



Ley de Pareto: 80/20

La Ley de Pareto y su aplicación en el ámbito empresarial. Determinación de los intervalos

Jose Ignacio González Gómez
Departamento de Economía, Contabilidad y Finanzas
www.jggomez.eu

INDICE

1	Introducción.....	3
1.1	Concepto, “Un poco representa mucho”	3
1.2	Aplicación en el ámbito empresarial.....	4
1.2.1	Introducción.....	4
1.2.2	ABC en Departamento de Ventas	4
1.2.3	ABC en Departamento de Compras – Aprovisionamientos.....	4
1.2.4	ABC Departamento de Inventarios-Almacén	5
1.2.5	Otras áreas, otras aplicaciones en el ámbito empresarial	5
1.3	Interpretación de un Diagrama de Pareto.....	5
1.4	<i>Recomendaciones para su implantación</i>	7
2	Construcción de un diagrama de Pareto con Excel	8
2.1	<i>Presentación del caso</i>	8
2.2	<i>Uso de K.ESIMO.MAYOR, COINCIDIR, INDICE en una misma fórmula de Excel</i>	8
2.2.1	Uso de la función K.ESIMO.MAYOR	8
2.2.2	Uso de la función COINCIDIR / INDIRECTO.....	9
2.2.3	Uso de la función INDICE.....	11
2.2.4	Combinando K.ESIMO.MAYOR, COINCIDIR, INDICE (Ley de Pareto)	12
2.2.5	% de Frecuencia y % de Frecuencia Acumulada	12
2.2.6	Histograma de frecuencia y gráfico de Pareto.....	12
2.3	<i>Alternativa a la función BuscarV: INDICE+COINCIDIR</i>	13
2.4	Haciendo uso del complemento Excel Histograma	15
3	Análisis de Pareto con Tablas Dinámicas.....	17
3.1	Introducción	17
3.2	Diseño de la tabla dinámica.....	17
3.2.1	Campo Fila	17

3.2.2	Campos Columnas	18
3.3	Diseño del Grafico dinámico de Pareto	20
3.4	Otra propuesta similar, Importe de ticket por camarero	21
4	Fórmula de Sturges para establecer intervalos de valores.....	22
4.1	Presentación.....	22
4.2	Reglas generales para la creación de intervalos o clases. Formula de Sturges.....	22
4.2.1	Calculo del Rango R. Calculo del recorrido o amplitud. Rango R.....	22
4.2.2	Selección del número de intervalos o clases. Aplicación de la regla de Sturges	22
4.2.3	Calculamos el ancho de intervalo.....	22
4.2.4	Formamos los intervalos y calculamos sus frecuencias	23
4.3	Caso 1 e interpretaciones.....	23
5	Fuentes	25

1 Introducción

1.1 Concepto, "Un poco representa mucho"

Cuando trabajamos con grandes volúmenes de información, tanto cuantitativa como cualitativa, es recomendable para determinados análisis segmentar la información para centrarnos en lo relevante y para ello se suele emplear la "Ley de Pareto" o también llamada regla del 80/20 en base a que el 80 % del resultado lo genera el 20 % de las causas, es la relación matemática entra la variable efecto y causa.

**...el 20% del esfuerzo genera el 80% de los resultados...por ejemplo...
El 20% de los clientes generan el 80% de nuestros ingresos. ¿Estamos
trabajando ese 20%?**

Esta ley dice que el "20% de algo siempre es responsable del 80% de los resultados " es decir que el 20% de algo es esencial y el 80% es trivial". Por ejemplo, si hablamos de ventas, el 20% de los productos, representan el 80% de las ventas y el otro 80% solo representa el 20% de las ventas. Por tanto, ese primer 20% de productos son los que deberían ser más importantes para la empresa. Esta ley se basa en un conocimiento empírico y no siempre se cumple con exactitud. A veces no es 80/20 y es 80/30...depende de cada caso en particular, pero siempre hay un "poco" que representa un "mucho"

En el caso de una segmentación ABC, lo que se suele hacer es, definir como:

- Clase A: es el % de ese algo (ej: productos) que representa el 80% de los resultados (ej: ventas)
- Clase B: es el % de ese algo (productos), sin considerar la clase A, que representa el 15% de los resultados restante (ventas)
- Clase C: el resto de % de ese algo (productos) sin considerar las clases A y B que representara el resultado restante: el 5%.
- Cuando hablamos de segmentación ABC lo que se suele considerar es que la clase C es el conjunto de la clase B y C anterior. Es decir, A representa el 80% de la venta y C el 20% (ley 80/20).

En definitiva, se pretende concentrar nuestro esfuerzo y tiempo en gestionar este 20% de para controlar el 80%

Esta ley genera muchas ventajas y beneficios, reduciendo nuestro esfuerzo y administrando mejor nuestro tiempo. Aprender a aprovechar esta ley puede brindarnos grandes beneficios y reducir nuestro esfuerzo.

El principal uso que tiene el elaborar este tipo de diagrama es para poder establecer un orden de prioridades en la toma de decisiones dentro de una organización. Los datos que se pueden analizar son la Frecuencia, Resultados, Beneficios, Ventas, etc. ¿Cuál es el ABC de clientes que me proporcionan mayores resultados? ¿Cuál es el 80-20 de clientes que me proporcionan mayores ventas?

En resumen, el diagrama de Pareto se aplica fundamentalmente para analizar diferentes agrupaciones de datos (ej: por producto, por segmento, del mercado, área geográfica, etc.) y ello requiere que los datos puedan clasificarse en categorías y el rango de cada categoría sea amplio.

El diagrama de Pareto descubre los aspectos prioritarios que hay que tratar para conseguir un objetivo o resolver un problema determinado, diferenciando los pocos factores vitales de los muchos factores útiles, que contribuyen al resultado.

1.2 Aplicación en el ámbito empresarial

1.2.1 Introducción

El diagrama de Pareto descubre los aspectos prioritarios que hay que tratar para conseguir un objetivo o resolver un problema determinado, diferenciando los pocos factores vitales de los muchos factores útiles, que contribuyen al resultado. Es una herramienta útil en muchos casos en el ámbito de la economía y la empresa como es el control de calidad, distribuciones de la renta, ventas, costes, producción, inventarios, etc.

En el concreto en el ámbito empresarial donde se cumple esta característica de volumen de información, la segmentación de datos a través de la aplicación de la "Ley de Pareto o la Ley 80/20" se extiende a todas las áreas de gestión convirtiéndose en una técnica relevante para el análisis, gestión y toma de decisiones, así podemos poner como ejemplos los siguientes:

1.2.2 ABC en Departamento de Ventas

Cada trimestre podremos segmentar los productos A-B-C de cada periodo

ABC de clientes o ventas (clientes y clientes de contado)

ABC de Días de la semana, de meses del año, etc

Ejemplos relacionados

- *El 80% de tus ingresos proviene del 20% de tus clientes. La minoría de clientes que representen la mayoría de las ventas.*
- *20 % de los vendedores genera el 80 % de los ingresos de las ventas.*
- *El 80 % de las ventas se obtienen del 20 % de los productos. La minoría de productos que representan la mayoría de las ganancias obtenidas.*
- *El 20% de los clientes generan el 80% de los problemas.*

1.2.3 ABC en Departamento de Compras - Aprovisionamientos

ABC de productos o familiar. *Clasificamos nuestros productos o familias en tres categorías*

A- 80% del valor – 20%

Artículos o referencias que representan el 80% del valor total de compras de un periodo.

Estás referencias son en las que se tiene que centrar la atención los responsables de área o sección, en torno al 20% de artículos implican el 80% del valor de compras. Se intentara centrar los esfuerzos en negociar muy bien los precios, intentar tener poco stocks de estas referencias (tener mucho supondría tener mucho dinero inmovilizado), etc.

B- 15% del valor – 30%

Artículos o referencias que representan el 15% del valor total de compras de un periodo

No es necesario un control tan exhaustivo pero es necesario llevar adecuadamente un seguimiento, de precios, stocks, negociaciones, etc.

C- 5% del valor – 50%

Referencias que representan solo el 5% del valor total de compras de un periodo

Son un conjunto de referencias que exigen un seguimiento esporádico y en el que la gestión se basa simplemente en un sistema de alerta que nos avisa cuando hay que reponer para que no se produzca roturas

ABC de proveedores. *Donde podría verse que el 80% de los problemas de calidad o las incidencias son producidas por un 20% de los proveedores. En algunas empresas esto se conoce como el "ranking de proveedores".*

1.2.4 ABC Departamento de Inventarios-Almacén

ABC de Inventarios. Está orientado a segmentar nuestro inventario (tanto en dinero como en cobertura), definiendo que referencias son las que más dinero "inmovilizan" o que referencias son las que más cobertura tienen (días de inventario). Muchas veces lo que se suele hacer son Matrices ABC (cuando son matrices suele ser AC) que es lo que también se llama ABC cruzado. En definitiva, lo que se hace es cruzar los resultados de dos ABC para obtener unos cuadrantes e implantar diferentes estrategias para cada cuadrante. Por ejemplo, una referencia que es AA, A en cobertura (tiene una cobertura muy alta) y A en valor del stock, requiere una estrategia urgente para bajar los días de inventario de esa referencia ya que tenemos mucho más de lo que necesitamos y su stock es muy caro.

