

Introducción a MINITAB

Del libro:

**Estadística Práctica con MINITAB
P. Grima; Ll. Marco; X. Tort-Matorell
Prentice Hall, 2004**

1

Primer vistazo

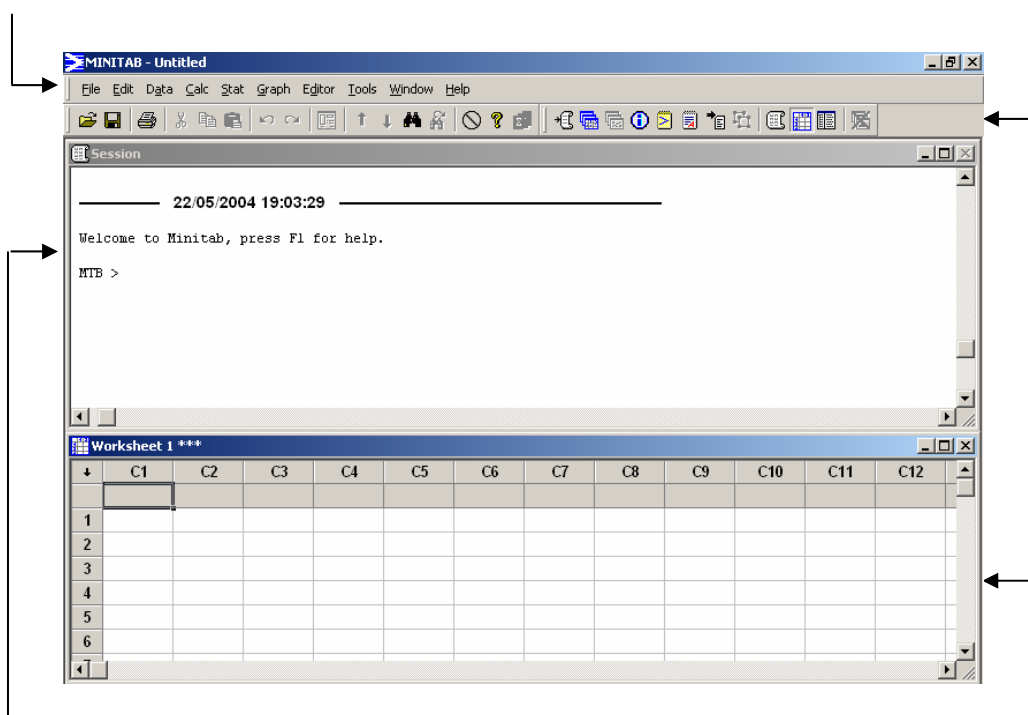
Pantalla inicial

Menú principal

Haciendo clic sobre cualquier opción aparecen los submenús.

Botones de acción

Dejando el cursor encima aparece un rótulo indicando lo que hace.



Ventana de Sesión

Es la parte donde aparecen los resultados de los análisis realizados. También sirve para escribir instrucciones como forma alternativa al uso de los menús.

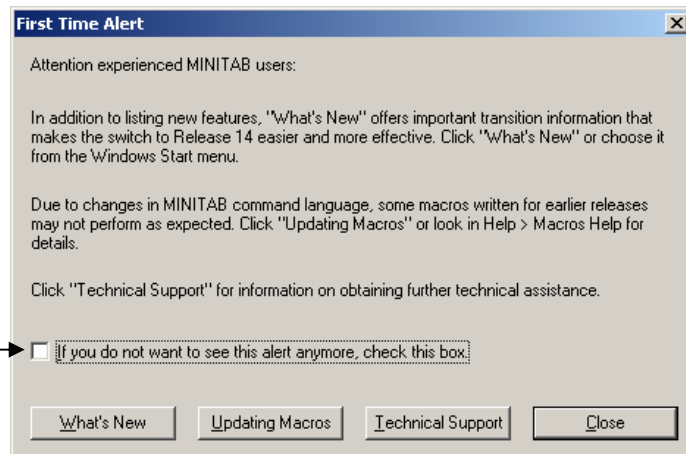
Hoja de datos

Tiene el aspecto de una hoja de cálculo, con filas y columnas. Las columnas se denominan C1, C2,... tal como está escrito, pero también se les puede dar un nombre, escribiéndolo debajo de C1, C2,...

Normalmente los datos están situados en columnas: Cada columna es una variable, y dentro de la columna cada fila corresponde a una observación. También se pueden asignar valores a constantes (K1, K2, ...) o a matrices (M1, M2, ...). Ni constantes ni matrices aparecen en la hoja de datos.

Hasta que se indica lo contrario, al arrancar se muestra un aviso para usuarios de versiones anteriores que permite acceder a información sobre las novedades de la versión 14.

Haga clic aquí para que no vuelva a aparecer este mensaje



El contenido de los submenús depende de cual es la ventana activa (Sesión, hoja de datos, gráficos,...). Se activa una u otra haciendo clic sobre la misma.



Se puede generar el contenido de una columna como suma de otras 2, por ejemplo, $C3=C1+C2$, pero en este caso si se cambia C1, C3 permanece con los valores que ya tenía (en esto se diferencia de las hojas de cálculo tipo Excel).

Entrar datos

Los datos pueden entrarse directamente a través del teclado o recuperarlos de un archivo grabado previamente



Ejemplo 1.1: Introduzca los datos que se indican a continuación. Se refieren a las ventas, en miles de euros, en 4 zonas.

	C1-T	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
	Zona	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo						
1	Norte	24	32	45	56	76						
2	Sur	62	34	23	6	23						
3	Este	3	35	45	67	67						
4	Oeste	34	78	23	44	58						
5												
6												



La flechita del extremo superior izquierdo de la hoja de datos señala hacia donde se mueve el cursor al pulsar la tecla [Enter]. Por defecto marca hacia abajo, si se hace clic sobre la flecha marcará hacia la derecha.

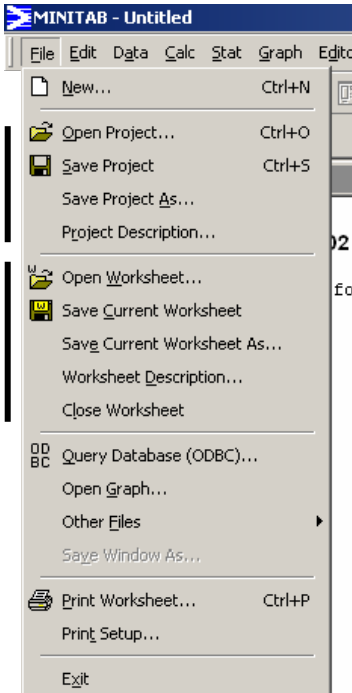
Guardar datos: Hoja de datos y Proyectos

Project

Guarda toda la información que contiene MINITAB, incluyendo hoja de datos, contenido de la ventana de sesión y de los cuadros de diálogo, y gráficos que se hayan creado

Worksheet

Guarda sólo el contenido de la hoja de datos



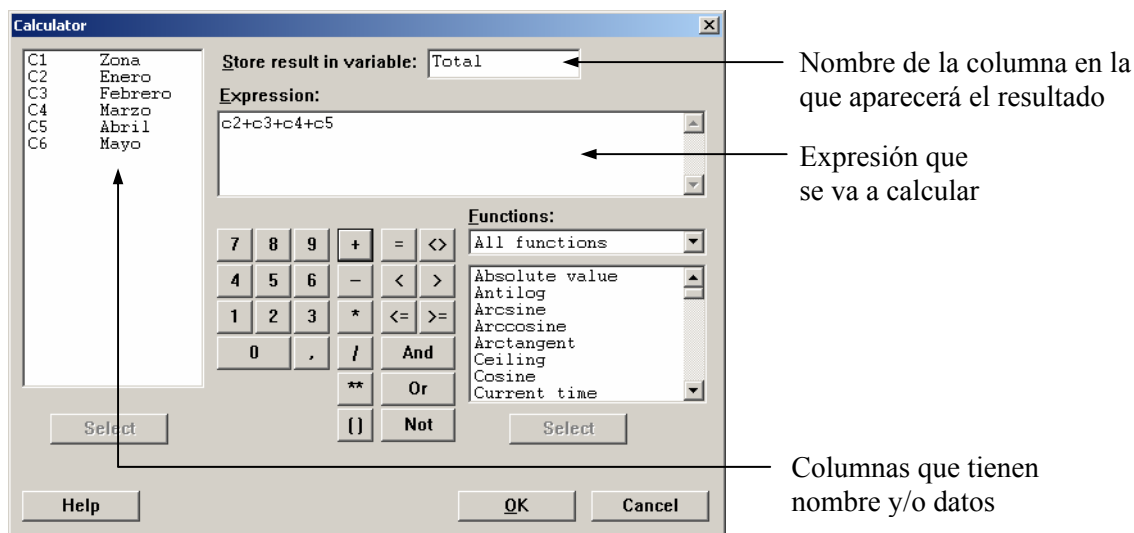
Un archivo sólo se puede recuperar de la forma como ha sido grabado. Si se ha grabado **Worksheet** (hoja de datos) se recupera como **Worksheet**. Igual para los **Project**. Las hojas de Excel (extensión .xls) se abren con la opción **Worksheet**.



MINITAB se entiende muy bien con Excel. Puede importar una hoja de datos de Excel usando la opción **Open Worksheet**.

Operaciones con datos. Introducción

Cuando se empieza, la forma más fácil de hacer operaciones es a través de **Calc > Calculator**. La siguiente figura indica como colocar en la primera columna libre, a la que designará el nombre que se indica (Total), la suma de las columnas C2 a C6.



Para colocar automáticamente las columnas en la zona donde está el cursor haga doble clic sobre su nombre (recuadro de la izquierda) o bien un solo clic y pulse después el botón **Select**.



Ejemplo 1.2: Tomemos los datos del Ejemplo 1.1. Se debe repartir entre el equipo comercial de cada zona el 10% del importe de sus ventas realizadas los 4 primeros meses de año. Coloque en la columna C8 el importe a repartir en cada zona.

Utilizamos **Calc > Calculator** colocando:

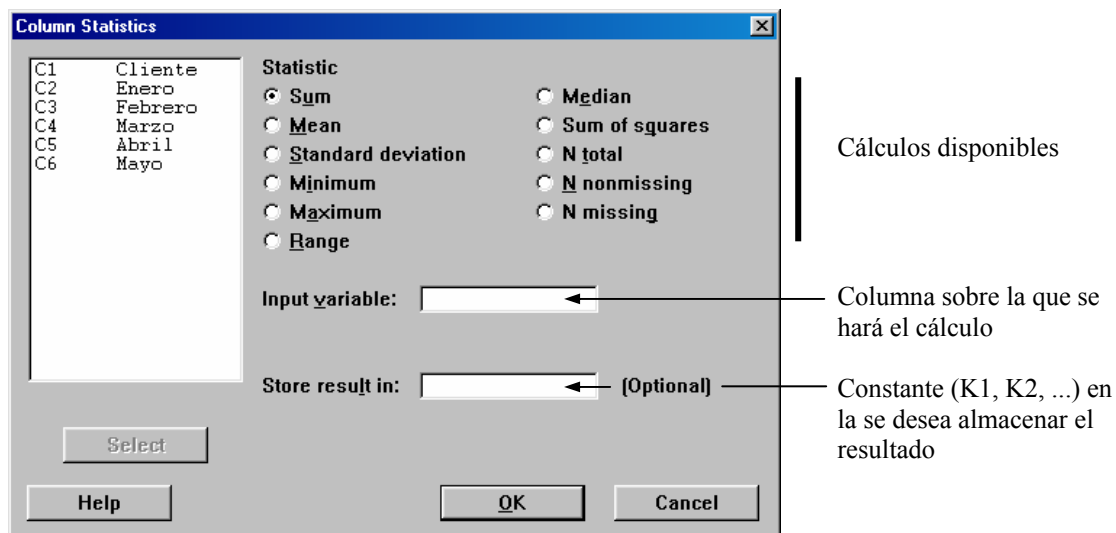
Store result in variable: C8

Expression: $0,1*(C2+C3+C4+C5)$



El resultado se puede asignar a una columna concreta indicando su posición (por ejemplo, C8) o a la primera columna vacía indicando un nombre (por ejemplo, Total). Si el nombre contiene espacios en blanco, hay que escribirlo entre comillas simples (por ejemplo: 'Día 1').

Otra forma de realizar algunas operaciones es a través de **Calc > Column Statistics** (estadísticas por columnas) o **Calc > Row Statistics** (estadísticas por filas).



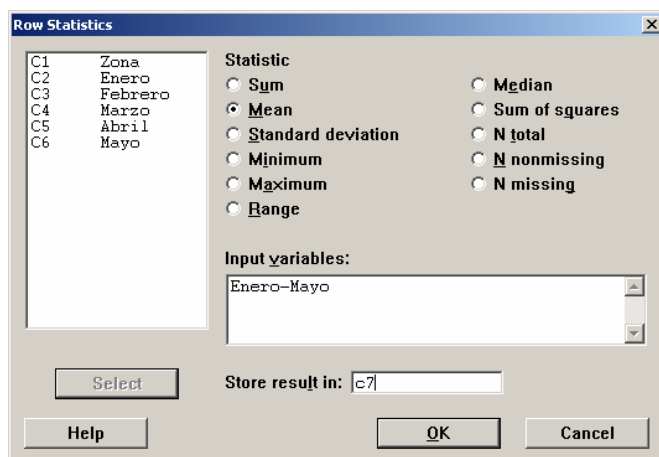
Ejemplo 1.3: Volvemos a utilizar los datos del ejemplo 1.1. Determine, usando **Calculator** y también la opción **Row Statistics**, el consumo medio mensual en cada zona.

Usando **Calculator** (**Calc > Calculator**):

Store result in variable: C7 (por ejemplo)

Expression: $(C2+C3+C4+C5+C6)/5$

Usando **Row Statistics** (**Calc>Row Statistics**):



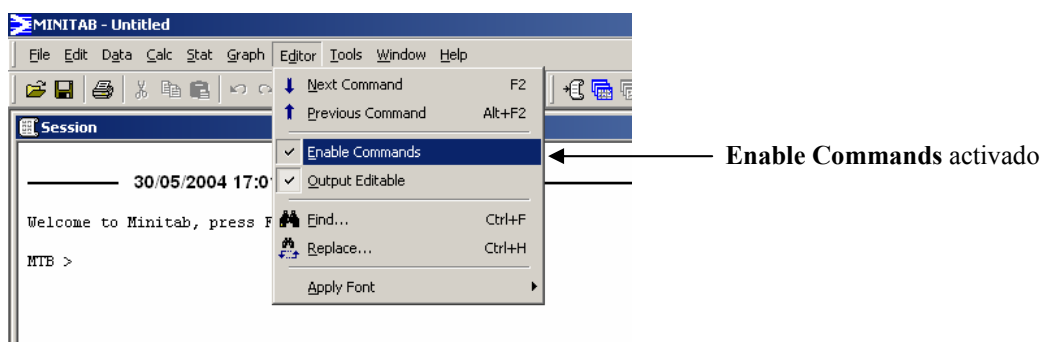
Si entramos C2 C6, nos estamos refiriendo a estas 2 columnas.

Si entramos C2-C6 nos referimos también a las están entre ellas, es decir, en este caso: C2, C3, C4, C5 y C6.



Clicando y arrastrando en la zona de variables disponibles (recuadro de la izquierda en las ventanas de diálogo), puede seleccionarse un conjunto de variables en una misma acción (para el apartado **Input variables**)

Otra posibilidad es escribir directamente en la ventana de Sesión las instrucciones que se desean ejecutar. Si la opción no está activada, con la ventana de Sesión como ventana activa, se activa yendo a: **Editor > Enable Commands**. Aparecerá el símbolo **MTB>** al principio de la línea.



Para calcular el promedio de las columnas C2 a C6 y colocarlo en C7, escribimos lo que figura a continuación de **MTB >**

```
MTB > let c7=(c2+c2+c4+c5+c6)/5
```

Con **Enable Commands** activado, cuando se efectúan operaciones a través de los menús, van apareciendo en la ventana de Sesión las instrucciones que se ejecutan. Esas instrucciones se pueden escribir directamente para ser ejecutadas sin usar los menús.

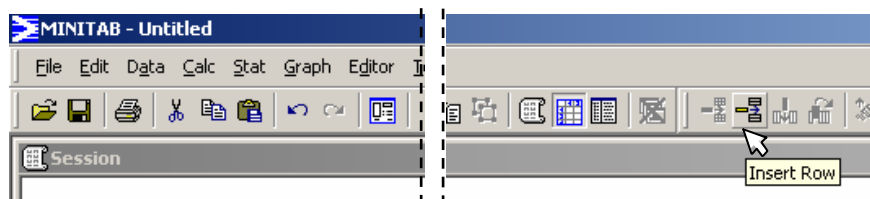
Introducción al manejo de datos: Borrar e insertar

Borrar columna: Haga clic en el nombre de la columna (el nombre por defecto: C1, C2, ...) y pulse la tecla [Suprimir]. Las columnas que quedan a la derecha se desplazan para ocupar el lugar de la eliminada.

Borrar fila Haga clic sobre el número de la fila y pulse la tecla [Suprimir]. Las filas que quedan debajo suben para ocupar el lugar de la eliminada.

Borrar celda Situar sobre la celda y pulsar la tecla [Suprimir].

Insertar fila Haga clic sobre el número de la fila encima de la cual se quiere insertar la nueva y a continuación clic en el botón de **Insert rows**



Insertar
columna:

Haga clic sobre el nombre (C1, C2,...) de la columna a la izquierda de la cual se quiere insertar la nueva. A continuación clic en el botón **Insert columns**



Si los iconos de insertar filas y columnas no aparecen en su barra de herramientas vaya a **Tools > Toolbar** y marque la opción **Worksheet**. Si los iconos aparecen pero no están activados es porque no ha seleccionado donde se debe insertar la fila o columna.



Si borra una celda las de abajo subirán para ocupar su lugar, y si tiene una tabla en la que cada fila corresponde a un individuo o unidad de observación, esto no le va a interesar. En este caso es mejor colocar un asterisco sobre el valor que se desea eliminar y considerarlo *missing*.

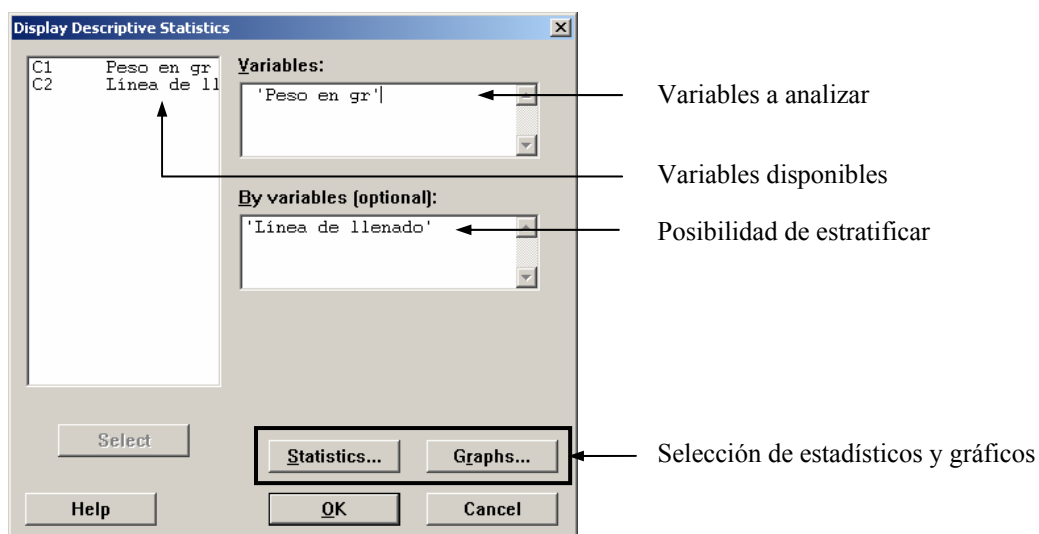
Primeros análisis estadísticos



El archivo DETERGENTE.MTW contiene el peso, en gramos, de 500 paquetes de detergente de peso nominal 4 Kg., indicando también en cual de las 2 líneas disponibles se han llenado.

Un estudio de la distribución del peso en función de la línea puede hacerse de la siguiente forma:

Stat > Basic Statistics > Display Descriptive Statistics.





Recuerde: Haciendo doble clic sobre el nombre de la variable (recuadro de la izquierda) esta se coloca automáticamente en el lugar donde esté el cursor. También se puede hacer un solo clic y a continuación clicar en **Select**

Dejando todas las opciones por defecto, en la pantalla de Sesión se obtiene:

N: Número de datos

N*: Número de datos *missing* (perdidos o faltantes)

Mean: Media

SE Mean: Desviación tipo de la media ($StDev / \sqrt{N}$)

StDev: Desviación tipo de los datos

Minimum: Valor mínimo

Q1: Primer cuartil

Median: Mediana

Q3: Tercer cuartil

Maximum: Valor máximo

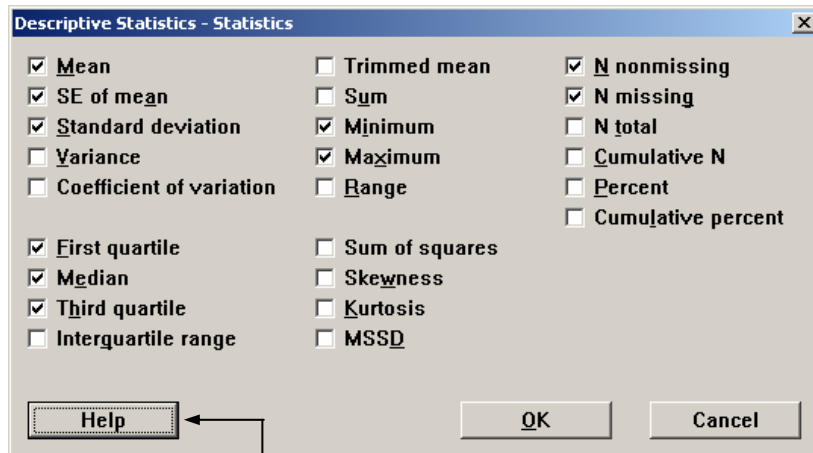
Results for: DETERGENTE.MTW

Descriptive Statistics: Peso en gr

Variable	Línea de llenado	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Q1	Median	Q3	Maximum
Peso en gr	1	250	0	3999,6	3,14	49,6	3877,0	3967,8	3999,5	4040,0	4113,0
	2	250	0	4085,6	3,32	52,5	3954,0	4048,8	4087,0		

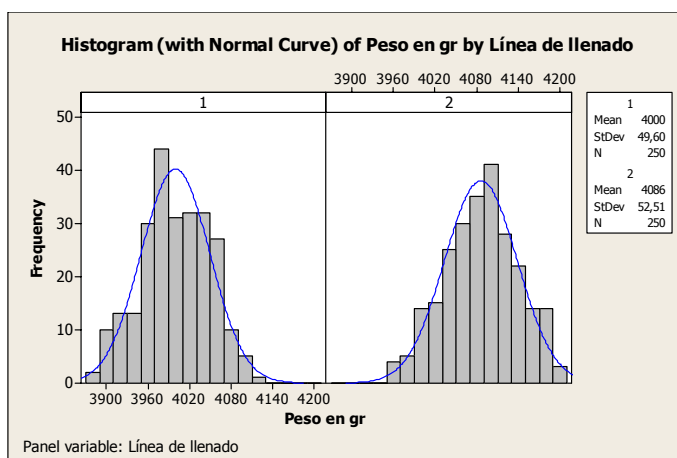
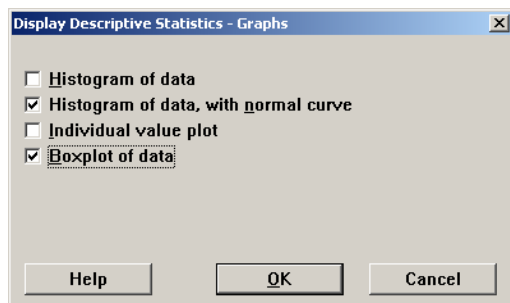
4121,5 4202,0

Statistics conduce a la siguiente ventana, donde se pueden elegir los estadísticos a calcular. Por defecto aparecen los que aquí están marcados.

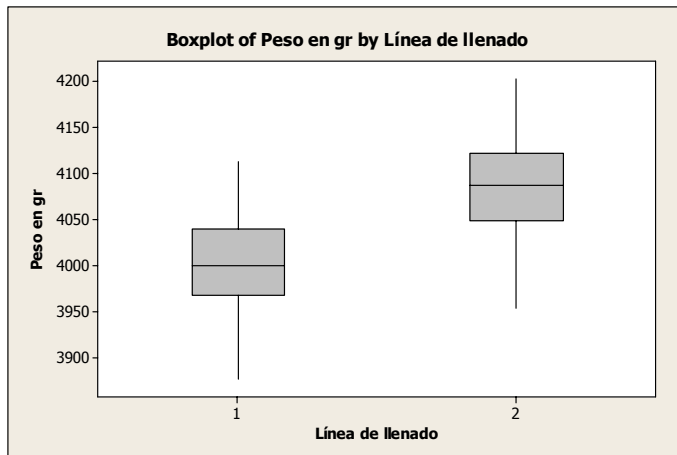


Clicando sobre **Help** se obtiene información sobre el significado de cada uno de estos estadísticos. Por ejemplo: **Trimmed mean** (media truncada) es la media aritmética de los datos, eliminando el 5% mayores y el 5% menores. Es una medida de tendencia central menos sensible a valores extremos que la media convencional.

Graphs permite elegir alguno de los siguientes gráficos (por defecto no se realiza ninguno):



Histograma de los datos, con curva normal



Boxplots

Realizando:

Stat > Basic Statistics > Store Descriptive Statistics

Se almacenan los valores de los estadísticos en las primeras columnas libres. Con los datos de nuestro archivo y estratificando por línea (tal como hemos hecho antes), si se eligen como estadísticos la media y la desviación tipo, se tiene:

DETERGENTE.MTW ***						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
	Peso en gr	Línea de llenado	ByVar1	Mean1	StDev1	
1	3996	2	1	3999,63	49,5986	
2	3935	1	2	4085,64	52,5069	
3	4093	2				
4	3993	1				

Nuevas columnas creadas con los valores de los estadísticos pedidos (una columna por estadístico)

Otra posibilidad es:

Stat > Basic Statistics > Graphical Summary

Graphical Summary

Variables: 'Peso en gr'

By variables (optional):

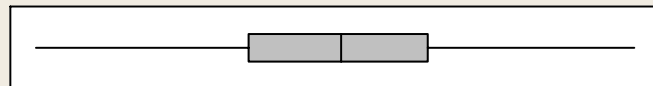
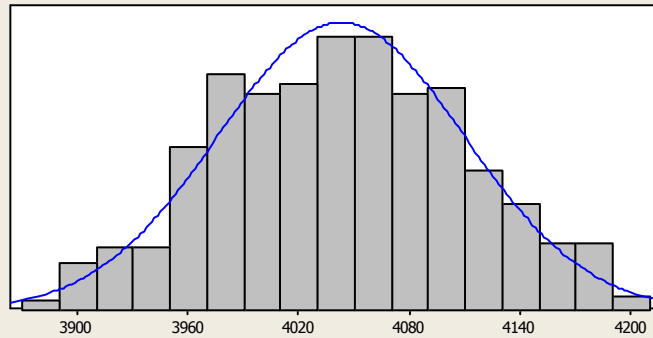
Confidence level: 95.0

Select Help OK Cancel

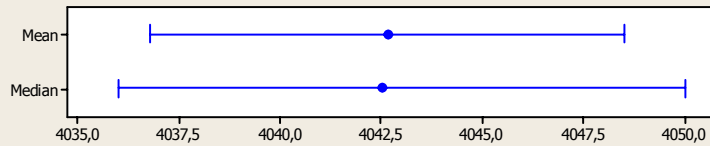
Valor por defecto, se puede cambiar

Se obtiene una descripción muy exhaustiva de los datos. Si hubiéramos estratificado por línea (en este caso no lo hemos hecho) tendríamos dos ventanas, una para cada línea.

Summary for Peso en gr



95% Confidence Intervals



Anderson-Darling Normality Test

A-Squared 0,43
P-Value 0,314

Mean 4042,6
StDev 66,8
Variance 4456,3
Skewness 0,006776
Kurtosis -0,483743
N 500

Minimum 3877,0
1st Quartile 3993,0
Median 4042,5
3rd Quartile 4090,0
Maximum 4202,0


95% Confidence Interval for Mean
4036,8 4048,5

95% Confidence Interval for Median
4036,0 4050,0

95% Confidence Interval for StDev
62,9 71,2

Ayudas

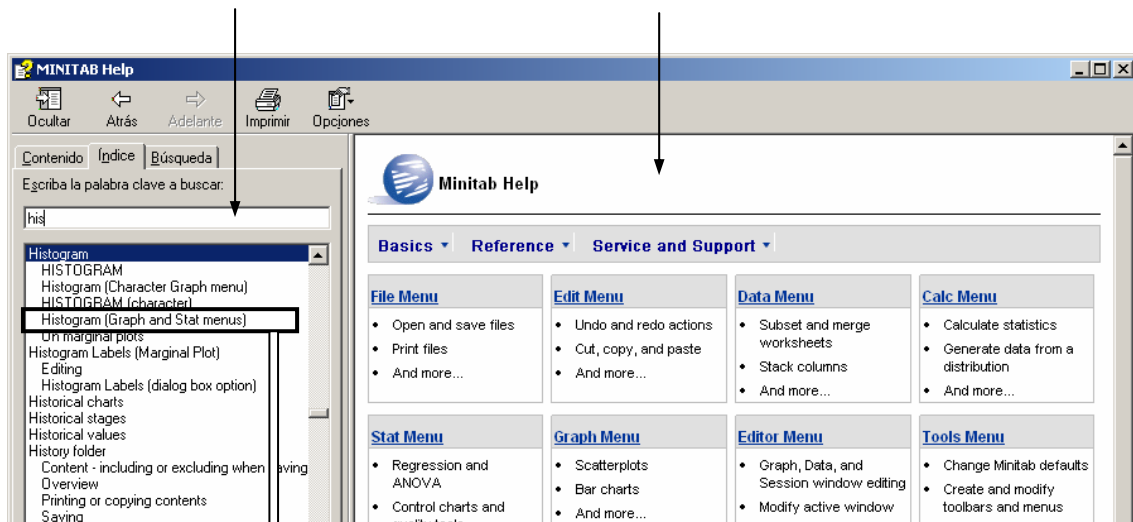
Help, menú principal

Se accede a través del menú principal o clicando sobre el icono  de la barra de herramientas. También pulsando F1.

