FACULTAD DE TURISMO Y FINANZAS

GRADO EN FINANZAS Y CONTABILIDAD

COMPARACIÓN DEL IBEX 35 Y EL DAX 30: METODOLOGÍA DE CÁLCULO Y RENDIMIENTOS.

Trabajo Fin de Grado presentado por Consolación Espiñeira Carmona, siendo el tutor del mismo Francisco Javier Ortega Irizo

Vº. Bº. del Tutor/a/es/as: Alumno/a:

D. Francisco Javier Ortega Irizo D. Consolación Espiñeira Carmona

Sevilla. mayo de 2018

GRADO EN FINANZAS Y CONTABILIDAD

FACULTAD DE TURISMO Y FINANZAS

TRABAJO FIN DE GRADO

CURSO ACADÉMICO [2017-2018]

TÍTULO:

LA COMPARACIÓN DEL IBEX 35 Y EL DAX 30 : METODOLOGÍA DE CALCULO Y RENDIMIENTOS.

AUTOR:

CONSOLACIÓN ESPIÑEIRA CARMONA

TUTOR:

DR. D. FRANCISCO JAVIER ORTEGA IRIZO

DEPARTAMENTO:

ECONOMÍA APLICADA I

ÁREA DE CONOCIMIENTO:

MÉTODOS CUANTITATIVOS PARA LA ECONOMÍA Y LA EMPRESA.

RESUMEN:

En este trabajo, se lleva a cabo, un análisis comparativo del Ibex 35 y el Dax 30, tanto a nivel metodológico como de sus rendimientos diarios. En primer lugar se muestran las principales características de cada índice así como su composición y como se elabora su cálculo. Posteriormente se realiza un análisis gráfico y descriptivo sobre los índices y finalmente se obtendrán las características principales de los índices, en base a un ajuste probabilístico de los datos, a través del modelo t-Student generalizado.

PALABRAS CLAVE:

Ibex 35; Dax 30; Modelos de colas pesadas; Modelo t-Student generalizado.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

En este trabajo se lleva a realizar un análisis comparativo entre los rendimientos diarios del Ibex 35 y los rendimientos diarios del Dax 30. Estos indices, son los índices de referencia de sus países, España y Alemania respectivamente. La intención de este trabajo es conocer y comparar ambos indices,obteniendo conocimientos y datos mediante formulas estadísticas. El trabajo se va a dividir en tres partes y finalmente se expondrán las conclusiones. En el primer capítulo se describirá tanto el Ibex como el Dax, explicando las principales características de cada índice, su historia con las fechas mas significativas, su composición, y se explicará cómo se realiza el cálculo de ambos índices. Para acabar el capítulo se mostrarán las similitudes y diferencias que presentan el Ibex y el Dax entre sí.

En el capítulo 2 del trabajo, se llevará a cabo un análisis descriptivo, para ello se usará el software Excel, para realizar los cálculos y obtener los gráficos necesarios para el análisis. En este capítulo se obtendrán los datos diarios del valor de cierre del Ibex y del Dax desde el 2 de Enero de 2014 hasta el 29 de Diciembre de 2017. A partir de estos datos se calcularán los rendimientos diarios de los índices, que serán los datos que se analizarán. Se obtendrán las características descriptivas básicas (media, desviación típica, máximo, mínimo, cuartiles, mediana, asimetría y curtosis) y se analizarán los resultados obtenidos. Para medir el riesgo, se usarán cuantiles de la cola izquierda de la distribución y se estimarán probabilidades de grandes pérdidas

En el último capítulo del trabajo, se hablará sobre modelización probabilística y se comentará el modelo Black-Scholes y sus hipótesis de los rendimiento logarítmicos que siguen una distribución Normal.

Se combrobará que los modelos de colas pesadas se ajustan mejor a los datos y que un modelo que se ajusta de manera adecuada es el t-Student generalizado. En el capítulo se va hacer una modelización de los datos al modelo Normal y al modelo t-Student, y se comprobará que el ajuste t-Student es mejor. Se finalizará el capítulo realizando el análisis de las características de los índices, la volatilidad y el riesgo, a partir del ajuste t-Student. Para esta parte del trabajo se va a utilizar el programa Mathematica. También se realizará el contraste de hipótesis de Kolmogorov-Smirnov para reforzar si el modelo t-Student se ajusta mejor que el normal.

CAPÍTULO 1

INDICADORES ANALIZADOS. GENERALIDADES

En este primer capítulo, se va a explicar qué es y en qué consisten estos indices, tanto el Ibex 35, como el Dax 30. Se van a explicar las principales características de cada índice, así como el procedimiento de la elaboración y la composición de estos índices en la actualidad. Se mostrará una breve evolución del índice a lo largo de su historia con los momentos más importantes y se comentarán las fórmulas para obtener los valores de los índices. Para finalizar el capítulo se van a mostrar brevemente las diferencias y similitudes que presentan ambos índices entre sí.

1.1. EL IBEX35

El Ibex 35 es el principal índice bursátil de referencia de la bolsa española elaborado por bolsas y mercados Españoles (BME). Se compone de los 35 valores cotizados en el Sistema de Interconexión Bursátil electrónico (SIBE) de las cuatro Bolsas Españolas, que sean los más líquidos durante el período de control de acuerdo con el contenido de la presente estipulación. Se considerará como período de control de los valores incluidos en el Índice, respecto de sus revisiones ordinarias y de seguimiento, el intervalo de los seis meses anteriores a la fecha de la revisión. Respecto de sus revisiones extraordinarias, el período de control será aquél que el Comité Asesor Técnico decida en cada momento.

Este Índice está diseñado para representar en tiempo real la evolución de los valores más líquidos del mercado bursátil español, y para su utilización como subyacente en la negociación de productos derivados.

Los 35 del Ibex representan un 90% del efectivo negociado en la Bolsa española, esto hace que la muestra sea suficientemente representativa del mercado, y que desde hace 25 años se mida la evolución de la Bolsa española a través de este índice.

Las empresas que componen el Ibex 35 son establecidas a través del Comité Asesor Técnico de la Bolsa, quien, basándose en una serie de criterios determinados, valora el peso de las compañías en el mercado bursátil. Estas pautas principalmente incluyen el volumen de acciones, su grado de liquidez y la capitalización bursátil. Dicho Comité se reúne cada seis meses de forma ordinaria y siempre que sea necesario de forma extraordinaria por movimientos del mercado.

1.1.1. Historia del Ibex 35.

El IBEX 35 se inauguró el 14 de enero de 1992, aunque existen valores para el índice de nuevo al 29 de diciembre de 1989, donde el valor base de 3000 puntos está calculado.

La mayor subida diaria del IBEX 35 se produjo el lunes 10 de mayo de 2010 en la que subió un 14,43% (de 9.065,10 hasta los 10.351,90 puntos). Esta subida se produjo debido a la aprobación del plan de rescate europeo después de la segunda peor semana del índice en su historia (la primera fue en octubre de 2008 que perdió un 21,20% en solo cinco días de cotización).

La mayor caída diaria del IBEX 35 se produjo a raíz del resultado favorable a la salida de la unión en el referéndum sobre la permanencia del Reino Unido en la Unión Europea, el jueves 24 de junio de 2016, con unas pérdidas del 12,35%.

El IBEX 35 cayó durante el año 2008 un 39,4%, la mayor caída anual de su historia.

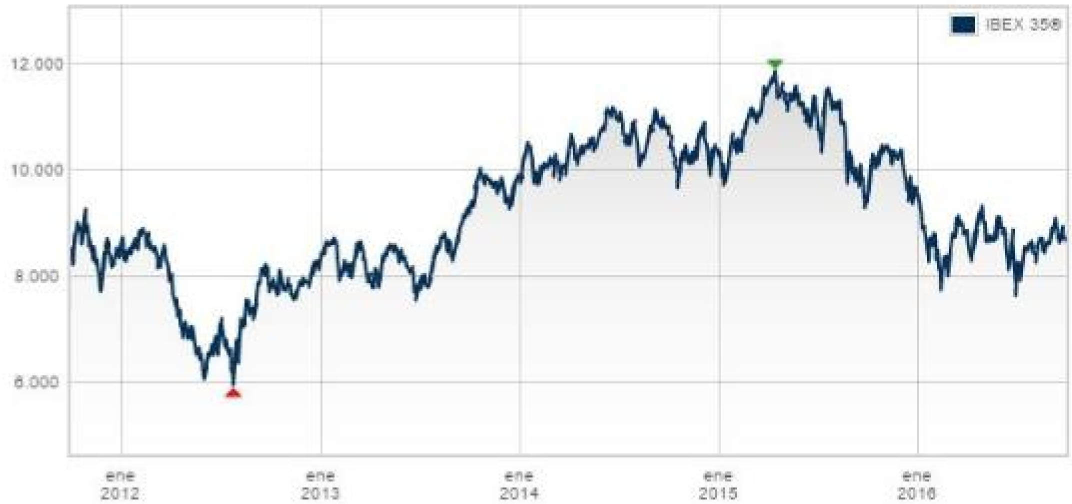


Figura 1.1. Cotización del Ibex 35 entre 2012 y 2017. Datos mensuales.

Fuente: http://bolsayeconomia.com/ibex-35-en-tiempo-real.

1.1.2 Composición del Ibex 35.

El Índice se compone de los 35 valores cotizados en el Sistema de Interconexión Bursátil de las cuatro Bolsas Españolas, que sean los más líquidos durante el período de control de acuerdo con el contenido de la presente estipulación.
En la siguiente tabla se muestra en la fecha 12 Febrero 2018.

NOMBRE	ÚLTIMO	MÁXIMO	MÍNIMO	VAR	VAR %	VOLUMEN
Santander	5,484	5,558	5,461	-0,122	-2,18%	51,74M
BBVA	6,642	6,750	6,640	-0,148	-2,18%	25,50M
Banco Sabadell	1,659	1,697	1,658	-0,046	-2,70%	21,95M
Iberdrola	5,928	6,046	5,920	-0,128	-2,11%	17,96M
Caixabank	3,850	3,952	3,843	-0,126	-3,17%	16,40M
Telefónica	7,832	7,951	7,784	-0,115	-1,45%	15,55M
Bankia	3,797	3,865	3,795	-0,089	-2,29%	8,92M
Repsol	14,000	14,465	13,975	-0,500	-3,45%	5,65M
Inditex	24,000	24,580	23,920	-0,570	-2,32%	5,13M
DIA	3,807	3,909	3,794	-0,115	-2,93%	4,97M
Mapfre	2,647	2,704	2,636	-0,073	-2,68%	4,95M
Abertis	19,460	19,580	19,415	-0,135	-0,69%	3,20M
Siemens Gamesa	12,340	12,800	12,245	-0,530	-4,12%	2,80M
IAG	6,888	6,960	6,812	-0,138	-1,96%	2,53M
Acerinox	11,960	12,475	11,870	-0,290	-2,37%	2,25M

Bankinter	8,818	8,906	8,738	-0,096	-1,08%	1,84M
Ferrovial	16,740	16,940	16,650	-0,260	-1,53%	1,61M
Merlin Properties	11,73	11,80	11,67	-0,03	-0,26%	1,54M
Endesa	17,245	17,445	17,160	-0,165	-0,95%	1,48M
Gas Natural	18,295	18,545	18,230	-0,285	-1,53%	1,46M
Red Eléctrica	15,725	15,960	15,710	-0,205	-1,29%	1,41M
Enagás	20,960	21,390	20,930	-0,330	-1,55%	1,25M
Amadeus	56,900	58,140	56,860	-1,600	-2,73%	1,15M
ACS	27,540	28,180	27,460	-0,800	-2,82%	976,56K
ArcelorMittal	26,700	27,355	26,230	-1,000	-3,61%	887,89K
Colonial	8,710	8,890	8,665	-0,080	-0,91%	820,86K
Cellnex Telecom	20,70	20,98	20,57	-0,30	-1,43%	739,84K
Grifols	21,810	22,300	21,750	-0,440	-1,98%	726,52K
Mediaset	9,220	9,370	9,172	-0,170	-1,81%	726,47K
Indra	10,950	11,070	10,810	-0,010	-0,09%	703,92K
Meliá Hotels	11,950	12,040	11,830	-0,040	-0,33%	612,95K
Técnicas Reunidas	25,620	26,850	25,620	-1,150	-4,30%	271,31K
Viscofan	51,800	52,800	51,650	-0,950	-1,80%	218,88K
Acciona	65,800	67,400	65,280	-1,480	-2,20%	201,74K
Aena	167,05	170,55	166,60	-4,10	-2,40%	182,10K

Fuente: Elaboración propia a partir de https://es.investing.com

Para que un valor sea un posible candidato a formar parte del índice IBEX 35, debe superar unos filtros mínimos.

El primero de ellos establece que, para poder ser elegible, la capitalización media del citado valor a computar en el índice, deberá ser superior al 0,30% de la capitalización media del índice durante el periodo de control.

Una vez superado este filtro, el segundo filtro establece que el valor debe haber contratado al menos 1/3 de las sesiones del periodo de control. Si esto último no fuese así, este valor aún podría ser elegido si estuviera dentro de los primeros 20 valores por capitalización. De acuerdo con lo anterior, no es necesario que un valor haya contratado durante el periodo de control completo, siempre que el citado valor, supere los mínimos detallados anteriormente.

De acuerdo con las Normas Técnicas para la Composición y Cálculo de los Índices de Sociedad de Bolsas, S.A. , El Comité Asesor Técnico tiene en cuenta para cada valor, el volumen efectivo negociado en el mercado de órdenes, o mercado principal, siempre que dicho volumen efectivo, reúna unas garantías de calidad en su realización. En este sentido el Comité Asesor Técnico vigilará y podrá descontar, en su caso, del volumen efectivo total negociado durante el periodo de control los volúmenes que atiendan a las siguientes características:

- Sean consecuencia de operaciones que conlleven un cambio en el accionariado estable de la Sociedad.
- Haya sido contratado por un único miembro del mercado, realizado en pocas negociaciones, o realizado durante un periodo considerado por el Gestor del índice como poco representativo.
- Que el efectivo negociado sufra un descenso tal que el Gestor considere que la liquidez del valor está gravemente afectada.

- Operaciones cuyas características y cuantía así lo aconsejen (efectivos negociados consecuencia de salidas o colocaciones de paquetes de acciones en Bolsa hasta la estabilización de contratación de los mismos).

Una vez evaluada la liquidez, y cuando los valores presenten medidas de liquidez semejantes, el Comité tendrá en cuenta factores adicionales de diferenciación para la selección, tales como:

- La estadística asociada a los volúmenes y características de la contratación y calidad de las horquillas, rotaciones y demás medidas de liquidez (volatilidad, profundidad del libro de órdenes, índice de liquidez anualizado, efectivo en el libro de órdenes respecto a capitalización, horquilla media, horquilla media ponderada, lambda de Kyle, etc.).
- La estabilidad del índice atendiendo a su utilización como subyacente en la negociación de productos derivados

La selección de un valor para formar parte del índice IBEX 35 no depende directamente de la dimensión de las empresas, aun cuando se requiere un mínimo de capitalización para ser elegible como componente del índice IBEX 35. Es probable que muchas grandes empresas que cotizan en bolsa con asiduidad y de la que se negocian diariamente volúmenes importantes de sus acciones, pertenezcan al índice IBEX 35 pero, no por su tamaño, sino por la liquidez de sus títulos.

1.1.3 Cálculo del Ibex 35.

Sociedad de Bolsas, S.A., empresa del Grupo BME, es la encargada de la gestión y funcionamiento del Sistema de Interconexión Bursátil (SIBE), plataforma técnica de contratación del mercado de valores español, y donde reside el libro de órdenes. Es también la propietaria de los índices IBEX, encargada de su estructura, gestión, gobierno, cálculo y difusión.