En gestión de inventarios se utilizan otros ABC cruzados para definir estrategias, en función del valor y la variabilidad de la demanda, o entre la rotación de la referencia y la variabilidad de la demanda, pero esto lo dejaremos para un segundo artículo.

ABC de Almacén. También puede utilizar bastantes tipos de ABC, pero el más importante es el ABC de acumulado de líneas de salida (picking) por referencia. Este suele ser el más importante porque la mayor parte de los costes de un almacén (en torno al 40-45%) suele estar en las tareas de preparación de pedidos. En la preparación de pedidos, el "cost-driver" es la línea de picking, que es la que obliga a hacer un recorrido para coger una cantidad. Es mucho más costoso ir 100 veces al día a coger una unidad de una referencia que ir 2 veces a coger 50, por eso se utiliza las líneas y no las unidades. Cuando se tienen muchas referencias es fundamental definir un ABC de manera que:

- Las referencias A que producen el 80% de las líneas de salida estén en lugares de rápida y fácil (ergonomía) accesibilidad. (Por ejemplo, estanterías dinámicas con Pick-to-light)
- Las referencias B, accesibilidad media.
- Las referencias C, suelen ser un número muy alto de referencias que solo produce el 5% de las salidas y que se suelen poner en una zona a parte, con estanterías convencionales de picking (minimizando la inversión) y donde lo que se suele buscar es minimizar el espacio ocupado

Ejemplos relacionados

- La minoría de elementos que representan al grueso del costo de un inventario
- La minoría de productos, procesos, o características de la calidad causantes del grueso de desperdicio o de los costos de re elaboración.
- El 80 % de las quejas de los clientes se enfocan en el 20 % de productos o servicios que se ofrecen.

1.2.5 Otras áreas, otras aplicaciones en el ámbito empresarial

Ejemplos relacionados

- El 20% de los clientes generan el 80% de los problemas.
- Realizas el 80% del trabajo diario en el 20% de las horas que trabajas.
- La minoría de rechazos que representa la mayoría de quejas de la clientela.

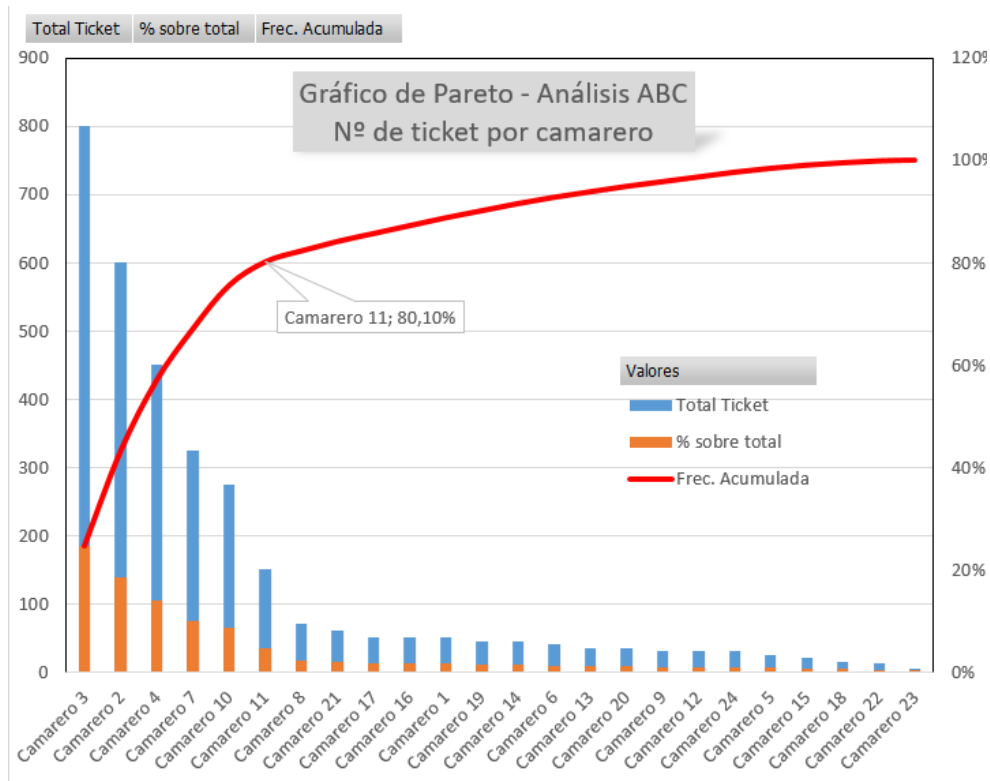
1.3 Interpretación de un Diagrama de Pareto

Un Diagrama de Pareto es un gráfico de barras que enumera las categorías en orden descendente de izquierda a derecha, el cual puede ser utilizado por un equipo para analizar causas, estudiar resultados y planear una mejora continua.

Es decir, es una gráfica en donde se organizan diversas clasificaciones de datos por orden descendente, de izquierda a derecha por medio de barras sencillas después de haber reunido los datos para calificar las causas. De modo que se pueda asignar un orden de prioridades.

Según este concepto, si se tiene un problema con muchas causas, podemos decir que el 20% de las causas resuelven el 80% del problema y el 80% de las causas solo resuelven el 20% del problema.

Por lo tanto, el **Análisis de Pareto es una técnica que separa los “pocos vitales” de los “muchos triviales”.**



En resumen, una gráfica de Pareto es utilizada para separar gráficamente los aspectos significativos de un problema desde los triviales de manera que un equipo sepa dónde dirigir sus esfuerzos para mejorar.

Dentro de las dificultades que se pueden presentar al tratar de interpretar el Diagrama de Pareto es que algunas veces los datos no indican una clara distinción entre las categorías. Esto puede verse en el gráfico cuando todas las barras son más o menos de la misma altura.

Otra dificultad es que se necesita más de la mitad de las categorías para sumar más del 60% del efecto de calidad, por lo que un buen análisis e interpretación depende en su gran mayoría de un buen análisis previo de las causas y posterior recogida de datos.

En cualquiera de los casos, parece que el principio de Pareto no aplica. Debido a que el mismo se ha demostrado como válido en literalmente miles de situaciones, es muy poco probable que se haya encontrado una excepción. Es mucho más probable que simplemente no se haya seleccionado un desglose apropiado de las categorías. Se deberá tratar de estratificar los datos de una manera diferente y repetir el Análisis de Pareto.

La interpretación de un Diagrama de Pareto se puede definir completando las siguientes oraciones de ejemplo:

“Existen (número de categorías) contribuyentes relacionados con (efecto). Pero estos (número de pocos vitales) corresponden al (número) % del total (efecto). Debemos procurar estas (número) categorías pocos vitales, ya que representan la mayor ganancia potencial para nuestros esfuerzos.”

1.4 Recomendaciones para su implantación

Por tanto, es recomendable en primer lugar llevar a cabo una comparación cuantitativa de las causas ordenándolas en una tabla, de mayor a menor, según su porcentaje de contribución a un efecto determinado. Una vez ordenadas obtenemos los porcentajes acumulados con objeto de conocer el grado de concentración de las causas más importantes. La representación gráfica de la tabla indicada es el diagrama de Pareto que aporta una imagen intuitiva del análisis.

Sintéticamente podemos resumir el proceso de aplicación práctica de la Ley de Parto en los siguientes pasos:

- 1) Seleccionar categorías lógicas para el tópico de análisis identificado (incluir el periodo de tiempo).*
- 2) Ordenar los datos de la mayor categoría a la menor y totalizar los datos para todas las categorías*
- 3) Calcular el porcentaje del total que cada categoría representa*
- 4) Realizar gráfico*
- 5) Analizar la gráfica para determinar los “pocos vitales”*

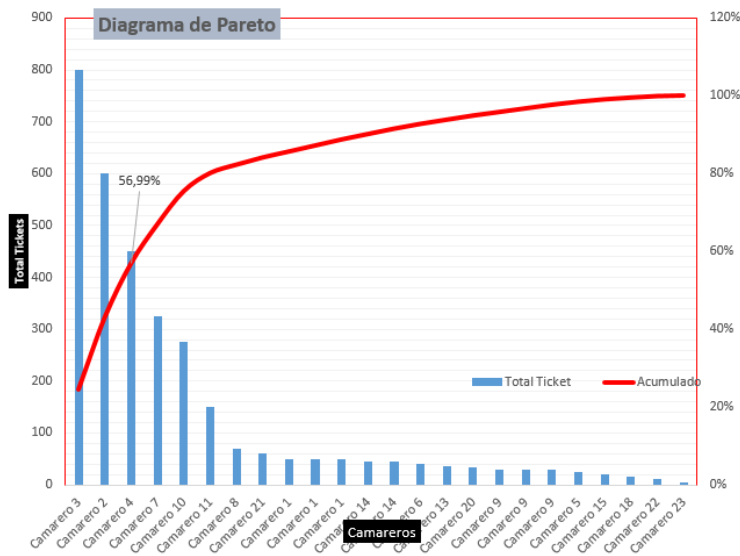
2 Construcción de un diagrama de Pareto con Excel

2.1 Presentación del caso

Cómo crear el Diagrama de Pareto o Curva 80-20 o Distribución ABC en Excel: Histogramas en Excel.