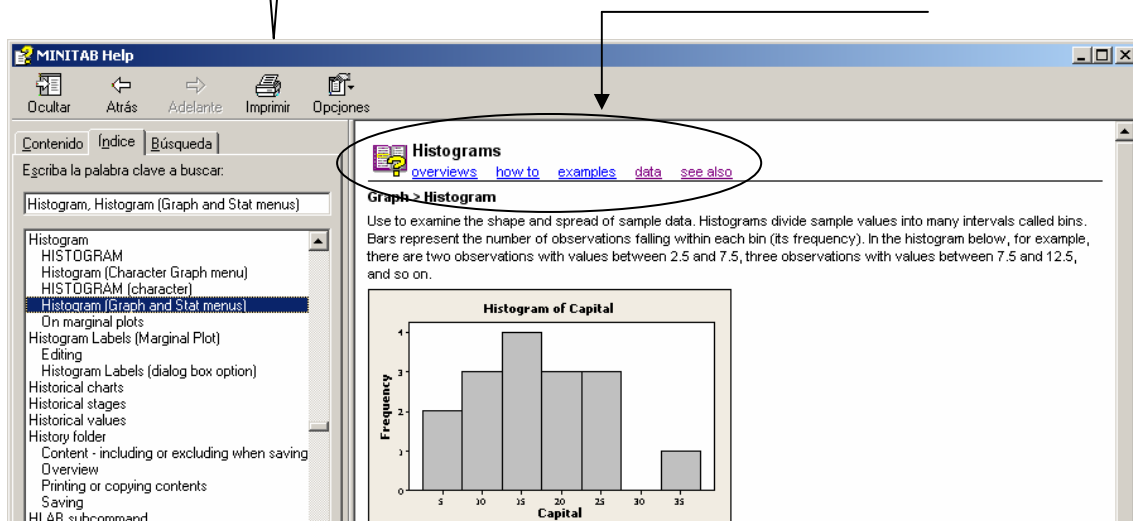
Búsqueda por palabras clave.

Empezamos a escribir histogram (siempre en inglés ☹ !). Al escribir las 3 primeras letras ya identifica lo que buscamos.

Guía en hipertexto. MUY COMPLETA

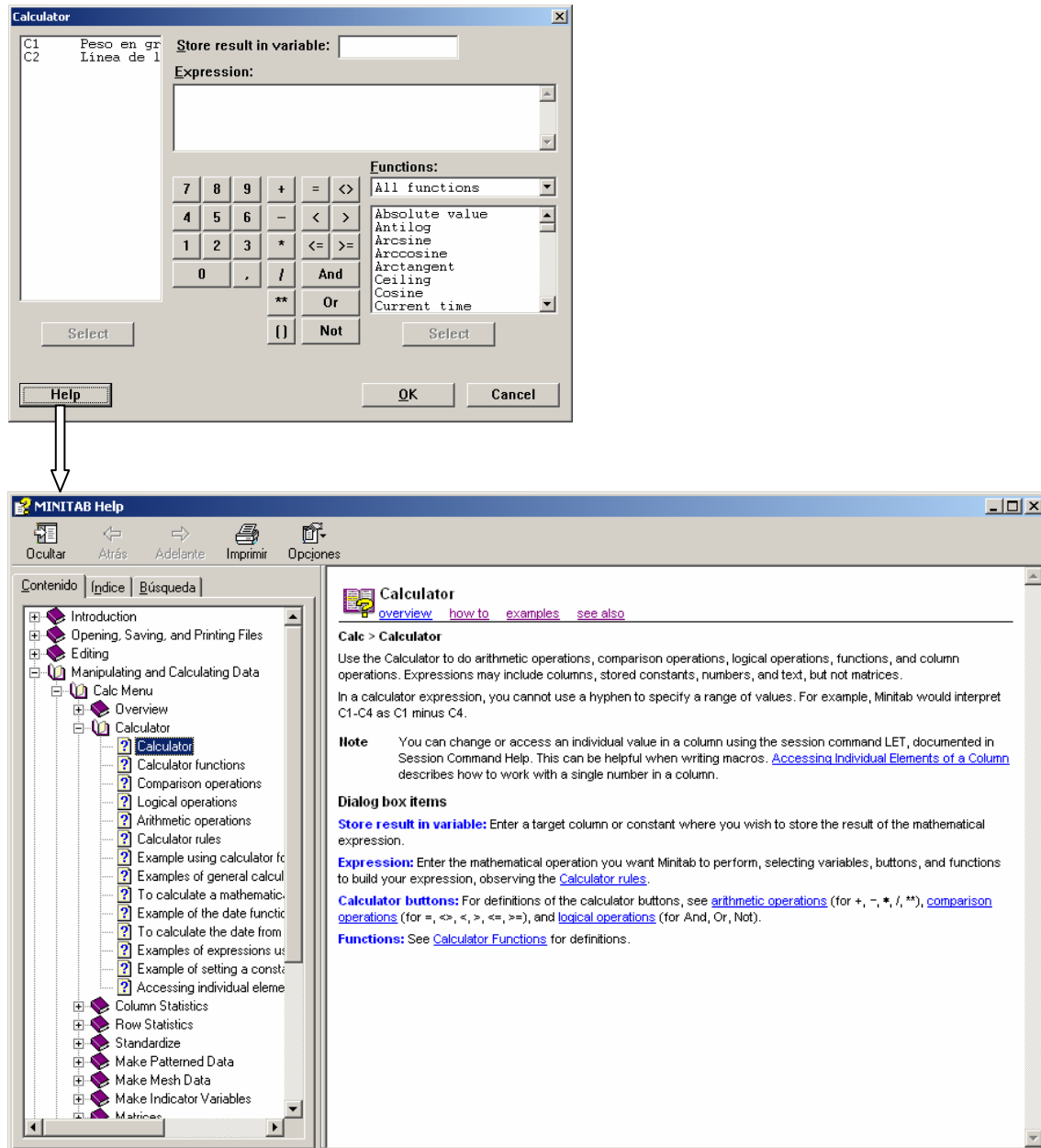


Haciendo doble clic sobre la opción marcada, aparece información sobre cómo construir histogramas desde el menú principal. Siempre es interesante consultar el hipertexto del encabezamiento




Help contextual

Si se tienen dudas sobre el tema en que se está trabajando, siempre hay un botón **Help** que conduce directamente a información específica sobre ese tema. Por ejemplo, para el caso de **Calculator**:



StatGuide

Haciendo clic con el botón derecho sobre el resultado del análisis realizado (ya sea en la ventana de Sesión o en las ventanas gráficas) y clic sobre **StatGuide** del menú que aparece se abre una guía que ayuda a interpretar esos resultados. También se accede a esta guía haciendo clic en el botón **StatGuide** de la barra de herramientas , o pulsando [Mayúsculas] + [F1]



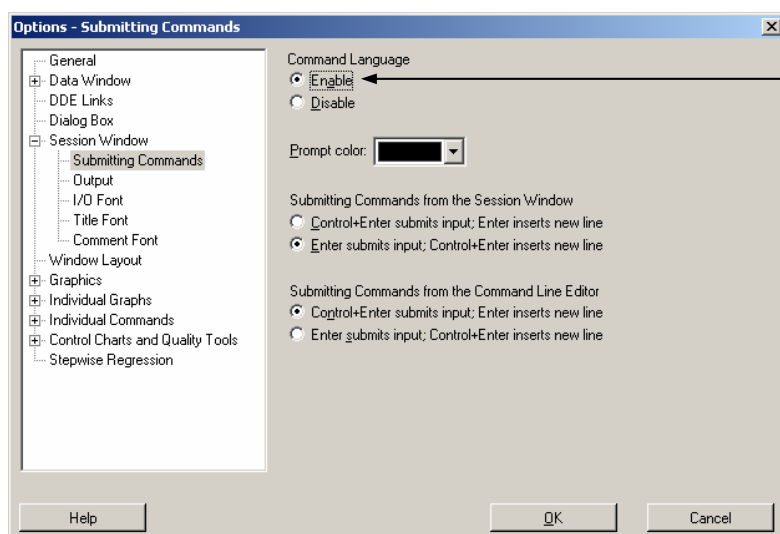
La ayuda de MINITAB es muy completa y está muy bien organizada. Es muy fácil encontrar lo que se necesita.

Configuración a su gusto

Casi todo, desde la estética (tipos de letra, colores, etc) hasta aspectos relacionados con la configuración, se puede cambiar y adaptar a su gusto. La forma de hacerlo es a través de:

Tools > Options

Por ejemplo, para que la opción **Enable Commands** esté activada por defecto, accedemos a través de **Session Window > Submitting Commands** y activamos la opción deseada.



Marcar esta opción para que esté disponible (se puedan introducir instrucciones en la pantalla de Sesión) al arrancar MINITAB.



Para restaurar los valores de configuración por defecto, ejecute el archivo **RestoreMinitabDefaults.exe** que se encuentra en el directorio donde tiene instalado MINITAB.

Una vez se haya familiarizado con el entorno de trabajo de MINITAB, le puede interesar consultar el Anexo 3 con información más detallada de cómo personalizar MINITAB

2

Gráficos para una variable

Archivo 'Pulse'



PULSE.MTW viene incluido en MINITAB y lo usaremos para ir mostrando los tipos de gráficos que se pueden realizar. Su contenido se recogió en una clase con 92 alumnos. Cada estudiante anotó su altura, peso, sexo, si fuma o no, nivel de actividad física y pulso en reposo. Después todos tiraron una moneda al aire y aquellos a los que les salió cara corrieron durante 1 minuto. A continuación todos se volvieron a tomar la pulsación. El contenido del archivo es:

Columna	Nombre	Contenido
C1	Pulse1	Pulso inicial de los 92 estudiantes
C2	Pulse2	Pulso final
C3	Run	1=corrió; 2=no corrió
C4	Smokes	1=fuma; 2=no fuma
C5	Sex	1=hombre; 2=mujer
C6	Height	Altura de los estudiantes (en pulgadas)
C7	Weight	Peso de los estudiantes (en libras)
C8	Activity	Nivel de actividad física habitual: 1=baja; 2=media; 3=alta



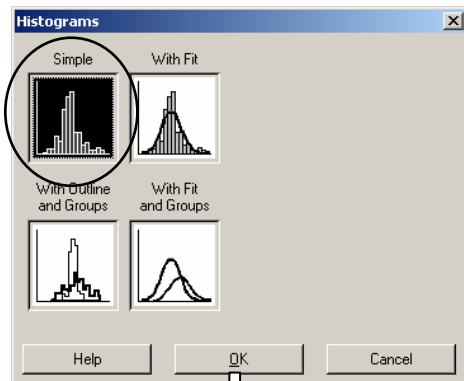
Puede obtenerse información sobre los archivos que incorpora MINITAB a través de **Help**. Para obtener la información del archivo 'Pulse' puede hacerse: **Help > Help**, escribir **Pulse** en el índice y hacer doble clic sobre PULSE.MTW.

The screenshot shows the MINITAB Help window. The left pane displays a search index with 'PULSE.MTW' selected. The right pane shows the 'PULSE.MTW overview' page, which includes a description of the data and a table of columns.

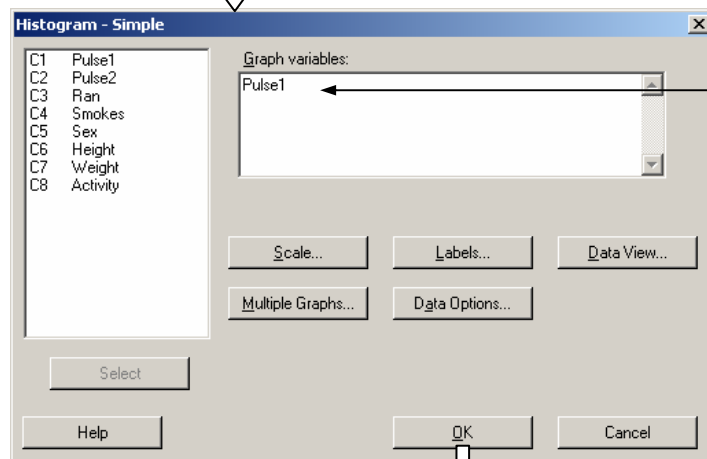
Column	Name	Count	Description
C1	Pulse1	92	First pulse rate
C2	Pulse2	92	Second pulse rate

Histogramas

Graph > Histogram

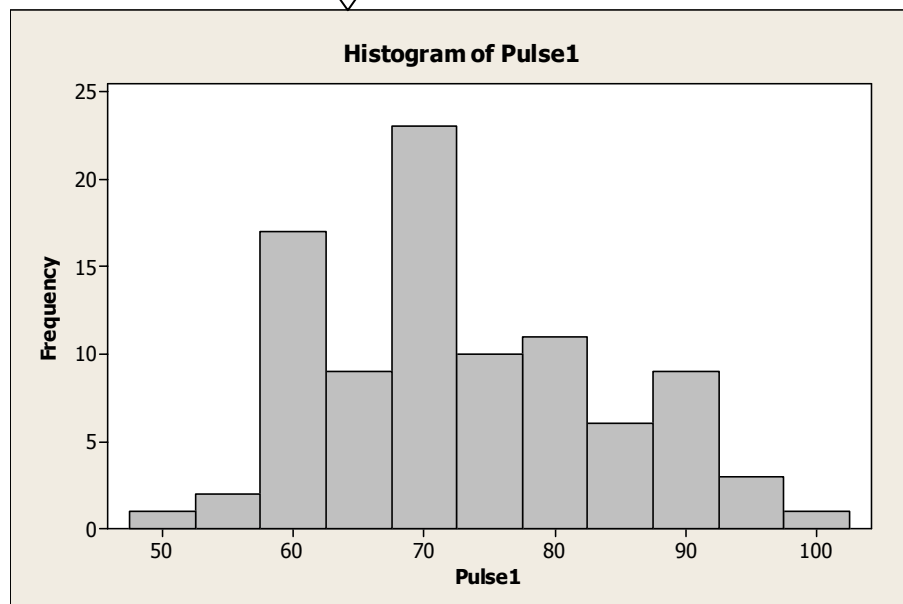


Existen distintas opciones tal como puede verse en el menú visual



Histograma para la variable 'Pulse1'

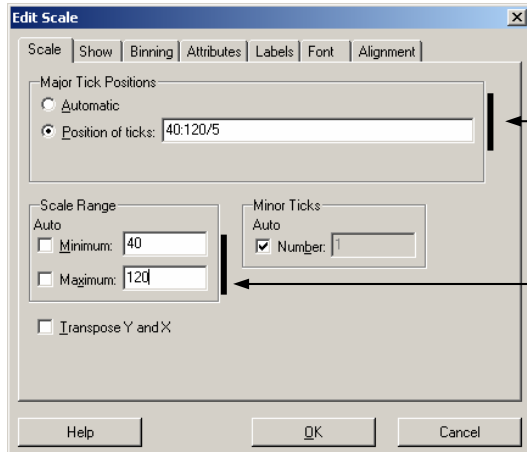
Con todas las opciones por defecto



Cambios en el aspecto del histograma

Cambio en la escala del eje horizontal

Hacemos doble clic sobre cualquier valor de esta escala. Aparece la siguiente ventana de diálogo en la que se han cambiado los valores que aparecen por defecto:



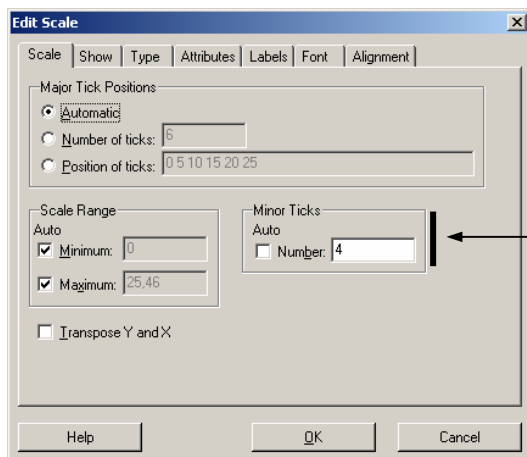
Valores que se desea que aparezcan en la escala. Se ha quitado la opción **Automatic** (aparece por defecto) y se indica que estos valores deben ser 40 a 120 con incrementos

Valores mínimo y máximo de la escala (se han sustituido los que aparecían por defecto)

Cambios en el eje vertical

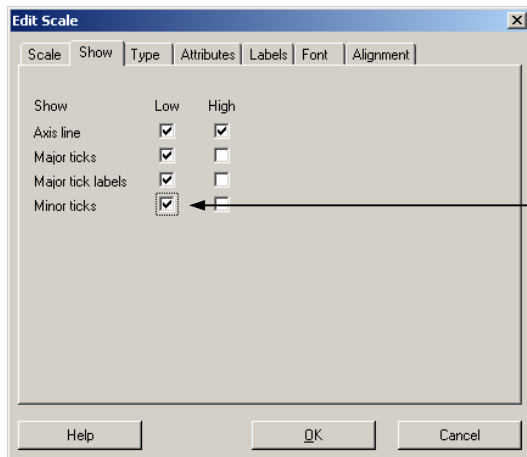
En este eje el único cambio respecto a lo que aparece por defecto será introducir 4 marcas entre los valores de la escala (ayuda a identificar los valores sobre la escala sin que aparezcan los números que corresponden a estos valores).

Haciendo doble clic sobre cualquier valor de la escala vertical aparece el mismo cuadro de diálogo que hemos visto antes:



Sólo cambiamos este valor (“Número de rayitas cortas en la escala”)

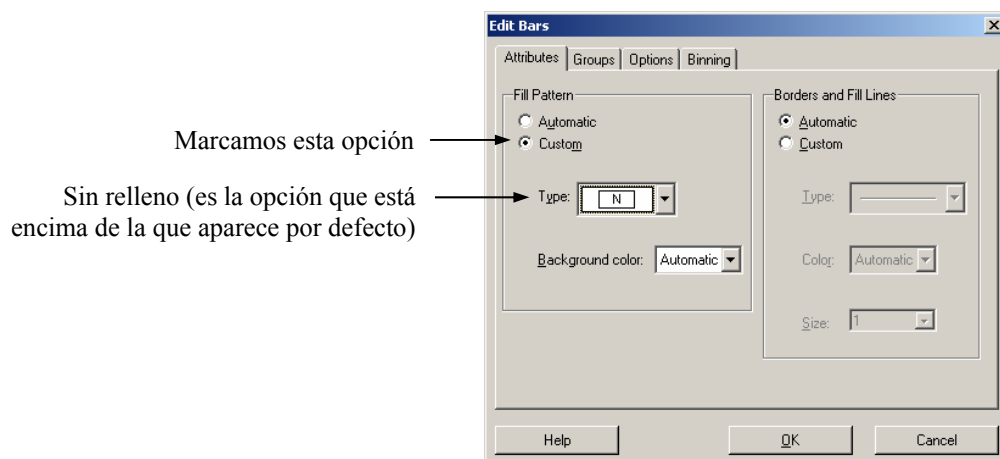
También hay que ir a la pestaña **Show** para indicar que muestre las rayitas pequeñas.



Hay que marcar esta opción (por defecto no lo está)

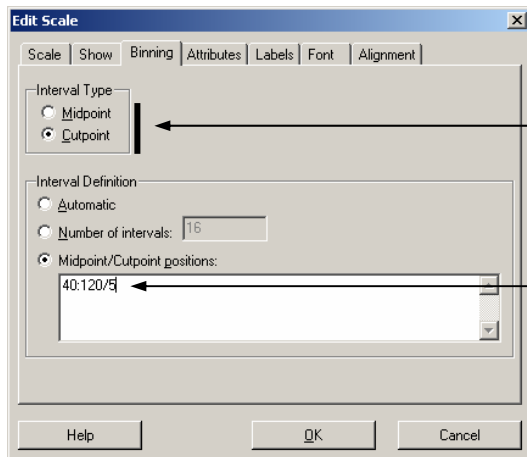
Aspecto de las barras

Si, por ejemplo, no queremos que las barras tengan color de relleno, hacemos doble clic sobre cualquiera de ellas y aparece la siguiente ventana:



Intervalos sobre los que se sitúan las barras

Hacemos doble clic sobre cualquier valor de la escala horizontal y vamos a la pestaña marcada con **Binning**

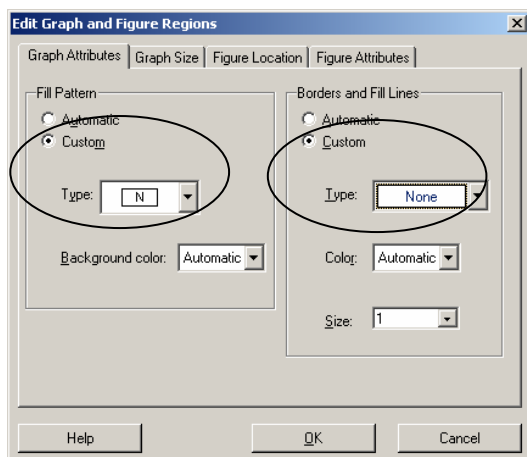


Definiremos los intervalos a través de los puntos de corte

Hemos colocado los mismos valores que los indicados para la escala. De esta forma, los extremos de los intervalos coincidirán con valores marcados en la escala

Aspecto de la ventana del gráfico

Vamos a eliminar el marco gris que aparece en torno al histograma. Hacemos doble clic sobre esta zona (fuera del marco del histograma):

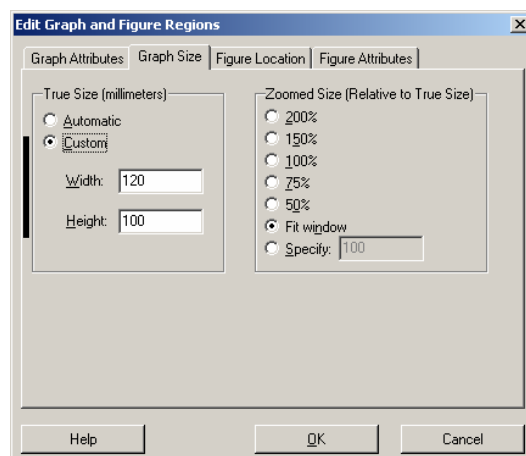


Hemos quitado el color de fondo (**Fill Pattern**) y la línea exterior (**Borders and Fill Lines**)

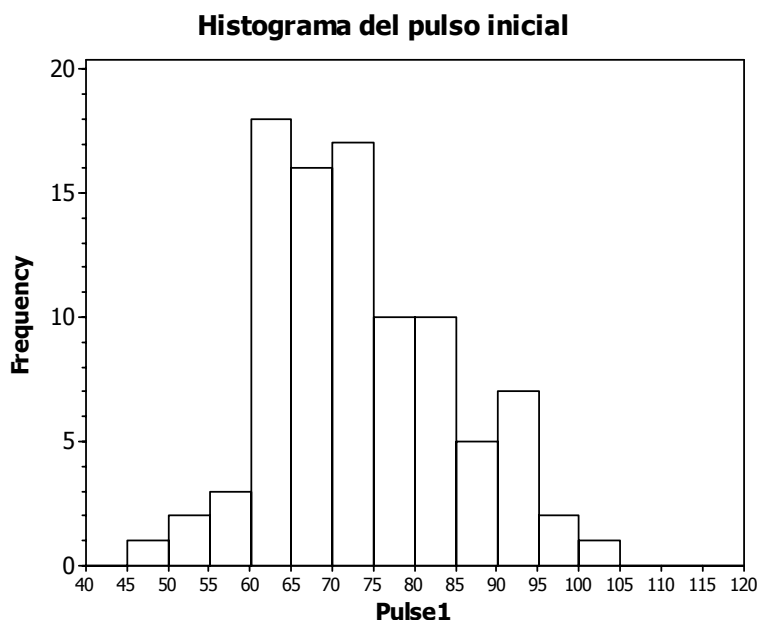
Cambio en las proporciones del gráfico:

A veces conviene que las proporciones del gráfico sean otras. Para ello, en el mismo cuadro de diálogo anterior vamos a la pestaña **Graph Size**:

Hemos cambiado los valores por defecto. Ahora el gráfico tendrá un aspecto más cuadrado



Con los cambios introducidos, y cambiando también el título (basta hacer doble clic sobre él y cambiar el texto), el histograma tiene el siguiente aspecto:



La edición y modificación de los gráficos es fácil e intuitiva haciendo doble clic sobre el elemento a cambiar.

Una vez personalizado un gráfico es muy fácil crear otro de características similares a través de:

Editor > Make Similar Graph



Es necesario que el gráfico original esté como ventana activa para que aparezca la opción **Make Similar Graph**.

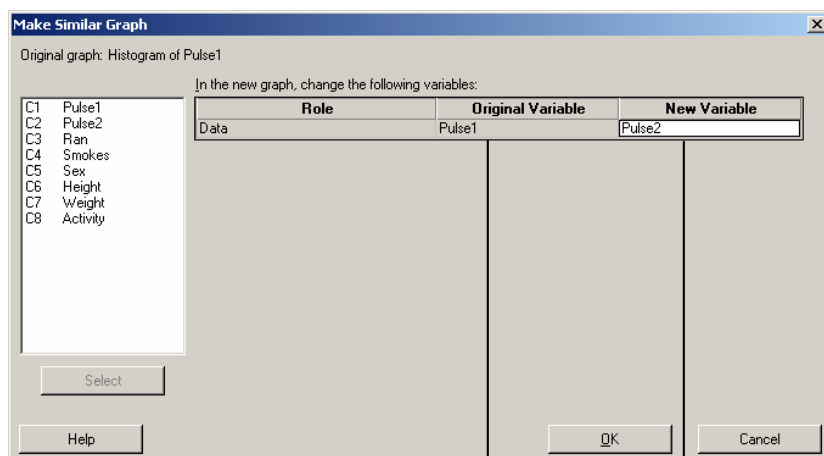
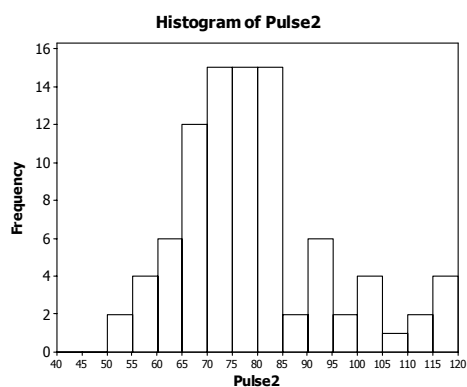
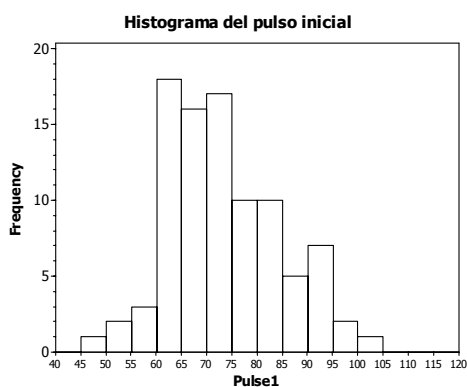


Gráfico original

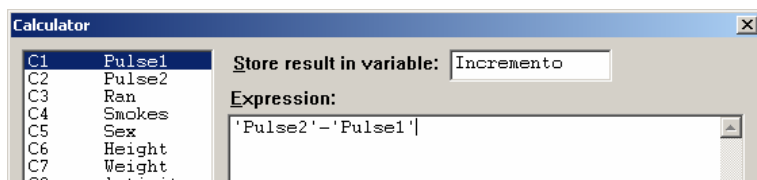
Gráfico para una nueva variable,
copiando las características del original



Histogramas para varios grupos de datos

A través de **Calculator**, creamos la columna 'Incremento' que es igual a la diferencia entre el pulso final y el inicial:

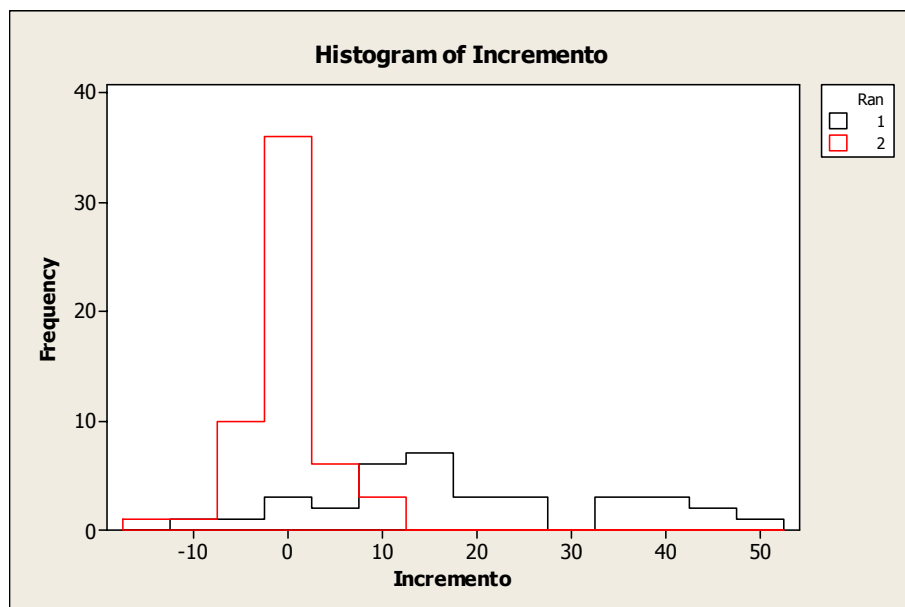
Calc > Calculator



Para comparar los incrementos de pulsación según se haya corrido o no a través de sus histogramas, puede hacerse:

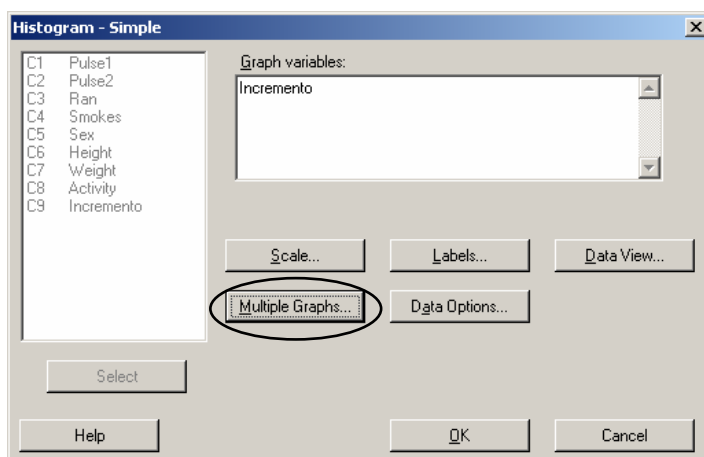
Graph > Histogram: With Outline and Groups

Colocando 'Incremento' como variable a representar y 'Ran' como variable categórica para formar los grupos, se obtiene:

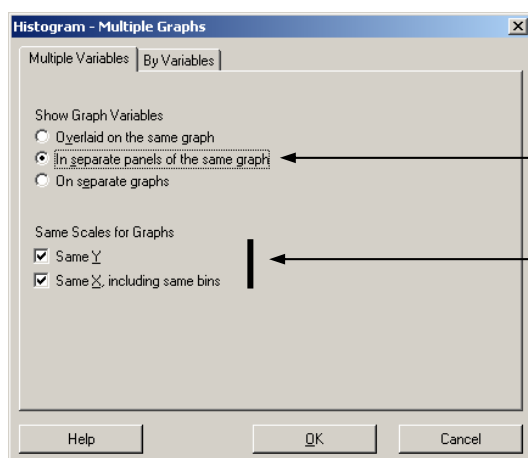


Otra opción, que proporciona un resultado más claro, es:

Graph > Histogram: Simple

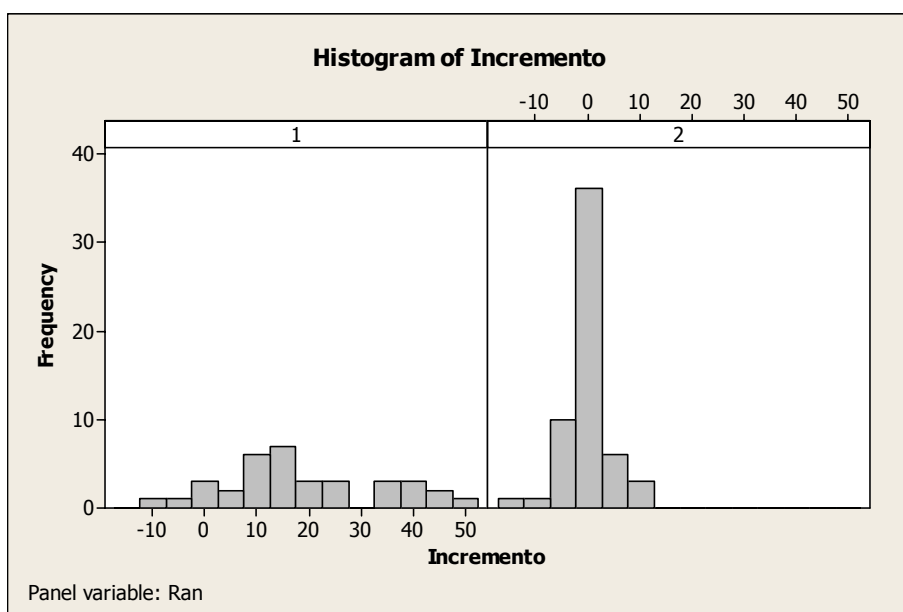
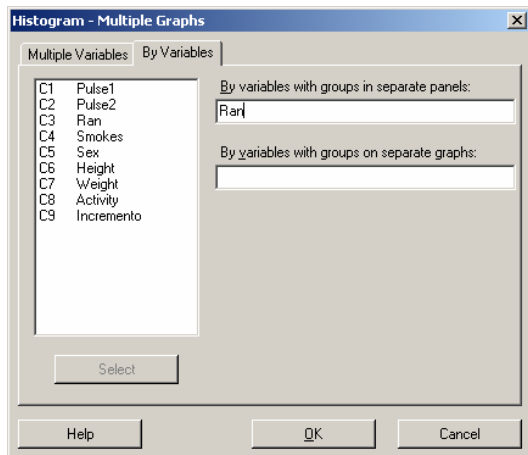


A través de **Multiple Graphs** se accede a diversas opciones que proporcionan salidas muy claras



Paneles separados dentro de la misma ventana. Esta es una forma muy clara de mostrar el resultado

Misma escala en los dos gráficos para facilitar la comparación



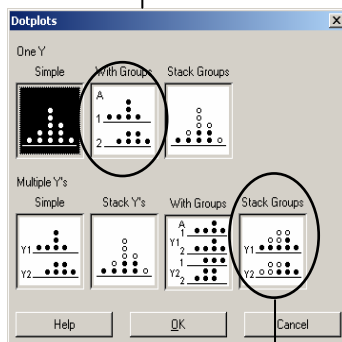
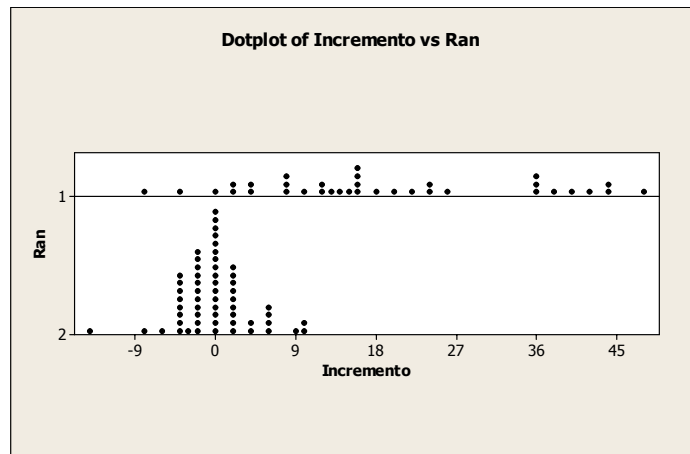
Para ver todos los gráficos que ha creado y tiene disponibles vea la opción **Window** del menú principal. Al final aparecen las hojas de datos y los gráficos que se han ido creando y no se han borrado.