Las Normas Técnicas se revisarán periódicamente, y en un plazo nunca superior al año. Cualquier modificación o alteración de las presentes Normas Técnicas ha de ser aprobada por el Consejo de Administración de Sociedad de Bolsas, S.A. previo informe del Comité Asesor Técnico de los Índices. Dichas modificaciones o alteraciones se hacen públicas no más tarde de 48 horas después de que la correspondiente decisión haya sido tomada y entran en vigor dentro de los siete días posteriores a su publicación salvo expreso acuerdo en contrario.

El Comité Asesor Técnico responsable de los Índices está compuesto por un mínimo de 5 y un máximo de 9 miembros. En el caso de que su número sea par, el Presidente dispondrá de voto dirimente.

Las funciones del Comité Asesor Técnicos son:

- Supervisar que el cálculo de los Índices es realizado por el Gestor de acuerdo con las presentes Normas Técnicas para la Composición y el Cálculo de los Índices de Sociedad de Bolsas.
- Garantizar el buen funcionamiento de los Índices para su utilización como subyacente en la negociación de productos derivados.

- Estudiar y aprobar, cuando lo estime oportuno y en un plazo nunca superior a 3 meses, las redefiniciones de los Índices.
- Informar cualquier modificación de la composición de los indices.

La fórmula para el calculo del indice es la siguiente:

$$IBEX35 = IBEX35(T-1) * \sum_{i=1}^{35} Capi(t) / [\sum_{i=1}^{35} Capi(t-1) \pm J]$$

t = Momento del cálculo del Índice.

i = Compañía incluida en el Índice.

Capi = Capitalización de la Compañía incluida en el Índice, es decir (Si * Pi).

Si = Nº de acciones computables de la compañía i para el cálculo del valor del Índice.

Pi = Precio de las acciones de la Compañía i incluida en el Índice en el momento (t).

∑ 35 Capi = Suma de la Capitalización de todas las Compañías incluidas en el Índice.

J= Cantidad utilizada para ajustar el valor del Índice por posibles operaciones financieras, como por ejemplo una ampliaciones de capital. El valor del componente J de ajuste reflejará la diferencia de capitalización del Índice antes y después del ajuste.

Es un índice de precios de tipo laspeyres encadenado (si no tenemos en cuenta el factor de correlación J).

El Ibex 35 realiza una serie de ajustes cuya finalidad es garantizar, en la medida de lo posible y de una forma sencilla, que el mismo refleje el comportamiento de una cartera compuesta por las mismas acciones que componen del selectivo:

- El Ibex se ajusta cuando alguna de la sociedades incluidas en el mismo efectúe una ampliación de capital con derechos de suscripción preferente.
- Se ajusta cuando alguna de las sociedades incluidas en el selectivo efectúe una reducción de capital por amortización de acciones o efectúe una disminución de la reserva por prima de emisión de acciones, u otras cuentas de recursos propios equivalentes, con distribución del importe a los accionistas, y dicha operación no sea asimilable al pago de un dividendo ordinario.
- En los casos de fusiones y absorciones en los que la sociedad absorbente este incluida en el Índice y la absorbida no, el selectivo español se ajustará.
- También se verá un ajuste si alguna de las sociedades incluidas en el mismo efectúe una segregación patrimonial o una escisión societaria con retribución a los accionistas. También si alguna de las sociedades incluidas en el mismo efectúe una disminución del valor nominal de las acciones con distribución de dicho importe a los accionistas, y dicha operación no sea asimilable al pago de un dividendo ordinario.

- Los dividendos extraordinarios y otras retribuciones a los accionistas no asimilables al pago de dividendos ordinarios, se ajustarán por el importe del dividendo o retribución considerado excepcional y no periódico.

Sin embargo tenemos ciertos supuestos que no dan lugar a la materialización del ajuste. Los dividendos ordinarios y otras retribuciones a los accionistas asimilables al pago de dividendos ordinarios no dan lugar a ajuste. Y tampoco, se ajusta por la emisión de instrumentos financieros convertibles o canjeables en la fecha de la emisión.

1.2. EL DAX 30.

El DAX 30 es el índice de las acciones blue chip de las 30 compañías más grandes de Alemania que cotizan en la Bolsa de Fráncfort. Las sesiones se desarrollan de lunes a viernes, desde las 9:00 a.m. y las 5:30 p.m, cuando se lleva a cabo la subasta de cierre de precios del Xetra. Su fecha de inició fue el 30 de diciembre de 1987 y su valor inicial base fue de 1.000.

Los precios son tomados de la plataforma de negociación Xetra. De acuerdo con Deutsche Börse, el operador del Xetra, el DAX mide el rendimiento de las 30 compañías más grandes alemanas en términos de volumen y capitalización de mercado.

El índice L-DAX es un indicador del rendimiento del índice DAX de referencia alemán después de que el centro de negociación Xetra se cierre en función de la negociación de piso en el centro de negociación de la Bolsa de Fráncfort. La basa del índice L-DAX es la negociación de piso en la Bolsa de Fráncfort y es calculado diariamente entre las 9:00 y las 17:45 horas CET. El L/E-DAX (Late-Early DAX) es calculado desde las 17:45 hasta las 20:00 CET y desde las 8:00 a las 9:00 CET. El Eurex, una bolsa electrónica de futuros y opciones, ofrece opciones (ODAX) y futuros (FDAX) en el DAX. La plataforma de negociación Xetra calcula el valor del índice cada segundo desde el 1 de enero de 2006.

2.1.1. Historia del Dax 30

El Dax 30, se puso en marcha el 1 de julio de 1988, pero existen valores históricos desde 1955. Los cálculos previos del Dax se apoyan en las operaciones realizadas mensualmente por el índice bursátil de la Oficina Federal de Estadística (Statistisches Bundesamt) desde 1955 hasta 1987.

Tiene base 1.000 puntos a partir de 31 de Diciembre de 1987. Desde el 18 de Junio de 1999 sólo se toman para calcular el Dax aquellas empresas cotizadas en el Xetra.

El índice comenzó a cotizar el 30 de diciembre de 1987 con un valor básico de 1000. Con el paso de los años, el DAX ha sido testigo de numerosas adquisiciones, fusiones, quiebras y reestructuraciones.

El DAX acumuló una racha alcista de nada menos que 1587 días entre 2003 y mediados de 2007, y su valor llegó a los 8105,69 en su punto más alto. Al igual que la mayoría de los otros índices, se vio muy afectado por la contracción del crédito en 2009, llegando a caer hasta los 3580 puntos. Desde entonces, ha repuntado y el 19 de septiembre de 2013 cerró en su nivel récord histórico de 8736 tras un año 2013 impresionante en el que ganó más de 1000 puntos.

Figura 1.2. Cotización del Dax 30 desde 28/09/1959 hasta 28/09/2015.

Fuente: https://es.wikipedia.org/

En la figura 1.2, se muestra una gráfica de la cotización del Dax 30 desde el 28 de Septiembre de 1959 hasta el 28 de Septiembre de 2015.

La mayor subida diaria del índice se produjo el 13 de octubre de 2008, cuando subió un 11,40% (518,14 puntos) tras la aprobación de un plan de rescate por parte de la zona euro para desbloquear el sistema financiero. Sin embargo, durante la semana anterior acumuló una caída de 1.252,72 puntos debido a la inestabilidad del sistema financiero y a la crisis desatada por la quiebra de Lehman Brothers. En cuanto a su máximo histórico tuvo lugar el 10 de Mayo de 2015 situándose en los 12.390,75 puntos.

2.1.2. Composición del Dax 30

Entre las compañías más relevantes que componen el Dax 30, se encuentran algunas multinacionales muy importantes de la económica alemana, como las automovilística Volkswagen, la farmacéutica Bayer, la química Basf, la aseguradora Allianz o la energética RWE.

En la siguiente tabla se muestra en la fecha 12 Febrero 2018.

NOMBRE	ÚLTIMO	MÁXIMO	MÍNIMO	VAR	VAR%	VOLMEN
Deutsche Bank AG	12,550	12,818	12,506	**-0,400**	**-3,09%**	17,59M
Deutsche Telekom AG	12,875	13,105	12,835	**-0,200**	**-1,53%**	15,64M
E.ON SE	8,027	8,190	8,015	**-0,204**	**-2,48%**	13,48M
Commerzbank	12,088	12,390	12,036	**-0,454**	**-3,62%**	9,53M
Infineon	21,370	21,590	21,190	**-0,430**	**-1,97%**	6,90M
Daimler	67,350	68,550	66,870	**-1,670**	**-2,42%**	5,27M
Deutsche Post	36,120	36,280	35,780	**-0,330**	**-0,91%**	5,20M
Siemens AG	102,98	105,42	102,42	**-3,58**	**-3,36%**	5,17M
RWE AG ST	15,965	16,235	15,900	**-0,360**	**-2,21%**	4,94M
SAP	82,470	83,250	82,050	**-1,630**	**-1,94%**	4,54M
Thyssenkrupp AG	20,930	21,600	20,810	**-0,890**	**-4,08%**	4,06M
Bayer	92,69	94,45	92,45	**-2,51**	**-2,64%**	3,85M
BASF	82,820	84,150	82,500	**-2,150**	**-2,53%**	3,69M
Lufthansa	26,570	27,090	26,440	**-0,790**	**-2,89%**	3,20M
Prosiebensat	30,630	31,440	30,450	**-0,980**	**-3,10%**	2,64M
BMW ST	83,970	84,740	83,230	**-1,330**	**-1,56%**	2,58M
Allianz	183,80	187,08	183,54	**-5,00**	**-2,65%**	2,13M
Volkswagen VZO	153,76	155,56	152,16	**-3,40**	**-2,16%**	2,09M
Fresenius SE	62,900	64,320	62,840	**-1,800**	**-2,78%**	1,93M
Vonovia	36,77	37,04	36,64	**-0,26**	**-0,70%**	1,69M
Munich Re	178,05	180,80	177,90	**-4,25**	**-2,33%**	1,03M
Adidas	172,20	175,50	171,60	**-3,90**	**-2,21%**	1,02M
Beiersdorf AG	86,680	87,180	85,400	**+0,600**	**+0,70%**	924,07K
Fresenius ST	82,700	84,680	82,400	**-2,020**	**-2,38%**	872,40K
Deutsche Boerse	106,050	106,950	105,150	**-2,150**	**-1,99%**	763,48K
Merck	78,46	78,94	78,08	**-0,92**	**-1,16%**	762,99K
Heidelbergcement	79,640	81,600	79,300	**-2,420**	**-2,95%**	739,54K
Henkel VZO	106,80	108,60	106,00	**-1,80**	**-1,66%**	640,81K
Continental AG	217,20	219,20	215,60	**-3,20**	**-1,45%**	495,92K
Linde	170,10	170,10	165,00	**+0,45**	**+0,27%**	160,39K

Fuente: Elaboración propia a partir de https://es.investing.com

En cuanto a los criterios de entrada en el Dax, para que una compañía se incluya en el Dax, debe pasar unos requisitos básicos:

- Tener el Prime Standard, que son requisitos legales y normas de transparencia de índices bursátiles mundiales como el NASDAQ, DOW JONES, etc.
- Permanecer de forma continúa en las valoraciones del Xetra y por lo menos un free float del 10%, esto significa que la suma de las acciones de una empresa deben estar en manos de inversores minoristas, y a su vez estar realmente disponibles para el comercio de acciones.
- La compañía a incorporarse también debe tener la sede central en Alemania o tener su centro de intercambio comercial de acciones en Frankfurt.

Una vez cumplidos estos requisitos básicos, existe otra selección basada en las siguientes dos característica:

- Rotación de cartera de pedidos en el Salón de Frankfurt Xetra y comercio piso.
- Free float ajustado por capitalización de mercado (capitalización de mercado de flotación).

La entrada y salida del Dax se basa en cuatro reglas:

1. Salida rápida (45/45): Una empresa se retira del Dax cuando ya no pertenece a uno de los dos criterios (volumen de contratación y capitalización bursátil) de las 45 empresas más grandes, con un valor por debajo del índice, pero con la capitalización de mercado de al menos el rango de 35 y alcanza, al menos, el puesto 45 en términos de facturación.
2. Entrada Rápida (25/25): Una compañía se incluye en el Dax, si cuenta al menos con uno de los dos criterios a las 25 empresas más grandes. Desde el Dax a continuación, se sustituye a una empresa, la cual en al menos uno de los dos criterios, supone tener un rango inferior a 35 y que tenga un valor de mercado más bajo que esta nueva empresa.
3. Exit Regular (40/40): Una empresa se retira del Dax cuando ya no tiene ninguno de los dos criterios para pertenecer a las 40 empresas más grandes y a su vez un valor de índice inferior al rango 35 en ambos criterios.
4. Entrada Regular (30/30): Una compañía se incluye en el Dax, si tiene los dos criterios necesarios para pertenecer a las 30 mayores empresas y proporciona un valor de índice existente superior al de las 35 empresas más grandes.

2.1.3 Calculo del Dax 30

La fórmula para cálculo:

$$DAX30_t = \frac{K_T \times \sum_{i=1}^{n=30} [p_{it} \times ff_{it} \times qc_{it}]}{\sum_{i=1}^{n=30} [p_{i0} \times q_{i0}]}$$

Donde:

t = Momento en que se calcula el índice.

T = Momento en el que se hacen ajustes (momento del último encadenamiento).

Kt = Factor que permite encadenar los tiempos T y t.

pit = Precio de la acción i en el momento t.

ffiT = Capital flotante de la acción i en el momento T. Coeficiente, que toma valores entre 0 y 1, relacionado con la proporción de capital de la empresa i que es flotante, en el momento T.

qiT = Número de acciones de la compañía i en el momento T.

cit = Factor de ajuste de la compañía i en el momento t (por ampliaciones o reducciones de capital, dividendos, etc.).

pi0 = Precio de cierre de la acción i en el día de negociación siguiente a la primera inclusión en el índice.

qi0 = Número de acciones de la compañía i en el día de negociación siguiente a la primera inclusión en el índice.

1.3 SIMILITUDES Y DIFERENCIAS DEL IBEX 35 Y EL DAX 30.

En este apartado se exponen tanto como las diferencias, como las semejanzas encontradas.

En primer lugar empezaremos explicando las semejanzas entre ambos índices:

- Ambos índices seleccionan un grupo de empresas en base al criterio de la capitalización. Los dos índices están compuestos por un grupo de empresas de tamaño similar, el Ibex 35 está formado por 35 empresas, y el Dax 30 por 30 empresas.

- Otra similitud que presentan ambos índices, es que son índices ponderados por capitalización.

- En ambos índices existen factores de corrección para situaciones extraordinarias.

En cuanto a las diferencias entre los dos índices analizados se destacan las siguientes:

- El Dax 30 es un índice más antiguo, se puso en marcha el 1 de Julio de 1988, aunque existen valores históricos desde 1955, mientras que el Ibex 35 se puso en marcha el 14 de Enero de 1992, y existen valores históricos del índice desde 1989.

- En cuanto a la base del Dax 30 es 1000, mientras que la base del Ibex 35 es 3000.

- Los índices presentan una formulación para su cálculo diferente, el Dax 30 utiliza un factor de corrección multiplicativo en el numerador, mientras que el Ibex 35 utiliza un factor de corrección aditivo en el denominador.

- En el Dax 30, en el numerador, intervienen qiT y ffiT, que son el número de acciones de la compañía i en el momento T y coeficiente relacionado con la proporción de capital de la empresa i que es flotante en el momento T.

CAPÍTULO 2

ANÁLISIS DESCRIPTIVO

En este segundo capítulo del trabajo, se van a analizar los rendimientos diarios tanto del Ibex 35 como del Dax 30 en un periodo amplio, con el objetivo de obtener un análisis descriptivo de los rendimientos diarios de cada índice, para llevar a cabo una comparación entre ambos resultados.

