

EGQ. Ejercicios capítulo 2. SOLUCIONES

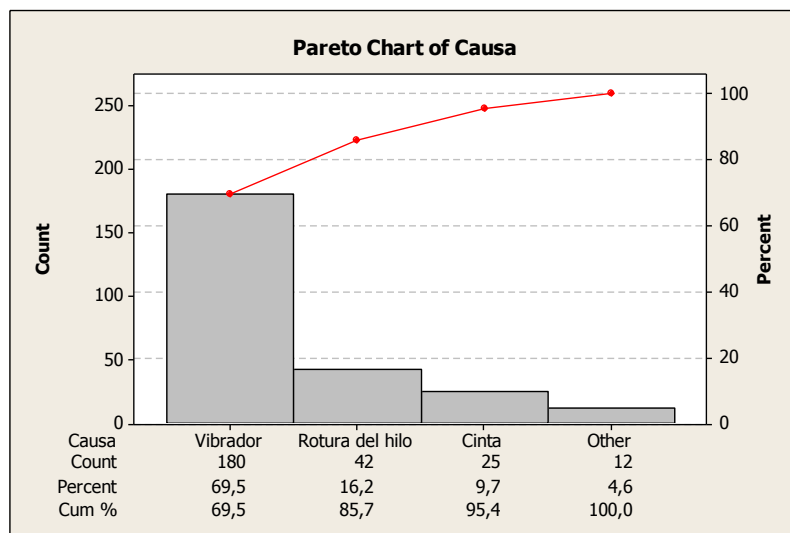
1. Los objetivos que se pretenden son, básicamente, los siguientes:
 - Facilitar la anotación de los datos
 - Ayudar a la uniformidad de criterios si los datos los toman varias personas
 - Facilitar el análisis de los datos

Algunos aspectos a tener en cuenta en su diseño:

- Perfectamente identificada (quien ha tomado los datos, fecha, máquina...)
- Espacio para "Observaciones"
- Mejor listas cerradas

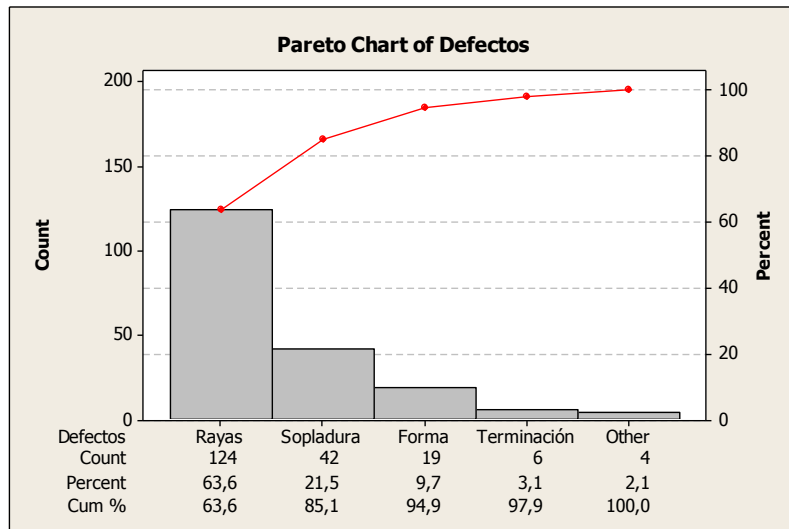
2. Ver hoja aparte.

3. a) Diagrama de Pareto:

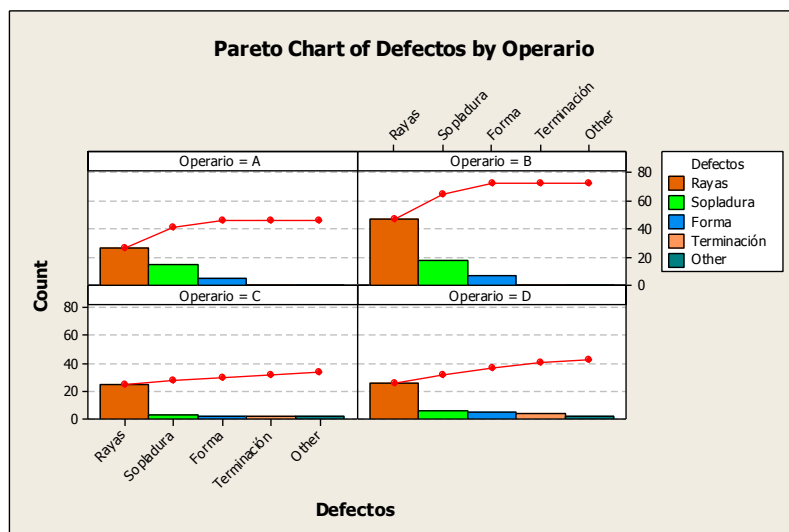


- b) Si el objetivo es disminuir el número total de paradas, habría que empezar atacando la causa del vibrador.
 - c) No hay datos para decidir por que causa empezar si lo que interesa es disminuir el tiempo total de parada. Haría falta saber cual es el tiempo medio de parada que produce cada causa.
4. a) Número de punto en los cuadrantes opuestos que tienen menos: $10+8=18$. Número total de puntos (sin contar los que caen en los cuadrantes): 45. Valor crítico cuando $N=45$: $c= 15$. Como nuestro valor es mayor, no podemos decir que exista correlación.
 - b) Si no hay correlación, no tiene sentido plantearse la pregunta sobre la relación causa-efecto. Si hubiera correlación, eso tampoco implicaría relación causa-efecto.
5. Caso por entregas. Industrias VICMAN
(Se entrega aparte)

