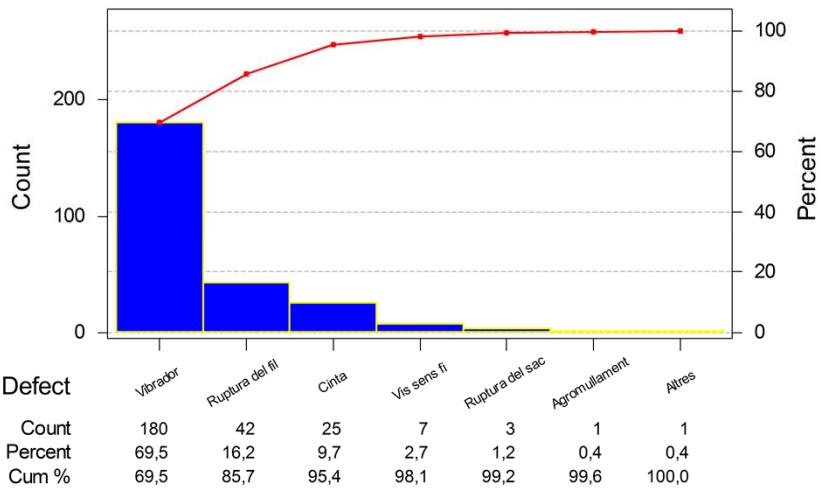
No sempre la causa d'aturada és la mateixa ...

Si es prenen dades (cal prendre decisions sobre la base de dades!) S'observa que hi ha unes poques causes que ocasionen moltes parades, i moltes causes que originen poques.

Principi de Pareto: Poques fonamentals, moltes triviales.

Diagrames de Pareto: Aspecte

Diagrama de Pareto per al nombre de parades



27

Diagrama de Pareto: Millor forma de visualitzar el principi de Pareto.

Les barres s'ordenen de major a menor. Minitab posa una barra per a cada causa fins que la freqüència acumulada sobrepassa el 95%, la resta les agrupa en la categoria de "altres", que es posa sempre al final, encara que representi una freqüència major que l'última causa amb nom.

La línia trencada sobre el diagrama representa les freqüències acumulades.

Pareto. Exemple: consum de paper d'examen (1)

Departament	Alumnes	Fulls	Fulls/alumne
Matemàtiques	2282	27000	11,83
Enginyeria Mecànica	1030	13500	13,11
Construccions	178	700	3,93
Gestió d'empreses	682	2700	3,96
Enginyeria Elèctrica	675	8100	12,00
Informàtica	515	2000	3,88
Projectes	173	1000	5,78
Estadística	560	5500	9,82
Dibuix	1114	*	*
Motors	329	3900	11,85
Enginyeria Electrònica	350	4000	11,43
Enginyeria Química	181	2700	14,92
Física	1371	9500	6,93
Cibernètica	222	1900	8,56
Mecànica de fluids	630	3500	5,56
Enginyeria de materials	470	5500	11,70
Química	1128	8500	7,54
Enginyeria nuclear	258	1000	3,88



