

Trabajo Fin de Grado

Aplicación del modelo ARIMA en el mercado
continuo español durante la crisis sanitaria de la
Covid-19

Application of the ARIMA model in the Spanish
continuous market during the Covid-19 health crisis

Autor

Jennifer Guajardo Pellicer

Director

Patricia Bachiller Baroja

Autor del trabajo: Jennifer Guajardo Pellicer

Director del trabajo: Patricia Bachiller Baroja

Título: Aplicación del modelo ARIMA en el mercado continuo español durante la crisis sanitaria de la Covid-19

Title: Application of the ARIMA model in the Spanish continuous market during the Covid-19 health crisis

Titulación: Grado en Administración y Dirección de Empresas

Resumen: El presente trabajo fin de grado pretende analizar si un modelo econométrico ARIMA sería capaz de predecir de forma eficiente y fiable el precio futuro de las acciones de empresas que cotizan en el mercado continuo español en un contexto dinámico y cambiante como es el derivado de la crisis sanitaria de la Covid-19, realizando también una primera aproximación a la verificación de la hipótesis de mercado eficiente y la teoría del paseo aleatorio. Para ello se tomarán como ejemplo dos empresas que cotizan en el índice IBEX 35: Inditex y Laboratorios Farmacéuticos Rovi. Se analizarán también las limitaciones del modelo planteadas por los críticos y si estas pueden influir finalmente sobre los resultados obtenidos. De forma complementaria, se realizará el cálculo del coeficiente beta de las empresas seleccionadas en relación con el índice IBEX 35 con el objetivo de compararlo con los históricos, observando su variación debido a la crisis sanitaria. Por último, también se tratará de analizar si sería correcto realizar una extrapolación de los resultados obtenidos en el modelo ARIMA de las empresas empleadas como ejemplo para la predicción de cotizaciones futuras del IBEX 35.

Palabras clave: modelo ARIMA, Covid-19, IBEX 35, Inditex, Rovi, predicción, precio de cotización, coeficiente beta, hipótesis de mercado eficiente.

Abstract: This undergraduate dissertation aims to analyse if an ARIMA econometric model would predict efficiently and reliably the future prices of companies listed on the Spanish continuous market in a dynamic and changing context such as the one derived from the Covid-19 health crisis. A first approximation to the verification of the efficient market hypothesis and the random walk theory will also be carried out. For that purpose, two companies that are listed on the IBEX 35 index will be taken as an example: Inditex

and Laboratorios Farmacéuticos Rovi. The limitations of the model propounded by the critics will also be analysed and if they can end up influencing the results obtained. In a complementary way, the calculation of the beta coefficient of the selected companies will be carried out in relation to the IBEX 35 index with the aim of comparing it with the historical ones, observing its variation due to the health crisis. Finally, it will also try to analyse if it would be correct to extrapolate the results obtained in the ARIMA model of the companies used as an example to the prediction of future prices of the IBEX 35.

Keywords: ARIMA model, Covid-19, IBEX 35, Inditex, Rovi, prediction, market price, beta coefficient, efficient market hypothesis.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	6
2. CONTEXTO	8
2.1. CONTEXTO ECONÓMICO MUNDIAL.....	8
2.2 CONTEXTO ECONÓMICO EN ESPAÑA	10
2.2.1 IBEX 35	10
2.3 HIPÓTESIS Y TEORÍAS	12
2.3.1 Hipótesis del mercado eficiente.....	12
2.3.2 Paseo aleatorio.....	13
3. DATOS Y METODOLOGÍA.....	14
3.1 MUESTRA	14
3.1.1 Inditex.....	15
3.1.2 Rovi	17
3.2 METODOLOGÍA	19
3.2.1 Modelo ARIMA	19
3.2.2 Análisis del coeficiente Beta.....	21
4. RESULTADOS.....	22
4.1 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BOX-JENKINS	22
4.1.1 Paso 0: Estacionariedad de la serie	22
4.1.2 Paso 1: Identificación del modelo ARIMA	26
4.1.3 Paso 2: estimación de parámetros y constantes	26
4.1.4 Paso 3: chequeo del modelo	27
4.1.5 Paso 4: Predicción de los precios de cotización	29
4.2 ANÁLISIS DEL COEFICIENTE BETA	31
5. CONCLUSIONES.....	32
6. BIBLIOGRAFÍA.....	36
7. WEBGRAFÍA.....	36
8. ANEXOS	39
Anexo I. Cifras de Inditex	39

Anexo II. Cifras de Rovi	40
Anexo III. Salidas de Gretl del contraste de Dickey-Fuller ampliado sobre las variables originales	41
Anexo IV. Gráficos y correlogramas de las series diferenciadas	43
Anexo V: Salidas de Gretl del contraste de Dickey-Fuller ampliado sobre las variables diferenciadas.....	43
Anexo VI: salidas del programa R	44
Anexo VII: Betas históricas y del sector farmacéutico.....	46

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad nos encontramos en una época de inestabilidad, que provoca una alta volatilidad y cambios, generada por la reciente crisis sanitaria de la Covid 19, teniendo este hecho consecuencias en todos los ámbitos de la vida. Es por ello por lo que el objetivo principal de este trabajo fin de grado es plantear si un modelo econométrico ARIMA serviría para estimar de forma eficiente y fiable los precios de empresas que cotizan en el mercado continuo español durante la época de la pandemia o si, por el contrario, las cifras atípicas producidas a raíz de esta pueden arrojar predicciones poco precisas o inválidas.

En cuanto a la elección del tema, se han querido aplicar los conocimientos adquiridos durante el grado en diferentes materias como podían ser la estadística, la econometría o los mercados financieros e interrelacionar estos, así como también poder investigar y ahondar más en algunos conceptos que durante la etapa universitaria se presentaron de una forma muy conceptual o con poca profundidad y que han resultado interesantes y útiles para el futuro profesional. Además, se quería realizar un trabajo empírico que implicase el análisis y tratamiento de datos, ya que en la era en la que vivimos resulta imprescindible realizar un tratamiento rápido y eficaz de la gran cantidad de información recibida para tomar decisiones en entornos dinámicos y cambiantes, acentuándose especialmente este hecho tras los acontecimientos de los últimos años. Otro de los motivos que han llevado a la elección de este tema es que todavía no se han realizado muchos estudios acerca de él por lo reciente que se encuentra en el tiempo la crisis generada por la pandemia (en la que todavía el mundo se encuentra inmerso) y por el hecho de que sigue siendo un tema de actualidad.

Una vez elegido el tema era relevante también seleccionar dos empresas que sirviesen de ejemplo para aplicar la metodología Box-Jenkins y obtener las predicciones de los precios. Estas empresas han sido Inditex y Laboratorios Farmacéuticos Rovi. En cuanto a los motivos que han llevado a su elección, en el caso de Inditex han sido que el precio de sus acciones ha experimentado una evolución similar al IBEX 35 y es una de las empresas que más ponderación tiene en su cálculo (esta es variable debido a que para el cálculo del IBEX 35 se emplean los precios diarios), por lo que resultaba de interés el hecho de utilizarla como ejemplo para poder analizar si se podrían extrapolar los resultados obtenidos de esta al índice (realizando de forma complementaria el cálculo y

análisis del coeficiente beta). Por otro lado, se ha escogido Laboratorios Farmacéuticos Rovi debido a que es una empresa que ha experimentado un alto incremento en su precio de cotización debido a sus proyectos actuales y futuros, además de pertenecer a uno de los sectores que más beneficiado ha resultado tras la crisis sanitaria, por lo que resultaba interesante analizar si un modelo ARIMA podría recoger estas variaciones y ser útil en la predicción de precios futuros.

Como se ha indicado anteriormente, el objetivo principal del trabajo sería conocer si un modelo ARIMA sería de utilidad para predecir el precio futuro de las acciones. De este objetivo principal se derivarían como secundarios el realizar una primera aproximación a la verificación o no de la hipótesis de mercado eficiente de Eugene Fama y la teoría del paseo aleatorio de Malkiel. Además, también se pretende realizar el cálculo y análisis del coeficiente beta de las dos empresas seleccionadas (usando el IBEX 35 como índice de referencia) para posteriormente compararlo con las betas históricas y analizar si se podrían extrapolar los resultados obtenidos con el modelo ARIMA de las empresas al IBEX 35.

Para poder cumplir con los objetivos anteriormente planteados, este trabajo se iniciará con una contextualización de la situación económica actual desde una perspectiva macroeconómica mundial y española, así como también con una breve conceptualización del índice de referencia en España y enunciación de la hipótesis de mercado eficiente y la teoría del paseo aleatorio. Tras esto, en el apartado de [Datos y Metodología](#) se realizará una breve presentación de las empresas seleccionadas y de los datos a emplear en apartados posteriores, así como también se expondrá la metodología de Box-Jenkins, incluyendo su desarrollo y principales limitaciones. Por último, se explicará el procedimiento para el cálculo del coeficiente beta y se hallará para las dos empresas analizadas durante el periodo objeto de estudio. Todos estos conceptos se pondrán en práctica en el apartado de [Resultados](#) para poder extraer posteriormente unas conclusiones que permitan verificar el cumplimiento de los objetivos planteados inicialmente.

2. CONTEXTO

2.1. CONTEXTO ECONÓMICO MUNDIAL

El contexto en el que se enmarca este trabajo es el de la crisis derivada por la pandemia de la COVID-19 y la posterior crisis de materiales y suministros, siendo una de las principales causas de esta el primer suceso, como más adelante se explicará.

Con anterioridad al estallido de la pandemia, la economía a nivel mundial estaba en pleno crecimiento. El PIB de EEUU crecía a una tasa media del 2% (Banco Mundial, 2022) al igual que el de la Unión Europea (Banco Mundial, 2022). En el caso de la economía china estas cifras se llegaban a triplicar con crecimientos del PIB superiores al 6% (Banco Mundial, 2022). Todo esto se puede observar en el siguiente gráfico:

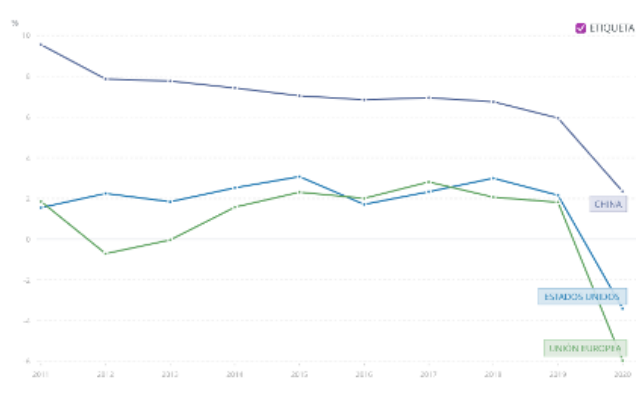


Gráfico 1. Evolución del PIB de EEUU, Unión Europea y China. Fuente: [Banco Mundial](#)

Como también se puede observar en el gráfico, con la llegada de la pandemia y el confinamiento obligatorio en la mayoría de los países, la economía se paralizó durante gran parte del año 2020 y como consecuencia de ello se produjo una ralentización del crecimiento económico en el caso de China (su PIB creció solo un 2,3%) y grandes caídas en el caso de Estados Unidos (-3,4%) y la Unión Europea (-6%), siendo esta última la más perjudicada de todos debido a ser el epicentro mundial de los casos de coronavirus.

Tras la salida del primer confinamiento se impusieron rigurosas medidas sanitarias orientadas a la reducción de los contactos y afectando esto de forma generalizada a todos los sectores, pero en especial a la hostelería y el turismo, claves en la economía española, como se comentará más adelante.

Tras el progresivo levantamiento de las restricciones apareció también un aumento de la demanda por la presencia de demanda embalsada de todos los meses de restricciones más duras. El sector productivo quería satisfacer toda esta demanda, pero

no estaba preparado y al demandar ellos las materias primas y suministros encontraron que no había suficientes en el mercado, por lo que el precio de las existentes aumentó de forma significativa. Además, se encareció el transporte de materiales y mercancías, debido a los rebrotes de coronavirus (y la consecuente paralización de la actividad en algunos países), pero también a la globalización de la economía y la deslocalización de la producción. Si bien antes de la pandemia este hecho no suponía un inconveniente para el comercio global, tras esta, las relaciones de tráfico internacional de mercancías se vieron ralentizadas por el aumento considerable de volumen y por los diferentes ritmos seguidos por los gobiernos para la desescalada en cada país, llegando a multiplicarse el precio del contenedor por tres y en algunos casos hasta por 10.