Diagramas de puntos

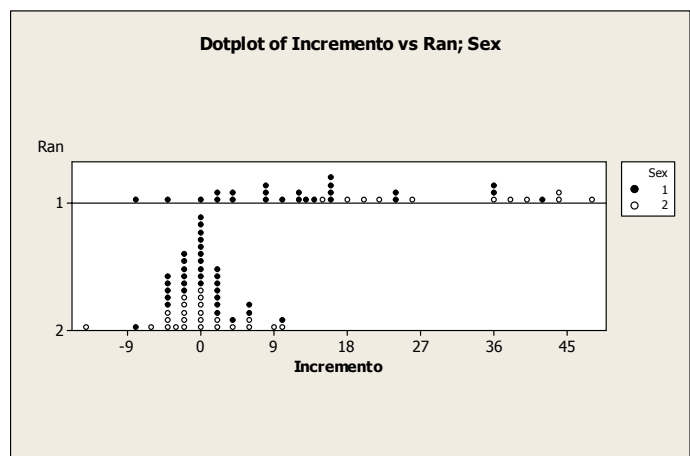
Graph > Dotplot

Vamos a utilizar las opciones disponibles para comparar el incremento en las pulsaciones según se haya corrido o no, y lo mismo pero identificando de forma distinta hombres y mujeres.

Graph variables: Incremento
Categorical variables: Ran



Graph variables: Incremento
Categorical variables: Ran Sex



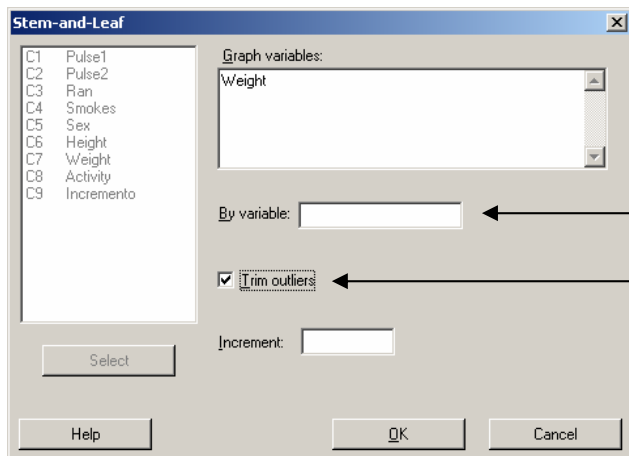
Para facilitar la interpretación del gráfico sin colores, se ha cambiado el tipo de símbolo que aparece por defecto para las mujeres (sex=2). El proceso para realizar el cambio es: 1) Clic sobre cualquier punto; 2) Clic sobre un punto del tipo de los que se quiere cambiar; 3) Doble clic sobre el mismo punto que antes y 4) En el cuadro de diálogo que aparece elegir el tipo de punto deseado.



El aspecto de los diagramas de puntos se puede cambiar editándolos de la misma forma que se ha hecho con los histogramas. Las opciones también son las mismas.

Diagramas de tallo y hojas

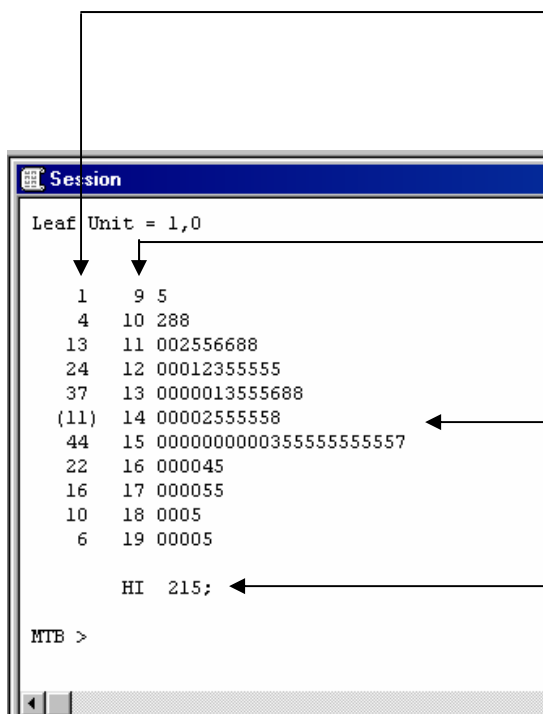
Graph > Stem-and-Leaf
Stat > EDA > Stem-and-Leaf



Posibilidad de estratificar

Si se marca esta opción destaca las anomalías.

Se consideran anomalías los valores que están más allá de 1,5 veces el rango intercuartílico (Q3-Q1) a partir de los cuartiles



Línea de profundidad:

Frecuencias acumuladas empezando por arriba y por abajo hasta la rama que contiene la mediana. Para esta rama se indica entre paréntesis la frecuencia absoluta (sin acumular)

Tallo

Hojas

Valor anómalo destacado

(opción **Trim outliers** activada)



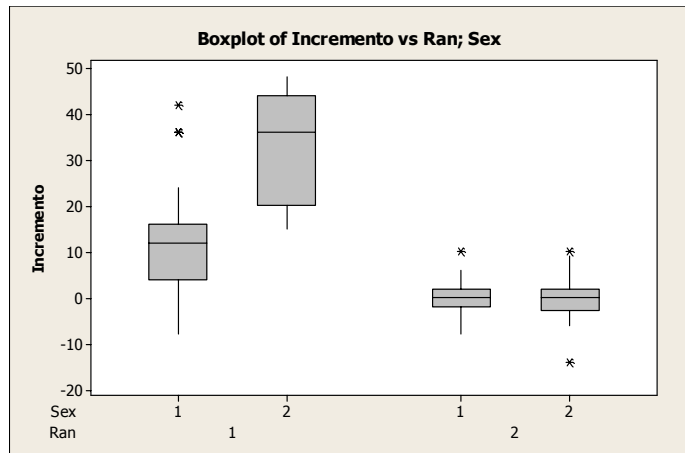
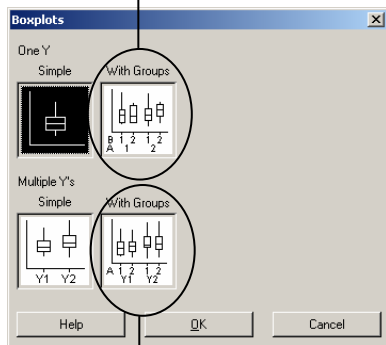
Si copia un diagrama de tallo y hojas y lo pega en un documento Word, debe utilizar un tipo de letra de paso fijo, tipo `courier`. Si utiliza el tipo Times (el de este texto) se deforma el diagrama.

Boxplots

Graph > Boxplot

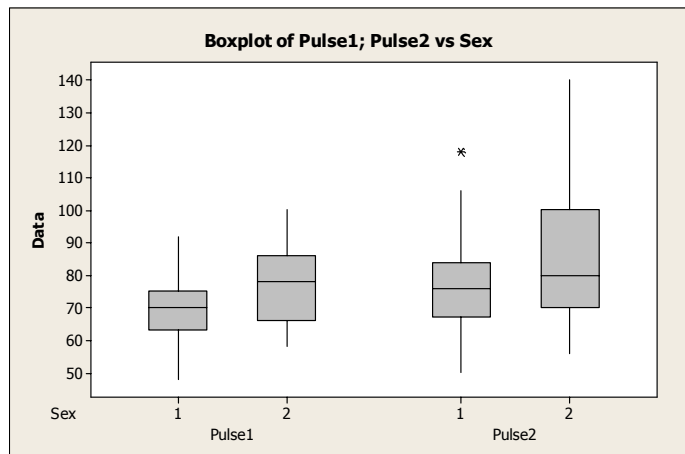
Una sola respuesta (**One Y**):
Graph variables: Incremento

Dos variables de estratificación:
Categorical...: Ran Sex



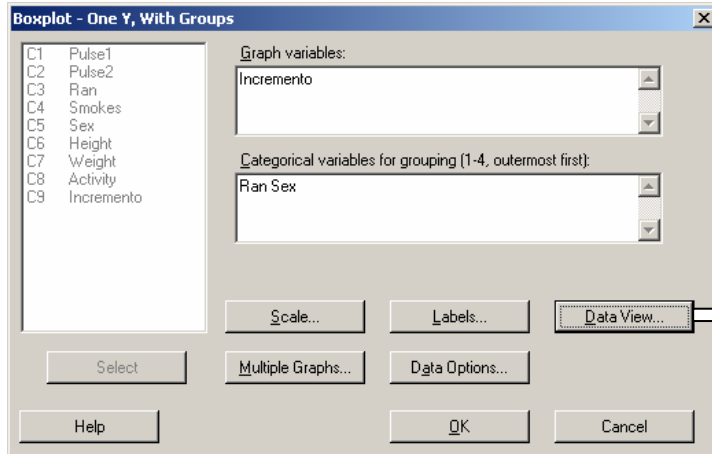
Dos respuestas (**Multiple Y's**):
Graph variables: Pulse1 Pulse 2

Una variable de estratificación:
Categorical...: Sex

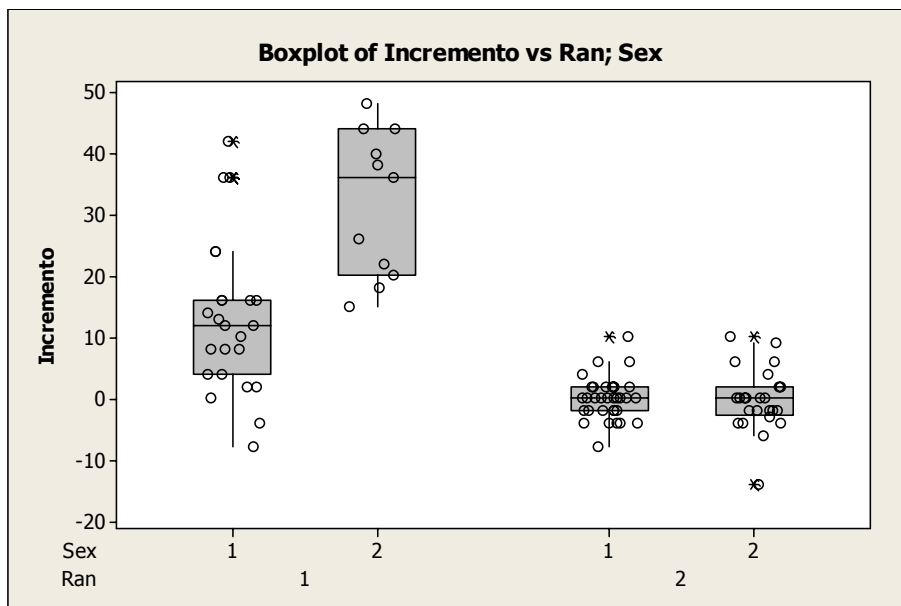
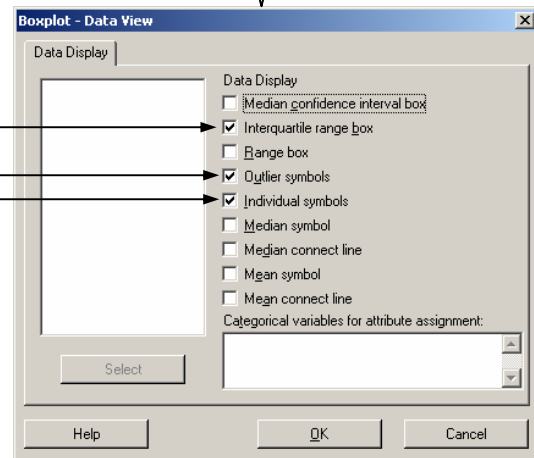


Con todas las opciones por defecto, el aspecto de los boxplots es el habitual: caja que delimita el rango intercuartílico (IQR) con línea interior para la mediana, patas hasta la última observación dentro de la zona delimitada por los cuartiles ± 1.5 IQR y valores más allá de esta zona identificados con asteriscos.

Pero se puede cambiar el aspecto del boxplot a través del botón **Data View**. Por ejemplo, en el primer gráfico (incremento de las pulsaciones según se haya corrido o no y sexo) se pueden añadir puntos para mostrar los valores individuales.



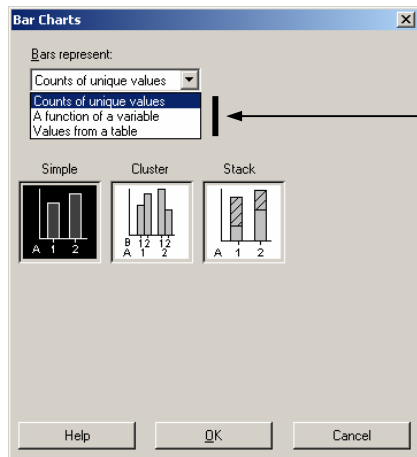
Opciones marcadas por defecto
Para que aparezcan los valores individuales



Dentro de la zona de cada boxplot, los valores individuales se desplazan aleatoriamente en el eje horizontal para que no queden superpuestos y se pueda apreciar su cantidad.

Diagramas de barras

Graph > Bar Chart



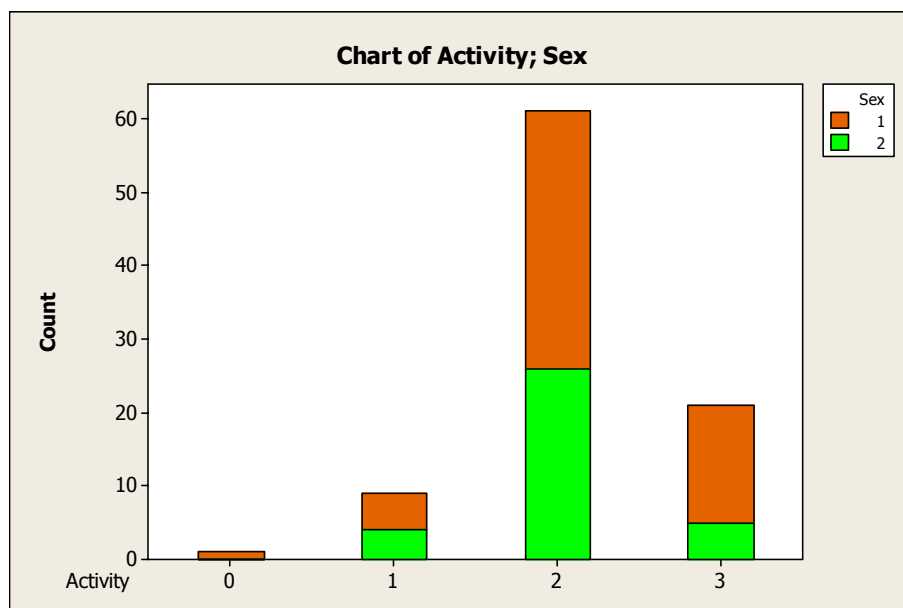
Distintas opciones sobre lo que deben representar las barras

Las opciones disponibles en el menú visual dependen de la que se haya seleccionado para representar las barras

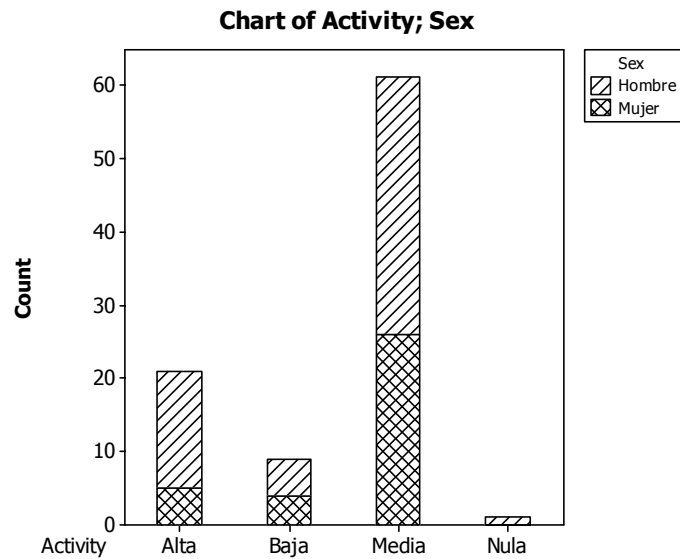
Ejemplo: Representaremos el número de hombres y mujeres según la actividad física que realizan.

Graph > Bar Chart: Count of unique values, Stack

Categorical variables: Activity Sex

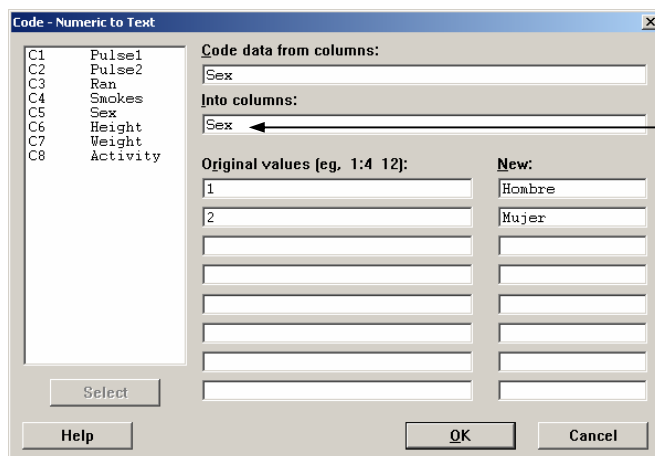


Transformaremos el gráfico anterior, que es el que parece por defecto, por este otro:



Las operaciones que se han realizado para cambiar el aspecto del gráfico son:

- Quitar el color de las barras: Hacer doble clic sobre cualquier barra. En el cuadro de dialogo que aparece (**Edit bars**, pestaña **Attributes**) en **Fill Pattern** marcar **Custom** y seleccionar el color blanco en **Background color**.
- Poner una trama distinta según el sexo: Estando las barras seleccionadas (si no lo están haga clic sobre cualquiera de ellas) haga clic sobre la parte superior de una barra (la parte que corresponde a Sexo=1) y a continuación doble clic. En **Fill Pattern** marque **Custom** y en **Type** seleccione el tipo de trama. Repetir la misma operación para la parte inferior de la barra.
- Poner nombres a los valores que codifican las variables Sexo y Actividad: Lo hacemos a través de **Data > Code > Numeric to Text**.



Ponemos los valores transformados en la misma columna de los originales (podríamos usar otra)

De forma similar se transforman los valores de la actividad por sus nombres correspondientes.

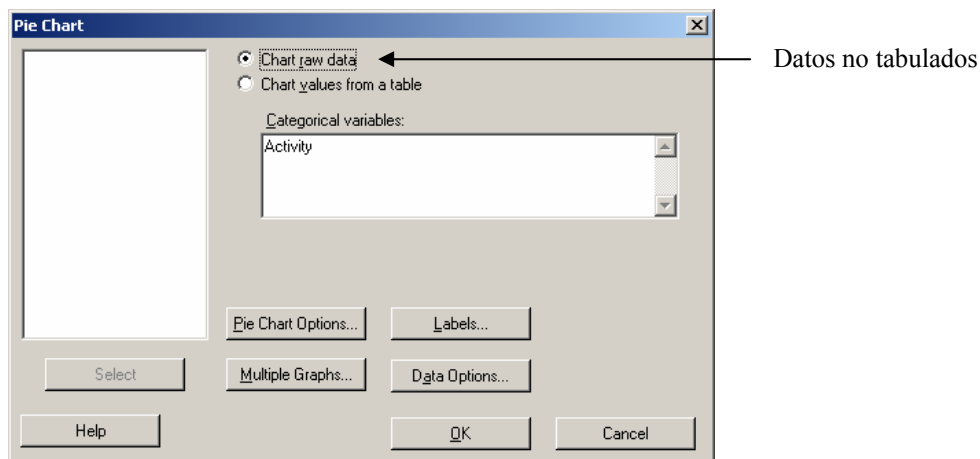


No es necesario construir otro gráfico por haber cambiado los valores que identifican el sexo y la actividad. Basta con hacer clic con el botón derecho del ratón en cualquier punto del gráfico y activar la opción **Update Graph Now**.

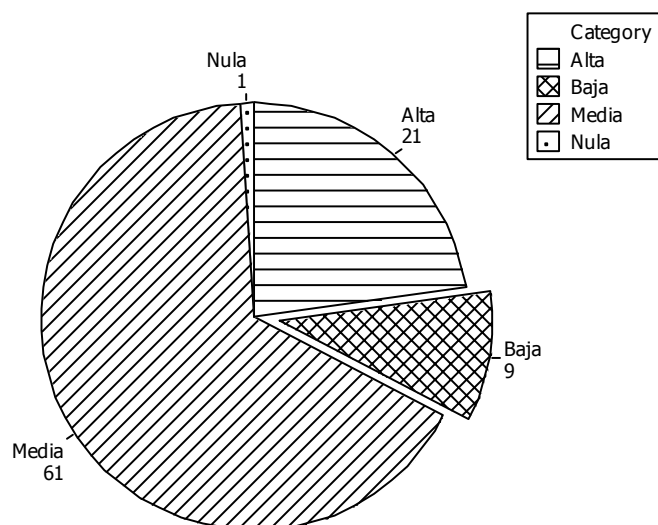
- Quitar el marco gris: Doble clic sobre cualquier punto de este marco. En **Graph Attributes** quitamos el color de fondo (**Fill Patterns, Custom**) y la línea exterior (**Borders and Fill Lines, Custom**) igual que se hizo para el histograma.
- Cambiar las proporciones: Doble clic sobre la parte exterior del gráfico, clicar en la pestaña **Graph Size**. En **True Size, Custom**, poner **Width: 120, Height: 100**.

Diagramas de pastel

Graph > Pie Chart



Pie Chart of Activity



Para obtener este aspecto se han cambiado los colores por tramas igual que en diagrama de barras, y se han utilizado también las siguientes opciones.

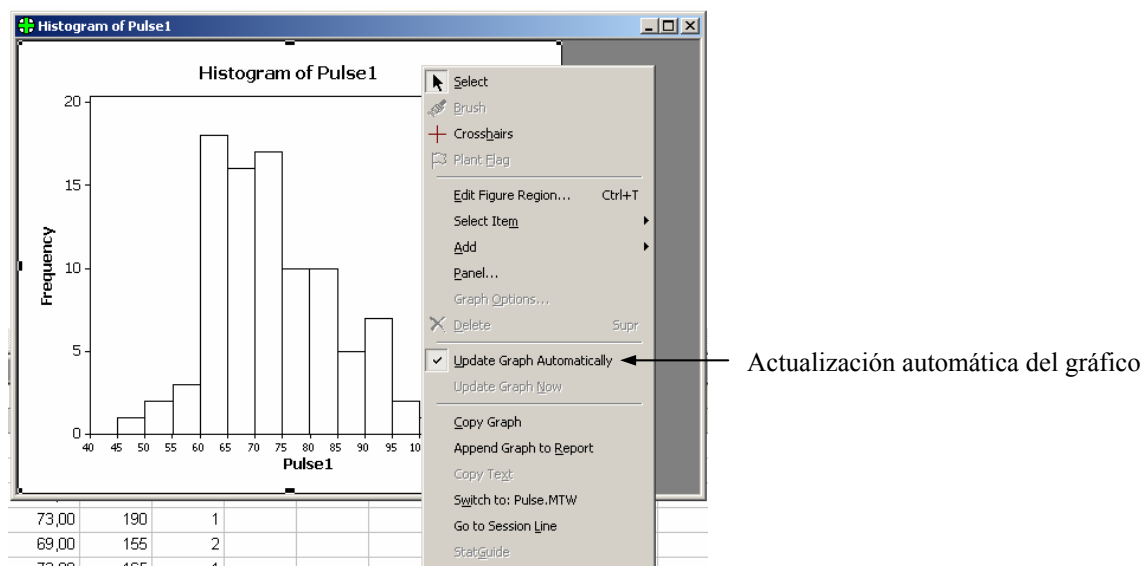
- Separar un sector: Editar el sector (clic sobre el gráfico, clic sobre el sector y doble clic sobre el sector) y en la opción **Explode** marcar **Explode slice**.
- Nombre y frecuencia de cada sector: Editar el gráfico (doble clic sobre cualquier punto), ir a **Slice labels** y marcar **Category name**, **Frequency**. Se ha cambiado, a través de **Data > Code > Numeric to text** el número que identifica el nivel de actividad por su nombre
- Color de fondo y marco del gráfico: Editar el gráfico, **Graph Attributes**.



Observe que para editar una parte de un gráfico (un sector de un diagrama de pastel, o los puntos que corresponden a un grupo en un diagrama de puntos) no basta con hacer clic o doble clic sobre esa parte. El proceso siempre es: 1) Clic sobre el gráfico; 2) Clic sobre la parte a editar y 3) Doble clic sobre esa parte.

Actualización automática de gráficos

Haciendo clic sobre un gráfico con el botón derecho del ratón aparece el siguiente menú:



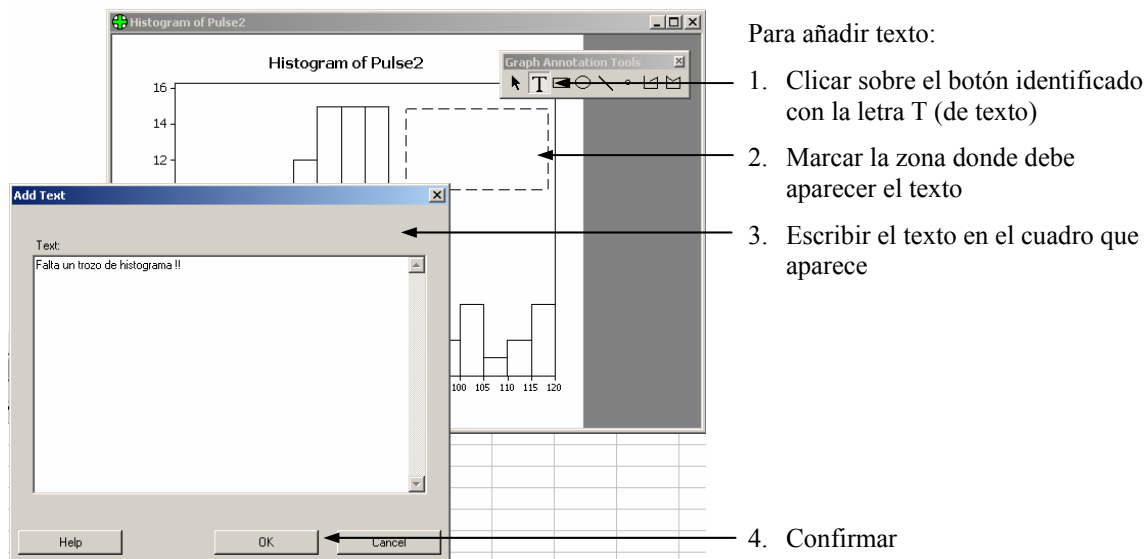
Si se activa la actualización automática, el gráfico cambia al cambiar los datos con que se ha construido (ya sea añadiendo, modificando o eliminando).