1.2. 2.1. DATOS UTILIZADOS Y ANÁLISIS GRAFICO.

Para poder realizar el análisis descriptivo de los índices se han utilizado los datos históricos diarios tanto de Ibex 35, como del Dax 30 comprendidos entre el 2 de Enero de 2014 al 29 de Diciembre de 2017. Los datos diarios se han obtenido de la pagina web www.finanzas.com.

A continuación mostramos el gráfico de los rendimientos obtenidos y la variación de estos, a partir de los valores de cierre de cada día, en un periodo de 4 años.

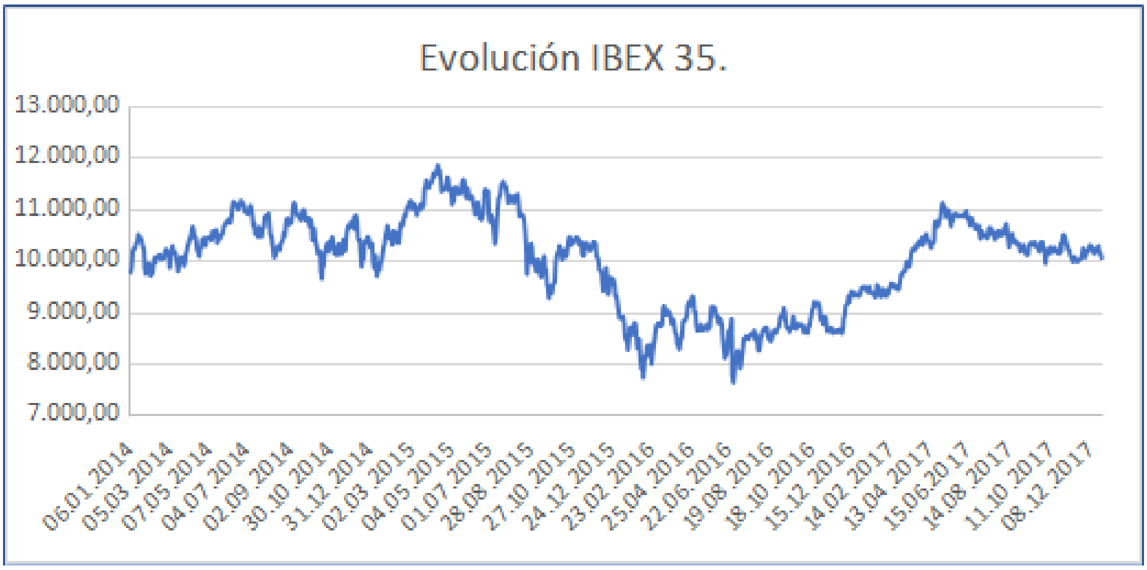


Figura 2.1. Evolución del Ibex 35.

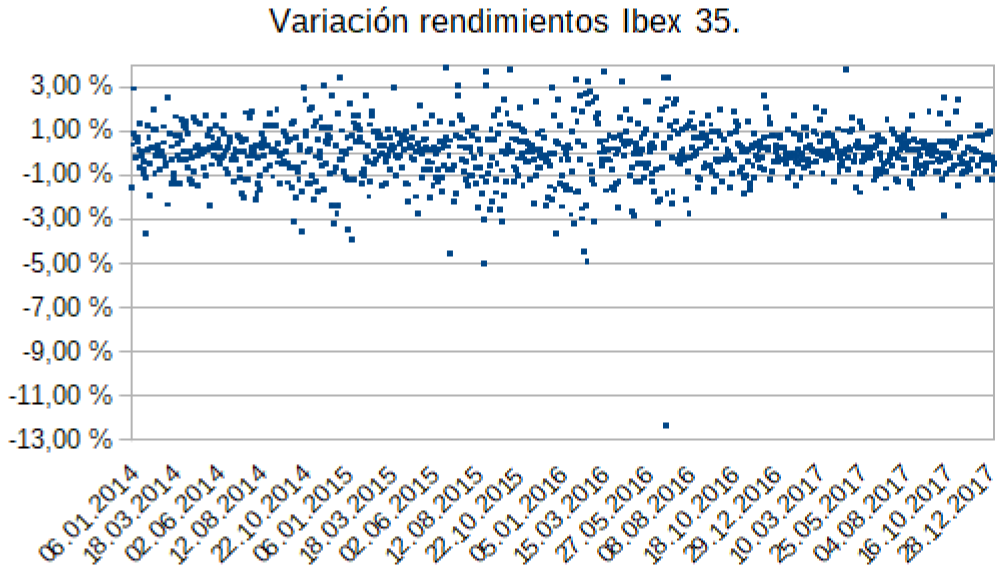


Figura 2.2 Rendimientos Ibex 35.

Podemos observar como en ambos gráficos hay variaciones en los rendimientos según el día en el que se encuentra la información, esto es debido a los acontecimientos que ocurren en el día a día que provocan oscilaciones en los rendimientos de estos indices.

Se puede observar muy claramente sobre todo en el gráfico de la variación de los rendimientos del Ibex 35, una caída muy acentuada. Esto se produjo el día 24 Junio de 2016, día en el que se anuncio la salida de la Unión Europea del Reino Unido, hay que destacar que a esto se le une el riesgo que se asumía a dos días de las elecciones Españolas. Esto provocó la mayor caída del Ibex 35 de toda su historia, llegando a una variación negativa de un -12,35%. El Ibex 35 se hundió cerrando ese día en los 7.787,70 puntos. Por tanto para realizar el análisis gráfico se ha decidido eliminar este dato, para apreciar mejor las variaciones en la gráfica de los rendimientos, pero mantendremos el dato para los cálculos numéricos.

Por lo que las gráficas correspondientes a la evolución del Ibex 35 y a la representación de los rendimientos logarítmicos del Ibex 35, una vez eliminado el dato anómalo, son las que se muestran a continuación:

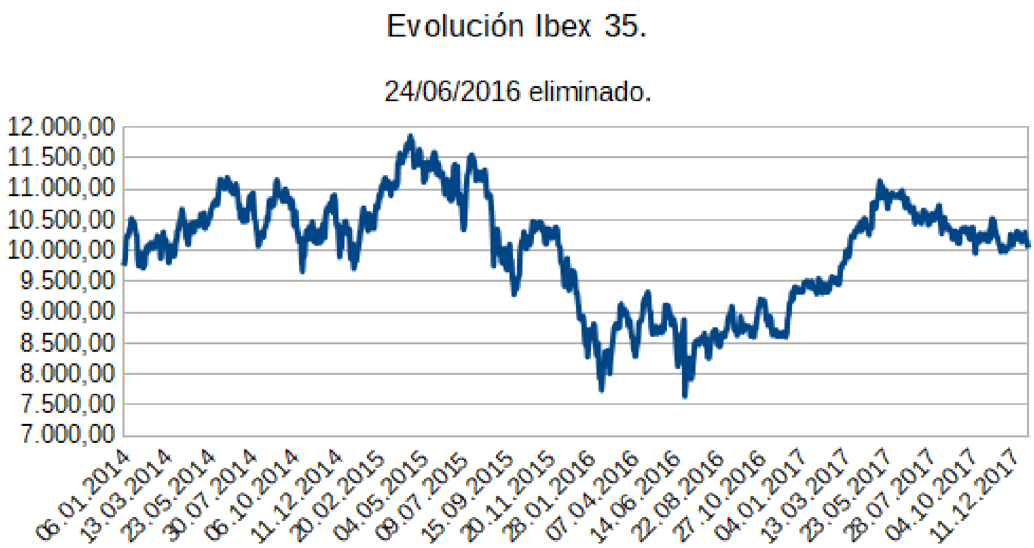


Figura 2.3. Evolución del Ibex 35, 24/06/2016 eliminado.

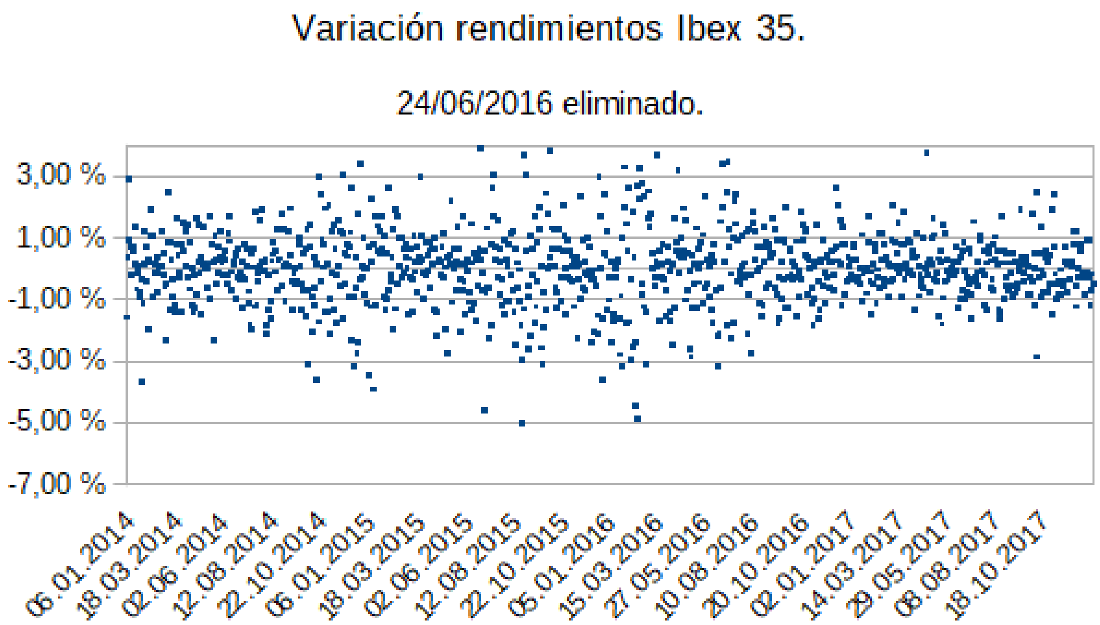


Figura 2.4. Variación del Ibex 35, 24/06/2016 eliminado.

En la figura 2.3 viene representado la variación de los rendimientos del Ibex 35, tomando los valores diarios de cierre del índice, desde el 1 de Enero de 2014 al 29 de Diciembre de 2017, eliminando el día 24 de junio de 2016 por las anomalías ocurridas.

Según el gráfico podemos observar que los rendimientos comprendidos desde el 1 de Enero del 2014 a Enero de 2015 suelen ser muy parecidos, comprendidos los valores diarios de cierre del indice entre 9.500 y 11.000 puntos. Los meses de Febrero, Marzo y Abril obtuvieron unos valores muy altos llegando el 15 de Abril a 11.778,4. Durante los meses próximos el Ibex 35 oscilaba pero nunca bajada de los 11.000 puntos, por lo que se consideraba que era constante, excepto algunos días de los meses de Junio y Julio que llego a ser de 10.346, pero volvió a recuperarse. En Agosto el Ibex 35 comenzó a disminuir de nuevo hasta llegar a 9.756,6 , para volver a recuperar de forma moderada, aunque en 2016 llego a ser 7.645,5, y aunque se recuperó, en 2017 llegó a tener un indice de 9.329,7, unos valores muy inferiores a los primeros que hemos podido analizar en este trabajo.

En la figura 2.4, se observa la Variación de los rendimientos del Ibex 35, eliminando el día 24 de Junio de 2016 por lo la anomalía comentada anteriormente.

La variación de los rendimientos diarios del Ibex 35 oscilan entre el 3,87% como máximo y el -5,01% como mínimo. Observamos que la mayoría de las variaciones se encuentran dentro del intervalo 1 y -1. También podemos ver que a partir del 2016 se encuentra las variaciones mas concentradas en la parte negativa que positiva, debido a la disminución de los rendimientos, que comentamos anteriormente, en relación a los primeros datos observados en este trabajo.

Una vez acabado de comentar, tantos los rendimientos del Ibex 35 como la evolución de estos, empezaremos a observar los rendimientos y las variaciones del Dax 30.

A continuación se muestran los gráficos obtenidos con los rendimientos y su variación desde el día 2 de enero de 2014 al 29 de Diciembre de 2017.

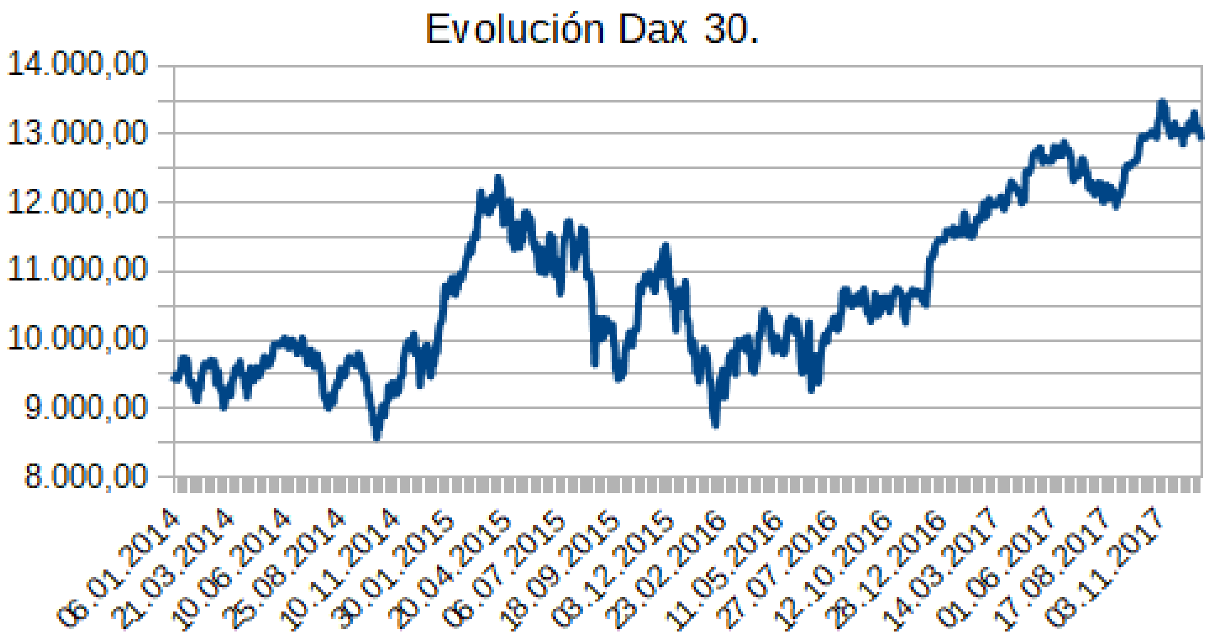


Figura 2.5: Evolución del Dax 30

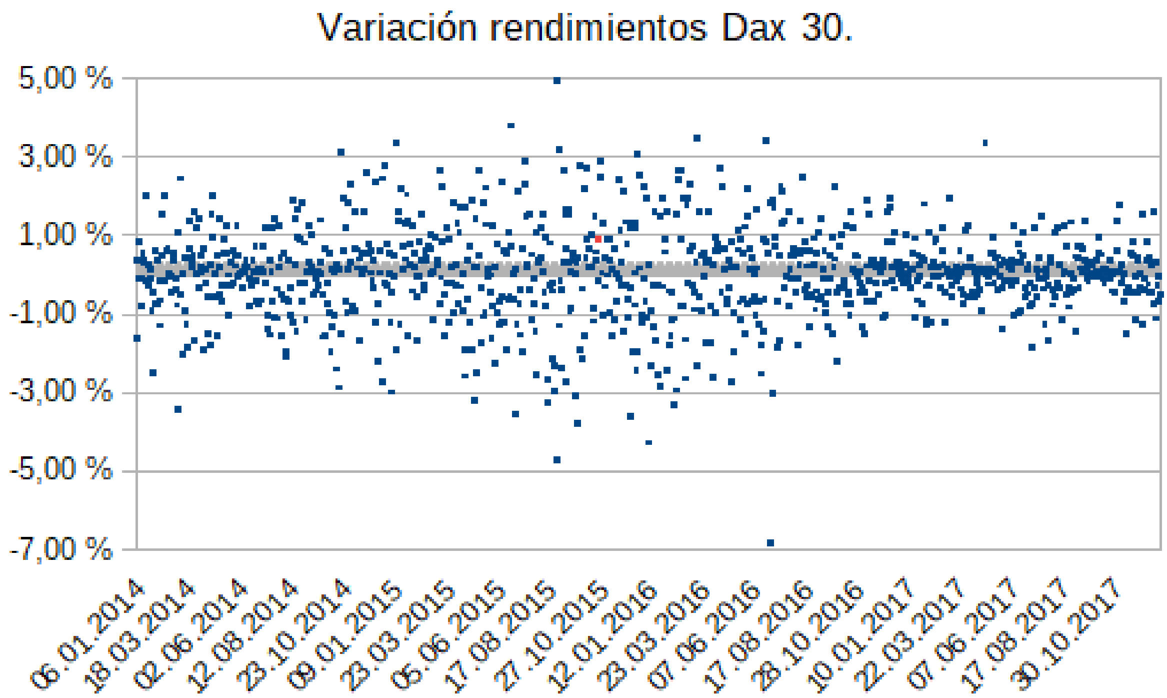


Figura 2.6 Variación rendimientos Dax 30.

