

**COLEGIO UNIVERSITARIO DE ESTUDIOS  
FINANCIEROS**

**GRADO EN ADMINISTRACIÓN Y DIRECCIÓN DE  
EMPRESAS**

**Trabajo de Fin de Grado**



**MODELOS ECONÓMICOS PARA LA PREVISIÓN  
DE COTIZACIONES BURSÁTILES: CASO DE INDITEX**

**AUTOR: Ruiz de Zuazu Echevarría, Ignacio**

**TUTOR: Flores de Frutos, Rafael**

**Madrid, abril de 2020**

# Índice

<b>RESUMEN .....</b>	<b>3</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>2. PREVISIBILIDAD DE LOS RENDIMIENTOS BURSÁTILES .....</b>	<b>6</b>
2.1 ESTUDIOS PRINCIPALES .....	7
2.1.1 TERORÍA DE LOS MERCADOS EFICIENTES .....	7
2.1.2 FINANZAS DEL COMPORTAMIENTO Y BURBUJAS ESPECULATIVAS .....	10
2.1.3 MÉTODO GENERALIZADO DE MOMENTOS.....	12
2.2 CAMINATAS ALEATORIAS Y EFICIENCIA EN MERCADOS DE RENTA VARIABLE EUROPEOS .....	13
2.3 ANÁLISIS TÉCNICO Y ANÁLISIS FUNDAMENTAL EN LA PREVISIÓN DE TENDENCIAS .....	14
2.4 TRABAJO DE CAPORIN, RANALDO Y DE MAGISTRIS .....	16
<b>3. MODELOS VECM .....</b>	<b>17</b>
<b>4. ANÁLISIS EMPÍRICO .....</b>	<b>18</b>
4.1 DATOS EMPLEADOS .....	18
4.2 MODELOS ARMA PARA EL ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DÉBIL .....	20
4.2.1 IDENTIFICACIÓN DEL MODELO .....	21
4.2.2 ESTIMACIÓN DEL MODELO.....	22
4.3 COINTEGRACIÓN Y MODELOS VECM PARA ESTUDIAR LA EFICIENCIA SEMI-FUERTE .....	22
4.3.1 ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN MEDIANTE LAS TÉCNICAS DE GRANGER Y JOHANSEN .....	23
4.3.2 MODELOS VECM .....	26
4.4 PRUEBA DE PREDICCIÓN .....	27
<b>5. ESTRATEGIAS DE INVERSIÓN .....</b>	<b>27</b>
<b>6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>30</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>31</b>

## **RESUMEN**

En este trabajo se ampliará el estudio realizado por Caporin, Ranaldo y De Magistris (2013) en cuanto a las predicciones de los precios de las acciones a partir de modelos econométricos, empleando las acciones de Inditex como sujeto del estudio y, del mismo modo, se pondrá a prueba la hipótesis de los mercados eficientes enunciada por Fama. A partir de las previsiones obtenidas se evaluará la relevancia de las mismas para el análisis técnico y se planteará una estrategia de trading que sea capaz de batir en rendimiento a estrategias clásicas como la de comprar y mantener.

### **Palabras clave:**

- Eficiencia informacional de los mercados
- Previsibilidad de los rendimientos
- Relaciones de cointegración
- Modelo vectorial de corrección de error (VECM)
- Estrategias de trading

# 1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como objetivo ampliar el estudio realizado por Caporin et. al. (2013), centrándose en los precios máximos, mínimos y de cierre de las acciones de Inditex junto a los precios del NYSE Composite durante un periodo de tiempo pasado. Se abordarán cuatro cuestiones principales: ¿Son predecibles los precios previamente mencionados? ¿Se pueden modelizar esas predicciones? ¿Se puede observar la existencia de eficiencia informacional en el mercado? ¿Es posible elaborar una estrategia basada en previsiones capaz de vencer a estrategias clásicas como la de comprar y mantener?

Este trabajo difiere del estudio de Caporin et. al. (2013) al analizar y dar evidencia de que no solamente los precios máximos y mínimos, sino también los precios de cierre, los cuales se encuentran estrechamente relacionados y pueden aportar información al análisis técnico. Este trabajo también amplía información poniendo a prueba la hipótesis de los mercados eficientes de Fama, con el objetivo de averiguar el grado de información que nos aportan las series históricas de cada precio junto a sus posibles relaciones de cointegración.

Para responder a la primera pregunta, se analizarán las propiedades de las series históricas, además de las posibles relaciones de cointegración entre cada una de ellas, correspondientes a las distintas variables del estudio a partir de muestras semanales de los últimos 10 años.

Para responder a la segunda pregunta, se implementará el modelo vectorial de corrección de error (VECM) para las 4 variables a estudiar y las relaciones de cointegración entre los precios máximos y mínimos y los precios máximos con los de cierre.

La respuesta a la tercera pregunta se encontrará al igual que en la respuesta anterior, primero, mediante modelos autoregresivos para evaluar el grado de eficiencia informacional débil para cada uno de los precios y segundo mediante los modelos VECM, puesto que incluyen las posibles relaciones de cointegración para observar la posible existencia de eficiencia semi-fuerte para cada precio.

Con el fin de responder a la última pregunta, se adaptarán las predicciones obtenidas a una estrategia de trading que sea capaz de batir en rendimiento a las estrategias clásicas como la de comprar y mantener durante un periodo de tiempo fijado.

El presente documento está estructurado de la siguiente manera. En la sección 2 se realizará una revisión de la literatura relacionada con la previsibilidad de los rendimientos bursátiles rendimientos y eficiencia del mercado, junto a una breve explicación del estudio de Caporin et. al. (2013). La sección 3 hace referencia a los modelos VECM y las ventajas que nos aportará su uso para prever los rendimientos de las variables que se estudian. En la sección 4, se realizará el análisis empírico, así como los distintos métodos usados para observar el grado de eficiencia informacional y los modelos de predicciones finales junto a una prueba de estos modelos. En la sección 5 se elaborará la estrategia de trading con los precios previstos por los modelos VECM y finalmente unas conclusiones, que corresponden a la sección 6, en las que se responderá brevemente a las preguntas previamente planteadas al inicio de la introducción.

## 2. PREVISIBILIDAD DE LOS RENDIMIENTOS BURSÁTILES

El estudio acerca de la previsibilidad de los precios de las acciones se puede relacionar con el funcionamiento de los mercados, y es por eso por lo que los investigadores han mostrado su interés por resolver esta incógnita. Se podría afirmar que, si los mercados funcionasen correctamente, los precios tendrían una escasa previsibilidad y, haciendo referencia las cuestiones técnicas, se podría decir que los precios siguen una “caminata aleatoria”.

Sin embargo, existen razones por las cuales los precios pueden seguir patrones algo predecibles incluso en un mercado que funciona bien. Un factor clave es el riesgo. Los activos de riesgo son menos atractivos para los inversores, por lo que, en promedio, es un riesgo. Un mayor rendimiento para el activo de riesgo significa que su precio puede prever que aumente más rápido que para los activos seguros. Para detectar el mal funcionamiento del mercado, uno necesitaría tener una idea de lo que debería ser una compensación razonable por el riesgo. La cuestión de la previsibilidad y la cuestión de los rendimientos normales que compensan el riesgo están entrelazados.

El Premio Nobel de Economía ofrecido en 2013 recompensó el trabajo empírico llevado a cabo con el fin de llegar a entender cómo se determinan los precios de las acciones. Eugene Fama, Lars Peter Hansen y Robert Shiller desarrollaron métodos con ese propósito y los aplicaron en sus trabajos.

Eugene F. Fama nació en Boston en 1939, se doctoró en la Universidad de Chicago en 1964 y es profesor emérito de dicha universidad. Es considerado como el padre de la teoría de mercados eficientes y por su aportación a esta materia. Es firme defensor de los mercados y sostiene la idea de que el precio de los activos financieros en cada momento de tiempo recoge toda la información disponible.

Robert J. Shiller nació en Detroit en 1946, en 1972 obtuvo el doctorado en el Massachusetts Institute of Technology y es profesor en la Universidad de Yale. Destaca la imperfección de los mercados, considera que en el largo plazo los retornos para los inversores siguen un patrón predecible y ha realizado contribuciones significativas para el análisis de las burbujas especulativas.

Lars Peter Hansen nació en Illinois en 1952, en 1978 se doctoró en la Universidad de Minnesota y es profesor de la Universidad de Chicago. Se le reconocen sus aportaciones econométricas en la economía y por su contribución al Método Generalizados de Momentos.