Adición de texto o figuras a un gráfico

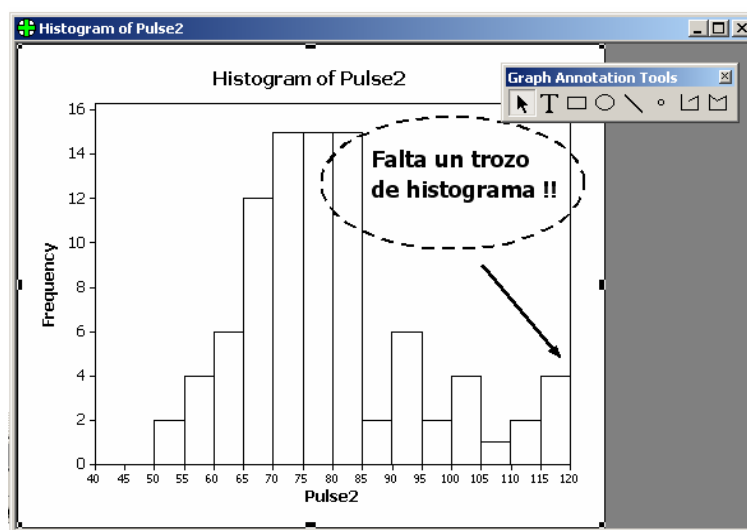
Colocando como ventana activa el gráfico que se desea modificar y a través de:

Editor > Annotation > Graph Annotation Tools

Aparece un menú que permite añadir texto y figuras al gráfico.



La elipse y la línea (que después, editándola, se convierte en flecha) se dibujan haciendo previamente clic sobre la figura correspondiente del menú. Todos los elementos introducidos se pueden editar (haciendo doble clic) y modificar (aumentar el tamaño de la fuente del texto, cambiar una línea a trazo discontinuo, ...) tal como se desee.



Los gráficos pueden grabarse a través de **File > Save Graph As**

3

Diagramas de Pareto y causa-efecto

Archivo 'Carcasa'



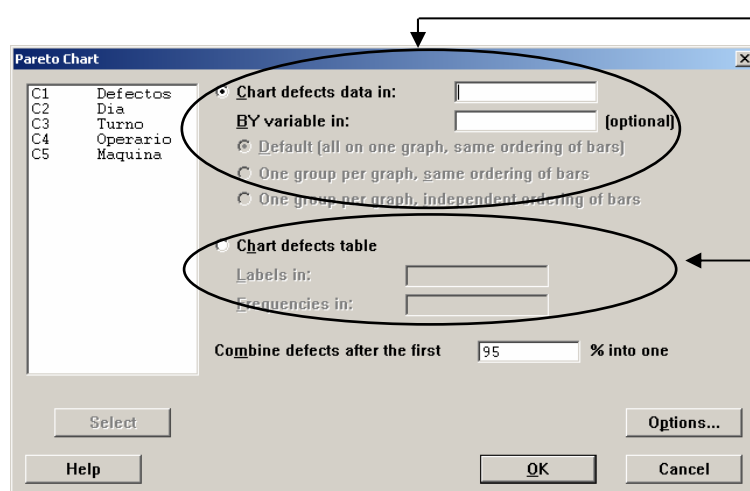
A partir del contenido de una plantilla de recogida de datos que incluye el libro de K. Ishikawa “Guía de Control de Calidad” (Ed. UNIPUB, New York, 1985, pág. 33), se ha construido el archivo CARCASA.MTW, con el siguiente contenido:

Columna	Nombre	Contenido
C1	Defectos	Relación de todos los defectos que se han detectado
C2	Día	Día de la semana en que se ha producido el defecto
C3	Turno	Turno en que se ha producido el defecto
C4	Operario	Operario en que se ha producido el defecto
C5	Máquina	Máquina en que se ha producido el defecto

Diagramas de Pareto

Stat > Quality Tools > Pareto Chart

Existen 2 opciones. Se debe elegir una u otra según como se tengan los datos



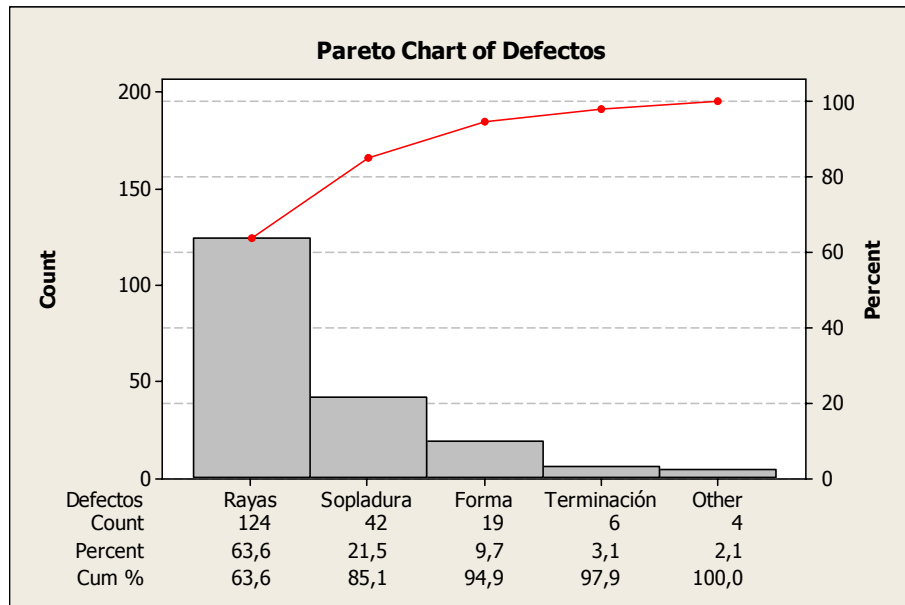
Charts defects data in:

Los nombres de los defectos se han colocado en una columna, y cada defecto aparece tantas veces como ha sido encontrado (así están en el archivo CARCASA.MTW)

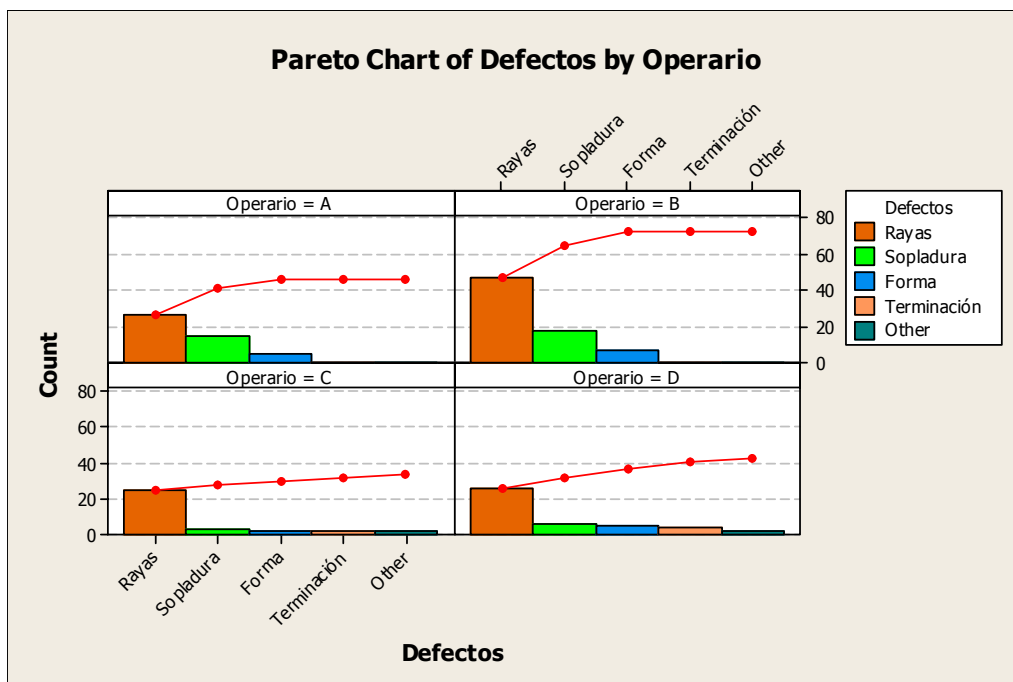
Chart defects table

Los defectos se han tabulado. En una columna aparecen los nombres (una sola vez) y en otra la frecuencia de aparición de cada uno de ellos

Colocando “Defectos” (columna C1) en **Charts defects data in** se obtiene:



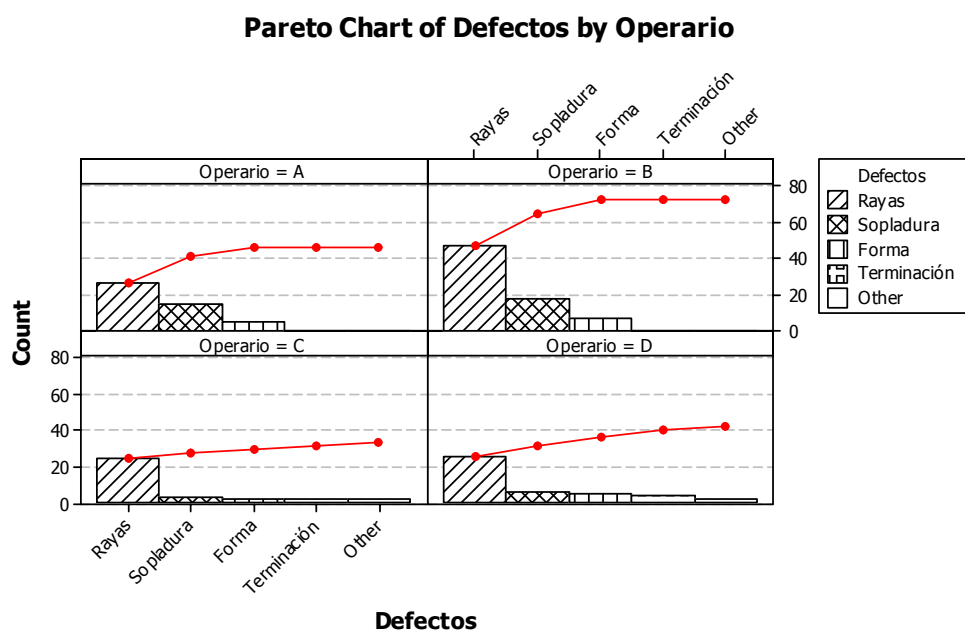
Colocando ‘Operario’ en **BY variable in** se obtienen los diagramas estratificados por operario.



Para cambiar los colores por tramas (lo cual puede ser recomendable si se van a reproducir en blanco y negro) se actúa de la siguiente forma:

- Quitar los colores (dejarlas todas las barras en blanco): Doble clic sobre cualquier barra (se seleccionan todas a la vez) y a través de **Fill Pattern - Custom - Background color**, elegir el color blanco
- Colocar las tramas: Con todas las barras seleccionadas (así deben estar después del paso anterior, si no lo están basta hacer clic sobre cualquiera de ellas) hacer clic sobre una (queda seleccionada sólo esta) y a continuación doble clic (aparece el cuadro de dialogo para la edición). Seleccionar la trama a través de **Fill Pattern - Custom - Type** y repetir con el resto de columnas.

Eliminando el marco gris (haciendo doble clic sobre cualquier punto del marco y usando las opciones correspondientes de **Fill Patterns** y **Borders and Fill Lines**), el gráfico tiene el siguiente aspecto:



Si se tienen los tipos de defecto en una columna y en otra la frecuencia de aparición de cada uno de ellos, puede utilizarse la segunda opción:

C7	C8-T	C9	C10
	Tipo de defecto	Num. de defectos	
	Rayas	124	
	Sopladuras	42	
	Forma	19	
	Terminación	6	
	Otros	4	

Pareto Chart

C9 Num. de def

☐ Chart defects data in:

BY variable in: (optional)

☒ Default [all on one graph, same ordering of bars]

☐ One group per graph, same ordering of bars

☐ One group per graph, independent ordering of bars

☒ Chart defects table

Labels in: po de defecto'

Frequencies in: . de defectos'

Combine defects after the first 95 % into one

Select Options... OK Cancel

El resultado obtenido es el mismo que con la primera opción sin estratificar.



Sólo se puede estratificar si los datos están sin agrupar, de forma que se pueda identificar a que grupo (operario, máquina...) pertenece cada uno. Si los datos se presentan agrupados en forma de tabla, la estratificación no es posible.

MINITAB coloca nombre a las barras hasta que estas suponen el 95 % de los defectos, el resto de barras las agrupa en la categoría “**Others**”. El valor del 95 % es el que aparece por defecto, pero puede cambiarse.

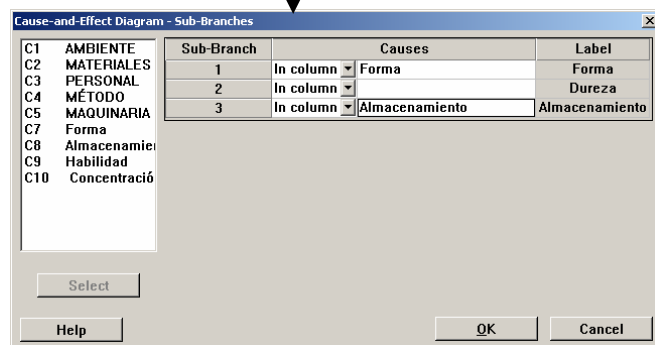
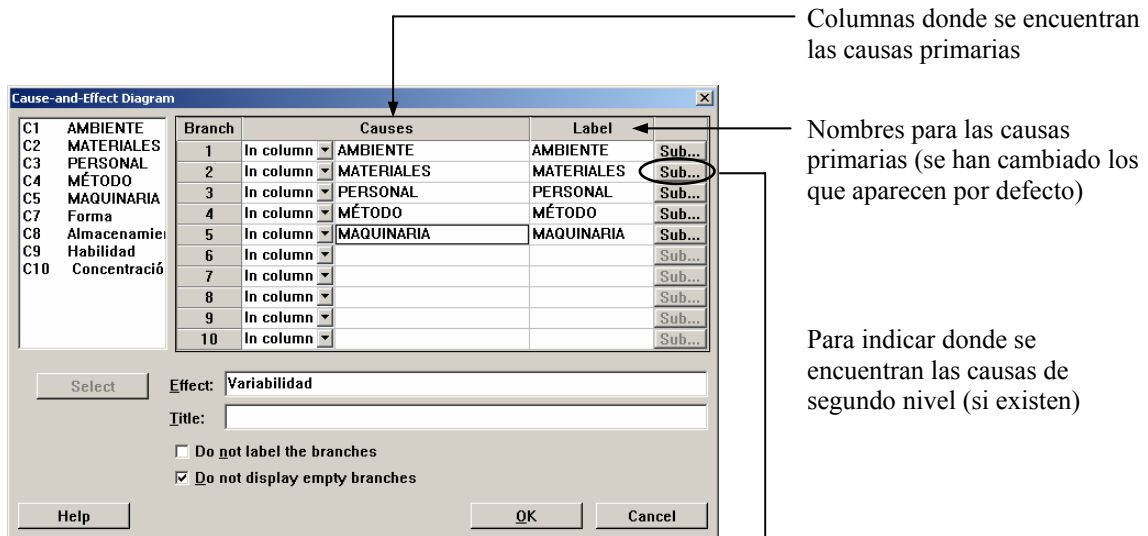
Diagramas causa-efecto

Stat > Quality Tools > Cause-and-Effect

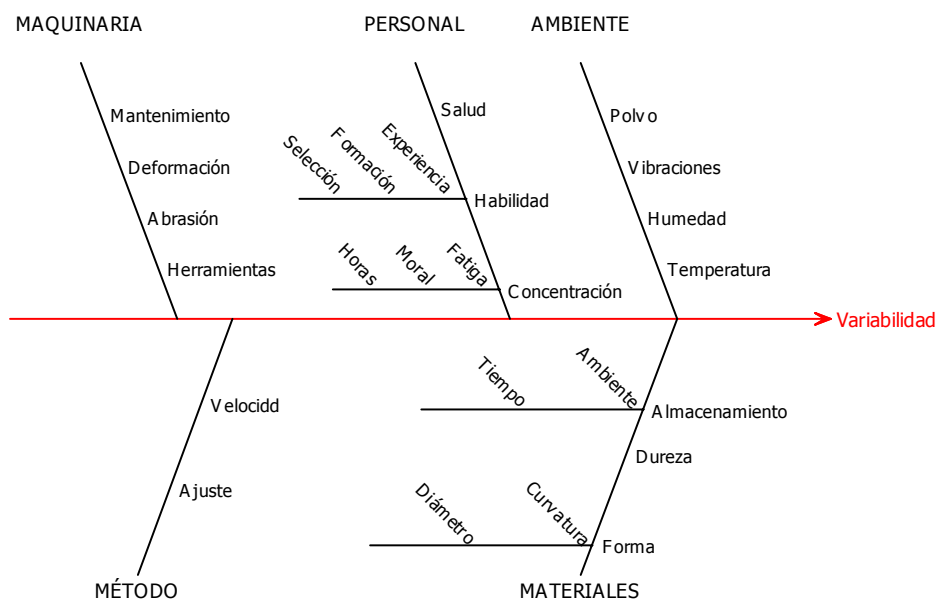
En primer lugar deben colocarse las causas en la hoja de datos. Por ejemplo:

Causas primarias						Causas secundarias					
Worksheet 1 ***											
↓	C1-T	C2-T	C3-T	C4-T	C5-T	C6	C7-T	C8-T	C9-T	C10-T	C11
	AMBIENTE	MATERIALES	PERSONAL	MÉTODO	MAQUINARIA		Forma	Almacenamiento	Habilidad	Concentración	
1	Polvo	Forma	Salud	Ajuste	Mantenimiento		Diámetro	Tiempo	Selección	Horas	
2	Vibraciones	Dureza	Habilidad	Velocidd	Deformación		Curvatura	Ambiente	Formación	Moral	
3	Humedad	Almacenamiento	Concentración		Abrasión				Experiencia	Fatiga	
4	Temperatura				Herramientas						
5											
-											

Con las causas ya introducidas vamos a: **Stat > Quality Tools > Cause-and-Effect**



Cause-and-Effect Diagram





Respecto a los diagramas causa-efecto, MINITAB sólo es útil para representarlos “en limpio”, pero no aporta nada en el listado de las causas potenciales, ni en el análisis de cuáles están relacionadas con el efecto estudiado.

4

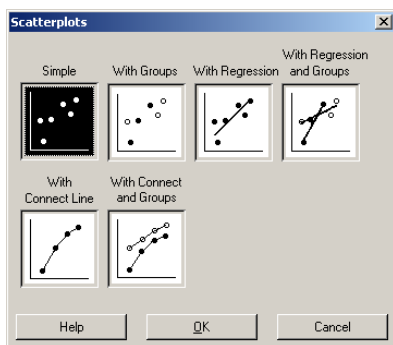
Diagramas bivariantes

Diagramas bivariantes

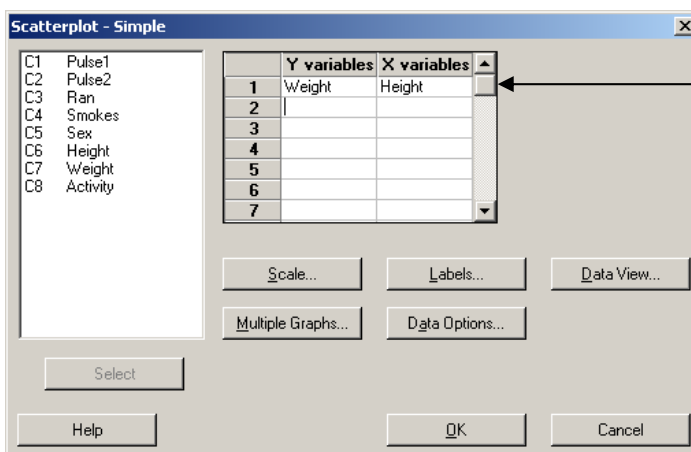
Graph > Scatterplot



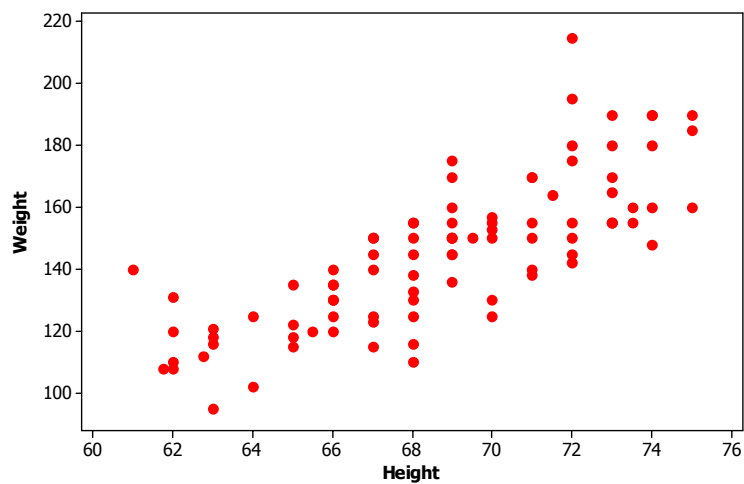
Volveremos a utilizar el archivo PULSE.MTW descrito en el capítulo 2.



El cuadro de diálogo inicial permite escoger que tipo de diagrama bivariante se desea. Los más habituales son el **Simple** y **With Groups**.



Se colocan las columnas que contienen los valores de X (eje horizontal) e Y (eje vertical)



Estratificación

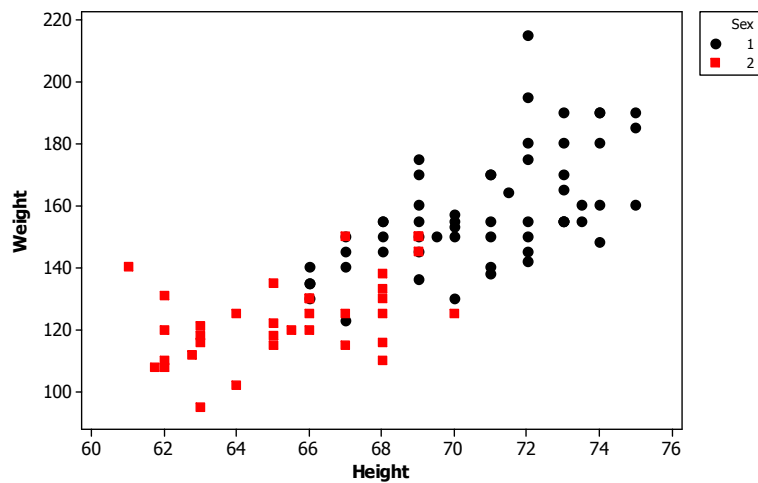
Diagram illustrating the process of creating a stratified scatterplot using Minitab software.

The **Scatterplots** dialog box shows the **With Groups** option selected. An arrow points from this option to the **Scatterplot - With Groups** dialog box.

In the **Scatterplot - With Groups** dialog box:

- The **Y variables** list contains: Weight.
- The **X variables** list contains: Height.
- The **Categorical variables for grouping (0-3):** list contains: Sex.
- The checkbox **X-Y pairs form groups** is unchecked.

Below the dialog boxes, the text "Variable o variables por las que se quiere estratificar" (Variable or variables by which you want to stratify) is shown, with an arrow pointing to the **Sex** variable in the **Scatterplot - With Groups** dialog box.





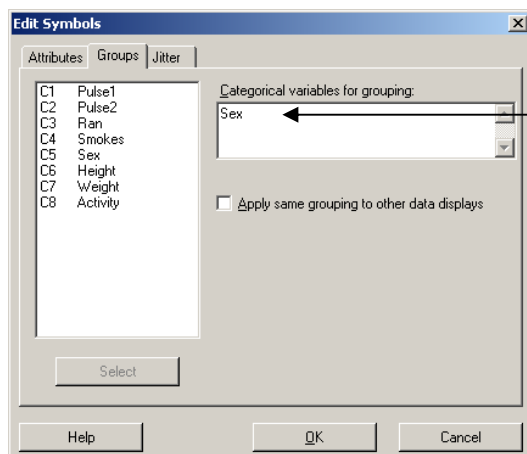
MINITAB marca cada grupo (en este caso, Sexo=1 o Sexo=2) de un color diferente y usando un símbolo diferente, pero cuando se imprime en blanco y negro, la diferencia no se ve muy clara.



Recuerde: Puede cambiar el tipo de símbolo (y también el color y el tamaño) para cada grupo, siguiendo el proceso:

1. Clic sobre cualquiera de los puntos. De esta forma se seleccionan todos los puntos.
2. Clic de nuevo sobre el mismo punto. Seleccionamos ahora únicamente los puntos un grupo.
3. Doble clic sobre el mismo punto. Aparece un cuadro de diálogo que nos permite cambiar el color, símbolo y tamaño para todos los puntos de ese grupo.

Graph > Scatterplot... : With Groups no es la única manera de conseguir un diagrama bivalente estratificado. Si ha dibujado un diagrama bivalente a partir de **Graph > Scatterplot... : Simple**, puede añadir una variable para estratificar haciendo doble clic sobre cualquiera de los puntos y escogiendo la pestaña **Groups** en el cuadro de diálogo que aparece:



Seleccionamos la variable “Sex” para estratificar por sexo.

El resultado es exactamente el mismo que habiendo estratificado directamente desde **Graph > Scatterplot... : With Groups**.

Identificación de puntos en un gráfico

Utilizaremos un nuevo archivo para poner de manifiesto las posibilidades de MINITAB para identificar puntos en gráficos.

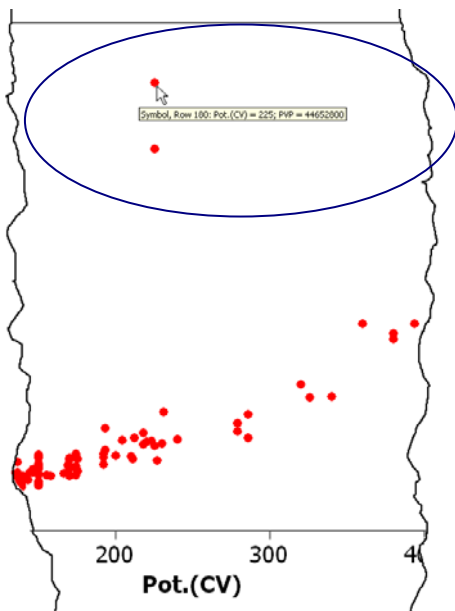
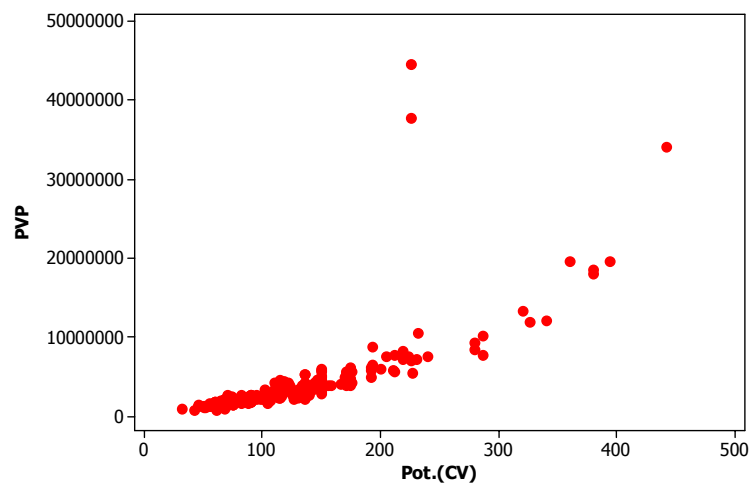


Tomando los datos de la revista “Coche Actual” (Noviembre de 1994) se creó el archivo COCHES.MTW, que contiene las características de un total de 247 coches:

Columna	Contenido
C1	Marca del coche
C2	Modelo
C3	PVP (en ptas)
C4	Número de cilindros
C5	Cilindrada (cc)
C6	Potencia (CV)
C7	Longitud (cm)
C8	Anchura (cm)
C9	Altura (cm)
C10	Capacidad del maletero (litros)
C11	Peso (Kg)
C12	Consumo (litros/100 Km)
C13	Velocidad máxima (Km/h)
C14	Aceleración (segundos en pasar de 0 a 100 Km/h)

COCHES.MTW ***														
↓	C1-T	C2-T	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14
	Marca	Modelo	PVP	Num.Cil.	Cil.(cc)	Pot.(CV)	Long.	Anch.	Alt.	Malete.	Peso	Consumo	Velo.max	Acele.
1	Alfa Romeo	145 1.4 Base	1780000	4	1351	90	409	171	143	320	1140	6,3	178	12,5
2	Alfa Romeo	145 1.6 Base	1940000	4	1596	103	409	171	143	320	1160	6,1	185	11,0
3	Alfa Romeo	155 1.7Twin Spark	2399000	4	1749	115	444	170	144	525	1205	6,4	191	11,8
4	Alfa Romeo	155 2.5 V6	4105000	6	2492	166	444	170	144	525	1290	7,3	215	8,4
5	Alfa Romeo	164 3.0 Super V6	5837000	6	2959	210	466	176	139	504	1500	7,5	240	8,0
6	Audi	80 2.3 E	3931000	5	2309	133	448	169	141	430	1270	6,4	200	9,8
7	Audi	80 2.8 E	4836000	6	2771	174	448	169	141	430	1330	6,7	220	8,0
8	Audi	A6 2.6 V6	4867000	6	2598	150	480	178	143	510	1440	7,0	209	9,9
9	Audi	Coupé 2.0 E	3695000	4	1984	115	437	172	137	295	1190	6,0	196	10,9
10	Audi	Cabrio 2.6	6055000	6	2598	150	436	172	138	250	1370	6,7	222	8,0

Gráfico del precio (Y) frente a la potencia (X)



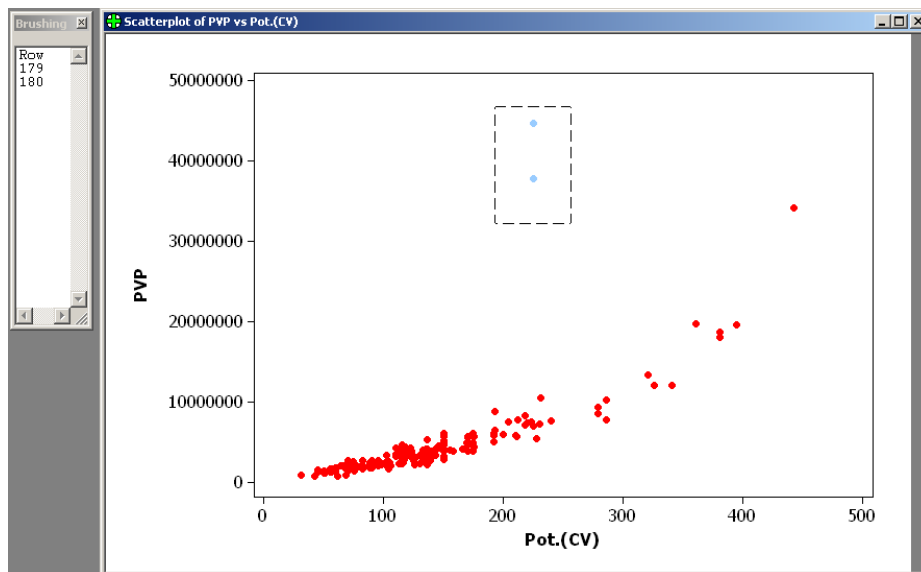
Una manera de saber qué coches son los que tienen un precio muy elevado para su potencia es colocar el cursor sobre cada uno de ellos. Si coloca el cursor sobre un punto y espera unos segundos, aparecerá un cuadro amarillo que muestra a qué fila corresponde ese punto, y sus valores de X e Y.