Estas subidas de precio en los materiales se han acabado convirtiendo en un aumento de los precios de los bienes finales a nivel global, siendo el IPC interanual en diciembre de 2021 de un 7% en EEUU (Datos Macro, 2022), un 5% en la Zona Euro (Datos Macro, 2022) y un 1,5% en China (Datos Macro, 2022).

Esta tendencia inflacionista ha frenado el crecimiento previsto para todas las economías en 2021 que se ha ido rebajando a la baja a medida que transcurría el ejercicio 2021 y se observaba el desarrollo de los hechos. Finalmente, con las cifras reales se supo que el PIB de EEUU creció un 5,7%, el de la Unión Europea un 5,2% y el de China un 8,1% (Europa Press, 2022) (todas ellas tasas reales, por lo que ya incluyen el efecto de la inflación). Pese a las sucesivas rebajas de las previsiones de crecimiento, finalmente se recuperaron en 2021 los niveles de PIB anteriores a la pandemia (2019).

Por último, las perspectivas de crecimiento para los años 2022 y 2023 estiman una ralentización para las economías anteriormente mencionadas, situando el Fondo Monetario Internacional el crecimiento de EEUU en un 4% para 2022 y un 2,6% en 2023, el de la Zona Euro en un 3,9% en 2022 y en un 2,5% en 2023 y el de China en un 4,8% en 2022 (casi la mitad que en 2021) y en un 5,2% en 2023. Esto se debe principalmente al efecto de la elevada inflación, los cortes de suministro en las cadenas productivas y la escalada de precios de la energía, tal como indica el Fondo Monetario Internacional (Fondo Monetario Internacional, 2022). Estas previsiones podrían ser revisadas a la baja por el organismo internacional debido a la reciente crisis derivada de la invasión de Rusia a Ucrania, la cual no se ha mencionado en este contexto debido a que el horizonte temporal de los datos a emplear finaliza antes de que se produzca este hecho.

2.2 CONTEXTO ECONÓMICO EN ESPAÑA

En el caso particular de España, nuestra economía venía creciendo a un ritmo muy similar al de la media de la economía europea como se observa en el *Gráfico 2*, pero con la llegada de la pandemia la caída fue muy superior a la media europea (del 10,8% (Banco Mundial, 2022)). Esto se debe principalmente a que casi el 70% del PIB español se corresponde con el sector servicios y en concreto más del 22% del PIB total pertenece al subsector de comercio, transporte y hostelería, el cual ha disminuido su volumen en un 32% en 2020 con respecto de 2019 (Instituto Nacional de Estadística, 2022).

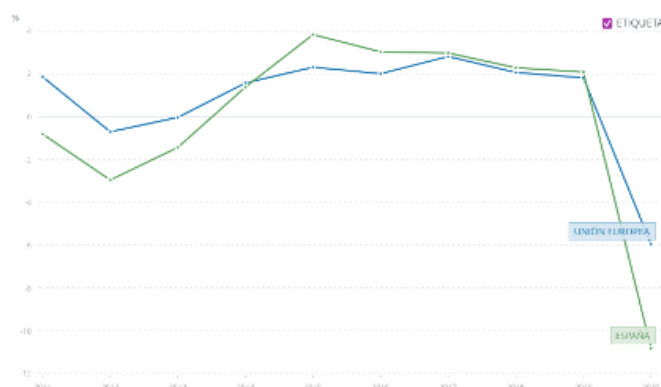


Gráfico 2. Evolución del PIB en la Unión Europea y España. Fuente: [Banco Mundial](#)

En cuanto al crecimiento de 2021 sucede lo mismo que en el caso de la economía global, pues las revisiones se iban realizando a la baja debido a la tendencia alcista de los precios, siendo finalmente el crecimiento del PIB en 2021 del 5,1% (Instituto Nacional de Estadística, 2022), dato muy similar a la media europea. La inflación, representada a través del IPC, fue superior a la media europea, llegando en diciembre de 2021 hasta el 6,5% interanual (Datos Macro, 2022).

Por último, las previsiones del Fondo Monetario Internacional para la economía española para los próximos dos años la situarían por encima de la media de la Zona Euro, ya que el crecimiento previsto del PIB en 2022 sería del 5,8% (superior al crecimiento de 2021) y en 2023 de un 3,8% (Fondo Monetario Internacional, 2022).

2.2.1 IBEX 35

El IBEX 35 es el índice bursátil de referencia en España y es elaborado por el operador Bolsas y Mercados Españoles (perteneciente al grupo SIX), siendo un indicador de la economía española. Para su cálculo se emplean las capitalizaciones diarias de las

empresas que lo componen, por lo que la ponderación de estas en el índice fluctúa en función del precio diario de las acciones de la propia empresa y del resto que se encuentran incluidas en el índice. Este aspecto queda reflejado en el cálculo del índice, que se realiza de la siguiente manera (Bolsas y Mercados Españoles, 2022):

$$IBEX\ 35\ (t) = IBEX\ 35\ (t - 1) \times \frac{\sum_{i=1}^{35} Cap_i(t)}{\sum_{i=1}^{35} Cap_i(t-1) \pm J}, \text{ siendo:}$$

- t = momento del cálculo del índice
- i = compañía incluida en el índice
- Cap_i = capitalización de la empresa i , calculada como número de acciones computables de la compañía por el precio de la acción en el momento t
- J = cantidad utilizada para ajustar el valor del índice por ampliaciones de capital y otras operaciones.

El índice está compuesto por 35 empresas seleccionadas por el Comité Asesor Técnico en función de su capitalización, liquidez y volumen de negociación.

A continuación, se presenta un gráfico en el que se recoge la evolución del IBEX 35 desde el 1 de marzo de 2020 hasta el 31 de enero de 2022 (pese a que posteriormente el periodo a analizar será a partir del 26 de marzo de 2020 con la misma fecha de finalización).



Gráfico 3. Elaboración propia a partir de datos de [Bolsa Madrid](#)

Como se observa, el índice alcanza el mínimo de la serie cuando el Gobierno de España decreta el Estado de Alarma y el confinamiento. Después se suceden unos días en los que no llega a superar los 7.000 puntos, hasta que el 26/3/2020 se alcanzan de nuevo, utilizando esta fecha como inicio en este trabajo fin de grado con el objetivo de evitar

desviaciones mayores en los pronósticos al emplear datos atípicos. También se observa que conforme se van relajando las restricciones el IBEX 35 se va recuperando y llega a rozar los 8.000 puntos básicos en junio. Cuando parecía que este se comenzaba a estabilizar, el 20 de octubre de 2020 se produce una nueva caída por debajo de los 6.500 puntos debido a una nueva ola de coronavirus. Esto genera de nuevo inestabilidad en el mercado y como consecuencia la movilización de activos hacia valores más seguros. Por lo tanto, en esos días se realiza un gran volumen de ventas de valores del IBEX 35, produciéndose caídas en los precios (y por consiguiente en la capitalización de las empresas) y en consecuencia una gran caída en el IBEX 35.

Esta caída se recupera rápidamente ya que todos los países de nuestro entorno afrontan de forma similar las nuevas olas de la pandemia y el IBEX 35 se mantiene estable (no vuelve a bajar de los 8.000) hasta el final del periodo analizado.

2.3 HIPÓTESIS Y TEORÍAS

2.3.1 Hipótesis del mercado eficiente

La teoría o hipótesis del mercado eficiente (Fama, 1970) fue enunciada por primera vez por Eugene Fama en 1970. Esta teoría defiende que el precio de los títulos coincide con su valor, dado que en el mercado operan inversores informados que realizan análisis fundamentales. En la realidad, lo más común es encontrar ineficiencias en el mercado debido a que un alto porcentaje de los inversores en bolsa actúan guiados por emociones, sentimientos o sesgos cognitivos. Es por ello por lo que no realizan análisis fundamentales y en caso de que este tipo de inversor abunde en el mercado puede hacer que aumente la volatilidad y la probabilidad de desviación del precio fundamental, generándose por tanto oportunidades de “*batir al mercado*” y obtener beneficios.

Para Fama se debían cumplir tres requisitos para que un mercado fuese eficiente, coincidiendo estos con las características de un mercado de competencia perfecta. De verificarse, se dejaría actuar libremente a la oferta y la demanda. Estos requisitos son:

- Ser homogéneo.
- Debe haber muchos compradores y vendedores.
- No deben existir barreras a la entrada o a la salida.

También determinó que había 3 factores que podían influir en la eficiencia del mercado:

- Número de participantes: cuanto mayor es el número de participantes, más transacciones se realizan y por lo tanto más eficiente es el mercado.
- Información disponible: cuanta más información posean los participantes, más eficiente será el mercado. Dentro de este factor es importante que no existan asimetrías de información entre los participantes, ya que si estas se diesen se generarían ineficiencias en el mercado.
- Costes de transacción: cuanto mayores sean los costes de transacción, menos eficiente será el mercado ya que los inversores evitarán entrar al mercado y por lo tanto el número de participantes será menor.

Fama además enunció que en función de la información que recojan los precios de los activos se pueden dar tres tipos de eficiencia en el mercado:

- *Eficiencia débil*: no existe correlación entre los precios actuales y los históricos, por lo que estos son totalmente impredecibles ya que no se pueden estimar en función de los precios pasados. Esto da lugar a la teoría del [paseo aleatorio](#). Por lo que el análisis técnico a través de gráficos resulta ineficaz para establecer estrategias de inversión o desinversión.
- *Eficiencia semifuerte*: establece que toda la información pública disponible (cuentas de las empresas, cotizaciones históricas...) está incluida en el precio de mercado, siendo por tanto ineficaz para obtener beneficios además del análisis técnico el fundamental, ya que solo se puede obtener ventaja con información privada.
- *Eficiencia fuerte*: dictamina que el precio de mercado recoge toda la información pública o privada disponible y por lo tanto no se puede “*batir al mercado*” ya que este es perfecto y no tiene ineficiencias. De nuevo, ninguno de los dos análisis anteriormente mencionados sería útil para obtener beneficios.

2.3.2 Paseo aleatorio

Relacionada con la eficiencia débil se encuentra la teoría del paseo aleatorio, que, aunque fue enunciada por primera vez por el matemático Louis Bachelier en 1900 (Bachelier, 1900), se hizo popular cuando en 1973 B.G. Malkiel (Malkiel, 1973) desarrolló con más profundidad la teoría inicial relacionándola también con el trabajo anteriormente citado de Eugene Fama.

Esta teoría asume que los movimientos que se producen en el mercado de valores son totalmente impredecibles y por tanto no existe una correlación entre el precio actual y los históricos. Esto hace que tanto el análisis técnico como el fundamental sean totalmente ineficaces ya que es imposible predecir el precio futuro de los títulos.

Si los precios son totalmente impredecibles no se podrá “*batir al mercado*” y por lo tanto para obtener beneficios se deberán de asumir grandes riesgos ya que los precios futuros son totalmente aleatorios e inciertos.

3. DATOS Y METODOLOGÍA

3.1 MUESTRA

Los datos de cotización que se van a emplear corresponden a los precios de cierre desde el 26 de marzo de 2020 hasta el 31 de enero de 2022, un periodo de casi 2 años con un total de 474 observaciones (sesiones de cotización) para cada empresa. Se escoge como fecha de inicio el 26 de marzo de 2020 debido a que es el día en el que el IBEX 35 vuelve a superar los 7.000 puntos tras la abrupta caída sufrida debido al inicio del confinamiento en España el 15 de marzo, evitando por tanto tener datos atípicos que pudiesen alterar el modelo resultante. También indicar que se selecciona como fecha de finalización el 31 de enero de 2022 para poder predecir las 15 sesiones de cotización siguientes (hasta el 21 de febrero) y que estas no estén afectas por el estallido de la invasión de Rusia a Ucrania del 24 de febrero. De esta manera se pretende recoger las variaciones de precio sufridas durante el periodo de la crisis sanitaria del Coronavirus y ver si un modelo ARIMA es capaz de recoger este efecto y ser útil en la predicción.

Los datos se han obtenido de la base de datos histórica de la web *Yahoo Finance*, la cual de forma muy intuitiva y sencilla permite seleccionar el periodo de tiempo deseado y exportarlo a formato csv, tratando posteriormente los datos en una hoja de cálculo Excel para poder explotarlos más adelante en los programas econométricos que se mencionarán posteriormente.