6. Un diagrama de Pareto de los tipos de defecto pone de manifiesto que las rayas son el tipo más frecuente (64%) y entre rayas y sopladuras se llega al 85%.



Estratificando por operario se observa que el operario B produce el doble de rayas que los otros.



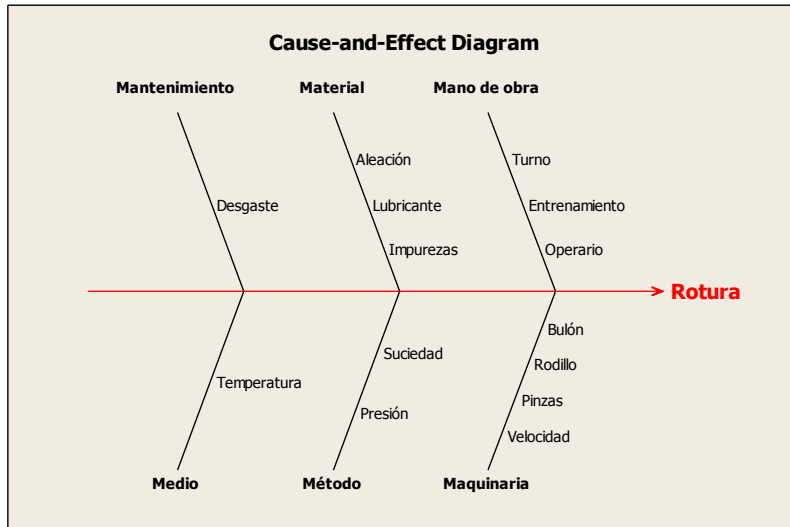
Es fácil poner de manifiesto que el miércoles se han producido más defectos que los otros días. Habría que ver la razón del aumento ese día.

Se puede estratificar también por máquina o por turno, pero no aparece nada especial. Puede parecer que la máquina 1 produce más rayas que la 2, pero a la vista de la estratificación por operarios, es más razonable suponer que la causa está en el operario B.

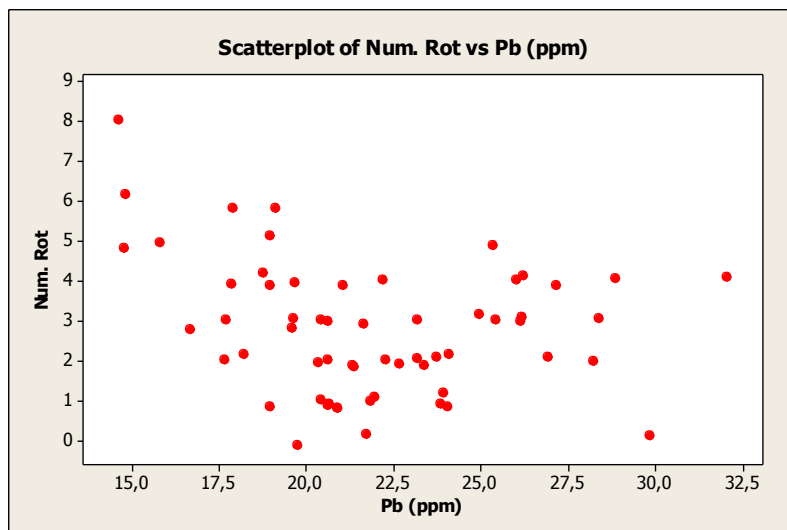
Lo más adecuado sería empezar tratando el problema de las rayas, solo o conjuntamente con las sopladuras. Una oportunidad de mejora clara es conseguir que el operario B reduzca su cantidad de rayas al nivel de los otros operarios.

7.