En nuestro caso, el rótulo indica:

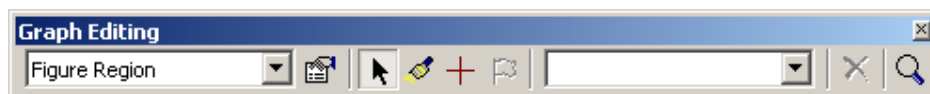
Symbol, Row 180: Pot.(CV) = 225; PVP = 44652800

Otra forma de identificar puntos, que permite marcar más de uno a la vez y que tiene más posibilidades, es utilizar la utilidad **Brush**.

Con la ventana del gráfico activada hacemos: **Editor > Brush**. Aparece un recuadro con el número de la fila de los puntos que se marcan. Se pueden marcar uno a uno (haciendo clic sobre el punto) o varios a la vez marcando un rectángulo con el botón izquierdo del ratón pulsado.

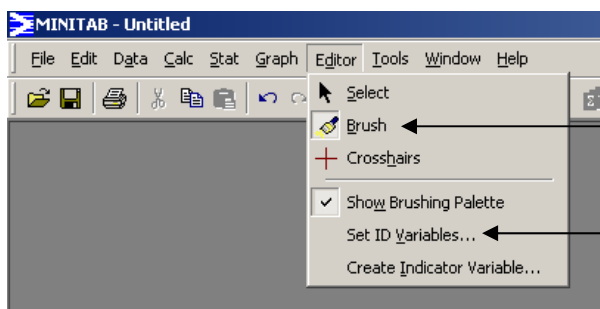


Una forma más rápida de activar **Brush** es mediante la barra de herramientas **Graph Editing**. Se puede hacer aparecer esta barra de herramientas desde **Tools > Toolbars**, marcando **Graph Editing**. O bien clicando con el botón derecho sobre cualquier barra de herramientas y marcando **Graph Editing**



Clic aquí para activar la opción **Brush** sobre el gráfico con el que estamos trabajando

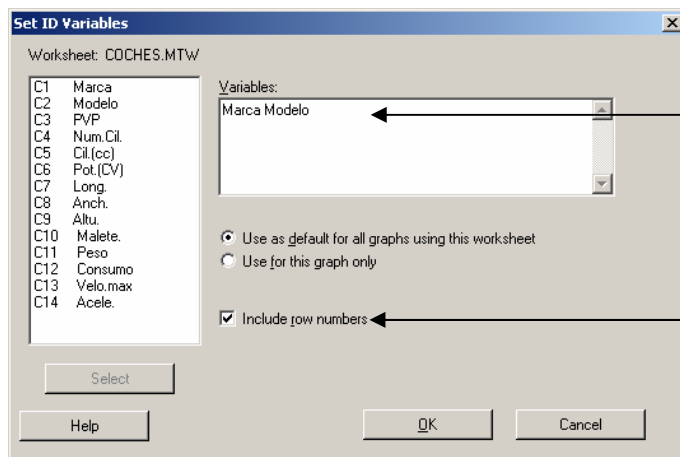
Con **Brush** activado y con la ventana del gráfico activa, el menú **Editor** queda:



Tiene que estar activado para que aparezcan las 3 últimas opciones del menú

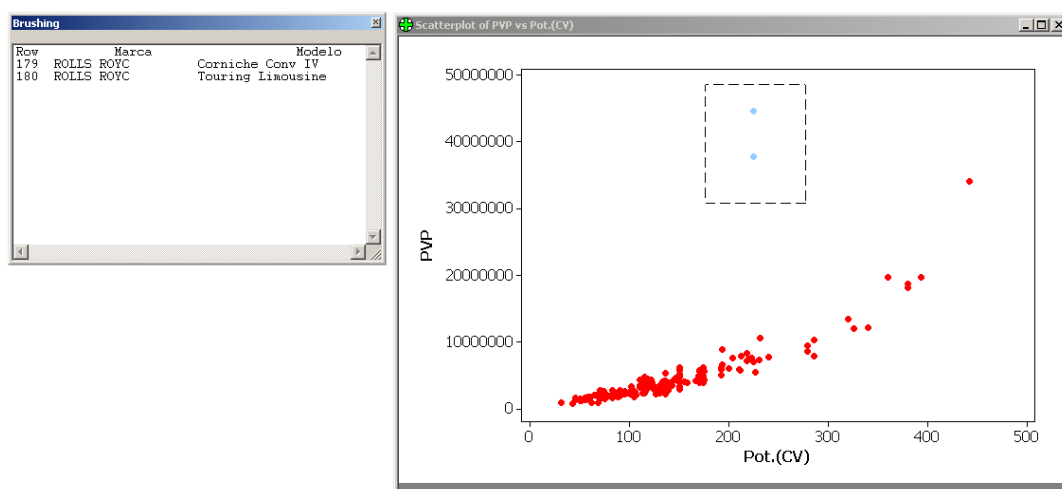
Permite definir las variables que aparecerán en la ventana de identificación del punto

Editor > Brush > Set ID Variables

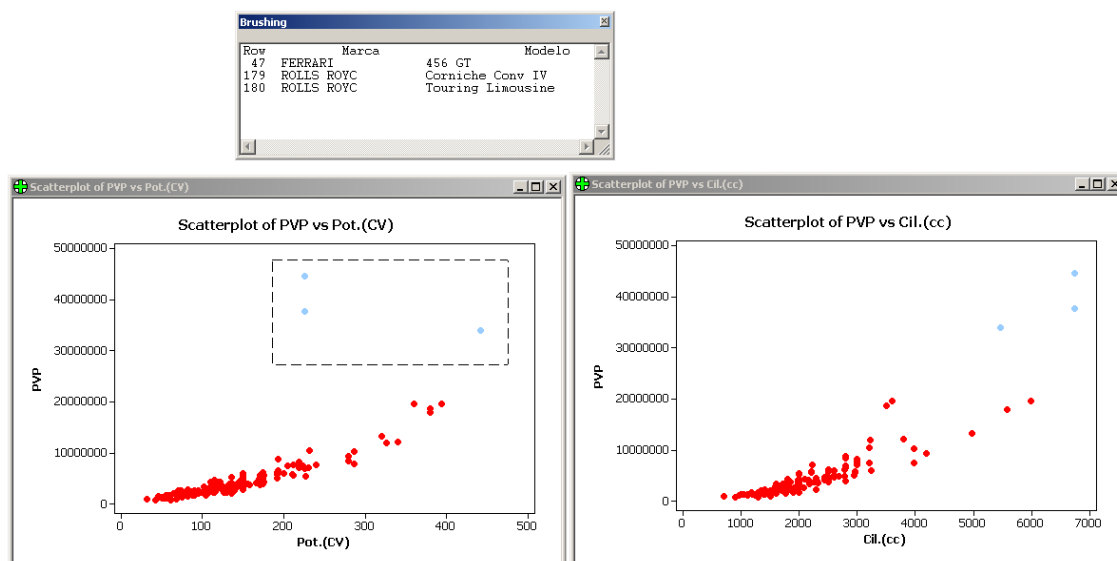


Colocamos las columnas que queremos que aparezcan en la ventana de identificación

Ya aparece marcado por defecto



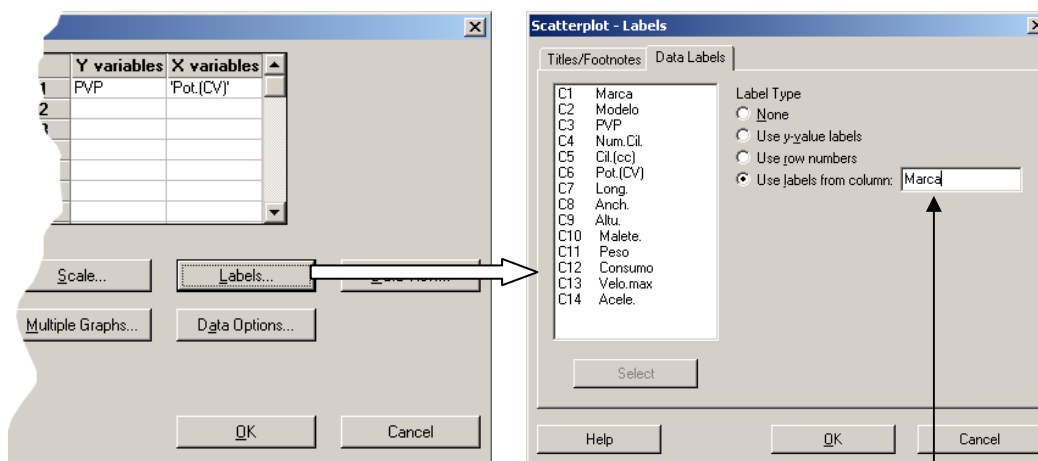
Si existen varias ventanas de gráficos, y en todas ellas se ha activado la opción **Brush**, al marcar puntos en un gráfico también aparecen resaltados en los otros.





El color con que se marcan los puntos seleccionados con la opción **Brush** puede modificarse desde **Tools > Options > Graphics > Data View > Symbol**, escogiendo del menú desplegable **Brushed Symbols** el color deseado. Esta preferencia se mantiene de sesión en sesión.

Se pueden poner etiquetas a cada punto entrando en **Labels** desde el cuadro de diálogo inicial y clicando en la pestaña **Data Labels**.

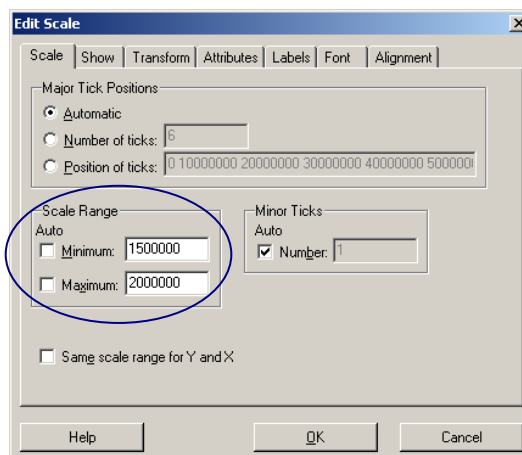
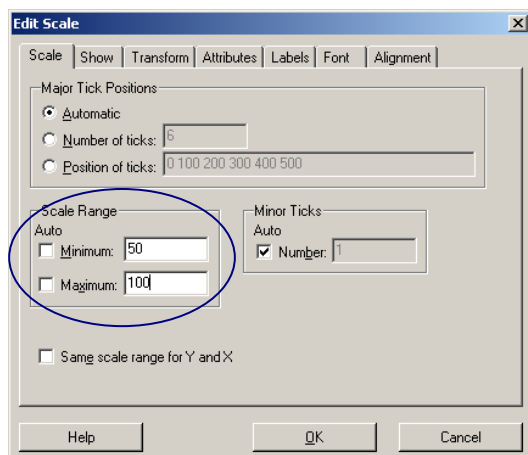


Junto a cada punto pondrá la marca del coche a que pertenece (por defecto está marcado **None**, es decir, ninguna marca).

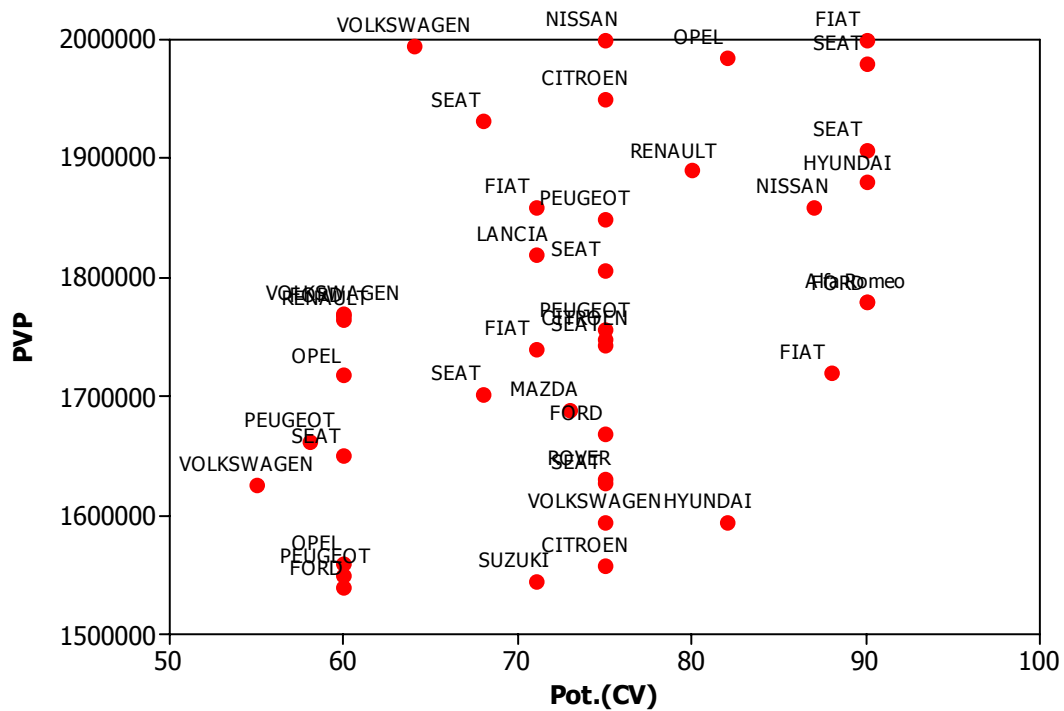
Para hacer un zoom de una zona del diagrama hay que actuar sobre los valores mínimo y máximo de los ejes. Para ello, haga doble clic sobre el eje que desee cambiar (abcisas u ordenadas) y en la pestaña **Scale** deseccione **Auto** en **Scale Range** para escoger los valores que desee.

Eje X (abcisas)

Eje Y (ordenadas)




Poniendo para el precio valores mínimo y máximo de 1,5 y 2 millones, y para la potencia de 50 y 100 CV, se obtiene:



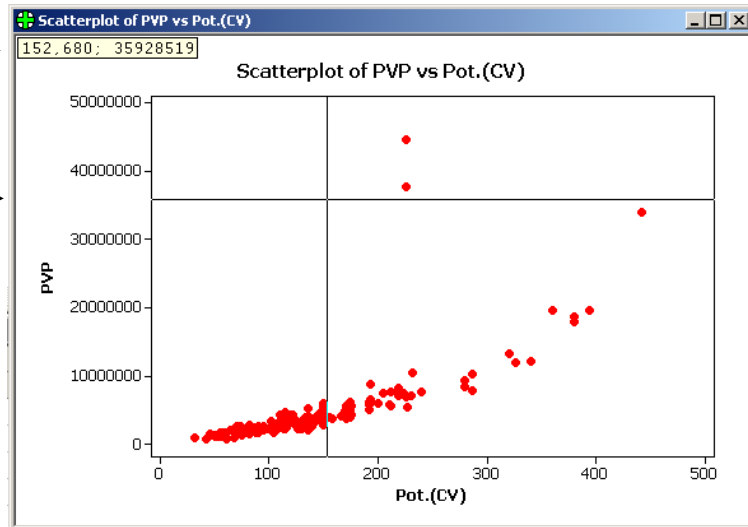
Puede seleccionar una etiqueta haciendo clic sobre ella, esperando unos instantes y volviendo a hacer clic sobre ella. De esta forma podrá cambiar su tamaño y su posición, aunque si se tienen muchos puntos, es inevitable que se solapen.

Utilidad ‘Crosshair’

Pueden conocerse las coordenadas de cualquier punto de un gráfico mediante la opción **Crosshair**. Para activarla, vaya a **Editor > Crosshair** o clique sobre el botón  en la barra de herramientas **Graph Editing**. El cursor se convierte en una cruz que se puede mover por encima del gráfico.

Coordenadas del punto
marcado por la cruz

La cruz se mueve por el
gráfico al mover el ratón



Gráficos bivariantes con paneles



REHEAT.MTW es un archivo que viene incluido en MINITAB. Vamos a usarlo para mostrar como se pueden dibujar diagramas bivariantes estratificando por una tercera variable, denominada **Panel variable**.

Los datos que contiene este archivo pertenecen a una empresa de productos congelados. Se quiere determinar cual es la temperatura del horno y tiempo de cocción de un plato congelado, de forma que el sabor que se obtenga sea el mejor. Para ello, se ha experimentado con distintos valores de temperatura y tiempo. La respuesta es la calidad del plato, una puntuación media entre 0 (peor sabor) y 10 (mejor sabor) otorgada por unos jueces catadores. El contenido del archivo es:

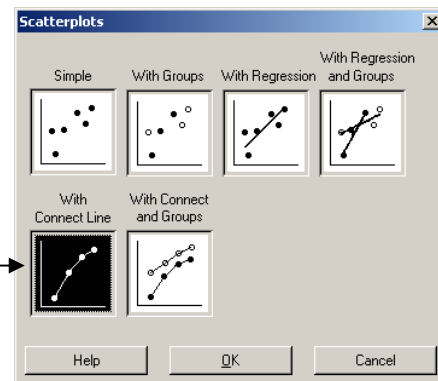
<u>Col.</u>	<u>Nombre</u>	<u>Contenido</u>
C1	Operator	Operario que maneja el horno en el experimento
C2	Temp	Temperatura del horno
C3	Time	Tiempo de cocción
C4	Quality	La puntuación media de sabor, de 0 a 10



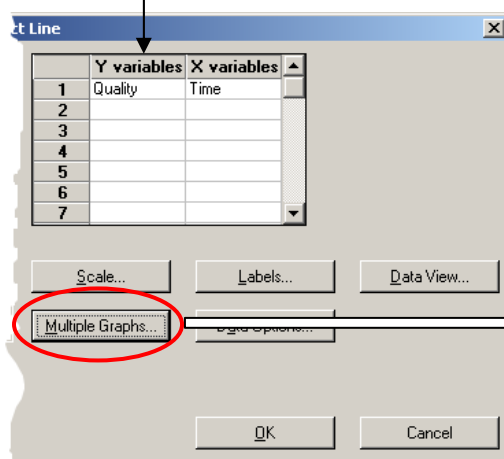
Para obtener información sobre el archivo REHEAT.MTW, puede ir a **Help > Help** (o pulsar F1), en la pestaña **Index** escribir **Reheat** y hacer doble clic sobre REHEAT.MTW.

Graph > Scatterplot >

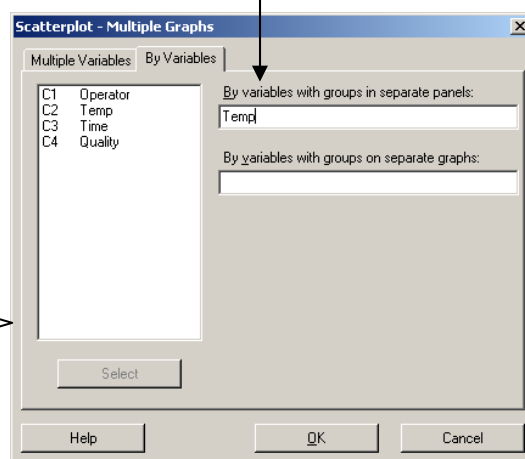
Escogemos **With Connect Line** para tener un diagrama bivalente con los puntos unidos mediante líneas. Esto permite visualizar mejor las tendencias

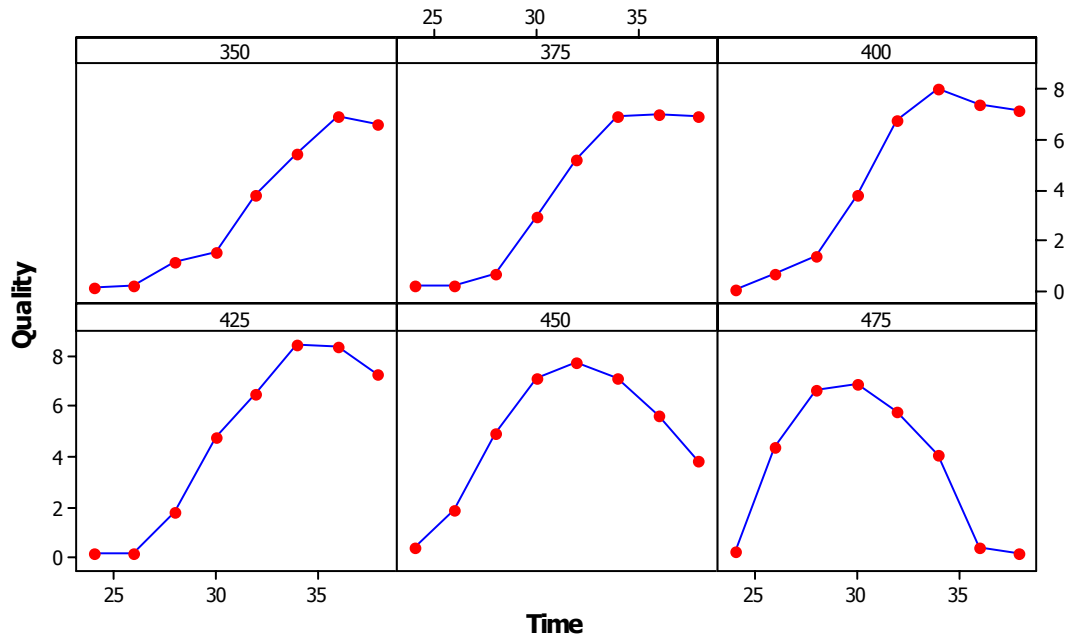


Escogemos **Quality** como variable Y y **Time** como variable X



Con la pestaña **By Variables** activada, colocamos **Temp** en **By variables with groups in separate panels**.





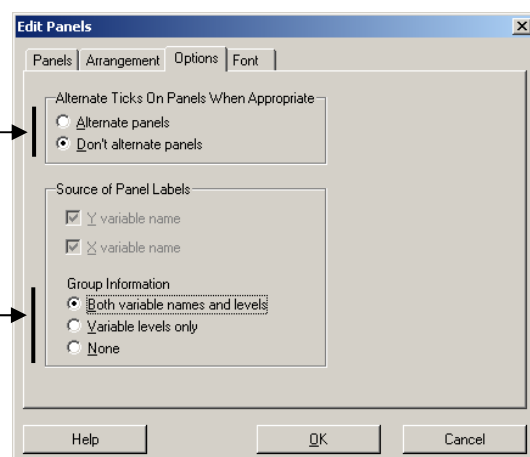
Panel variable: Temp

El gráfico nos muestra los diagramas bivariantes de la medida de calidad respecto al tiempo, para cada uno de los valores de temperatura con que se ha experimentado. Puede verse como para valores de temperatura del horno bajos (los 3 diagramas de arriba) las mejores calidades se obtienen para tiempos altos. Para valores de temperatura más altos (los diagramas de abajo) la mejor calidad se consigue para tiempos más bajos. Con temperaturas altas, mantener el plato congelado demasiado tiempo en el horno hace que su calidad baje mucho (seguramente porque se quema). Las mejores puntuaciones se consiguen para una temperatura de 425° y tiempos alrededor de 34 minutos.

Puede modificar el aspecto de un diagrama con paneles desde **Editor > Panel...** y clicando en la pestaña **Options**.

Puede escoger entre tener los rótulos de los ejes alternados arriba y abajo y en la derecha y en la izquierda (la opción por defecto), o todos en el mismo lado

Puede escoger entre que se muestre el nombre de la variable y su valor en cada panel, sólo el valor o nada



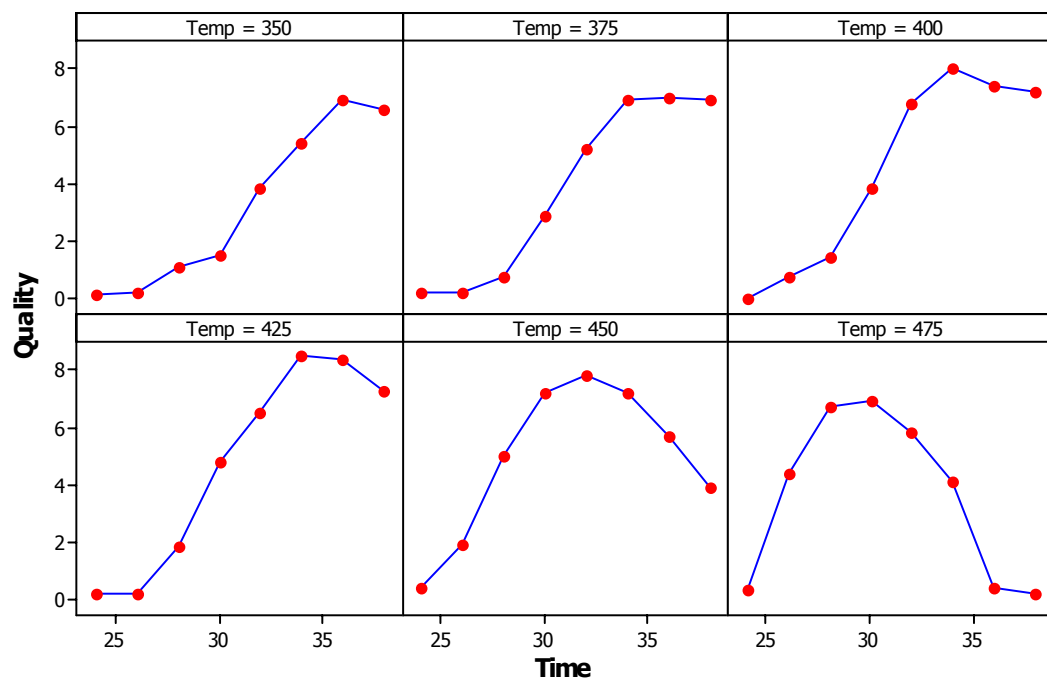
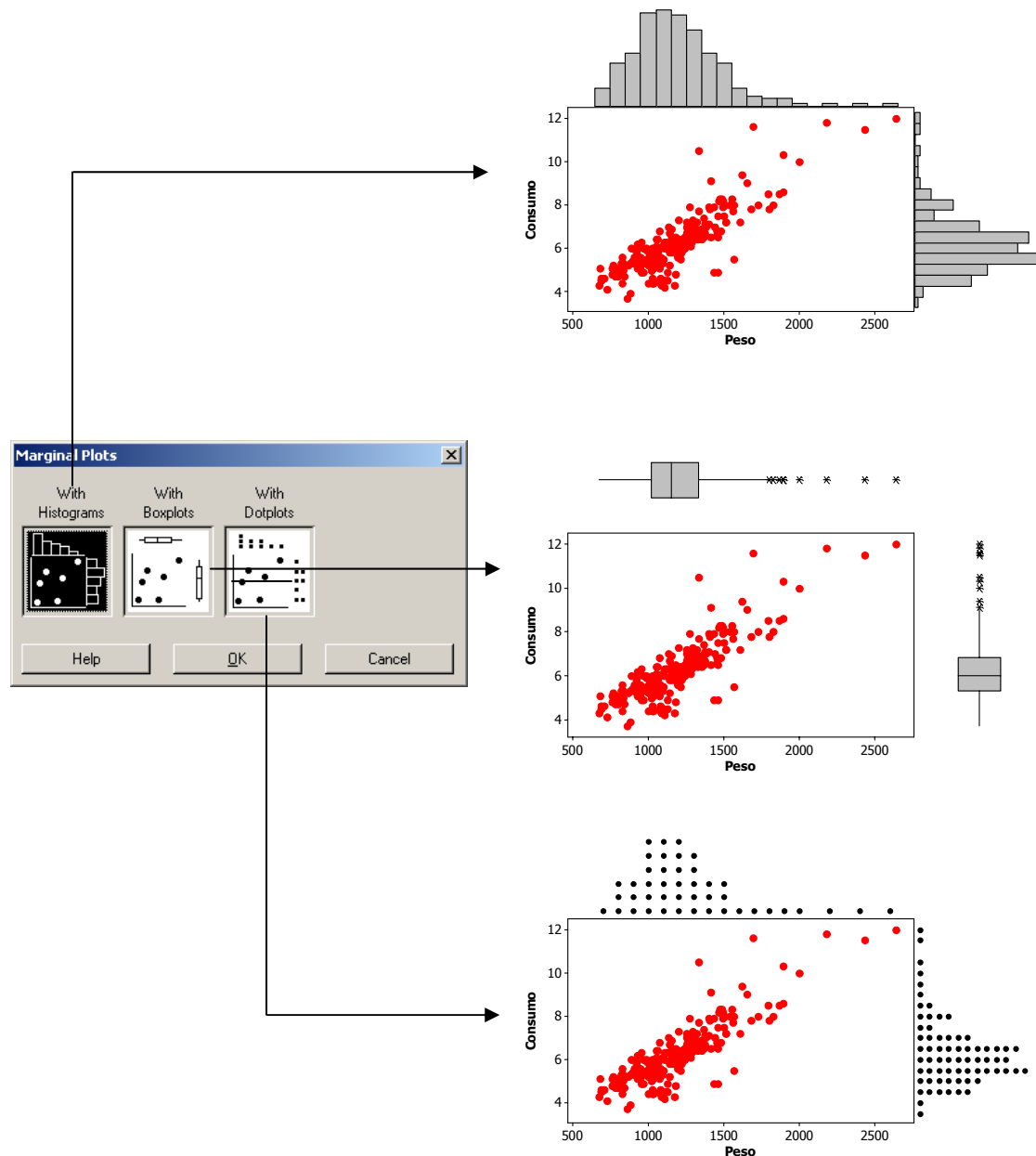


Diagrama bivalente con gráficos marginales

Volvemos a utilizar el archivo COCHES.MTW.

Graph > Marginal Plot

Se accede a una de las 3 posibilidades desde el cuadro de diálogo inicial. Después se escoge la variable Y y la X de la forma habitual.