Vemos en la figura 2.5 que desde el periodo que va desde el 2 de Enero de 2014 hasta Enero de 2015, los rendimientos diarios del Dax 30 oscilan desde los 9.000 a

10.000 puntos, con excepción del mes de octubre que se obtuvieron rendimientos inferiores a los 9.000 puntos, llegando se ser el 15 de Octubre de 8.571,95 puntos, el menor dato registrado en este trabajo realizado. A partir de esa fecha comenzó a ascender progresivamente hasta conseguir el 10 de Abril de 2015 unos rendimientos de 12.374,73 puntos. Hasta el mes de Agosto de 2015, que se situó entre los 11.500 puntos, comenzando a descender este mes hasta llegar en 9.648,43 puntos el 24 de Agosto de 2015. Posteriormente el Dax 30 empezó a ascender aunque volvió a tener otra bajada situándose por debajo de los 9.000 puntos. A mediados de 2016 comenzó a ascender poco a poco con pequeñas bajadas y subidas mas altas, hasta llegar a 13.478,86 puntos el 3 de Noviembre de 2017, el mayor dato registrado del Dax 30 desde el comienzo de este trabajo.

Por otro lado, en la figura 2.6, observamos la variación de los rendimientos del Dax 30, en un periodo de 4 años.

Los valores de los rendimientos del Dax 30 oscilan entre 4,97% como máximo, el cual se obtuvo el 25 de Agosto de 2015, y – 6,82% como mínimo, el 24 Junio de 2016.

Podemos ver, al igual que ocurría en el Ibex 35, la mayor de concentración de los rendimientos se concentran entre 1 y -1.

También observamos que la concentración del Dax 30 es menor que la del Ibex 35, es decir, hay mayor dispersión en la variación de los rendimientos del Dax 30.

2.2. CARACTERÍSTICAS DESCRIPTIVAS BÁSICAS DE AMBOS INDICADORES, RENDIMIENTO PROMEDIO, VOLATILIDAD Y RIESGO.

En este apartado se muestran las características descriptivas básicas del Ibex 35 y el Dax 20 en el periodo de cuatro años que he tenido de referencia en los apartados anteriores. A continuación se muestra una tabla con las características descriptivas básicas de los rendimientos de ambos indices:

	IBEX 35	**DAX 30**
MEDIA	0,0069	0,0367
DESVIACIÓN TÍPICA	1,27	1,17
MÍNIMO	-12,35	-6,82
MÁXIMO	3,87	4,97
MEDIANA	0,06	0,08
CUARTIL 1	-0,64	-0,54
CUARTIL 3	0,70	0,60
CURTOSIS	9,525	2,282
COEFICIENTE DE ASIMETRÍA	-1,0352	-0,2875

Tabla 2.1 Características descriptivas básicas.

En primer lugar, en esta tabla nos encontramos con el rendimiento promedio del Ibex 0,0069 % y para el Dax 0,0367 %. Algunos autores sugieren multiplicar el rendimiento promedio y la desviación típica por 250 (número aproximado de datos diarios en un año) para apreciar mejor las diferencias entre ambos.

Ahora nos encontramos con la desviación típica, es una medida de dispersión para las variables de un intervalo. Se define como la raíz cuadrada de la varianza de la variables. Es una medida del grado de dispersión de los datos con respecto al valor promedio. Dicho de otra manera, la desviación estándar es simplemente el "promedio" o variación con respecto a la media aritmética. Vemos que la desviación típica del Ibex 35 es 0,01267 y la del Dax 30 1,17 % , por lo que el Ibex 35 tiene una mayor dispersión que la del Dax 30,es decir, existe mayor volatilidad en los rendimientos diarios del Ibex 35.

Luego nos encontramos con el máximo y el mínimo, que indican el valor mayor y menor de los rendimientos, tanto del Ibex 35 y el Dax 30, en el periodo de 4 años que estamos utilizando de referencia. Empezando por el máximo, nos encontramos que el del ibex 35 es de 0,0387 y el del Dax 30 de 0,0497 , por lo tanto el Dax 30 tiene un máximo mayor, pero en cambio, observando los mínimos de ambos obtenemos que el del Ibex 35 es de -0,1235 y el del Dax 30 de -0,0682, siendo el mínimo mucho mas grande que el del Dax 30.

La mediana, es el valor central de un grupo de números, el del Ibex 35 es 0,06 % y la del Dax 30 0,08 %.

Respecto a los quartiles, son los tres valores que dividen un conjunto de datos ordenados en cuatro partes porcentualmente iguales. El primer cuartil (Q 1) es el valor que deja a tu izquierda el 25% de las observaciones. El segundo cuartil (Q 2) es la mediana de los datos.

En cuanto a la curtosis, es una medida que determina el grado de concentración que presentan los valores en la región central de la distribución, así como el peso de las colas de la distribución. Una mayor curtosis implica una mayor concentración de valores de la variable muy cerca de la media de la distribución (pico) y muy lejos de la misma (colas), al tiempo que existe una relativamente menor frecuencia de valores intermedios (hombros). En el caso del Ibex 35 y del Dax 30, ambos ofrecen una curtosis positiva elevada, sobre todo el Ibex 35, ya que llega a ser de 9,525, o que nos dice que hay una mayor concentración de valores en torno al centro y en las colas.

Por último, el coeficiente de asimetría , en cual nos permite establecer el *grado de simetría* (o asimetría) que presenta una distribución de probabilidad de una variable aleatoria, en este caso las variaciones de los rendimientos del Ibex 35 y del Dax 30, sin tener que tener la necesidad de realizar su representación gráfica. Se dice que una distribución es simétrica cuanto tiene el mismo números de valores y a la misma distancia, por la derecha que por la izquierda de la media. Observamos que hay asimetría positiva (o a la derecha) si la "cola" a la derecha de la media es más larga que la de la izquierda, es decir, si hay valores más separados de la media a la derecha. Diremos que hay asimetría negativa (o a la izquierda) si la "cola" a la izquierda de la media es más larga que la de la derecha, es decir, si hay valores más separados de la media a la izquierda. Por lo tanto, a partir de esto vemos que el Ibex 35 obtiene una asimetría de -1,0352 , por lo tanto con este dato sabemos que el Ibex 35 tiene un asimetría por la izquierda (o negativa), es decir, que obtiene mas valores por la izquierda que por la derecha de la media. Observando los el resultado que nos da la asimetría del Dax 30 vemos que es de -0,2875, por lo tanto, igual que en el Ibex 35, obtiene mas valores por la izquierda que por la derecha de la media, por lo que también tiene una asimetría negativa, pero destacando que es mucho menos que la del Ibex 35.

Una vez comentadas estas características, seguimos con el análisis del riesgo de ambos índices. Para ello analizaremos los cuantiles de la cola izquierda de la distribución para mostrar las probabilidad de perdidas, y por otro lado, los cuantiles de la cola derecha de la distribución para mostrar la posibilidad de los beneficios.

A continuación se muestra la tabla de los percentiles extremos:

	IBEX 35	**DAX 30**
Percentiles extremos por la izquierda		
q=0,01	-0,031958	-0,030552
q=0,03	-0,024137	-0,0244
q=0,05	-0,019795	-0,0192
q=0,10	-0,0141	-0,01308
Percentiles extremos por la derecha		
q=0,90	0,01429	0,01456
q=0,95	0,0196	0,01974
q=0,97	0,024274	0,023364
q=0,99	0,031827	0,028692

Tabla 2.2 Cuantiles extremos.

En la tabla 2.2 de observas los cuantiles extremos, que son puntos tomados a intervalos regulares de la función de distribución de una variable aleatoria. Suelen usarse por grupos que dividen la distribución en partes iguales; entendidas estas como intervalos que comprenden la misma proporción de valores.

Al comenzar nos encontramos con los percentiles extremos por la izquierda, los cuales nos indican el riesgo se sufrir pérdidas.

En primer lugar nos encontramos con el percentil 1, indicado en la tabla como q=0,01, el cual ofrece un resultado para el Ibex 35 de -0,031958%, es decir, el 1% de los rendimientos del Ibex 35 son menores o iguales que -0,031958%. Observando los datos obtenido del Dax 30, tenemos la una probabilidad del 1% de que los rendimientos sea menores o iguales que -0,30552%. Por lo tanto, con esto podemos decir que con una probabilidad del 1% el Ibex 35 tiene el riesgo de sufrir mas perdidas que el Dax 30. Observando los percentiles restantes, vemos como menos el percentil 3, todos los percentiles ofrece que el Ibex 35 tiene mas probabilidad de perdida que el Dax 30, por lo tanto tiene mas riesgo.

En segundo y último lugar nos encontramos con los percentiles extremos hacia la derecha, los cuales nos indican la probabilidad de obtener grandes beneficios.

Observando el percentil 90 muestra que con una probabilidad del 90%, los rendimientos del Ibex 35 están por debajo de 0,1429, por lo que hay una probabilidad del 10% de obtener unos rendimientos diarios mayores al 0,1429. En cambio este percentil nos muestra que el Dax 30 tiene una probabilidad de un 10% de obtener unos rendimientos diarios superiores a 0,1456, observando los perceptiles restantes vemos como cuanto mas extremo es el percentil, el Ibex 35 ofrece unos rendimientos mas altos con la misma probabilidad.

En conclusión podemos decir que el Ibex 35, según los percentiles extremos, ofrece mas posibilidad de obtener unos rendimientos mas bajos que el Dax 30, sin embargo, cuanto mas extremos sean los percentiles, también ofrece unos rendimientos mas altos que el Dax 30.

	IBEX 35	DAX 30
RENDIMIENTOS < -5%	0	1
RENDIMIENTOS < -3%	16	12
RENDIMIENTOS < -2%	51	44
RENDIMIENTOS > 5%	0	0
RENDIMIENTOS > 3%	14	9
RENDIMIENTOS > 2%	47	49

Tabla 2.3 Frecuencia de los rendimientos extremos.

A continuación ofrecemos una tabla en la que nos dice el número de los días, en el que los rendimientos, tantos del Ibex como del Dax, han superado cada límite. Con esto hace que podamos saber con que frecuencia ocurren las perdidas y los beneficios.

Por ejemplo, observamos que en el Ibex 35 hay 51 días en en que los rendimientos son menores que el 2 %, y en el Dax 30 44 días, por lo que esto nos muestra que en el Ibex 35 se han producido pérdidas superiores al 2% con mas frecuencia que en el Dax 30.

Por otra parte, si observamos los datos de la frecuencia de beneficios, es decir, rendimientos mayores que 0, vemos que el Ibex 35 muestra unos rendimientos mayores que el 3% en 14 días, y el Dax 30 en 9 días, por lo tanto, esto nos dice que el Ibex 35 tiene unos rendimientos mayores del 3 % con mas frecuencia que el Dax 30

La conclusión a la que llegamos gracias a esta tabla es que el Ibex 35 tiene mas probabilidad de tener perdidas pero también mas probabilidad de obtener mayores beneficios que el Dax 30, por lo tanto tiene mas riesgo, por lo tanto, podemos decir que hemos llegado a la misma conclusión que en la tabla anterior sin tener que utilizar los cuantiles.

2.3. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN

En este apartados vamos a analizar el coeficiente de correlación entre el Ibex 35 y el Dax 30, con los rendimientos que hemos utilizado en este trabajo, eliminando las fechas que no coincidían entre dichos rendimientos.

La correlación indica la fuerza y la dirección de una relación lineal y proporcional entre dos variables estadísticas, en este caso los rendimientos diarios del Ibex 35 y del Dax 30. Se considera que dos variables cuantitativas están correlacionadas cuando los valores de una de ellas varían sistemáticamente con respecto a los valores de la otra.

Para poder analizar la correlación se ha obtenido el coeficiente de correlación, el cual nos ha dado un resultado de 0,81821372, por lo tanto, con ellos podemos saber que existe una correlación positivas entre ambos índices, también vemos que esa correlación es bastante fuerte, ya que es cercana a 1, y cuanto mas cercana a 1 este el resultado, mas fuerte sera esta correlación. Lo que provoca es que ambos indices fluctúan de manera muy semejante, es decir, cuando un indice tiende a subir el otro también, y cuando uno de los dos indices tiende a disminuir sus rendimientos el otro también, aunque no en la misma proporción.

A continuación aparece un gráfico en el se puede ver este nivel de correlación tan elevado,según los datos que hemos utilizado:

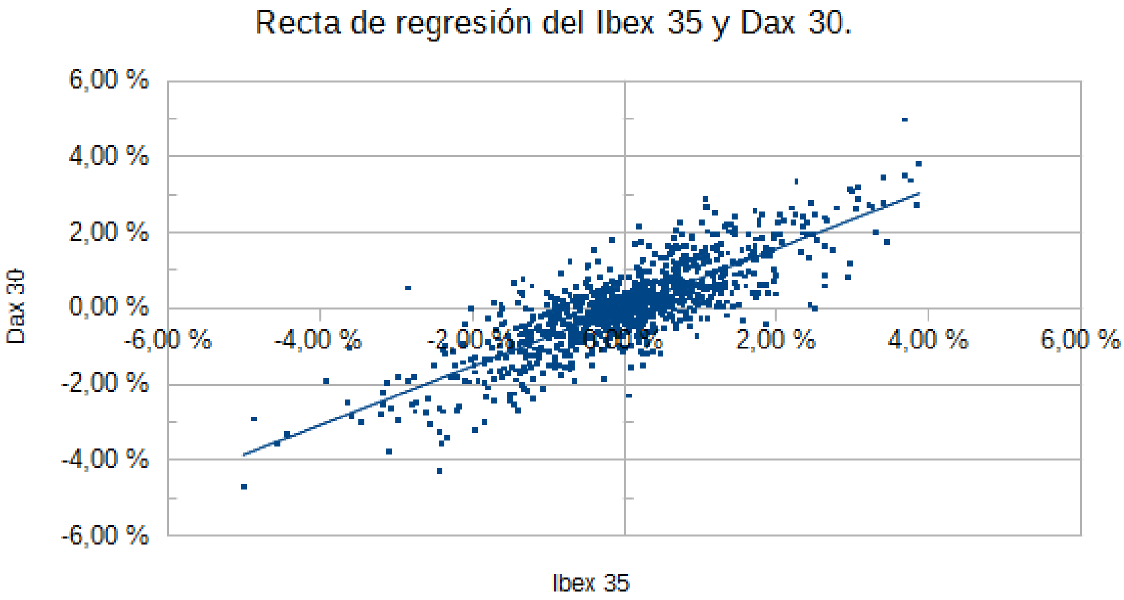


Figura 2.7. Recta de regresión del Ibex 35 y Dax 30.