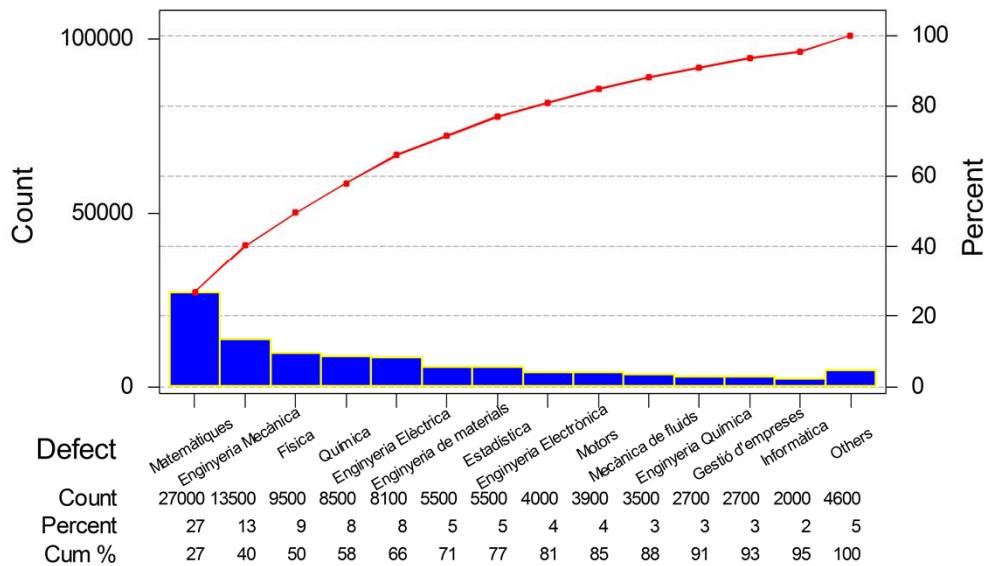
28

Es vol disminuir el consum de paper d'examen.

Si només pogués parlar amb un departament, amb quin ho faria?

Pareto. Exemple: Consum de paper d'examen (2)

Diagrama de Pareto



29

Un 10% de reducció en matemàtiques (no sembla molt difícil aconseguir-ho) equival a eliminar totalment el consum en enginyeria química.

Pareto i Euros

Tipus de causa	Nombre de defectes	Proporció	Proporció Acumulada
A	110	0,55	0,55
B	45	0,23	0,78
C	22	0,11	0,89
D	6	0,03	0,92
Altres	17	0,09	1,00

Tipus de causa	Nombre de defectes	Cost unitari	Cost per causa	Proporció cost	Proporció acumulada
B	45	5	225	0,51	0,51
A	110	1	110	0,25	0,76
C	22	3	66	0,15	0,91
D	6	2	12	0,03	0,94
Altres	17	1,5	25,5	0,06	1,00

30

Sempre que sigui possible (que tingui sentit) és convenient veure l'aspecte que té el diagrama posant unitats monetàries en l'eix vertical (gairebé sempre els aspectes econòmics són els que marquen les prioritats).

Diagrams de Pareto

Utilitat

S'usen per determinar quina és la importància de cada una de les causes del problema.

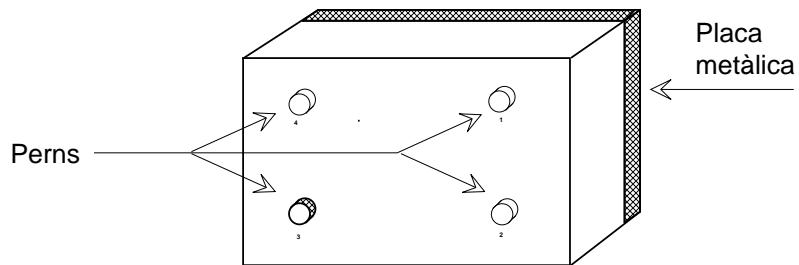
Avantatges

- Faciliten la presa de decisions sobre quines causes atacar primer
- Posa en manifest el principi de Pareto: “Poques causes fonamentals, moltes triviales.”
- Assegura un apropament racional i no emocional a la millora del procés

! Si volem fer un anàlisi de les dades estratificat, cal que ho tinguem en compte des del principi de la recollida de dades

El cas del pern que es trencava

Un cert dispositiu va unit a una màquina per mitjà de 4 perns i una peça metàl·lica.



El pern 1 es trencava amb certa freqüència (i calia parar la màquina cada vegada per a la seva reparació) per la qual cosa es va decidir canviar-lo per un altre de major diàmetre.