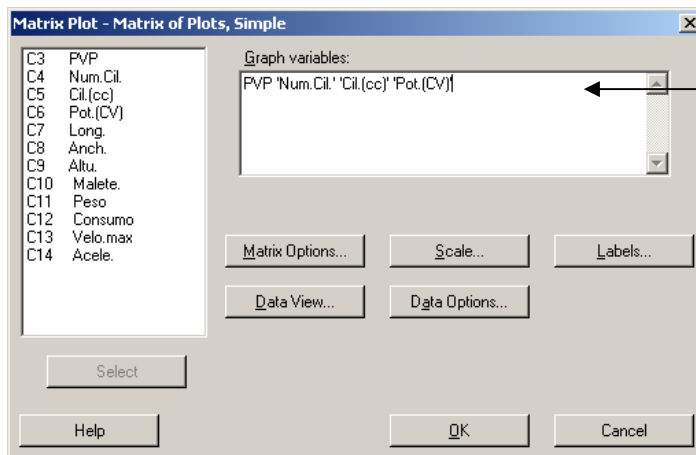
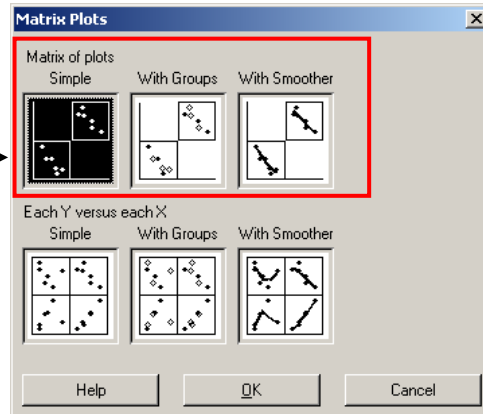


Matrices de diagramas bivariantes

Matriz cuadrada

Graph > Matrix Plot

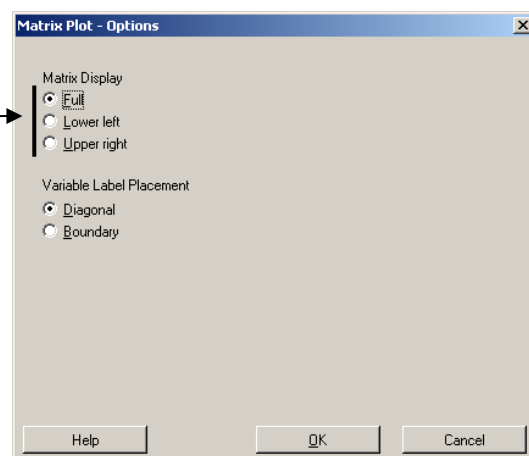
Diagrama bivalente de “todas por todas” las variables seleccionadas

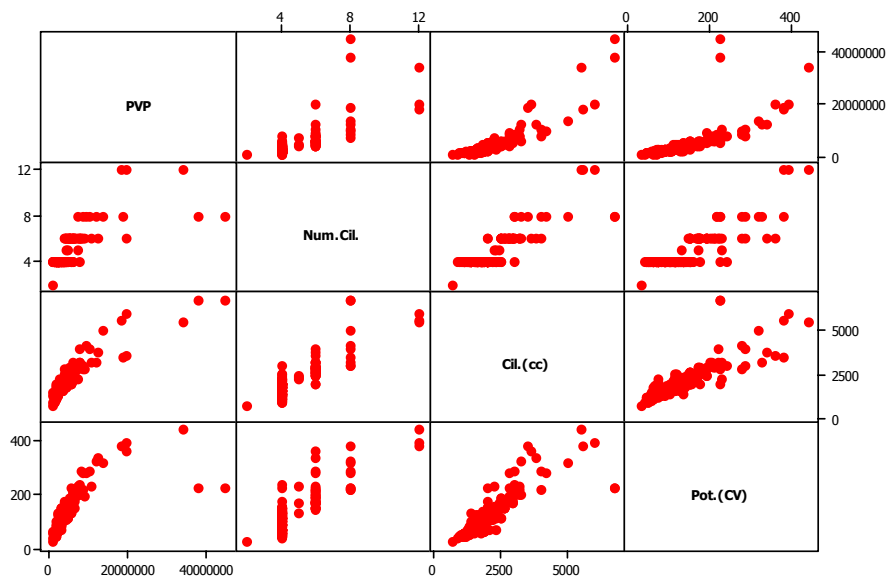


Variables de las que se representarán los diagramas bivalentes

El botón **Matrix Options** permite acceder a un cuadro de diálogo para escoger si quiere dibujarse sólo la mitad superior o inferior de la matriz de diagramas bivalentes.

Full: matriz completa, **Lower left:** mitad inferior izquierda, **Upper right:** mitad superior derecha.



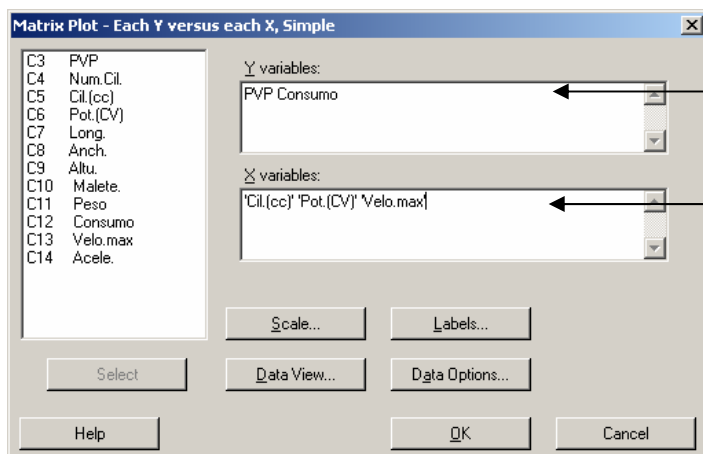
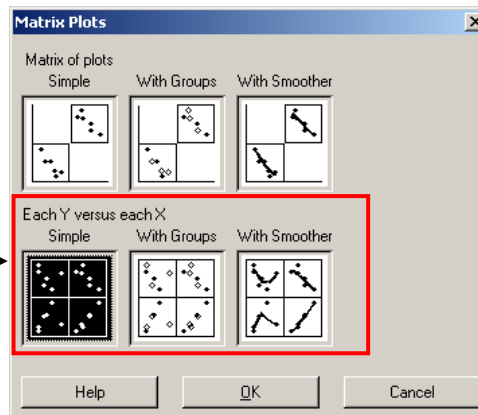


Si utiliza muchas variables, los diagramas son casi ilegibles. Puede seleccionar los que desea representar usando la opción **Each Y versus Each X**.

Matriz seleccionando variables

Graph > Matrix Plot

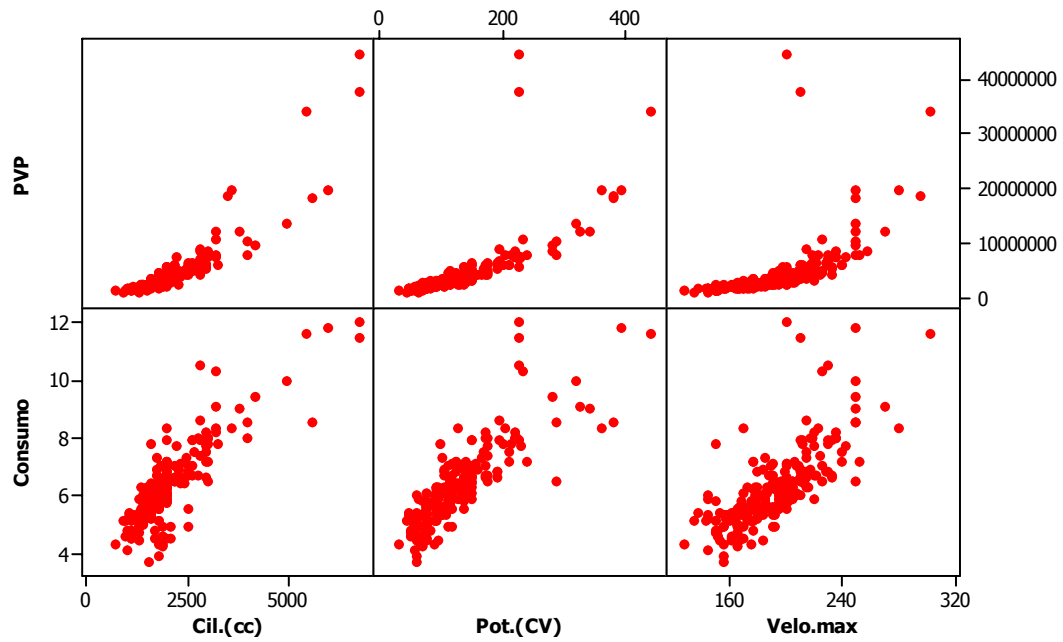
Diagramas bivariantes sólo entre las variables escogidas



Variables en el eje Y

Variables en el eje X

Matrix Plot of PVP; Consumo vs Cil.(cc); Pot.(CV); Velo.max



En **Matrix Plot** puede activarse la opción **Brush** y marcando un punto en un diagrama aparece marcado en todos los demás. Esta forma de hacerlo es más práctica que tener abiertas varias ventanas a la vez.

5

Gráficos con 3 dimensiones

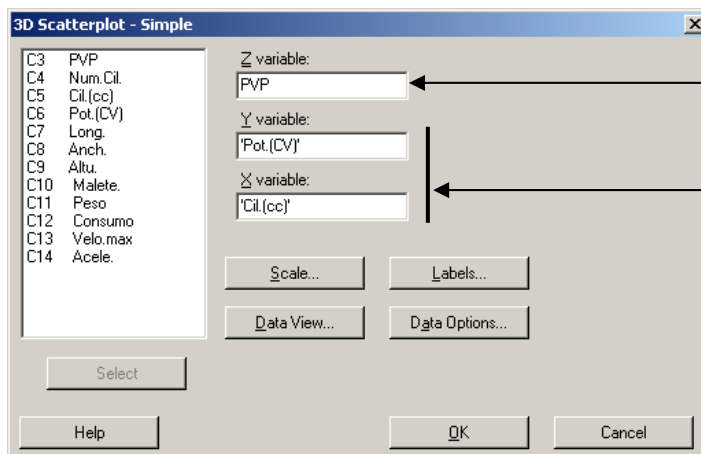
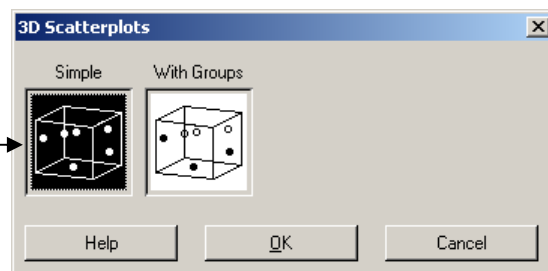
Diagramas bivariantes en 3 dimensiones (“trivariantes”)

Graph > 3D Scatterplot



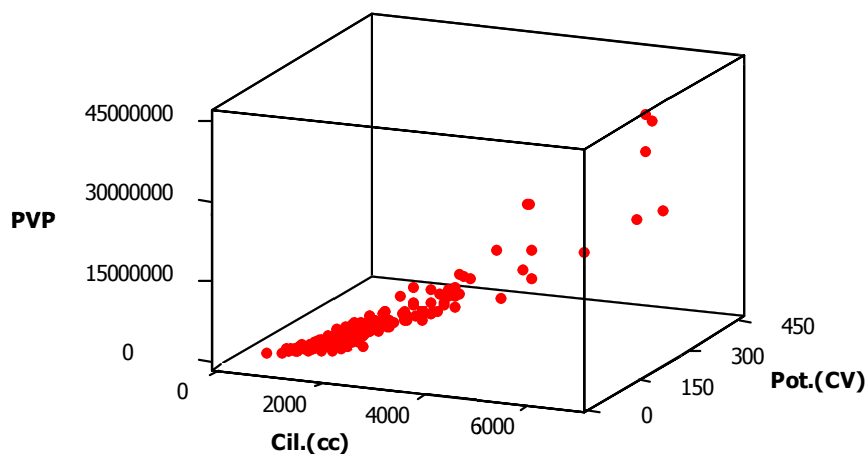
Utilizamos de nuevo el archivo COCHES.MTW, que apareció por primera vez en el capítulo anterior.

Diagrama en 3 dimensiones
sin estratificar



Se coloca la columna que
contiene la variable Z (la que
aparecerá en el eje vertical)

Se colocan las columnas que
contienen los valores de X e Y.



Al abrirse la ventana con el gráfico aparece también la barra de herramientas **3D Graph Tools**, que permite actuar sobre el gráfico interactivamente.

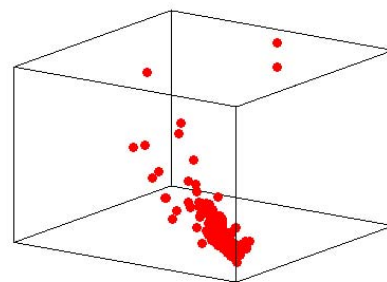
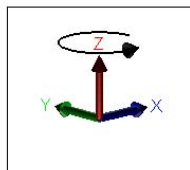


Gira el gráfico según el eje X, Y o Z


Acerca o aleja el gráfico (zoom)

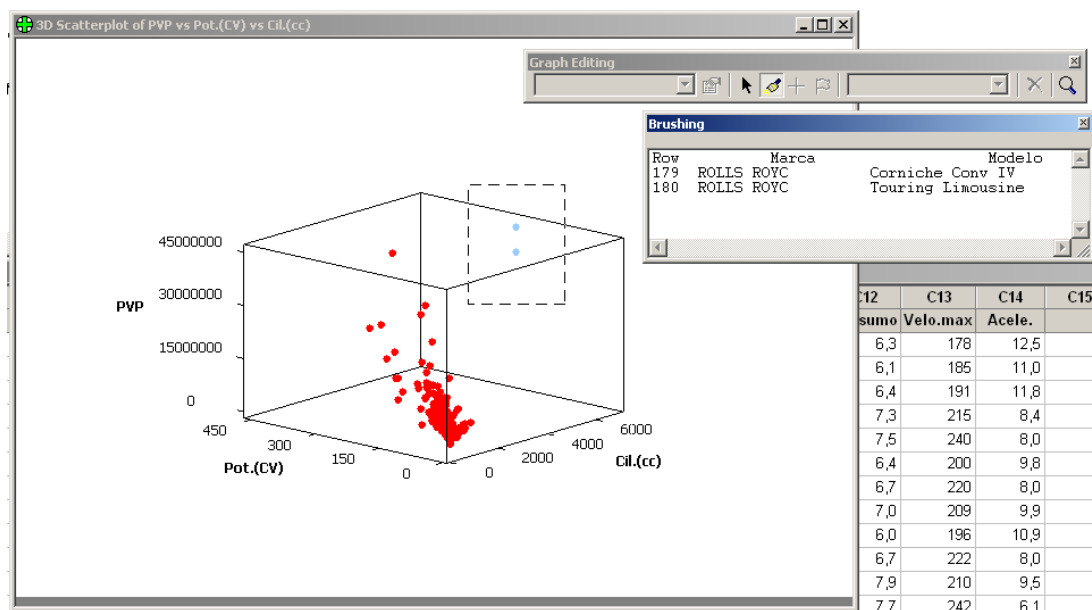
Coloca el gráfico de nuevo en la posición inicial

Mientras se gira el gráfico aparecen unos ejes que se mueven solidarios a los ejes del gráfico, y que nos indican en qué sentido estamos girando

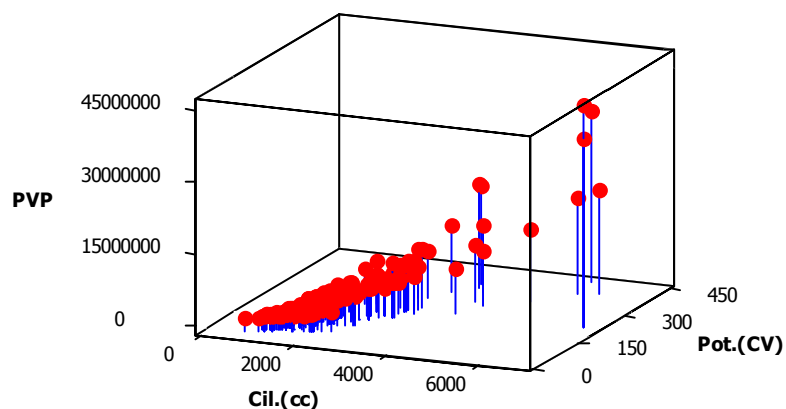
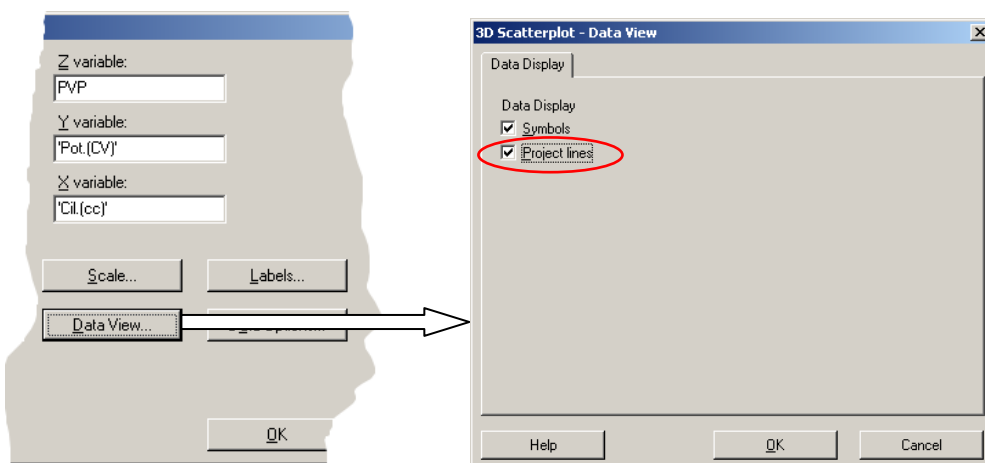


Las propiedades del gráfico pueden modificarse haciendo doble clic sobre el elemento que se quiera modificar (los puntos, los ejes...).

Sobre los gráficos en 3 dimensiones también puede utilizarse la opción **Brush** (se puede activar clicando sobre el botón  en la barra de herramientas **Graph Editing**).



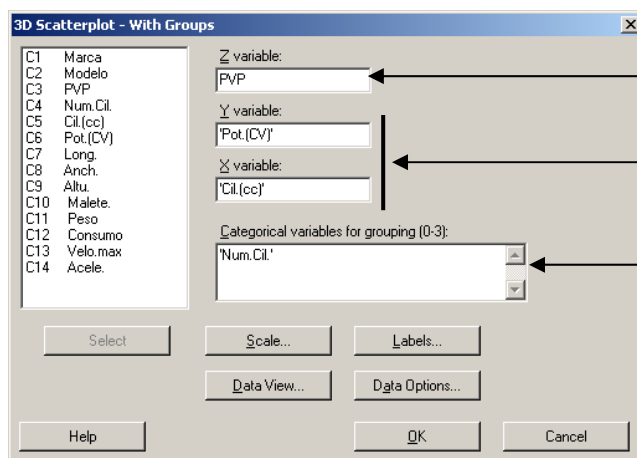
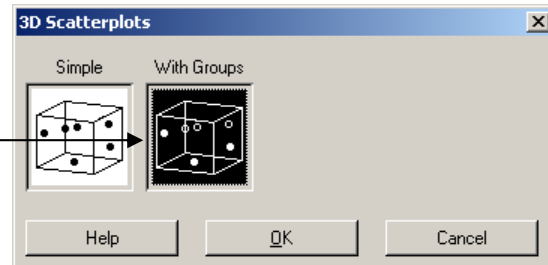
En ocasiones, especialmente en los gráficos en 3 dimensiones, puede ser útil tener dibujada la proyección vertical de cada uno de los puntos. Para ello hay que activar **Project lines** en el momento de hacer el gráfico.



Estratificación

Graph > 3D Scatterplot

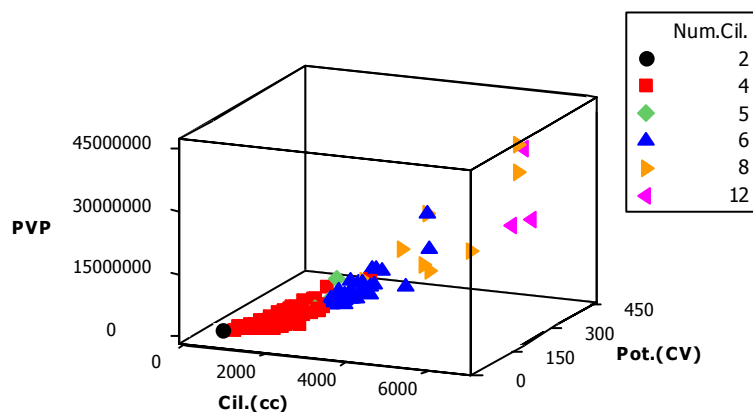
Diagrama en 3 dimensiones
estratificado



Variable Z

Variables X e Y

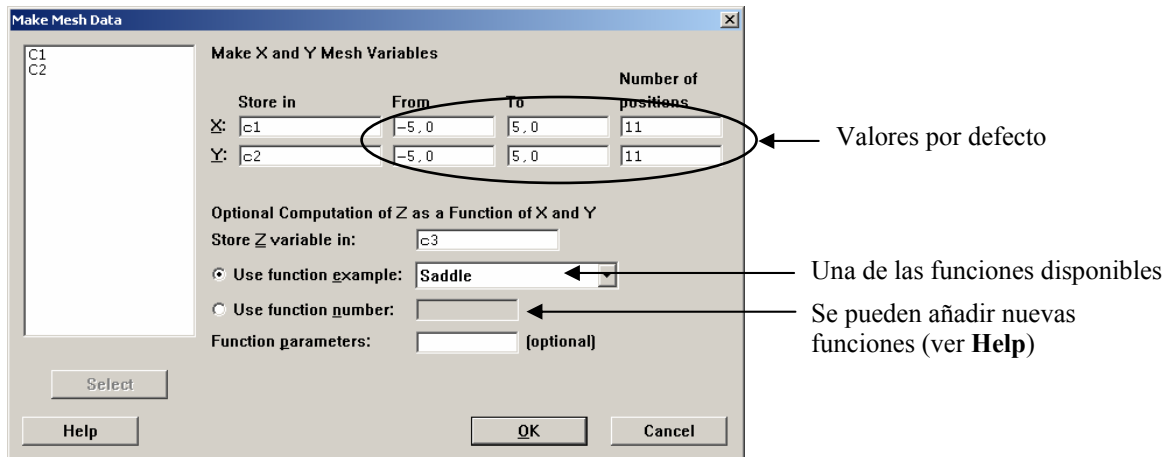
Variable o variables por las
que queremos estratificar



Superficie mallada (Wireframe) o superficie con textura (Surface)

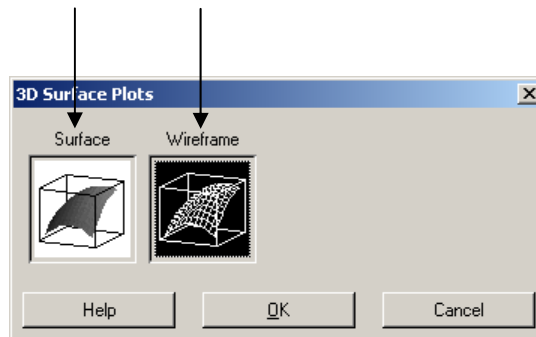
Graph > 3D Surface Plot

Sirve para representar funciones del tipo $z=f(x,y)$. Para entrar la malla de valores (x,y) es muy útil utilizar la opción: **Calc > Make Mesh Data...**



Superficie con textura
(colores y focos de luz)

Superficie
mallada



El cuadro de diálogo al que se accede es exactamente el mismo tanto si se escoge **Surface** como **Wireframe**:

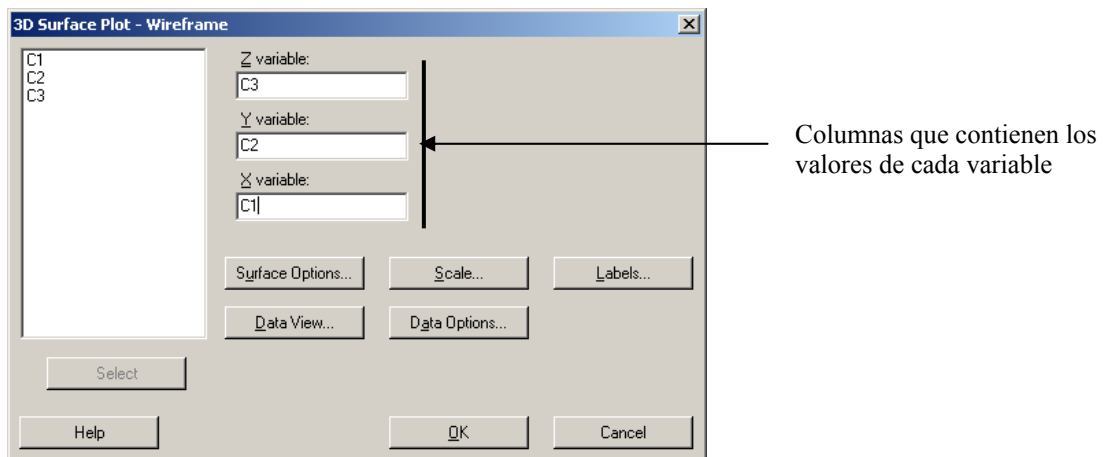


Gráfico obtenido con **Surface**:

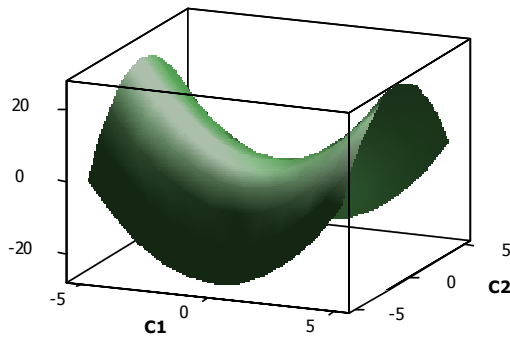
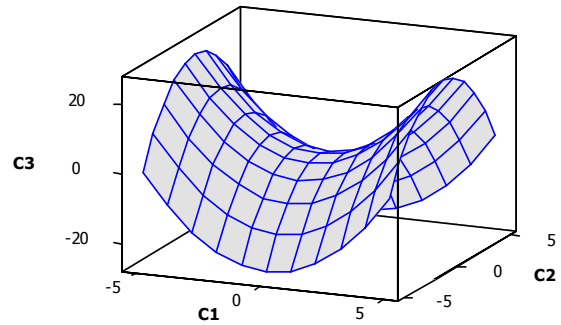
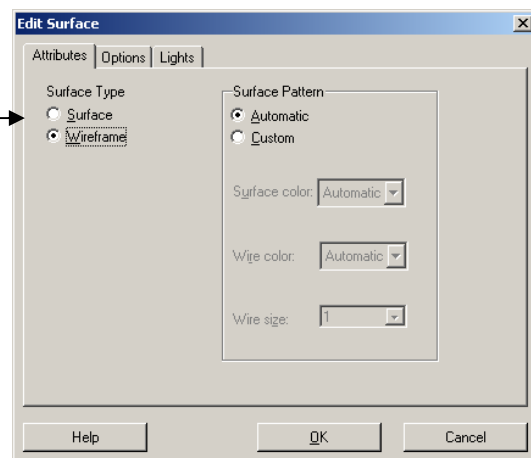


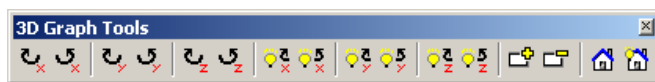
Gráfico obtenido con **Wireframe**:



Puede pasarse de un gráfico **Surface** a uno **Wireframe** y al revés clicando sobre el gráfico y escogiendo en **Surface Type** la opción deseada

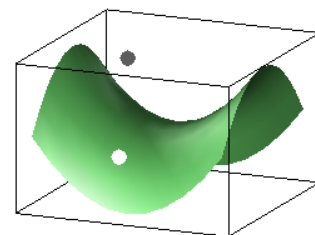


Los ejes de los gráficos **Surface** y **Wireframe** pueden también girarse interactivamente desde la barra de herramientas **3D Graph Tools**. En los gráficos **Surface** es posible, además, girar el foco de luz que iluminan la superficie.



Gira el foco de luz según el eje X, Y o Z

Coloca el foco de luz en la posición inicial



Todo es configurable en los gráficos **Surface** y **Wireframe**: colores de la superficie o de la malla, posición de los focos de luz, densidad de la trama... Hay que hacer doble clic sobre la figura para acceder a todas las opciones.

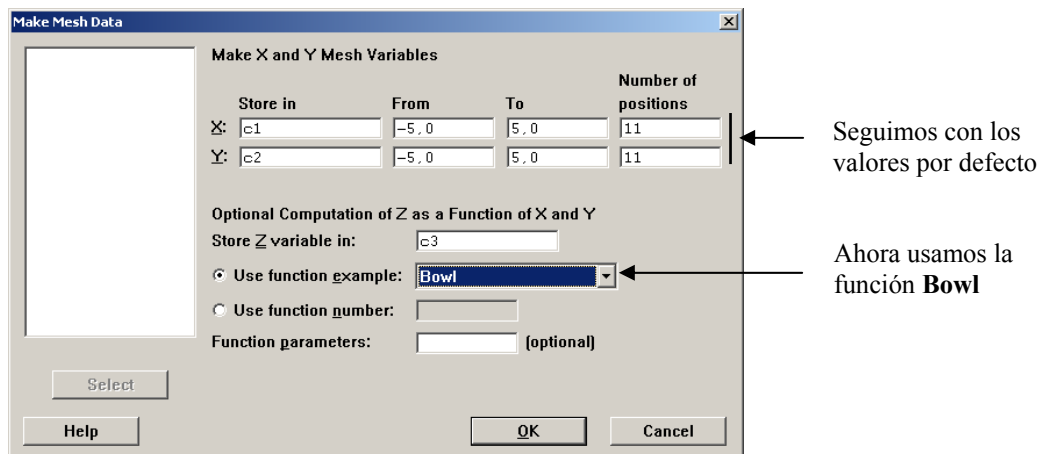


Las gráficas **Surface** pueden ser muy espectaculares en presentaciones y gráficos en color. Pero tenga en cuenta que las gráficas **Wireframe** resultan en general más claras, sobretodo si van a estar impresas en blanco y negro.