En la figura 2.7., como hemos dicho anteriormente, se observa como existe una correlación positiva, ya que la línea de tendencia esta creciente, y también podemos ver la fuerza de esta correlación a través de los puntos de dispersión, ya que se observa que se encuentran muy agrupados.

CAPÍTULO 3

MODELIZACIÓN PROBABILÍSTICA

En este capítulo, vamos a hacer mención al modelo de Black-schole y a su hipótesis de que los rendimientos logarítmicos siguen una distribución Normal. Se ha comprobado empíricamente que los modelos de colas pesadas se ajustan mejor a los datos, y un modelo adecuado para realizarlo es el t de Student generalizado. También se obtendrán los ajustes para los dos conjuntos de datos y, a partir de los modelos estimados, se volverá a analizar el rendimiento promedio, la volatilidad y el riesgo, para esta parte se usara el software Mathematica.

3.1 Modelos de colas pesadas para el ajuste de datos financieros.

El modelo de Black-Scholes o ecuación de Black-Scholes es una ecuación usada en matemáticas financieras para determinar el precio de determinados activos financieros.

De una de sus hipótesis se deduce que los rendimientos logarítmicos siguen una distribución Normal (los rendimientos logarítmicos, definidos como $Ln(P_t)$-$Ln(P_{t-1})$ se utilizan con frecuencia en los estudios teóricos de rendimientos de productos financieros. Son aproximaciones a los rendimientos “a secas” o tasas de variación. En el trabajo, vamos a usar las tasas de variación). Como ya se ha comprobado en muchos trabajos posteriores, el ajuste normal falla sobre todo en las colas (y también en la zona central), por lo que es más adecuado usar modelos de “colas pesadas”, en los que las probabilidades en las colas de la distribución son superiores al caso del modelo Normal (y, por tanto, también tienen más curtosis que la distribución Normal). Un modelo que se ha mostrado adecuado es el t-Student generalizado.

A pesar de que el modelo Black-Scholes ofrece una solución brillante al problema de calcular un precio adecuado para un opción, tiene algunas limitaciones. Es un modelo, esto es, una adaptación de la realidad. Por lo que, como adaptación a la realidad, no la representa de forma perfecta.

Un proceso estocástico $\{X_t\}_{t\in[0,t]}$, es un conjunto de variables aleatorias paramétricas por tiempo t. Esto es para cada t ϵ [0, T], X_t es una variable aleatoria.

Según el modelo de Black Schole el precio de una activo financiero sigue un movimiento Browniano geométrico también llamado proceso lognormal. Matemáticamente está definido de la siguiente forma: 0 ≤ ≤t T , donde P(t) viene dado por :

$$P(t)=P(0)\times exp(\mu t+\sigma B(t))$$

donde μ es la deriva del valor y σ es la volatilidad. El valor corriente del precio es P (t) y B(t) es el movimiento Browniano.

El movimiento Browniano B(t) es un proceso estocástico empezando en cero, i.e, B(0)= 0, y verificando las tres siguientes propiedades:

1. Incrementos independientes: La variable aleatoria B(t) − B(s) es independiente de la variable aleatoria B(u) − B(v) cuando t > s ≥ u > v ≥ 0.
2. Incrementos estacionarios: La distribución de B(t) − B(s) para t >s ≥ 0 es solo una función de t − s, y no de t y s separadamente.
3. Incrementos normales: La distribución de B(t) − B(s) para t >s≥ 0 es normal con esperanza 0 y varianza t − s .

Como se puede observar, la tercera propiedad implica la segunda, por lo que la propiedad de los incrementos estacionarios es innecesaria. No obstante, si se considera un proceso estocástico que sólo cumple las dos primeras propiedades, éste sería un proceso de Lévy. Por tanto, se puede concluir que el movimiento browniano es un caso particular de un proceso de Lévy.

Un proceso browniano describe la evolución de una variable con distribución normal. La deriva del proceso es 0 y la varianza es 1 por unidad de tiempo. Esto significa que, si el valor de la variable es x_0 al tiempo 0, entonces al tiempo t es normalmente distribuida con media x_0 y varianza t.

Un proceso generalizado browniano describe la evolución de una variable normalmente distribuida con una deriva de a y varianza b^2 por unidad de tiempo, donde a y b son constantes. Esto significa que si, como antes, el valor de la variable es x_0 al tiempo 0 entonces es normalmente distribuida con media x_0 + at y varianza bt al tiempo t.

Consideremos ahora períodos de tiempo discretos, por ejemplo días, semanas, meses, etc. Se define la tasa de retorno o rendimiento logarítmico del activo financiero en el período i_t como

$$X(T_i)=ln(\frac{P(t_i)}{P(t_{(i-1)})})=ln(P(t_i))-ln(P(t_{(i-1)})), i=1,2...$$

Teniendo en cuenta la formulación anterior es inmediato deducir que:

$$X(t_i)=\mu\Delta t+\sigma(B(t_i)-B(t_{(i-1)})), i=1,2,...$$

Se asume que se tiene una serie de observaciones del valor de los precios cotizados en los momentos t_0, t_1, t_2,…, t_n. Se denotan las observaciones del valor de los precios en el momento t_i como S_i. El retorno en el tiempo t_i de una inversión en el momento de tiempo t_{i-1} viene dado por:

$$y_i=\frac{(S_i-S_{(i-1)})}{S_{(i-1)}}, i=1,...N$$

A la luz del modelo de Black-Scholes, es más natural para considerar, el llamado retorno logarítmico (logreturn), es decir, el logaritmo del correspondiente cambio de precio durante el periodo de tiempo en cuestión. Los retornos logarítmicos del momento t_i de una inversión en el momento t_{i-1} son dados por:

$$X_i=ln(\frac{S_i}{S_{(i-1)}})=ln((S_i)-ln(S_{(i-1)})), i=1,...N$$

Si el precio no es demasiado volátil, la diferencia entre el retorno y_i y el correspondiente retorno logarítmico x_i es despreciable.

Se asume que el precio observado se hace a tiempos equidistantes, lo que significa que $t_i - t_{i-1} = \Delta t$.

En cuanto a las propiedades estadísticas de los logreturns descritas por el movimiento geométrico browniano, se hace primero una transformación logarítmica de S_t en la definición del modelo dinámico de Black-Scholes, y se mira el incremento sobre un periodo de tiempo.

$$X_{ti}=ln\frac{(S_{it})}{(S_{(it-1)})}=\mu\,\Delta t+\sigma\,(B_{ti}-B_{(ti-1)}), i=1,2...$$

Recordando la definición de movimiento Browniano, tenemos que los incrementos $B(t_i)$-$B(t_{i-1})$ para i =1, 2,... son variables aleatorias independientes y normalmente distribuidas con esperanza cero y varianza igual a t_i - t_{i-1} = Δt. Multiplicando cada incremento por una constante σ y añadiendo $\mu\Delta t$ obtenemos que los rendimientos $Ln(P(t_i) - Ln(P(t_{i-1}))$ siguen una distribución normal con esperanza $\mu\Delta t$ y varianza $\sigma^2\Delta t$.

En los mercados financieros es frecuente el uso de retornos logarítmicos en lugar de los retornos o tasas de variación de los precios. Su uso está justificado en el hecho de que si los precios no son excesivamente volátiles, las diferencias entre ambos son prácticamente inapreciables. Además, los retornos logarítmicos presentan la ventaja de ser aditivos (por ejemplo, el rendimiento logarítmico semanal es la suma de los rendimientos logarítmicos diarios, propiedad que no se verifica con las tasas de variación).

En la práctica se observa que este modelo no es adecuado porque los datos suelen presentar colas más altas o pesadas que la distribución normal, es decir, los valores anormalmente altos o bajos en la práctica son más frecuentes de lo que serían bajo una distribución Normal

Hasta ahora se ha mencionado que el modelo Black-Scholes, y a sus hipótesis de los rendimientos logarítmicos, que siguen una distribución normal. Como ya se ha comentado, el ajuste normal falla sobre todo en las colas (y también en la zona central), por lo que es más adecuado usar modelos de “colas pesadas”, en los que las probabilidades en las colas de la distribución son superiores al caso del modelo Normal (y por tanto, también tienen más curtosis que la distribución Normal), (Benth, 2014). Un modelo que se ha mostrado adecuado es el t-Student generalizado, del que se hablará en el siguiente apartado.

3.2 El modelo t-Student generalizado.

En este apartado se va a describir el modelo t-Student generalizado y se van a ver sus principales características.

En primer lugar se define el modelo t-Student sin generalizar.

Se define como una distribución de probabilidad que surge del problema de estimar la media de una población normalmente distribuida cuando el tamaño d ella muestra es pequeño.

La distribución t de Student es la distribución de probabilidad del cociente,.

Si U y V son variables aleatorias independientes tales que U $U \sim N(0,1)$ y $V \sim X^2(n)$, la variable aleatoria,

$$T = \frac{U}{\sqrt{\frac{V}{n}}}$$

donde

- U es una variable aleatoria distribuida según una normal típica (de media nula y varianza 1).
- V es una variable continua que sigue una distribución X^2 con v grados de libertad.
- Z y V son independientes.

Tiene por función de densidad:

$$f(x)=\frac{\left(\Gamma\frac{(n+1)}{2}\right)}{\left(\left(\Gamma\frac{n}{2}\right)\sqrt{n\pi}\right)}\left(1+\frac{x^2}{n}\right)^{\left(-n+\frac{1}{2}\right)} \qquad -\infty<x<\infty$$

y se dice que sigue un distribución t de Student con n grados de libertad, y se representara por X ~ t(n).

Aquí se muestran sus características y sus propiedades:

FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN	MEDIA
$f(x)=\frac{\left(\Gamma\frac{(n+1)}{2}\right)}{\left(\left(\Gamma\frac{n}{2}\right)\sqrt{n\pi}\right)}\left(1+\frac{x^2}{n}\right)^{\left(-n+\frac{1}{2}\right)} \qquad -\infty<x<\infty$	$E[X]=0$
VARIANZA	MODA
$Var(X)=\frac{n}{(n-2)} \qquad n>2$	$Mo=0$
COEFICIENTE DE CURTOSIS	
$\gamma_2=\frac{6}{(n-4)} \qquad n>4$	

Tabla 3.1: Características y propiedades t-Student sin generalizar

El autor de esta distribución es William Sealy Gosset, conocido por el seudónimo Student, fue quien la propuso en 1908. Aunque fue Ronald A. Fisher quien realmente integró la forma t, ya que se ajustaba a su teoría de grados de libertad. Por lo tanto, Fisher también es responsable de la aplicación de la distribución t a la regresión.

T-Student generalizado, el cual incluye 3 parámetros: un parámetro locacional (m), un parámetro de escala (s) y los grados de libertad (n). Se define como:

$$TG_n=m+sT_n$$

Donde T_n es una t-Student con n grados de libertad. Además también se añade la generalización de que se permite que el número de grados de libertad, no sea un número entero.

Las propiedades son similares a la distribución sin generalizar con la diferencia evidente en la esperanza y varianza del modelo.

La esperanza se presentará como:

$$E(TG_n)=m+sE(T_n)=m$$

Su varianza será:

$$Var(TG_n)=s^2 Var(T_n)=s^2\frac{n}{(n-2)}, \qquad n>2$$

Se verifica que:

$$E(TG_n)=Moda=Mediana$$

Se debe tener en cuenta que la distribución t-Student generalizada tiene mayor flexibilidad para adaptarse a los datos estudiados, que la distribución t-Student sin generalizar.

A continuación se muestran unos gráficos, se representan la distribución normal N(0,1) en línea discontinua y la distribución t de Student generalizada $TG(0,(\frac{1}{\sqrt{2}}),4)$ con raya continua. Se han elegido estos valores de m, s y n, para que ambas distribuciones tengan esperanza 0 y desviación típica 1, para facilitar de comparación.

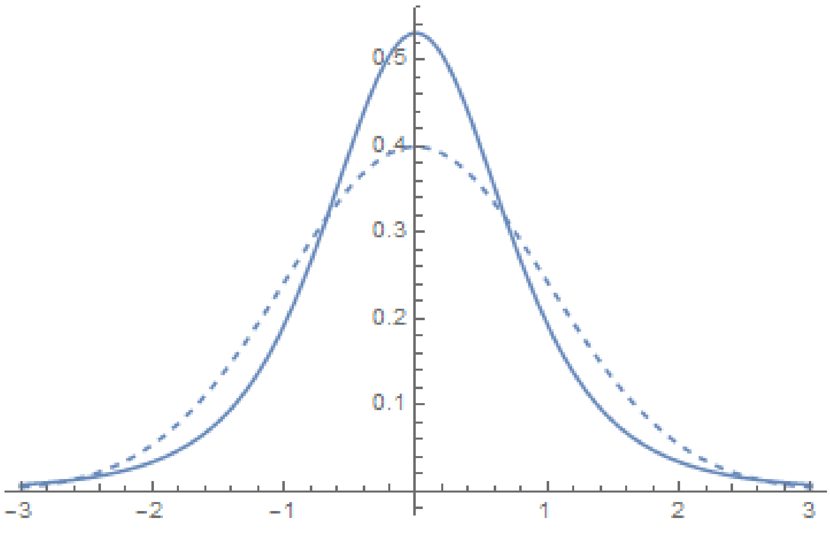


Figura 3.1: Función de densidad del modelos N(0,1) y t-Student $(0,(\frac{1}{\sqrt{2}}),4)$

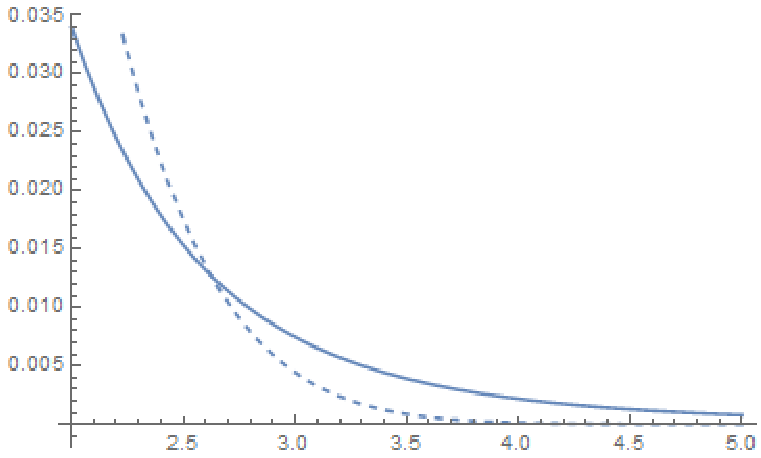


Figura 3.1: Colas positivas de los modelos N(0,1) y t-Student $(0,(\frac{1}{\sqrt{2}}),4)$

En la figura 3.1 y 3.2 se observa que la función de densidad de la distribución

t -Student es similar en su forma a la de la distribución Normal, pues es campaniforme y simétrica. No obstante, la curtosis es superior, lo que se traduce en mayor apuntamiento en la zona central y en colas más pesadas ("más altas") que las de la distribución Normal.

Señalemos que la curtosis de la distribución t-Student generalizada coincide con la de la distribución sin generalizar, puesto que la curtosis es invariante ante cambios de origen y escala.

3.3 Ajustes probabilístico para ambos indicadores.

En este epígrafe se van a obtener los ajustes con el modelo normal y con el modelo t-Student para ambos conjuntos de datos, con la ayuda del software Mathematica tanto para el Ibex 35 como para el Dax 30.