Nuestro objetivo es que partiendo de un conjunto de datos relacionados con el número de tickets emitidos por camarero durante la pasada semana es obtener un gráfico similar al mostrado en la ilustración adjunta relacionado con la Distribución de Pareto.

En concreto se trata de ordenar los valores de mayor a menor y ver la significación de cada uno de ellos.



Camareros	Nº de tickets
Camarero 1	50
Camarero 2	600
Camarero 3	800
Camarero 4	450
Camarero 5	25
Camarero 6	40
Camarero 7	325
Camarero 8	70
Camarero 9	30
Camarero 10	275
Camarero 11	150
Camarero 12	30
Camarero 13	35
Camarero 14	45
Camarero 15	20
Camarero 16	50
Camarero 17	50
Camarero 18	15
Camarero 19	45
Camarero 20	34
Camarero 21	60
Camarero 22	12
Camarero 23	5
Camarero 24	30

2.2 Uso de K.ESIMO.MAYOR, COINCIDIR, INDICE en una misma fórmula de Excel

Basado en: <http://blogs.itpro.es/exceleinfo/2010/10/22/uso-de-k-esimo-mayor-coincidir-indice-en-una-misma-formula-de-excel/>

En varias ocasiones nos topamos con fórmulas grandes con funciones anidadas y que a simple vista son de difícil lectura. En el ejemplo propuesto vamos a estudiar cómo obtener de una lista de nombres (camarero) con sus respectivas ventas (número de tickets), quién es el 1ro, 2do y 3er lugar dependiendo de las ventas.

Pero previamente vamos a estudiar cada una de las formulas separadamente para su mejor comprensión y posteriormente las uniremos para obtener la función anidada que nos dará como resultado los camareros y la cantidad de ticket facturados la última semana ordenados descendientemente y que nos permitirá servir de base para construir el Diagrama de Pareto.

2.2.1 Uso de la función K.ESIMO.MAYOR

En primer lugar, vamos a ordenar la cantidad de ticket de mayor a menor y para ello recuperaremos la tabla con el número de ticket emitidos durante la última semana tenemos nuestra base de datos con sólo dos columnas: la columna código de camarero y la columna nº de tickets emitidos, así comenzamos aplicando la función K.ESIMO.MAYOR

La **función K.ESIMO.MAYOR** nos permite encontrar el valor más grande dentro de un rango de datos o podemos especificar una posición específica dentro los datos que nos devolverá la función.

Sintaxis de la función K.ESIMO.MAYOR

K.ESIMO.MAYOR

Matriz = número

K = número

=

Devuelve el valor k-ésimo mayor de un conjunto de datos. Por ejemplo, el trigésimo número más grande.

Matriz es la matriz o rango de datos cuyo valor k-ésimo mayor desea determinar.

Resultado de la fórmula =

Esta función presenta dos argumentos:

- *Matriz (obligatorio):* El rango de datos donde deseamos buscar.
- *K (obligatorio):* La posición que ocupa el elemento de la Matriz que deseamos obtener.

Es decir, el primer paso es obtener cuál es el número mayor de tickets emitidos y esto lo obtenemos con la función K.ESIMO.MAYOR.

	A	B	C	D	E	F
4	Comienzan a partir de la fila: 6				Suma total	Cod. Camare
5	Total Registros	nº Ticket por Camarero			3.246	
6	Autonumerico	Camareros	Nº de tickets		Nº de tickets	COINCIDIR
7	1	Camarero 1	50		=K.ESIMO.MAYOR(\$C\$7:\$C\$31;A7)	3
8	2	Camarero 2	600		600	2
9	3	Camarero 3	800		450	4
10	4	Camarero 4	450		325	7

La función aplicada y adaptada es:

$$=K.ESIMO.MAYOR(\$C\$7:\$C\$31;A7)$$

2.2.2 Uso de la función COINCIDIR / INDIRECTO

Anteriormente usando la función K.ESIMO.MAYOR nos daba los valores del número de tickets emitidos por camarero durante un periodo determinado ordenados de mayor a menor.

Vamos a continuación a usar la función COINCIDIR, que es una función de búsqueda como BUSCARV pero a diferencia de esta, COINCIDIR no devuelve un valor sino una posición dentro de un rango, este rango puede ser una columna o una fila y contener números, palabras o una combinación de ambos, nos ayuda a localizar un elemento dentro de un rango de celdas y nos devuelve su posición. En otras palabras, nos ayuda a obtener el número de fila que ocupa el elemento buscado.

Es decir, la función realiza la búsqueda de un elemento en un rango de celdas y una vez que encuentra el elemento da como resultado su posición relativa. Por ejemplo, si tenemos una lista con los elementos A, B, C, D, E, F, G y aplicamos la función COINCIDIR (D,A1:A7,0), el resultado es 4, porque el elemento D se encuentra en la posición 4 de la lista de argumentos.

Sintaxis de la función COINCIDIR

Esta función contiene tres argumentos:

COINCIDIR

Valor_buscado = cualquiera
Matriz_buscada = número
Tipo_de_coincidencia = número

=

Devuelve la posición relativa de un elemento en una matriz, que coincide con un valor dado en un orden especificado.

Valor_buscado es el valor que se usa para encontrar el valor deseado en la matriz y puede ser un número, texto, valor lógico o una referencia a uno de ellos.

- *Valor buscado (obligatorio): El valor que estamos buscando.*
- *Matriz buscada (obligatorio): El rango de celdas donde realizaremos la búsqueda.*
- *Tipo_de_coincidencia (opcional): Un número que indica el tipo de coincidencia en la búsqueda.*

El *tipo_de_coincidencia* especificado en la función tendrá un efecto en la manera en que se hace la búsqueda. Los siguientes valores son los posibles para el tercer argumento de la función COINCIDIR:

- *1: La función COINCIDIR encontrará el valor más grande que sea menor o igual al valor buscado. La matriz de búsqueda debe estar ordenada de manera ascendente.*
- *0: La función COINCIDIR encontrará el primer valor que sea exactamente igual al valor buscado. La matriz de búsqueda puede estar en cualquier orden.*
- *-1: La función COINCIDIR encontrará el valor más pequeño que sea mayor o igual que el valor buscado. La matriz de búsqueda debe estar ordenada de manera descendente.*

Cuando no se especifica el tercer argumento de la función COINCIDIR se utilizará de manera predeterminada el valor 1.

Algunas notas adicionales sobre la función COINCIDIR son las siguientes:

- *La función COINCIDIR no hace diferencia entre mayúsculas y minúsculas.*
- *Cuando la función COINCIDIR no encuentra alguna coincidencia devolverá el tipo de error #N/A.*

En nuestro caso tendríamos:

	A	B	C		
4	Comienzan a partir de la fila: 6			Suma total	Cod. Camarero
5	Total Registros	nº Ticket por Camarero		3.246	
6	Autonumerico	Camareros	Nº de tickets	Nº de tickets	COINCIDIR
7	1	Camarero 1	50	800	COINCIDIR(E7;\$C\$7:\$C\$30;0)
8	2	Camarero 2	600	600	2
9	3	Camarero 3	800	450	4
10	4	Camarero 4	450	325	7

La función aplicada y adaptada es:

$$COINCIDIR(E7;C7:C30;0)$$

Y que también podríamos haberla obtenido con

$$COINCIDIR(K.ESIMO.MAYOR(C7:C31;A7);C7:C30;0)$$

SUMA						
=COINCIDIR(K.ESIMO.MAYOR(\$C\$7:\$C\$31;A7);\$C\$7:\$C\$30;0)						
A	B	C	D	E	F	G
1						
2						
3	Total Camareros: 24					
4	Comienzan a partir de la fila: 6		Suma total			
5	Total Registros	nº Ticket por Camarero	3.246			
6	Autonumerico	Camareros	Nº de tickets	COINCIDIR	INDICE	
7	1	Camarero 1	50	=COINCIDIR(\$C\$7:\$C\$30;0)		Camarero 3
8	2	Camarero 2	600		2	Camarero 2
9	3	Camarero 3	800		4	Camarero 4
10	4	Camarero 4	450		7	Camarero 7

2.2.3 Uso de la función INDICE

La función *Indice* devuelve el valor de la celda que se encuentra en la intersección de una fila y una columna dentro de una matriz especificada.

Sintaxis de la función

INDICE(matriz, núm_fila, [núm_columna])

- *matriz* (obligatorio): Rango de celdas que compone la matriz donde se hará la intersección.
- *núm_fila* (obligatorio): Fila de la matriz que contiene el valor buscado.
- *núm_columna* (opcional): Columna de la matriz que contiene el valor buscado.

Ejemplos

- **INDICE**(A2:E10, 2, 6) = Valor en la intersección de la segunda fila y la sexta columna del rango.
- **INDICE**(A2:E10, 5, 1) = Valor en la intersección de la quinta fila y la primera columna del rango.

Así, cuando sabemos la posición en la que está el número mayor, el 1ro, nos disponemos a obtener el código del camarero que más ticket emitió, con la función *INDICE*. Dicha función nos da el valor correspondiente de acuerdo a la intersección de fila columna que definimos en los parámetros.