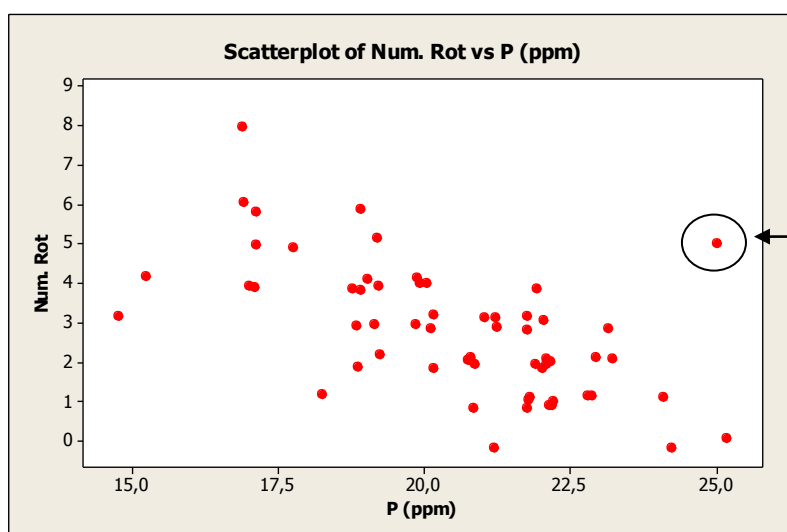
a)



- b) Para ver si hay relación entre 2 variables cuantitativas, lo más razonable es realizar un diagrama bivalente. También puede utilizarse este tipo de diagrama para analizar si hay relación entre número de roturas y pulso.

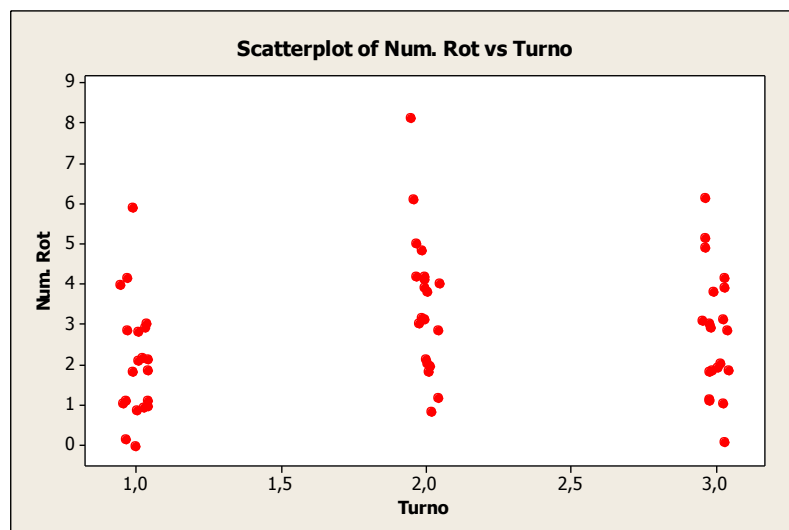


No se ve una relación clara entre Núm. de roturas y ppm de Pb



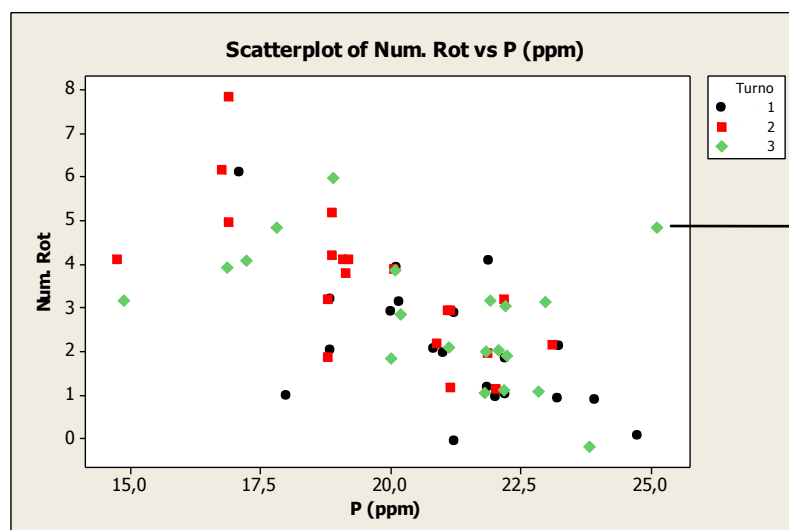
Convendría investigar qué ha pasado aquí

Sí hay correlación entre Núm. de roturas y ppm de P



El record lo tiene el turno 2, con 8 roturas, pero no se puede decir que este turno rompa más de forma significativa.

También se puede hacer un gráfico estratificado, por ejemplo:



Turno de noche

Se observa que el día que se tuvieron 8 roturas se trabajaba con una proporción de P baja.

En los cuatro diagramas bivariantes se ha utilizado la opción **jitter** para tener una mejor percepción de la densidad de puntos.

