



COMILLAS

UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE GRADO

ANÁLISIS Y PREDICCIÓN DE INTERVALOS DE PRECIOS A PARTIR DE INFORMACIÓN HISTÓRICA DEL VOLUMEN NEGOCIADO

Autor: Rubén Domínguez Ibar

Director: Carlos Maté Jiménez

Madrid

2021

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título
**ANÁLISIS Y PREDICCIÓN DE INTERVALOS DE PRECIOS A PARTIR
DE INFORMACIÓN HISTÓRICA DEL VOLUMEN NEGOCIADO**, en la ETS de
Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el
curso académico 2020/2021 es de mi autoría, original e inédito y
no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos. El Proyecto no es
plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido tomada
de otros documentos está debidamente referenciada.

Fdo.: Rubén Domínguez Ibar

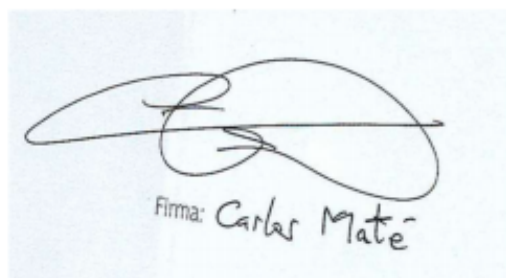
Fecha: 06 / 07 / 2021

Handwritten signature of Rubén Domínguez Ibar in black ink, written over a horizontal line.

Autorizada la entrega del proyecto
EL DIRECTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Carlos Maté Jiménez

Fecha: 06 / 07 / 2021

Handwritten signature of Carlos Maté Jiménez in black ink, written over a light blue rectangular background. Below the signature, the text "Firma: Carlos Maté" is printed in a small font.

AUTORIZACIÓN PARA LA DIGITALIZACIÓN, DEPÓSITO Y DIVULGACIÓN EN RED DE PROYECTOS FIN DE GRADO, FIN DE MÁSTER, TESIS O MEMORIAS DE BACHILLERATO

1º. Declaración de la autoría y acreditación de la misma.

El autor D. Rubén Domínguez Ibar DECLARA ser el titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra: Análisis y predicción de intervalos de precios a partir de información histórica del volumen negociado, que ésta es una obra original, y que ostenta la condición de autor en el sentido que otorga la Ley de Propiedad Intelectual.

2º. Objeto y fines de la cesión.

Con el fin de dar la máxima difusión a la obra citada a través del Repositorio institucional de la Universidad, el autor **CEDE** a la Universidad Pontificia Comillas, de forma gratuita y no exclusiva, por el máximo plazo legal y con ámbito universal, los derechos de digitalización, de archivo, de reproducción, de distribución y de comunicación pública, incluido el derecho de puesta a disposición electrónica, tal y como se describen en la Ley de Propiedad Intelectual. El derecho de transformación se cede a los únicos efectos de lo dispuesto en la letra a) del apartado siguiente.

3º. Condiciones de la cesión y acceso

Sin perjuicio de la titularidad de la obra, que sigue correspondiendo a su autor, la cesión de derechos contemplada en esta licencia habilita para:

- a) Transformarla con el fin de adaptarla a cualquier tecnología que permita incorporarla a internet y hacerla accesible; incorporar metadatos para realizar el registro de la obra e incorporar “marcas de agua” o cualquier otro sistema de seguridad o de protección.
- b) Reproducir la en un soporte digital para su incorporación a una base de datos electrónica, incluyendo el derecho de reproducir y almacenar la obra en servidores, a los efectos de garantizar su seguridad, conservación y preservar el formato.
- c) Comunicarla, por defecto, a través de un archivo institucional abierto, accesible de modo libre y gratuito a través de internet.
- d) Cualquier otra forma de acceso (restringido, embargado, cerrado) deberá solicitarse expresamente y obedecer a causas justificadas.
- e) Asignar por defecto a estos trabajos una licencia Creative Commons.
- f) Asignar por defecto a estos trabajos un HANDLE (URL *persistente*).

4º. Derechos del autor.

El autor, en tanto que titular de una obra tiene derecho a:

- a) Que la Universidad identifique claramente su nombre como autor de la misma
- b) Comunicar y dar publicidad a la obra en la versión que ceda y en otras posteriores a través de cualquier medio.
- c) Solicitar la retirada de la obra del repositorio por causa justificada.
- d) Recibir notificación fehaciente de cualquier reclamación que puedan formular terceras personas en relación con la obra y, en particular, de reclamaciones relativas a los derechos de propiedad intelectual sobre ella.

5º. Deberes del autor.

El autor se compromete a:

- a) Garantizar que el compromiso que adquiere mediante el presente escrito no infringe ningún derecho de terceros, ya sean de propiedad industrial, intelectual o cualquier otro.
- b) Garantizar que el contenido de las obras no atenta contra los derechos al honor, a la intimidad y a la imagen de terceros.
- c) Asumir toda reclamación o responsabilidad, incluyendo las indemnizaciones por daños, que

podieran ejercitarse contra la Universidad por terceros que vieran infringidos sus derechos e intereses a causa de la cesión.

- d) Asumir la responsabilidad en el caso de que las instituciones fueran condenadas por infracción de derechos derivada de las obras objeto de la cesión.

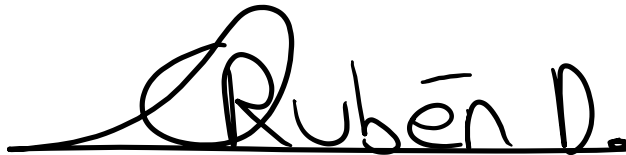
6º. Fines y funcionamiento del Repositorio Institucional.

La obra se pondrá a disposición de los usuarios para que hagan de ella un uso justo y respetuoso con los derechos del autor, según lo permitido por la legislación aplicable, y con fines de estudio, investigación, o cualquier otro fin lícito. Con dicha finalidad, la Universidad asume los siguientes deberes y se reserva las siguientes facultades:

- La Universidad informará a los usuarios del archivo sobre los usos permitidos, y no garantiza ni asume responsabilidad alguna por otras formas en que los usuarios hagan un uso posterior de las obras no conforme con la legislación vigente. El uso posterior, más allá de la copia privada, requerirá que se cite la fuente y se reconozca la autoría, que no se obtenga beneficio comercial, y que no se realicen obras derivadas.
- La Universidad no revisará el contenido de las obras, que en todo caso permanecerá bajo la responsabilidad exclusiva del autor y no estará obligada a ejercitar acciones legales en nombre del autor en el supuesto de infracciones a derechos de propiedad intelectual derivados del depósito y archivo de las obras. El autor renuncia a cualquier reclamación frente a la Universidad por las formas no ajustadas a la legislación vigente en que los usuarios hagan uso de las obras.
- La Universidad adoptará las medidas necesarias para la preservación de la obra en un futuro.
- La Universidad se reserva la facultad de retirar la obra, previa notificación al autor, en supuestos suficientemente justificados, o en caso de reclamaciones de terceros.

Madrid, a 1 de julio de 2021

ACEPTA



Fdo Rubén Domínguez Ibar

Motivos para solicitar el acceso restringido, cerrado o embargado del trabajo en el Repositorio Institucional:



COMILLAS

UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE GRADO

ANÁLISIS Y PREDICCIÓN DE INTERVALOS DE PRECIOS A PARTIR DE INFORMACIÓN HISTÓRICA DEL VOLUMEN NEGOCIADO

Autor: Rubén Domínguez Ibar

Director: Carlos Maté Jiménez

Madrid

ANÁLISIS Y PREDICCIÓN DE INTERVALOS DE PRECIOS A PARTIR DE INFORMACIÓN HISTÓRICA DEL VOLUMEN NEGOCIADO

Autor: Domínguez Ibar, Rubén.

Director: Maté Jiménez, Carlos.

Entidad Colaboradora: ICAI – Universidad Pontificia Comillas

RESUMEN DEL PROYECTO

Palabras clave: Volumen, Predicción Intervalos, Patrones de velas

1. Introducción

Cuando se estudia el comportamiento de una acción o de un índice bursátil existen numerosos parámetros que se pueden analizar con el fin de entender y predecir un movimiento de precios. Una variable importante a tener en cuenta es el volumen bursátil, ya que aporta información como el estado de emoción de los inversores hacia un activo, si es líquido o no, o la fuerza de una tendencia, como afirma (Dormeier 1969). El volumen de negociación es una herramienta de análisis bursátil que nos permite anticipar posibles fluctuaciones o cambios de tendencia, dotando de una gran ventaja a aquellos inversores que lo analizan. Este estudio analiza la importancia del volumen, así como su empleo en la validación de patrones de velas. Como desarrolla (Maté 2021), los datos de intervalo permiten modelar el rango de precios min-max de una acción o índice durante un periodo de tiempo y llevar a cabo predicciones de los mismos. Este proyecto también predecirá intervalos de precios considerando el volumen como una variable fundamental en la predicción.

2. Definición del Proyecto

Se estudia en primer lugar la importancia de considerar el volumen bursátil como inversor, además de las posibles interpretaciones que presenta, ya que según la circunstancia puede ser útil para observar el estado de ánimo de los inversores hacia una acción, la fuerza de una tendencia, o la facilidad con la que es posible que cambie en mayor o menor medida un precio.

En segundo lugar, se estudian y analizan diferentes patrones de velas, así como casos reales y su eficacia. Posteriormente, se analiza la posible influencia del volumen presente durante los periodos en los que se forma el patrón, así como en los posteriores, en los que se confirma o no.

Por último, se programa el algoritmo int-crisp de (Blanco-Fernández, Colubi, y García-Bárcana 2013), que permite predecir datos de intervalo. Dicho algoritmo se emplea para predecir diversos casos reales bursátiles, empleándose el volumen como variable determinante para la predicción y clasificación de los valores estudiados.

3. Descripción del sistema

En primer lugar, se ha realizado una etapa de familiarización con los conceptos e ideas de lo que es el volumen negociado y las relaciones que presenta con los intervalos de precios, para poder comprender los fundamentales del Proyecto. La lectura de (Dormeier 1969) ha permitido conocer cómo el análisis de volumen trata de profundizar en las tendencias del mercado para ayudar a identificar futuros cambios. Se muestra los métodos más avanzados para analizar la relación del volumen con los movimientos de los precios y la evolución de las tendencias del mercado.

Posteriormente se desarrolla la etapa de análisis, en la que se estudia el impacto del volumen en la eficacia de diferentes patrones de velas. Con tal objetivo, se programa una función que permite visualizar la cotización de una acción durante el periodo de estudio deseado, al mismo tiempo que se observan inferiormente los valores por periodo del Oscilador de Volumen Normalizado (NVO). Dicho Oscilador calcula el volumen relativo de un periodo respecto a los 10 anteriores, permitiendo analizar la fortaleza de cierto movimiento o tendencia. Utilizando conjuntamente el gráfico de velas y el N.V.O., este proyecto analiza numerosos casos reales en los que se produce un determinado patrón, observando en cada uno de ellos como se comporta el volumen. Como resultando, se obtienen conclusiones que permiten considerar la fortaleza relativa del volumen como paso previo a la validación de un patrón. En la Ilustración 1 se muestra un ejemplo de la empresa FUBO, en la que se aprecia en el gráfico superior la cotización en velas, en la que aparece un patrón de Estrella Doji Bajista, mientras que el gráfico inferior se puede observar el Oscilador de Volumen Normalizado representado en barras para cada periodo.

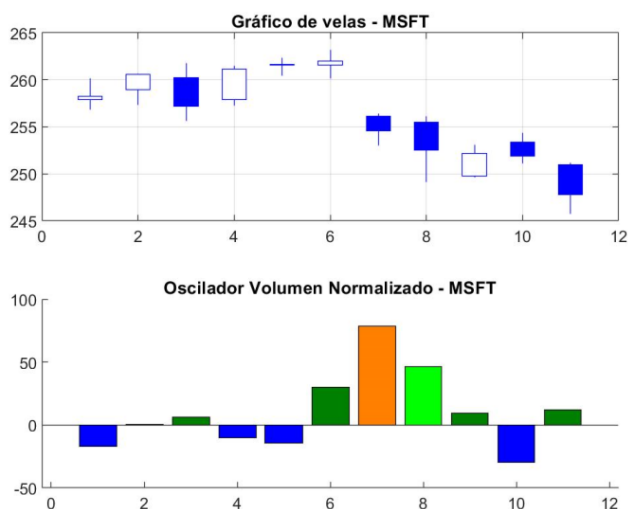


Ilustración 1 - Gráfico de velas y N.V.O. FUBO (Elaboración propia)

En la última parte del proyecto se programa el algoritmo de predicción de intervalos desarrollado por (Blanco-Fernández, Colubi, and García-Bárcana 2013). Tras verificar su correcto funcionamiento, se predicen intervalos de precios de mínimos y máximos a partir del volumen negociado. Acto siguiente, se predicen 52 casos reales de empresas cotizadas en mercados bursátiles americanos, para diferentes periodos, diferenciando además según la clase de volumen negociado, según sea inferior o superior a la media durante el periodo de predicción. En cada caso se analiza la eficiencia del modelo mediante estadísticos como el iU de Theil y el iARV.

4. Resultados

4.1. Predicción intervalos de precios

- El modelo de predicción int-crisp no es apto para predecir a partir del volumen o variables proporcionales a este, debido a que el modelo supone linealidad entre los intervalos predichos y el volumen, mientras que en los mercados bursátiles esa linealidad no es real.
- El modelo de predicción int-crisp, cuando toma como variable real el precio de cierre, estima con mayor eficacia que el modelo de predicción Paseo Aleatorio, ya que en el 100% de las predicciones realizadas, el valor de iU de Theil es inferior a 1.
- Comparando los resultados según si el volumen de los datos predichos es superior o inferior a la media del volumen, se observa cómo los 3 estadísticos son inferiores para los casos de volumen bajo, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1 - Eficacia según volumen

	Volumen Alto	Volumen Bajo
iU de Theil	0,7940619	0,36456667
iARV	0,05383333	0,01279493
MDE	2,32591429	0,94865714

- Como se muestra en la Tabla 2, se obtiene que el modelo int-crisp predice con mayor eficacia para el periodo 1, es decir, para los datos más antiguos.

Tabla 2 - Eficacia según periodo

	P1	P2	P3
Iu de Theil	0,55	0,56	0,62
iARV	0,02	0,03	0,04
MDE	0,96	1,66	2,29

4.2. Patrones de velas

- Tras analizar varios casos reales de cotizaciones en las que surgía el patrón Estrella Doji Bajista, considerando tanto los que resultaba efectivo tanto como los que no, se ha observado correlación entre la efectividad del volumen y el volumen en los periodos posteriores al desarrollo del patrón, determinándose que cuando se produce un aumento relativo del volumen frente al existente durante el patrón, este tiende a ser efectivo.
- Tras el análisis y representación de periodos en los que se ha producido un patrón de velas Envoltente Alcista, se ha observado que no resulta efectivo cuando el volumen no le acompaña, es decir, cuando el volumen relativo es bajo durante los periodos en los que se produce el patrón, evidenciando falta de fuerza necesaria para la reversión de la tendencia.

5. Conclusiones

5.1. Predicción intervalos de precios

- i.) En el 100% de las 52 predicciones realizadas, el valor de Iu de Theil es inferior a 1, mostrando que en todos los casos se predice con mayor eficacia que la que realizaría una predicción de Paseo Aleatorio.
- ii.) El modelo de predicción utilizado genera una única relación de predicción entre x e Y para todos los días estudiados. De tal manera, los días de mayor volumen, y por lo tanto de mayor volatilidad, son más complicados de predecir para el algoritmo, implicando mayores errores en la estimación. Es decir, las diferencias de eficacia obtenidas dependiendo del volumen tienen sentido con los conceptos previamente estudiados de las implicaciones del volumen en los mercados bursátiles.
- iii.) Este estudio propone que el hecho de que el algoritmo sea más eficiente en el Periodo 1 que en el resto, así como en el Periodo 2, que en el 3, es decir, cuanto

más antiguos los datos, se debe a que en estos último años ha aumentado el volumen en los mercados considerablemente, produciéndose mayor volatilidad en los precios de las acciones. Este aumento de volumen provoca que se produzcan mayores variaciones de precios con mayor frecuencia, desencadenando en peores predicciones del modelo.