SUMA						
=INDICE(\$B\$7:\$C\$30;F7;1)						
A	B	C	D	E	F	G
4	Comienzan a partir de la fila: 6			Suma total	Cod. Camarero	
5	Total Registros	nº Ticket por Camarero		3.246		
6	Autonumerico	Camareros	Nº de tickets	Nº de tickets	COINCIDIR	INDICE
7	1	Camarero 1	50	800	=INDICE(\$B\$7:\$C\$30;F7;1)	
8	2	Camarero 2	600	600	2	Camarero 2
9	3	Camarero 3	800	450	4	Camarero 4
10	4	Camarero 4	450	325	7	Camarero 7

La función aplicada y adaptada es:

$$=INDICE(\$B\$7:\$C\$30;F7;1)$$

2.2.4 Combinando K.ESIMO.MAYOR, COINCIDIR, INDICE (Ley de Pareto)

Ya obtuvimos el valor del camarero que más tickets realizo, pero utilizando 3 funciones, una en cada celda. Ahora vemos como podríamos unir las todas y para el caso que se nos plantea de los camareros podremos combinar las tres funciones así

=INDICE(\$B\$7:\$C\$30;COINCIDIR(K.ESIMO.MAYOR(\$C\$7:\$C\$31;A7);\$C\$7:\$C\$30;0);1)

Autonumerico	Camareros	Nº de tickets	Indice	Total Ticket	%	Acumulado
1	Camarero 1	50	Camarero 3	800	24,65%	24,65%
2	Camarero 2	600	Camarero 2	600	18,48%	43,13%
3	Camarero 3	800	Camarero 4	450	13,86%	56,99%
4	Camarero 4	450	Camarero 7	325	10,01%	67,01%

Con K.ESIMO.MAYOR obtuvimos el número mayor de tickets facturados por cada camarero que es 800, después con COINCIDIR sacamos la posición de ese valor en la tabla, que fue la posición 3. La intersección que nos dan las dos funciones pasadas son fila 3 y la columna donde está el valor que queremos es la columna 1, por lo tanto, el nombre que nos arroja es camarero 3.

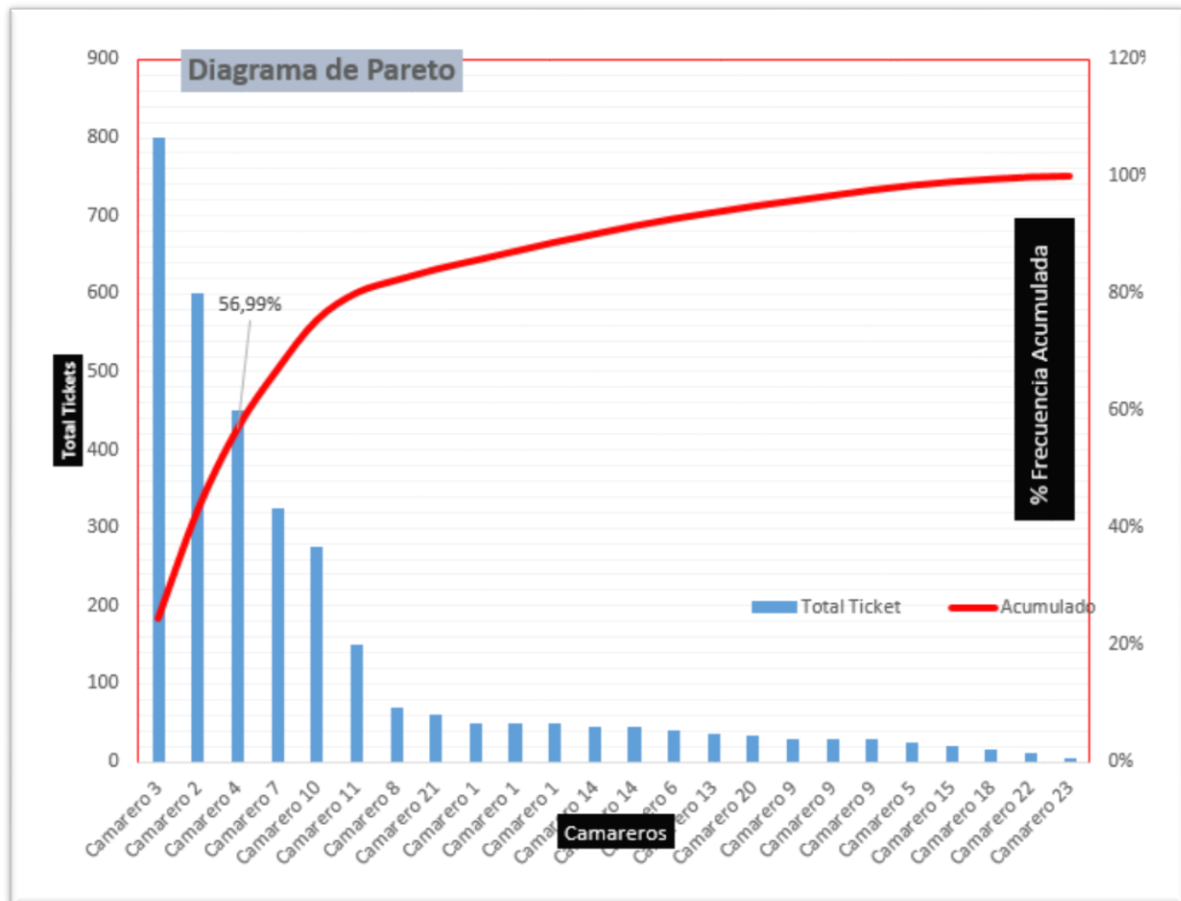
2.2.5 % de Frecuencia y % de Frecuencia Acumulada

Una vez obtenido y ordenado descendientemente el total de tickets facturados semanalmente por camarero solo nos queda para terminar el cuadro base para el histograma el calcular la significación relativa de cada camarero o % de frecuencia y la frecuencia acumulada tal y como podemos ver en el siguiente cuadro.

Autonumerico	Camareros	Nº de tickets	Indice	Total Ticket	%	Acumulado
1	Camarero 1	50	Camarero 3	800	24,65%	24,65%
2	Camarero 2	600	Camarero 2	600	18,48%	43,13%
3	Camarero 3	800	Camarero 4	450	13,86%	56,99%
4	Camarero 4	450	Camarero 7	325	10,01%	67,01%
5	Camarero 5	25	Camarero 10	275	8,47%	75,48%
6	Camarero 6	40	Camarero 11	150	4,62%	80,10%

2.2.6 Histograma de frecuencia y gráfico de Pareto

Ya tenemos a disposición los datos necesarios para diseñar el grafico deseado correspondiente al histograma y gráfico de Pareto.



Como podemos observar hemos representado en el eje principal los valores absolutos del número de tickets emitidos por cada camarero en la última semana y en el eje secundario el % de frecuencia acumulada.

2.3 Alternativa a la función BuscarV: INDICE+COINCIDIR

Fuente: <http://elsabiodeexcel.blogspot.com.es/2015/03/buscarv-izquierda-indice-coincidir.html>

Una de las funciones más frecuentes usadas es BuscarV que como sabemos nos permite hacer una búsqueda en un rango de celdas con la limitación de que solo permite realizarla en una sola dirección, es decir de izquierda a derecha lo que ocasiona en algunas ocasiones que si el valor a recuperar se encuentra a la izquierda de la columna de búsqueda esta no se puede aplicar y una solución es combinar las dos funciones anteriores, Índice y Coincidir.

Es decir, partimos de la siguiente tabla de datos de población:

	A	B	C	D	E	F
1	Datos	Población (millones)	Area (miles km ²)	Densidad (por km ²)	PIB (\$ millones)	Ranking por PIB
2	EEUU	316,1	9.832	35	16.244.600	1
3	China	1.357,4	9.600	146	8.358.400	2
4	Japón	127,3	378	349	5.960.180	3
5	Alemania	80,6	357	231	3.425.956	4
6	Francia	66,0	549	121	2.611.221	5
7	Reino Unido	64,1	244	265	2.471.600	6
8	Brasil	200,4	8.515	24	2.254.109	7
9	Rusia	143,5	17.098	9	2.029.812	8
10	Italia	59,8	301	203	2.013.392	9
11	India	1.252,1	3.287	421	1.875.213	10

Si se quisiese saber por ejemplo cuál es la densidad de Italia, sería muy fácil usar BUSCARV de la siguiente manera.

$$\text{BUSCARV}(\text{"Italia";\$A\$2:\$F\$11;4;FALSO}) = 203$$

¿Y si ahora fuera al revés? ¿Que quisiésemos saber qué país tiene una densidad de 203? Para poder usar la función BUSCARV habría que mover la columna de densidad y ponerla justo antes de la de países, pero esta solución no nos vale, la alternativa es usar la combinación de funciones INDICE y COINCIDIR.