Introduciendo los datos del Ibex 35 en el programa Mathematica hemos obtenido, el histograma de los rendimientos logarítmicos diarios del Ibex 35.

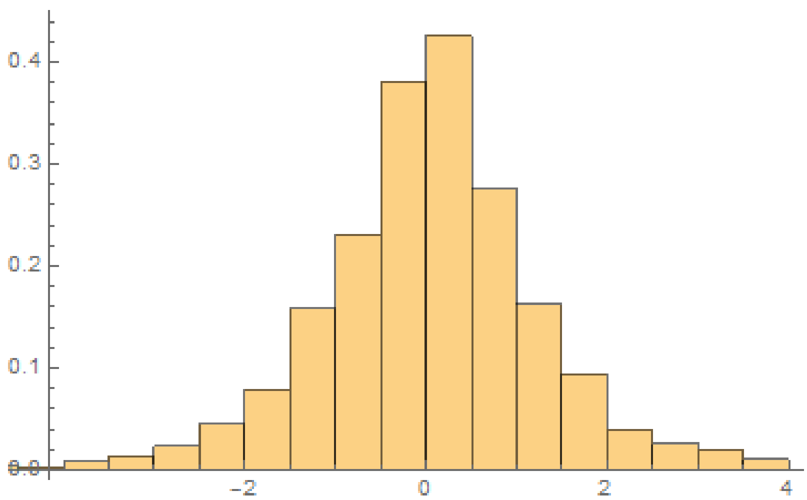


Figura 3.3. Histograma de los rendimientos logarítmicos del Ibex 35 .

Se han obtenido los parámetros estimados para el modelo normal, N(μ,σ) y posteriormente para el modelo t-Student. Para la distribución normal los parámetros estimados son μ =0,108958 y σ =1.26636. Mientras que para la distribución t-Student, los parámetros estimados son m = 0.0378256, s = 0.930851, n =4,32593

Una vez estimados los parámetros, se pasa a analizar como los rendimientos logarítmicos diarios del Ibex 35 se ajustan al modelo normal y al modelo t-Student. Se muestra gráficamente como el histograma de los rendimientos logarítmicos del Ibex se ajusta a ambas distribuciones. El histograma con linea discontinua representa el modelo normal y el histograma con linea continua representa el modelo t.

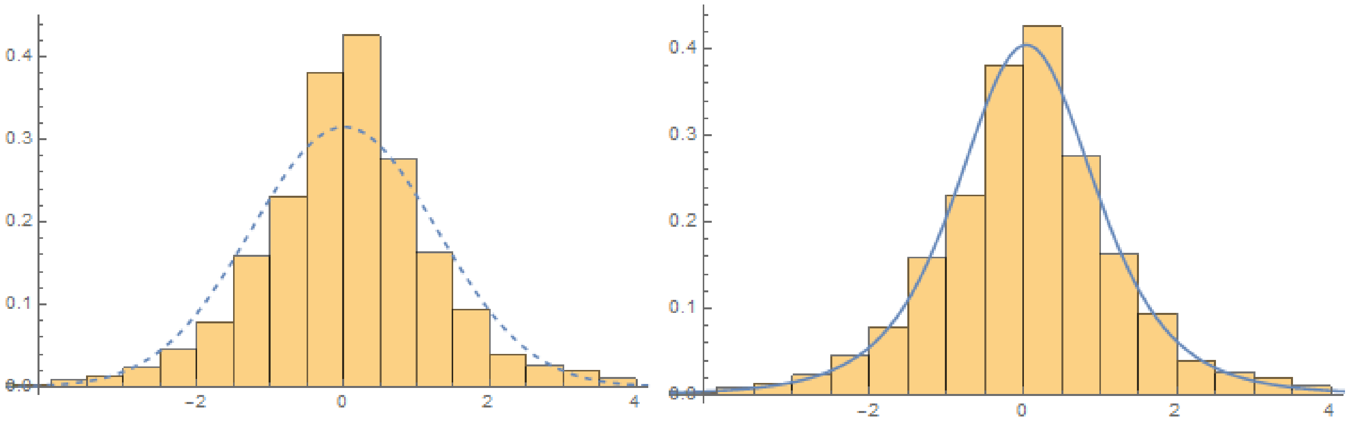


Figura 3.4: Histograma Ibex con distribución normal distribución T-Student.

Una vez observadas estos histogramas se llega a la conclusión, como se ha dicho anteriormente al principio de este capitulo, la distribución normal (el histograma de la parte izquierda, con líneas discontinuas) no se ajusta bien en la parte central de la distribución, en cambio, la distribución t-Student, aunque tampoco se ajusta a la perfección, se ajusta mucho mejor que la distribución normal.

A continuación se observara los extremos de ambos modelos:

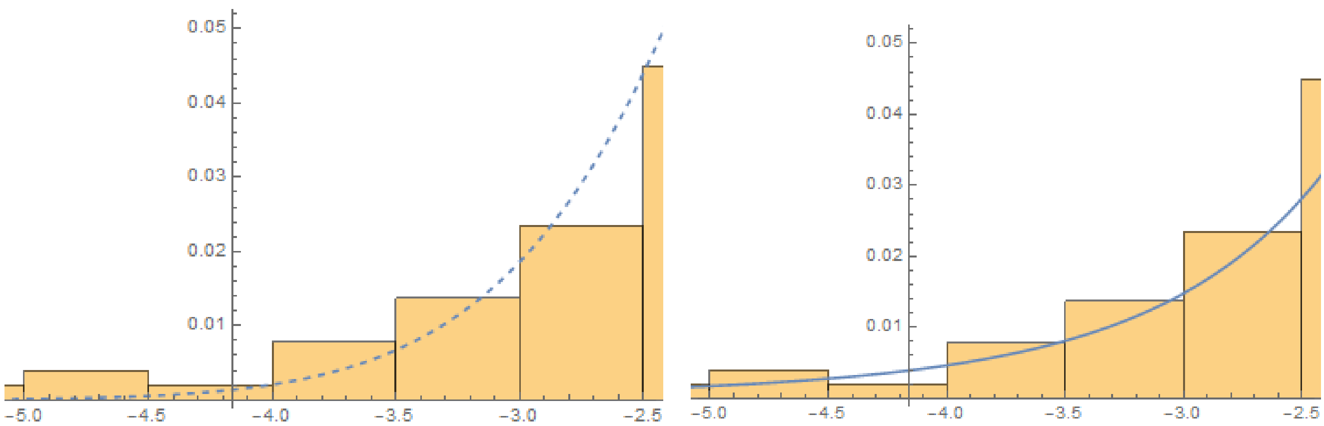


Figura 3.5. Extremo izquierdo del histograma del Ibex, con distribución Normal y t-Student.

Al igual que ocurre en la zona central de la distribución, vemos como en los extremos la distribución del modelo t-Student (histograma de la derecha, distribución de raya continua) se ajusta mejor a los datos que la distribución normal (histograma de la izquierda ,distribución de raya discontinua)

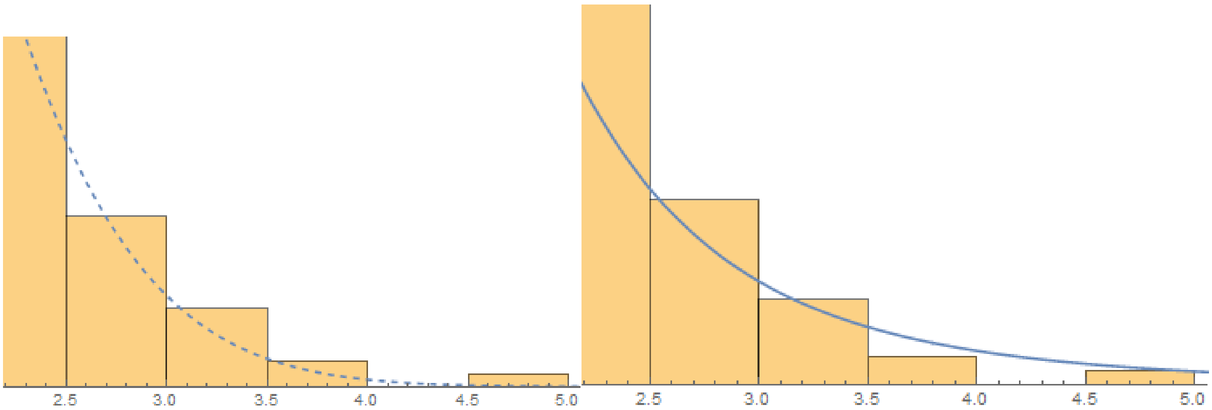


Figura 3.6. Extremo derecho del histograma del Ibex, con distribución Normal y t-Student respectivamente

En la figura 3.6, se muestran los extremos derechos, la distribución Normal a la derecha y t-Student a la izquierda, y se ve como el ajuste del modelo t-Student ,al igual que en los casos anteriores,se ajusta mejor que el modelo normal.

En las siguientes gráficas se muestran tanto la distribución normal como la t-Student sobre el histograma de los rendimientos logarítmicos del Ibex 35 para observar de manera más clara como la distribución t-Student se ajusta mejor a los datos, tanto en la zona central de la distribución como en las colas con respecto a la distribución Normal.

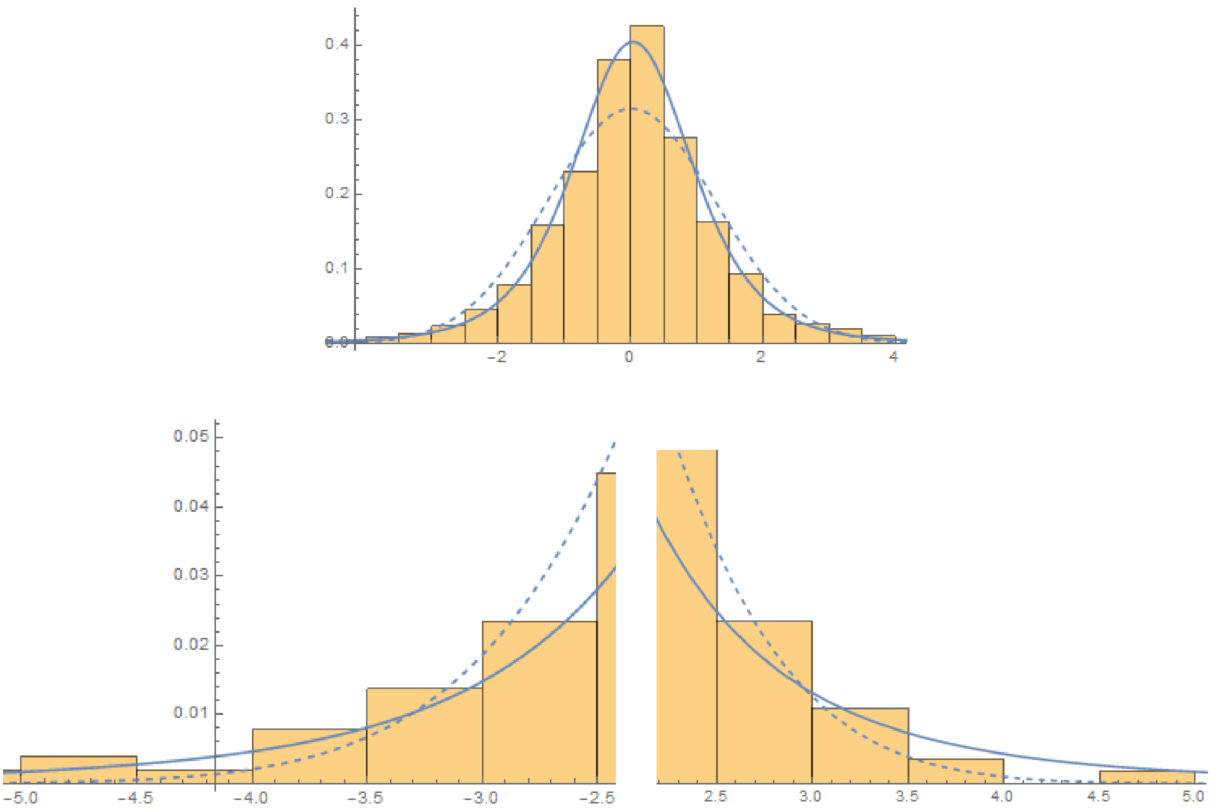


Figura 3.7. Histograma del Ibex, con distribución Normal y t-Student .

Otra forma de analizar gráficamente como se ajustan las distribuciones tanto normal como t-Student a los datos, es mediante los gráficos Q-Q, que representan en el eje vertical los cuantiles de la distribución, y en el eje horizontal lo cuantiles de los datos.

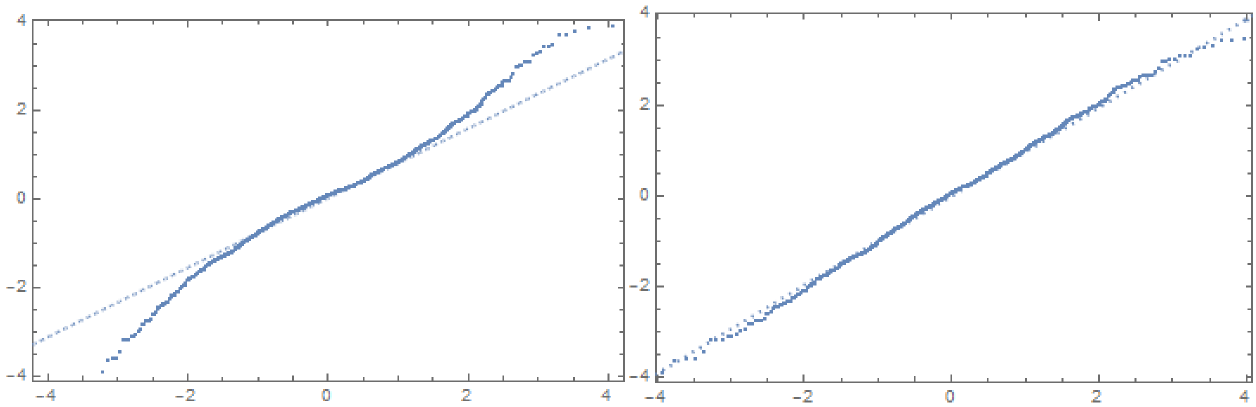


Figura 3.8. Gráfico de los cuantiles del bex 35 con los cuantiles de la distribución normal y t-Student.

En la figura 3.8 podemos ver de nuevo como en la gráfica del modelo t-Student (Gráfica de la derecha) se ajusta mejor que el modelo normal, ya que como se puede comprobar en ambas gráficas como los puntos del modelo t-Student se encuentran mucho mas concentrados que en el modelo normal respecto a la recta de regresión. En el caso del modelo normal se puede observar claramente como a medida que se acercan a los extremos los puntos se dispersan más en las colas. En el modelo t-Student a medida que se acerca a las colas también se observa como los puntos quedan mas dispersos pero no en gran medida, y mas respecto al modelo normal.

Hasta ahora hemos comprobado que mediante los gráficos que hemos realizado el modelo t-Student se ajusta mucho mejor que el modelo normal a los datos de los rendimientos logarítmicos del Ibex 35. Sin embargo, solo con estas gráficas no podemos decir que el modelo t-Student se adapta mejor, por ello, también lo observamos de manera numérica. Se realiza un contraste de hipótesis, tanto para el modelo t-Student como para el modelo normal mediante el contraste de Kolmogorov-Smirnov, en el que la hipótesis nula es que los datos proceden de un modelo probabilístico fijado (Murgui y Escuder (1994)).

Para la distribución normal el estadístico es 0.0618665 y el p-valor 0.000756713. Por tanto como el p-valor es menor que el nivel de significación utilizado 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis y por tanto se rechaza que el modelo se ajuste de manera adecuada a los datos.