Las dos empresas seleccionadas han sido Inditex y Laboratorios Farmacéuticos Rovi. A continuación, se realiza una breve introducción de cada empresa y se detallarán los motivos para su elección.

3.1.1 Inditex

Inditex (Industria Textil S.A.) es uno de los grupos de distribución de moda más grandes del mundo, compuesto por marcas como Zara, Stradivarius o Massimo Dutti entre otras muchas. La compañía cuenta con presencia en 215 mercados y tiendas físicas en 95 de ellos. Cotiza en el mercado secundario español y es una de las empresas con mayor ponderación en el IBEX 35.

En cuanto a sus resultados (los cuales se pueden observar de forma resumida en el [Anexo I](#)), estos experimentaban una tendencia alcista hasta el año 2020 ya que con la llegada de la pandemia el grupo se vio obligado no solo a cerrar de forma temporal sus tiendas físicas sino también a ver como se producían retrasos en la fabricación y distribución de sus productos. Esto se debió principalmente al cierre temporal de fábricas y a la reducción del comercio internacional, ya que es una empresa que se encuentra muy internacionalizada y con producción deslocalizada, afectando esto a su negocio online.

Tras esta experiencia y los sucesivos cierres que se han ido produciendo en las tiendas por las restricciones impuestas por los gobiernos, Inditex decidió impulsar un plan denominado *Horizonte 2022* para fomentar su negocio online e integrarlo también en sus tiendas físicas. Entre las muchas medidas planteadas destacan el desarrollo de una plataforma tecnológica propia, recogidas en tienda, compra online en los propios establecimientos... El objetivo principal de este plan era que al menos el 25% de las ventas netas fuesen de su negocio online, contando con un presupuesto de 2.700 millones de euros.

Este plan pareció dar resultado en las cifras de 2021 que, como se puede observar en el [Anexo I](#), son algo menores que las anteriores a la pandemia, pero con una clara recuperación respecto al año 2020 pese a que muchas de las tiendas del grupo continuaban cerradas.

Inditex es una empresa que realiza un reparto de dividendos regular, haciendo un pago de dividendo a cuenta en mayo y un dividendo complementario con pago en noviembre, a excepción del año 2020 en el que únicamente se repartió un dividendo complementario en noviembre debido a la situación sobrevenida de la pandemia. En el

pie de página se puede observar con mayor detalle cómo se ha realizado este reparto de dividendos en los últimos años. (Inditex, 2022)¹

Con relación a sus valores en bolsa, la empresa ha mantenido invariable durante los últimos años el número de acciones, siendo estas de 3.116.652.000. De este total, casi el 60% son propiedad del fundador de Inditex (Amancio Ortega), otorgándole el control sobre el grupo. Otra participación significativa sería la de la hija del socio mayoritario (Sandra Ortega) con algo más del 5% del total de las acciones. Esto hace que el capital flotante (el que se encuentra en manos de pequeños inversores) sea algo superior al 30%, siendo este la mayor parte de las acciones que se negocian en el mercado secundario. En cuanto a la evolución del precio de la acción, esta se detallará en siguientes apartados.

Por último, otro hecho relevante reciente en la compañía es el cambio de director general, ya que, tras más de 10 años, el pasado mes de noviembre se anunció que Pablo Isla dejaría la presidencia y esta pasaría a ser ocupada por la hija del fundador (Marta Ortega) en abril de 2022, aunque no de forma ejecutiva, ya que será directora dominical en representación de la participación de su padre en la empresa. Esta noticia hizo que bajasen las acciones de la compañía un 6,1% en una sesión de cotización, aunque la compañía cree que este aspecto solo afecta al corto plazo y que en el largo plazo se volverían a los valores de cotización normales (Gutiérrez, 2021). Como se puede observar en el siguiente gráfico, desde el anuncio de la salida de Pablo Isla, el precio de la acción de Inditex ha ido descendiendo de forma progresiva, desde los 27,86€ que registró el día del anuncio hasta los 25,12€ registrados el 21 de febrero de 2022:

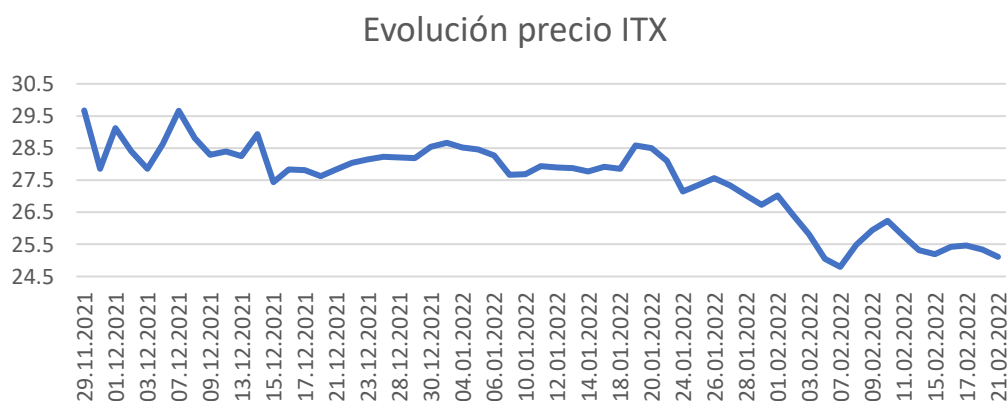


Gráfico 4. Evolución del precio de Inditex desde el anuncio del cambio de director. Elaboración propia a partir de datos de [Bolsa Madrid](#)

¹ Véase [Reparto de dividendos de Inditex \(Web para inversores\)](#) (consultado el 3/5/2022)

Los principales motivos que han llevado a su elección han sido que es una de las empresas que mayor ponderación histórica presenta para el cálculo del índice IBEX 35 (se mantiene siempre entre el 8% y el 10%, dependiendo del precio diario de la acción de la empresa (Bolsa Madrid, 2022)) y que además presenta una evolución similar al IBEX 35 en los últimos años, como se observa en el siguiente gráfico:

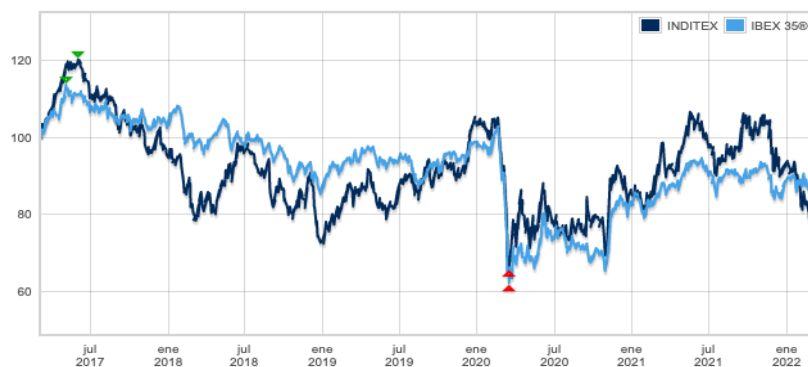


Gráfico 5. Evolución en base 100 del IBEX 35 y el precio de la acción de Inditex. Fuente: Bolsa Madrid

3.1.2 Rovi

Laboratorios Rovi es una empresa española dedicada a la investigación, desarrollo, fabricación y comercialización de productos farmacéuticos con presencia directa en 7 países e indirecta en 65 países (alianzas estratégicas). La sociedad cotiza en el mercado secundario español y ha sido recientemente incluida en el IBEX 35.

Es una compañía que se encuentra actualmente en pleno crecimiento debido, principalmente, a la fabricación y comercialización fuera de EE.UU. de la vacuna contra la COVID-19 de la farmacéutica Moderna. Dados los buenos resultados de esta alianza estratégica, Moderna ha decidido extender recientemente el contrato en el largo plazo además de contar con Rovi también para la fabricación y distribución de un medicamento contra la misma enfermedad. Estos hechos han hecho que Rovi anuncie una inversión importante para reforzar 2 de sus plantas en España, sin indicar de momento la cifra exacta (Simón Ruiz, 2022).

Este acuerdo junto con otras investigaciones exitosas en productos farmacéuticos (tratamiento de la esquizofrenia, anticoagulantes...) ha hecho que los resultados de la empresa, tanto a nivel financiero como en bolsa, sean superiores año tras año y se hayan visto afectados de forma positiva por la pandemia, al contrario que la mayoría de empresas, ya que Rovi incrementó su volumen de actividad con la crisis sanitaria. Se pueden observar con mayor detalle estas cifras en el [Anexo II](#).

Con relación a los dividendos pagados por Rovi, esta acostumbra a repartir un dividendo ordinario en cada ejercicio, normalmente la primera semana de julio cuando las cuentas de la empresa ya han sido aprobadas y auditadas, a excepción del ejercicio 2019, ya que debido a la pandemia lo repartió en noviembre de 2020. Si se observa la progresión histórica del reparto de sus dividendos (disponibles a pie de página²) se puede ver que estos descendieron a partir del ejercicio 2016 y en el ejercicio 2019 se duplicó el repartido en el ejercicio anterior debido a las buenas cifras y expectativas de crecimiento de la empresa.

Por último, en cuanto a sus valores bursátiles, la empresa ha mantenido invariable durante los últimos años el número de acciones en 56.068.965. De este total un 60,17% (Comisión Nacional del Mercado de Valores, 2021) pertenece a Norbel Inversiones, el holding de la familia López-Belmonte que es la fundadora de la empresa. Este porcentaje de participación le otorga el control de Rovi. No obstante, desde la publicación de esta información en la CNMV, Norbel Inversiones ha realizado algunas ventas de acciones y actualmente su participación se ha reducido hasta el 55,17% (ROVI, 2022), manteniendo todavía el control de la compañía. Otras participaciones significativas serían, de acuerdo con la CNMV, las de Indumenta Pueri (5,06%) y la de T.Rowe Price Associates (3%) y tras la venta del pasado marzo, la de Bestinver (5%), teniendo Norbel Inversiones derecho de recompra del 50% de las acciones vendidas. Esto hace que tras las ventas realizadas por la familia López-Belmonte el capital flotante de la empresa sea de aproximadamente el 30%.

Los principales motivos que han llevado a su elección son que dado el periodo analizado (pandemia sanitaria por la Covid-19), se considera interesante analizar una empresa que no se haya visto perjudicada por este hecho, sino que ha salido beneficiada. Además, es una de las últimas incorporaciones al índice IBEX 35, entrando a formar parte de él el pasado 20/12/2021 en una de sus revisiones ordinarias en sustitución de Viscofan (Bolsa Madrid, 2022). Esta decisión la toma el Comité Asesor Técnico del IBEX 35 debido a los altos volúmenes de contratación y a la capitalización de la empresa, consiguiendo esas cifras debido, principalmente al alto crecimiento que está experimentando gracias a la pandemia. Pese a que su peso en el total del IBEX 35 se sitúa en torno al 0,5% (Bolsa Madrid, 2022) (la segunda empresa farmacéutica con mayor

² Véase [Dividendos de Rovi](#) (consultado el 4/5/2022)

ponderación en el índice, por detrás de Grifols), Rovi ha experimentado una alta revalorización del precio de sus acciones, llegando a más que triplicar el precio de estas en comparación con el precio antes de la pandemia, debido a los acuerdos e investigaciones realizados por la empresa, como se ha comentado anteriormente.

3.2 METODOLOGÍA

3.2.1 Modelo ARIMA

El modelo ARIMA (p, d, q) es un método econométrico lineal basado en la utilización de datos de tipo serie temporal cuyo objetivo final (explotación del modelo) es, generalmente, la predicción de datos futuros de la variable objeto de estudio basados en los datos anteriores de esta y a través de procesos autorregresivos y de medias móviles. La metodología a emplear fue descrita por primera vez por los estadísticos George E.P. Box y Gwilym M. Jenkins en su obra de 1976 *Time Series Analysis: Forecasting and Control*.

Este modelo ARIMA surge de los procesos ARMA estacionarios (el modelo ARIMA incluye el orden de integración de la serie temporal necesario para que esta sea estacionaria), que a su vez son procesos mixtos de los procesos AR (modelos autorregresivos: los valores actuales de la serie son una combinación lineal de los valores anteriores) y MA (medias móviles: los valores actuales de la serie dependen de varios valores anteriores aleatorios). Esto implica que el modelo ARIMA cumplirá todas las propiedades de los modelos ARMA que a su vez verifican las propiedades de los modelos AR y MA, entre las que destacan la invertibilidad y la estacionariedad.