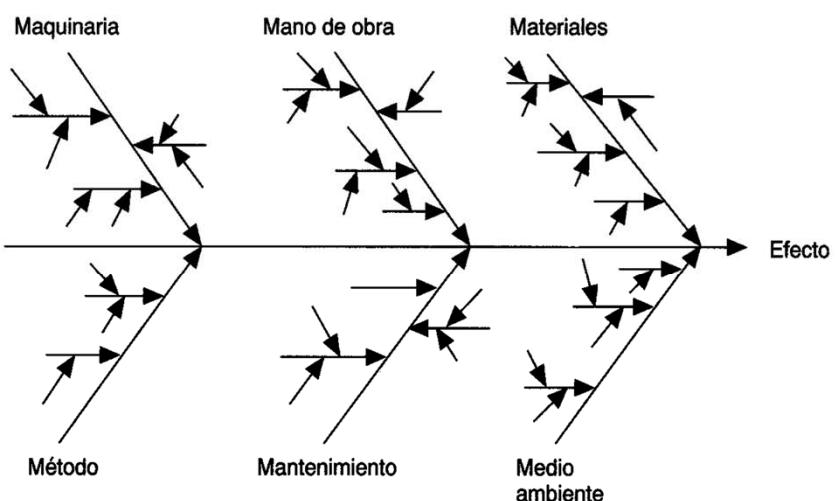
Després del canvi ja no es va tornar a trencar el pern 1 però va començar a trencar-se el pern 2 i, per tant, es va decidir canviar-lo també per un altre més resistent.

Però el nou canvi va resultar inútil, ja que llavors van començar a trencar els perns 3 i 4.

Han estat correctes les decisions que s'han anat prenent?

Què cal fer per solucionar definitivament el problema?

Diagrams causa-efecte: Aspecte



33

Primer es fa un *brainstorming*:

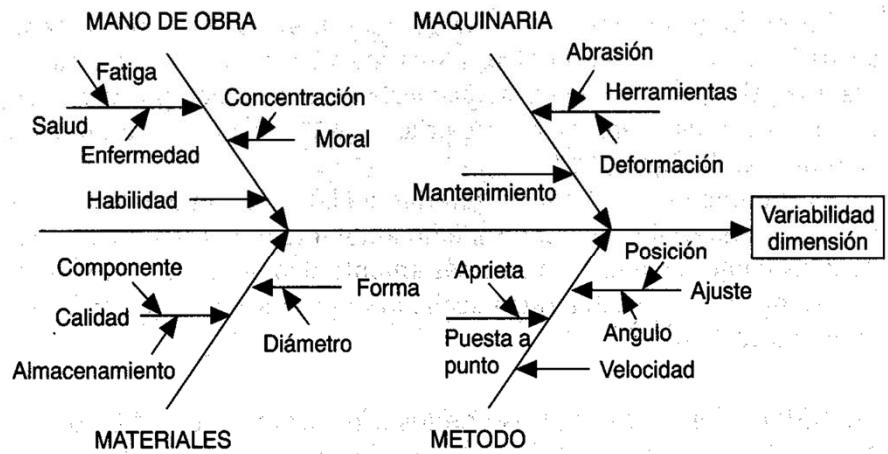
Es reuneix un grup de persones (al voltant de 5 o 6), que conequin el problema. Millor si tenen diferents punts de vista (servei d'assistència tècnica, producció, comercial, ...). Un d'ells actua com a moderador.

El moderador planteja la pregunta (les causes de l'efecte, per exemple: quines són les causes que provoquen accidents de treball?), i els participants van contestant per ordre fent rondes fins que deixen de sorgir idees.

Es pot dir qualsevol cosa que a un se li acudeixi. No es critica el que diuen els altres. L'objectiu és que res quedí al tinter. Les idees desgavellades ja es descartaran després.

Acabat el *brainstorming* cal seleccionar (normalment per consens) les causes raonables. Aquestes són les que s'ordenen de forma jerarquizada en el diagrama causa-efecte.

Diagrams causa-efecte: Exemple



34

Les causes que apareixen en un diagrama causa-efecte són **causes potencials**.

Cal verificar quines són les que realment influeixen i quines no.

Com verificaria que la fatiga afecta a la variabilitat en la dimensió?