5.2. Patrones de velas

Se ha determinado que es importante observar el volumen relativo negociado de cara a validar un patrón de velas. Siendo fundamental analizar los valores del Oscilador de Volumen Normalizado durante los periodos en los que se produce el patrón, además de los inmediatamente posteriores. El volumen relativo nos muestra la fuerza de la posible reversión, aportándonos información sobre la mayor o menor posibilidad de esta.

6. Referencias

- Admati, Anat R., and Paul Pfleiderer. 1988. "A Theory of Intraday Patterns: Volume and Price Variability." *Review of Financial Studies* 1(1): 3–40.
- Blanco-Fernández, Angela, Ana Colubi, and Marta García-Bárcana. 2013. "A Set Arithmetic-Based Linear Regression Model for Modelling Interval-Valued Responses through Real-Valued Variables." *Information Sciences* 247: 109–22. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ins.2013.06.044>.
- Caginalp, G., and H. Laurent. 1998. "The Predictive Power of Price Patterns." *International Journal of Phytoremediation* 21(1): 181–205.
- Christopher M. Bishop. 2006. *EAI/Springer Innovations in Communication and Computing Pattern Recognition and Machine Learning*.
- Dormeier, Buff Pelz. 1969. *Investing With Volume Analysis*.
- Florackis, Chris, Alexandros Kontonikas, and Alexandros Kostakis. 2014. "Stock Market Liquidity and Macro-Liquidity Shocks: Evidence from the 2007-2009 Financial Crisis." *Journal of International Money and Finance* 44(0): 97–117.
- Foster, F. Douglas, and S. Viswanathan. 1993. "Variations in Trading Volume, Return Volatility, and Trading Costs: Evidence on Recent Price Formation Models." *The Journal of Finance* 48(1): 187.
- Kapanen, Juha. 2020. "Title: DAX Index Price Prediction Using Artificial Neural Networks."
- Lamoureux, Christopher G., and William D. Lastrapes. 1993. "Forecasting Stock-Return Variance: Toward an Understanding of Stochastic Implied Volatilities." *Review of Financial Studies* 6(2): 293–326.

- Lawton, Richard. 2001. "Time Series Analysis and Its Applications." *International Journal of Forecasting* 17(2): 299–301.
- Lo, Andrew W., and Jiang Wang. 2010. "Stock Market Trading Volume." *Handbook of Financial Econometrics, Vol 2* d(3): 241–342.
- Marshall, Ben R., Martin R. Young, and Lawrence C. Rose. 2006. "Candlestick Technical Trading Strategies: Can They Create Value for Investors?" *Journal of Banking and Finance* 30(8): 2303–23.
- Martinsson, Filip, and Ivan Liljeqvist. 2017. "Short-Term Stock Market Prediction Based on Candlestick Pattern Analysis Short-Term Stock Market Prediction Based on Candlestick Pattern Analysis."
- Maté, Carlos G. 2021. "Combining Interval Time Series Forecasts . A First Step in a Long Way (Research Agenda)." 44(1): 123–57.
- Morris, Gregory L. *Candlestick Charting Explained*.
- Naciones Unidas. 2020. "Informe de Los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2020." *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2019*: 64. <https://unstats.un.org/sdgs/files/report/2018/TheSustainableDevelopmentGoalsReport2018-ES.pdf>.
- Ramuada, Vhahangwele Cedrick. 2018. "Forecasting Stock Returns: A Comparison Of." (December).
- Richardson, James G., and Frank D. Newbury. 1953. "Business Forecasting: Principles and Practice." *Southern Economic Journal* 19(4): 531.
- Singh, Sarika Mahajan and Balwinder. 2008. "AN EMPIRICAL ANALYSIS OF STOCK PRICE-VOLUME RELATIONSHIP IN INDIAN STOCK MARKET." *PhD Thesis* i(Amjad 2011): 49–58. [http://shodhganga.inflibnet.ac.in/bitstream/10603/3972/11/11-chapter 3.pdf](http://shodhganga.inflibnet.ac.in/bitstream/10603/3972/11/11-chapter%203.pdf).
- STOYANOV, STOYAN et al. 2010. "A Note on the Impact of Non Linear Reward and Risk Measures." *Journal of Applied Functional Analysis* (5,2): 194–202.
- Tang, Tiantian, Liping Zou, and Jing Li. 2013. "The High-Volume Return Premium: Evidence from the Australian Equity Market." *Journal of Accounting and Finance* 13(5): 74–93.
- Villada, Fernando, Nicolás Muñoz, and Edwin García. 2012. "Aplicación de Las Redes Neuronales Al Pronóstico de Precios En El Mercado de Valores." *Informacion Tecnologica* 23(4): 11–20.
- Williams, Bill. 1995. "Trading Chaos.Pdf."
- Zhang, Dan, and QiuJun Lu. 2016. "Robust Regression Analysis with LR-Type Fuzzy Input Variables and Fuzzy Output Variable." *Journal of Data Analysis and Information Processing* 04(02): 64–80.

ANALYSIS AND PREDICTION OF PRICE RANGES FROM HISTORICAL TRADED VOLUME DATA

Author: Domínguez Ibar, Rubén.

Supervisor: Maté Jiménez, Carlos.

Collaborating Entity: Empresa: ICAI – Universidad Pontificia Comillas

ABSTRACT

Keywords: Volume, Interval Prediction, Candlestick Patterns

1. Introduction

When studying the behavior of a stock or a stock index, there are numerous parameters that can be analyzed in order to understand and predict a price movement. An important variable to take into account is the trading volume, as it provides information such as the state of emotion of investors towards an asset, whether it is liquid or not, or the strength of a trend, as stated by (Dormeier n.d.). Trading volume is a stock market analysis tool that allows us to anticipate possible fluctuations or trend changes, giving a great advantage to those investors who analyze it. This study analyzes the importance of volume, as well as its use in the validation of candlestick patterns. As developed by (Maté 2021), interval data allows modeling the min-max price range of a stock or index over a period of time and making predictions about them. This project will also predict price intervals by considering volume as a fundamental variable in the prediction.

2. Definition of the project

First of all, a familiarization stage with the concepts and ideas of what is traded volume and the relationships it presents with price ranges has been carried out, in order to understand the fundamentals of the Project. Reading (Dormeier n.d.) has provided insight into how volume analysis attempts to delve into market trends to help identify future changes. It shows the state-of-the-art methods for analyzing the relationship of volume to price movements and the evolution of market trends.

This is followed by the analysis stage, in which the impact of volume on the effectiveness of different candlestick patterns is studied. For this purpose, a function is programmed to visualize the price of a stock during the desired study period, while at the same time observing the values per period of the Normalized Volume Oscillator (NVO). This oscillator calculates the relative volume of a period with respect to the previous 10 periods, making it possible to analyze the strength of a certain movement or trend. Using together the candlestick chart and the NVO, this project analyzes numerous real cases in which a certain pattern occurs, observing in each of them how the volume behaves. As a result, conclusions are obtained that allow us to consider the relative strength of the volume as a preliminary step to the validation of a pattern. Illustration 1 shows an example of the company FUBO, in which the upper chart shows

the candlestick price, in which a Bearish Doji Star pattern appears, while the lower chart shows the Normalized Volume Oscillator represented in bars for each period.

3. Description of the system

First of all, a familiarization stage with the concepts and ideas of what is traded volume and the relationships it presents with price ranges has been carried out, in order to understand the fundamentals of the Project. Reading (Dormeier n.d.) has provided insight into how volume analysis attempts to delve into market trends to help identify future changes. It shows the state-of-the-art methods for analyzing the relationship of volume to price movements and the evolution of market trends.

This is followed by the analysis stage, in which the impact of volume on the effectiveness of different candlestick patterns is studied. For this purpose, a function is programmed to visualize the price of a stock during the desired study period, while at the same time observing the values per period of the Normalized Volume Oscillator (NVO). This oscillator calculates the relative volume of a period with respect to the previous 10 periods, making it possible to analyze the strength of a certain movement or trend. Using together the candlestick chart and the NVO, this project analyzes numerous real cases in which a certain pattern occurs, observing in each of them how the volume behaves. As a result, conclusions are obtained that allow us to consider the relative strength of the volume as a preliminary step to the validation of a pattern. Illustration 2 shows an example of the company FUBO, in which the upper chart shows the candlestick price, in which a Bearish Doji Star pattern appears, while the lower chart shows the Normalized Volume Oscillator represented in bars for each period.

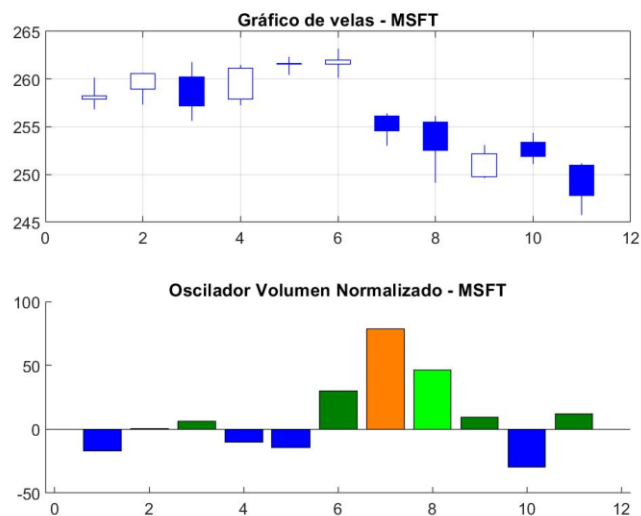


Illustration 2 - Candlestick chart and N.V.O. FUBO (Own elaboration)

In the last part of the project, the interval prediction algorithm developed by (Blanco-Fernández, Colubi, and García-Bárzana 2013) is programmed. After verifying its correct operation, minimum and maximum price intervals are predicted from the traded volume. Next, 52 real cases of companies listed on American stock markets are predicted for different periods, differentiating also according to the type of traded volume, depending on whether it is lower or higher than the average during the prediction period. In each case, the efficiency of the model is analyzed using statistics such as Theil's Iu and IARV.

4. Results

4.1. Prediction of price intervals

- The int-crisp prediction model is not suitable for predicting from volume or variables proportional to it, because the model assumes linearity between the predicted intervals and volume, while in the stock markets this linearity is not real.
- The int-crisp prediction model, when taking the closing price as the real variable, estimates more efficiently than the Random Walk prediction model, since in 100% of the predictions made, the value of iU of Theil is less than 1.
- Comparing the results according to whether the volume of the predicted data is higher or lower than the average volume, it is observed how the 3 statistics are lower for the cases of low volume, as shown in Table 3.

Table 3 - Efficiency according to volume

	High Volume	Low Volume
iU de Theil	0,7940619	0,36456667
iARV	0,05383333	0,01279493
MDE	2,32591429	0,94865714

- As shown in Table 4, it is obtained that the int-crisp model predicts more effectively for period 1, i.e. for older data.

Table 4 - Efficiency according to period

	P1	P2	P3
iU de Theil	0,55	0,56	0,62
iARV	0,02	0,03	0,04
MDE	0,96	1,66	2,29

4.2. Candlestick patterns

- After analyzing several real cases of quotes in which the Bearish Doji Star pattern emerged, considering both those that were effective and those that were not, a correlation was observed between the effectiveness of the volume and the volume in the periods after the development of the pattern, determining that when there is a relative increase in volume compared to that existing during the pattern, the pattern tends to be effective.
- After the analysis and representation of periods in which a bullish engulfing candlestick pattern has occurred, it has been observed that it is not effective when the volume does not accompany it, i.e. when the relative volume is low during the periods in which the pattern occurs, showing a lack of strength necessary for the reversal of the trend.

5. Conclusions

5.1. Prediction of price intervals

- i.) In 100% of the 52 predictions made, the value of iU of Theil is less than 1, showing that in all cases it is predicted more effectively than a Random Walk prediction.

- ii.) The prediction model used generates a single prediction relationship between x and Y for all the days studied. Thus, the days of higher volume, and therefore of higher volatility, are more complicated for the algorithm to predict, implying greater errors in the estimation. In other words, the differences in efficiency obtained depending on volume make sense with the previously studied concepts of the implications of volume in stock markets.
- iii.) This study proposes that the fact that the algorithm is more efficient in Period 1 than in the rest, as well as in Period 2 than in Period 3, i.e., the older the data, is due to the fact that in recent years the volume in the markets has increased considerably, producing greater volatility in stock prices. This increase in volume causes greater price variations to occur more frequently, resulting in worse model predictions.

5.2. Candlestick patterns

It has been determined that it is important to observe the relative volume traded in order to validate a candlestick pattern. It is essential to analyze the values of the Normalized Volume Oscillator during the periods in which the pattern occurs, as well as those immediately after. The relative volume shows us the strength of the possible reversal, giving us information on the greater or lesser possibility of this.

6. References

- Admati, Anat R., and Paul Pfleiderer. 1988. "A Theory of Intraday Patterns: Volume and Price Variability." *Review of Financial Studies* 1(1): 3–40.
- Blanco-Fernández, Angela, Ana Colubi, and Marta García-Bárcana. 2013. "A Set Arithmetic-Based Linear Regression Model for Modelling Interval-Valued Responses through Real-Valued Variables." *Information Sciences* 247: 109–22. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ins.2013.06.044>.
- Caginalp, G., and H. Laurent. 1998. "The Predictive Power of Price Patterns." *International Journal of Phytoremediation* 21(1): 181–205.
- Christopher M. Bishop. 2006. *EAI/Springer Innovations in Communication and Computing Pattern Recognition and Machine Learning*.
- Dormeier, Buff Pelz. 1969. *Investing With Volume Analysis*.
- Florackis, Chris, Alexandros Kontonikas, and Alexandros Kostakis. 2014. "Stock Market Liquidity and Macro-Liquidity Shocks: Evidence from the 2007-2009 Financial Crisis." *Journal of International Money and Finance* 44(0): 97–117.

- Foster, F. Douglas, and S. Viswanathan. 1993. "Variations in Trading Volume, Return Volatility, and Trading Costs: Evidence on Recent Price Formation Models." *The Journal of Finance* 48(1): 187.
- Kapanen, Juha. 2020. "Title: DAX Index Price Prediction Using Artificial Neural Networks."
- Lamoureux, Christopher G., and William D. Lastrapes. 1993. "Forecasting Stock-Return Variance: Toward an Understanding of Stochastic Implied Volatilities." *Review of Financial Studies* 6(2): 293–326.
- Lawton, Richard. 2001. "Time Series Analysis and Its Applications." *International Journal of Forecasting* 17(2): 299–301.
- Lo, Andrew W., and Jiang Wang. 2010. "Stock Market Trading Volume." *Handbook of Financial Econometrics, Vol 2* d(3): 241–342.
- Marshall, Ben R., Martin R. Young, and Lawrence C. Rose. 2006. "Candlestick Technical Trading Strategies: Can They Create Value for Investors?" *Journal of Banking and Finance* 30(8): 2303–23.
- Martinsson, Filip, and Ivan Liljeqvist. 2017. "Short-Term Stock Market Prediction Based on Candlestick Pattern Analysis Short-Term Stock Market Prediction Based on Candlestick Pattern Analysis."
- Maté, Carlos G. 2021. "Combining Interval Time Series Forecasts . A First Step in a Long Way (Research Agenda)." 44(1): 123–57.
- Morris, Gregory L. *Candlestick Charting Explained*.
- Naciones Unidas. 2020. "Informe de Los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2020." *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2019*: 64. <https://unstats.un.org/sdgs/files/report/2018/TheSustainableDevelopmentGoalsReport2018-ES.pdf>.
- Ramuada, Vhahangwele Cedrick. 2018. "Forecasting Stock Returns: A Comparison Of." (December).
- Richardson, James G., and Frank D. Newbury. 1953. "Business Forecasting: Principles and Practice." *Southern Economic Journal* 19(4): 531.
- Singh, Sarika Mahajan and Balwinder. 2008. "AN EMPIRICAL ANALYSIS OF STOCK PRICE-VOLUME RELATIONSHIP IN INDIAN STOCK MARKET." *PhD Thesis* i(Amjad 2011): 49–58. [http://shodhganga.inflibnet.ac.in/bitstream/10603/3972/1/11-chapter 3.pdf](http://shodhganga.inflibnet.ac.in/bitstream/10603/3972/1/11-chapter%203.pdf).
- STOYANOV, STOYAN et al. 2010. "A Note on the Impact of Non Linear Reward and Risk Measures." *Journal of Applied Functional Analysis* (5,2): 194–202.
- Tang, Tiantian, Liping Zou, and Jing Li. 2013. "The High-Volume Return Premium : Evidence from the Australian Equity Market." *Journal of Accounting and Finance* 13(5): 74–93.
- Villada, Fernando, Nicolás Muñoz, and Edwin García. 2012. "Aplicación de Las Redes Neuronales Al Pronóstico de Precios En El Mercado de Valores." *Informacion Tecnologica* 23(4): 11–20.