## **2.1 ESTUDIOS PRINCIPALES**

### **2.1.1 TERORÍA DE LOS MERCADOS EFICIENTES**

Eugene Fama (1970) es considerado como el fundador de la Teoría de los Mercados Eficientes. Fama considera que un mercado es “informacionalmente eficiente” cuando los precios de los activos que en él se negocian, reflejan toda la información disponible y se ajustan total y rápidamente a la nueva información que pueda surgir.

En un mercado eficiente, los rendimientos de los activos reflejan su valor intrínseco, motivo por el que el modelo sostiene que no es posible obtener rendimientos superiores al promedio del largo plazo (Fama y Blume, 1966).

Fama y Blume (1966) afirman que se puede dar una situación en que toda la información de la que se dispone en el corto plazo, no se encuentre incorporada en los rendimientos. También tienen consideraciones acerca de la imposibilidad de predecir estas variaciones en el corto plazo, razón por la cual, el beneficio que se origina es fruto del azar. Es por ello por lo que si los activos se encuentran perfectamente valorados en el largo plazo y las variaciones de los precios en el corto plazo no son predecibles, no se tendrían motivos invertir dinero y tiempo en análisis que tiendan a identificar el valor intrínseco.

Del mismo modo, en una situación de mercado eficiente, la nueva información no se podría predecir puesto que, de lo contrario, formaría parte de la información actual y por lo tanto las variaciones en los precios reflejarían lo impredecible y la serie de cambios en los precios de mercado serían fruto del azar, específicamente se dice que sigue un recorrido aleatorio (Véase Malkiel, 1973).

$$P_t = P_{t-1} + a_t$$

En estos casos, la mejor previsión que se puede realizar del precio de una acción para el periodo “ $t+1$ ”, condicionada a todo lo que se conoce hasta “ $t$ ” ( $\Omega_t$ ), es precisamente el precio en “ $t$ ”. Por lo tanto, se podría decir que el rendimiento de una acción futura depende del rendimiento actual.

Si se observa el considerable crecimiento de los fondos indexados en estos últimos años, se deduce que la mayor parte del mercado coincide con Fama y Malkiel en que sería imposible obtener rendimientos superiores al promedio del mercado a largo plazo. Los ahorros en costos que generan las estrategias pasivas de inversión versus la gestión activa de carteras contribuyen significativamente a esta postura. Warren Buffett, defensor de la inversión pasiva en fondos de inversión con bajas comisiones, a finales del 2007 realizó una apuesta con Protege Partners, un fondo de Nueva York, donde el fondo declaraba que en un plazo de 10 años sus rendimientos iban a superar el índice Vanguard S&P 500 más las comisiones: lo que ocurrió en la realidad le daría la razón a Buffett por una amplia diferencia.

Para Fama (1970) el significado de “eficiencia informacional”, es la de un mercado que puede experimentar subidas y bajadas irracionales, tener bancos deficientemente regulados; la característica principal es justamente que los movimientos de los precios de mercado son impredecibles. Fama por el momento sostiene que los “cracks” del mercado no son previsibles.

Algunos críticos destacan la existencia de irregularidades que persisten con importantes volúmenes conocidos como anomalías, entre las que se puede mencionar el “efecto fin de semana” que muestra la tendencia bajista de los precios de las acciones los lunes (French, 1980), el “efecto tamaño” donde las acciones de las empresas pequeñas ofrecen mayores rendimientos que las más grandes (Banz, 1981) o el efecto que tiene el mes de enero, ya que producto de la posición fiscal, muchas personas y empresas venden su posición en diciembre y la vuelven a comprar a principios del mes (Ritter, 1988).

Grossman y Stiglitz (1980) van más allá y afirman que los mercados perfectamente eficientes, desde un punto de vista informacional, son una imposibilidad. Si la recompensa por la búsqueda de información relevante fuera nula, habría pocos motivos para realizar transacciones y dichos mercados acabarían colapsando. Un cierto grado de ineficiencia es necesario para incentivar a los inversores a buscar información y obtener, a través de un rendimiento positivo, su justa recompensa. Black (1986) afirma que hay



inversores que realizan sus transacciones, motivados por necesidades inesperadas de liquidez, otros por la recompensa de la información y ambos pueden estar comportándose de forma racional y eficiente, incluso pueden ser la misma persona, actuando por motivos diferentes en diferentes momentos. Unas veces ganando dinero y otras perdiéndolo.

Fama también ha sido pionero en el “Estudio de Acontecimientos”, esto es, en el estudio de cómo los precios de las acciones reaccionan a determinados acontecimientos importantes. Sus trabajos apoyan la hipótesis de eficiencia, ya que los precios parecen reaccionar muy rápidamente. Una reacción lenta de los rendimientos a algún acontecimiento implicaría previsibilidad.

#### **2.1.1.1 HIPÓTESIS DE EFICIENCIA DE LOS MERCADOS**

Como se ha visto anteriormente, para Fama (1970) los mercados presentan eficiencia si los precios de los activos son capaces de reflejar toda la información disponible. También considera que la inexistencia de costes de transacción, el libre acceso a la información del mercado y la coincidencia de los agentes en que los precios actuales reflejan la totalidad de la información respecto de las expectativas son condiciones suficientes, pero no necesarias para que se cumpla la eficiencia.

La existencia de los costes de transacción puede delimitar la cantidad de transacciones, pero esto no denota que los precios dejen de expresar toda la información disponible. Fama defiende la idea de que la pérdida de alguna de las condiciones no genera necesariamente pérdida de la eficiencia, ya que los precios siguen manteniendo un camino aleatorio. Según el grado de información que se encontraba incorporada a los precios, Harry Roberts (1967) clasificó en tres niveles la eficiencia del mercado: eficiencia débil, semi-fuerte y fuerte.

**En un mercado de eficiencia débil**, las cotizaciones de los títulos reflejan en su totalidad, la información pasada, contenida en las series históricas de los precios. Bajo la hipótesis de eficiencia débil, no sería posible la obtención de rendimientos extraordinarios únicamente empleando y analizando la información contenida en las series históricas de los precios.

El análisis técnico, con base en el estudio de gráficas que reflejan la evolución de precios pasados, no tendría ninguna utilidad en los mercados financieros. Únicamente se

podrían alcanzar rendimientos superiores al promedio del mercado, sin que los inversores hagan uso de la información pública disponible y/o de la información.

**Un mercado con eficiencia semi-fuerte** se define como aquel mercado cuyos precios reflejan toda la información histórica y pública disponible. La hipótesis de eficiencia semi-fuerte presupone que ningún inversor podrá conseguir un rendimiento superior al promedio del mercado haciendo uso de sus habilidades analíticas en las series históricas de los precios, realizando proyecciones de variables macroeconómicas y demás información pública. Únicamente, si el inversor emplea información privilegiada podría obtener rendimientos extraordinarios.

**Un mercado tiene un nivel de eficiencia fuerte** cuando los precios de los activos financieros reflejan plenamente la información pasada, pública y privada. Esta hipótesis presupone que ningún inversor puede obtener rendimientos extraordinarios, excepto por la inexistencia de información privilegiada o por medio del azar.

### **2.1.2 FINANZAS DEL COMPORTAMIENTO Y BURBUJAS ESPECULATIVAS**

Robert J. Shiller, ha obtenido un gran reconocimiento por ser de los primeros economistas en hallar un patrón sistemático predecible en el largo plazo de las burbujas de las empresas tecnológicas (a finales de los años 90 y a principios del 2000), la burbuja inmobiliaria que desencadenó en la crisis financiera del 2008 y de activos financieros.

Shiller (1979) analizó la volatilidad de los rendimientos de los activos sin riesgo en el corto y largo plazo, encontrando una excesiva variabilidad en el precio de los bonos. Si se supone la existencia de una prima de riesgo constante, las tasas de interés a largo plazo tendrían que ser iguales al promedio ponderado de las tasas futuras de corto plazo esperadas y por ello, la volatilidad de las tasas de largo plazo debería ser inferior a la de corto plazo. En su análisis descubrió el efecto contrario, que los precios de los bonos a largo plazo tenían una volatilidad superior a los bonos de corto plazo. Ese exceso de volatilidad le llevaría a concluir que los rendimientos de los bonos a largo plazo son predecibles.