- Invertibilidad: propiedad de los modelos de medias móviles que establece que el valor actual de la variable explicada del modelo se puede expresar como combinación lineal convergente de las observaciones pasadas.
- Estacionariedad: una serie es estacionaria si su media y su varianza son constantes a lo largo del tiempo y su función de autocovarianzas depende solo de la diferencia temporal entre las observaciones. La no estacionariedad se puede dar en media, en varianza o en ambas.

En cuanto a los componentes del modelo ARIMA, se encuentran los siguientes tres parámetros:

- p : hace referencia al número de retardos en la variable endógena (proviene del proceso autorregresivo AR (p))
- d : hace referencia al orden de integración (diferencias de la variable) que es necesario para que la serie temporal sea estacionaria
- q : hace referencia a los retardos en la perturbación aleatoria (proviene del proceso de medias móviles MA (q))

Como se ha mencionado anteriormente, en 1976 los estadísticos Box y Jenkins propusieron en su obra una metodología de cuatro etapas para seleccionar el proceso ARIMA que se encuentra detrás de una serie temporal concreta, con el objetivo de estimar, contrastar y predecir series temporales univariantes. Esta metodología únicamente se puede aplicar a procesos ARIMA estacionarios, por lo que antes de aplicarla es necesario realizar transformaciones en las series para garantizar la estacionariedad, como por ejemplo tomar diferencias de la variable o el uso de logaritmos. Las cuatro etapas a aplicar son:

- Identificación del modelo ARIMA (p, d, q): se debe determinar el número de retardos de la serie (p) y de la perturbación (q).
- Estimación de parámetros y constantes: el método empleado en la estimación es seleccionado automáticamente por el programa econométrico empleado al introducir los valores p, d y q , pero generalmente se emplea el método MCO si el modelo ARIMA tiene únicamente parte autorregresiva y otros métodos no lineales de estimación (MCO o MV no lineales) en caso contrario.
- Chequeo: se analiza con diferentes contrastes la validez del modelo estimado, entre los que destacan los contrastes de significatividad individual de los parámetros estimados, análisis gráfico para verificar que es ruido blanco, normalidad, homocedasticidad...
- Predicción: se estiman los valores futuros de la variable objeto de estudio de forma estática (solo con observaciones) o de forma dinámica (usa valores estimados por el modelo), obteniendo una predicción puntual y/o un intervalo de predicciones.

Como la mayoría de las metodologías, la aplicación del modelo de Box-Jenkins presentaría también algunos inconvenientes. Las principales limitaciones de este tipo de modelos serían:

- Al ser una técnica de tipo univariante no se puede relacionar la variable explicada con otras que puedan influirla, solo con los datos de su serie temporal. Además, tampoco recoge variaciones no lineales en la serie de datos empleada.
- Se requiere de un elevado número de datos, necesitando como mínimo 30 datos en la serie temporal para que el modelo sea viable, además de que estos datos deben ser estables en el tiempo (estacionarios) y en caso de que no lo sean se deben convertir en estables (como se ha comentado anteriormente).
- El modelo ARIMA presenta una memoria corta, por lo que el horizonte de predicción a veces puede ser muy corto y es por ello por lo que si hay una gran cantidad de datos (como suele ocurrir con las series temporales de datos bursátiles) las predicciones acaban tendiendo a la media.

3.2.2 Análisis del coeficiente Beta

De forma complementaria, se llevará a cabo un análisis del coeficiente beta (β) de las dos empresas analizadas. Este coeficiente mide el grado de variabilidad de la rentabilidad de la acción respecto a un índice de referencia, que, en este caso al tratarse de empresas que cotizan en el IBEX 35, dicho índice será el IBEX 35. Con este valor beta se puede medir el riesgo de mercado o sistemático, por lo que cuanto mayor sea el valor de dicho coeficiente (en términos absolutos), mayor será la volatilidad del precio de las acciones con respecto al índice de referencia.

El cálculo del coeficiente beta se realiza de la siguiente forma:

$$\beta_i = \rho_i \frac{\sigma_i}{\sigma_m}$$

Siendo: ρ_i el coeficiente de correlación entre la acción y el mercado (índice), σ_i la desviación del precio de las acciones y σ_m la desviación del índice (mercado).

Este coeficiente beta puede adoptar valores positivos (el precio de la acción evoluciona de la misma forma que el índice) o valores negativos (el precio de la acción evoluciona de forma contraria al mercado), pudiendo ser superior a uno (en valor

absoluto) siendo en este caso su variación superior a la del mercado (título agresivo) o también inferior a uno, siendo la variación inferior a la del mercado (título defensivo).

Para el cálculo del coeficiente beta se tomarán los mismos datos que para la predicción con el modelo ARIMA para poder comparar la *beta de la era Covid* con la beta histórica de las compañías, además de poder obtener una primera aproximación al hecho de que se pudiese extrapolar el modelo ARIMA empleado para predecir el precio de alguna de las empresas analizadas a la predicción de la cotización del índice IBEX 35 en caso de seguir un patrón de variabilidad similar.

Otro aspecto a indicar sería que, aunque como se ha indicado anteriormente, Rovi no entró a formar parte del IBEX 35 hasta diciembre de 2021, sí que sería correcto realizar la beta de esta empresa y relacionarla con el índice ya que, pese a que no se tuviese en cuenta para su cálculo durante gran parte del periodo analizado, la compañía ya cotizaba en el mercado continuo español desde 2007 (Gómez Mardones, 2007) y el IBEX 35 era su índice de referencia.

4. RESULTADOS

4.1 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BOX-JENKINS

Como se ha explicado en el apartado de [Datos y metodología](#), para la modelización ARIMA de las series temporales se va a aplicar la metodología Box-Jenkins, siguiendo para ello los 4 pasos que se establecen, además de un paso previo para verificar si las series son estacionarias y en caso de no serlo, aplicar las modificaciones oportunas para convertirlas en estables.

4.1.1 Paso 0: Estacionariedad de la serie

Previamente a la identificación del modelo ARIMA de cada una de las series, se debe comprobar que estas sean estacionarias, pues es uno de los requisitos para poder construir el modelo ARIMA. Para ello se presenta a continuación los gráficos de las series y sus correlogramas.

De ahora en adelante el precio de la acción de Inditex se denominará con la variable ITX y de forma análoga se hará para Rovi, siendo la variable ROVI, correspondiendo estas denominaciones a los tickers de las entidades.



Gráfico 6. Series temporales de ITX y ROVI. Elaboración propia a partir de datos de Yahoo Finance

Como se observa en ambas series, estas podrían ser no estacionarias en media debido a que ninguna de las dos oscila en torno a un valor medio de una forma constante.

En el caso de Inditex, el precio medio de la serie analizada sería de unos 27,174€/acción con una oscilación máxima entre el máximo y el mínimo de 11,35€/acción, alcanzando el mínimo de la serie (21,19€/acción) el día 30/10/2020 coincidiendo con la fecha de registro del dividendo del ejercicio 2019, observándose una bajada en los días previos a esta fecha y un aumento en las fechas siguientes. Esto se podría deber a que si se observan los dividendos históricos de Inditex (Inditex, 2022), el del ejercicio 2019 además de no repartirse a cuenta del resultado (debido a la situación derivada de la pandemia) es menor, aproximadamente la mitad, que el resto de ejercicios, por lo que, ante el anuncio de la cifra de dividendo a repartir, algunos inversores podrían haber vendido la acción bajando por ello el precio de esta en la fecha señalada. En cuanto al máximo de la serie analizada, este se alcanzaría el 18/05/2021, días en los que anuncia que el beneficio a repartir en 2021 sería el doble que el repartido en 2020, volviendo a las cifras anteriores a la pandemia (El País, 2021).

En el caso de Rovi, el precio medio de la serie analizada sería de 44,46€/acción con una oscilación de 53,10€/acción entre el máximo y el mínimo. Esta diferencia es tan amplia debido a que, como se observaba en el gráfico 6, el precio de la acción de la empresa ha sufrido una tendencia claramente ascendente, llegando a triplicar al final de la serie el precio inicial. Esto se debe principalmente a sus buenas expectativas de

crecimiento (aspecto muy valorado por los inversores), hecho que hace que en diciembre de 2021 pasase a formar parte del IBEX 35 (20/12/2021), sustituyendo a Viscofan y consiguiendo el 30 de diciembre de ese año el precio máximo de la serie analizada (73,80€/acción)

A continuación, se presentan también las funciones de autocorrelación total y parcial de ambas empresas. En la función de autocorrelación (FAC) se observa en ambos casos que los retardos superan la banda de significatividad marcada y estos tienen un lento decrecimiento, lo que indica la presencia de una no estacionariedad en varianza que dominaría la posible no estacionariedad en media que se comentaba anteriormente, pues todos los retardos se encuentran por encima de la banda de significatividad. Además, se podría intuir que el orden de retardos de la parte autorregresiva podría ser 1 en ambos casos ya que en la función de autocorrelación parcial (FACP) es el primer retardo el que sobresale de la banda de significatividad.

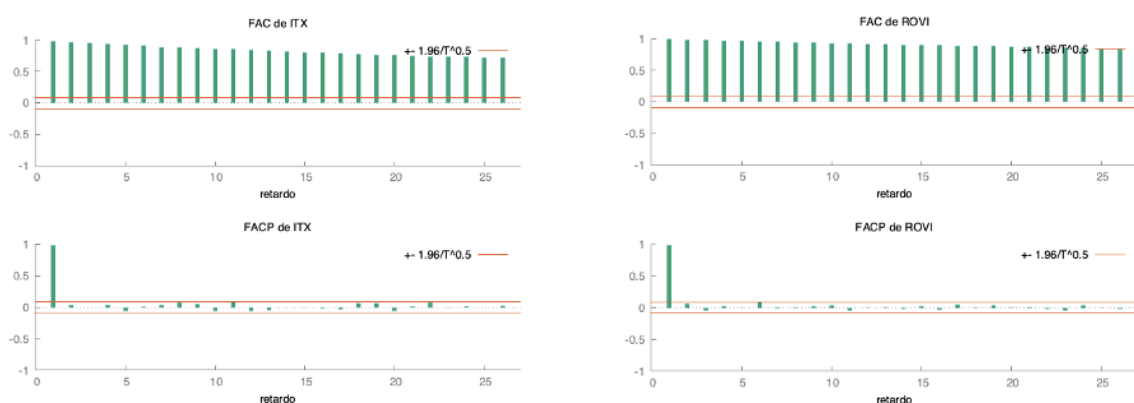


Gráfico 7. Funciones de autocorrelación total y parcial de ITX y ROVI. Elaboración propia a partir del programa econométrico Gretl

También es importante indicar que en ambas series no se darían procesos de estacionalidad (no hay ciclos repetitivos), ya que como se observará posteriormente en el test de Dickey-Fuller, la tendencia no es significativa en estas series.

Para confirmar la presencia de procesos estacionarios se realiza el contraste de Dickey-Fuller ampliado. Las hipótesis de dicho contraste serían:

H_0 : ITX es al menos $I(1)$, tiene al menos una raíz unitaria y no sería estacionario

H_A : ITX es $I(0)$, estacionario

Este contraste se realiza con el programa econométrico Gretl y se utiliza el criterio SBIC (criterio de Schwartz) ya que es el más utilizado en la selección de modelos. En el [anexo III](#) se puede observar las salidas del programa econométrico con más detalle y la

explicación de la no significatividad de la tendencia. Para contrastar la hipótesis se utilizará el criterio del p-valor, rechazando la hipótesis nula en caso de que el p-valor asociado al contraste sea inferior al nivel de significación generalmente aceptado del 5%. Este p-valor en el caso de Inditex es de 0,261 y al ser superior al 0,05 (5%) se aceptaría la hipótesis nula y por lo tanto la serie sería no estacionaria. Sucede de igual manera con Rovi, que presenta un p-valor de 0,8353, superior de nuevo al 5%, siendo también una serie no estacionaria.