Diagrams causa-efecte

Utilitat

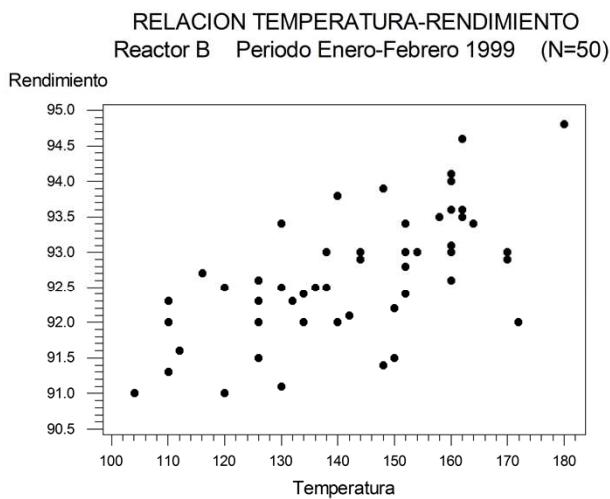
Documenta la possible relació entre efectes observats i les seves causes, en nivells cada cop més detallats

Avantatges

- Ajuda a l'equip a apropar-se al problema de manera disciplinada
- Permet tenir una llista de causes candidates d'un cert efecte, que podran confirmar-se com certes o no a l'hora d'experimentar

! Les causes anotades en el diagrama són causes “potencials”. És necessari recollir dades per confirmar les relacions causa-efecte del diagrama. El diagrama causa-efecte és un document viu.

Diagrames bivariants

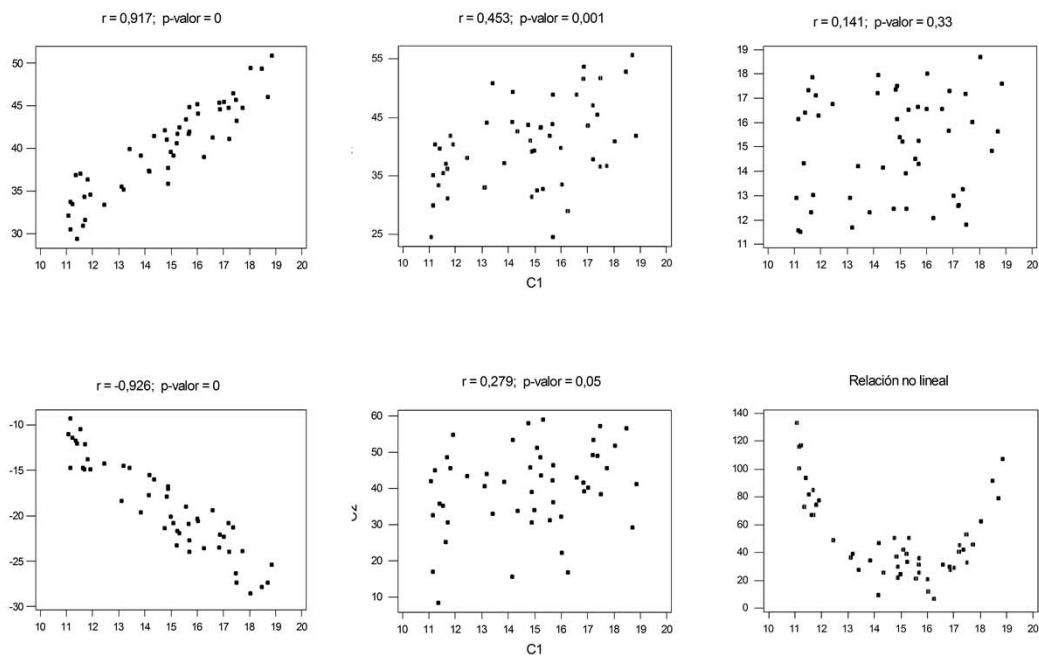


36

Un producte es fabrica a través d'una reacció química. Cada vegada que es realitza la reacció s'anota la temperatura del reactor i el rendiment obtingut.

Hi ha alguna relació entre temperatura i rendiment?