Los valores de las acciones cotizadas deberían ser iguales a los valores presentes de los dividendos futuros esperados. Shiller (1981) a su vez, distinguió la volatilidad en el

precio de las acciones, encontrando que la variabilidad en la cotización de las acciones era superior a la volatilidad de los dividendos. Esta situación, nos permitiría estimar cuándo los precios serán altos y cuándo serán bajos. Es por este motivo, que aconsejó dividir el valor total de las acciones entre los dividendos que ofrecen dichas acciones; Seguidamente, en aquellos momentos donde el resultado de la ratio fuese alto no se recomendaría comprar puesto que los títulos estarían sobrestimados y cuando el resultado de esa ratio fuese bajo se lograrían inversiones rentables. Shiller considera que esta ratio tiene un fuerte poder predictivo, ya que se ha demostrado que las acciones adquiridas cuando el mercado estaba en un ciclo bajista han generado rentabilidades significativamente superiores a las compradas durante períodos alcistas del mercado.

Desde la teoría de mercados eficientes, los individuos que acuden al mercado se siguen comportando de manera irracional, siendo optimistas en los “booms” e irracionalmente pesimistas en periodos de crisis (véase Kindleberger y Aliber, 2012). Estos trabajos de Shiller aportaron ideas al surgimiento de las llamadas “finanzas conductuales”, que intentan entender y dar explicación a aquellos comportamientos, a primera vista, irracionales de los inversores (véase Kahnemann y Tversky, 1982).

Kindleberger (2012) mantiene que existe una correlación entre las burbujas de activos y el crédito. Sostiene que las burbujas inmobiliarias son consecuencia de un fenómeno producido por el crédito. Admite que un aumento del precio en los inmuebles deriva en un aumento del valor del activo de muchos bancos y empresas, que, a su vez, conduce a un aumento en el precio de las acciones. Sostiene que, ante estas situaciones, se puede llegar a una espiral alcista, puesto que los rendimientos que se obtienen en este tipo de operaciones se suelen reinvertir en activos inmobiliarios o financieros, aumentando de esa forma el precio de los activos y generando burbujas en muchos casos como en el caso de la crisis de las hipotecas supprime.

Del mismo modo, Shiller (2003) consideraba que se podían generar burbujas especulativas de forma periódica y que para comprender como se originan las burbujas se tiene que obtener información acerca de los factores demográficos, institucionales, tecnológicos y psicológicos.

A su vez, Kindleberger y Aliber (2012) hacen referencia a que en periodos en los que se producen burbujas, se llegan a comprar activos (generalmente inmuebles) sin pensar en la rentabilidad de dicha inversión, sino en la posibilidad de venta a otro individuo a un

precio mayor, apoyando la teoría basada en que el último comprador (que sabía que el precio era ficticio) siempre tuvo conocimiento acerca de la posibilidad de encontrar a otra persona a quien vender su propiedad y obtener un rendimiento positivo.

Por último, para evitar la generación de crisis financieras causadas por el “efecto manada” (dar como válidos los razonamientos de la mayoría) en determinadas situaciones, Shiller (2009) considera que es necesario tener conocimientos acerca de estos fenómenos para poder mejorar los sistemas de control. Hoy en día, los países del G20 están coordinando sus relaciones más que en el pasado y los bancos centrales se reúnen con mayor frecuencia lo que nos indica que se está trabajando en la dirección correcta a pesar de las limitaciones y la aparente insuficiencia.

### **2.1.3 MÉTODO GENERALIZADO DE MOMENTOS**

Lars P. Hansen desarrolló en 1982, el Método Generalizado de Momentos (GMM), con el objetivo de probar las teorías del uso de la racionalidad en la valoración de los activos financieros.

Uno de los trabajos de Hansen se focalizó en observar las variaciones que se muestran en los comportamientos de un inversor racional incluyendo las restricciones institucionales, como los límites de endeudamiento, que limitan la posibilidad de obtener el beneficio que ofrece la diferencia entre el precio real y valor intrínseco, cuando se identifican estas desviaciones a los inversores.

Hansen (1982) también evaluó los cambios en las actitudes frente al riesgo de los inversores en su trabajo y también analizó cómo las expectativas de grandes rendimientos futuros generan que los activos de riesgo durante tiempos inusualmente arriesgados se mantengan.

El GMM “generaliza” el número de variables instrumentales al caso no lineal, con errores cuya distribución es desconocida, están autocorrelacionados y/o presentan heteroscedasticidad. Hansen y muchos otros autores, han aplicado este método de estimación a la contrastación de diferentes versiones del modelo CAPM. Este método no requiere establecer supuestos excesivamente irreales sobre el fenómeno que se estudia y

posibilita alcanzar resultados estadísticamente deseables. Del mismo modo, este método se puede aplicar tanto para la economía real como al mercado financiero.

El trabajo de Hansen se centra en la incertidumbre y su relación con los riesgos a largo plazo en la macroeconomía. Explora cómo los modelos que incorporan ambigüedades, creencias y escepticismo de los consumidores e inversores pueden explicar los datos económicos y financieros y revelar las consecuencias a largo plazo de las políticas aplicadas. Hansen y sus coautores han desarrollado recientemente métodos para modelar la toma de decisiones económicas en entornos en los que la incertidumbre es difícil de cuantificar. Exploran las consecuencias para los modelos con mercados financieros y caracterizan entornos en los que las creencias de los actores económicos son frágiles.

## **2.2 CAMINATAS ALEATORIAS Y EFICIENCIA EN MERCADOS DE RENTA VARIABLE EUROPEOS**

Los profesores de la Escuela de Economía y Finanzas de la Universidad de Queensland, Brisbane, Australia, Andrew C. Worthington y Helen Higgs realizaron un estudio acerca de la presencia de paseos aleatorios en veinte mercados de renta variable europeos, de los cuales dieciséis se consideran desarrollados y el resto emergentes. Para ello emplearon tres procedimientos diferentes para probar las caminatas aleatorias en los retornos diarios: en primer lugar, emplearon el coeficiente de correlación serial paramétrico y la prueba de corridas no paramétricas con el objetivo de probar la correlación serial; como segundo procedimiento, se realizaron las pruebas de raíz unitaria Dickey-Fuller, Phillips, Phillips-Perron y Kwiatkowski, Schmidt y Shin para probar la no-estacionariedad como condición necesaria para que se produzca una caminata aleatoria; y por último, con el fin de analizar caminatas aleatorias bajo los supuestos de distribución variables de heterocedasticidad y homocedasticidad utilizaron estadísticos de prueba de varianza múltiple.

Los resultados que obtuvieron a raíz de estas pruebas fueron en primer lugar, en cuanto a la correlación serial, que éstas coinciden ampliamente y rechazan de manera concluyente la presencia de caminatas aleatorias en los retornos diarios para todos los

mercados, excepto Alemania, Irlanda, los Países Bajos, Portugal y el Reino Unido. Del mismo modo, las pruebas de raíz unitaria concluyen que las raíces unitarias, como condición necesaria pero no suficiente para una caminata aleatoria, están ausentes de todas o casi todas las series de retorno. Finalmente, el procedimiento de relación de varianzas múltiple también rechaza la presencia de caminatas aleatorias en la mayoría de los mercados europeos. Entre los mercados desarrollados, únicamente Alemania, Irlanda, Portugal, Suecia y el Reino Unido satisfacen los criterios de caminata aleatoria más estrictos mientras que países como España, Francia, Noruega, Países Bajos y Finlandia cumplen por lo menos algunos de los requisitos de una caminata aleatoria estricta.

Del mismo modo concluyeron que es poco probable que los mercados emergentes mantengan relación con las caminatas aleatorias requeridas para suponer un mercado con eficiencia débil. Sin embargo, Hungría, siendo de todos los mercados del estudio, el más maduro institucionalmente, pudo satisfacer este criterio. No obstante, los resultados indicaron que las diversas pruebas para caminatas aleatorias, que a menudo abarcan criterios y supuestos más y menos estrictos, proporcionan evidencia generalmente consistente sobre la ausencia de caminatas aleatorias.

### **2.3 ANÁLISIS TÉCNICO Y ANÁLISIS FUNDAMENTAL EN LA PREVISIÓN DE TENDENCIAS**

**El análisis técnico** es un sistema que tiene su base en la teoría Dow, que posteriormente fue perfeccionado principalmente por John Magee y Robert D. Edwards entre otros, en el transcurso de varias décadas. Este sistema permite prever y hasta cierto punto calcular cotizaciones futuras únicamente examinando la acción del mercado, la cual se encuentra reflejada gráficamente en modelos, formaciones, áreas de cotización y niveles.