Williams, Bill. 1995. "Trading Chaos.Pdf."

Zhang, Dan, and Qiujun Lu. 2016. "Robust Regression Analysis with LR-Type Fuzzy Input Variables and Fuzzy Output Variable." *Journal of Data Analysis and Information Processing* 04(02): 64–80.

Índice de la memoria

Capítulo 1. Introducción	9
1.1 Estado de la cuestión	10
1.1.1 Volumen.....	10
1.1.2 Datos de intervalo y gráficos de velas	11
1.1.3 Series temporales y predicción	12
1.2 Motivación	12
1.3 Objetivos	13
1.4 Metodología	14
1.5 Recursos	15
Capítulo 2. Análisis y predicción mediante series temporales	16
2.1 Introducción	16
2.2 Series temporales.....	18
2.2.1 Terminología	18
2.2.2 Aplicaciones	19
2.2.3 Estacionalidad.....	20
2.2.4 Estacionariedad.....	22
2.2.5 Autocorrelación.....	24
2.3 Velas japonesas	26
2.3.1 Terminología	26
2.3.2 Componentes	27
2.3.3 Patrones.....	28
2.4 Modelos de predicción.....	33
2.4.1 Auto regresión	34
2.4.2 Redes neuronales.....	36
2.4.3 GARCH.....	38
Capítulo 3. Volumen.....	42
3.1 Introducción	42
3.2 Análisis del volumen	43
3.2.1 Terminología	43

3.2.2	<i>El volumen valida el precio</i>	43
3.2.3	<i>El volumen aporta información</i>	44
3.2.4	<i>El volumen manifiesta interés y entusiasmo</i>	44
3.2.5	<i>El volumen es el combustible del mercado</i>	45
3.2.6	<i>El volumen potencia la velocidad</i>	45
3.3	El volumen: la fuerza del mercado	45
3.3.1	<i>El volumen manda en el precio</i>	45
3.3.2	<i>Soportes y resistencias</i>	47
3.3.3	<i>Tendencias</i>	48
3.4	Cómo leer el mercado como si fuera un libro	50
3.4.1	<i>Miedo y codicia</i>	51
3.4.2	<i>Analizando el precio y el volumen mediante barras</i>	52
3.4.3	<i>Análisis de volumen junto a rango de precios</i>	53
3.4.4	<i>Brechas</i>	61
3.5	Volumen en tendencias	62
3.5.1	<i>Análisis de tendencias utilizando el volumen</i>	63
3.5.2	<i>Tendencias estacionales del volumen</i>	64
	Capítulo 4. Predicción de intervalos de precios mediante regresión lineal	67
4.1	Introducción	67
4.2	Predicción de intervalos mediante regresión lineal	68
4.3	Conceptos preliminares	69
4.4	Modelo de regresión lineal de intervalos con regresor de valor real	71
4.4.1	<i>Formulación algoritmo</i>	72
4.4.2	<i>Propiedades de los estimadores</i>	75
4.4.3	<i>Implementación algoritmo</i>	75
4.4.4	<i>Verificación funcionamiento</i>	78
4.5	Casos prácticos y Análisis eficacia	80
4.5.1	<i>Predicción a partir del volumen</i>	80
4.5.2	<i>Predicción a partir del precio de cierre</i>	83
	Capítulo 5. Análisis de predicción de intervalos a partir del precio de cierre según el volumen	86
5.1	Introducción	86

5.2	Medidas de eficiencia	88
5.2.1	<i>Error Medio de Distancia (MDE)</i>	88
5.2.2	<i>Varianza Media Relativa (iARV)</i>	88
5.2.3	<i>Intervalo estadístico iU de Theil</i>	89
5.3	Análisis de predicciones	90
5.3.1	<i>Análisis por periodo</i>	93
Capítulo 6. Análisis de patrones de velas junto al oscilador de volumen normalizado .		95
6.1	Introducción	95
6.2	Obtención y tratamiento de datos	96
6.2.1	<i>Descarga de datos de Investing.com</i>	96
6.2.2	<i>Tratamiento de datos csv</i>	97
6.3	Oscilador de volumen normalizado	99
6.3.1	<i>Introducción</i>	99
6.3.2	<i>Composición y funcionamiento</i>	100
6.3.3	<i>Programación</i>	101
6.4	Ejemplos.....	103
6.4.1	<i>Clover Health Investments Corp.</i>	103
6.4.2	<i>GameStop</i>	104
6.5	Gráficos de velas	105
6.5.1	<i>Programación</i>	105
6.5.2	<i>Ejemplos</i>	106
6.6	Representación conjunta velas - nvo.....	108
6.6.1	<i>Ejemplos</i>	109
6.7	Análisis de patrones de velas	112
6.7.1	<i>Estrella Doji Bajista</i>	113
6.7.2	<i>Pauta Envolvente Alcista</i>	119
Capítulo 7. Conclusiones y trabajos futuros.....		128
7.1	Introducción	¡Error! Marcador no definido.
7.2	Patrones de velas y N.V.O.....	¡Error! Marcador no definido.
7.2.1	<i>Estrella Doji Bajista</i>	128
7.2.2	<i>Pauta envolvente alcista</i>	128
7.3	Predicción de intervalos de precios a partir del volumen negociado.....	129

7.3.1 Volumen como variable real.....	129
7.3.2 Precio de cierre como variable real	130
7.4 Trabajos futuros.....	133
7.4.1 Patrones de velas y N.V.O.	133
7.4.2 Predicción de intervalos de precios.....	134
Capítulo 8. Bibliografía.....	135
Capítulo 9. ANEXO I – Relación con los O.D.S.	138
1. Introducción	138
2. Relación con el proyecto.....	138
2.1. Trabajo decente y crecimiento económico	139
2.2. Industria, innovación e infraestructura	140

Índice de ilustraciones

Ilustración 1 - Gráfico de velas y N.V.O. FUBO (Elaboración propia)	10
Ilustración 2 - Serie temporal de Mosy (Elaboración propia)	19
Ilustración 3 - Serie temporal estacional (Matlab)	21
Ilustración 4 - Serie temporal con estacionalidad suavizada (Matlab)	22
Ilustración 5 - Serie temporal estacionaria (Matlab)	23
Ilustración 6 - Serie temporal estacionaria con media móvil (Matlab)	24
Ilustración 7 – Autocorrelación (Elaboración propia)	25
Ilustración 8 – Autocorrelación Parcial (Elaboración propia).....	25
Ilustración 9 - Velas japonesas (Elaboración propia)	27
Ilustración 10 - Gráfico de velas (Elaboración propia)	29
Ilustración 11 - Vela blanca/verde larga.....	31
Ilustración 12 - Cierre de Marubozu negro/rojo	32
Ilustración 13 - Engulfado Alcista.....	32
Ilustración 14 - Nubosidad oscura	33
Ilustración 15 – Ejemplos de modelos autorregresivos con parámetros distintos. (Richardson and Newbury 1953).....	35
Ilustración 16 – Red neuronal, propagación hacia delante (Villada, Muñoz, and García 2012).....	37
Ilustración 17 – Rendimientos acumulados según el volumen (Tang, Zou, and Li 2013)..	46
Ilustración 18 – Soportes y resistencias (EURUSD, Gráfico D1, MT5 Admiral Markets. Rango de datos: del 7 de junio de 2019 a 3 de febrero de 2020.).....	48
Ilustración 19 – Tendencia ascendente (TeleChart)	49
Ilustración 20 – Tendencia bajista (TeleChart)	50
Ilustración 21 – Cotización de Apple, acompañada por un diagrama de barras que representa el volumen en los distintos periodos (Investing.com).....	53
Ilustración 22 – Simbología rangos de precios.....	54

Ilustración 23 – Moderadamente alcista.....	56
Ilustración 24 – Alto volumen con leve movimiento de precios.....	57
Ilustración 25 – Reversión bajista, oferta robusta	57
Ilustración 26 – Fuerte oferta.....	58
Ilustración 27 – Oferta moderada, bajista.....	58
Ilustración 28 – Fuertes caídas y su volumen (Investing with volume analysis)	60
Ilustración 29 – Gran bajada de precios, bajo volumen	61
Ilustración 30 – Brecha bajista	62
Ilustración 31 – Volumen intradiario (Investing.com)	65
Ilustración 32 - Obtención datos Tesla (Elaboración propia).....	97
Ilustración 33 - Datos en formato csv (elaboración propia)	98
Ilustración 34 - Paso 3 (Elaboración propia)	99
Ilustración 35 - Paso 4 (Elaboración propia).....	99
Ilustración 36 - NVO CLOV (Elaboración propia).....	104
Ilustración 37 - NVO GME (Elaboración propia).....	105
Ilustración 38 - Gráfico de velas CLOV (Elaboración propia)	107
Ilustración 39 - Gráfico de velas GME (Elaboración propia)	108
Ilustración 40 - NVO y Velas GME (Elaboración propia).....	109
Ilustración 41 - NVO y Velas CLOV (Elaboración propia).....	111
Ilustración 42 - Patrón Estrella Doji Bajista (CandleScanner)	113
Ilustración 43 - Microsoft, patrón Estrella Doji Bajista (Elaboración propia)	114
Ilustración 44 – ADBE, patrón Estrella Doji Bajista (Elaboración propia)	115
Ilustración 45 - NVDA, patrón Estrella Doji Bajista (Elaboración propia)	116
Ilustración 46 - FUBO, patrón Estrella Doji Bajista (Elaboración propia)	117
Ilustración 47 - MSFT, patrón Estrella Doji Bajista (Elaboración propia)	118
Ilustración 48 - Patrón Pauta Envolvente Alcista.....	119
Ilustración 49 - MSFT, Pauta envolvente alcista (Elaboración propia)	121
Ilustración 50 - FUBO, Pauta envolvente alcista (Elaboración propia)	122
Ilustración 51 - TSLA, Pauta envolvente alcista (Elaboración propia).....	123
Ilustración 52 - FUBO, Pauta envolvente alcista (Elaboración propia)	124

Ilustración 53 - Pauta Envolvente Alcista Marriot (Elaboración propia)	125
Ilustración 54 - O.D.S.....	138
Ilustración 55 - O.D.S. 8.....	139
Ilustración 56 - O.D.S. 9.....	140

Índice de tablas

Tabla 1 - Eficacia según volumen	11
Tabla 2 - Eficacia según periodo	12
Tabla 3 – Fases inversión mediante análisis de precio y volumen, primera parte (Dormeier n.d.).....	64
Tabla 4 - Fases inversión mediante análisis de precio y volumen, segunda parte (Dormeier n.d.).....	64
Tabla 5 - Datos ejemplo (Blanco-Fernández, Colubi, and García-Bárzana 2013).....	79
Tabla 6 - Resultados predicciones	90
Tabla 7 - Estadísticos según volumen	93
Tabla 8 - Estadísticos según Periodo.....	94

Capítulo 1. INTRODUCCIÓN

Los mercados financieros son un espacio que puede ser físico o virtual, a través del cual se intercambian activos financieros entre agentes económicos y en el que se definen los precios de dichos activos. Un mercado financiero está regido por la ley de la oferta y la demanda. Es decir, cuando alguien quiere algo a un precio determinado, solo lo podrá comprar a ese precio si hay otra persona dispuesta a venderle ese algo a dicho precio. La función principal de un mercado financiero es la de intermediación entre la gente que ahorra y la gente que necesita financiación.

En la actualidad existen diversos mercados financieros. No obstante, en este proyecto se estudiará el mercado de renta variable, también denominado bolsa o mercado de acciones. Llamamos acción a una unidad de participación financiera en una empresa que puede venderse a los inversores. Para explicarlo de forma general podemos decir que el valor total de una empresa se divide en unidades del mismo tamaño. Cada una de estas unidades es una acción. Por ejemplo, para una empresa valorada en 100 millones de dólares y que emite 10 millones de acciones, cada acción valdrá 10 dólares. Una vez emitidas, el precio de las acciones podrá evolucionar en función de valor de la empresa de la que provienen. Así pues, los inversores que disponen de estas acciones pueden venderlas y obtener una plusvalía. Por supuesto, también es posible que el valor de la empresa disminuya, en cuyo caso el precio de las acciones bajará también.

Las empresas cotizadas se encuentran dentro de uno o varios índices bursátiles según la naturaleza de la acción o la organización que regula su negociación. En este proyecto se abordará el análisis de empresas que coticen en el Nasdaq-100, índice bursátil de EE.UU. que refleja las 100 empresas tecnológicas más importantes de este mercado, siendo algunas de ellas las más importantes del mundo por capitalización bursátil y volumen de negocio. Entre las empresas más destacadas de este índice se encuentran empresas como Apple, Amazon o Microsoft.

El precio de una acción no es estático, sino dinámico, ya que depende de la relación entre la oferta y la demanda existente del título en un determinado momento. De tal manera, si estudiamos el comportamiento del precio de una acción durante un intervalo de tiempo nos encontraremos con un precio de apertura o de partida, un precio de cierre o final, un precio máximo, y un precio mínimo de cotización. Si el valor de cotización final de una acción es superior al valor inicial en un intervalo de tiempo, se puede asegurar que el valor de la acción ha aumentado. En cambio, si el valor de cierre es inferior al de apertura nos encontraremos ante una acción que ha disminuido su valor.

1.1 ESTADO DE LA CUESTIÓN

1.1.1 VOLUMEN

Cuando se estudia el comportamiento de una acción o de un índice bursátil existen muchos parámetros que se pueden analizar con el fin de entender un movimiento de precios, un precio actual, tratar de predecir un comportamiento similar en el futuro, etc. Un aspecto importante a tener en cuenta es el volumen bursátil, es decir, el número de títulos o contratos que se negocian de un activo financiero en un mercado. Es un elemento muy importante a tener en cuenta, ya que expresa el estado de emoción de los inversores hacia ese activo, comprando y vendiendo este activo, dependiendo de su volumen de negociación, de forma más activa o menos activa. Nos muestra además si un activo es líquido o no, dado que, a mayor volumen, mayor liquidez y capitalización, siendo menor la diferencia entre el precio de compra y el precio de venta, esto es, el spread. El volumen de negociación es una herramienta de análisis bursátil que nos permite anticipar posibles fluctuaciones o cambios de tendencia según las subidas o bajadas en los precios de los activos que estemos negociando.

Si el precio y la cantidad son los elementos fundamentales de cualquier teoría de las interacciones del mercado, la importancia del volumen de negociación para entender el comportamiento de los mercados financieros es evidente. Sin embargo, (Lo and Wang 2010) describen que aunque se han desarrollado muchos modelos económicos de los

mercados financieros para explicar el comportamiento de los precios - previsibilidad, variabilidad y contenido informativo-, se ha prestado mucha menos atención a la explicación de los volúmenes de negociación. En cualquier caso, el volumen tiene que ser acompañado de otros indicadores técnicos que nos permitan ver de una forma más clara la tendencia del mercado.

En ocasiones se requiere comparar el volumen negociado de una acción con respecto a otras u otras a la hora de realizar un correcto análisis. La lectura de (Foster and Viswanathan 1993) corrobora que históricamente el volumen de negociación ha sido exagerado para los valores del Nasdaq en relación con los de otros mercados como el NYSE de la Bolsa de Nueva York. Además, dado que el volumen del Nasdaq puede estar sobredimensionado, muchos investigadores utilizan un factor de ajuste para que sea comparable con el volumen de la Bolsa de Nueva York.

1.1.2 DATOS DE INTERVALO Y GRÁFICOS DE VELAS

Como desarrolla (Maté 2021), los datos de intervalo permiten modelar el rango de precios min-max de una acción o índice durante un periodo de tiempo y llevar a cabo predicciones de los mismos. Un problema abierto es estudiar cómo afecta el volumen negociado en un periodo con el intervalo de precios en el siguiente periodo.