Diagrames bivariants: tipus



37

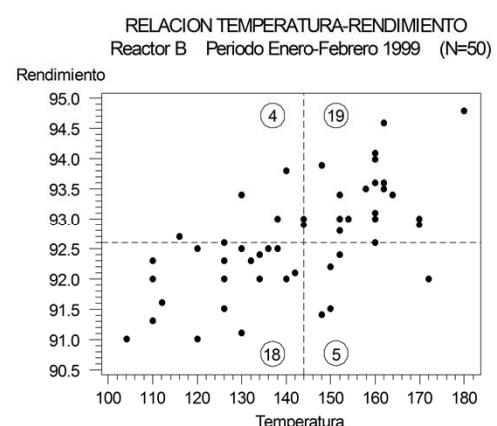
Correlació = Relació lineal

Conèixer el valor del coeficient de correlació no substitueix la informació proporciona el diagrama bivariant.

Els diagrames bivariants permeten detectar anomalies que no es poden detectar a través de diagrames univariants.

Diagrames bivariants: Test d'Ishikawa

N	Lím	N	Lím	N	Lím	N	Lím
21	5	41	13	61	22	81	31
22	5	42	14	62	22	82	31
23	6	43	14	63	23	83	32
24	6	44	15	64	23	84	32
25	7	45	15	65	24	85	32
26	7	46	15	66	24	86	33
27	7	47	16	67	25	87	33
28	8	48	16	68	25	88	34
29	8	49	17	69	25	89	34
30	9	50	17	70	26	90	35
31	9	51	18	71	26		
32	9	52	18	72	27		
33	9	53	18	73	27		
34	10	54	19	74	28		
35	10	55	19	75	28		
36	11	56	20	76	28		
37	12	57	20	77	29		
38	12	58	21	78	29		
39	12	59	21	79	30		
40	13	60	21	80	30		



38

Tracem dos eixos, corresponents a les mitjanes de X i de Y. Aquests dos eixos divideixen el diagrama en 4 quadrants.

Si no hi ha correlació, cal esperar que apareguin aproximadament el mateix nombre de punts en cada quadrant. Si hi ha una diferència important en el nombre de punts que apareixen en quadrants opositats, és símptoma que hi ha correlació.

Què significa "diferència important"? Ishikawa proposa utilitzar una taula construïda per a un risc $\alpha < 0,05$.

Els punts que cauen sobre les mitjanes no es compten (ni en els quadrants ni en el total).

Com s'ha construït aquesta taula?: Llei binomial.

$$B(17; 50; 0,5) = 0,0164$$

$$B(18; 50; 0,5) = 0,0325$$

Per a N = 50 el valor crític és 17.

**¡Atenció a la diferència entre
correlació i relació causa-efecte!**

Exemples:

Danys provocats per un incendi i nombre de bombers que van a apagar-lo

Nombre de bodes que se celebren a Barcelona i temperatura mitjana del mes

En l'exemple vist, pot dir-se que augmentar la temperatura augmenta el rendiment?

Diagrames bivariants

Utilitat

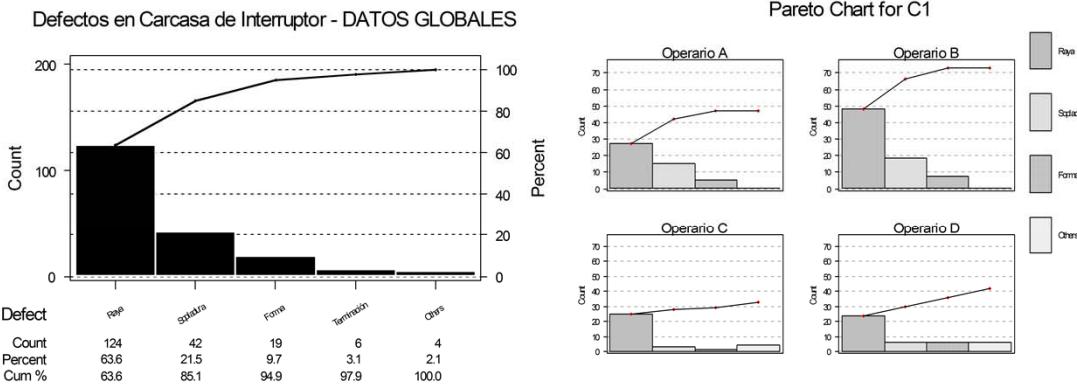
Identifica correlació entre variables. També indica la intensitat de la correlació