Se pueden encontrar dos grandes ramas dentro del análisis técnico: en primer lugar, el análisis chartista, el cual centra toda su atención en dos elementos: el volumen de contratación y la cotización o precio de las acciones. La esencia del chartismo reside en descubrir los cambios de tendencia de los precios, también llamados puntos de retorno. A su vez, se considera que las fluctuaciones de los precios reflejan la totalidad de fuerzas

(sin importar la causa puesto que éstas persisten en el tiempo), motivo por el cual siempre podrán ser detectados. Del mismo modo, el chartismo, estudia la evolución de un título a través de gráficos en busca de figuras como el “banderín”, el “hombro-cabeza-hombro”, soportes y resistencias.

La otra rama es el análisis cuantitativo, que utiliza indicadores u osciladores para descifrar el momento indicado para comprar o vender una acción, utiliza, entre otras, herramientas como las bandas de Bollinger o las medias móviles.

En cuanto a las críticas a este tipo de análisis, según Juan Antonio Palacios Raufast, profesor Extraordinario del IESE piensa que la crítica más relevante es aquella que se le realiza acerca del valor eventual que pudiese llegar a tener el análisis gráfico, puesto que si esto ocurriese se extendería su empleo. Pero a medida que esto sucediera iría perdiendo su valor como herramienta para predecir debido al gran número de analistas que intentarían actuar en base a la misma información. Por otro lado, Félix Rosenfeld, Dtor. Gral. de la Societe d'Analyse Financiere et Economique considera que, si el análisis técnico estudia la actuación del mercado con el fin de prever las cotizaciones, entonces el mercado queda separado de la economía y de la acción de la empresa. Por último, Benton E. Gup de la Universidad de Tulsa piensa que la mayor parte de los análisis técnicos se basan en las premisas de que los movimientos de los precios de los títulos en el pasado pueden ser empleados para predecir los movimientos de precios en el futuro. Sin embargo, la literatura actual sobre el tema, cada vez más abundante, señala que esta premisa, para poder realizar el análisis técnico, resulta estar equivocada puesto que afirma que el mercado de acciones es eficiente y que los precios de los valores reflejan plenamente toda la información disponible. Por lo tanto, los precios actuales de los valores reflejan valores teóricos debido a que una gran cantidad de inversores están vendiendo y comprando valores, basando tales decisiones en la misma información.

**El análisis fundamental** trata de predecir los movimientos de los precios de las acciones con base en el estudio de las estadísticas de variables macroeconómicas, sectoriales, monetarias y de cada empresa en particular cuyas acciones cotizan en Bolsa. El valor se obtiene a partir de los datos que aportan las empresas, del valor intrínseco que ofrecen sus balances y la relación que mantienen con su entorno económico. Según indica la técnica de este método, las fases del análisis de una sociedad deberán, al menos, comprender las siguientes: análisis del negocio, análisis financiero junto a sus respectivas

ratios y el análisis de los resultados junto a sus ratios (P.E.R., Pay-Out, Rentabilidad para el accionista y Rentabilidad efectiva por dividendos).

En cuanto a las críticas realizadas a este análisis, se le acusa de tener varias capas de "cosméticos", según se trate de mover a compasión a Hacienda o provocar el entusiasmo del accionista en una situación desesperada, para que suscriba la décima ampliación a fondo perdido. Del mismo modo se le atribuye que sea una técnica inflexible, en referencia a que según el ciclo económico progrese, el activo puede ser fácilmente realizable o no puede ser realizable en absoluto.

Otras alternativas a estos análisis son la Teoría del Random Walk, el análisis comparativo de las cotizaciones y la Teoría de la opinión contraria, también conocida como ODD-LOT Theory.

## **2.4 TRABAJO DE CAPORIN, RANALDO Y DE MAGISTRIS**

El objetivo de este trabajo fue el de analizar las series temporales de los precios máximos y mínimos diarios del índice Dow Jones Industrial Average para obtener respuestas acerca de las predicciones de los títulos, de la modelización para obtener dichas predicciones y si las predicciones obtenidas pueden aportar información relevante para mejorar las reglas en el análisis técnico con el fin de elaborar estrategias de trading que puedan superar en rentabilidad a la estrategia clásica de comprar y mantener.

Les llama la atención a los autores que los precios máximos y mínimos hayan sido ignorados por otros autores pese a ser muy interesantes de usar por varios motivos: hay gran cantidad de información disponible sobre ellos, muchas técnicas de trading se basan en soportes y resistencias, que son los máximos y mínimos repetidos en un periodo de tiempo, y porque aportan mucha información sobre costes de transacción, liquidez del mercado o asimetrías de información.

En su análisis detectaron cierta cointegración entre los precios o, dicho en otras palabras, los precios máximos y mínimos pueden diferir temporalmente, pero en el largo plazo incorporan caminos convergentes.

Utilizan el modelo vectorial de corrección de error por dos motivos: el primero, porque es capaz de incorporar esta relación de cointegración. En segundo lugar, porque



la diferencia entre precios altos y bajos, es decir, el rango, exhibe memoria a largo plazo que puede capturarse bien utilizando la técnica fraccional autoregresiva.

Para llevar a la práctica este modelo pretenden averiguar el mejor momento de salida y entrada en el mercado, habiendo realizado los autores una comprobación de que una estrategia basada en el modelo daba mejores resultados que la de comprar y mantener, en cuestión de rentabilidad y riesgo.

### **3. MODELOS VECM**

Como ya se vio en la introducción, es posible que entre las series históricas de los precios variables existan relaciones de cointegración a largo plazo como mencionaban Caporin et. al. (2013) en su estudio y por ello, en este trabajo se emplearán este tipo de modelos.

El modelo VECM depura el modelo vectorial autoregresivo (VAR) ya que incluye el ajuste de variables en el corto plazo hacia un equilibrio a largo plazo determinado por un shock inesperado. Se puede afirmar que el modelo VEC nos aporta más información que el modelo VAR, sobre todo en cuanto a la información de la velocidad de ajuste. (Fernandez-Corugedo, 2003).

Otro de los motivos por los que se elige este tipo de modelos y no los modelos VAR, se debe al correcto funcionamiento en los modelos de los estadísticos de contraste cuando las variables en niveles tienen cointegración. Puesto que el mal funcionamiento de los estadísticos tendrá un impacto negativo a la hora de realizar contrastes y por lo tanto se perderá precisión en las previsiones. Otra ventaja de estos modelos radica en que el aumento del error se ve corregido y de este modo, se puede estimar un modelo en primeras diferencias sobre el cual los estadísticos de contraste operen correctamente, evitando de esta forma la pérdida de precisión en las previsiones.

Se utilizan también para predecir cuándo las variables económicas en el corto plazo muestran desequilibrios y en el largo plazo están en equilibrio. Se corrige el desequilibrio, entendido como la desviación de los valores esperados en el tiempo, a través de ajustes parciales en el corto plazo. (UAM, 2018)

Este tipo de modelos son capaces de estudiar la evolución de la relación a corto plazo entre las variables  $x$  e  $y$ . Se considera el modelo sin los retardos de  $\Delta x_t$  e  $\Delta y_t$ :

$$\Delta y_t = \alpha_0 + \gamma_0 \Delta x_t + \delta (y_{t-1} - \beta x_{t-1}) + u_t$$

donde  $\delta < 0$ . Para estimar los parámetros de un modelo VEC de esta ecuación se conocerá  $\beta$  y se realizaría la regresión de  $\Delta y_t$  sobre  $\Delta x_t$  y  $s_{t-1}$  donde  $s_{t-1} = (y_{t-1} - \beta x_{t-1})$ . Véase Wooldridge (2000).

Los VECM en forma general son:

$$\nabla Y_t = \delta + BZ_{t-1} + Y_1 \nabla Y_{t-1} + Y_2 \nabla Y_{t-2} + \dots + Y_{p-1} \nabla Y_{t-(p-1)} + a_t$$

Donde  $\delta$  es el vector con las constantes,  $Y_t$  es el vector con nuestras cuatro variables en primeras diferencias,  $B$  es la matriz  $4 \times 2$  con los coeficientes asociados a las relaciones de cointegración y  $Z_{t-1}$  recoge esas relaciones de cointegración con un retardo.  $a_t$  es una matriz con los residuos siendo éstos ruido blanco.