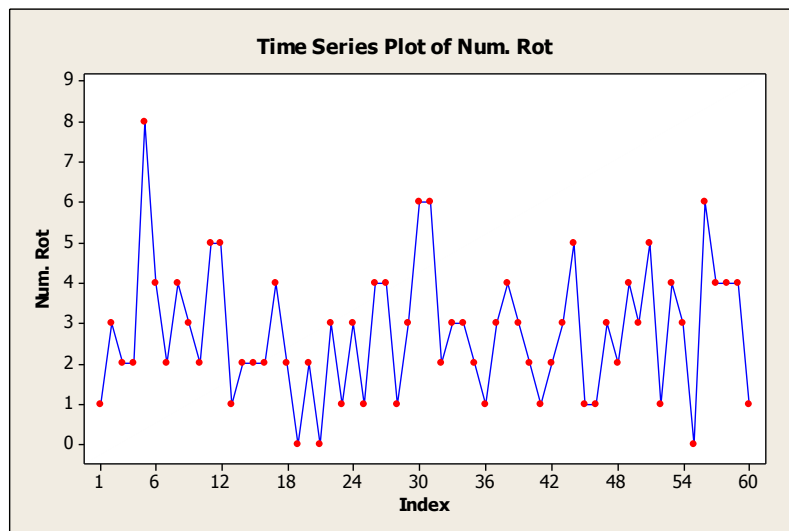
Conclusiones:

Parece que no hay relación entre Pb y roturas, aunque para los valores más bajos de Pb (por debajo de 16) las roturas son altas.

A mayor concentración de P, menor número de roturas (correlación negativa)

No hay relación entre turno y número de roturas.

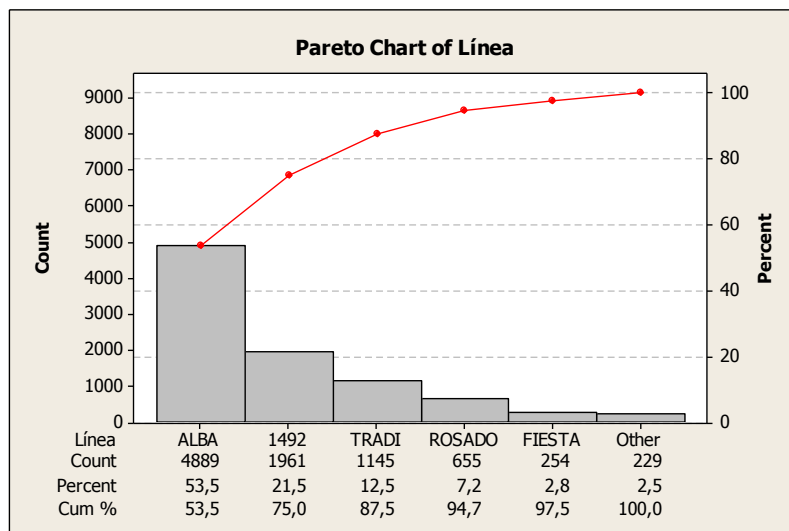
c) Realizando un gráfico de los valores a lo largo del tiempo:



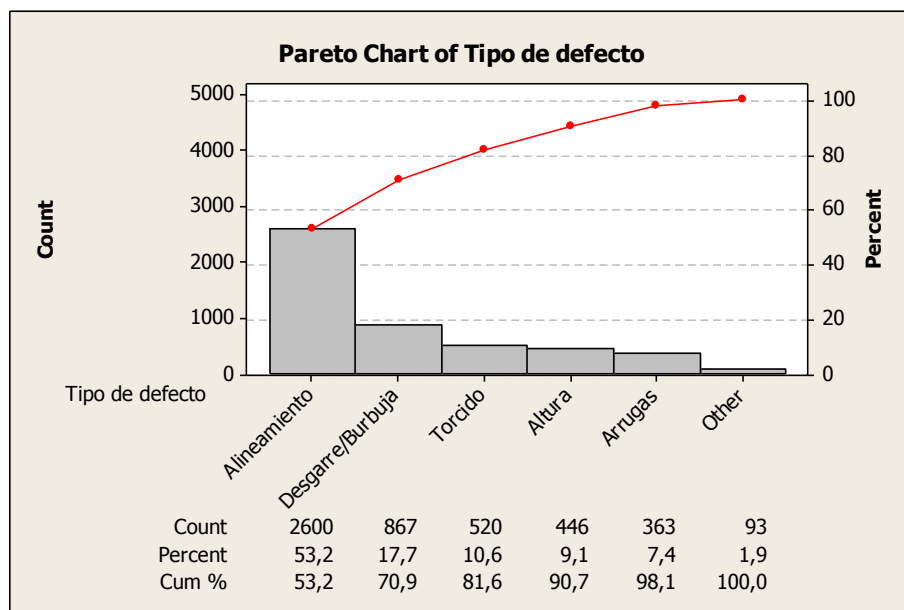
No se observa ningún patrón especial

Sí puede decirse que el proceso se ha comportado de manera uniforme.