Avantatges

- Ajuda a identificar quina entrada o variable del procés pot estar relacionada amb una sortida del procés
- Permet detectar anomalies

! El diagrama de correlació mostra correlació entre variables, però no implica relació causa-efecte (no prova que una variable és causa directa de l'altre)

Estratificació: Diagrames de Pareto



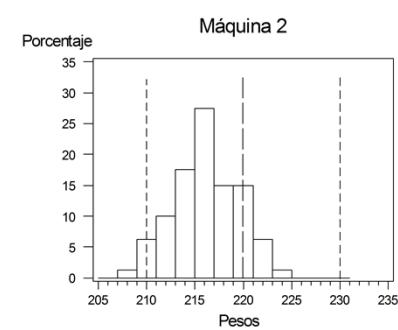
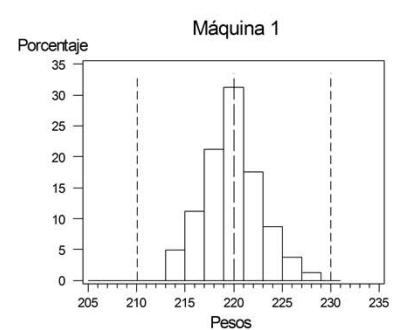
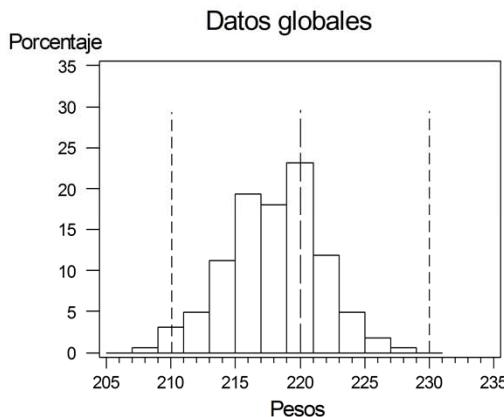
41

Estratificar = Analitzar les dades segons el seu origen

Aquest diagrama de Pareto correspon a les dades de la plantilla de la pàgina 2.17. Les rallades ocasionen més del 60% dels defectes.

La forma com es tenen les dades permet estratificats per diverses variables. Estratificant per operari s'observa que l'operari B produueix gairebé el doble de peces ratlles que els altres.

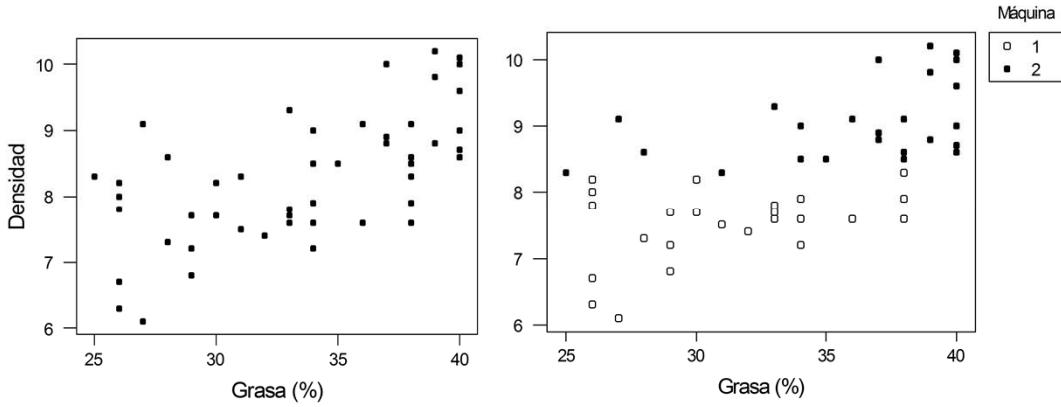
Estratificació: Histogrames



42

L'estratificació per màquina va ser clau per identificar l'origen del problema en el cas del forn de pa

Estratificació: diagrames bivariants



43

Observant el diagrama de l'esquerra sembla que hi ha correlació entre el % de greix i la densitat.