## 4. ANÁLISIS EMPÍRICO

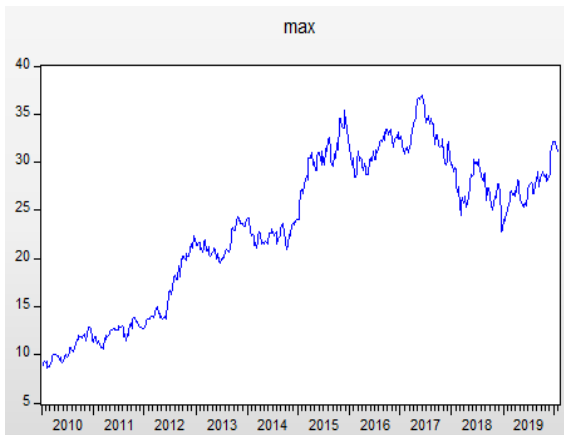
### 4.1 DATOS EMPLEADOS

Para este trabajo, se han tomado distintas series temporales correspondientes a las cotizaciones máximas, mínimas y de cierre semanales pertenecientes al grupo Inditex y la serie perteneciente a los precios del Nyse Composite desde el 4 de enero de 2010 hasta el 27 de enero de 2020 (526 observaciones) con un margen de predicción de una semana hacia delante, es decir, a partir del modelo que se desarrollará, se tratará de prever los rendimientos obtenidos para el 3 de febrero de 2020. <sup>1</sup>

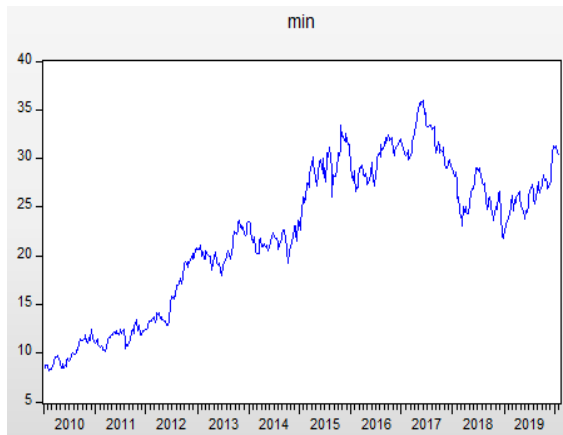
---

<sup>1</sup> Todas las gráficas y tablas utilizadas en este trabajo se han realizado por medio de EViews y Excel.

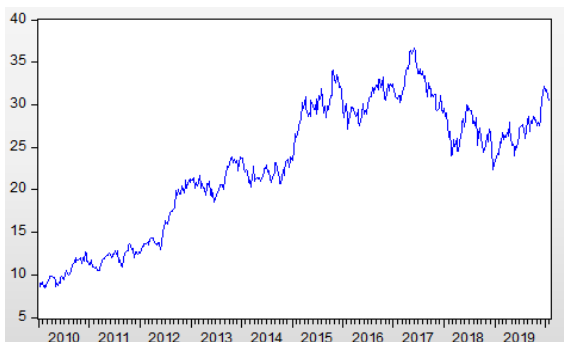
Máximo



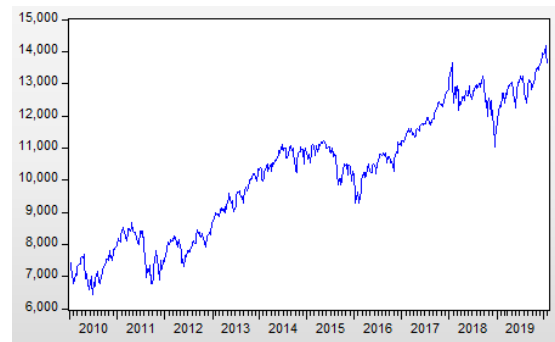
Mínimo



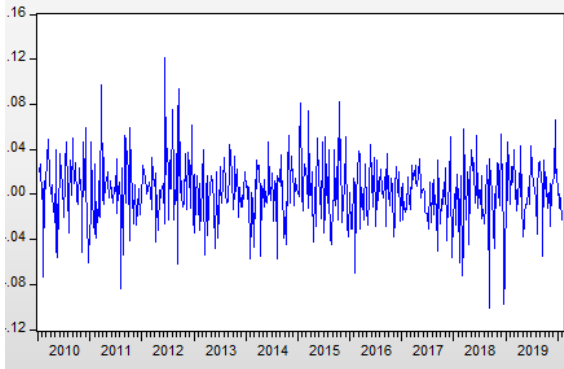
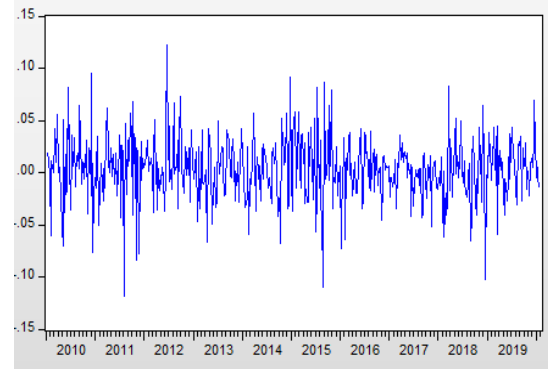
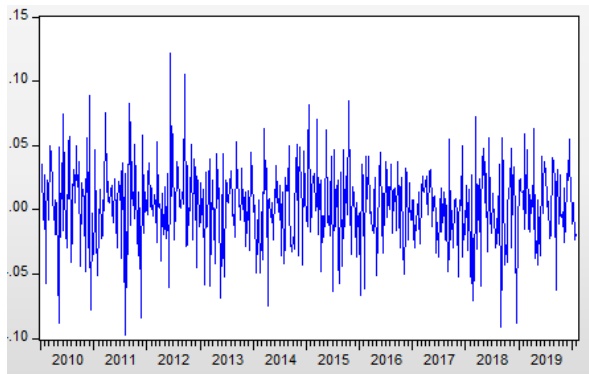
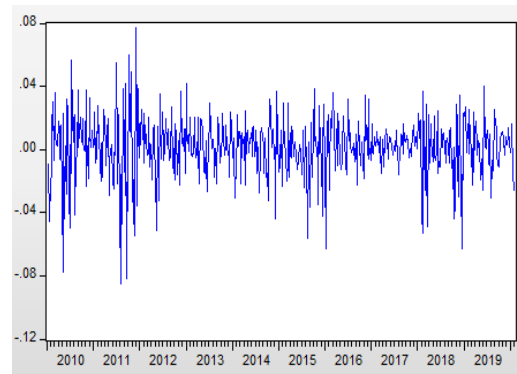
Cierre



Nyse Composite



En cuanto a la serie histórica correspondiente a los precios máximos se puede observar que se trata de una serie no estacionaria puesto que, haciendo una valoración general, la variación de la cotización máxima el 4 de enero de 2010 a la variación del 27 de enero de 2020 se ha visto considerablemente incrementada. Por otro lado, se observa que las series de los precios mínimos, de los cierres y del Nyse Composite también se observan que son series no estacionarias y por lo tanto se considera a todas estas series como  $I(1)$  que necesitan la aplicación de una diferencia regular para que se vuelvan estacionarias  $I(0)$ . Del mismo modo, para este análisis se aplicarán logaritmos a todas las variables para de esa forma contar con los supuestos de normalidad y homocedasticidad. Una vez realizada la aplicación de la diferencia regular se obtienen los siguientes resultados:

$\nabla \ln (max_t)$  $\nabla \ln (min_t)$  $\nabla \ln (ult_t)$  $\nabla \ln (dj_t)^2$ 

Las series estacionarias se designarán como  $W_t$  (rendimiento de la acción). De tal forma que el vector de variables que se estudiarán es el siguiente:  $\nabla \ln (max_t)$ ,  $\nabla \ln (min_t)$ ,  $\nabla \ln (ult_t)$  y  $\nabla \ln (dj_t)$ .

#### 4.2 MODELOS ARMA PARA EL ESTUDIO DE LA EFICIENCIA DÉBIL

Lo que se pretende en este apartado es observar si existe una relación entre la serie histórica de cada variable con sus respectivos valores presentes, y por lo tanto analizar la existencia o inexistencia de eficiencia informacional débil en el mercado.