- **INDICE:** Esta función devuelve el valor de un elemento de una tabla o matriz seleccionado por los índices de número de fila y de columna.

$$= \text{INDICE}(\text{columna que contiene el dato que deseamos}),$$

- **COINCIDIR:** cuya misión es la de buscar un valor dentro de una matriz y devuelve la posición relativa del valor dentro de esa matriz.

$$= \text{COINCIDIR}(\text{datos que estás buscando, en qué columna está ese dato,0})$$

En nuestro ejemplo tendríamos los siguientes casos y soluciones.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Datos	Población (millones)	Area (miles km ²)	Densidad (por km ²)	PIB (\$ millones)	Ranking por PIB		Fuente:	
2	EEUU	316,1	9.832	35	16.244.600	1		http://elsabiodeexcel.blogspot.com/	
3	China	1.357,4	9.600	146	8.358.400	2			
4	Japón	127,3	378	349	5.960.180	3			
5	Alemania	80,6	357	231	3.425.956	4			
6	Francia	66,0	549	121	2.611.221	5			
7	Reino Unido	64,1	244	265	2.471.600	6			
8	Brasil	200,4	8.515	24	2.254.109	7			
9	Rusia	143,5	17.098	9	2.029.812	8			
10	Italia	59,8	301	203	2.013.392	9			
11	India	1.252,1	3.287	421	1.875.213	10			
12									
13	Fuente: World Bank								
14									
15	Preguntas:			Respuesta	Fórmula				
16	1. Qué país tiene una densidad de población de 349?			Japón	=INDICE(\$A\$2:\$A\$11,COINCIDIR(349,\$D\$2:\$D\$11,0))				
17	2. Qué país tiene el Área máxima?			Rusia	=INDICE(\$A\$2:\$A\$11,COINCIDIR(MAX(\$C\$2:\$C\$11),\$C\$2:\$C\$11,0))				
18	3.Cuál es el PIB por habitante para el país con menor densidad de población?			14.145	=INDICE(\$E\$2:\$E\$11,COINCIDIR(MIN(\$D\$2:\$D\$11),\$D\$2:\$D\$11,0)) / INDICE(\$B\$2:\$B\$11,COINCIDIR(MIN(\$D\$2:\$D\$11),\$D\$2:\$D\$11,0))				
19	4. Qué país tiene la segunda población más alta?			India	= INDICE(\$A\$2:\$A\$11;COINCIDIR(K.ESIMO.MAYOR(\$B\$2:\$B\$11;2);\$B\$2:\$B\$11;0)) Uso de las funciones Combinadas INDICE- COINCIDIR y K.ESIMO.MAYOR				

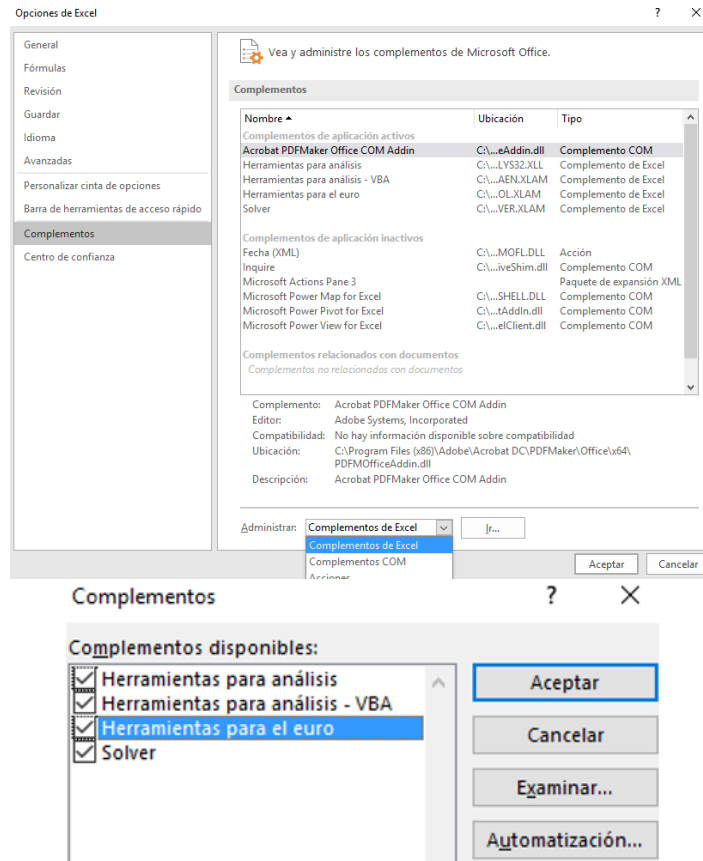
2.4 Haciendo uso del complemento Excel Histograma

Basada en: <http://excelmba.blogspot.com.es/2013/07/diagrama-de-pareto-o-curva-80-20-o.html>

Una vez explicado el procedimiento para desarrollar el Diagrama de Pareto mostramos a continuación la posibilidad de su desarrollo con un complemento específico que nos brinda la hoja de cálculo Excel en:

DATOS - ANALISIS DE DATOS - HISTOGRAMA

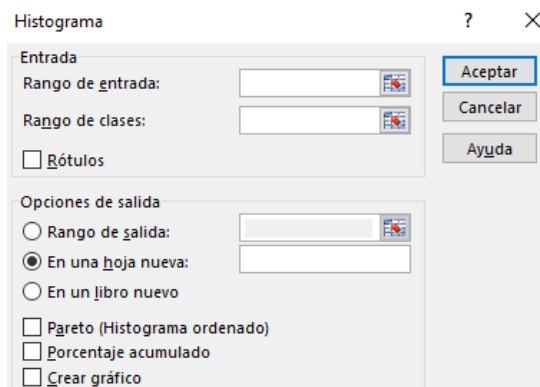
Si esta opción no está disponible debemos activarla seleccionando Excel y Complementos tal y como se muestra en las siguientes ilustraciones.



Este complemento es fácil de usar, básicamente consiste en definir los siguientes parámetros agrupados en Entradas y Opciones de Salida

En primer lugar, tendremos que definir el rango de entrada y rango de clase.

- **Datos de Entrada.** Estos son los datos que desea analizar mediante la herramienta Histograma.
- **Números de clase.** Estos números representan los intervalos que desea que utilice la herramienta Histograma para medir los datos de entrada en el análisis de datos. **Ojo tienen que ser números.**



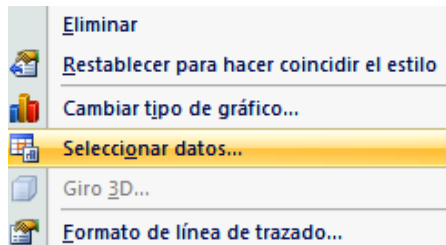
Si hemos seleccionado los rótulos en los rangos anteriores, entonces marcaremos ésta casilla, de lo contrario, no la marcamos.

Se presentan las siguientes opciones.

- *Rango de salida. Seleccionamos la celda o la hoja donde queremos que aparezca el gráfico.*
- *Marcamos todas las opciones disponibles. Es decir, activamos los marcadores correspondientes a Pareto (Histograma ordenado), Porcentaje acumulado, y Crear Gráfico.*

Adaptación del grafico al estilo Pareto

Puede suceder que el grafico resultante no se asemeje a los formatos tradicionales de gráficos de Pareto y en este caso es necesario redefinir los datos del gráfico y para ello pulamos sobre el botón derecho en el gráfico, y escogemos la opción Seleccionar datos y aquí es donde debemos realizar las siguientes correcciones.



En FRECUENCIA seleccionaremos la columna VENTAS POR CLIENTE. En % acumulado seleccionaremos la columna donde hemos creado los porcentajes acumulados.

También editaremos las etiquetas del eje horizontal, y aquí seleccionaremos la columna Clientes.

3 Análisis de Pareto con Tablas Dinámicas

3.1 Introducción

Esta propuesta que presentamos a continuación es la más fácil de aplicar y consideramos como la más conveniente cuando contamos con un número importante de observaciones.

Para su explicación retomamos el caso expuesto anteriormente relacionado con el registro de tickets por camarero para la última semana disponible tal y como se muestra en la siguiente ilustración. Contamos con un total de registros de 3.246 para el periodo semanal considerado.

	A	B	C	D	E	F
1	Fuente de Datos: Tickets facturados por camarero y día					
2						
3	Id	CodCamare	Camareros	Fecha	Hora	Importe
4	1222	2	Camarero 2	04/01/2017 11:12	11:12:29	2,40 €
5	1619	3	Camarero 3	05/01/2017 11:47	11:47:02	8,60 €
6	8149	11	Camarero 11	02/01/2017 8:00	8:00:58	7,80 €
7	2156	3	Camarero 3	02/01/2017 10:23	10:23:31	2,30 €
8	8006	11	Camarero 11	02/01/2017 10:50	10:50:53	3,70 €
9	12821	17	Camarero 17	07/01/2017 10:20	10:20:38	8,10 €
10	11201	15	Camarero 15	04/01/2017 19:03	19:03:22	16,00 €

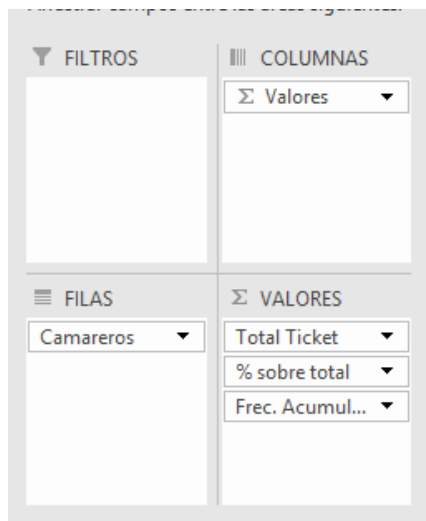
En este caso nos interesa conocer la distribución de frecuencia y su grafico respecto al número de tickets emitidos por camarero durante el periodo basado en una tabla dinámica.