En el caso del contraste para la distribución t-Student se obtiene que el estadístico es 0.0235155 y el p-valor 0.614946, en este caso el p-valor es mayor que el nivel de significación 0.05, por lo que se acepta la hipótesis, y se llega a la conclusión de que el modelo t-Student se ajusta mejor a los rendimientos logarítmicos del Ibex 35.

Igual que se ha realizado para el Ibex 35, ahora siguiendo los mismos pasos se pasa a analizar el Dax 30, y como este se ajusta a la distribución normal y a la t-Student.

En primer lugar, gracias a software Mathematica, se muestra el histograma de los rendimientos logarítmicos diarios del Dax 30.

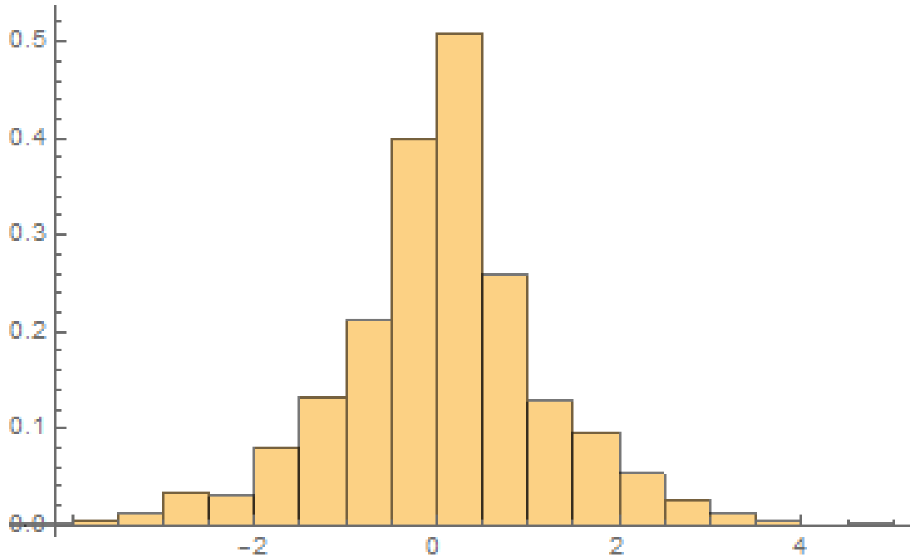


Figura 3.9. Histograma de los rendimientos logarítmicos del Dax 30.

A continuación para estimar los parámetros de ambos modelos se hará de la misma forma que se estimo con el Ibex 35. Para la distribución normal los parámetros estimados son μ = 0.0382519 y σ = 1.16798 Para la distribución t-Student los parámetros estimados son m =0.0559348 , s = 0.840382, n = 3.68429.
Como se hizo anteriormente con el Ibex 35, lo siguiente es analizar como los rendimientos logarítmicos del Dax 30 se ajustan al modelo Normal y al modelo t-Student.. El histograma con linea discontinua representa el modelo normal y el histograma con linea continua representa el modelo t.

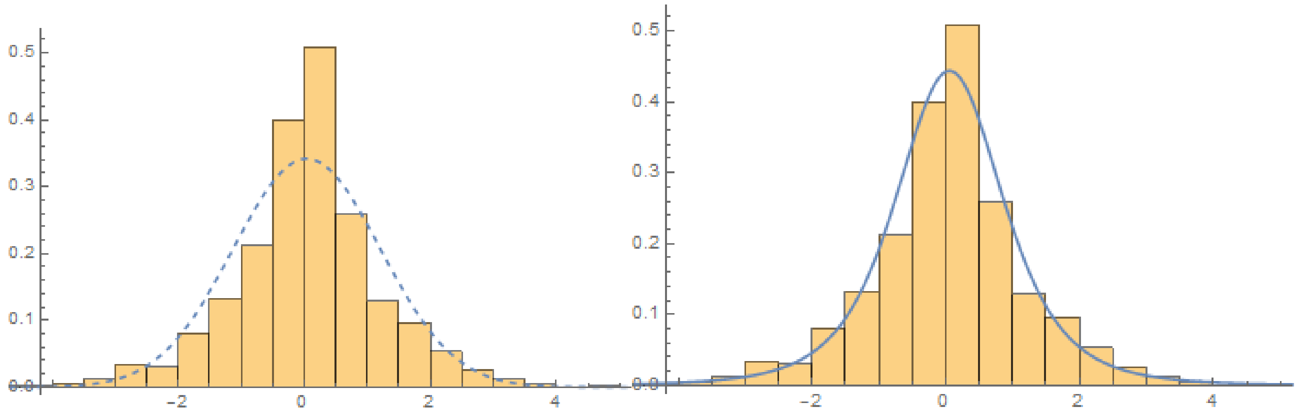


Figura 3.10. Histograma del Dax, con distribución normal y distribución t-Student.

Se puede comprobar, al igual que ocurría con el Ibex, que el modelo t-Student (el histograma con linea continua situado a la derecha) se ajusta mejor a los rendimientos logarítmicos diarios del Dax 30, en la parte central como en las colas, con respecto a la distribución normal.

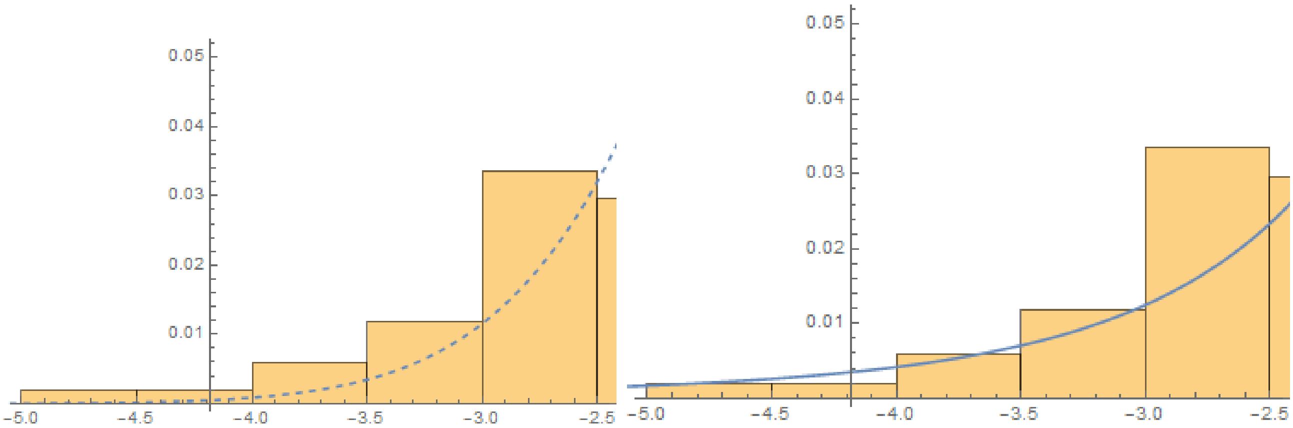


Figura 3.11. Extremo izquierdo del histograma del Dax, con distribución Normal y t-Student.

En la figura 3.11 se observan los extremos izquierdos del histograma del Dax 30, se muestra que el modelo t-Student (histograma con línea continua) también se ajusta mejor que el modelo normal.

A continuación se muestra el extremo derecho de ambos modelos, mostrando que el modelo t-Student se ajusta mejor que el modelos normal.

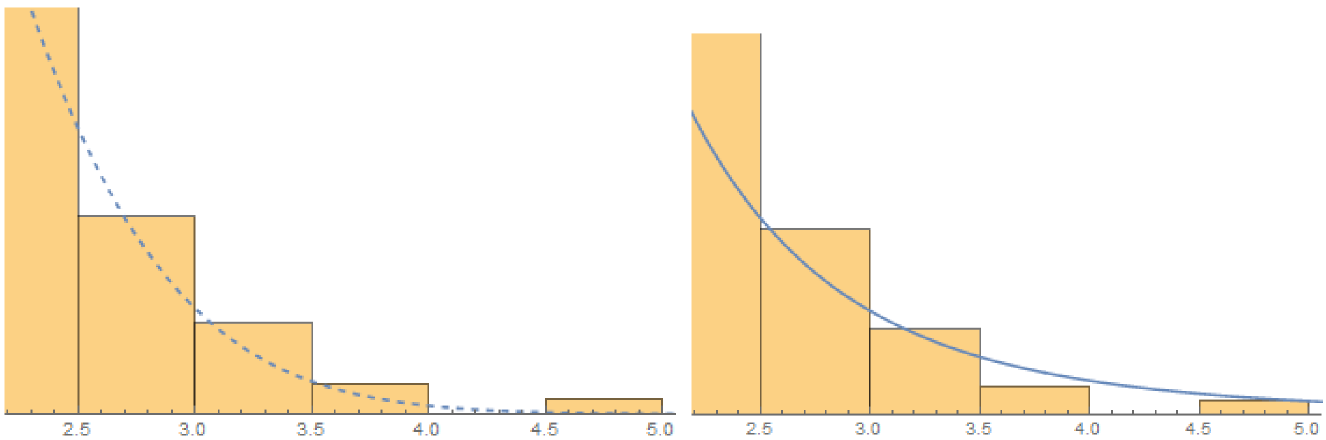


Figura 3.12. Extremo derecho del histograma del Dax, con distribución Normal y t-Student

En las siguientes gráficas se muestra la distribución normal (en línea discontinua) y la distribución t-Student (en línea continua) conjuntamente sobre el histograma de los rendimientos logarítmicos diarios del Dax, de forma que se observe mejor como el ajuste del modelo t-Student es mejor que el normal, en la zona central como en los extremos como ya se ha dicho anteriormente.

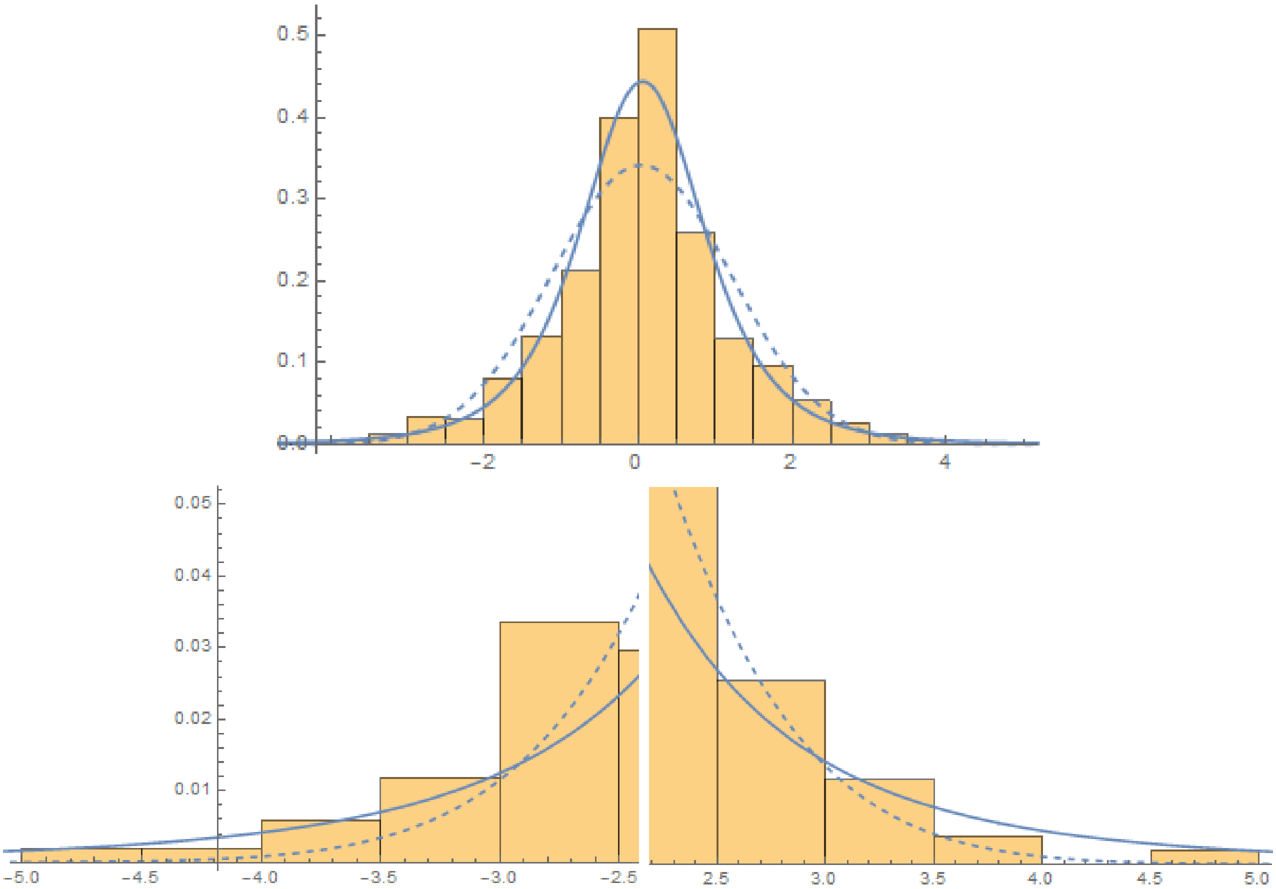
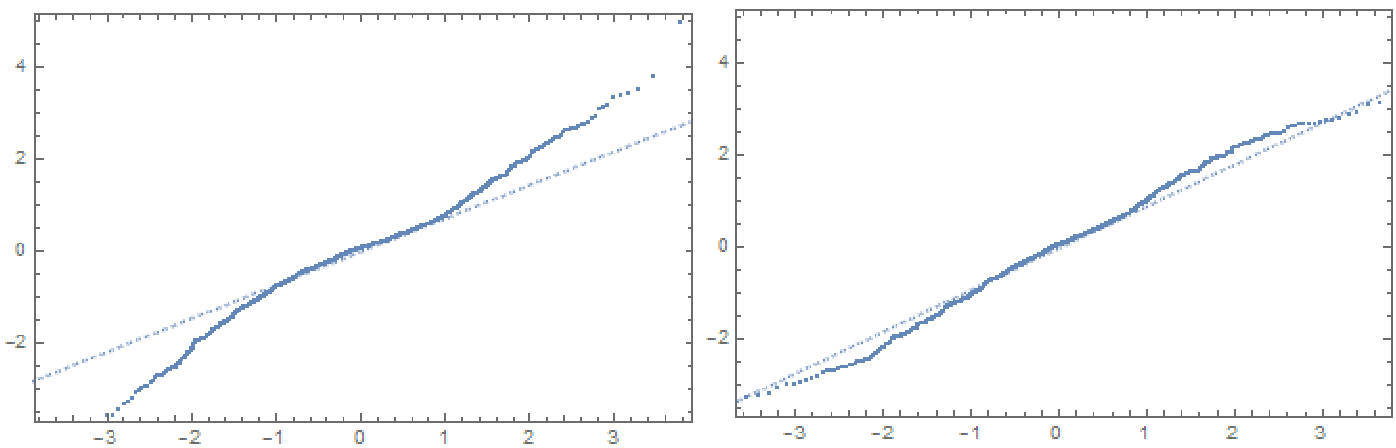


Figura 3.13. Histograma del Dax, con distribución Normal y t-Student conjuntamente

Igual ocurría para el Ibex 35, hay una forma alternativa para comprobar cómo se ajustan las distribuciones a los datos, mediante los gráficos Q-Q, que ya se explicaron en el caso de Ibex 35. En la figura 3.14, la gráfica de la izquierda corresponde al ajuste normal, y la de la derecha al ajuste t-Student. Se observa de nuevo que es el modelo t-Student se ajusta mejor a los datos ya que aparecen los puntos más concentrados respecto a la recta de regresión y se dispersan en los extremos, igual que ocurría en el Ibex 35.



igura 3.14. Gráfico de los cuantiles del Dax 30 con los cuantiles de la distribución normal y t-Student.