Para realizar este análisis de eficiencia se construirán los modelos autoregresivos ARMA (p, q) para las variables que componen  $W_t$ .

$$W_t = \delta_0 + \delta_1 W_{t-1} + \delta_2 W_{t-2} + \dots + \delta_p W_{t-p} + a_t$$

<sup>2</sup> La nomenclatura de esta variable corresponde al Nyse Composite

Esta ecuación nos muestra que lo que pasa hoy tiene relación con lo ocurrido en anteriores semanas añadiendo un error aleatorio.

Habría eficiencia débil para la cotización máxima si el pasado es incapaz de explicar nada del presente de la serie temporal. Si los coeficientes son iguales a 0 será eficiencia débil.

#### 4.2.1 IDENTIFICACIÓN DEL MODELO

En primer lugar, se identificará cuál es el modelo ARMA adecuado para cada una de las variables que estudian  $W_t$  a partir de la observación del PACF en sus respectivos correlogramas para más tarde poder estimar un modelo y analizar la posible existencia de eficiencia informacional débil para cada una de las variables.

Orden p	Nº Autocorrelaciones regulares
$\nabla l_{max}$	0
$\nabla l_{min}$	0
$\nabla l_{ult}$	0
$\nabla l_{dj}$	5

Se concluye en esta fase que el pasado de las variables relacionadas a los rendimientos máximos, mínimos y de cierre con una diferencia regular no tienen información pasada que pueda explicar el presente de sus respectivas series y por lo tanto se concluye que para estas variables existe eficiencia informacional débil. Sin embargo, la variable correspondiente al Nyse Composite contiene información del pasado capaz de explicar el presente de su serie temporal, concretamente en 5 periodos pasados ( $W_{t-5}$ ).

$$\text{Cov}(W_t W_{t-5}) / \text{Var}(W_t) = \delta_5 \text{ (Función de autocorrelación de orden 5)}$$

## 4.2.2 ESTIMACIÓN DEL MODELO

En esta etapa se estiman los parámetros del único modelo autoregresivo que se han identificado en la etapa anterior y que falta por encontrar respuesta a la cuestión de la eficiencia débil.

	C	AR1	AR2	AR3	AR4	AR5	R <sup>2</sup>
∇lmax	0.002385	-	-	-	-	-	0%
∇lmin	0.002418	-	-	-	-	-	0%
∇lult	0.0024	-	-	-	-	-	0%
∇ldj	0.001193	0.085879	0.002996	0.068625	0.04841	0.085909	2%

Ecuación correspondiente al presente de la serie temporal del Nyse composite:

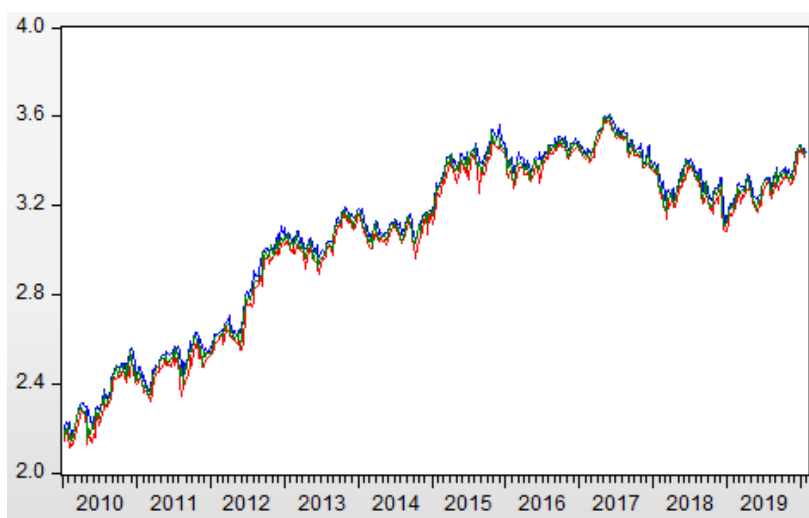
$$W_t = 0.001 - 0.085W_{t-1} + 0.002W_{t-2} - 0.068W_{t-3} - 0.048W_{t-4} - 0.085W_{t-5} + at$$

Sin embargo, el coeficiente obtenido en el R<sup>2</sup> nos indica que las variables obtenidas para estimar ∇ldj no tienen en conjunto una gran relevancia informativa y por lo tanto se confirma que hay presencia de eficiencia débil.

## 4.3 COINTEGRACIÓN Y MODELOS VECM PARA ESTUDIAR LA EFICIENCIA SEMI-FUERTE

Para realizar los modelos VECM primero se analizarán las posibles relaciones de cointegración entre las series históricas de las variables. Por lo que se observa en el siguiente gráfico, se concluye que las series logarítmicas pertenecientes a los precios máximos, mínimos y de cierre “viajan” en paralelo, por lo que es muy probable que existan relaciones de cointegración entre ellas. Sin embargo, el Nyse Composite al pertenecer a una bolsa extranjera no mantiene ninguna relación de cointegración con los precios de Inditex.

### Relaciones Lmax, Lmin, Lult



#### 4.3.1 ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN MEDIANTE LAS TÉCNICAS DE GRANGER Y JOHANSEN

Para nuestro análisis de cointegración se emplearán dos técnicas, el Test de Granger y el Test de Johansen, este último con el fin de corroborar nuestros resultados.

**El teorema de Granger**, dice que, si se tiene un vector de  $X$  variables, se podrán obtener hasta  $X-1$  relaciones de cointegración. En este trabajo, únicamente se podrán obtener hasta 2 relaciones de cointegración. De la misma forma, la cointegración la se analizará a partir de los errores de las regresiones:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{1t} + \beta_2 X_{2t} + \dots + \beta_n X_{nt} + a_t$$

Se aplicará el modelo en MCO y a partir de ahí se enfatizará en los residuos. Si estos son  $I(0)$  entonces existirá una relación de cointegración.

## Resumen de cointegración por Granger:

Relaciones de cointegración por Granger	RC1	RC2
Lmax	1	1
Lmin	-0.985851	0
Lult	0	-0.994303
Ldj	0	0
c	-0.091529	-0.039631

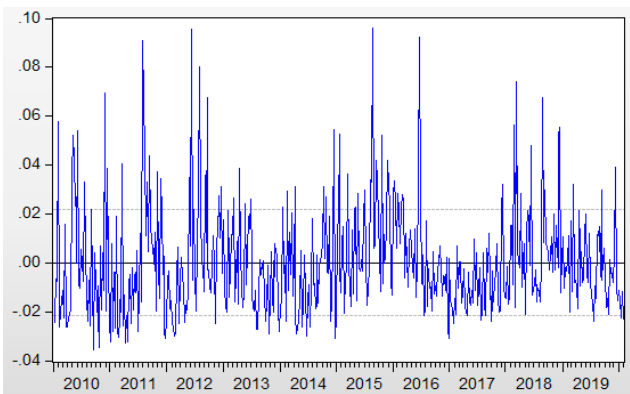
$$RC_1 = Lmax - 0.985851Lmin - 0.091529$$

$$RC_2 = Lmax - 0.994303Lult - 0.039631$$

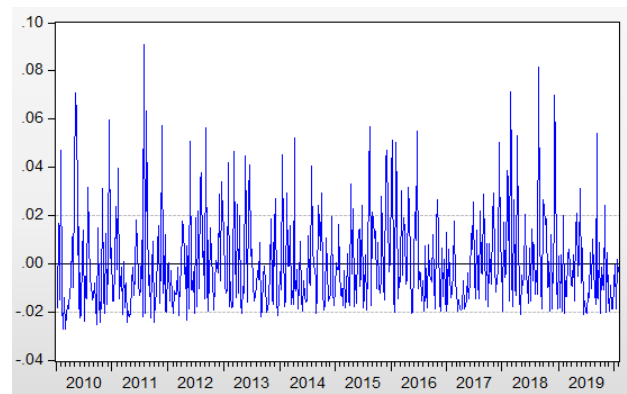
RC1 es la relación de cointegración que mantienen los rendimientos máximos con los mínimos, así como RC2 es la relación entre rendimientos máximos y de cierre.

De cara a evaluar los residuos de cada modelo se obtiene que ambos modelos tienen residuos que no siguen una tendencia y por lo tanto son I(0).

RC1



RC2



Estas dos relaciones amplían nuestro conjunto de información convirtiendo nuestro vector de 4 variables en un vector de 6 variables ( $\nabla \ln(max_t)$ ,  $\nabla \ln(min_t)$ ,  $\nabla \ln(ult_t)$ ,  $\nabla \ln(dj_t)$ , RC1, RC2).