En la actualidad es común representar intervalos de precio mediante las denominadas velas japonesas. Estas muestran de una manera visual datos sobre los intervalos de precios de una acción en un determinado intervalo de tiempo. Se representan parámetros como el precio máximo, precio mínimo, precio de cierre y precio de apertura. El cuerpo de la vela se representa con un color, siendo, en este proyecto, blanco si el precio de la acción ha aumentado en el intervalo de tiempo estudiado, o azul en el caso contrario.

1.1.3 SERIES TEMPORALES Y PREDICCIÓN

Para un correcto análisis de intervalos de precios es común tratar los datos históricos como una serie temporal. Una serie temporal se define como una colección de observaciones de una variable recogidas secuencialmente en el tiempo. Estas observaciones se suelen recoger en instantes de tiempo equiespaciados. Si los datos se recogen en instantes temporales de forma continua, se debe o bien digitalizar la serie, es decir, recoger sólo los valores en instantes de tiempo equiespaciados, o bien acumular los valores sobre intervalos de tiempo.

Una vez obtenido un modelo de regresión, resulta útil validar el modelo. La validación de modelos es una técnica fundamental para el aprendizaje automático. Cuando se utiliza correctamente, ayuda a evaluar lo bien que un modelo de aprendizaje automático va a reaccionar a los nuevos datos. Supone útil principalmente porque ayuda a evaluar que algoritmo y parámetros se desean utilizar. Además, evita el sobreajuste durante el entrenamiento.

1.2 MOTIVACIÓN

El volumen negociado durante periodos de tiempo anteriores es importante en los mercados financieros, siendo sobre todo relevante para el trading diario. No obstante, la mayor parte de los inversores no le presta la suficiente atención.

El volumen juega un papel importante en el análisis técnico de acciones, ya que cuantas más se estén intercambiando a un determinado precio, más está confirmando el precio el volumen. Se podría decir que más personas están “votando” un determinado precio en un instante o periodo. Asimismo, un bajo volumen implica lo contrario. Cuando hay menos inversores participando en el mercado dado un precio, más duda se crea en la validez de este. Resumiendo, cuanta más gente está negociando un valor en un movimiento

de precios, más confirmado queda este. El volumen dictamina la calidad de un precio para un “trader”.

El volumen también muestra el interés y el entusiasmo del mercado con respecto a un título. El volumen del mercado es realmente dinero buscando un lugar para residir. Sólo hay dos razones por las que los inversores deciden invertir. La primera es para aprovechar una oportunidad. La segunda es con el fin de reducir el riesgo de estar posicionado incorrectamente en el mercado. El aumento del volumen revela que los inversores creen que hay un mayor interés y entusiasmo, ya sea en cuanto a una tendencia alcista o bajista de un título. Un volumen bajo implica que menos inversores ven una oportunidad, por lo que se mantienen al margen

La reciente pandemia supuso en marzo aumentos de volumen en las bolsas mundiales llegando a máximos históricos de acciones negociadas. Se pudo observar cómo afecta la incertidumbre a los inversores, así como este aumento repentino de volumen supuso una extrema volatilidad en los mercados, produciéndose grandes subidas y bajadas de los precios en cortos intervalos de tiempo.

Considerando por lo tanto la importancia del volumen en los precios de las acciones, se pretende profundizar en el análisis de este. Además, se utilizará como variable para tratar de predecir intervalos de precios.

1.3 OBJETIVOS

Se analizarán algunos de los patrones de velas más relevantes, en gráficos de elaboración propia, estudiando casos reales de cotización en periodos de 1 día. Uno de los resultados esperados de este trabajo es un sistema original, básico y visual para analizar y pronosticar los precios mínimos y máximos tanto en intervalos de días como de horas, basado en la información del volumen negociado en días u horas anteriores. Para ello, se programará un Oscilador del Volumen Normalizado (N.V.O.), que permitirá analizar las

variaciones de volumen que se producen en los distintos periodos analizados. Se incluirán varios ejemplos con algunos valores del NASDAQ en diferentes periodos, como la reciente caída del COVID-19, en la cual se produjo una gran volatilidad.

Por otra parte, se programará el algoritmo de las páginas 115 y 116 de (Blanco-Fernández, Colubi, and García-Bárzana 2013), probando su funcionamiento con los datos que incluye el artículo. Este algoritmo permitirá predecir datos de intervalo, en concreto, de precios mínimo y máximo para distintos periodos, a partir de variables como el volumen o el precio de cierre de una acción.

1.4 METODOLOGÍA

En primer lugar, se ha realizado una etapa de familiarización con los conceptos e ideas de lo que es el volumen negociado y las relaciones que presenta con los intervalos de precios, para poder comprender los fundamentales del proyecto. Para ello se ha leído el libro “Investing with Volume Analysis”, realizándose un posterior resumen de las ideas más importantes que presenta relacionadas los aspectos claves del proyecto. La lectura de (Dormeier 1969) ha permitido conocer cómo el análisis de volumen trata de profundizar en las tendencias del mercado para ayudar a identificar futuros cambios. Se muestran los métodos más avanzados para analizar la relación del volumen con los movimientos de los precios y la evolución de las tendencias del mercado.

Posteriormente se desarrolla la etapa de organización, en la que se realiza el Anexo B como sumario de las ideas del proyecto, así como las bases en las que se apoyará el proyecto.

Una vez realizado el Anexo B procede centrarse en el cuerpo del proyecto, que se dividirá en las siguientes tareas:

- i. Programar código en Matlab que:

- 1) Lea datos de diferentes hojas de Excel.
- 2) Seleccione el periodo común de análisis de la selección de activos que le indique el usuario.
- 3) Normalice los datos de volumen de cada activo, dividiéndolos entre el máximo de volumen de dicho activo en el periodo considerado.
- 4) Elimine todos los datos anteriores a una fecha.
- 5) Calcule para cada periodo, la variación de volumen con respecto a los últimos 10 periodos.

ii. Programar el algoritmo de las páginas 115 y 116 de Blanco-Fdez et al. (2013), probando su funcionamiento con los datos que incluye el artículo, para posteriormente aplicarlo a diferentes casos reales, prediciendo intervalos de precios para un periodo de cotización

1.5 RECURSOS

El recurso utilizado en mayor medida para realización del proyecto es MATLAB. El software de MathWorks es un sistema de cómputo numérico que ofrece un entorno de desarrollo integrado (IDE) con un lenguaje de programación propio (lenguaje M). Será empleado principalmente para realizar análisis de datos, utilizando los códigos de programación necesarios. El objetivo final de utilizar esta herramienta es generar una serie de funciones que faciliten el análisis y la predicción.

Todos los resultados y conclusiones serán basados en resultados numéricos y gráficos de Matlab, permitiendo una mayor comprensión de los procesos a los lectores, y facilitando su entendimiento para futuras investigaciones.

Capítulo 2. ANÁLISIS Y PREDICCIÓN MEDIANTE SERIES TEMPORALES

2.1 INTRODUCCIÓN

El análisis bursátil existe desde que se creó la primera “Bolsa”. Se dio lugar en Amberes, Bélgica, a mediados del siglo XV. No obstante, es la Bolsa de Valores de Ámsterdam, la que es considerada como la más longeva de la historia, en los inicios del siglo XVII, cuando esta ciudad ocupaba la primera posición en el comercio mundial.

El análisis clásico del mercado de valores tiene como objetivo estudiar el comportamiento de los mercados financieros y el valor de sus componentes. El propósito de este análisis es obtener información relevante que pueda ayudar a tomar decisiones de inversión en circunstancias inciertas. Teniendo en cuenta la volatilidad del mercado, la oferta y la demanda en un período de tiempo determinado, esto significa el crecimiento o tamaño del mercado de valores, lo que permite que la acción mejore y cierre favorablemente.

El análisis bursátil se divide principalmente en 4 tipos de análisis, técnico, fundamental, macroeconómico y cuantitativo. A continuación, se realiza una puesta en situación sobre los pilares de cada una de estas cuatro corrientes de análisis.

- 1) *Análisis técnico*. Aquel que emplea indicadores sobre las cotizaciones, así como gráficos para estudiar los movimientos bursátiles. Este se subdivide en:
 - i. *Análisis chartista*. Estudio de las diferentes figuras formadas en los gráficos de cotización.
 - ii. *Indicadores técnicos*. Utilización de fórmulas basadas en precios, para posteriormente representarlas.
 - iii. *Teoría de las ondas de Elliot*. Estudio de patrones en el movimiento de los precios

2) *Análisis fundamental.* El análisis fundamental se centra en el estudio de los precios de los activos financieros a partir de las variables financieras que los afectan. De esta forma, puede calcular el precio teórico que debería tener el activo. El análisis fundamental es completamente independiente de los gráficos de precios y generalmente se aplica a las empresas. Del mismo modo, el análisis fundamental se estructura en dos tipos de análisis:

- i. *Análisis microeconómico.* Las cuentas consolidadas de la empresa y otras variables no cuantificables que puedan afectar su valor. Por ejemplo, si se realiza un análisis DAFO o una investigación sobre las barreras de entrada en una industria, nos encontraríamos antes un análisis fundamental microeconómico.
- ii. *Análisis macroeconómico:* Analizar los componentes económicos en los que opera la empresa, como el PIB, la inflación o las políticas de exportación.

3) *Análisis macroeconómico.* El análisis macroeconómico, también conocido como análisis “macro”, examina el movimiento bursátil a partir de variables macroeconómicas. Las variables normalmente son agregadas, aplicándose a zonas económica o directamente a países. Es decir, se enfocan en calcular variables. Esto generalmente se aplica a países o áreas económicas. Algunas de las variables que emplea el análisis macroeconómico son las siguientes:

- Inflación
- Tipos de interés y cambio
- Política monetaria y económica
- Desempleo

Este tipo de análisis bursátil es complicado, debido a que se requiere un conocimiento económico profundo.

- 4) *Análisis cuantitativo*. El análisis cuantitativo se fundamenta en el análisis de modelos matemáticos y series temporales con el objetivo de estudiar y predecir los precios bursátiles de una acción o mercado. Este tipo de análisis persigue encontrar patrones de comportamiento en las cotizaciones de precio de un activo, buscando encontrar una ventaja estadística que permita mejorar los retornos en bolsa, gracias a una mayor probabilidad de acertar. El análisis cuantitativo surge en Estados Unidos, cuando varios inversores, en la década de los 70, comenzaron a desarrollar y emplear fórmulas con el fin de pronosticar el precio de distintos activos bursátiles.

En este proyecto se va a emplear un análisis cuantitativo, empleando diferentes modelos de predicción y comparando sus resultados. Consecuentemente, más adelante se desarrollan diferentes modelos de predicción cuantitativos que existen en la actualidad y resultan de interés para nuestro estudio.

2.2 SERIES TEMPORALES

2.2.1 TERMINOLOGÍA

El tiempo es una variable que hay que considerar en todo modelo. Tanto si se quiere predecir una tendencia en un mercado financiero o en el consumo eléctrico, es un factor clave. Una serie temporal viene a ser una serie consecutiva de puntos ordenados en el tiempo. El objetivo del uso de una serie temporal suele consistir en realizar una previsión para el futuro, considerando como variable dependiente la predicción deseada. El tiempo, en cambio, normalmente es la variable independiente.

En la Ilustración 2 se muestra un ejemplo de serie temporal, elaborada por mí mediante el programa Matlab. Se puede apreciar como el eje x representa el tiempo,

ANÁLISIS Y PREDICCIÓN MEDIANTE SERIES TEMPORALES

mientras que el eje y representa la variable independiente, el valor de cotización al cierre de la empresa MoSys Inc. Gracias a esta serie temporal se puede apreciar el cambio de la cotización a lo largo del tiempo, siendo en este caso el primer semestre de 2021.

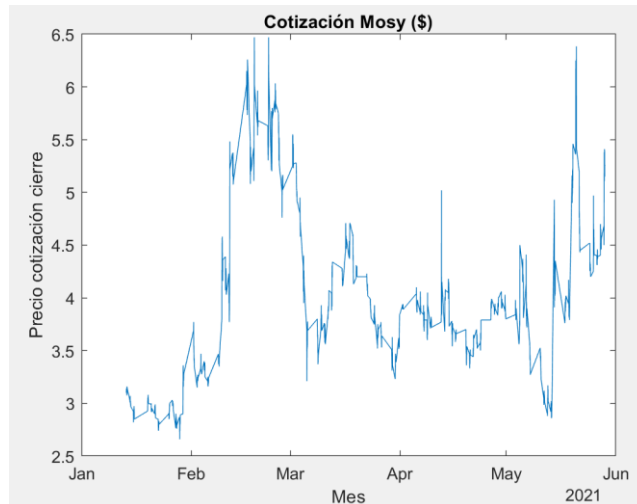


Ilustración 2 - Serie temporal de Mosy (Elaboración propia)

2.2.2 APLICACIONES

Las series temporales son vitales en ámbitos científicos, industriales, comerciales y económicos. Para realizar predicciones es fundamental hacer uso de series temporales, las cuáles se tratan de analizar y predecir.

Las aplicaciones fundamentales de las series temporales son las siguientes:

- (a) *Descripción de los datos.* Utilizando herramientas estadísticas resumidas como variables de interés y métodos gráficos. Es de especial valor la generación de gráficos temporales para una correcta descripción de los datos estudiados.

(b) *Modelado*. Búsqueda de un modelo estadístico apto para la descripción del proceso de generación de los datos. El modelo puede ser univariante, basado simplemente en los valores pasados de la variable estudiada, o multivariante, en él que la variable dependiente puede basarse tanto en los valores pasados de ella misma, cómo en valores presentes y pasados de otras variables que puedan presentar algún tipo de influencia en esta. En el caso de un modelado multivariante, el estudio de una serie temporal puede mejorar la explicación de la serie temporal principal de estudio.

(c) *Predicción*. Consistente en estimar los futuros valores de las variables estudiadas. Una predicción puede basarse en una serie estacionaria, en la que el pasado tiende a repetirse, o una previsión de hipótesis, en la que es utilizado un modelo multivariante para analizar el efecto de las variables implicadas y cómo estas pueden afectar a un futuro cambiante.

(d) *Control*. Consistente en controlar un determinado proceso a partir de una previsión adecuada. El proceso puede ser una economía o un proceso industrial, entre otros.

Nuestro estudio se centra fundamentalmente en las aplicaciones (b) y (c), aunque es cierto que la aplicación (a), descripción, es necesaria también en determinados análisis.

En una serie temporal conviene estudiar aspectos como la estacionalidad, si la serie es estacionaria y la posible autocorrelación de la variable dependiente. Acto siguiente, se define cada uno de los 3 conceptos, así como la importancia que implicada cada uno en las series temporales.

2.2.3 ESTACIONALIDAD

Una serie temporal presenta estacionalidad cuando posee fluctuaciones periódicas. Un ejemplo que permite entender este concepto es el consumo eléctrico diario en una

ciudad, en el que se producen picos de consumo durante el día, mientras que por la noche el consumo se reduce formando valles. Este comportamiento es recurrente a lo largo de los días. Cuando una serie temporal presenta estacionalidad, resulta más sencillo realizar una predicción.

La Ilustración 3 representa una serie temporal en la que la variable independiente es el año, siendo la variable dependiente es el número de pasajeros en aviones. Se puede apreciar que la serie presenta estacionalidad, ya que presenta picos y valles periódicos, al mismo tiempo que existe una tendencia creciente. Los picos corresponden a mitad de año, coincidiendo las vacaciones de verano, mientras que los valles se producen a principios y finales de cada año.

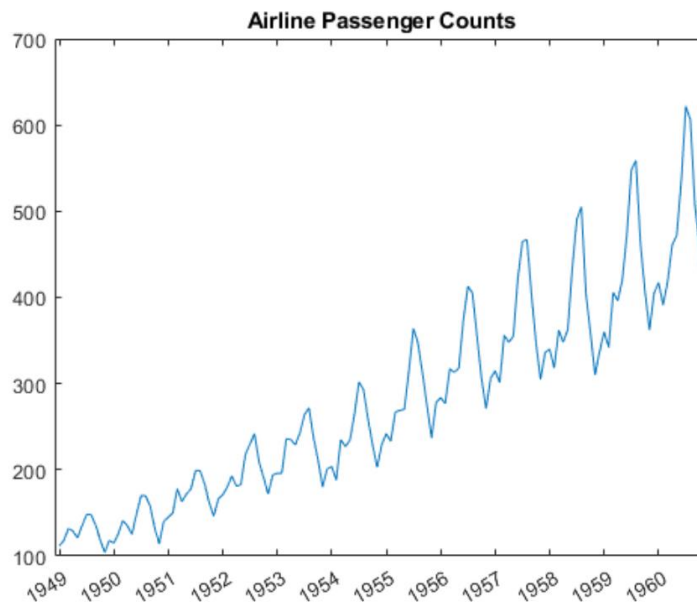


Ilustración 3 - Serie temporal estacional (Matlab)

En casos como el anterior, donde existe una clara estacionalidad, es útil “suavizar” la estacionalidad con el fin de poder realizar un análisis con mayor claridad de la tendencia de la serie temporal. Una forma comúnmente utilizada es mediante una media móvil. En la

Ilustración 4 se muestra la serie temporal anterior con la incorporación de una media móvil de 13 días. La media móvil, línea roja en este caso, permite analizar con mayor sencillez la tendencia.