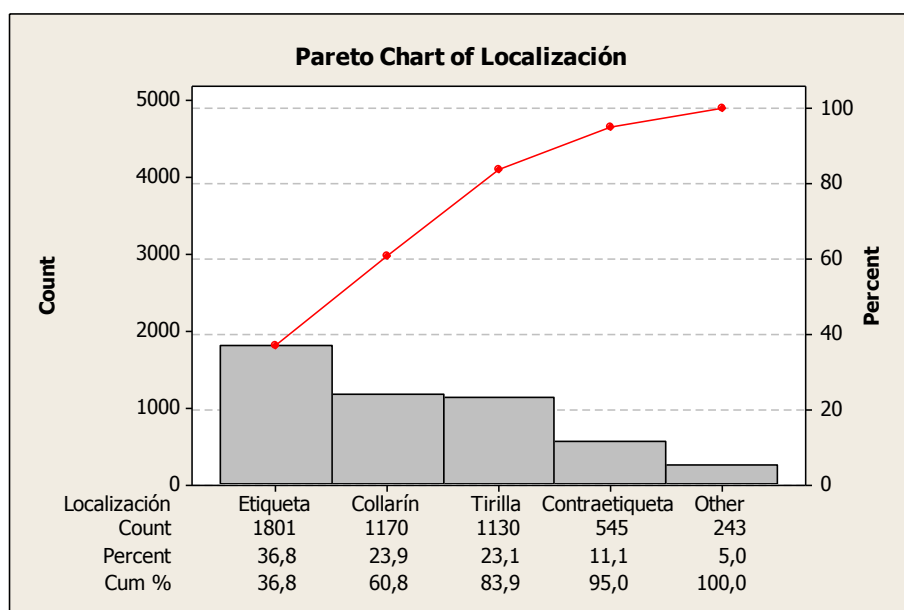
8. Realizando un diagrama de Pareto del número de defectos por línea, se obtiene:




La línea en que se producen más defectos (más de la mitad) es la línea ALBA. Parece razonable empezar trabajando con esta. Veamos ahora cual es el tipo de defecto y la localización más frecuente en esta línea

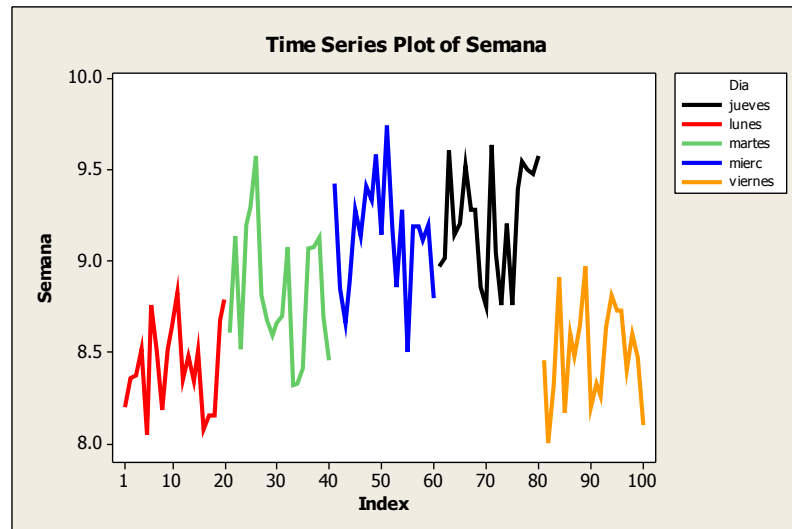


Los defectos más frecuentes son de alineamiento.



No hay una localización que destaque frente a las otras. Etiqueta, collarín y tirilla, aparecen con importancias similares. Seguramente lo que ocurre es que el problema de alineamiento afecta a estos 3 elementos.

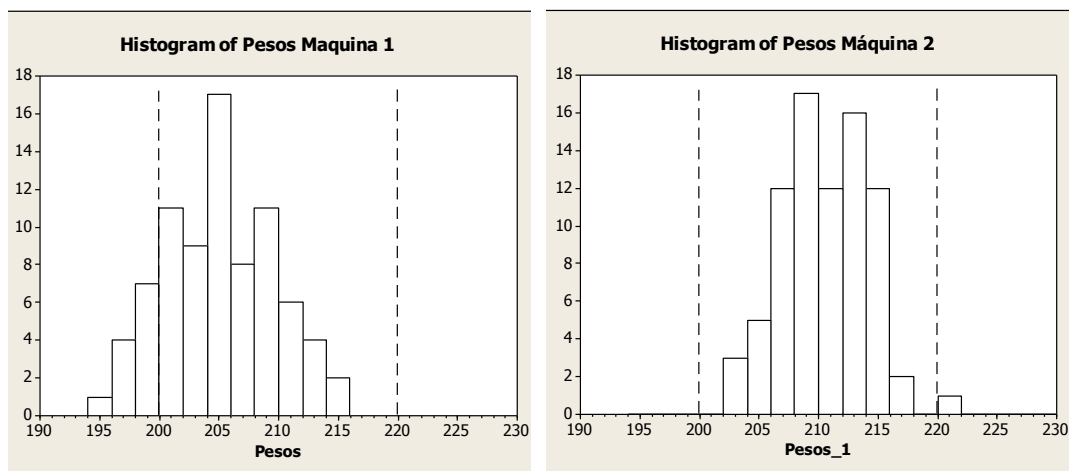
9.  Agrupando todos los datos en una sola columna y realizando un gráfico de serie temporal con un color para cada día, se puede apreciar claramente como evoluciona el contenido de humedad a lo largo del a semana



De lunes a miércoles parece que la humedad va subiendo, el jueves se mantiene al nivel del miércoles, y el viernes baja al nivel del lunes.