**El Test de Johansen** requiere en primer lugar, averiguar el orden de nuestro VAR para las tres variables no estacionarias.

Retardo	LR	FPE	AIC
0	NA	2.26E-08	-9.09379
1	3341.522	3.69E-11	-15.51012
2	34.67498*	3.57e-11*	-15.54297*
3	4.825605	3.66E-11	-15.51791
4	10.77458	3.71E-11	-15.5046

Estos estadísticos nos indican que el orden de nuestro VAR es de 2.

Del mismo modo, para esta técnica se asume que nuestros datos no son deterministas ya que nuestro modelo carece de un componente que haga seguir una tendencia infinita en un horizonte largoplacista. Al ser nuestro VAR de orden 2, el test lo que se realizará con un intervalo de retardo y se obtienen los siguientes resultados:

Hipótesis contrastada: N.º de relaciones de cointegración	Eigenvalor	Estadístico de la Traza	Valor Crítico (0.05)	P-valor
Ninguna	0.457039	457.7965	35.19275	0
Al menos 1	0.218504	137.7799	20.26184	0.0001
Al menos 2	0.016259	8.589899	9.164546	0.0642

Si se emplea un valor crítico del 0.05 no se puede rechazar la hipótesis de que existan al menos dos relaciones de cointegración, si pudiendo rechazar que pueda existir al menos una y que no exista ninguna. Por tanto, se mantiene la afirmación de que existen dos relaciones de cointegración y estas son:

### Resumen de cointegración por Johansen

$$RC_1 = Lmax - 0.993717Lult - 0.042688$$

$$RC_2 = Lmin - 1.006555Lult + 0.0205$$

Se concluye que estos resultados coinciden con los obtenidos en el test de Granger en el sentido en que existen dos relaciones de cointegración, en este caso una entre el máximo y el último y otra entre el mínimo con el último.

### 4.3.2 MODELOS VECM

Al construir los modelos VECM, se incorporan las dos relaciones de cointegración con un retardo, las cuatro variables originales con retardos de 1 periodo y por último se añade un vector de constantes. En la siguiente tabla se resumen los resultados obtenidos de la estimación de los modelos.

	$\nabla \ln (max_t)$	$\nabla \ln (min_t)$	$\nabla \ln (ult_t)$	$\nabla \ln (dj_t)$
C	0.002641	0.002386	0.002756	0
$RC1_{t-1}$ <sup>3</sup>	0.23931	0.888775	0	0
$RC2_{t-1}$	-0.997632	-1.056084	0	0
$\nabla \ln (max_{t-1})$	-0.259275	0	-0.172018	-0.111118
$\nabla \ln (min_{t-1})$	0.136309	0	0	0.074643
$\nabla \ln (ult_{t-1})$	0	0	0	0
$\nabla \ln (dj_{t-1})$	0	0	0	0
$R^2$	0.454367	0.4772	0.022799	0.013445
$R^2$ ajustado	0.450162	0.475197	0.020927	0.011555
S.E. of regression	0.020375	0.021751	0.03096	0.019655
Estadístico Q (12)	7.9262	9.7117	5.6319	17.256
P-valor (12)	0.791	0.641	0.933	0.14

Como conclusiones se obtiene que las ecuaciones correspondientes a los valores de cierre y del Nyse Composite no son estadísticamente significativas al tener un  $R^2$  muy por debajo de lo que cabría desear ( $< 5\%$ ) y por lo tanto las predicciones usando estos modelos no serán del todo precisas o lo que tendría el mismo significado, se trataría de un paseo aleatorio y se concluye que existe una presencia de eficiencia informacional semi-fuerte. Por otro lado, las predicciones que se obtienen de las ecuaciones correspondientes a los rendimientos máximos y mínimos son mucho más precisas que en los casos anteriores, pero no todo lo precisas que cabría esperar de este tipo de modelos ya que tienen un  $R^2$  cercano al 50%, por lo que no se puede confirmar del todo la presencia de eficiencia semi-fuerte.

<sup>3</sup> Para las relaciones de cointegración, se emplearon las relaciones obtenidas por el método de Granger

#### 4.4 PRUEBA DE PREVISIÓN

A partir de los modelos obtenidos, se realizan previsiones de los rendimientos de los precios máximos y mínimos correspondiente al 3 de febrero de 2020, de los precios máximos y mínimos en forma logarítmica con una diferencia regular. Los resultados junto a su desviación típica se recogen en la siguiente tabla:

	$\nabla \ln (max_t)$	$\nabla \ln (min_t)$
<b>Rendimiento (%)</b>	0.00532721	-0.0145444
<b>Desv. Típica</b>	0.02043419	0.02179929

Como se puede observar, las desviaciones típicas de las proyecciones son considerablemente elevadas, por lo que las predicciones no se pueden considerar del todo precisas.

#### 5. ESTRATEGIAS DE INVERSIÓN

Una de las cuestiones que se planteaban en la introducción era demostrar el uso que se les puede dar a estos modelos predictivos a la hora de realizar operaciones de inversión con los precios máximos, mínimos y de cierre que se dieron en su momento. Para ello, se emplearán los modelos VECM para realizar simulaciones de compra y venta, bajo unos supuestos y distintas Ordenes de compra contando con un determinado capital, con el objetivo de observar qué Orden de compra es la que nos puede ofrecer un mayor rendimiento y también ver si se pueden batir a otras estrategias clásicas como la de comprar y mantener. El periodo que se tomará como ejemplo para esta simulación será de 52 semanas, desde el 4 de mayo de 2015 hasta el 25 de abril de 2016.

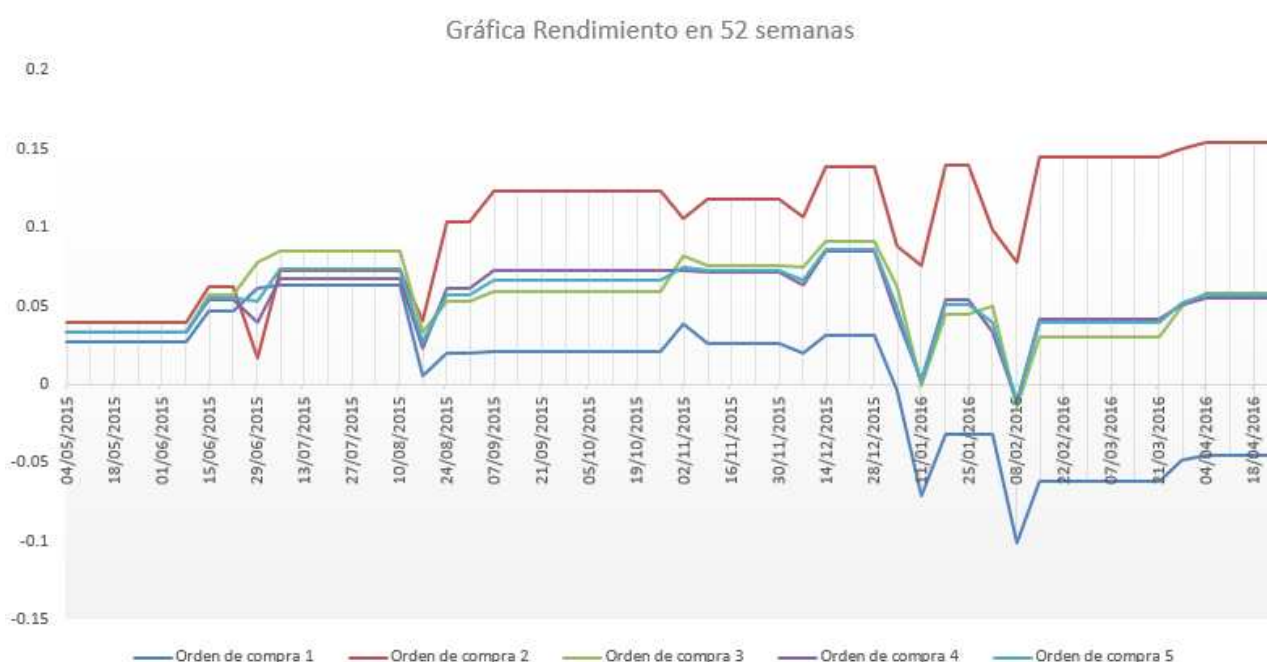
Los supuestos en esta simulación radican en comprar cuando el precio previsto de compra, menos 0.75 veces la desviación típica del error de previsión, sea mayor al precio real de compra (mínimo) de la misma semana, y vender la misma semana cuando el precio de cierre sea menor o igual al precio máximo de forma que en esta simulación siempre habrá oportunidad de venta. Si se diese esta situación en la que se puede realizar una compra y venta en la misma semana, el beneficio de la operación en esa semana vendría

dado por la diferencia entre el precio de venta final (en este caso el de cierre) y un precio de compra con costes de transacción incluidos (-0.0213€).