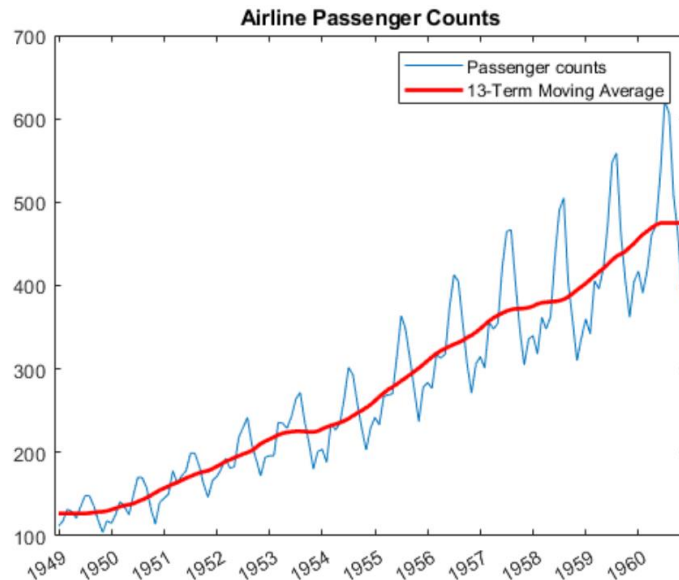


Ilustración 4 - Serie temporal con estacionalidad suavizada (Matlab)

2.2.4 ESTACIONARIEDAD

La estacionariedad es un factor importante a tener en cuenta en una serie temporal. Una serie temporal es estacionaria si sus propiedades estadísticas se mantienen constantes en el tiempo. Es fundamental comprobar que la serie temporal posean una varianza y media constantes, además de que la covarianza sea independiente del tiempo. Si estas características se cumplen se podrá afirmar que la serie temporal es estacionaria.

Normalmente, suele ocurrir que las series temporales que representan cotizaciones no son estacionarias, ya que frecuentemente presentan una tendencia creciente, o bien su volatilidad es cambiante, provocando que la varianza se modifique al mismo tiempo.

Con el fin de determinar si una serie es estacionaria, es común realizar un análisis de Dickey-Fuller, en el que la hipótesis nula equivale a que la serie es no estacionaria, rechazándose si el p-valor es inferior al nivel de confianza deseado del test.

La Ilustración 5 representa una serie temporal en la que la variable independiente es el año y el variable dependiente es el número de muertes accidentales. Se puede apreciar que la serie presenta estacionalidad, ya que presenta picos y valles periódicos. Los picos corresponden a mitad de año mientras que los valles se producen a principios y finales de cada año.

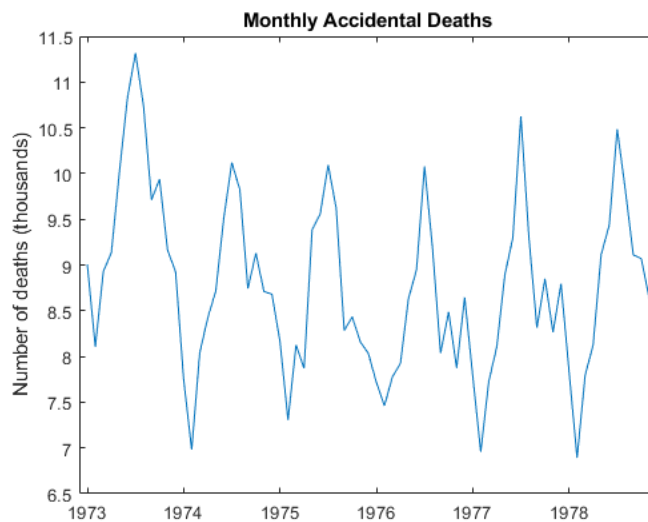


Ilustración 5 - Serie temporal estacionaria (Matlab)

En casos como la Ilustración 6, donde existe una clara estacionalidad, es interesante “suavizar” la estacionariedad con el fin de poder realizar un análisis de la tendencia de la serie temporal, así como otras posibles variables estadística de interés. Una forma comúnmente utilizada es mediante una media móvil. En la Ilustración 6 se muestra la serie temporal anterior con la incorporación de una media móvil de 13 días. La media móvil, línea roja en la ilustración, permite analizar con mayor sencillez los parámetros de interés.

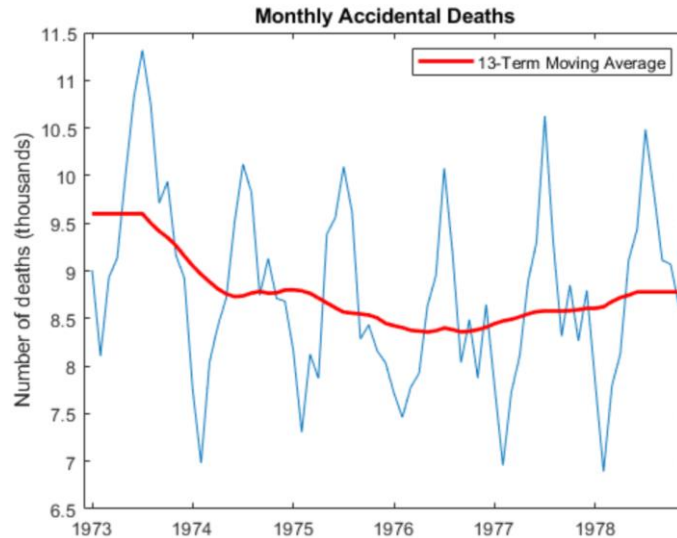


Ilustración 6 - Serie temporal estacionaria con media móvil (Matlab)

2.2.5 AUTOCORRELACIÓN

La autocorrelación es una propiedad que se centra en la dependencia presente en una serie temporal. Existe autocorrelación cuando una serie temporal está relacionada linealmente con los valores pasados de la misma. Es importante diferenciar la autocorrelación de la correlación, produciéndose esta última cuando, en una serie temporal, dos variables presentan relación lineal entre ellas

Cuando se inicia cualquier análisis de datos es común comenzar mediante un análisis de regresión. Sin embargo, los análisis de regresión se fundamentan en la premisa de que los datos no presentan autocorrelación. Puede ser frustrante realizar un análisis de regresión si antes no se ha comprobado si existe autocorrelación en la serie temporal, ya que el análisis, en el caso de esta esté presente, será engañoso y erróneo.

Adicionalmente, el estudio de la autocorrelación resulta imprescindible para detectar patrones ocultos en los datos, ayudándonos a seleccionar los métodos de predicción que más se adecuen a nuestra serie. Concretamente, un análisis de la

autocorrelación ayuda a detectar la posible presencia de estacionalidad, así como la tendencia de la serie.

Por último, resulta también interesante examinar la autocorrelación cuando procedemos a escoger un método ARIMA. De cara a discernir entre los posibles métodos ARIMA es imprescindible llevar a cabo un análisis conjunto de la función de autocorrelación, ACF, y la función de autocorrelación parcial, PACF.

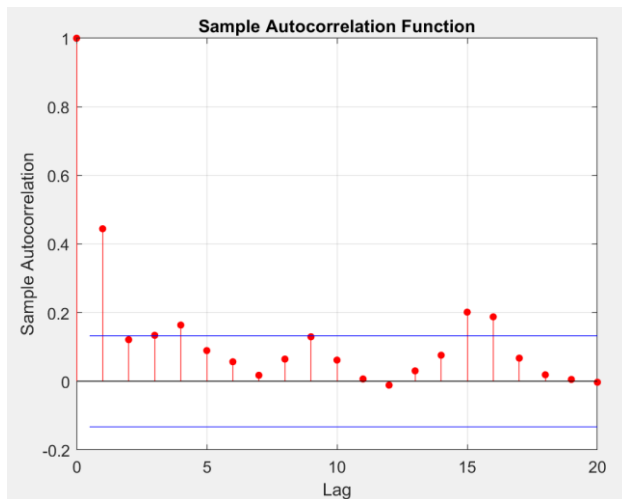


Ilustración 7 – Autocorrelación (Elaboración propia)

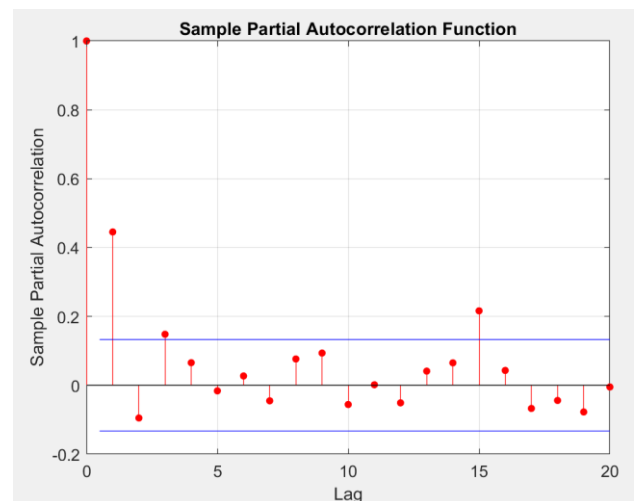


Ilustración 8 – Autocorrelación Parcial (Elaboración propia)

Con el fin de mostrar ejemplos sobre la representación gráfica de análisis de Autocorrelación y Autocorrelación Parcial, se ha dispuesto de una serie temporal de la acción NVAX, del mercado bursátil NASDAQ. Se han analizado los datos de volumen diario de esta empresa entre marzo de 2020 y febrero de 2021.

En la Ilustración 7 se muestra el análisis de autocorrelación. Lag 1 se refiere al volumen de un periodo anterior mientras que Lag 10 es el volumen de 10 periodos anteriores. Esta gráfica muestra la autocorrelación que presenta el volumen de cualquier periodo con el volumen de periodos anteriores, desde 1 antes hasta 20. Si la

autocorrelación es positiva implica que la relación es directamente proporcional, mientras que si es negativa supone relación inversa. Cuando una autocorrelación sobrepasa el baremo incurrido entre “-0.15” y “+0,15”, se puede afirmar que la autocorrelación es significativa. De tal manera, se puede observar como el volumen de NVAX presenta mayor autocorrelación con su volumen retardado 1 periodo (Lag 1).

Si observamos la Ilustración 8 podemos apreciar que se realiza un estudio a la misma serie temporal, pero en este caso de la Autocorrelación Parcial. Los resultados son similares, pues el Lag 1 vuelve a ser el más significativo. No obstante, cabe destacar que, a diferencia del análisis de autocorrelación, en este análisis nos encontramos ante un mayor número de autocorrelaciones negativas, es decir, inversamente proporcionales a sus retardos.

2.3 VELAS JAPONESAS

2.3.1 TERMINOLOGÍA

Las velas japonesas permiten un análisis visual de una serie temporal, razón por la cual son de vital importancia para el desarrollo de este proyecto. El origen de las velas japonesas se atribuye a Munehisa Homma, un comerciante japonés, que las inventó para su aplicación a los mercados de arroz en 1750. Las velas japonesas representan gráficamente los precios del mercado financiero en forma de velas. Muestran, para un intervalo de tiempo, el precio de apertura, cierre, máximo, y mínimo. Los periodos comúnmente utilizados son de 1 semana, 1 día, 1 hora, y 5 minutos.

Proporcionan información útil al presentar los cambios de precios de una manera específica, como el sentimiento del mercado o una posible reversión. El sentimiento del mercado se puede comprender de una manera rápida observando la forma de una vela. Por otro lado, la agrupación de velas en un gráfico ayuda a detectar patrones que se podrían

estar repitiendo. Por estas razones, entre otras, los gráficos de velas presentan un papel importante en el análisis técnico.

Estas se componen de un cuerpo principal y 2 mechas, representando el movimiento del precio estudiado en un intervalo de tiempo.

2.3.2 COMPONENTES

La representación gráfica de las velas japonesas se compone de las siguientes partes:

- 1) *Cuerpo*. Se trata de la parte gruesa de la vela, la cual representa la variación existente entre el precio de apertura y de cierre del periodo estudiado.
- 2) *Cola o mecha*: Líneas inferior y superior que sobresalen del cuerpo de la vela. Representan el recorrido del precio del título estudiado durante el periodo establecido, determinando el máximo y el mínimo en sus puntas.
- 3) *Color*: Corresponde a la tonalidad del cuerpo de la vela, permitiendo al lector identificar si la vela en cuestión es alcista o bajista. Es comúnmente aceptado representar las velas alcistas mediante el color verde, mientras que las bajistas toman un color rojo.

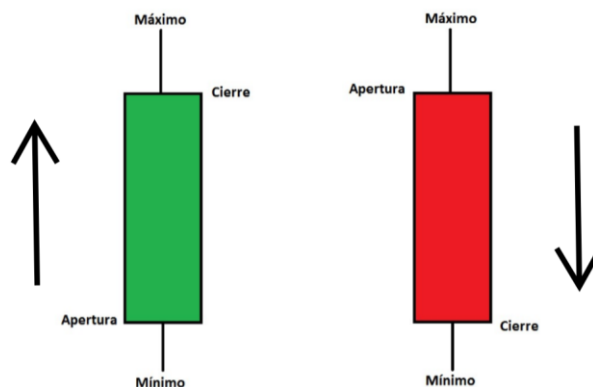


Ilustración 9 - Velas japonesas (Elaboración propia)

Como se puede ver en la Ilustración 9, una vela es considerada alcista (color verde) si el precio de apertura es menor que el de cierre. En cambio, si el precio de cierre es inferior al de apertura, nos encontraremos ante una vela bajista (color rojo).

2.3.3 PATRONES

A partir del tamaño y la forma de las velas japonesas se puede obtener información importante sobre cómo se ha comportado un activo durante un periodo de tiempo determinado. De tal manera, existen inversores que tratan de visualizar patrones que les ayuden a detectar tendencias en el momento de comprar o vender.

Un patrón de velas puede estar formado por una vela o una agrupación de velas consecutivas, que permitan extraer una imagen más completa acerca del sentimiento del mercado hacia el activo estudiado. En función de cómo esté formado un patrón, este ayuda a comprender si puede ser un buen momento o no de comprar o vender un determinado activo financiero.

A continuación, se muestra una ilustración sobre un gráfico de velas. Está formado por una serie consecutiva de velas de color verde y rojo, cambiante según el cambio de precio en cada periodo. A partir de un gráfico como el de Ilustración 9 se puede realizar un estudio de patrones, buscando una posible entrada o salida del activo. Se muestra la cotización de la empresa MOSY, cotizada en el NASDAQ americano. Los periodos estudiados son de 30 minutos, entre el 19 y el 25 de enero de 2021.