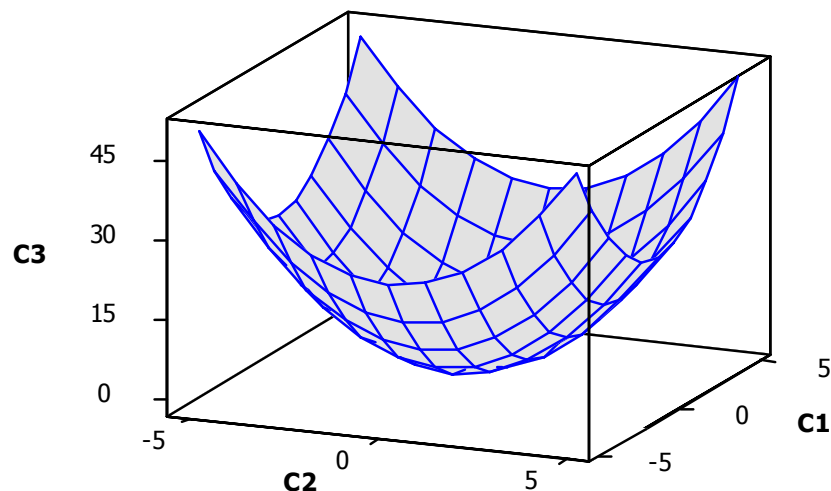
Curvas de nivel

Graph > Contour Plot

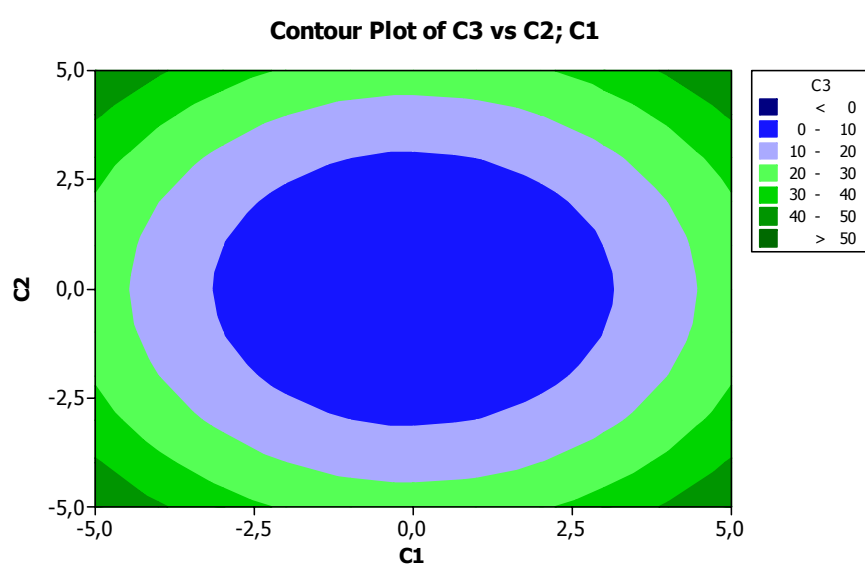
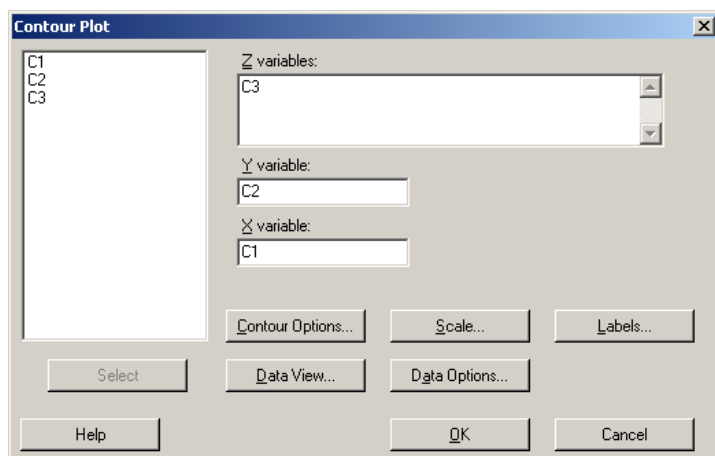
Generamos unos datos con **Make Mesh Data**:



Superficie mallada: **Graph > 3D Surface Plot : Wireframe**



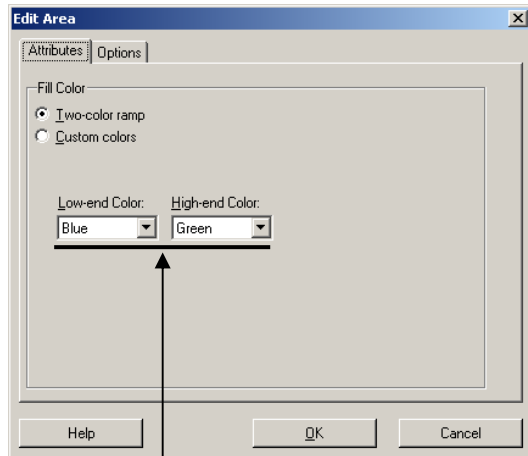
Curvas de nivel, con **Graph > Contour Plot...**



Opciones de las curvas de nivel

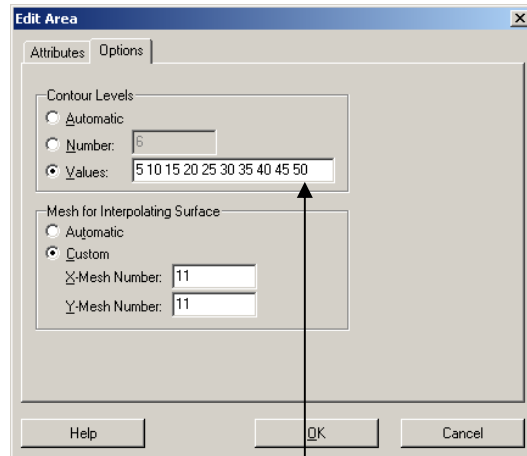
Haciendo doble clic sobre el gráfico de las curvas de nivel, accedemos a un cuadro de diálogo donde se puede cambiar el patrón de colores y el número de niveles:

Pestaña Attributes

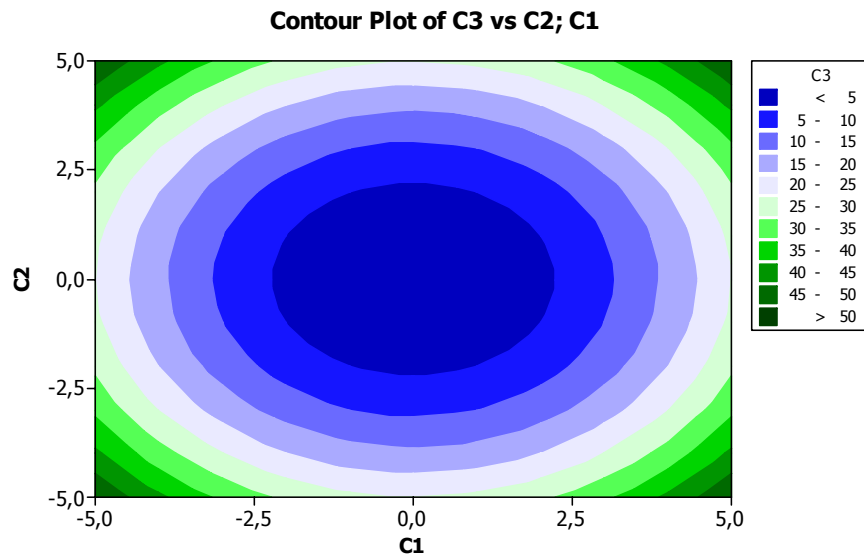


Se puede escoger el patrón de colores en **Two-color ramp** (por defecto, de azul a verde). En **Custom colors** debemos escoger individualmente cada color

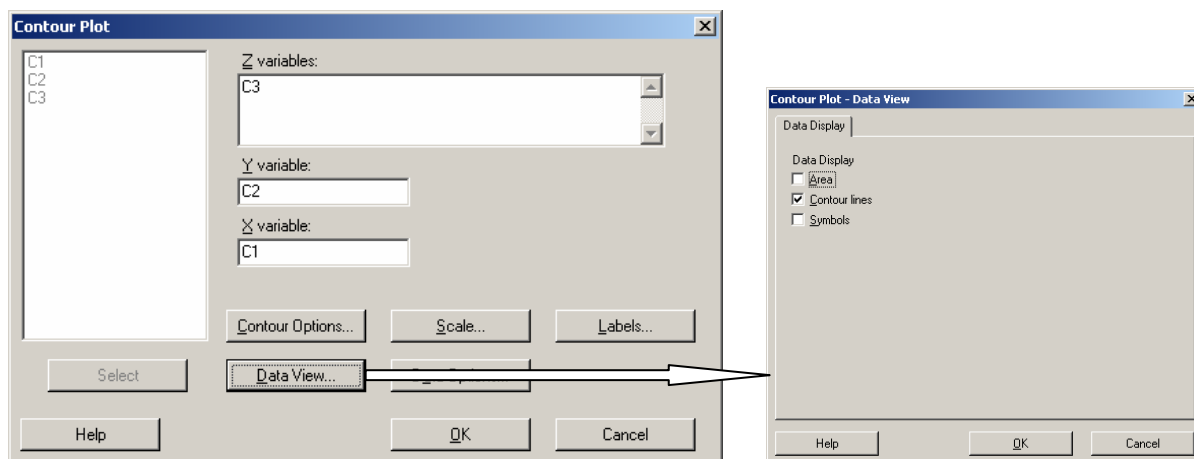
Pestaña Options



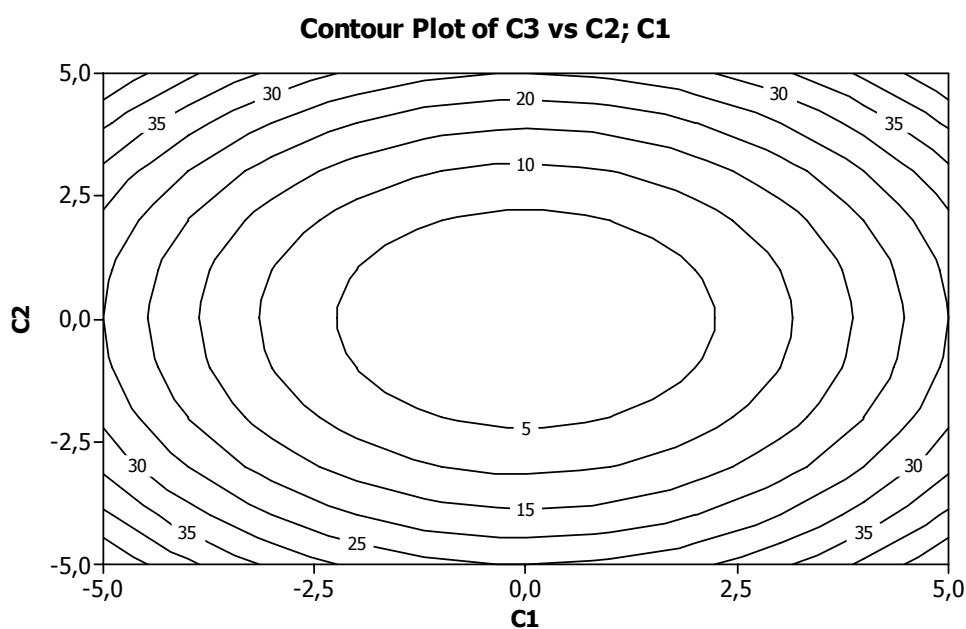
Se puede indicar el número de curvas de nivel (**Number**) o los valores (**Values**) a que deben aparecer las curvas. Este último es el que aquí se ha usado. Los valores también se podrían haber entrado de la forma 5:50/5



Es posible dibujar las curvas de nivel sin colores y con el valor que corresponde a cada una de ellas. Para ello se usan las opciones de **Data View**:



En **Contour Options** se puede indicar en que valores se desean las curvas de nivel.



6

Casos prácticos del bloque I:

Introducción. Técnicas gráficas

Corxet

Una empresa elaboradora de cavas de gran calidad decide poner en marcha un plan para disminuir el número de defectos que se producen en la presentación de las botellas.

Se conoce con el nombre de ‘presentación’ el aspecto exterior de la botella y se compone de un conjunto de elementos (cápsula, collarín, óvalo, tirilla, etiqueta, contraetiqueta, ...) que se colocan en líneas que funcionan a gran velocidad.

Para orientar la estrategia de mejora a seguir se planificó un plan de recogida de datos en cada una de las 6 líneas que la empresa tiene en funcionamiento (cada línea corresponde a un tipo de cava). La inspección duró 15 días, inspeccionándose 100 botellas al día de cada línea (en total, 1500 botellas por línea), y los datos obtenidos se pueden considerar representativos del funcionamiento general.

Los resultados se encuentran en el archivo CORXET.MTW. En la columna C1 se indica la localización y la descripción de los defectos, pero esta información se halla también codificada en las columnas C2 (localización) y C3 (tipo de defecto), de la siguiente forma:

Localización (C2)		Tipo de defecto (C3)	
1	Collarín	1	Desgarre/Burbuja
2	Tirilla	2	Arrugas
3	Etiqueta	3	Torcido
4	Contraetiqueta	4	Alineamiento
5	Cápsula	5	Altura
6	Tapón	6	Defecto en tapón
7	Morrión	7	Defecto en morrión
		8	Collarín abierto

Las columnas C4 a C9 corresponden a cada una de las líneas inspeccionadas.

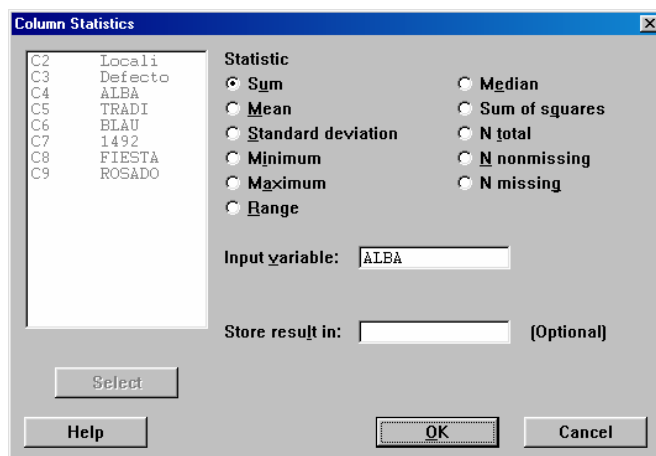
Analice los resultados obtenidos e indique en qué línea y en qué tipo de problema deberían concentrarse las acciones a seguir.

La hoja de datos tiene el aspecto:

MINITAB - Untitled - [corxet.mtw ***]											
File Edit Manip Calc Stat Graph Editor Window Help											
↓ C1-T C2 C3 C4 C5 C6 C7 C8 C9 C10 C11 C											
		Locali	Defecto	ALBA	TRADI	BLAU	1492	FIESTA	ROSADO		
1	Collarin - des/burb	1	1	761	193	14	66	0	22		
2	Óvalo - des/burb	2	1	18	0	0	19	0	10		
3	Etiqueta - des/burb	3	1	69	92	14	53	48	16		
4	Contra- des/burb	4	1	19	25	3	19	26	4		
5	Collarin - arrugas	1	2	240	42	5	44	0	4		
6	Óvalo - arrugas	2	2	34	2	0	24	0	11		
7	Etiqueta arrugas	3	2	66	8	1	9	13	5		
8	Contra- arrugas	4	2	23	9	1	7	15	3		
9	Cierre Collarín - torcido	1	3	76	34	9	22	0	7		
10	Óvalo - torcido	2	3	115	12	0	79	0	19		
11	Etiqueta - torcido	3	3	299	67	27	116	12	72		
12	Contra- torcido	4	3	30	3	11	54	49	3		
13	Cápsula - alineada	5	4	242	32	0	85	65	15		
14	Etiqueta 2-4 (alineada)	3	4	589	231	54	82	0	79		
15	Etiqueta > 4 (alineada)	3	4	665	0	18	283	0	102		
16	Óvalo - alineada	2	4	631	135	0	237	0	45		
17	Contra 2-5 (alineada)	4	4	401	21	5	158	18	85		
18	Contra > 5 (alineada)	4	4	72	0	1	69	4	28		
19	Etiqueta - altura	3	5	113	80	45	177	4	57		
20	Óvalo - altura	2	5	332	58	0	209	0	42		
21	Collarín - altura	1	5	1	0	0	2	0	0		
22	Tapón	6	6	0	0	0	0	0	0		
23	Morrión	7	7	1	0	0	0	0	0		
24	Collarín abierto	1	8	92	101	21	147	0	26		
25											
26											

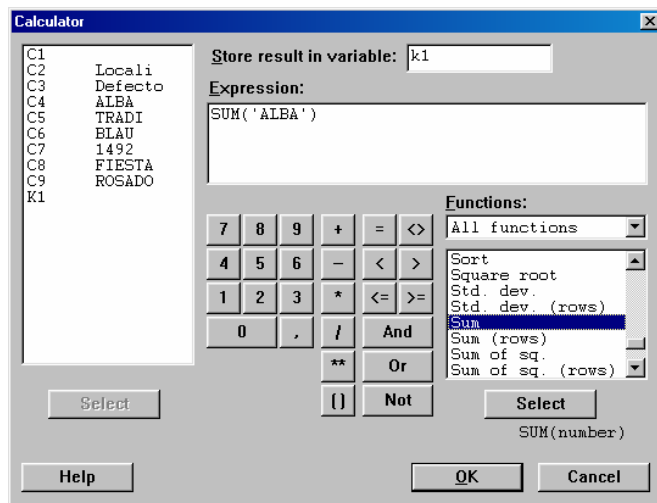
Para identificar en que línea se producen más defectos, sumaremos los valores de las columnas C4 a C9. Esto puede hacerse de las siguientes formas:

1. Calc > Column Statistics > Sum



En 'Store result in:' se puede colocar el nombre de una constante (K1, K2, ...) donde almacenar el resultado, o dejarlo en blanco y en este caso el resultado sólo aparece en pantalla.

2. Calc > Calculator



En este caso es necesario asignar una constante para almacenar el valor obtenido, ya que no aparece en pantalla. Para ver el valor de la constante hay que escribir `print k1` en la ventana de sesión:

```
MTB > print k1
Data Display
K1      4889,00
```



Recuerde: Para poder escribir instrucciones en la ventana de Sesión hay que tener activada la opción **Enable Commands**, a través de **Editor > Enable Commands**

Una vez hechas las sumas correspondientes a las 6 líneas de llenado, se colocan sus valores en una columna, junto con otra donde se indique a qué línea corresponde cada valor

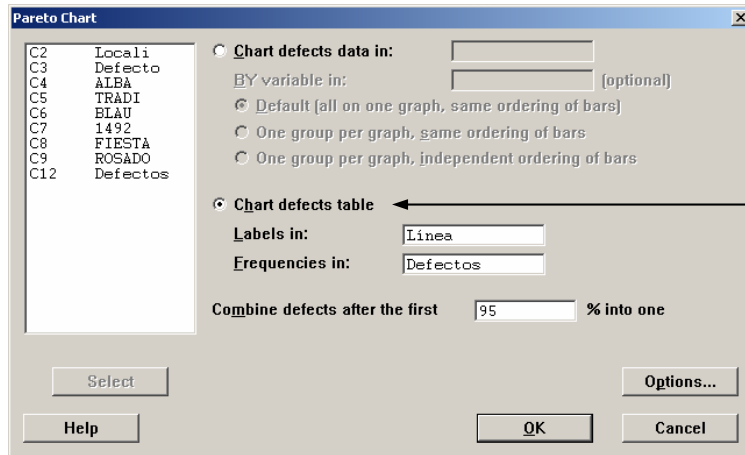
	C1-T	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11-T	C12	C13	C14	C15
		Locali	Defecto	ALBA	TRADI	BLAU	1492	FIESTA	ROSADO		Línea	Defectos			
1	Collarín - des/burb	1	1	761	193	14	66	0	22		ALBA	4889			
2	Óvalo - des/burb	2	1	18	0	0	19	0	10		TRADI	1145			
3	Etiqueta - des/burb	3	1	69	92	14	53	48	16		BLAU	229			
4	Contra - des/burb	4	1	19	25	3	19	26	4		1492	1961			
5	Collarín - arrugas	1	2	240	42	5	44	0	4		FIESTA	254			
6	Óvalo - arrugas	2	2	34	2	0	24	0	11		ROSADO	655			
7	Etiqueta arrugas	3	2	66	8	1	9	13	5						
8	Contra - arrugas	4	2	23	9	1	7	15	3						

Los valores de la columna C12 (defectos) se han ido colocando a mano, copiándolos de la ventana de Sesión. Se podrían haber colocado automáticamente haciendo (por ejemplo, para la línea Alba):

```
MTB > sum c4 k1
MTB > let c12(1)=k1
```

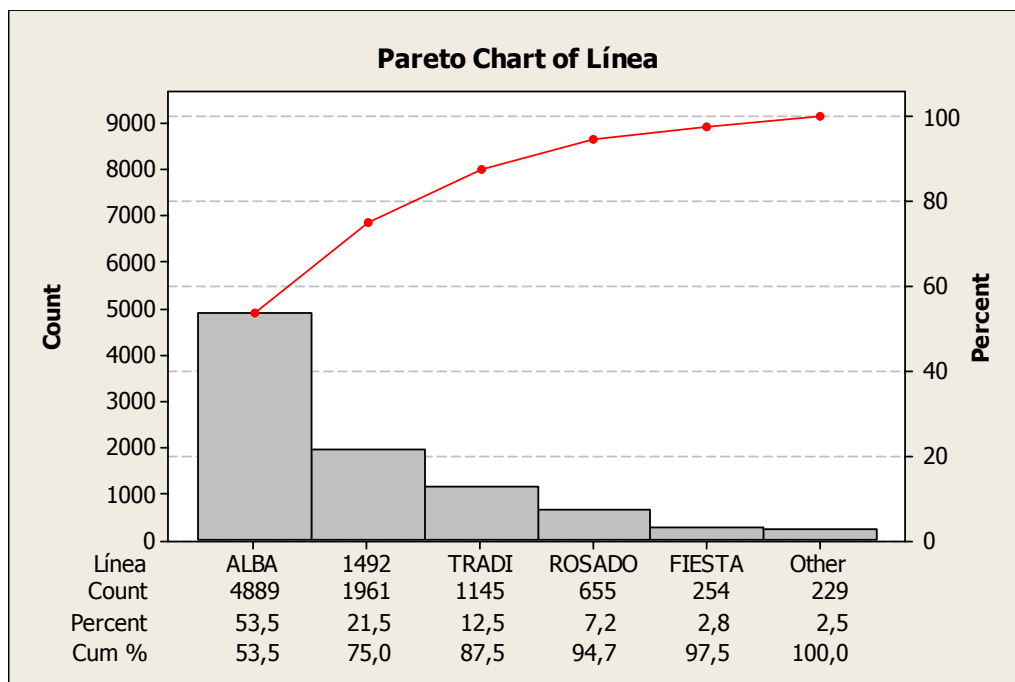
Una vez con los datos de esta forma, podemos realizar un diagrama de Pareto para visualizar la importancia de cada línea en la producción de defectos:

Stat > Quality Tools > Pareto Chart



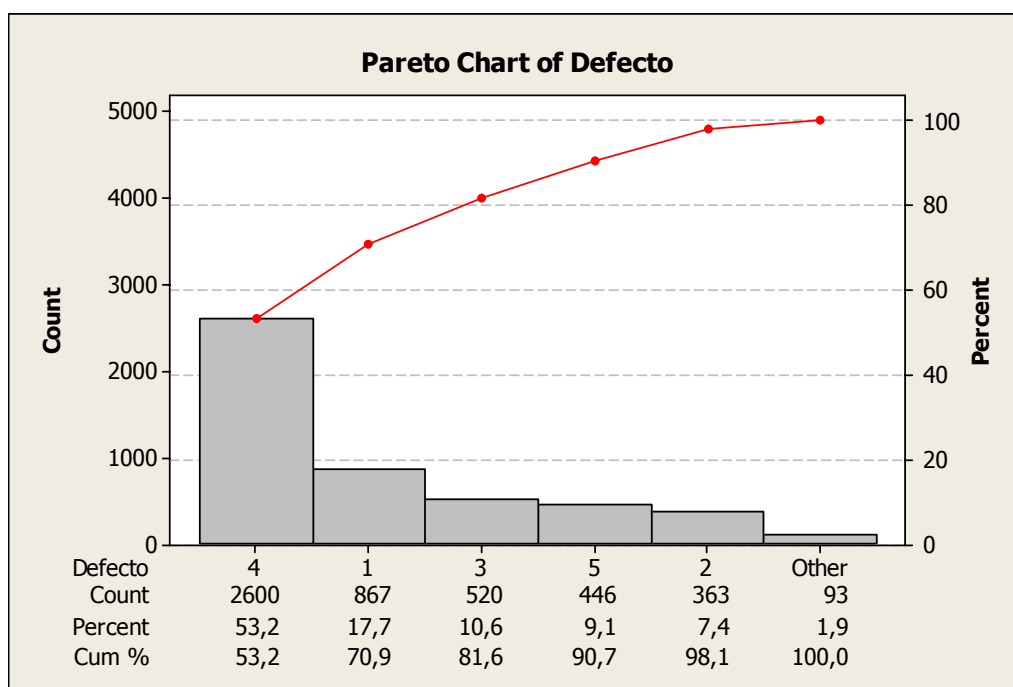
Opción para datos tabulados

Como los datos ya están tabulados, elegimos la segunda opción: ‘**Chart defects table**’, obteniendo el gráfico:



Está claro que la línea que produce más defectos es la “Alba” (más del 50 %), y entre “Alba” y “1492” producen el 75%.

Centrándonos en la línea “Alba”, lo que interesa es saber cual es su tipo de defecto y su localización más frecuente. Para el tipo de defecto hacemos un diagrama de Pareto de la misma forma que el anterior, colocando en ‘**Labels in:**’ C3, y en ‘**Frequencies in:**’ ALBA. MINITAB ya suma los defectos que tienen la misma etiqueta, obteniéndose:



Puede lograrse que en vez del número correspondiente a cada defecto aparezca su nombre haciendo previamente:

Data > Code > Numeric to Text

Code - Numeric to Text

Code data from columns:
Defecto

Into columns:
Defecto

Original values (eg. 1:4 12):

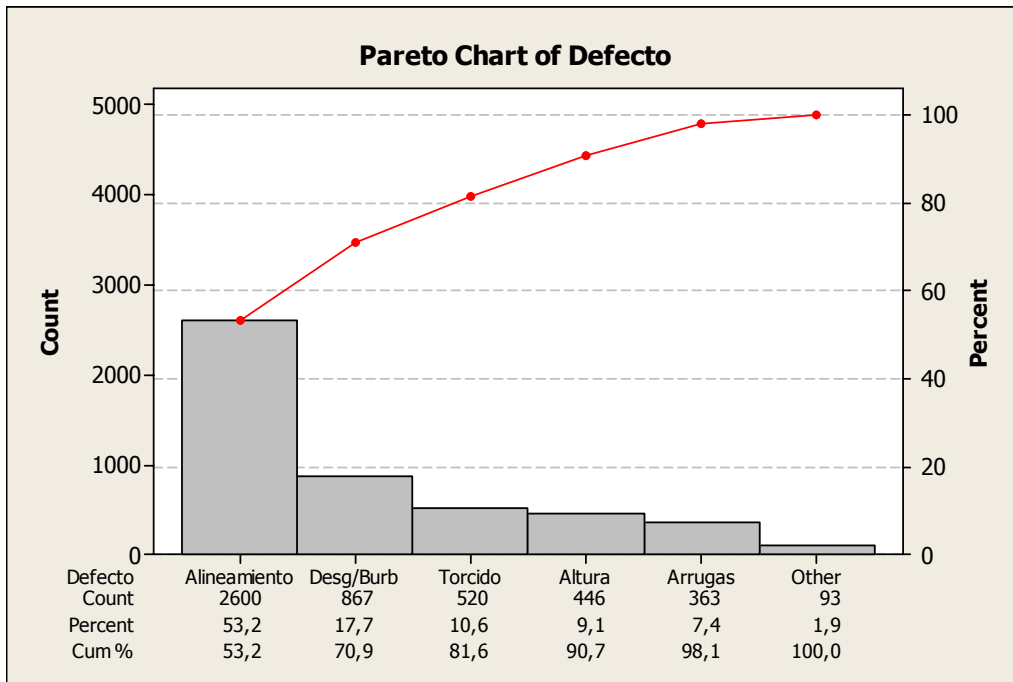
1
2
3
4
5
6
7
8

New:

Desg/Burb
Arrugas
Torcido
Alineamiento
Altura
Tapon
Morrión
Collarín abierto

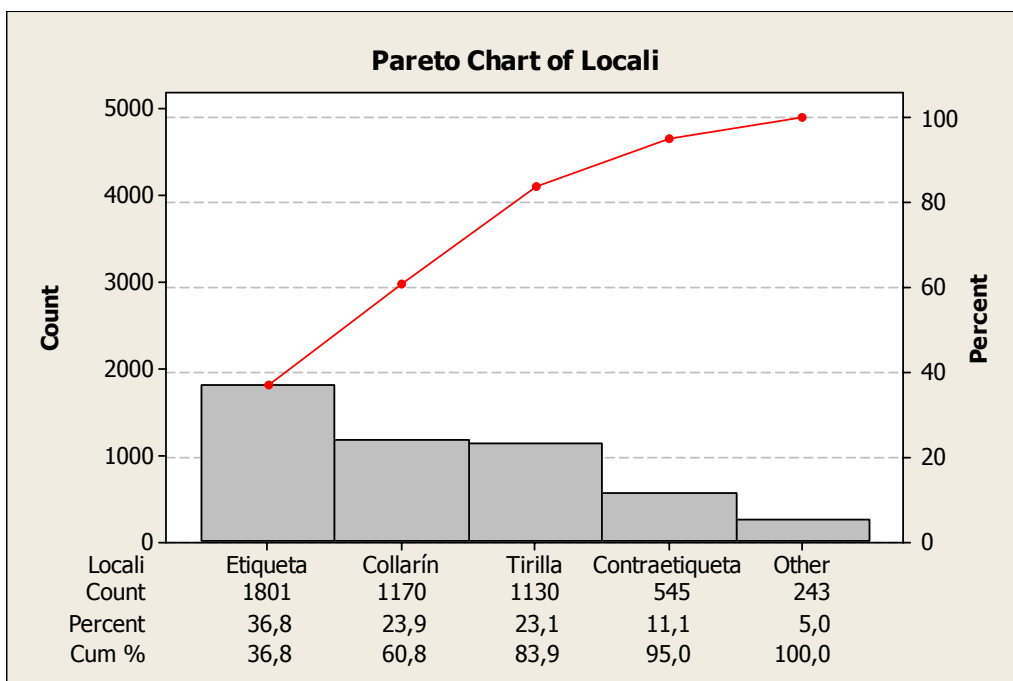
Buttons: Select, Help, OK, Cancel

De esta forma se modifica el contenido de la columna C3, y al hacer el diagrama de Pareto queda de la forma:



Ya está claro que el defecto más frecuente en la línea ALBA es el de alineamiento, veamos ahora cual es la localización más frecuente.

Cambiamos los valores de localización que en la columna C2 aparecen codificados por sus expresiones en texto (**Data > Code > Numeric to Text**). Ahora hacemos el diagrama de Pareto igual que antes pero colocando C2 en 'Labels in', obteniendo:



La localización de los defectos no aparece concentrada en un solo elemento, quizá porque el defecto más importante es el de alineamiento, que implica a varios de ellos.

La conclusión es que, a vista de los datos, lo más razonable sería empezar centrando los esfuerzos en el problema de alineamiento en la línea Alba.