3.2 Diseño de la tabla dinámica

3.2.1 Campo Fila

La tabla dinámica que vamos a crear presentara una tabla de distribución de frecuencia donde los campos principales son:

- Campo Camareros
- El campo Importet (podría ser cualquier otro) y que será con el que operemos)



Camarero	Total Ticket	% sobre total	Frec. Acumulada
Camarero 3	800	24,65%	24,65%
Camarero 2	600	18,48%	43,13%
Camarero 4	450	13,86%	56,99%
Camarero 7	325	10,01%	67,01%
Camarero 10	275	8,47%	75,48%
Camarero 11	150	4,62%	80,10%
Camarero 8	70	2,16%	82,26%
Camarero 21	60	1,85%	84,10%
Camarero 17	50	1,54%	85,64%
Camarero 16	50	1,54%	87,18%
Camarero 1	50	1,54%	88,72%
Camarero 19	45	1,39%	90,11%
Camarero 14	45	1,39%	91,50%
Camarero 6	40	1,23%	92,73%
Camarero 13	35	1,08%	93,81%
Camarero 20	34	1,05%	94,86%
Camarero 9	30	0,92%	95,78%
Camarero 12	30	0,92%	96,70%
Camarero 24	30	0,92%	97,63%
Camarero 5	25	0,77%	98,40%
Camarero 15	20	0,62%	99,01%
Camarero 18	15	0,46%	99,48%
Camarero 22	12	0,37%	99,85%
Camarero 23	5	0,15%	100,00%
Total general	3246	100,00%	

De esta forma queremos analizar cómo se distribuyen el total de tickets emitidos según camareros.

Como podemos observar en la ilustración anterior en Filas hemos seleccionado el campo Camarero que nos identifica a cada uno de los operarios y que es el que nos interesa analizar.

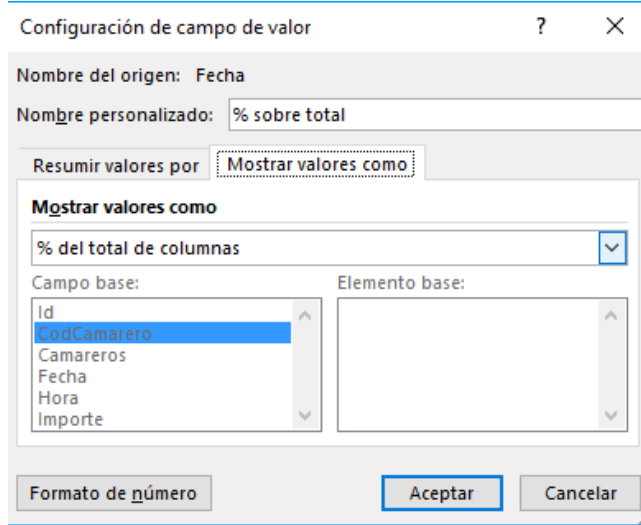
3.2.2 Campos Columnas

En los campos columnas disponemos de tres campos que hemos personalizados basado en el campo Importe (del ticket)

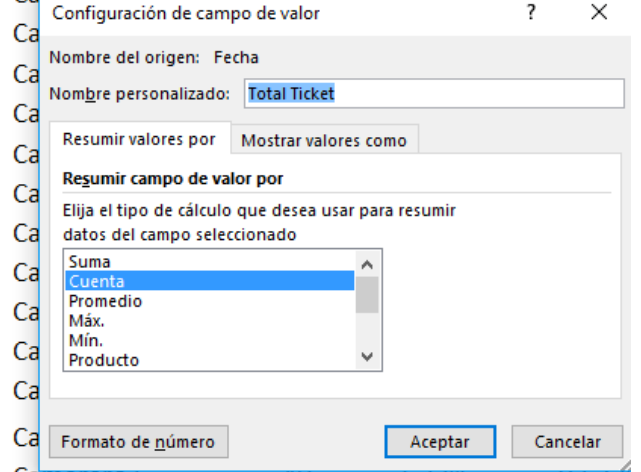
En primer lugar **Total Ticket** hemos utilizado la **fórmula Contar** sobre el campo Importe para definir el Total Ticket que será el número de tickets acumulados en el periodo por cada camarero

Para definir el **% sobre total** hemos vuelto a seleccionar el campo importe y seleccionado el tipo de cálculo Contar hemos establecido la propiedad **% del total de columnas** en la pestaña Mostrar valores como.

Una vez configurado el campo % sobre total, procedemos a ordenar los valores de la tabla dinámica por el citado campo haciendo click con el botón derecho sobre cualquier elemento de esa columna y seleccionando la opción ordenar de mayor a menor tal y como se muestra en la ilustración siguiente.

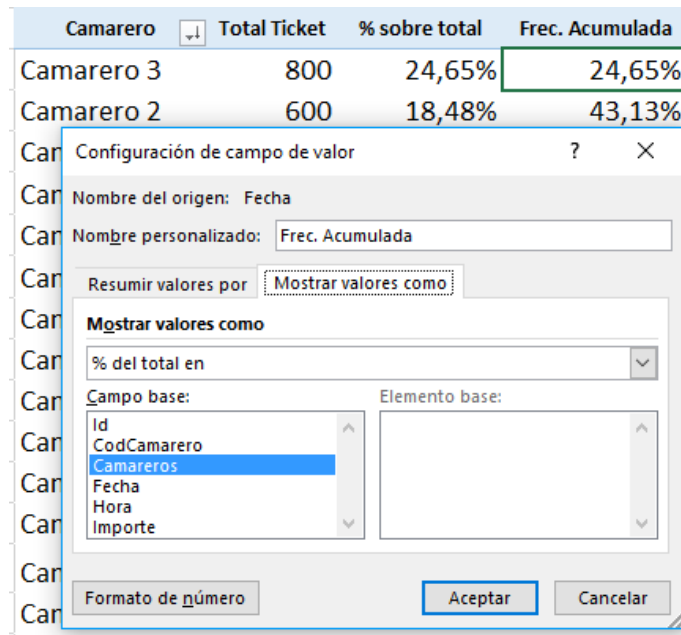


Camarero	Total Ticket	% sobre total	Frec. Acumulada
Camarero 3	800	24,65%	24,65%
Camarero 2	600	18,49%	43,14%
Camarero 4	450	13,87%	57,01%
Camarero 7	325	10,00%	67,01%
Camarero 10	275	8,54%	75,55%
Camarero 11	150	4,55%	80,10%
Camarero 8	70	2,16%	82,26%
Camarero 21	60	1,82%	84,08%
Camarero 17	50	1,52%	85,60%
Camarero 16	50	1,52%	87,12%
Camarero 1	50	1,52%	88,64%
Camarero 19	45	1,37%	90,01%



Camarero	Total Ticket	% sobre total
Camarero 3	800	24,65%
Camarero 2	600	18,49%
Camarero 4	450	13,87%
Camarero 7	325	10,00%
Camarero 10	275	8,54%
Camarero 11	150	4,55%
Camarero 8	70	2,16%
Camarero 21	60	1,82%
Camarero 17	50	1,52%
Camarero 16	50	1,52%
Camarero 1	50	1,52%
Camarero 19	45	1,37%

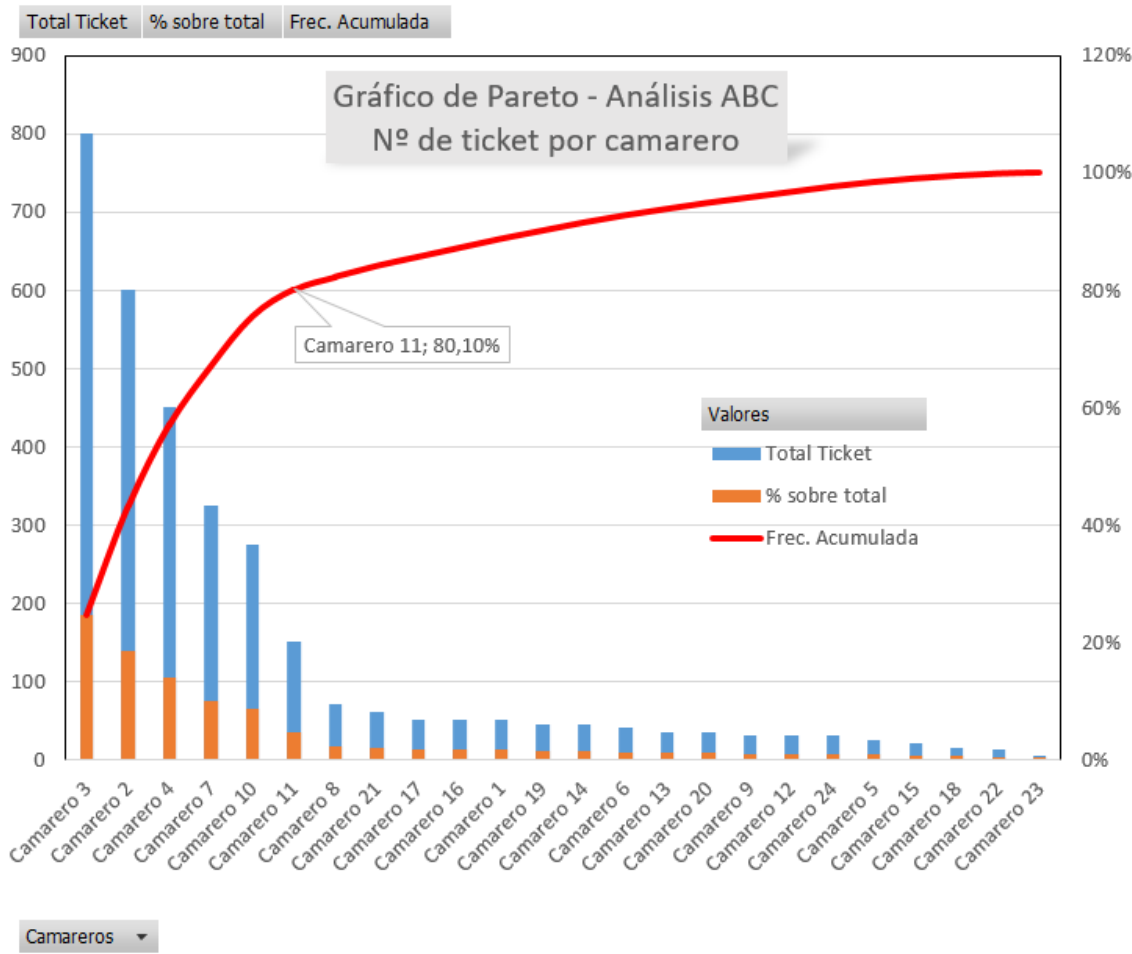
Finalmente nos queda por definir la columna de la tabla dinámica que hemos denominado como **Frecuencia Acumulada** (**Frec. Acumulada**) y que nos dará la frecuencia acumulada de la variable objeto de estudio, Nº de ticket emitidos en el periodo por camarero. Para su configuración seleccionamos una vez más el campo importe y seleccionado el tipo de cálculo Contar hemos establecido la propiedad % del total en y tomamos como campo base Camareros en la pestaña Mostrar valores como, tal y como se muestra en la siguiente ilustración.