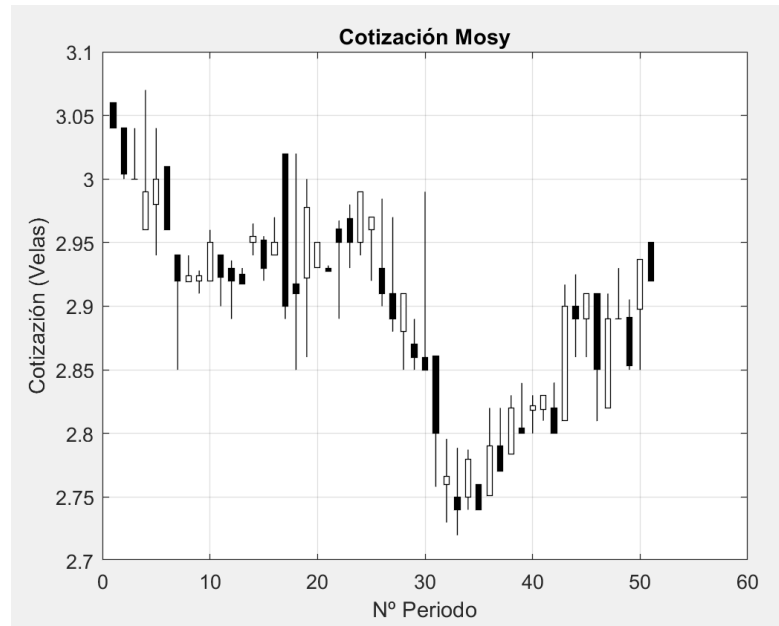


Ilustración 10 - Gráfico de velas (Elaboración propia)

El mercado de valores es tan complejo como fascinante y sus movimientos han llamado la atención durante años de perfiles tan diversos como científicos, inversores particulares y bancos. Desde los primeros orígenes de la bolsa, se han desarrollado numerosas estrategias con el fin de predecir los futuros cambios de precios, buscando el mayor retorno posible de una inversión. No obstante, aunque inversores y traders tratan constantemente de encontrar patrones rentables, muy pocos han conseguido lograr predicciones y retornos estables.

Sobre este resultado que sufre la mayoría de los inversores que tratan de crear patrones, Martinsson y Liljeqvist consideran que se debe a un principio básico de un mercado abierto y libre. Añaden además que, si existiera una predicción de precios sólida, esta sería utilizada y explotada por un gran número de inversores en poco tiempo, provocando de tal manera que el mercado se volviera ineficaz. (Martinsson and Liljeqvist 2017)

2.3.3.1 Efectividad

Numerosos investigadores han estudiado la efectividad que presentan los patrones de velas. Como carácter general, se ha demostrado que estos tienen cierto poder predictivo, tanto en mercados americanos como del resto del mundo. Un ejemplo de investigación es la de Laurent y Caginalp. En su estudio analizaron acciones del S&P 500 entre 1992 y 1995, detectando mediante el uso de patrones de velas que los traders están influenciados por el comportamiento de los precios. De tal manera, invirtieron utilizando patrones de vela durante 1 año, obteniendo unos retornos alrededor del 200%. (Caginalp and Laurent 1998)

Otros investigadores han determinado que los patrones de velas pueden ser utilizados para predecir los movimientos de los precios en mercados que no pertenecen a los Estados Unidos. Lu y Chen investigaron en 2013 si los patrones de velas eran también útiles en mercados occidentales. Tras su investigación, concluyeron que los patrones de velas tienen, de hecho, poder de predicción en tres mercados europeos principales. No obstante, el también determinaron que los patrones deben ser utilizados de una manera sutilmente diferente según el mercado. Por otra parte, Morris considera que un patrón de velas se puede utilizar cómo una señal de compra o venta de un activo sólo si se identifica en él una tendencia. (Morris n.d.)

2.3.3.2 Ejemplos

A partir de un gráfico de velas se pueden obtener infinidad de patrones. No obstante, existen en la actualidad varios ejemplos en los que los inversores confían en mayor medida y, por lo tanto, tratan de detectar en los gráficos con frecuencia.

Es común dividir los patrones de velas de 4 categorías, siendo estas:

- 1) Líneas simples alcistas
- 2) Líneas simples bajistas
- 3) Patrones de reversión alcista
- 4) Patrones de reversión bajista

A continuación, se procede a mostrar y explicar un ejemplo por categoría. Cada una de las de las ilustraciones proceden del artículo. (Marshall, Young, and Rose 2006)

2.3.3.2.1 Líneas simple alcistas

Es interesante apreciar que cada línea simple alcista presenta en contrapartida una línea simple bajista.

A continuación, se muestra un ejemplo de línea simple alcista, una vela verde/blanca larga.



Ilustración 11 - Vela blanca/verde larga

Una vela blanca larga se forma cuando el cierre del periodo se encuentra muy por encima de la apertura de este, acabando con una cotización cercana a la del máximo del activo en el periodo. Esta vela indica un sentimiento positivo acerca de la acción, sugiriendo que el precio va a aumentar en el futuro cercano.

2.3.3.2.2 Líneas simples bajistas

Acto siguiente, se representa un ejemplo de línea simple bajista, un cierre de Marubozu negro/rojo.



Ilustración 12 - Cierre de Marubozu negro/rojo

Un cierre de Marubozu negro no tiene cola debajo de su cuerpo, mostrando que ha cerrado el periodo con un mínimo de la sesión. Esta característica indica que el activo estudiado tiene tendencia a continuar perdiendo valor.

2.3.3.2.3 Patrones de reversion alcista

Seguidamente, se presenta una representación de un patrón de reversión alcista, un engulfado alcista.



Ilustración 13 - Engulfado Alcista

Para poder detectar un engulfado alcista, primero de todo debe estar en marcha una tendencia bajista. Además, el cuerpo de la vela del primer periodo estudiado deberá ser bajista, reflejando la tendencia. Como detalle final necesario, el segundo periodo deberá abrir a la baja, para posteriormente cerrar la cotización con un valor superior al de la apertura del primer día, indicando por lo tanto un cambio en el sentimiento del mercado hacia la acción.

2.3.3.2.4 Patrones de reversion bajista

Por último, se procede a exponer un patrón de velas denominado Nubosidad oscura, el cuál es un ejemplo de patrón de reversión bajista.



Ilustración 14 - Nubosidad oscura

Una nubosidad oscura es un patrón de reversión bajista. En un patrón de este tipo conviene prestar especial atención a la vela negra (bajista), ya que cuanto más penetre en la vela blanca anterior (alcista), mayor será la posibilidad de que se produzca un retroceso del precio en el futuro cercano.

2.4 MODELOS DE PREDICCIÓN

La predicción del movimiento de los precios de las acciones ha sido estudiada por numerosos investigadores durante varias décadas. No obstante, debido a la naturaleza compleja y caótica de los mercados bursátiles, ha sido una tarea difícil encontrar un modelo que permita predecir movimientos de precios con retornos estables para periodos de características distintas.

La predicción cobra especial importancia en periodos de alta volatilidad y de inestabilidad económica, debido principalmente a que en estos periodos los inversores pueden sufrir grandes pérdidas. (Ramuada 2018) En respuesta a estas circunstancias, la

predicción en mercados financieros no ha cesado de cobrar importancias en las últimas décadas, ya que si un inversor consigue predecir con éxito la dirección la tendencia de un activo, podrá beneficiarse económicamente de esta información. La institución o inversor que consiga obtener el modelo de predicción más eficiente será consecuentemente la parte más beneficiada en cuanto a retornos en un mercado de valores. Sin embargo, no es tarea fácil, además de que la competitividad en la cuestión es máxima

A lo largo de los últimos años se han propuesto y mejorado distintos modelos estadísticos para tratar de predecir tendencias y precios de acciones. A continuación, este estudio analiza los métodos estadísticos más aplicables a nuestro objeto de estudio, que es la relación precio-volumen.

2.4.1 AUTO REGRESIÓN

En los modelos autorregresivos, la variable explicativa y la variable dependiente son prácticamente la misma. Se diferencian únicamente en que la variable dependiente se encuentra en un momento del tiempo posterior, t , al de la variable independiente, $t-1$. Estos modelos son conocidos como $AR(p)$, donde p representa el orden, indicando el número de períodos máximo que se va a retroceder en el tiempo para explicar la variable dependiente. Es común obtener mejores resultados cuanto mayor es el orden p , ya que se estudia mayor información sobre la variable a explicar.

En un modelo de regresión múltiple, se pronostica la variable de interés utilizando una combinación lineal de predictores. En un modelo de auto regresión, se estudia la variable de interés utilizando una combinación lineal de valores pasados de la variable. El término auto regresión implica que se trata de una regresión de la variable contra sí misma.

Así, un modelo autorregresivo de orden p , como desarrollan Rob J. Hyndman y George Athanasopoulos en “Forecasting: Principles and Practice”, puede escribirse como:

Ecuación 1 - Modelo Auto regresión

$$y_t = c + \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \varepsilon_t,$$

Donde ε_t es ruido blanco. Esto es como una regresión múltiple, pero con valores retardados de y_t como predictores. Nos referimos a estos modelos como un AR(p), un modelo autorregresivo de orden p. (Richardson and Newbury 1953)

Los modelos autorregresivos son notablemente flexibles a la hora de manejar una amplia gama de patrones de series temporales diferentes. Las dos series de la Ilustración 15 muestran series de un modelo AR(1) y un modelo AR(2). Al cambiar los parámetros ϕ_1 , $\phi_2 \dots \phi_{p-1}$, ϕ_p se obtienen diferentes patrones de series temporales. La varianza del término de error sólo cambiará la escala de las series, no los patrones.

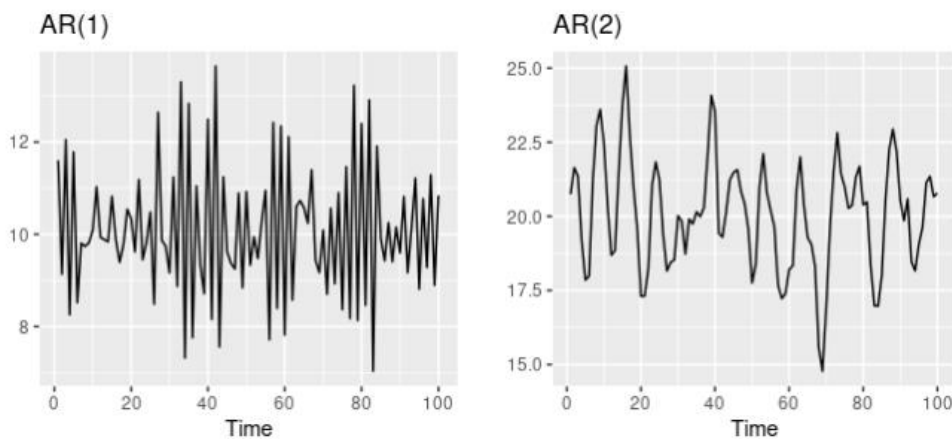


Ilustración 15 – Ejemplos de modelos autorregresivos con parámetros distintos. (Richardson and Newbury 1953)

Para un modelo AR(1):

- cuando $\phi_1=0$, la variable y_t es equivalente al ruido blanco;

- cuando $c=0$ y $\phi_1=1$, la variable y_t es equivalente a un paseo aleatorio (“random walk”);
- cuando $c \neq 0$ y $\phi_1=1$, la variable y_t es equivalente a un paseo aleatorio con deriva (“random walk with drift”);
- cuando $\phi_1 < 0$, la variable y_t tiende a oscilar en torno a la media.

Normalmente se restringen los modelos autorregresivos a los datos estacionarios, en cuyo caso se requieren algunas restricciones sobre los valores de los parámetros.

- Para un modelo AR(1): $-1 < \phi_1 < 1$.
- Para un modelo AR(2): $-1 < \phi_2 < 1$, $-1 < \phi_1 < 1$, $\phi_1 + \phi_2 < 1$.

Cuando p es mayor igual a 3, las restricciones son más complicadas. El lenguaje de programación utilizado, pudiendo ser R o Matlab, se ocupa de estas restricciones en el momento de estimar el modelo.

2.4.2 REDES NEURONALES

El primer modelo que se fundamentó en el uso de redes neuronales fue introducido por Warren McCullock y Walter Pitts en 1943. La idea original del modelo consistió en “imitar” en la mayor medida posible el cerebro humano. Con dicho fin, el modelo debía fundamentarse en una imitación de la unidad básica del cerebro humano, las neuronas, las cuáles son células nerviosas que procesan y transmiten señales. (Ramuada 2018)

Una red neuronal es un sistema que consigue establecer relaciones lineales o no lineales entre las entradas y las salidas. Se basan en el funcionamiento del sistema nervioso humano, permitiéndoles una capacidad adaptativa de aprendizaje y ser auto organizativas.

Desde una perspectiva de resolución de problemas, las redes neuronales difieren de los ordenadores tradicionales en que estos últimos usan algoritmos secuenciales mientras que las redes neuronales procesan la información en paralelo, imitando a un cerebro humano. Además, consiguen aprender de situaciones que no se encuentran en el proceso de

entrenamiento. De tal manera, consiguen procesar información de una manera más rápida que los ordenadores tradicionales, aunque presentan una desventaja, ya que no se puede seguir su respuesta paso por paso. La ejecución de un programa en un ordenador sí que permite una sencilla detección de errores al poder revisar los pasos.

No obstante, es útil utilizar redes neuronales con el fin de clasificar y reconocer patrones. La red neuronal más efectiva se denomina propagación hacia delante. En la Ilustración 16 se observa una red de propagación hacia delante, formado por dos capas ocultas. La cantidad de entradas depende proporcionalmente de la cantidad de información disponible para ser clasificada, mientras que el número de neuronas de salida lo determina el número de clases en los que se quiere separar la información. Las unidades de una capa se encuentran conectadas unidireccionalmente con las de la siguiente capa, normalmente todas con todas, multiplicándose las salidas por distintos pesos, dependiendo de la conexión.

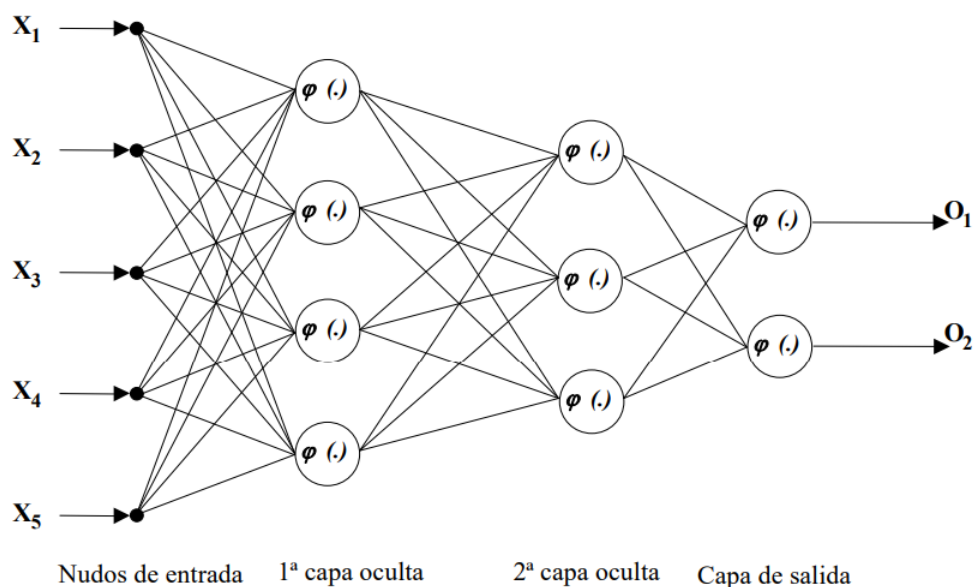


Ilustración 16 – Red neuronal, propagación hacia delante (Villada, Muñoz, and García 2012)

Las Redes Neuronales se emplean para resolver problemas de numerosos tipos, incluyendo financieros y económicos. Destaca su empleo en la predicción de series temporales como son las cotizaciones bursátiles, gracias a la capacidad de las Redes Neuronales de detectar no-linealidades y la presencia de ruido.

Como desarrolla Juha Kapanen en “Dax index Price prediction using artificial neuronal networks”, un modelo básico de red neuronal puede describirse mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 2 – Funcionamiento Red Neuronal (Kapanen 2020)

$$y_k(\mathbf{x}, \mathbf{w}) = \sigma \left(\sum_{j=1}^M w_{kj}^{(2)} h \left(\sum_{i=1}^D w_{ji}^{(1)} x_i + w_{j0}^{(1)} \right) + w_{k0}^{(2)} \right)$$

En la primera capa de la red, se construyen M combinaciones lineales de las variables de entrada x_i como activaciones con pesos w_{ji} y sesgos w_{j0} . Estas activaciones se transforman con funciones de activación no lineales $h(x)$. Las funciones de activación suelen ser funciones sigmoidales, como la función logística sigmoide o la función tanh. Los resultados de las funciones de activación se introducen como activaciones de la capa de salida donde w_{kj} son los pesos y w_{k0} los sesgos. Estas activaciones se transforman de nuevo con función de activación $\sigma(x)$, para dar la salida o conjunto de salidas y_k . (Christopher M. Bishop 2006)

2.4.3 GARCH

2.4.3.1 Terminología

Los modelos GARCH son una variante de modelo autorregresivo que permiten capturar las agrupaciones de volatilidad a través de la varianza condicional. Esta característica resulta útil cuando el modelo se aplica al estudio de rentabilidades.