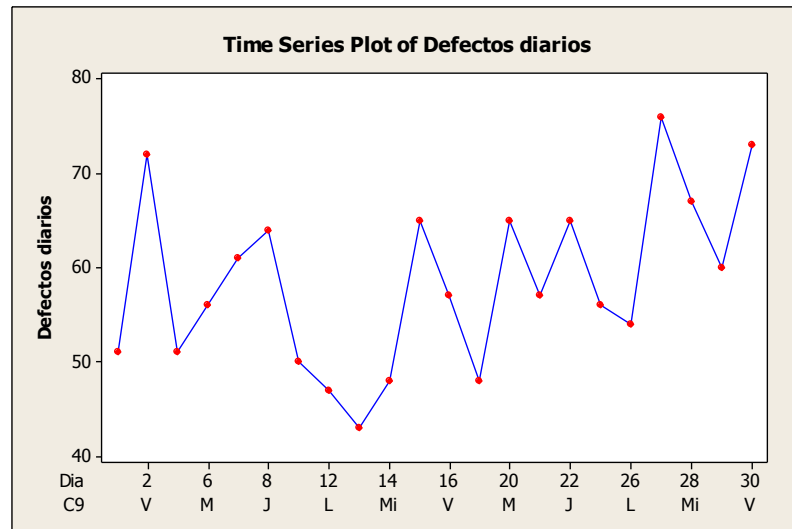
10. Para analizar estos datos, lo mejor es colocar todos los pesos en una sola columna, utilizando otras dos para indicar la máquina y el operario que corresponde a cada peso.

Una vez se tienen los datos de la forma que interesa se puede realizar un histograma de todos ellos y se observa que un cierto número de unidades están por debajo del límite de tolerancia inferior. Pero la información más interesante se obtiene al estratificar por máquinas, donde se ve que la máquina 1 está descentrada.



Centrando la máquina 1 se soluciona la parte más importante del problema, aunque para estar seguros de que no se producen unidades fuera de tolerancias habrá que intentar reducir la variabilidad con que producen estas máquinas.

11. Podemos empezar realizando un gráfico en serie temporal del número de defectos, para ver si se presenta alguna tendencia u otro aspecto destacable.



No se observa nada de relevancia.

También puede analizarse si los defectos tienden a producirse de forma repetitiva en una misma pieza (misma referencia) o bien ocurren en piezas distintas.

```
MTB> tally c2;
stor c10 c11.
```