Para convertir la serie en estacionaria se toman las primeras diferencias de la variable. En el [anexo IV](#) se puede observar que las series temporales de ambas empresas y sus correlogramas adoptan una forma de serie estacionaria, pues el gráfico de la serie oscila en torno a una media y, de forma general, los retardos del correlograma se encuentran dentro de las bandas de significación, aunque en el caso de Rovi algunos de los retardos sobrepasan ligeramente las bandas de significatividad. Si se observan los gráficos de ambas empresas se ve que los retardos que sobresalen en el caso de Rovi son los retardos que llegan al límite o se encuentran muy próximo a él en el caso de Inditex, por lo que esto podría estar relacionado con la inestabilidad puntual en la bolsa que hubiese generado algún valor atípico. No obstante, para comprobarlo se realiza de nuevo el contraste de Dickey-Fuller ampliado para comprobar que la serie en primeras diferencias es estacionaria, siendo en este caso las hipótesis a contrastar:

H_0 : d_ITX es al menos $I(1)$ (ITX es al menos $I(2)$, no estacionario)

H_A : d_ITX es $I(0)$, (ITX es $I(1)$ y d_ITX es estacionario)

En el [anexo V](#) se puede observar la salida del programa Gretl en el que se indican los p-valores. Se utiliza de nuevo la misma estrategia empleada en el caso de las variables sin diferencias. En este caso los p-valor de d_ITX y d_ROVI tienden a cero como se observa en el citado [anexo V](#), por lo que al ser menor que 0,05, se rechazarían las hipótesis nulas y por lo tanto ambas series serían estacionarias con un orden de integración, permitiendo esto conocer el valor del parámetro d del modelo ARIMA correspondiente al orden de integración, siendo $d=1$. Una vez verificada la condición de estacionariedad, se puede iniciar el primer paso de la metodología de Box-Jenkins.

4.1.2 Paso 1: Identificación del modelo ARIMA

Para la identificación del modelo ARIMA que mejor se ajusta a las series temporales ITX y ROVI se utilizará el programa R, en concreto dentro de este programa se empleará el paquete *forecast* que permite ejecutar la función *auto.arima*. Esta función *auto.arima* devuelve el conjunto p, d, q de ARIMA que minimiza los valores AIC y BIC (del criterio SBIC, Schwartz) que se obtienen para las diferentes iteraciones que realiza de forma automática el programa. En primer lugar, realiza los cálculos de forma aproximada y después afina los cálculos para devolver las cifras exactas de AIC y BIC. En el [anexo VI](#) se puede observar la salida del programa R con dicha iteración para ambas series temporales.

Como se puede observar en dicho [anexo VI](#), en el caso de la serie de Inditex el mejor modelo sería un ARIMA (1,1,0) y en el caso de la serie de Rovi el mejor modelo sería un ARIMA (1,1,0).

4.1.3 Paso 2: estimación de parámetros y constantes

Para la estimación de los parámetros se regresa de nuevo al programa econométrico Gretl en el que se va a restringir la muestra omitiendo las 15 últimas observaciones que son las que se pretende estimar (15 primeras sesiones de cotización de febrero). El método de estimación a emplear será en ambos casos el método de Máxima Verosimilitud Exacta (MVE). Esta selección del método que mejor estima los parámetros y constantes la realiza de forma automática el programa Gretl al introducir los parámetros de ARIMA p, d y q obtenidos previamente.

En el caso de Inditex el modelo ARIMA (1,1,0) se representaría:

$$(1 - L)ITX = \delta + \phi_1 ITX_{t-1} + u_t \rightarrow$$

$$(1 - L)ITX = 0,00600299 - 0,0819829ITX_{t-1} + u_t$$

Se presenta a continuación la salida del programa Gretl para dicho modelo:

```
ARIMA (1,1,0) :
ARIMA, usando las observaciones 2-474 (T = 473)
Estimado usando AS 197 (MV exacta)
Variable dependiente: (1-L) ITX
Desviaciones típicas basadas en el Hessiano
```

	coeficiente	Desv. típica	z	valor p
const	0.00600299	0.0226416	0.2651	0.7909
phi_1	-0.0819829	0.0459679	-1.783	0.0745 *

Media de la vble. dep.	0.005793	D.T. de la vble. dep.	0.535058
Media de innovaciones	-0.000169	D.T. innovaciones	0.532700
R-cuadrado	0.968852	R-cuadrado corregido	0.968852
Log-verosimilitud	-373.2677	Criterio de Akaike	752.5354
Criterio de Schwarz	765.0127	Crit. de Hannan-Quinn	757.4430

		Real	Imaginaria	Módulo	Frecuencia

AR					
Raíz	1	-12.1977	0.0000	12.1977	0.5000

En el caso de Rovi el modelo ARIMA (1,1,0) se representaría:

$$(1 - L)ROVI = \delta + \phi_1 ROVI_{t-1} + u_t \rightarrow$$

$$(1 - L)ROVI = -0,000088 - 0,03294ROVI_{t-1} + u_t$$

ARIMA (1,1,0):

ARIMA, usando las observaciones 2-474 (T = 473)

Estimado usando AS 197 (MV exacta)

Variable dependiente: (1-L) ROVI

Desviaciones típicas basadas en el Hessiano

	coeficiente	Desv. típica	z	valor p	

const	0.0933633	0.0447622	2.086	0.0370	**
phi_1	-0.142849	0.0456704	-3.128	0.0018	***

Media de la vble. dep.	0.093869	D.T. de la vble. dep.	1.124936		
Media de innovaciones	-0.000110	D.T. innovaciones	1.112279		
R-cuadrado	0.994165	R-cuadrado corregido	0.994165		
Log-verosimilitud	-721.5008	Criterio de Akaike	1449.002		
Criterio de Schwarz	1461.479	Crit. de Hannan-Quinn	1453.909		

		Real	Imaginaria	Módulo	Frecuencia

AR					
Raíz	1	-7.0004	0.0000	7.0004	0.5000

4.1.4 Paso 3: chequeo del modelo

Para chequear los modelos propuestos anteriormente se presenta a continuación una tabla resumen, indicando posteriormente observaciones o comentarios a algunos de los chequeos realizados:

	INDITEX		ROVI	
No significatividad individual (p-valores)	Constante: 0,7909	No significativo	Constante: 0,0370	Significativo
	Phi_1: 0,0745	No significativo	Phi_1: 0,0018	Significativo
Normalidad (p-valor)	7,78342e-22	No normalidad	2,34118e-31	No normalidad
Homocedasticidad residuos (p-valor)	0,0707551	Homocedasticidad de los residuos	0,673617	Homocedasticidad de residuos

Tabla 1. Tabla resumen del chequeo de los modelos. Elaboración propia

En todos los casos planteados, en el supuesto de que el p-valor arriba indicado fuese superior al 5% (0,05) se aceptaría la hipótesis nula planteada, es decir, la no significatividad individual del parámetro, la normalidad de los residuos y la homocedasticidad de los residuos (primera columna de la tabla).

La significatividad de los parámetros se traduce en que este no es debido al azar y por ello hace más confiable el modelo utilizado para estimar los precios futuros de las acciones. En cuanto a la normalidad y la homocedasticidad de los residuos, estos aspectos hacen referencia a dos de las características deseables para la parte aleatoria de cualquier modelo, ya que en caso de incumplimiento de estas características el modelo podría ser no óptimo. Este incumplimiento podría ser debido a observaciones atípicas, escasez de datos, entre otros motivos.

Otro aspecto relevante del chequeo sería comprobar si los residuos de los modelos son ruido blanco. A continuación, se presentan los gráficos de los residuos contra el tiempo de ambos modelos:

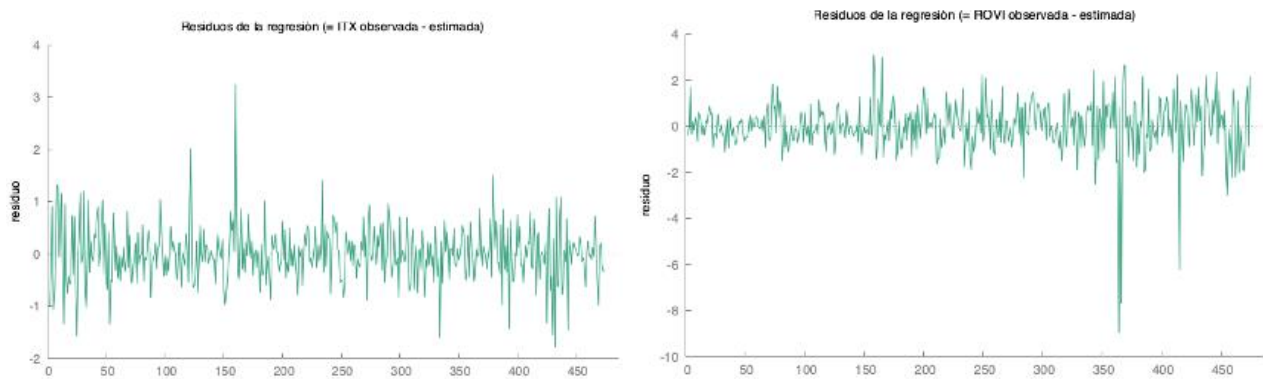


Gráfico 8. Residuos de los modelos ARIMA de ITX y ROVI contra el tiempo. Elaboración propia con el programa Gretl

Dado que en ambos casos los residuos contra el tiempo oscilan en torno al valor medio 0, se podría concluir que los residuos de ambos modelos son ruido blanco, cumpliéndose por tanto uno de los supuestos del modelo ARIMA, pues al ser ruido blanco significa que los modelos devuelven procesos estacionarios.

4.1.5 Paso 4: Predicción de los precios de cotización

Se va a realizar tanto una estimación puntual como por intervalo, siendo esta estimación dinámica ya que el modelo ARIMA (1,1,0) predice el precio actual en función del valor anterior y a partir de la segunda observación se emplearán los valores estimados anteriores.

En el caso de Inditex se presenta a continuación una tabla y un gráfico ilustrativo en los que se indican los valores reales, la predicción puntual y la predicción por intervalo, con una última columna en la que se observa también si el valor real se encuentra en el intervalo de confianza de predicción con un 95% de confianza.

FECHA	PRECIO REAL	ESTIMADO	IC AL 95%		¿CUMPLE?
			MINIMO	MÁXIMO	
1/2/22	27,030	26,770	25,726	27,814	SI
2/2/22	26,410	26,774	25,357	28,192	SI
3/2/22	25,820	26,780	25,066	28,495	SI
4/2/22	25,040	26,786	24,819	28,754	SI
7/2/22	24,800	26,792	24,601	28,984	SI
8/2/22	25,490	26,798	24,404	29,193	SI
9/2/22	25,940	26,804	24,223	29,386	SI
10/2/22	26,230	26,810	24,054	29,567	SI
11/2/22	25,750	26,816	23,896	29,737	SI
14/2/22	25,330	26,822	23,747	29,898	SI
15/2/22	25,200	26,828	23,605	30,052	SI
16/2/22	25,430	26,834	23,470	30,199	SI
17/2/22	25,460	26,840	23,340	30,341	SI
18/2/22	25,350	26,846	23,216	30,477	SI
21/2/22	25,120	26,852	23,096	30,609	SI

Tabla 2. Predicciones del precio de la acción de Inditex con ARIMA (1,1,0). Elaboración propia

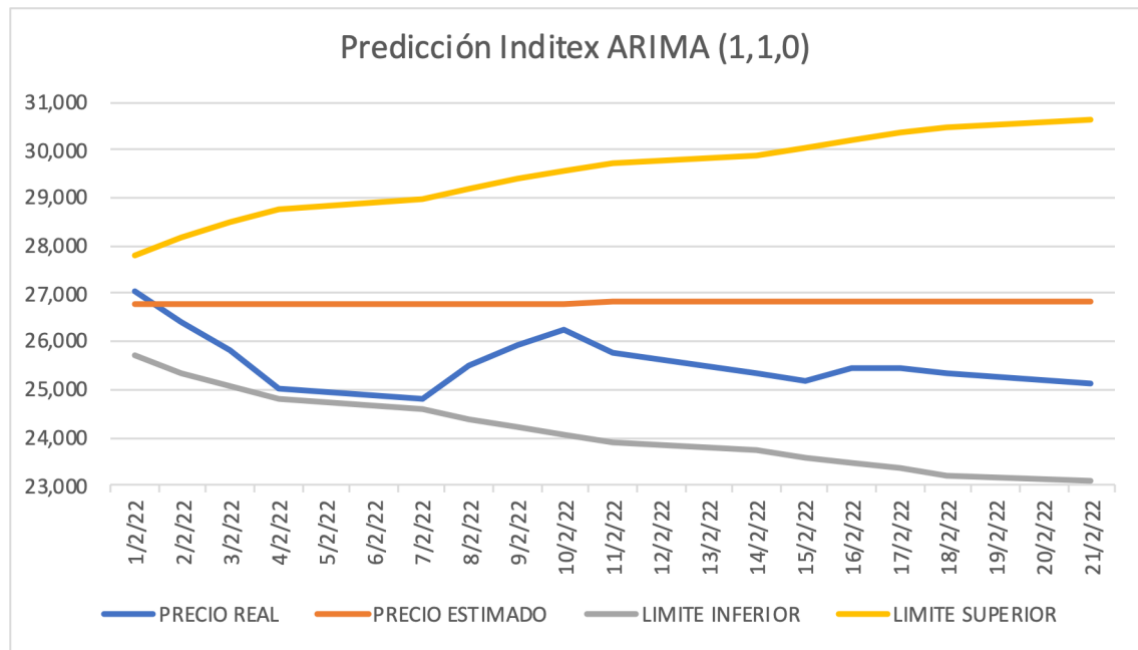


Gráfico 9. Representación gráfica de las predicciones del precio de la acción de Inditex con ARIMA (1,1,0). Elaboración propia.