Las series temporales que muestran precios de acciones suelen presentar el fenómeno de la agrupación de la volatilidad, “volatility clustering” en inglés. Para estudiar este fenómeno, es frecuente realizar el análisis de series temporales mediante el modelo ARCH, introducido por Engle (1982) y el modelo ARCH generalizado (GARCH), de Bollerslev (1986).

2.4.3.2 Ventajas

La especificación GARCH permite que la varianza condicional actual sea una función de las varianzas condicionales pasadas, lo que permite que las perturbaciones de la volatilidad persistan en el tiempo. En particular, como utilizaron Sarika Mahajan y Baldwinder Singh en su estudio de 2008, resulta atractivo comprobar si existe relación entre el volumen de negociación y los rendimientos a través de un modelo GARCH (p,q), el cual es una extensión del modelo GARCH (1,1), con la incorporación de retardos p y q. (Singh 2008)

El modelo GARCH (1,1) es dado por la siguiente ecuación: (Lawton 2001)

Ecuación 3 – Modelo GARCH (1,1)

$$\sigma_t^2 = \gamma \bar{\sigma}^2 + \alpha y_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2,$$

Donde σ_t representa la volatilidad del proceso y_t , la cual es no constante. Además, se cumple la siguiente relación entre los parámetros presentes: $0 < \alpha + \beta < 1$

Los parámetros α y β se conocen como parámetros de persistencia. Además, como desarrolla T. Rachev en “A note of the impact of the non linear reward and risk measures”, ambos parámetros representan la velocidad de reversión media de la volatilidad a su valor medio a largo plazo. (STOYANOV et al. 2010) De tal manera, se considera que el modelo GARCH presenta una raíz unitaria (modelo no estacionario).

El método de predicción GARCH también es fundamental para apoyar o rechazar la hipótesis de la mezcla de distribuciones de distribución (MDH). Esta relación ha sido

ANÁLISIS Y PREDICCIÓN MEDIANTE SERIES TEMPORALES

estudiada por Lamoureux y Lastrapes, En sus estudios empíricos, encontraron pruebas de que la inclusión del volumen de negociación en los modelos GARCH para los rendimientos da lugar a una disminución de la persistencia estimada o incluso la hace desaparecer. Esta conclusión se interpreta como una prueba empírica a favor de la hipótesis de la mezcla de distribución (MDH) (Lamoureux and Lastrapes 1993)

Con el fin de concluir si el volumen de negociación explica los efectos GARCH de los rendimientos, Lamoureux y Lastrapes sugieren un modelo GARCH (p,q), con un parámetro que representa al volumen en la ecuación de la varianza. (Lamoureux and Lastrapes 1993)

Ecuación 4 - GARCH (p,q)

$$h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j h_{t-j} + \kappa V_t + e_t$$

Como síntesis, se puede afirmar que, mediante el modelo GARCH, varios estudios sugieren que el volumen proporciona información sobre la precisión y la dispersión de las señales de información, en lugar de servir como sustituto de la propia señal de información.

Además, GARCH (1,1) documenta una pequeña disminución de la persistencia de la varianza (volatilidad “clustering”) a lo largo del tiempo si se incluye el volumen de negociación como proxy de la llegada de información en la ecuación de la volatilidad condicional, pero los efectos GARCH siguen siendo significativos, lo que pone de manifiesto la ineficiencia del mercado (Singh 2008)

2.4.3.3 Inconvenientes

Se han comentado recientemente los modelos más aptos para tratar series temporales de precios, así como para estudiar la relación de estos con el volumen. No obstante, los modelos GARCH presentan varias desventajas a considerar, importantes si queremos compararlo con otros modelos. Algunas de los inconvenientes del modelo GARCH son:

- i. Cuando un modelo GARCH se enfrenta a grandes perturbaciones asiladas de la rentabilidad, tiende a reaccionar con lentitud. Como resultado, es frecuente que el modelo tienda a predecir en exceso la volatilidad.
- ii. El modelo resulta demasiado restrictivo, debido a las condiciones que implica cuando se utiliza.
- iii. El modelo GARCH contabiliza los rendimientos pasados al cuadrado, provocando que este no diferencia entre positivos y negativos.

Los puntos débiles descritos anteriormente sobre el modelo GARCH son similares a los del modelo ARCH, por lo que las mejoras que implica no llegan a ser suficientes. Vhahangwele Cedrick Ramuada, en su estudio “Forecasting Stock Returns”, propone varias modificaciones del modelo GARCH, con el fin de mejorar sus deficiencias. (Ramuada 2018) Estos modelos son el EGARCH, TARCH, EWMA, y AVGARCH. No obstante, escapan del alcance de este proyecto, por lo que sería interesante tratarlos en estudios posteriores.

Capítulo 3. VOLUMEN

3.1 INTRODUCCIÓN

El análisis técnico es la ley de la oferta y demanda funcionando en el mercado de valores. Cuando el precio de una acción sube, el movimiento ascendente refleja que la demanda ha superado a la oferta o lo que es lo mismo, que los compradores están en control. Asimismo, cuando los precios bajan implica que la oferta ha excedido a la demanda o que los vendedores “mandan”. Con el tiempo estas tendencias de oferta y demanda forman las pautas y tendencias de acumulación y distribución. Pero ¿y si hubiera una manera de mirar profundamente en estas tendencias de precios para determinar si los precios actuales se apoyaron en el volumen? Justo este es el objetivo del análisis del volumen: identificar las posibles implicaciones de cualquier desequilibrio en la relación precio-volumen.

Si el precio y la cantidad son los elementos fundamentales de cualquier teoría de las interacciones del mercado, la importancia del volumen de negociación para entender el comportamiento de los mercados financieros es evidente. Sin embargo, Lo, A. W., & Wang, J. describen que, aunque se han desarrollado muchos modelos económicos de los mercados financieros para explicar el comportamiento de los precios (previsibilidad, variabilidad y contenido informativo), se ha prestado mucha menos atención a la explicación de los volúmenes de negociación. En cualquier caso, el volumen tiene que ser acompañado de otros indicadores técnicos que nos permitan ver de una forma más clara la tendencia del mercado. (Lo and Wang 2010)

3.2 ANÁLISIS DEL VOLUMEN

3.2.1 TERMINOLOGÍA

El volumen en términos generales, como afirma Dormeier, Buff Pelz, describe la cantidad intercambiada de una entidad negociable (acciones, contratos de materias primas, bonos, etc) entre compradores y vendedores. Un volumen alto por lo tanto implica que muchos títulos han cambiado de dueño mientras que un volumen bajo supone menor movimiento. El volumen medio normalmente se calcula mediante medias móviles, las cuales suavizan los picos y valles durante un periodo definido, mostrando una visión más significativa del volumen durante este tiempo. Promediar el volumen permite a los analistas técnicos diferenciar si el volumen está aumentando o disminuyendo respecto al intervalo de tiempo estudiado. (Dormeier 1969)

La normalización del volumen a veces puede hacer que sea más fácil ver cuando está por encima de la media. Al normalizar el volumen de esta manera se representa el volumen total como un porcentaje por encima o por debajo de la media móvil elegida. Con este método, su número de salida es el porcentaje por encima del 100% o por debajo del 100% (es decir, un valor de 110 significa realmente que el volumen del día es un 10% mayor que la media móvil).

Normalizar el volumen bursátil es interesante para aislar el efecto de la macro-liquidez, como afirman Frorackis, Kontonikas, y Kostakis, normalizando la actividad de negociación de cada acción o la medida del coste de cada acción con su correspondiente valor medio en los 5 días de negociación anteriores. (Florackis, Kontonikas, and Kostakis 2014)

3.2.2 EL VOLUMEN VALIDA EL PRECIO

El volumen juega un papel importante en el análisis técnico de acciones, ya que cuantas más se estén intercambiando a un determinado precio, más está confirmando el

precio el volumen. Se podría decir que más personas están “votando” un determinado precio en un instante o periodo. Asimismo, un bajo volumen implica lo contrario. Cuando hay menos inversores participando en el mercado dado un precio, más duda se crea en la validez de este. Resumiendo, cuanta más gente está negociando un valor en un movimiento de precios, más confirmado queda este. El volumen dictamina la calidad de un precio para un “trader”.

3.2.3 EL VOLUMEN APORTA INFORMACIÓN

No obstante, el volumen no sólo confirma un precio sino que además contribuye a formarlo. A medida que se difunde nueva información al público, el volumen revela el flujo de esta información. Observando el cambio de volumen a medida que se publica la información, un “trader” puede conocer con que rapidez los nuevos hechos son absorbidos por los participantes en el mercado. De esta manera, el volumen corrobora la importancia de la nueva información. Si el volumen aumenta se indica que los inversores están poniendo más énfasis en la noticia mientras que de igual manera, si una nueva información no supone un gran aumento del volumen esto indica que la información no es realmente relevante para el mercado.

3.2.4 EL VOLUMEN MANIFIESTA INTERÉS Y ENTUSIASMO

El volumen también muestra el interés y el entusiasmo del mercado con respecto a un título. El volumen del mercado es realmente dinero buscando un lugar para residir. Sólo hay dos razones por las que los inversores deciden invertir. La primera es para aprovechar una oportunidad. La segunda es con el fin de reducir el riesgo de estar posicionado incorrectamente en el mercado. El aumento del volumen revela que los inversores creen que hay un mayor interés y entusiasmo, ya sea en cuanto a una tendencia alcista o bajista de un título. Un volumen bajo implica que menos inversores ven una oportunidad, por lo que se mantienen al margen.

3.2.5 EL VOLUMEN ES EL COMBUSTIBLE DEL MERCADO

Para que un motor funcione, necesita combustible. En un mercado de valores, el combustible lo proporcionan las nuevas posiciones de compra (demanda) y venta (oferta). El analista Billy Williams lo explica así en su libro *Trading Chaos*: “El volumen es literalmente el combustible para las acciones. Como una nave espacial cuando es lanzado al espacio, la mayoría del combustible se gasta solo para llegar a la órbita. Esta fuerza explosiva de energía que necesita es superior a la media, pero una vez en la órbita la nave puede usar solo una pequeña parte del combustible restante para continuar con el resto de la misión. El volumen es para las acciones lo que el combustible es en una nave.” (Williams 1995)

3.2.6 EL VOLUMEN POTENCIA LA VELOCIDAD

Podemos también tratar al volumen como un potenciador de velocidad de los cambios de precios. Charles Dow, fundador del periódico “*The Wall Street Journal*”, consideraba que un alto volumen indicaba un precio más exacto y que al mismo tiempo el volumen había llevado a ese precio. En definitiva, Dow sintió que un aumento sustancial del volumen normalmente precedía a movimiento fuertes del mercado.

3.3 *EL VOLUMEN: LA FUERZA DEL MERCADO*

3.3.1 EL VOLUMEN MANDA EN EL PRECIO

Aunque los profesionales del análisis técnico a menudo estén en desacuerdo entre ellos, el volumen es un área en la que tienden a estar de acuerdo. El volumen puede proporcionar información esencial al indicar un cambio de precio antes de que ocurra. La señal es extremadamente reveladora, particularmente cuando el volumen alcanza niveles extremos. En estas situaciones el volumen aporta información mucho más importante que

la que el precio puede llegar a aportar. Gervails, Kaniel y Minglegrin, autores de “The High Volume Return”, escribieron: “Encontramos que las acciones individuales cuya actividad de transacciones es inusualmente grande (pequeña) en periodos de un día o una semana tienden a experimentar grandes (pequeñas) retornos. Los investigadores añaden además: "Una acción que experimenta una actividad comercial inusualmente grande durante un día o una semana en particular se espera que se aprecie posteriormente". (Tang, Zou, and Li 2013)

Los resultados de las pruebas de su estudio de 33 años en el que se comparan las existencias que experimentan incrementos de volumen relativamente altos en comparación con los volúmenes medios y altos se representan en la Ilustración 17.

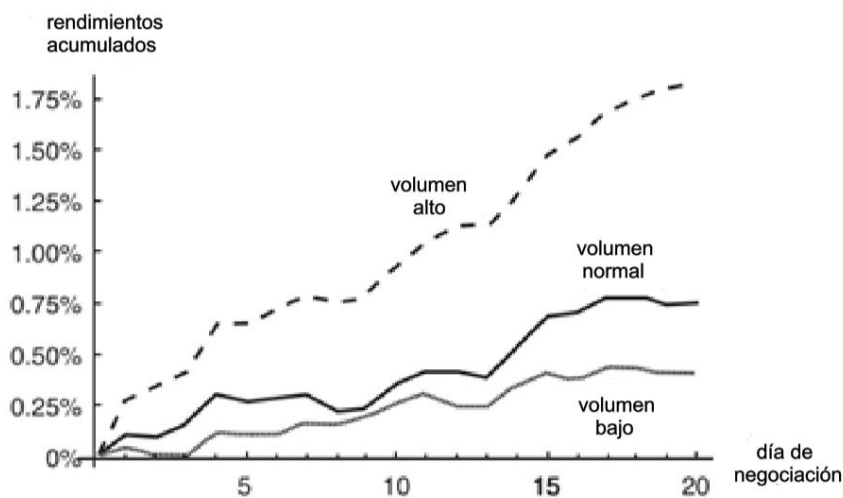


Ilustración 17 – Rendimientos acumulados según el volumen (Tang, Zou, and Li 2013)

En la Ilustración 17 se representa en el eje vertical el retorno acumulado en % mientras que el eje horizontal marca los días seguidos “tradeando” en el mercado. Se puede observar como son las acciones de mayor volumen son las que obtienes mayor retorno.

3.3.2 SOPORTES Y RESISTENCIAS

En el análisis mediante precio y volumen se debe considerar el volumen como la fuerza que impulsa el mercado, siendo la fuerza definida como una presión ejercida contra un soporte o resistencia. Como desarrolla Dormeier, Buff Pelz, en “Investing with Volume Analysis”, en el análisis técnico se considera un soporte al precio en el que los compradores residen, es decir, cuando una acción cae a una zona de soporte los compradores entran en el mercado creyendo que el precio de las acciones se encuentra infravalorado en ese nivel. Sin saberlo, a través de sus operaciones de compra “soportan” el precio de las acciones, empujándolas de nuevo al alza. Se pueden identificar zonas de soporte encontrando los puntos mínimos clave en las que estas operaciones de compra han sucedido en el pasado. (Dormeier 1969)

De la misma manera, una resistencia es un área en la que residen los vendedores. Por lo tanto, cuando un valor se eleva a una zona de resistencia, los vendedores actúan creyendo que el precio a tal nivel está sobrevalorado. A través de sus órdenes de venta los inversores “resisten” el avance, forzando que las acciones vuelvan a bajar. De tal manera, se puede tratar al volumen como la fuerza necesaria para atravesar una zona de soporte o resistencia.

A continuación, se muestra un ejemplo en el par de divisas euro dólar. Se han seleccionado tres niveles: 1.10000, 1.11000, y 1.12000. Estos niveles han actuado como soportes y resistencias numerosas veces en el pasado, tal y como se aprecia en la Ilustración 17.



Ilustración 18 – Soportes y resistencias (EURUSD, Gráfico D1, MT5 Admiral Markets. Rango de datos: del 7 de junio de 2019 a 3 de febrero de 2020.)

3.3.3 TENDENCIAS

El concepto de tendencia de precios ha sido mencionado anteriormente, pero, ¿qué es realmente una tendencia de precios? Una tendencia alcista es simplemente una línea de soporte que se eleva con el paso del tiempo. Es representativa de un periodo en el que la demanda de acciones es mayor que la oferta y se puede identificar conectando mínimos crecientes. Dichos mínimos crecientes se forman cuando la presión de venta empuja las acciones hacia abajo, pero es incapaz de hacerlo más allá de los niveles mínimos anteriores, como se aprecia en la Ilustración 18.



Ilustración 19 – Tendencia ascendente (TeleChart)

De tal manera, una tendencia bajista es simplemente una línea de resistencia descendente que indica un periodo en el que la demanda se ve superada por la oferta. Con cada avance en el precio, hay más vendedores queriendo deshacerse de sus acciones que compradores deseando ampliar su cartera. Una tendencia bajista se identifica conectando máximos decrecientes, es decir, cada nuevo pico será más bajo que el anterior. Se puede apreciar un ejemplo en la Ilustración 20.