Se ha comprobado gráficamente que el ajuste del modelo t-Student se ajusta mejor que el modelo Normal para los datos del Dax 30, igual que ocurría en el caso del Ibex 35. A continuación se va a verificar esto también numéricamente, para asegurar esta hipótesis obtenida mediante gráficas,utilizando para ello un contraste de hipótesis tanto para comprobar el modelo Normal como el t-Student, concretamente el contraste de Kolmogorov-Smirlov, que como ya dijimos la hipótesis nula es que los datos proceden de un modelo probabilístico fijo. (Murgui y Escuder (1994)).

Para la distribución normal el estadístico es 0.0694598 y el p-valor 0.000108038 Por tanto como el p-valor es mucho menor que el nivel de significación utilizado 0.05, se rechaza la hipótesis y por tanto se rechaza que el modelo se ajuste de manera adecuada a los datos.

En el caso del contraste para la distribución t-Student se obtiene que el estadístico es 0.0298093 y el p-valor 0.323204 , en este caso el p-valor es mucho mayor que el nivel de significación 0.05, por lo que se acepta la hipótesis y se puede decir que el modelos t-Student se ajusta mejor que el modelo normal en los rendimientos logarítmicos del Dax 3o

Como conclusión al acabar este epígrafe destaca que el modelo t-Student se ajusta mucho mejor a los rendimientos logarítmicos del Dax 30 y a los rendimientos logarítmicos del Ibex 35 que el modelo normal.

3.4 Rendimiento promedio, volatilidad y riesgo.

Como hemos comprobado en el apartado anterior, el modelo t-Student se ajusta mejor que el modelo normal en los rendimientos diarios logarítmicos tanto del Ibex 35 como del Dax 30, por ello, se va a obtener de nuevo el promedio, volatilidad y el riesgo de ambos indicadores partir del los datos obtenidos al realizar este ajuste a los rendimientos diarios logarítmicos tanto del Ibex 35 como del Dax 30.

Para este apartado se utilizará de nuevo el software mathematicas para obtener los datos necesarios.

A continuación se muestra la tabla del promedio, volatilidad y riesgo de ambos indices a partir del ajuste del modelo t-Student:

	IBEX 35	**DAX 30**
MEDIA	0,0378256	0,0559348
DESVIACIÓN TÍPICA	1,26947	1,24293
CURTOSIS	18,4099	indeterminada

Tabla 3.1. Características básicas del Ibex y Dax ajustadas al modelo t-Student.

A partir de la tabla 3.1. se observa que no se incluye la simetría debido a que el coeficiente de asimetría no se ha calculado, ya que la distribución t-Student es simétrica y por tanto el coeficiente sería cero, por lo tanto comenzamos observando la media, se ve como el promedio de los rendimientos logarítmicos diarios bajo el modelo t-Student del Dax 30 es mucho mayor que el del Ibex 35, siendo el resultado del Dax 30 de 0,0559348 y el del Ibex 35 de 0,0378256. Sin embargo, si hablamos de la desviación típica, se comprueba que el Ibex 35 muestra mayor desviación típica bajo el modelo t-Student en comparación con el Dax 30. En el modelo t-Student generalizado, la curtosis existe solo para n>4. Para el Dax 30 se ha obtenido un valor estimado n=3,68, por lo que el modelo tendría “curtosis infinita”.

A continuación se muestra la tabla de los cuantiles obtenidos una vez realizada el ajuste al modelo t-Student:

	IBEX 35	**DAX 30**
Percentiles extremos por la izquierda		
q=0,01	-0,0330921	-0,0324738
q=0,03	-0,0231796	-0,0219983
q=0,05	-0,0190442	-0,0178067
q=0,10	-0,0136884	-0,012542
Percentiles extremos por la derecha		
q=0,90	0,0144449	0,0136607
q=0,95	0,0198007	0,0189253
q=0,97	0,0239361	0,023117
q=0,99	0,0338486	0,0335925

Tabla 3.2. Cuantiles extremos del Ibex y Dax ajustados al modelo t-Student.

En la tabla 3.2, se muestran los cuantiles extremos tanto del Ibex como del Dax bajo el ajuste modelo t-Student. En primer lugar se encuentran los percentiles extremos por la izquierda, que miden el riesgo de sufrir grandes pérdidas. En el capítulo 2 los percentiles mostraban que en el Ibex 35 se mostraban mas perdidas con respecto el Dax con la misma probabilidad. Bajo el ajuste del modelo t-Student se observa que en cada una de las probabilidades, el Ibex 35 siempre tiene mayor riesgo de tener pérdidas que el Dax 30, algo que en el capítulo 2 no ocurría de una forma tan obvia.

En cuanto a los percentiles extremos por la derecha, que miden la probabilidad de obtener grandes ganancias, se observa claramente, como en todos los percentiles calculados, la grandes ganancias son mayores en el caso del Ibex 35 con respecto al Dax 30, igual que se obtenía como conclusión en el capítulo 2, sin embargo bajo el modelo t-Student se observa de manera mucho transparente.

Por lo tanto, al igual que ocurría en el capitulo 2, se puede concluir de una forma mas reforzada que el Ibex 35 tiene mas posibilidad de obtener grandes pérdidas pero también de obtener grandes beneficios.

A continuación se muestra una tabla con los beneficios y pérdidas del Ibex 35 y el Dax 30, bajo el modelo t-Student:

	IBEX 35	**DAX 30**
RENDIMIENTOS < -5%	0.00224954	0.00249228
RENDIMIENTOS < -3%	0.0138129	0.0126848
RENDIMIENTOS < -2%	0.0443249	0.0380763
RENDIMIENTOS > 5%	0.00238442	0.00268908
RENDIMIENTOS > 3%	0.0149891	0.0141838
RENDIMIENTOS > 2%	0.0487543	0.0436921

Tabla 3.3. Beneficios y pérdidas del Ibex 35 y el Dax 30, ajustado al modelo t-Student.

En la tabla 3.3, se muestra la probabilidad de obtener beneficios y perdidas ajustado al modelo t-Student. Se observa que la probabilidad de obtener grandes beneficios es mayor en el Ibex 35, mientras que la probabilidad de obtener grandes ganancias es mayor en el Ibex que en el Dax30.

CONCLUSIONES

En este trabajo se ha llevado a cabo un análisis comparativo de los rendimientos diarios del Ibex 35 y del Dax 30 con métodos estadísticos. En el primer capitulo se han descrito ambos índices, mostrando las principales características de cada uno, su composición y su formulación llegando a observar que ambos índices presentan semejanzas, ambos índices están compuestos por un número aproximado de empresas, 35 el Ibex y 30 empresas el Dax, también ambos índices utilizan un criterio de capitalización para seleccionar las empresas que lo componen, por último la ultima semejanza observada que tienen ambos indices es que son índices ponderados por capitalización y en ambos existen factores de corrección para situaciones extraordinarias. En cuanto a las diferencias que presentan los índices entre sí, se destaca que el Dax es un índice más antiguo, ambos índices tienen bases diferentes, el Dax tiene base 1000 y el Ibex base 3000. Otra diferencia entre los índices es que el Dax utiliza un factor de corrección multiplicativo en el numerador, y el Ibex utiliza un factor corrección aditivo en el denominador.

A partir del capitulo 2, el trabajo ha consistido al análisis de los rendimientos de los índices, se ha seleccionado un periodo amplio de 4 años aproximadamente, y se han cogido los datos diarios de cierre de cada índice durante ese periodo. A partir de los datos de cierre se han calculado los rendimientos diarios, y se han analizado estos, tanto gráficamente como estadísticamente, mostrando las principales características descriptivas básicas para cada índice. Para poder realizar este análisis se ha utilizado el software Excell. Mediante este análisis se ha comprobado que el promedio del Dax 30 es mucho mas elevado que el Ibex 35 y que la curtosis el Ibex 35 es mucho mas elevada que el Dax 30, por lo que en el Ibex 35 hay una mayor concentración de valores en torno al centro y en las colas. También hay que destacar que ambos indices presentan una asimetría por la izquierda.

En cuanto al análisis de los cuantiles extremos se observa que el Ibex 35 obtiene mayor posibilidad de tener perdidas diarias que el Dax 30, pero también mayor probabilidad de obtener beneficio diarios, por lo que existe mayor riesgo en el Ibex. En cuanto a la correlación se ve que existe una correlación positiva y fuerte entre los índices, ya que ambas economías, tanto a alemana como la española se encuentran bastante relacionadas entre sí.

Por último, en el capitulo 3 del trabajo se obtienen los ajustes para ambos conjuntos de datos para el modelo Normal y para el modelo t-Student,Para ello se ha utilizado el software Mathematica obteniendo a través de el histogramas, gráficas y datos ajustados. Se ha ido comprobando que el modelo que mejor se ajusta es el modelo t-Student, con el cuál se volvió a calcular el promedio, volatilidad y riesgo a través de los datos obtenidos con el ajuste. También se comprueba este resultado mediante el contraste de hipótesis de Kolmogorov-Smirnov, aceptando la hipótesis del modelos t-Student y rechazando el modelo normal con una significación del 0,05.

Bibliografía

Páginas de Internet:

sharptrade, Introducción al Dax, http://www.sharptrader.com/es/new-to-trading/stock-indices/overview-of-the-dax-30-stock-market-index/ (23/02/2018)

Bolsa de mercado de valores, Ibex 35, http://www.bmerv.es/docs/SBolsas/docsSubidos/NormasIndices/Normas_Indices_Ibex_esp.pdf. (23/02/2018)

metamorfosis, ibex 35,,https://www.elindependiente.com/economia/2017/01/14/la-metamorfosis-del-ibex-en-sus-25-anos-de-historia/ (24/02/2018)

Ibex 35, https://bolsawallstreet.com/que-es-el-ibex-35 / (24/02/2018)

Rankia, IBEX 35: Valores que lo forman, cómo se calcula y ponderaciones, https://www.rankia.com/blog/bolsa-desde-cero/3745446-ibex-35-valores-que-forman-como-calcula-ponderaciones (26/02/2018)

Economiapedia, dax 30, economipedia.com/definiciones/dax-30.html (06/03/2018)

Wikipedia, Dax, https://es.wikipedia.org/wiki/DAX. (10/03/2018)

Wikipedia, Ibex 35, https://es.wikipedia.org/wiki/IBEX_35. (21/03/2018)

Investing, Valores, https://es.investing.com/indices/germany-30-components (21/03/2018)

Wikipedia, el modelos black-scholes .https://es.wikipedia.org/wiki/Modelo_de_Black-Scholes (17/05/2018)

Economipedia, el modelo Black-schole, http://economipedia.com/definiciones/modelo-black-scholes.html (17/05/2018)

Wikipedia, t-Student, https://es.wikipedia.org/wiki/Distribuci%C3%B3n_t_de_Studentm (16/05/2018)

Libros:

Benth, Fred E. (2004). Option Theory with Stochastic Analysis, Springer.

Pérez Díez de los Ríos Jose Luis (2014): Distribuciones de probabilidad y tablas estadísticas.

Documentos electronicos

Black-Schole,(21/05/2018) https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icea/LI_EcoReg/Danae_Duana/modelo.pdf

Modelo Black-schole, (21/05/2018) https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icea/LI_EcoReg/Danae_Duana/modelo.pdf

Anexos

En el capítulo 3 se ha utilizado el software Mathematica para realizar el ajuste de los datos con el modelo t-Student y obtención de graficas y calculos de ambos modelos.
A continuación se muestran las órdenes utilizadas en el software para realizar las gráficas y cálculos, tanto de Ibex como del Dax.

Ruta para abrir el fichero que contiene los datos utilizados por el software para el Ibex y Dax.

```
t=Import["C:\\Users\\Mico\\Downloads\\TFG\\dax30.xlsx"];
t=Import["C:\\Users\\Mico\\Downloads\\TFG\\ibex.xlsx"];
```

Representación gráficamente del conjunto de datos.

```
ListPlot[datos,Joined->True]
```

Orden para calcular los retornos logarítmicos del conjunto de datos.

```
retornos=Table[100*(datos[[t]]-datos[[t-1]])/datos[[t-1]],{t,2,Length[datos]}];
```

Representación grafica de los retornos logarítmicos.

```
ListPlot[retornos]
```

Representación del histograma de los retornos logarítmicos.

```
hist=Histogram[retornos,Automatic,"PDF"]
```

Estimación de los parámetros de la distribución Normal.

```
estim2=FindDistributionParameters[retornos,NormalDistribution[μ,σ]]
μe=μ/.estim2[[1]]
σe=σ/.estim2[[2]]
```

Estimación de los parámetros de la distribución t-Student.

```
estim3=FindDistributionParameters[retornos,StudentTDistribution[m,s,n]]
me=m/.estim3[[1]]
se=s/.estim3[[2]]
ne=n/.estim3[[3]]
```

Gráficas de la representación de la distribución Normal y t-Student.

```
graf2=Plot[PDF[NormalDistribution[\[Mu]e,\[Sigma]e],x],{x,-6,6},PlotStyle->Dashed];
graf3=Plot[PDF[StudentTDistribution[me,se,ne],x],{x,-6,6}];
```

Representación conjunta del histograma de los retornos log y la distribución Normal para el Ibex y para el Dax.

```
Show[hist,graf2]
Show[hist,graf2,PlotRange→{{2.25.5},{0,0.05}}]
Show[hist,graf2,PlotRange→{{-5,-2.25},{0,0.05}}]
```

Representación conjunta del histograma de los retornos log y la distribución Normal para el Ibex y para el Dax.

```
Show[hist,graf3]
Show[hist,graf3,PlotRange→{{2.25,5},{0,0.05}}]
Show[hist,graf3,PlotRange→{{-5,-2.25},{0,0.05}}]
```

Representación conjunta del histograma de los rendimientos log y de la distribución Normal y t-Student para el Ibex y para el Dax.

```
Show[hist,graf2,graf3]
Show[hist,graf2,graf3,PlotRange→{{2.25,5},{0,0.05}}]
Show[hist,graf2,graf3,PlotRange→{{-5,2.25},{0,0.05}}]
```

Representación del gráfico Q-Q para la distribución Normal.

```
QuantilePlot[retornos,NormalDistribution[μe,σe]]
```

Representación del gráfico Q-Q para la distribución t-Student.

```
QuantilePlot[retornos,StudentTDistribution[me,se,ne]]
```

Contraste de hipótesis Kolmogorov-Smirnov para la distribución Normal.

```
KolmogorovSmirnovTest[retornos,NormalDistribution[\[Mu]e,\
[Sigma]e],"TestDataTable"]
```

Contraste de hipótesis Kolmogorov-Smirnov para la distribución t-Student.

```
KolmogorovSmirnovTest[retornos,StudentTDistribution[me,se,ne],"TestDataTable"]
```

Cálculo de la media, desviación típica y la curtosis bajo el ajuste t-Student.

```
Mean[StudentTDistribution[me,se,ne]]
StandardDeviation[StudentTDistribution[me,se,ne]]
Kurtosis[StudentTDistribution[me, se, ne]]
```

Cálculo de los cuantiles extremos por la izquierda y derecha bajo el ajuste t-Student.

```
Quantile[StudentTDistribution[me,se,ne],{0.01,0.03,0.05,0.1}]
Quantile[StudentTDistribution[me,se,ne],{0.9,0.95,0.97,0.99}]
```

Cálculo de la probabilidad de obtener grandes pérdidas y grandes ganancias bajo el ajuste t-Student.

```
Perdidas={-5,-3,-2}
Table[CDF[StudentTDistribution[me,se,ne],Perdidas[[i]]],{i,1,3}]
Ganancias={5,3,2}
Table[(1-CDF[StudentTDistribution[me,se,ne],Ganancias[[i]]]),{i,1,3}]
```