Como se puede observar, todas las predicciones se encontrarían dentro del intervalo de confianza planteado. Sucede lo mismo en el caso de Rovi como se observa a continuación:

FECHA	PRECIO REAL	ESTIMADO	IC AL 95%		¿CUMPLE?
			MINIMO	MÁXIMO	
1/2/22	66,600	65,164	62,984	67,344	SI
2/2/22	67,800	65,304	62,433	68,176	SI
3/2/22	65,600	65,909	61,941	68,841	SI
4/2/22	66,500	65,485	61,543	69,427	SI
7/2/22	65,900	65,578	61,199	69,958	SI
8/2/22	62,100	65,672	60,895	70,449	SI
9/2/22	64,400	65,765	60,622	70,909	SI
10/2/22	66,100	65,859	60,373	71,344	SI
11/2/22	65,100	65,952	60,144	71,760	SI
14/2/22	64,300	66,045	59,932	71,159	SI
15/2/22	67,400	66,139	59,735	71,543	SI
16/2/22	68,700	66,232	59,550	72,914	SI
17/2/22	69,900	66,325	59,376	73,274	SI
18/2/22	68,300	66,419	59,213	73,625	SI
21/2/22	69,900	66,512	59,058	73,966	SI

Tabla 3. Predicciones para el precio de la acción de Rovi. Elaboración propia.

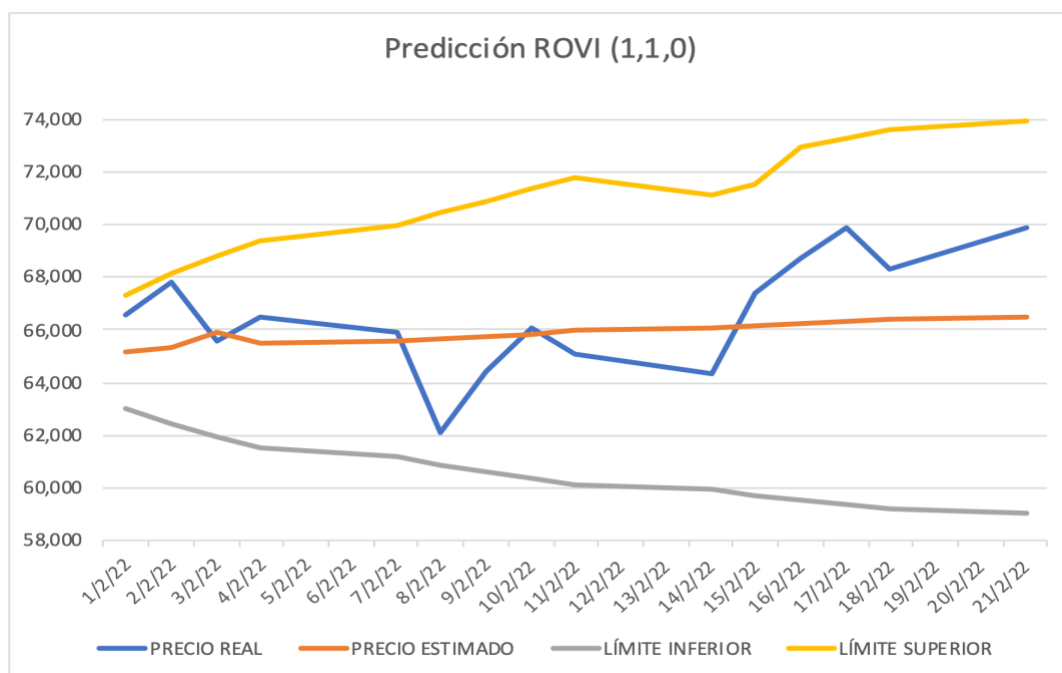


Gráfico 10. Representación gráfica de las predicciones del precio de la acción de Rovi con ARIMA (1,1,0). Elaboración propia.

4.2 ANÁLISIS DEL COEFICIENTE BETA

Para el cálculo del coeficiente beta se partirá de la fórmula indicada en el apartado de [Metodología](#) empleando los datos descritos en el apartado de [Muestra](#). A continuación, se presenta una tabla resumen con las desviaciones típicas y coeficientes de correlación empleadas para el cálculo de la beta:

	DT Título	Correl. con IBEX	DT IBEX	Beta
INDITEX	0,02041	0,76815	0,01348	1,16258
ROVI	0,02352	0,12637	0,01348	0,22042

Tabla 4. Desviaciones típicas y coeficientes de correlación para el cálculo de beta. Elaboración propia

Como se observa en la tabla, el coeficiente beta de Inditex es algo superior a la unidad, lo que indica que el precio de dicha acción evoluciona de forma similar al índice IBEX 35 y se trataría de una acción agresiva. Este aspecto se podía intuir antes de realizar los cálculos debido a que, como se ha indicado anteriormente, la empresa Inditex es una de las que mayor peso presenta en el cálculo del índice IBEX 35 (entre un 8-10%, dependiendo de su precio diario y de la cotización del resto de empresas).

En cuanto a los títulos de Rovi, se observa un valor de la beta de 0,22042 indicando esto que se trataría de un título defensivo dado que la evolución del precio de la acción, aunque seguiría la misma dirección de crecimiento que el IBEX 35, sería menor

debido a que el valor del coeficiente beta es inferior a la unidad. Esto se debe a que la correlación de Rovi y el IBEX es cercana a cero pues como se ha indicado anteriormente Rovi ha experimentado un crecimiento sostenido y prolongado durante toda la serie estudiada, mientras que el IBEX 35 ha sufrido más altibajos, por lo que mientras que el precio de la acción de Rovi estaba casi siempre en aumento, el IBEX 35 sufría menores aumentos que Rovi e incluso disminuciones. Si el IBEX 35 no hubiese tenido decrementos de valor y los aumentos hubiesen sido menores (en términos relativos) que los de Rovi la beta sería muy superior a la unidad y se trataría de un título agresivo.

5. CONCLUSIONES

La primera conclusión del análisis llevado a cabo sería que, aunque la predicción puntual de los precios de las acciones para ambos casos no coincide con los valores reales que finalmente se dieron en el mercado, estas cotizaciones sí que se encontraban en el intervalo de confianza predicho. Por lo tanto, este análisis podría servir como guía para establecer una banda en la que se podría encontrar el precio real de la acción con una confianza de un 95%. Bien es verdad que, si se observa esta banda en ambos casos, conforme aumenta la distancia entre el último dato real (31/1/2022) y la fecha de predicción, esta se va ampliando y va adoptando una forma cónica. Esto se debe a que en ambos casos el mejor modelo para predecir el precio ha sido un ARIMA (1,1,0) implicando esto que el precio predicho dependía del precio de la sesión anterior y por ello a partir del precio del día 2/2/2022 se empleaban las predicciones anteriores y no los datos reales del mercado, realizándose una estimación dinámica. Este hecho reflejaría la limitación de memoria corta del modelo ARIMA, haciendo que, como se observaban en los gráficos del apartado de [Resultados](#), las predicciones puntuales tendiesen a un valor medio por el elevado número de datos empleados para la selección del mejor modelo.

Al ser en ambos casos el mejor modelo un ARIMA (1,1,0), el precio actual vendría explicado de forma lineal por el precio inmediatamente anterior (precio histórico) y es por ello por lo que se podría plantear que para los casos de Inditex y Rovi no se verificaría la hipótesis de mercado eficiente en su forma débil en el periodo analizado ya que los movimientos actuales de los precios guardarían cierta relación con los precios pasados. Derivado de esto también se podría plantear que no se verificaría la teoría del paseo

aleatorio de Malkiel ya que el precio de las acciones no se movería de una manera totalmente impredecible. De verificarse el no cumplimiento de las anteriores teorías se podría concluir que tanto el análisis técnico como el fundamental serían útiles para determinar el valor de las acciones de las dos empresas analizadas y por lo tanto poder tomar decisiones de inversión o desinversión con el objetivo de obtener beneficios, ya que es posible “*batir al mercado*”.

Antes de rechazar la hipótesis se deberían aplicar otros métodos de predicción del precio de las acciones en función de datos históricos que superasen algunas de las limitaciones del modelo ARIMA descritas anteriormente. Estos métodos podrían ser:

- Lineales (igual que lo es ARIMA) que fuesen más precisos que el modelo aplicado (como por ejemplo ARFIMA, que supera la limitación de memoria corta) o que recogiesen otras variables históricas disponibles como por ejemplo la volatilidad (aplicación de varios modelos Garch de Liu y Hung en el S&P-100)
- No lineales: pueden recoger la presencia de no linealidades y ciclos en las series, mediante el uso de redes neuronales, por ejemplo. Estas son capaces de detectar patrones y normas para predecir el precio futuro de las acciones en función de valores históricos, muy útil en el análisis técnico. Algunos ejemplos de modelos que aplican este tipo de métodos serían *Candlestick Chart Analysis Expert System* o la red neuronal probabilística, capaz de detectar valores atípicos y datos erróneos.

Por otro lado, si se analizan los resultados obtenidos para ambas empresas por separado, se podría decir que el modelo ARIMA empleado sería más correcto y fiable para predecir el precio de las acciones de Rovi que las de Inditex, ya que como se ha visto en el apartado de resultados, los coeficientes del modelo en el primer caso serían significativos individualmente mientras que en el segundo caso no, implicando esto que pudiesen ser producto del azar y por tanto las predicciones realizadas no fuesen del todo precisas. Esto se puede deber en parte a la alta volatilidad en el precio de las acciones de Inditex ocasionado esto por el descenso de ventas por el cierre temporal de sus tiendas físicas y por el anuncio del cambio de director general, que puede haber generado inquietud entre los inversores, especialmente en aquellos que se dejan guiar por las noticias, sesgos cognitivos o emociones y por tanto no realizan análisis fundamental ni técnico. Dichos hechos pueden haber generado caídas abruptas en una sesión de

cotización acompañadas de recuperaciones en los días posteriores que podrían haber distorsionado los datos afectando esto a la fiabilidad del modelo.

En cuanto a los resultados obtenidos en el cálculo de la beta, es importante indicar que en el caso de Rovi estos son bastante similares a los históricos, como se puede observar en la tabla comparativa del [Anexo VII](#). Por lo que, pese a la gran variación en precio que ha sufrido por sus expectativas de crecimiento, la beta a 3 años vista (que incluiría datos anteriores a la pandemia) es muy similar a la de la *época Covid*, reflejando esto que la relación entre la volatilidad del precio de las acciones de Rovi y la cotización del IBEX 35 permanece constante a lo largo del tiempo.

Otro aspecto relevante sería que la beta de Rovi se encontraría en torno a la media del sector y, además, como se puede observar en el citado anteriormente [Anexo VII](#), de forma histórica (a 3 años vista) las betas del sector farmacéutico han sido inferiores a la unidad. Esto se podría deber en parte a que más de la mitad de los datos empleados para el cálculo de la beta a tres años se han producido durante los años de pandemia y dado que el sector farmacéutico ha sido uno de los menos afectados (e incluso algunas empresas han salido beneficiadas) y con menos presencia en el IBEX 35, esto hace que, en muchas ocasiones, el índice evolucionase de forma contraria al precio de las farmacéuticas y por el contrario, cuando se producían aumentos de cotización del índice, los incrementos de precio en el sector farmacéutico eran mucho mayores, haciendo esto que la beta fuese positiva pero inferior a la unidad por la combinación de ambos hechos.