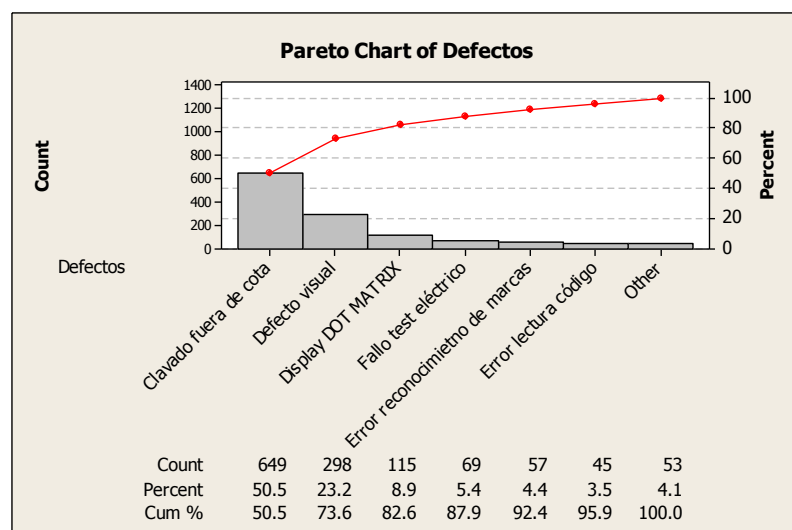
```
MTB > tally c11
```

Tally for Discrete Variables: C11

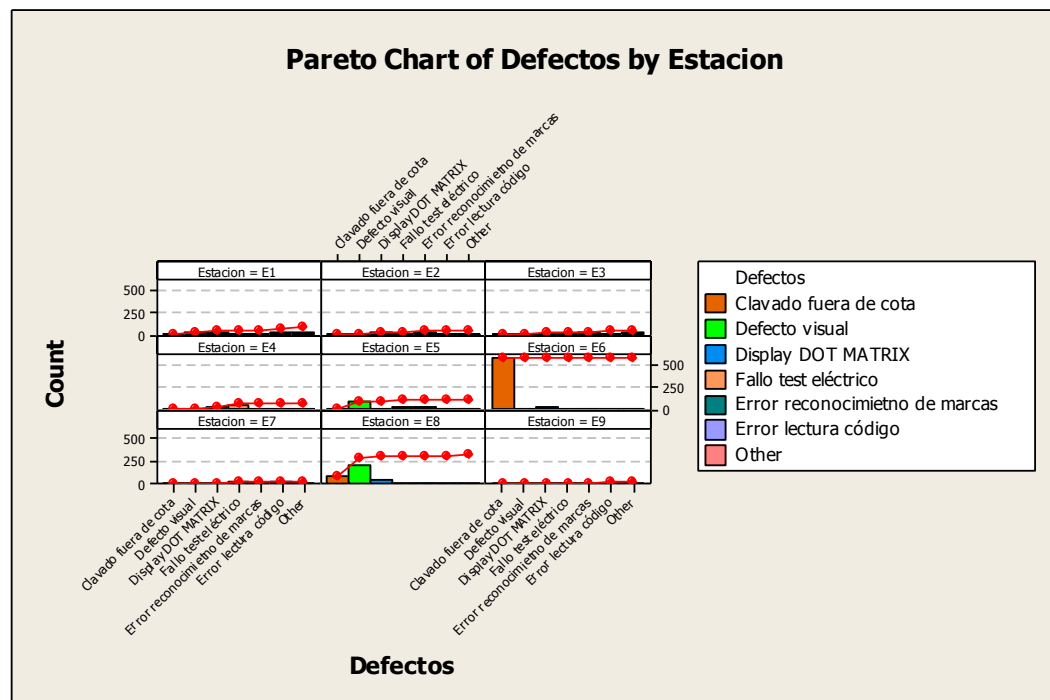
```
C11  Count
  1    1262
  2      12
N=    1274
```

La conclusión es que de los 1274 defectos, 1262 corresponden a piezas distintas (un defecto por pieza) y 12 corresponden solo a 6 piezas (2 defectos por pieza). Esta información no parece relevante para establecer las estrategias de mejora (sí lo sería si los defectos tendieran a concentrarse en pocas piezas).

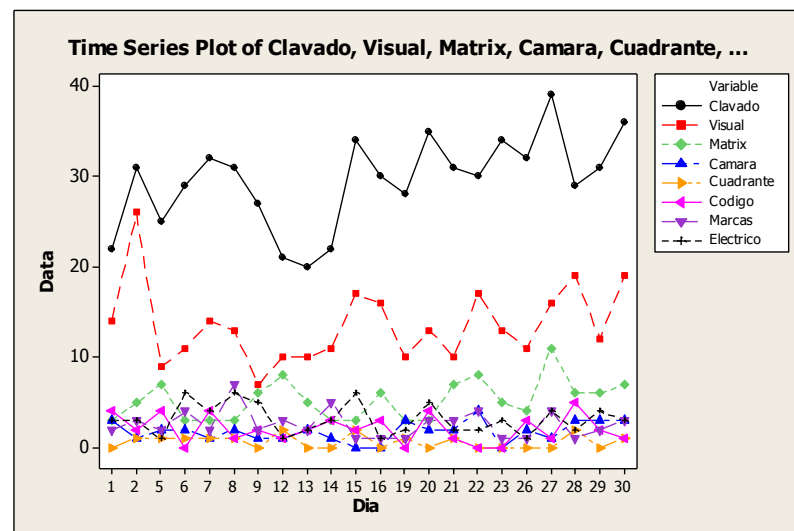
El diagrama de Pareto por tipo de defectos pone de manifiesto que los más mportantes (74% del total) son “Clavado fuera de cotas” y “Defecto visual”



Estratificando por estaciones se observa que el defecto “Clavado fuera de cotas” que se produce en su inmensa mayoría en la estación 6 y también, en mucha menor medida, en la 8. El “Defecto visual”, que se produce en las estaciones 5 y 8.



Para ver si los defectos más importantes se mantienen estables, es interesante realizar un diagrama en serie temporal como el realizado al principio, pero estratificado por tipo de defecto



Pero en este gráfico no aparece nada relevante.

En definitiva, lo único que se puede afirmar para orientar la estrategia de mejora es que conviene empezar solucionando el problema de la estación 6 y a continuación los defectos visuales en las estaciones 5 y 8.

12. [Posible respuesta. Contiene preguntas y reflexiones a título de ejemplo.]

Plan para la mejora de la calidad de un servicio de transporte de viajeros en autocar entre Barcelona hasta una población que dista 33 km.