Camarero	Total Ticket	% sobre total	Frec. Acumulada
Camarero 3	800	24,65%	24,65%
Camarero 2	600	18,48%	43,13%
Camarero 4	450	13,86%	56,99%
Camarero 7	325	10,01%	67,01%
Camarero 10	275	8,47%	75,48%
Camarero 11	150	4,62%	80,10%
Camarero 8	70	2,16%	82,26%
Camarero 21	60	1,85%	84,10%
Camarero 17	50	1,54%	85,64%
Camarero 16	50	1,54%	87,18%
Camarero 1	50	1,54%	88,72%
Camarero 19	45	1,39%	90,11%
Camarero 14	45	1,39%	91,50%
Camarero 6	40	1,23%	92,73%
Camarero 13	35	1,08%	93,81%
Camarero 20	34	1,05%	94,86%
Camarero 9	30	0,92%	95,78%
Camarero 12	30	0,92%	96,70%
Camarero 24	30	0,92%	97,63%
Camarero 5	25	0,77%	98,40%
Camarero 15	20	0,62%	99,01%
Camarero 18	15	0,46%	99,48%
Camarero 22	12	0,37%	99,85%
Camarero 23	5	0,15%	100,00%
Total general	3246	100,00%	

Obtenemos así la tabla dinámica de frecuencias y que nos facilitar el diseño del grafico de Pareto

3.3 Diseño del Grafico dinámico de Pareto



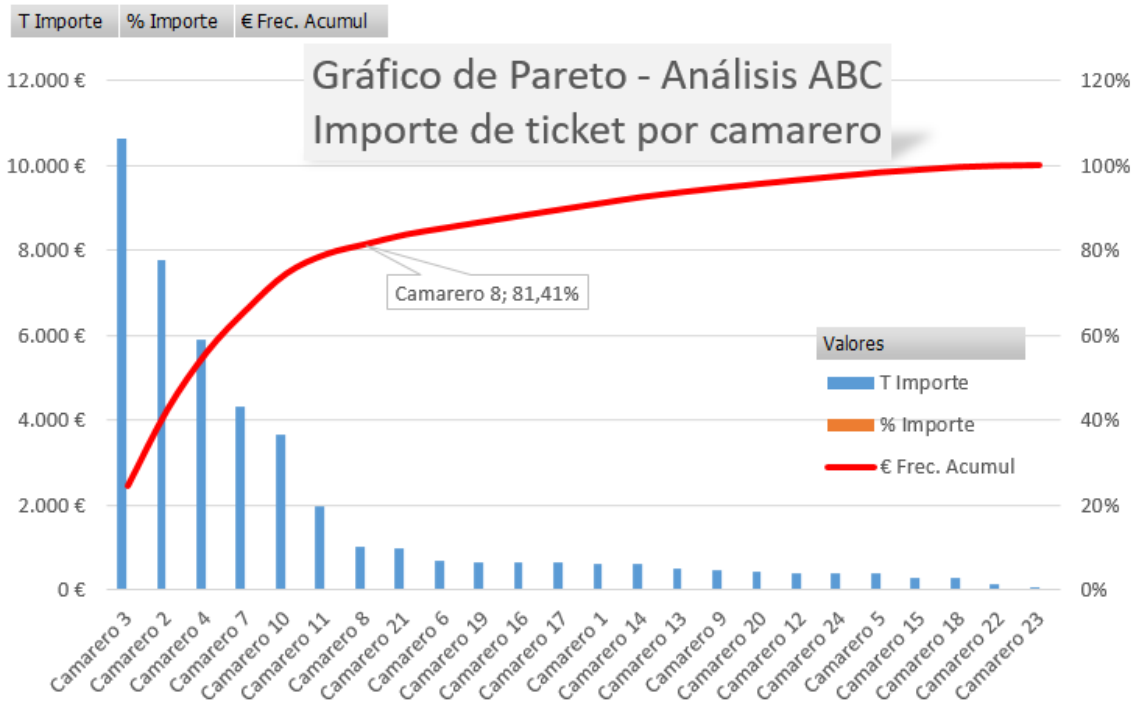
Tomando como base la tabla dinámica anterior procedemos a representar el grafico de Pareto mostrando en el eje principal el campo total de ticket por camarero y en el eje secundario el porcentaje de frecuencia acumulada cambiando en este caso la representación de columnas a líneas.

3.4 Otra propuesta similar, Importe de ticket por camarero

En este caso y tomando la misma fuente de datos relacionado con el registro de tickets por camarero para la última semana disponible tal y como se muestra en la siguiente ilustración. Contamos con un total de registros de 3.246 para el periodo semanal considerado y en este caso vamos a analizar la variable Importe del ticket por camarero y ver cómo se comporta esta variable y su concentración.

Para ello procedemos como hemos visto anteriormente y construimos la tabla dinámica sobre la variable de análisis importe y construimos igualmente nuestro gráfico.

Camarero	T Importe	% Importe	€ Frec. Acumul
Camarero 3	10.653 €	24,56%	24,56%
Camarero 2	7.787 €	17,96%	42,52%
Camarero 4	5.887 €	13,57%	56,09%
Camarero 7	4.324 €	9,97%	66,06%
Camarero 10	3.655 €	8,43%	74,49%
Camarero 11	1.970 €	4,54%	79,03%
Camarero 8	1.030 €	2,37%	81,41%
Camarero 21	973 €	2,24%	83,65%
Camarero 6	678 €	1,56%	85,21%
Camarero 19	659 €	1,52%	86,73%
Camarero 16	639 €	1,47%	88,20%
Camarero 17	639 €	1,47%	89,68%
Camarero 1	624 €	1,44%	91,12%
Camarero 14	617 €	1,42%	92,54%
Camarero 13	484 €	1,12%	93,66%
Camarero 9	447 €	1,03%	94,69%
Camarero 20	417 €	0,96%	95,65%
Camarero 12	406 €	0,94%	96,59%
Camarero 24	376 €	0,87%	97,45%
Camarero 5	371 €	0,85%	98,31%
Camarero 15	271 €	0,63%	98,93%
Camarero 18	267 €	0,62%	99,55%
Camarero 22	132 €	0,30%	99,85%
Camarero 23	65 €	0,15%	100,00%
Total general	43.371 €	100,00%	



4 Fórmula de Sturges para establecer intervalos de valores

4.1 Presentación

En relación con el tema que nos ocupa de la Ley de Pareto, esta se fundamenta en las distribuciones de frecuencias que son tablas que resumen los datos originales en frecuencias.