En el caso de Inditex, observando su beta histórica ([Anexo VII](#)), se ve que la de la época de la pandemia es algo superior a la histórica, pero todavía cercana a la unidad. Esto se debería principalmente a que el precio de la acción de Inditex ha experimentado una volatilidad mayor que la del IBEX 35, pues ha sufrido caídas y posteriores recuperaciones debido al cierre de sus establecimientos físicos durante la pandemia y por el anuncio del cambio de director general, como se ha comentado en apartados anteriores.

Por último, en cuanto a una posible extrapolación de los resultados obtenidos al índice IBEX 35 pudiendo aplicar un modelo ARIMA (1,1,0) en la predicción de los valores de cierre de este y en vista al coeficiente beta, se podría decir que no sería correcto ya que la predicción más fiable de las dos empresas analizadas sería la de Rovi y el coeficiente beta de esta es de un 0,22. En el caso de Inditex la beta sería más cercana a la unidad pero si se decidiese extrapolar el modelo, se expondrían las predicciones realizadas para el IBEX 35 a la poca fiabilidad a la que se encuentran ya expuestas las de

Inditex además de verse reducida la exactitud por la diferencia de la beta de Inditex de la unidad (mayor variabilidad en el precio de Inditex). Realizando una primera aproximación al modelo correcto que predeciría la cotización del IBEX 35 se obtiene que sería un ARIMA (2,1,1), confirmando esto que no se deberían extrapolar los resultados obtenidos para Inditex para la predicción futura de valores del IBEX 35.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Bachelier, L. (1900). *La teoría de la especulación*. París.
- Bermejo Iglesias, A., Torres Pruñonosa, J., & Masferrer Llavinés, N. (2009). La utilización de los modelos ARIMA en la estimación del precio de acciones: una aplicación preliminar. En *Administrando en entornos inciertos. XXIII Congreso Anual AEDEM* (págs. 1-13). Sevilla: ESIC.
- Fama, E. F. (1970). Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. *The Journal of Finance*, 25 (2), 383–417.
- García, M. C., & et al. (2013). *Métodos para predecir índices bursátiles*. Medellín (Colombia): Ecos de Economía.
- Gonzalez Casimiro, M. P. (2009). *Análisis de series temporales: Modelos ARIMA*. País Vasco: Sarriko-on (Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales Universidad del País Vasco (UPV-EHU)).
- Gómez Mardones, I. (25 de Noviembre de 2007). Rovi sale a Bolsa sin el supositorio. *El País*.
- Gutiérrez, H. (30 de Noviembre de 2021). Marta Ortega asume la presidencia de Inditex en lugar de Pablo Isla. *El País*.
- Jenkins, G., & Box, G. (1976). *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. Englewood Cliffs (New Jersey, USA): Prentice Hall.
- Malkiel, B. (1973). *A RANDOM WALK DOWN WALL STREET : THE TIME-TESTED STRATEGY FOR SUCCESSFUL INVESTING*. W. W. NORTON & COMPANY
- Nievas Lopez, J. (2020). *Apuntes de aplicaciones econométricas para la empresa : apuntes de teoría y práctica en Gretl, 4º Grado en ADE*. Zaragoza: Digicopy.

7. WEBGRAFÍA

- Banco Mundial. (2022). *Banco Mundial*. Obtenido de Crecimiento del PIB (% anual) - European Union, Spain: <https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.KD.ZG?end=2020&locations=EU-ES&start=2011> consultado el 26/04/2022
- Banco Mundial. (2022). *Banco Mundial*. Obtenido de Crecimiento del PIB (% anual) - United States: <https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.KD.ZG?locations=US> consultado el 26/4/2022
- Banco Mundial. (2022). *Banco Mundial*. Obtenido de Crecimiento del PIB (% anual) - China: <https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.KD.ZG?locations=CN> consultado el 26/4/2022

Banco Mundial. (2022). *Banco Mundial*. Obtenido de Crecimiento del PIB (% anual) - European Union: <https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.KD.ZG?locations=EU> consultado el 26/4/2022

Bolsa Madrid. (Marzo de 2022). *IBEX 35*. Obtenido de https://www.bolsamadrid.es/docs/SBolsas/InformesSB/FS-IBEX35_ESP.pdf consultado el 28/4/2022

Bolsa Madrid. (Febrero de 2022). *Composición histórica- IBEX 35®*. Obtenido de <https://www.bolsamadrid.es/docs/SBolsas/InformesSB/compoIBEX.pdf> consultado el 28/4/2022

Bolsas y Mercados Españoles. (Abril de 2022). *Normas técnicas para la composición y cálculo de los índices de Sociedad de Bolsas*. Obtenido de https://www.bolsamadrid.es/docs/SBolsas/docsSubidos/NormasIndices/Normas_Indices_IBEX_esp.pdf consultado el 28/4/2022

Campos, F. (2 de Noviembre de 2018). *Diego Calvo*. Obtenido de Análisis de series temporales en R. ARIMA: <https://www.diegocalvo.es/analisis-de-series-temporales-en-r-arima/> consultado el 10/3/2022

Cattlin, B. (2022). *IG.COM*. Obtenido de ¿Qué es la hipótesis del mercado eficiente (EMH)?: <https://www.ig.com/es/estrategias-de-trading/-que-es-la-hipotesis-del-mercado-eficiente--emh---200302> consultado el 17/5/2022

Comisión Nacional del Mercado de Valores. (31 de Diciembre de 2021). Obtenido de Informe anual de gobierno corporativo de las sociedades anónimas cotizadas: Laboratorios Farmacéuticos ROVI, S.A.: https://www.rovi.es/sites/default/files/i.a.g.c._2021-cnmv.pdf consultado el 4/5/2022

Datos Macro. (2022). *Expansión*. Obtenido de IPC de USA: <https://datosmacro.expansion.com/ipc-paises/usa?sc=IPC-IG> consultado el 26/4/2022

Datos Macro. (2022). *Expansión*. Obtenido de IPC Armonizado de Zona Euro: <https://datosmacro.expansion.com/ipca/zona-euro> consultado el 26/4/2022

Datos Macro. (2022). *Expansión*. Obtenido de IPC de China: <https://datosmacro.expansion.com/ipc-paises/china?sc=IPC-IG> consultado el 26/4/2022

Datos Macro. (Abril de 2022). *Expansión*. Obtenido de IPC de España: <https://datosmacro.expansion.com/ipc-paises/espana> consultado el 5/5/2022

El País. (3 de Mayo de 2021). *El País*. Obtenido de Amancio Ortega ingresa este lunes 646 millones por dividendo de Inditex, la mitad de lo que cobrará en 2021: <https://elpais.com/economia/2021-05-03/amancio-ortega-ingresa-este-lunes-646-millones-por-dividendo-de-inditex-la-mitad-de-lo-que-cobrara-en-2021.html%20%20consultado%20el%2017/02/2022> consultado el 28/4/2022

Europa Press. (15 de Febrero de 2022). *EPE*. Obtenido de El PIB de la eurozona creció un 5,2% en 2021 pese a la desaceleración del cuarto trimestre: <https://www.epe.es/es/economia/20220215/pib-eurozona-crecio-2021-desaceleracion-13240222> consultado el 26/4/2022

Fondo Monetario Internacional. (Enero de 2022). *Fondo Monetario Internacional*. Obtenido de Actualización de perspectivas de la economía mundial:

<https://www.imf.org/es/Publications/WEO/Issues/2022/01/25/world-economic-outlook-update-january-2022#Projections> consultado el 28/4/2022

Inditex. (2022). *Dividendos*. Obtenido de <https://www.inditex.com/es/inversores/relacion-con-inversores/dividendos> consultado el 3/5/2022

Instituto Nacional de Estadística. (2022). *INE*. Obtenido de Contabilidad nacional anual de España: principales agregados. Resultados: https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736177057&menu=resuItados&idp=1254735576581 consultado el 3/5/2022

Instituto Nacional de Estadística. (2022). *INE*. Obtenido de Sección prensa / Producto Interior Bruto (PIB): https://www.ine.es/prensa/pib_tabla_cne.htm consultado el 4/5/2022

ROVI. (14 de Marzo de 2022). *Sobre colocaciones significativas de instrumentos financieros*. Obtenido de <https://rovi.es/es/content/sobre-colocaciones-significativas-instrumentos-financieros-0> consultado el 3/5/2022

Simón Ruiz, A. (16 de Febrero de 2022). *Cinco Días (El País)*. Obtenido de Rovi fabricará fármacos con ARN mensajero de Moderna durante la próxima década: https://cincodias.elpais.com/cincodias/2022/02/16/companias/1644994436_864258.html consultado el 5/5/2022

8. ANEXOS

Anexo I. Cifras de Inditex

	2021	2020	2019
Volumen de negocio	Millones de euros		
Ventas	27,716	20,402	28,286
Resultados y cash-flow			
EBITDA	7,183	4,552	7,598
EBIT	4,282	1,507	4,772
Resultado neto	3,250	1,104	3,647
Resultado neto atribuido a la dominante	3,243	1,106	3,639
Cash-flow (Resultado neto atribuido más amortizaciones y provisiones)	6,530	3,864	6,695
Estructura financiera			
Patrimonio neto atribuido a la dominante	15.733	14,520	14,913
Deuda financiera neta (caja)	-9.359	-7,560	-8,060

Gráfico 11. Cifras de Inditex. Fuente: [Web para inversores de Inditex](#)

Anexo II. Cifras de Rovi

En millones de euros	2020	2019
Cifra de negocio	421,1	382,5
EBITDA	94,2	60,9
EBIT	74,7	42,6
Beneficio neto	61,1	39,3
Inversiones	39,7	40,5
Deuda financiera	74,4	84,8
Deuda financiera neta	19,8	15,9

Gráfico 12. Cifras de Rovi. Fuente: [Informe de 2020 de Rovi](#)

Anexo III. Salidas de Gretl del contraste de Dickey-Fuller ampliado sobre las variables originales

- INDITEX:

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para ITX
 contrastar hacia abajo desde 17 retardos, con el criterio BIC
 tamaño muestral 488
 la hipótesis nula de raíz unitaria es: $[a = 1]$

contraste con constante

incluyendo 0 retardos de $(1-L)ITX$
 modelo: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + e$
 valor estimado de $(a - 1)$: -0.0166278
 estadístico de contraste: $\tau_c(1) = -2.0606$
valor p asintótico 0.261
 Coef. de autocorrelación de primer orden de e : -0.063

Regresión de Dickey-Fuller
 MCO, usando las observaciones 2-489 (T = 488)
 Variable dependiente: d_ITX

	coeficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p
const	0.453413	0.220238	2.059	0.0401 **
ITX_1	-0.0166278	0.00806941	-2.061	0.2610

AIC: 768.013 BIC: 776.393 HQC: 771.305

con constante y tendencia

incluyendo 0 retardos de $(1-L)ITX$
 modelo: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + e$
 valor estimado de $(a - 1)$: -0.0270372
 estadístico de contraste: $\tau_{ct}(1) = -2.23877$
 valor p asintótico 0.4673
 Coef. de autocorrelación de primer orden de e : -0.055

Regresión de Dickey-Fuller
 MCO, usando las observaciones 2-489 (T = 488)
 Variable dependiente: d_ITX

	coeficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p
const	0.663293	0.285150	2.326	0.0204 **
ITX_1	-0.0270372	0.0120768	-2.239	0.4673
time	0.000295439	0.000255090	1.158	0.2474

AIC: 768.665 BIC: 781.236 HQC: 773.603

Como se observa, el coeficiente del elemento temporal tiende a 0, además de presentar un p-valor de significatividad individual superior al 5%, lo que indica que el parámetro es no significativo y por ello no existiría tendencia en la serie temporal. Sucede de igual manera en el caso de Rovi que se muestra a continuación, aunque en este caso la tendencia aparece como significativa, pero se tomará como no significativa ya que tiene un coeficiente muy cercano a 0.