Però les dades van ser obtingudes de dues màquines. Estratificant per màquina desapareix la correlació

Estratificació

Utilitat

Permet extreure més informació d'unes dades (de vegades, permet descobrir realment què està passant)

Avantatges

- Segueix l'estrategia de “divideix i venç” per tal d'arribar a l'arrel del que ocorre.

! Cal pensar en estratificar des del primer moment: quan es recullen les dades

Habilitats

Metodologia, eines i... HABILITATS

Habilitats per a: **el lideratge,**
 el treball en equip
 la comunicació oral
 la comunicació escrita

45

La millora de la qualitat no es resol només amb coneixements tècnics o estadístics.

Saber animar, motivar, convèncer, treballar en equip, comunicar, ... són habilitats importants per tenir èxit.

Les empreses valoren aquestes habilitats a l'hora de contractar personal.

ESTUDIO DE LA POLITÈCNICA DE MATARÓ

Los universitarios no saben comunicar

**Las empresas avalan el nivel de conocimientos pero
piden otras competencias**

Según los empresarios, los universitarios tienen déficit en dominio del inglés técnico, en capacidad para redactar informes y en dinamización de los equipos de trabajo

La Vanguardia, 12 de Juliol de 2003

Treballar en equip

No es fàcil. Poden haver-hi participants...



Autoritaris



Rollistes



Divagadors



Marginatats



Reacis



Conflictius

Dibuixos agafats de: Peter R. Scholtes et al. "The Team Handbook" Oriel Inc., 1996

46

En els equips sempre hi ha problemes.

El líder ha de tenir habilitat per a resoldre'ls. Aquestes habilitats no són innates, poden aprendre.

Un bon llibre sobre el treball en equip i les habilitats de lideratge és: Peter R. Scholtes et al.: "The Team Handbook", Oriel Inc 1996.

Observant el treball en equip

El bitllet fals

Discutir la solució en grups de 4



47

Un home va entrar en una botiga de sabates per comprar un parell de sabates de 60 euros. Li va donar al dependent un bitllet de 100 euros. Com era a primera hora del matí el dependent no tenia canvi, de manera que va agafar el bitllet de 100 euros i va anar a un restaurant proper on el va canviar per 20 bitllets de 5 euros. Llavors va donar al client el canvi. Més tard, al llarg del matí, el propietari del restaurant va anar a la botiga de sabates i li va dir al dependent, "Aquest bitllet de 100 euros és fals". El dependent de la botiga es va disculpar, va agafar el bitllet de 100 euros fals i li va donar al propietari del restaurant dos bitllets de 50 euros autèntics.

Realment, el bitllet de 100 euros era fals i en el banc no el van voler. Sense comptar amb el cost de les sabates, Quants diners va perdre la botiga de sabates?

- Pensa en la resposta individualment
- Quan ja tots tingueu la vostra resposta, digueu-li a la resta de l'equip
- Si no coincidiu tots en la mateixa resposta, discutiu fins que us poseu d'acord en quina és la correcta.
- Aviseu al professor quan ja estigueu d'acord.

Tema 2: Bibliografía

Técnicas para la Gestión de la Calidad

P. Grima y X. Tort-Martorell

Ed. Díaz de Santos, 1995

Introducció a la Part C, pàgines 141-146.

Capítol 9

Manual de Control de Calidad

K. Ishikawa

Ed. UNIPUB, 1985

Aquest és un llibre clàssic. Té interès donar-li un cop d'ull, especialment als capítols 1 a 6.