Cobre

Un fabricante de tubos de cobre ha detectado, tras recoger datos y realizar un diagrama de Pareto, que casi el 70% de sus paros de proceso se producen al estirar el tubo.

Tras una sesión de *brainstorming* a la que asistieron los jefes de las secciones de estirado y de fundición, los tres jefes de turno y el responsable de laboratorio se listan, como posibles causas las que aparecen en las columnas C1 a C6 del fichero COBRE.MTW.

A la vista del diagrama causa-efecto se decidió investigar si los contenidos en P o en Pb de la aleación, o el turno (que parecían los principales sospechosos) son los verdaderos responsables de las roturas. Para verificarlo se recogieron datos durante cuatro semanas (60 días) del número de roturas producidas, las ppm de P y Pb en la aleación y el turno en que se habían producido.

Se trata de utilizar MINITAB para representar el diagrama causa-efecto y, analizando los datos disponibles, conteste a las siguientes preguntas:

¿Confirman los datos las sospechas de que los contenidos de P o Pb o el turno tienen influencia en las roturas?

¿Se ha comportado el proceso de forma uniforme a lo largo de las cuatro semanas que ha durado la recogida de datos?

El aspecto de la hoja de datos es:

	C1-T	C2-T	C3-T	C4-T	C5-T	C6-T	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15
	Mano Obr	Maquina	Material	Metodo	Mantenim	Medio am	Num. Rot	Pb (ppm)	P (ppm)	Turno					
1	Turno	Velocidad	Aleación	Presión	Desgaste	Temperatura	1	19	22	1					
2	Entrenamiento	Pinzas	Lubricante	Suciedad			3	18	21	2					
3	Operario	Rodillo	Impurezas				2	27	22	3					
4		Bulón					2	24	19	1					
5							8	15	17	2					
6							4	19	17	3					
7							2	23	23	1					
8							4	26	19	2					

Para representar el diagrama causa-efecto simplemente hacemos:

Stat > Quality Tools > Cause-and-Effect

Columnas donde se encuentran las causas

Nombres que se asignan a las causas primarias

Cause-and-Effect Diagram

Branch	Causes	Label
1	In column 'Mano Obr'	PERSONAL
2	In column Maquina	MAQUINARIA
3	In column Material	MATERIAL
4	In column Metodo	MÉTODO
5	In column Mantenim	MANTENIMIENT
6	In column 'Medio am'	MEDIO AMBIENT
7	In column	
8	In column	
9	In column	
10	In column	

Effect: ROTURA

Title:

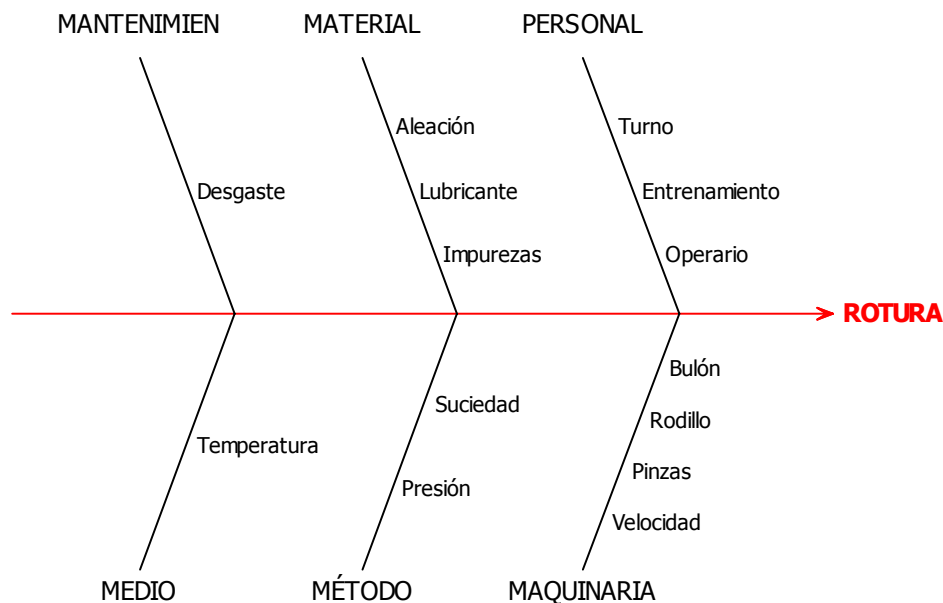
☐ Do not label the branches

☐ Do not display empty branches

Help OK Cancel

→ No se tienen causas de segundo nivel por lo que no se utilizan estas opciones.

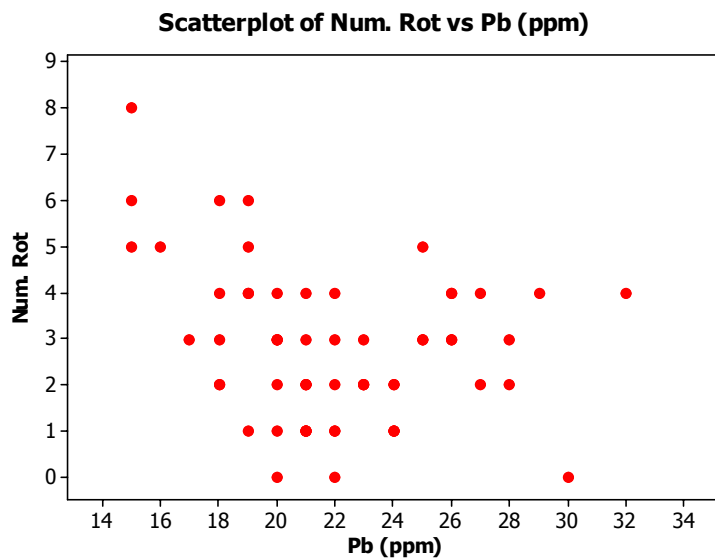
Cause-and-Effect Diagram



Se ha aumentado el tamaño de letra que aparece por defecto (doble clic sobre el grupo de letras a editar)

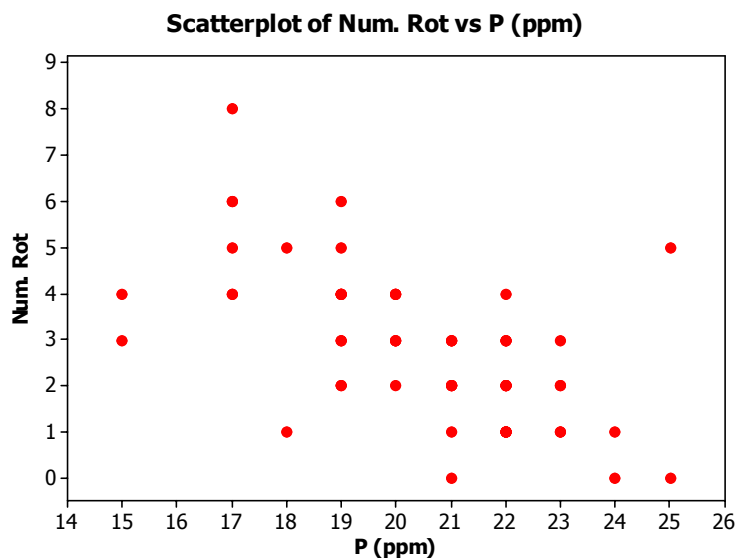
Para ver si los contenidos de P, Pb o el turno pueden tener alguna influencia sobre las roturas, podemos realizar diagramas bivariantes:

Relación con el contenido de plomo: **Graph > Scatterplot: Simple > Y: C7; X: C8.**



No parece haber relación entre contenido de plomo y número de roturas, aunque puede ser relevante el hecho de que valores pequeños (por debajo de 17) dan un número de roturas alto.

Relación con el contenido de fósforo: **Graph > Scatterplot: Simple > Y: C7; X: C9**

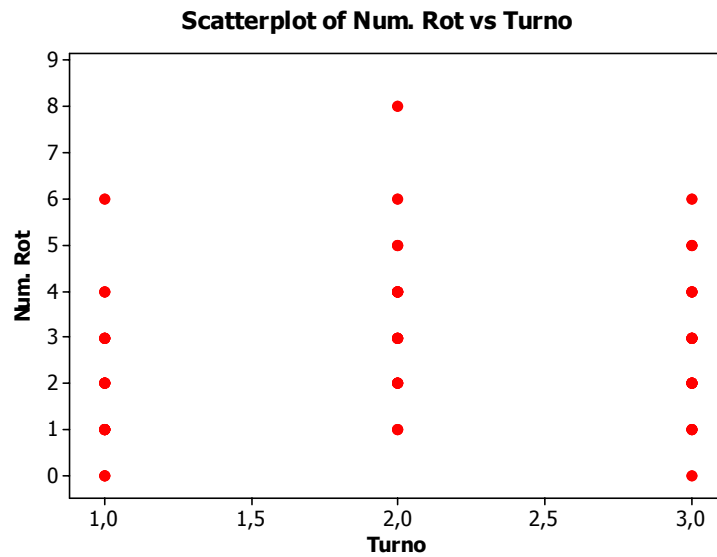


Sí parece haber correlación (no necesariamente relación causa-efecto) entre el contenido de fósforo y el número de roturas. A más fósforo, menos roturas. Si el añadir fósforo no está contraindicado para alguna de las propiedades del tubo, podría aumentarse su concentración o mantenerla en torno a 25 para ver si se mantiene bajo el número de roturas.

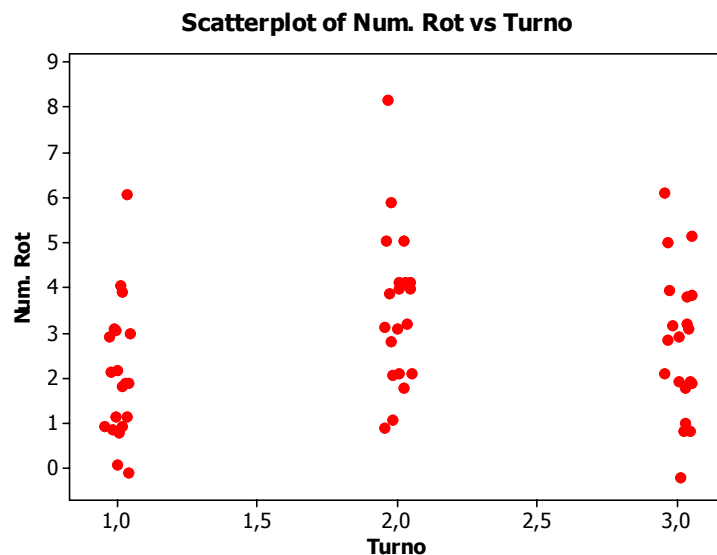


En estos gráficos se ha cambiado la proporción entre alto y ancho (clic con el botón derecho del ratón sobre el marco exterior del diagrama: **Edit Figure Region > Graph Size**. También se han cambiado los valores de la escala horizontal (doble clic sobre cualquier valor de la escala)

Relación con el turno: **Graph > Scatterplot: Simple > Y: C7; X: C10**

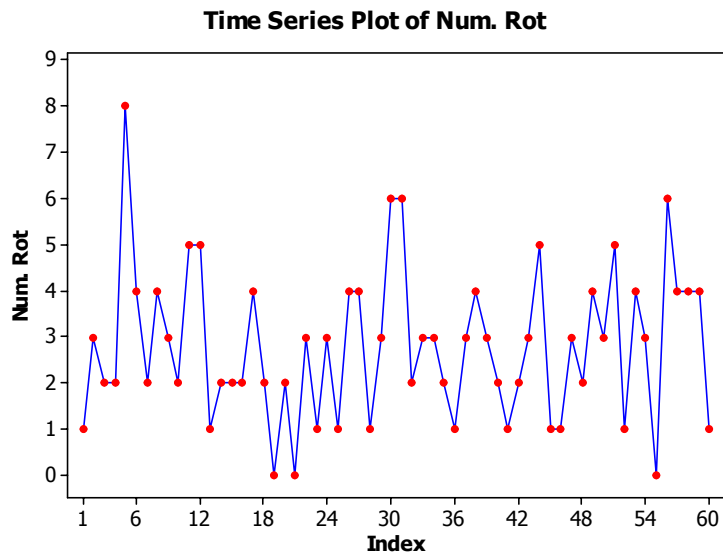


Como las dos variables son discretas, aparecen puntos superpuestos y no da idea de la densidad que hay en cada zona. Para evitar este problema, hacemos doble clic en cualquier punto y en el cuadro de edición de símbolos vamos a la pestaña **Jitter** y marcamos la opción **Add jitter to direction**. De esta forma se sacrifica la precisión en las coordenadas de los puntos (que en este caso no tiene ninguna importancia) pero permite apreciar su densidad en cada situación.



Aunque en el segundo turno un día se rompieron 8 tubos, siendo este un valor más alto que el máximo en los turnos de mañana y noche, no parece haber relación entre turno y rotura de tubos. Para observar si el proceso se ha mantenido estable, podemos usar un diagrama en serie temporal:

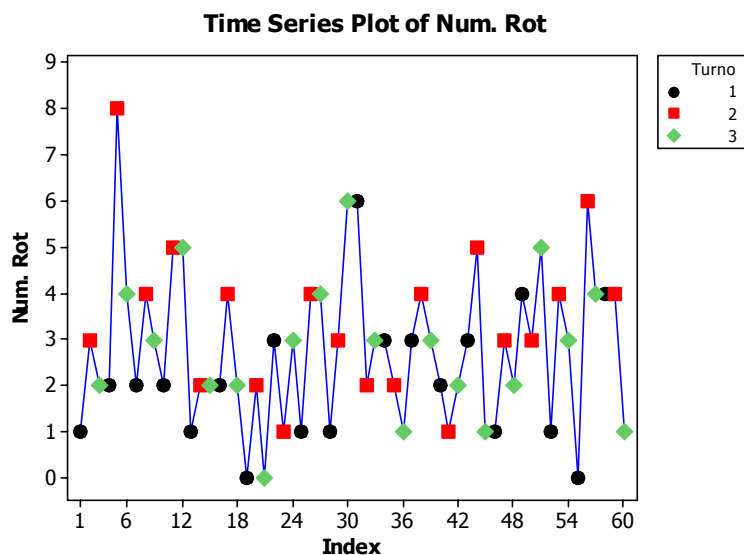
Graph > Times Series Plot: Simple



Sí parece que se ha mantenido estable (no se observa ninguna tendencia ni cambio de nivel), aunque seguramente convendría estudiar las causas que hicieron que un día se produjeran 8 roturas.

Si se desea, puede hacerse que aparezca un símbolo distinto según el turno, haciendo doble clic sobre cualquier punto, pestaña **Groups**, **Categorical variables for grouping**: Turno.

Se obtiene el gráfico que figura a continuación, en el que se ha aumentado el tamaño de los puntos usando el menú **Attributes** que aparece haciendo doble clic sobre el gráfico (**Custom - Size**: 1,5).



Pan

El propietario de una panadería, preocupado por la excesiva variabilidad en el peso de sus productos, decidió realizar un estudio para analizar la distribución del peso de una determinada pieza de pan. En la panadería elaboran el pan dos operarios (A y B) usando dos máquinas (1 y 2). Los operarios no trabajan simultáneamente, sino que unos días trabaja A y otros trabaja B. Para realizar el estudio, durante un período de 20 días se tomó diariamente una muestra al azar de 4 piezas de pan de cada máquina, obteniéndose los resultados que se incluyen en el archivo PAN.MTW.

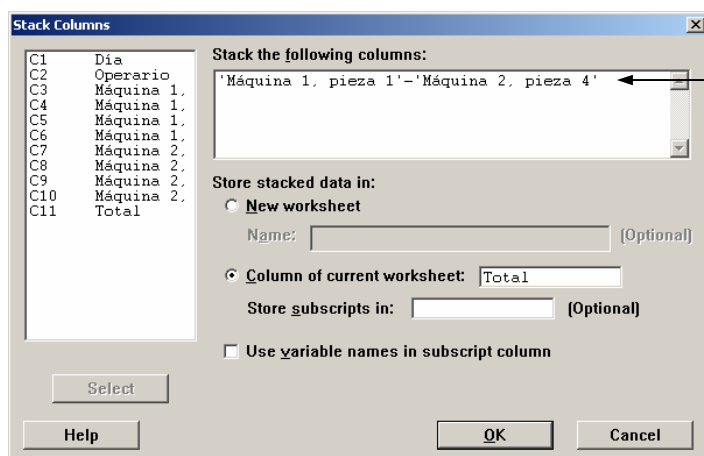
Si el peso nominal de las piezas de pan es de 210 gr, pero se acepta como normal una variación de ± 10 gramos, ¿Qué conclusiones se pueden sacar de estos datos? ¿Qué recomendaciones daría usted al dueño de la panadería?

La hoja de datos tiene el siguiente aspecto:

	C1	C2.T	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
	Día	Operario	Máquina 1, pieza 1	Máquina 1, pieza 2	Máquina 1, pieza 3	Máquina 1, pieza 4	Máquina 2, pieza 1	Máquina 2, pieza 2	Máquina 2, pieza 3	Máquina 2, pieza 4		
1	1	A	209,2	209,5	210,2	212,0	214,3	221,8	214,6	214,4		
2	2	B	208,5	208,7	206,2	207,8	215,3	216,7	212,3	212,0		
3	3	B	204,2	210,2	210,5	205,9	215,7	213,8	215,2	202,7		
4	4	B	204,0	203,3	198,2	199,9	212,5	210,2	211,3	210,4		
5	5	A	209,6	203,7	213,2	209,6	208,4	214,9	212,8	214,8		
6	6	A	208,1	207,9	211,0	206,2	212,3	216,2	208,4	210,8		
7	7	A	205,2	204,8	198,7	205,8	208,1	211,9	212,9	209,0		
8	8	B	199,0	197,7	202,0	213,1	207,5	209,9	210,6	212,3		
9	9	B	197,2	210,6	199,5	215,3	206,9	207,1	213,6	212,2		
10	10	A	199,1	207,2	200,8	201,2	209,6	209,5	206,8	214,2		
11	11	B	204,6	207,0	200,8	204,6	212,2	209,8	207,6	212,6		
12	12	B	214,7	207,5	205,8	200,9	211,4	211,2	214,4	212,6		
13	13	B	204,1	196,6	204,6	199,4	209,6	209,2	206,1	207,1		
14	14	A	200,2	205,5	208,0	202,7	203,5	206,9	210,6	212,3		
15	15	A	201,1	209,2	205,5	200,0	209,1	206,3	209,8	211,4		
16	16	B	207,2	207,1	198,2	197,6	202,9	202,9	206,3	204,6		

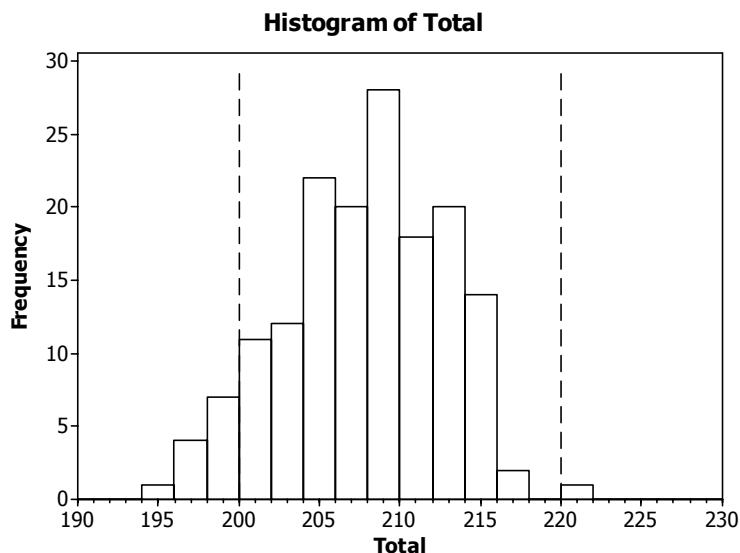
En primer lugar hacemos un histograma de todos los datos. Para ello los colocamos todos en una sola columna haciendo:

Data > Stack > Columns



Graph > Histogram: Simple

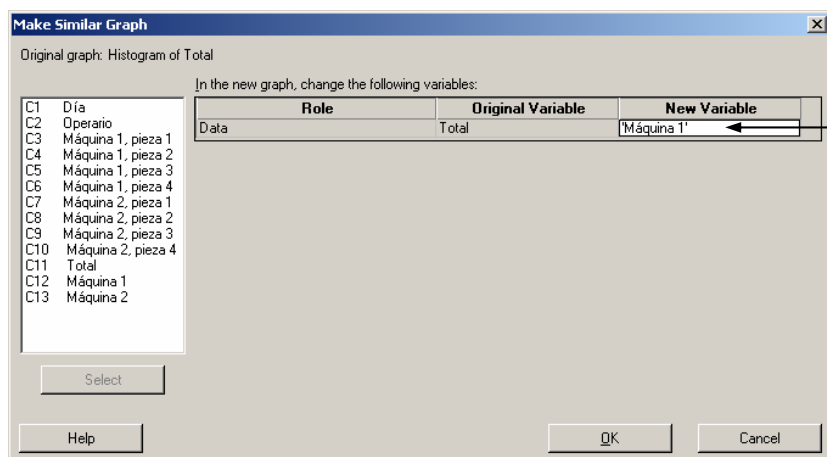
Graph variables: Total. (Se ha cambiado el aspecto del gráfico y se han añadido las líneas que marcan los límites de tolerancias, esto último a través de **Editor > Annotation > Graph Annotation Tools**)



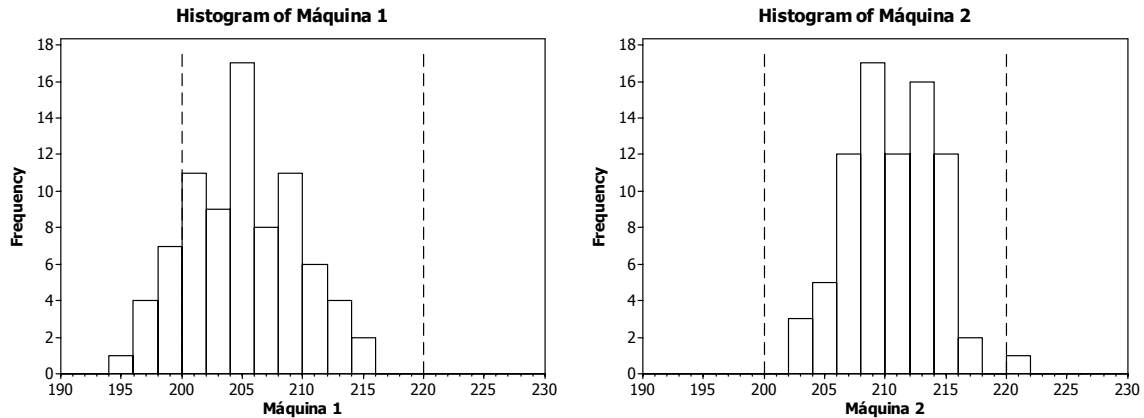
La distribución es asimétrica hacia la izquierda, con un cierto porcentaje fuera de tolerancias. Veamos que ocurre si estratificamos por máquina.

Colocamos en una columna los valores de la máquina 1 (**Data > Stack > Columns** para las columnas C3 a C6) y en otra los de la máquina 2 (**Data > Stack > Columns** de C7 a C10). Para hacer los histogramas con idéntico formato podemos copiar el del gráfico anterior. Con el histograma de todos los datos como ventana activa:

Editor > Make Similar Graph



Realiza un histograma con los valores de esta columna con idéntico formato que el realizado para la columna 'Total'



Al copiar el formato del histograma con los datos totales, se copian también las líneas que marcan las especificaciones y como para cada máquina la escala vertical es más corta, estas líneas de especificaciones se salen del gráfico. Lo mejor es quitarlas y volverlas a trazar.

La máquina 2 está centrada y con una variabilidad acorde con las tolerancias. Sin embargo, la máquina 1 está descentrada. Habría que sugerir al dueño de la panadería que centre la primera máquina 5 gramos por encima del valor actual. Con el centrado queda resuelta una buena parte del problema. Si desea mejorar más deberá intentar disminuir la variabilidad con que produce esta máquina.

Se podrían hacer también histogramas estratificados por operario, e incluso por operario y máquina, pero no aparece nada relevante.

Humedad

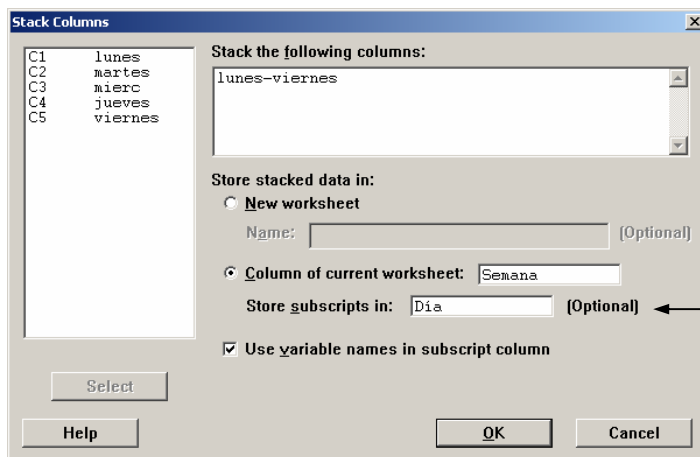
Durante una semana se midió diariamente el contenido de humedad correspondiente a 20 paquetes de un determinado producto, tomándolos al azar a la salida de la línea de envasado. Los resultados obtenidos se encuentran en el archivo HUMEDAD.MTW. Indique qué conclusiones se pueden obtener a partir del análisis gráfico de estos datos.

La hoja de datos tiene el siguiente aspecto:

HUMEDAD.MTW ***															
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15
	lunes	martes	mierc	jueves	viernes										
1	8,20	8,61	9,43	8,97	8,46										
2	8,36	9,14	8,85	9,02	8,00										
3	8,37	8,52	8,66	9,61	8,32										
4	8,52	9,20	8,89	9,15	8,91										
5	8,05	9,30	9,28	9,21	8,17										
6	8,76	9,58	9,14	9,53	8,60										
7	8,51	8,81	9,41	9,28	8,48										
8	8,18	8,68	9,34	9,28	8,65										
9	8,52	8,59	9,59	8,86	8,97										
10	8,64	8,66	9,15	8,75	8,20										
11	8,83	8,70	9,75	9,64	8,33										
12	8,35	9,08	9,18	9,05	8,26										
13	8,48	8,32	8,86	8,76	8,64										
14	8,34	8,33	9,28	9,21	8,81										
15	8,51	8,41	8,50	8,76	8,73										

En primer lugar colocamos todos los valores en una sola columna:

Data > Stack > Columns

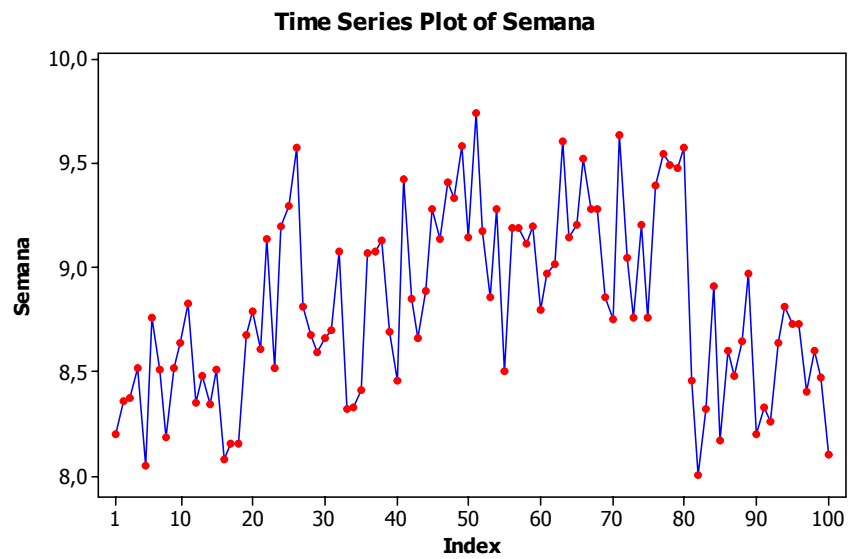


Se crea una columna donde se indica a que día pertenece cada valor

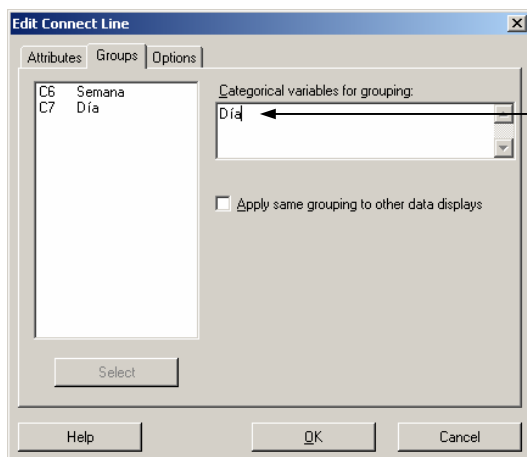
Ahora hacemos un diagrama en serie temporal de los datos de 'Semana'.

Graph > Time Series Plot: Simple

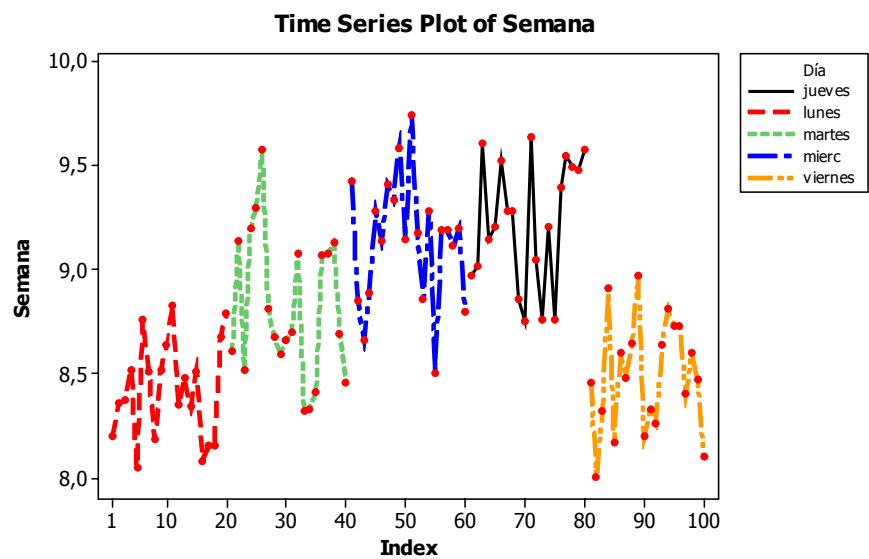
Series: Semana



El proceso no se ha mantenido estable, primero parece que tiene tendencia a subir y después baja de golpe. Para distinguir los días pueden trazarse líneas de distinto trazo y color según el día, para ello hacemos doble clic sobre la línea y aparece el cuadro de diálogo de edición de líneas:



Columna donde se identifica a que grupo pertenece cada dato



Se obtiene un resultado similar (también cambia el tipo de punto según el grupo) haciendo:

Graph > Time Series Plot: With Groups