- ROVI:

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para ROVI
 contrastar hacia abajo desde 17 retardos, con el criterio BIC
 tamaño muestral 487
 la hipótesis nula de raíz unitaria es: $[a = 1]$

contraste con constante
 incluyendo un retardo de $(1-L)ROVI$
 modelo: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + \dots + e$
 valor estimado de $(a - 1)$: -0.00258854
 estadístico de contraste: $\tau_c(1) = -0.738152$
valor p asintótico 0.8353
 Coef. de autocorrelación de primer orden de e: 0.009

Regresión aumentada de Dickey-Fuller
 MCO, usando las observaciones 3-489 (T = 487)
 Variable dependiente: d_ROVI

	coeficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p	
const	0.231478	0.166478	1.390	0.1650	
ROVI_1	-0.00258854	0.00350678	-0.7382	0.8353	
d_ROVI_1	-0.140083	0.0450774	-3.108	0.0020	***

AIC: 1516.38 BIC: 1528.94 HQC: 1521.31

con constante y tendencia

incluyendo 0 retardos de $(1-L)ROVI$
 modelo: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + e$
 valor estimado de $(a - 1)$: -0.0623326
 estadístico de contraste: $\tau_{ct}(1) = -3.95224$
 valor p asintótico 0.01018
 Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0.106

Regresión de Dickey-Fuller
 MCO, usando las observaciones 2-489 (T = 488)
 Variable dependiente: d_ROVI

	coeficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p	
const	1.33639	0.330363	4.045	6.08e-05	***
ROVI_1	-0.0623326	0.0157714	-3.952	0.0102	**
time	0.00641300	0.00165942	3.865	0.0001	***

AIC: 1513.49 BIC: 1526.06 HQC: 1518.42

Anexo IV. Gráficos y correlogramas de las series diferenciadas

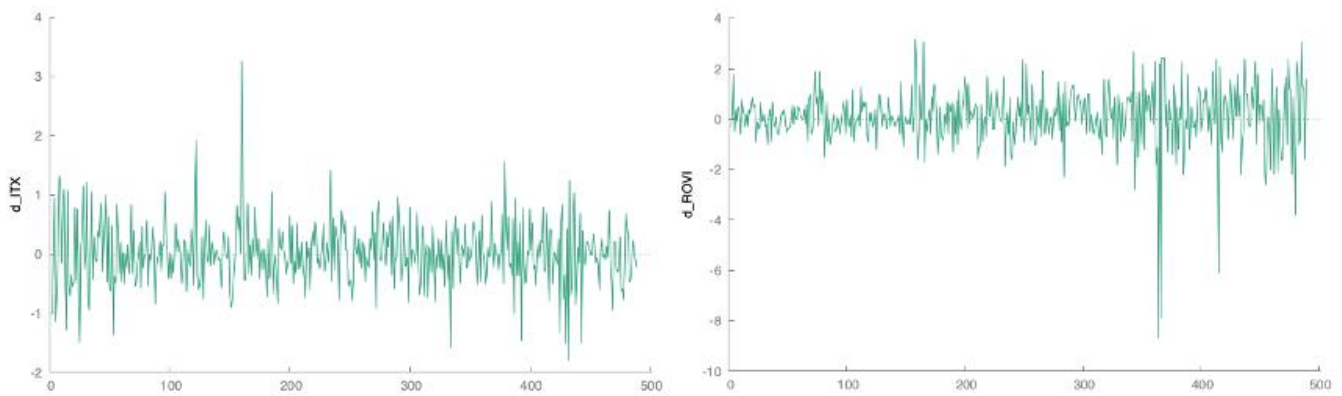


Gráfico 13. Gráficos de las series ITX y ROVI en primeras diferencias. Elaboración propia con el programa econométrico Gretl

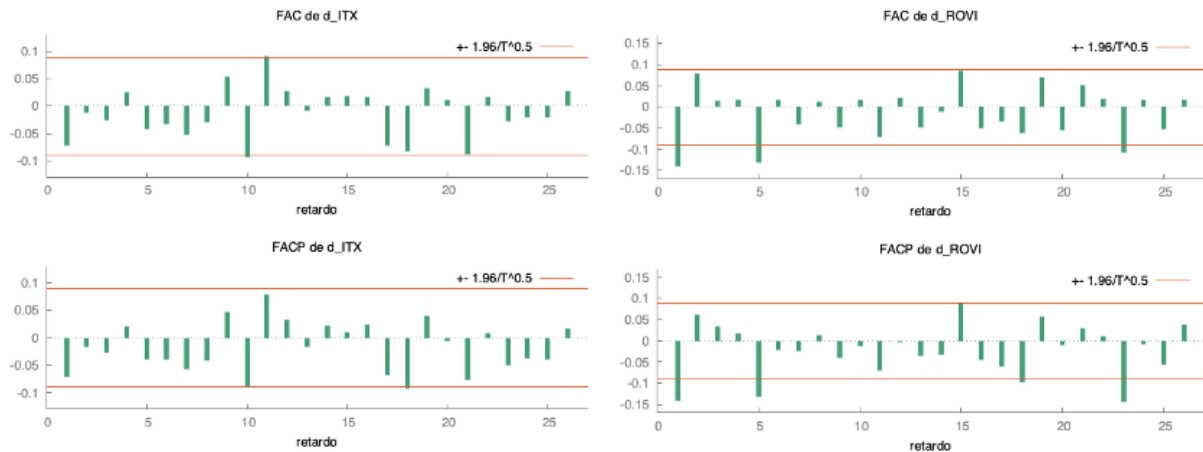


Gráfico 14. Correlogramas de las series ITX y ROVI en primeras diferencias. Elaboración propia con el programa econométrico Gretl

Anexo V: Salidas de Gretl del contraste de Dickey-Fuller ampliado sobre las variables diferenciadas

- INDITEX:

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para d_ITX
 contrastar hacia abajo desde 17 retardos, con el criterio BIC
 tamaño muestral 487
 la hipótesis nula de raíz unitaria es: $[a = 1]$

contraste con constante
 incluyendo 0 retardos de $(1-L)d_ITX$
 modelo: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + e$
 valor estimado de $(a - 1)$: -1.07145
 estadístico de contraste: $\tau_c(1) = -23.7411$
 valor p asintótico 7.809e-52
 Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0.004

Regresión de Dickey-Fuller
 MCO, usando las observaciones 3-489 (T = 487)

Variable dependiente: d_d_ITX

	coeficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p
const	0.00457178	0.0240135	0.1904	0.8491
d_ITX_1	-1.07145	0.0451307	-23.74	7.81e-52 ***

AIC: 765.533 BIC: 773.909 HQC: 768.823

- ROVI:

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para d_ROVI
 contrastar hacia abajo desde 17 retardos, con el criterio BIC
 tamaño muestral 487
 la hipótesis nula de raíz unitaria es: [a = 1]

contraste con constante
 incluyendo 0 retardos de (1-L)d_ROVI
 modelo: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + e$
 valor estimado de (a - 1): -1.14129
 estadístico de contraste: $\tau_c(1) = -25.3472$
valor p asintótico 2.87e-52
 Coef. de autocorrelación de primer orden de e: 0.009

Regresión de Dickey-Fuller
 MCO, usando las observaciones 3-489 (T = 487)
 Variable dependiente: d_d_ROVI

	coeficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p
const	0.114750	0.0520158	2.206	0.0278 **
d_ROVI_1	-1.14129	0.0450265	-25.35	2.87e-52 ***

AIC: 1514.92 BIC: 1523.3 HQC: 1518.22

Anexo VI: salidas del programa R

- INDITEX:

```
> library("readxl")
> file.choose()
[1]"/Users/jenniferguajardopellicer/Desktop/4\302\272ADE/TFG/INDITEX/
INDITEX DATOS PARA GRET.L.xlsx"
>ITX<-
read_excel("/Users/jenniferguajardopellicer/Desktop/4\302\272ADE/TFG/I
NDITEX/INDITEX DATOS PARA GRET.L.xlsx", sheet=1)
Error: unexpected '>' in ">"
>ITX<-read_excel("/Users/jenniferguajardopellicer/Desktop/4\302\272ADE
/TFG/INDITEX/INDITEX DATOS PARA GRET.L.xlsx", sheet=1)
> PRECIO=ts(ITX$Precio, frequency=1, start=1)
> library(forecast)
Registered S3 method overwritten by 'quantmod':
  method      from
  as.zoo.data.frame zoo
This is forecast 8.16
Need help getting started? Try the online textbook FPP:
http://otexts.com/fpp2/
> auto.arima(PRECIO, trace=TRUE)
```

Fitting models using approximations to speed things up...

```
ARIMA(2,1,2) with drift      : 757.3713
ARIMA(0,1,0) with drift      : 773.5459
ARIMA(1,1,0) with drift      : 770.4096
ARIMA(0,1,1) with drift      : 772.9942
ARIMA(0,1,0)                 : 771.5385
ARIMA(1,1,2) with drift      : 774.1014
ARIMA(2,1,1) with drift      : 772.9721
ARIMA(3,1,2) with drift      : Inf
ARIMA(2,1,3) with drift      : 755.9142
ARIMA(1,1,3) with drift      : 775.6386
ARIMA(3,1,3) with drift      : 774.6724
ARIMA(2,1,4) with drift      : 757.2935
ARIMA(1,1,4) with drift      : 777.6617
ARIMA(3,1,4) with drift      : 775.3753
ARIMA(2,1,3)                 : 753.8785
ARIMA(1,1,3)                 : 773.6389
ARIMA(2,1,2)                 : 755.3313
ARIMA(3,1,3)                 : 772.653
ARIMA(2,1,4)                 : 755.2423
ARIMA(1,1,2)                 : 772.107
ARIMA(1,1,4)                 : 775.6516
ARIMA(3,1,2)                 : 771.7825
ARIMA(3,1,4)                 : 773.3903
```

Now re-fitting the best model(s) without approximations...

```
ARIMA(2,1,3)                 : Inf
ARIMA(2,1,4)                 : Inf
ARIMA(2,1,2)                 : Inf
ARIMA(2,1,3) with drift      : Inf
ARIMA(2,1,4) with drift      : Inf
ARIMA(2,1,2) with drift      : Inf
ARIMA(1,1,0) with drift      : 771.7971
```

Best model: ARIMA(1,1,0) with drift

Series: PRECIO
ARIMA(1,1,0) with drift

Coefficients:
 ar1 drift
 -0.0718 0.0025
s.e. 0.0453 0.0224

sigma^2 = 0.2823: log likelihood = -382.87
AIC=771.75 AICc=771.8 BIC=784.32

• ROVI

```
> library("readxl")
> file.choose()
[1] "/Users/jenniferguajardopellicer/Desktop/4\302\272ADE/TFG/ROVI/ROVI
DATOS GRETL.xlsx"
>ROVI<-read_excel("/Users/jenniferguajardopellicer/Desktop/4\302\272
ADE/TFG/ROVI/ROVI DATOS GRETL.xlsx", sheet=1)
>PRECIO=ts(ROVI$PRECIO, frequency=1, start=1)
> library(forecast)
Registered S3 method overwritten by 'quantmod':
```

```

method          from
as.zoo.data.frame zoo
> auto.arima (PRECIO,trace=TRUE)

```

Fitting models using approximations to speed things up...

```

ARIMA(2,1,2) with drift      : 1520.128
ARIMA(0,1,0) with drift      : 1526.69
ARIMA(1,1,0) with drift      : 1519.787
ARIMA(0,1,1) with drift      : 1520.172
ARIMA(0,1,0)                 : 1528.353
ARIMA(2,1,0) with drift      : 1520.974
ARIMA(1,1,1) with drift      : 1520.557
ARIMA(2,1,1) with drift      : 1522.652
ARIMA(1,1,0)                 : 1522.634

```

Now re-fitting the best model(s) without approximations...

```

ARIMA(1,1,0) with drift      : 1519.217

```

Best model: ARIMA(1,1,0) with drift

```

Series: PRECIO
ARIMA(1,1,0) with drift

```

```

Coefficients:
      ar1      drift
    -0.1410    0.0999
s.e.    0.0449    0.0453

```

```

sigma^2 = 1.306:  log likelihood = -756.58
AIC=1519.17  AICc=1519.22  BIC=1531.74

```

Anexo VII: Betas históricas y del sector farmacéutico

Empresa	Beta a 1 año	Beta a 2 años	Beta a 3 años	Calculada
Inditex	1,07	1,12	1,07	1,16
Rovi	0,26	0,31	0,33	0,22
Grifols	0,11	0,12	0,28	N.A.
Almirall	0,82	0,60	0,64	N.A.
Pharma Mar	0,34	0,07	0,41	NA.

Tabla 5. Comparación betas históricas y del sector farmacéutico. Datos de [Infront Analytics](#)