Los tipos de frecuencia pueden ser:

- **Frecuencia Absoluta (f).**- Es el número de veces que se repite el valor de cada variable. La suma de frecuencias absolutas es siempre al total de datos observados.
- **Frecuencia Relativa (fr).**- Indica la proporción con que se repite un valor. Es el cociente entre la frecuencia absoluta y el número total de datos. La suma de las frecuencias relativas es siempre 1
- **Frecuencia Acumulada (fa).**- Indica el número de valores que son menores o iguales que el valor dado. Es la suma de la frecuencia absoluta primera con la segunda, este valor con la tercera, y así sucesivamente.
- **Frecuencia Porcentual (f%).**- Llamada también frecuencia relativa porcentual. Se obtiene multiplicando la frecuencia relativa por 100. La suma de las frecuencias porcentuales es siempre 100%. Se calcula así:
- **Frecuencia Relativa Acumulada (fra).**- Es la suma de la frecuencia relativa primera con la segunda, este valor con la tercera, y así sucesivamente.
- **Frecuencia Relativa Acumulada Porcentual (fra%).**- Indica el número de valores que son menores o iguales que el valor dado. Se obtiene multiplicando la frecuencia relativa acumulada por 100. Se calcula así:

4.2 Reglas generales para la creación de intervalos o clases. Formula de Sturges

Cuando los datos contienen una gran cantidad de elementos, para facilitar los cálculos es necesario agruparlos, a estos grupos se los llama intervalos o clases. Un intervalo es una serie de números incluidos entre dos extremos, así por ejemplo, el intervalo 40 – 45 está formado por 40, 41, 42, 43, 44 y 45, siendo 40 el límite inferior, 45 el límite superior, 39,5 límite real inferior (límite inferior disminuido en 5 décimas) y 40,5 el límite real superior (límite superior aumentado en 5 décimas).

Las reglas generales para formas distribuciones de frecuencias para datos agrupados en intervalos son:

4.2.1 Cálculo del Rango R. Cálculo del recorrido o amplitud. Rango R.

Calculamos el Rango (R), también se llama recorrido o amplitud total. Es la diferencia entre el valor mayor y el menor de los datos.

$$R = x_{\text{máx}} - x_{\text{mín}}$$

4.2.2 Selección del número de intervalos o clases. Aplicación de la regla de Sturges

Seleccionamos el número de intervalos de Clase (n_i). No debe ser menor de 5 y mayor de 12, ya que un número mayor o menor de clases podría oscurecer el comportamiento de los datos. Para calcular el número de intervalos se aplica la regla de Sturges:

$$n_i = 1 + 3,32 \cdot \log(n)$$

Siendo n el tamaño de la muestra.

4.2.3 Calculamos el ancho de intervalo

Calcule el Ancho del Intervalo (i).- Se obtiene dividiendo el Rango para el número de intervalos

$$i = \frac{R}{n_i}$$

Cuando el valor de i no es exacto, se debe redondear al valor superior más cercano. Esto altera el valor de rango por lo que es necesario efectuar un ajuste así:

$$\text{Nuevo } R = n_i \cdot i$$

Por ejemplo:

Si una distribución de 40 datos el valor mayor es 41 y el menor es 20 se tiene:

- Calculando el Rango se obtiene:

$$R = x_{\text{máx}} - x_{\text{mín}} = 41 - 20 = 21$$

- Calculando el número de intervalos se obtiene:

$$n_i = 1 + 3,32 \cdot \log(n) = 1 + 3,32 \cdot \log 40 = 6,32 = 6$$

- Calculando el ancho se obtiene:

$$i = \frac{R}{n_i} = \frac{21}{6} = 3,5$$

- Redondeando se obtiene: $i = 4$
- Calculando el nuevo rango se obtiene:

$$\text{Nuevo } R = n_i \cdot i = 6 \cdot 4 = 24$$

El exceso de 3 que se tiene en este caso se distribuye entre $x_{\text{máx}}$ y $x_{\text{mín}}$. Por lo general se agrega al mayor y se quita al menor. Como, por ejemplo, se podría agregar 2 al valor mayor y quitar 1 al valor menor, obteniéndose los siguientes nuevos valores:

$$x_{\text{máx}} = 41 + 2 = 43$$

$$x_{\text{mín}} = 20 - 1 = 19$$

O también se podría agregar 1 al valor mayor y quitar 2 al valor menor, obteniéndose los siguientes nuevos valores:

$$x_{\text{máx}} = 41 + 1 = 42$$

$$x_{\text{mín}} = 20 - 2 = 18$$

4.2.4 Formamos los intervalos y calculamos sus frecuencias

Llegados a este punto procedemos a formar los intervalos de Clase agregando $i-1$ al límite inferior de cada clase, comenzando por el $X_{\text{mín}}$ del rango.

Realizamos el recuento de datos que cae dentro de cada intervalo (frecuencia absoluta)

Calculamos la marca de clase (x_m) que es el valor medio de cada clase, se obtiene sumando los límites superior (L_s) e inferior (L_i) del intervalo y dividiendo ésta suma entre 2

$$x_m = \frac{L_s + L_i}{2}$$

Finalmente calculamos las frecuencias. Calcule las Frecuencias

4.3 Caso 1 e interpretaciones

A 40 estudiantes se les pidió que estimen el número de horas que habrían dedicado a estudiar la semana pasada (tanto en clase como fuera de ella), obteniéndose los siguientes resultados:

36	30	47	60	32	35	40	50
54	35	45	52	48	58	60	38
32	35	56	48	30	55	49	39
58	50	65	35	56	47	37	56
58	50	47	58	55	39	58	45

Solución:

1) Calculando el Rango se obtiene:

$$R = x_{m\acute{a}x} - x_{m\acute{i}n} = 65 - 30 = 35$$

2) Calculando el número de intervalos se obtiene:

$$n_i = 1 + 3,32 \cdot \log(n) = 1 + 3,32 \cdot \log 40 = 6,32 = 6$$

3) Calculando el ancho se obtiene:

$$i = \frac{R}{n_i} = \frac{35}{6} = 5,83$$

Redondeando se obtiene: $i = 6$, por lo que es necesario realizar un ajuste al rango.

Los cálculos realizados en Excel se muestran en la siguiente figura:

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	36	30	47	60	32	35	40	50
2	54	35	45	52	48	58	60	38
3	32	35	56	48	30	55	49	39
4	58	50	65	35	56	47	37	56
5	58	50	47	58	55	39	58	45
6								
7	n	40	=CONTAR(A1:H5)					
8	$x_{m\acute{a}x}$	65	=MAX(A1:H5)					
9	$x_{m\acute{i}n}$	30	=MIN(A1:H5)					
10	R	35	=B8-B9 =MAX(A1:H5)-MIN(A1:H5)					
11	n_i	6	=ENTERO(1+3,32*LOG(B7))					
12	i	6	=B10/B11					

4) Calculando el nuevo rango se obtiene:

$$\text{Nuevo } R = n_i \cdot i = 6 \cdot 6 = 36$$

El exceso de 1 que se tiene en este caso se distribuye entre $x_{m\acute{a}x}$ y $x_{m\acute{i}n}$. En este ejemplo, se podría agregar 1 al valor mayor y no quitar nada al valor menor, o no agregar nada al mayor y quitar 1 al menor. Al elegir la primera opción se obtiene:

$$x_{m\acute{a}x} = 65 + 1 = 66$$

$$x_{m\acute{i}n} = 30 - 0 = 30$$

5) Formando los intervalos de clase agregando $i-1$ ($6-1=5$) al límite inferior de cada clase, comenzando por el $X_{m\acute{i}n}$ del rango se obtiene:

$$30+5 = 35; 36+5 = 41; 42+5 = 47; 48+5 = 53; 54+5 = 59; 60+5 = 65$$

6) Realizando el conteo de datos que cae dentro de cada clase, calculando la marca de clase y las frecuencias se obtiene:

Clases	f	x_m	fr	fa	f%	fra	fra%
30-35	8	$(30+35)/2 = 32,5$	0,2	8	20	0,2	20
36-41	6	$(36+41)/2 = 38,5$	0,15	14	15	0,35	35
42-47	5	$(42+47)/2 = 44,5$	0,125	19	12,5	0,475	47,5
48-53	7	$(48+53)/2 = 50,5$	0,175	26	17,5	0,65	65
54-59	11	$(54+59)/2 = 56,5$	0,275	37	27,5	0,925	92,5
60-65	3	$(60+65)/2 = 62,5$	0,075	40	7,5	1	100
Total	40		1		100		

A continuación, se presenta algunas interpretaciones de la tabla:

- El valor de $f = 8$: Significa que 8 estudiantes dedicaron a estudiar la semana pasada entre 30 y 35 horas.
- El valor de $x_m = 50,5$: Significa que 7 estudiantes dedicaron en promedio a estudiar la semana pasada 50,5 horas.
- El valor de $fr = 0,15$ y $f\% = 15\%$: Significa que el 0,15 o el 15% de los estudiantes dedicaron a estudiar la semana pasada entre 36 y 41 horas.
- El valor de $fa = 26$: Significa que 26 estudiantes dedicaron a estudiar la semana pasada entre 30 y 53 horas.
- El valor de $fra = 0,65$ y $fra\% = 65\%$: Significa que el 0,65 o el 65% de los estudiantes dedicaron a estudiar la semana pasado entre 30 y 53 horas.

5 Fuentes

<http://eldiariodeunlogistico.blogspot.com.es/2011/03/segmentacion-abc-y-la-ley-de-pareto.html?m=1>
<http://excelmba.blogspot.com.es/2013/07/diagrama-de-pareto-o-curva-80-20-o.html>
<http://blogs.itpro.es/exceleinfo/2010/10/22/uso-de-k-esimo-mayor-coincidir-indice-en-una-misma-formula-de-excel/>
<http://avanzaenlinea.com/distribucion-de-frecuencias-mediante-la-regla-de-sturges/>
http://rieoei.org/nanduti/21/Sturges/Sturges_2.html
<http://www.monografias.com/trabajos87/distribucion-frecuencias-datos-agrupados-intervalos/distribucion-frecuencias-datos-agrupados-intervalos.shtml>