0. Antes de empezar: “Calidad = satisfacer las necesidades/expectativas de los clientes”

¿Quines son los clientes?: En este caso parece claro que los clientes son los usuarios del servicio, los que utilizan este medio de transporte. Sin embargo, podría ocurrir que por ser un servicio muy malo no lo estén utilizando todos sus potenciales clientes, que prefieren utilizar otro medio de transporte como el tren (quizá con otros inconveniente pero más fiable), o su coche. En este caso, en el estudio de necesidades/expectativas sería conveniente incluir a todos los potenciales clientes (quizá ahora sólo lo usan estudiantes, y sus necesidades no coinciden con las del conjunto de potenciales clientes).

¿Qué necesidades/expectativas tienen los clientes? En muchos casos no está claro y es necesario “preguntar” (estudios de mercado a través de encuestas,...). En otros casos no es necesario, ya sea porque no hace falta hilar muy fino para mejorar, o porque para ese producto/servicio ya se han hecho estudios y se sabe cuales son las necesidades de los usuarios. (Si un servicio funciona claramente mal, lo prioritario es resolver los problemas evidentes, sin más preámbulos). Es razonable suponer que en este caso calidad significa:

Frecuencia de paso: Número de autocares al día en cada dirección, (ejemplo: 25 autocares al día). Posibles pegas a esta definición: La frecuencia necesaria no es la misma a todas las horas del día (no hay la misma necesidad entre 7 y 8 de la mañana que entre 11 y 12). Tampoco es lo mismo días laborables que festivos, o mes de agosto que el resto de meses.

Comodidad: ¿Cómo medir la comodidad? Medidas cuantitativas pueden ser Antigüedad media de la flota”, % de autocares con aire acondicionado, Medida del ruido en el interior. Otra opción es preguntar (“Valore de 1 a 7...” por ejemplo)

Rapidez: Es fácil de medir. “¿Cuánto tarda?”, pero si sale del centro de Barcelona quizá sería mejor medir cuanto tarda desde la salida de Barcelona hasta su destino (o desde el destino hasta la entrada de Barcelona).

Puntualidad: ¿Cómo medirla?. Por ejemplo: Porcentaje de autobuses que llegan con más de 10 minutos de retraso respecto a la hora prevista.

1. ¿Qué es mejorar?: “Mejorar = cambiar el valor de un indicador en la dirección deseada”

Los indicadores pueden ser varios, pero en muchas ocasiones conviene, de entrada, centrarse en uno solo. Vamos a suponer que en este caso nos centramos en mejorar la puntualidad. Indicador: % de autocares que llegan cada semana con más de 10 minutos de retraso. (Atención: Una forma de mejorar la puntualidad es retrasar la hora teórica de llegada. Hay que tener cuidado de no caer en esta trampa)

2. Tener un plan de mejora

Por ejemplo, siguiendo la metodología Seis Sigma: Definir (Cual es el objetivo, con qué recursos contamos,...); Medir; Analizar; Mejorar y Controlar.

3. Medir. ¿Cómo medir?

El indicador no está bien definido si no se especifica cómo medirlo. En nuestro caso

de la puntualidad el conductor podría anotar al final del recorrido (¿y en las paradas intermedias?) la hora de llegada. ¿A mano o con un mecanismo automático?. ¿Puede tener algún interés el conductor en manipular los datos?. Si se mide sólo a final de recorrido, ¿podría estar el reloj “de fichar” fuera del coche?

En muchos casos, simplemente medir ya mejora el valor de la magnitud medida.

4. ¿Cómo estamos ahora?

Para saber si se mejora es necesario conocer la situación de partida. (¿Cuánto tiempo hay que estar midiendo para valorar la situación de partida?)

5. Analizar: ¿Cuáles son las causas de la falta de puntualidad?

Si es necesario se utilizan herramientas del tipo: *Brainstorming*, diagramas causa-efecto,... Una causa podría ser: Los retrasos se acumulan. Los autocares van y vienen, de forma que cuando uno tiene un incidente, todos los recorridos que tiene que hacer a lo largo del día van con retraso.

6. Mejorar: ¿Cómo atacar las causas que provocan la falta de puntualidad?

Por ejemplo: Si el problema es que los retrasos se acumulan, podrían haber autocares de reserva para el caso de incidencias, o planificar los viajes con más holgura... Primero las soluciones (“presuntas soluciones”) se implantan a nivel experimental. Si dan el resultado esperado, entonces se consolidan.

7. Controlar. Sin esfuerzo todo se deteriora.

Una vez conseguido el objetivo, hay que establecer un plan de control para estar seguros de que no relajan los hábitos y la calidad no vuelve a deteriorarse.

Comentario adicional: La estadística en el plan

La estadística está presente, por ejemplo, en:

- Conocer las necesidades de los clientes (aunque en nuestro caso quizá no fuera necesario): Qué preguntar, Tamaño de muestra, análisis de los resultados.
- ¿Qué indicador elegir? ¿Cómo medirlo?
- ¿Cómo analizar los datos disponibles, si es que existen? ¿Son fiables?
- ¿Cómo valorar el impacto de las medidas que se toman? (¿Aumenta *significativamente* la puntualidad?)
- ¿Qué plan de control utilizar?