Para esta simulación se han empleado distintos precios y Ordenes de compra para un capital semanal de 60000€ con el fin de evaluar cuál es la estrategia que aporta un mayor rendimiento. Las ordenes son las siguientes:

- Orden de compra 1: Todo el capital al precio de compra previsto menos 0.75 veces la desviación típica del error de previsión.
- Orden de compra 2: Todo el capital al precio de compra previsto.
- Orden de compra 3: Todo el capital al precio de compra previsto menos 1 vez la desviación típica del error de previsión.
- Orden de compra 4: Con una mitad del capital se empleará el precio de compra de la orden 1 y con la otra mitad del capital se empleará el precio de compra de la orden 2.
- Orden de compra 5: Con un tercio del capital se empleará el precio de compra de la orden 1, con otro tercio del capital se empleará el precio de compra de la orden 2 y el con el tercio restante se usará el precio de compra de la orden 3.

Realizando la simulación con todas estas Ordenes de compra, se han obtenido los siguientes rendimientos recogidos en la siguiente gráfica:



Se observa que la estrategia acompañada por la orden de compra 2, en la que todo el capital iba destinado al precio de compra previsto, tiene unos rendimientos significativamente superiores al resto de ordenes llegando al final del periodo a un rendimiento del 15.43% desde el inicio acudiendo al mercado un 33% de las 52 semanas.

La peor orden en este caso es la que sigue al precio de compra previsto menos 0.75 veces la desviación típica del error de previsión ya que se obtendrían rendimientos negativos cercanos al 5%. Estos rendimientos negativos se pueden llegar a obtener si se vende por debajo del precio de compra.

Si se opta por la estrategia de comprar y mantener, con el precio de compra de la orden 1, nos ofrecería unos rendimientos negativos del 0.1%. Si se compara esta estrategia con la anterior, en la que también se emplea la orden de compra 1, se llega a la conclusión de que sería más rentable en términos de rendimiento obtenidos, optar por la estrategia de comprar y mantener a pesar de que los rendimientos seguirían siendo negativos. Si se comparan las estrategias usando el precio de compra de la orden, la cual nos aportó más rendimientos en la otra estrategia, se observa que la estrategia de comprar y mantener ofrece un rendimiento del 0.002%, cifra significativamente menor a la obtenida por la estrategia anterior, la cual ofrecía un rendimiento del 15.43% al final del periodo de simulación.

## 6. CONCLUSIONES

En cuanto a la primera y segunda pregunta que se planteaban en la introducción acerca de la previsibilidad de las acciones de Inditex, se puede afirmar que los rendimientos tanto de cierre como del Nyse Composite no son previsibles mientras que los rendimientos máximos y mínimos lo son en un 45,01% y 47,72% respectivamente empleando modelos VECM.

A la cuestión de la pregunta acerca de la existencia de una eficiencia en el mercado dependiendo de la información que se tenga acerca de los rendimientos, se concluye que se puede aceptar la presencia de eficiencia informacional débil, a partir de los modelos ARMA realizados para todas las variables y por ello también se confirma que siguen un camino aleatorio.

La eficiencia informacional semi-fuerte por otro lado, a pesar de que se acepta para los rendimientos de los precios de cierre y del Nyse Composite, no se puede aceptar completamente para los rendimientos máximos y mínimos.

Por último, se ha logrado una respuesta a la pregunta acerca de la posibilidad de elaborar una estrategia a partir de las predicciones que pudiese batir a la estrategia de comprar y mantener. Ésta se ha logrado empleando una estrategia con base en comprar en el mínimo previsto y vender al precio de cierre en un horizonte de 52 semanas, de esta forma se ha logrado obtener una rentabilidad superior en un 15.43% a la estrategia de comprar y mantener.

## BIBLIOGRAFÍA

Banz, R. W. (1981). "The Relationship between Return and Market Value of Common Stock", *Journal of Financial Economics*, (9), 3-18.

Caporin, M., Ranaldo, A. y Santucci de Magistris, P. (2013) On the predictability of stock prices: A case for high and low prices. *Journal of banking & finance*.

E. Gup. Benton (1982) "Principios básicos sobre inversiones". Compañía editorial Continental, S.A. de C.V. Primera Edición en español. 1982. Pág. 430-432

Es.finance.yahoo.com. 2020. Yahoo Finance. [online] Available at: <https://es.finance.yahoo.com/quote/ITX.MC/>

Fama, E. (1965) The behaviour of stock-market prices. *The Journal of Business*, 38, 34-105. Ferson.

Fama E. (1965) Random Walks in Stock Market Prices *Financial Analysis Journal*, 76, 75-80.

Fama, E. F. y Blume, M. E. (1966). "Filter rules and stock market trading". *Journal of Business*, 39 (1), 226-241.

Fama, E. F. (1970). "Efficient capital markets: a review of theory and empirical work". *Journal of Finance*, (25), 383-417.

Fernandez-Corugedo, E. (2003). Exercise on unit roots (including structural breaks), estimating a VECM and the implications of the VECM.

Kahnemann, D. y Tversky, A. (1982) "Psicología de las Preferencias". *Revista Investigación y Ciencia*, (66), 100-106.

Kindleberger, C. P. y Aliber, R. Z. (2012) "Manías, pánicos y cracs: historia de las crisis financieras". Barcelona, Editorial Ariel.

Grossman, S. y Stiglitz, J. (1980) On the Impossibility of Informationally Efficient Markets. *The American Economic Review*, 70(3), 393-408.

Hansen, L. P. (1982). "Large sample properties of generalized method of moments estimators". *Econometrica*, (50), 1029-1054.

Johansen Cointegration Test. Pdfs.semanticscholar.org. 2020. 9 -12

Malkiel, B. G. (1973). *A random walk down Wall Street*. Estados Unidos: W. W. Norton & Company, Inc.

Rausfast Palacios, J. A. (1987) “Análisis técnico o gráfico. Curso de introducción a la Bolsa. Bolsa de Madrid”. Instituto Español de Analistas de Inversiones. Pág. 632.

Ritter, J. R. (1988). “The Buying and Selling Behaviour of Individual Investors at the Turn of the Year”. *Journal of Finance*, (43), 701-717.

Roberts, H. (1967). “Statistical versus clinical prediction of the stock market”. Documento no publicado, citado por Brealey y Myers, 1993.

Rosenfeld, F. (1978) “La valoración de acciones”. Síntesis de los trabajos del VIII Congreso de la Federación Europea de Asociación de Analistas Financieros Ediciones Deusto. 1978. Pág. 336-337

UAM (2018) Técnicas avanzadas de predicción [en línea] disponible en [consulta: 11 abril 2020].

Shiller, R. J. (1979). “The volatility of long-term interest rates and expectations models of the term structure”. *Journal of Political Economy*, (87), 1190-1219.

Shiller, R. J. (1981). “Do stock prices move too much to be justified by subsequent changes in dividends?”. *American Economic Review*, (71), 421-436.

Shiller, Robert, J. 2003. From Efficient Markets Theory to Behavioural Finance. *Journal of Economic Perspectives*, 17, 83-104.

Shiller, R. J. (2003). *Exuberancia Irracional*. Madrid: Turner.

Shiller, R. J. (2009). *El estallido de la burbuja: cómo se llegó a la crisis y cómo salir de ella*. Barcelona: Planeta.

Shiller, R. J. (2012, octubre) Entrevista realizada por Federico Fernández de Santos en la Fundación Rafael del Pino, España, durante la presentación del libro “Las finanzas en una sociedad justa: dejemos de condenar el sistema financiero y, por el bien común, recuperémoslo”, publicado en español por Deusto.

Wooldridge, J. (2000) *Introducción a la econometría: un enfoque moderno*. 4 ed

Worthington, Andrew and Higgs, Helen (2004) Random walks and market efficiency in European equity markets. *Global Journal of Finance and Economics* 1(1): pp. 59-78.