Ilustración 20 – Tendencia bajista (TeleChart)

3.4 CÓMO LEER EL MERCADO COMO SI FUERA UN LIBRO

El volumen da sentido a los precios de la misma manera que las vocales dan sentido a las consonantes. Interpretar el mercado sin volumen se puede asimilar a leer sin vocales. La combinación de letras forma palabras del mismo modo que la combinación de precio y volumen forma barras. Asimismo, si una unión de palabras forma una frase, se puede decir que una secuencia de barras de precio y volumen formas las tendencias.

Al confiar en un entendimiento básico de “el alfabeto del mercado”, se pueden descifrar los mensajes que el mercado nos envía a través de su propio comportamiento. El mercado se comunica con nosotros a través del precio y el volumen. Con el fin de desarrollar una comprensión del mercado, el volumen es la estadística más importante porque el volumen permite al espectador discernir el significado del precio. Aunque el precio de las acciones es comúnmente seguidor por los inversores, el público no suele analizar el volumen. En nuestro caso, como analistas de volumen, está en nuestro poder desarrollar una ventaja pudiendo obtener una perspectiva superior del mercado.

Para comprender el precio primero hay que entender la motivación oculta detrás de los movimientos del mercado, la raíz del cambio de los precios. Este siempre se deriva de un desequilibrio entre la oferta y la demanda, siendo clave entender la fuente de la que surgen. El volumen mide cuánta demanda u oferta es llevada a cabo para mover el precio. Si el volumen se expande, entonces el cambio de precio demuestra que el mercado tiene la fuerza para continuar su curso actual. Si el volumen se contrae durante el cambio de precios, se expresa un debilitamiento del mercado, lo que indica que los inversores no tienen la voluntad de continuar.

3.4.1 MIEDO Y CODICIA

A medida que uno se familiariza con el mercado se cada cuenta que es un tanto bipolar, con dos personalidades claras representadas por las dos emociones que han impulsado a la humanidad desde tiempos inmemorables. La primera emoción que domina en los humanos es la avaricia, el deseo de más y mejor. Todos queremos todo, todos queremos ganar, es nuestra naturaleza humana y el mercado nos da oportunidades para satisfacer estas necesidades. No obstante, la más poderosa de las emociones humanas es el miedo y cuando una persona está poseída por el miedo es incapaz de pensar racionalmente, su instinto emocional toma el control. Para un inversor con miedo el valor intrínseco de una acción deja de tener importancia y es el dinero en efectivo donde estos inversores acaban sintiéndose cómodos.

Tanto el miedo como la avaricia se ven representadas todos los días en la bolsa de valores mediante la demanda (compra por deseo de ganar más) y la oferta (venta por miedo a la pérdida). Como inversor es imprescindible tratar de determinar qué emoción es la que mueve el mercado en un momento determinado. ¿Son los osos (oferta) o los toros (demanda)? La subida o bajada de un precio es representativa de compradores y vendedores diciéndonos en un momento determinado quien está en control mientras que mediante el volumen podemos validar o no el movimiento.

3.4.2 ANALIZANDO EL PRECIO Y EL VOLUMEN MEDIANTE BARRAS

Una subida de precios acompañada de un aumento de volumen revela que más inversores están dispuestos a entrar a precios más altos, equivale a una mayor presión de compra que normalmente conduce a precios más altos. Por otro lado, una subida de precios acompañada de una disminución de volumen viene a indicar que menos inversores están dispuestos a participar en el mercado a tal precio, la presión de compra se debilita reduciéndose la demanda.

En cuanto a una bajada de precios, si vienen acompañados de una expansión del volumen, ilustra más inversores quieren liquidar cuando el precio cae, suponiendo una fuerte presión de venta o lo que es lo mismo, una oferta creciente. Si en lugar de expandirse el volumen este se contrae, mientras los precios bajan, indica que pocos poseedores de la acción están dispuestos a vender mientras el precio caiga, revelando una reducción en la presión de venta (menos oferta).

Sin duda, un volumen extremadamente alto con respecto a la media móvil es la indicación técnica más clara de que el mercado está listo para moverse. El mercado expresa convicciones firmes cuando viene acompañado de un volumen alto, indicando normalmente una reversión de la tendencia del momento o un nuevo aire fresco a la tendencia que se estaba llevando a cabo. Si solo nos fijamos en las variaciones del precio de cierre de un día para otro estaremos tomando información insuficiente ya que será imprescindible ver si hay un volumen creciente para validar la variación de precios.

La Ilustración 21 es un ejemplo de cómo se representa el volumen mediante barras. Se puede ver en azul la cotización de Apple Inc. durante los primeros meses, mientras que mediante barras rojas y verdes se representa el volumen en distintos periodos. Viene a ser común que toda cotización venga acompañada de un diagrama de barras de volumen como el de la Ilustración 21. A mayor tamaño de estas, mayor habrá sido el volumen. Además, estas presentarán un color rojo si en el periodo que representan se ha producido un descenso del precio, siendo verde en el caso contrario.



Ilustración 21 – Cotización de Apple, acompañada por un diagrama de barras que representa el volumen en los distintos periodos (Investing.com)

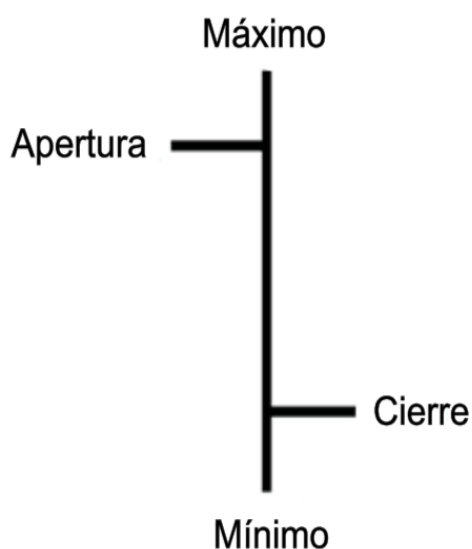
3.4.3 ANÁLISIS DE VOLUMEN JUNTO A RANGO DE PRECIOS

Otro factor importante para interpretar la relación precio-volumen es el rango del precio en un periodo, siendo este la diferencia entre el máximo y mínimo de un título en un periodo de cotización estudiado. Como desarrolla Maté, los datos de intervalo permiten modelar el rango de precios min-max de una acción o índice durante un periodo de tiempo y llevar a cabo predicciones de los mismos. (Maté 2021)

El rango será representado mediante la altura de la barra de precios, siendo el punto más alto el máximo (soporte del periodo) y el punto más bajo el mínimo (resistencia del periodo), dándonos importante información sobre la facilidad con la que la demanda hizo subir a la acción o la oferta la hizo bajar. Cuanto más amplio sea el rango

entenderemos entonces que es “más fácil” mover el precio para la oferta o para la demanda.

- Simbología empleada



El punto superior indica el máximo del periodo mientras que el punto más bajo, el mínimo. La distancia entonces entre ambos extremos de la barra vertical será una representación del rango de precios del periodo.

La barra horizontal saliente hacia la izquierda se encuentra siempre a la altura del precio de apertura de la acción en el periodo mientras que la barra horizontal saliente hacia la derecha se encuentra siempre a la altura del precio de cierre de la acción.

Ilustración 22 – Simbología rangos de precios

Este tipo de análisis no obvia el cierre del título, pero sí que hace hincapié en la importancia de la variación de precios durante un periodo, apoyándose en el volumen para sacar conclusiones más exactas. A continuación, se explican diferentes combinaciones y su correcta interpretación, tomando como inspiración el libro “Investing with volumen Analysis”. (Dormeier 1969)

3.4.3.1 Alto volumen con alta subida de precios

Cuando el precio sube considerablemente acompañado de un volumen alto implica que nos encontramos ante un movimiento característico de un mercado alcista. Si este movimiento se produce estando previamente en un mercado alcista, significará que llega

una nuevo “empujón” a la tendencia, reforzándola aún más, véase Ilustración 22. Si previamente nos encontrábamos en una tendencia bajista, este movimiento nos advertirá de una inminente reversión.

Las acciones alcistas más fuertes empiezan bajando y después se mueven más abajo para finalmente invertir el movimiento y terminar alto siendo el volumen alto para confirmar la reversión, como se muestra en la Ilustración 26 e Ilustración 26 – Reversión alcista, volumen alto



*Ilustración 26 – Reversión
alcista, volumen alto*



Ilustración 27 – Fuerte demanda

Ahora nos encontramos ante un movimiento moderado de los precios que sube acompañado de volumen alto. En este caso la acción llegó a subir considerablemente, pero termina cerrando en el extremo medio o superior del rango. Este tipo de movimientos debe apreciarse con cautela ya que la acción no pudo mantener sus primeras ganancias, perdiendo su inercia al producirse una menor demanda. No obstante, la acción en el periodo termina con ganancias, habiéndose producido un alto volumen por lo que consideraremos este tipo de movimiento como moderadamente alcista, mostrándose la representación en



Ilustración 23 – Moderadamente alcista

3.4.3.2 Alto volumen con baja subida de precios

Los movimientos de gran volumen con poca subida de precios son típicos del final de una tendencia, indicando un punto de inflexión. En el caso de que previamente nos encontráramos en un mercado alcista, este había sido propulsado por una gran demanda, pero a medida que la tendencia madura, aunque todavía hay mucha demanda (como indica el alto volumen), el precio no ha podido avanzar mucho porque hay grandes inversores recogiendo ganancias de los movimientos alcistas anteriores. Estos grandes inversores no quieren alertar al mercado mientras venden sus títulos por lo que lo hacen paulatinamente. Esto permite al mercado seguir avanzando debido a que sigue habiendo fuerte demanda dada la tendencia, pero esta se encuentra con cada vez más oferta (grandes inversores recogiendo ganancias) por lo que resulta en un movimiento de precios bajo. Si esta situación es detectada por un inversor sabio, este deberá vender lo antes posible, antes de que la oferta supere a la demanda y se revierta la tendencia.

Si nos encontramos en un mercado con tendencia bajista y vemos una fuerte subida del volumen, pero una subida de precios moderada podría indicarnos que la demanda está desafiando a la oferta, pero la oferta sigue en control. Es indicativo de una zona de resistencia, habiendo una oferta adecuada para satisfacer la demanda. No obstante, una

acción en una situación así debe ser observada con cautela ya que la tendencia podría revertirse en cualquier momento si el precio rompe la resistencia (véase Ilustración 24).



Ilustración 24 – Alto volumen con leve movimiento de precios

3.4.3.3 Alto volumen con gran caída de precios

Cuando se produce una caída fuerte de los precios y esa es acompañada de un fuerte volumen nos encontramos ante una clara señal bajista. Si se produce durante un mercado bajista implicará una fuerza renovada de la tendencia mientras que en uno alcista nos advertirá de la posibilidad de un cambio de rumbo. Los valores con tendencia bajista más clara empiezan alto, avanzan más alto y posteriormente se revierten para terminar finalmente bajo. En la Ilustración 25 se muestra que patrón de barra tendría este comportamiento.



Ilustración 25 – Reversión bajista, oferta robusta

Otro patrón muy bajista es una acción que termine con variación negativa grande desde su apertura ,cerrando cerca de su mínimo del periodo o cerca de él y acompañado de un gran volumen, véase Ilustración 26.



Ilustración 26 – Fuerte oferta

Si la acción termina cerca del mínimo pero con una leve bajada de precios, acompañada de gran volumen, estaremos en el caso que hay un gran esfuerzo (alto volumen) pero con pequeños resultados, veáse Ilustración 27.



Ilustración 27 – Oferta moderada, bajista

Cualquier retroceso de una acción con alto volumen en un mercado alcista debería servirnos como una gran advertencia de que está entrando al mercado una gran oferta. Si una acción en estas condiciones se ha depreciado poco indicará que ha encontrado un soporte mientras que si la bajada es fuerte nos mostrará como los “osos” están ganando la batalla, dominando claramente la oferta. En el mejor de los caso una situación como la última implicará una simple relajación de la tendencia, siendo en el peor de los casos una muestra de debilidad que debería hacernos cuestionar nuestras posiciones largas.

Por otro lado, una acción con pérdidas pequeñas en un mercado bajista con un volumen alto nos indica que los inversores están empezando a encontrar valor a tales niveles de precios en los que se encuentra la acción. Esta percepción de valor provoca nueva demanda que actúa como soporte pero los “osos” siguen al mando ya que hay pérdidas y esta situación sigue siendo normalmente bajista. No obstante, el mercado está poniendo en cuestión la tendencia del momento por lo que habrá que mirar con cuidado la acción.

En la Ilustración 28 se muestra la cotización de una acción, en la que se rodean dos barras de periodos con fuertes caídas. En la primera ocasión (izquierda de la imagen) el movimiento de precios es acompañado de un volumen ligeramente superior al medio (línea negra) mientras que en la segunda ocasión vemos a la barra acompañada de un alto volumen. En el primer caso la bajada de precios no se vio correspondida por el volumen mientras que en el siguiente caso si lo fue, revertiendo la tendencia y comenzando una nueva tendencia bajista.

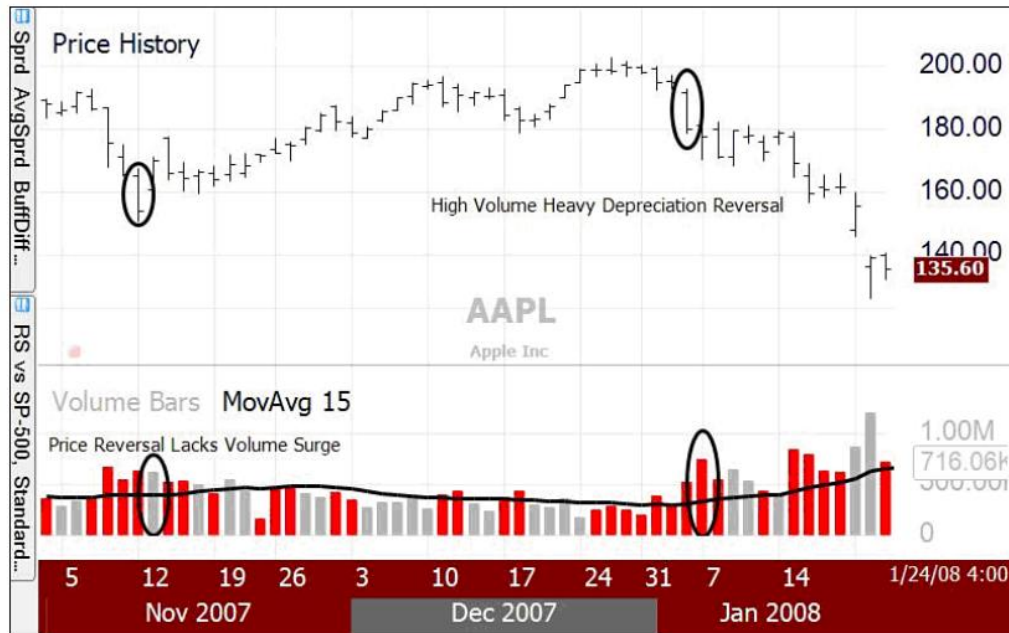


Ilustración 28 – Fuertes caídas y su volumen (*Investing with volume analysis*)

3.4.3.4 Movimientos con bajo volumen

Cuando nos encontramos en un mercado alcista y el precio está subiendo rápidamente pero el volumen es modesto o bajo nos encontraremos en un mercado codicioso. Un mercado codicioso se origina cuando los pequeños inversores escuchan el éxito de otros inversores y participan en el mercado con el fin de hacer dinero rápido. A menudo anteriormente se han dado grandes noticias y los últimos en enterarse descubren la historia y quieren entrar para también beneficiarse. Los inversores inteligentes que estaban en el mercado antes de las grandes noticias esperarán pacientemente para ver cuánto tiempo y hasta dónde impulsarán las noticias a las acciones. No obstante, empezarán a vender sus acciones ante cualquier signo de debilidad.

Encontrándonos en una tendencia alcista, rara vez se produce una gran caída con un volumen bajo, y cuando esto ocurre normalmente se produce debido a que algunos inversores han entrado en pánico con la aparición de noticias sobre la compañía. En estos

casos habrá inversores inteligentes que no han participado porque anticiparon la posibilidad de noticias negativas y están esperando a que la acción encuentre soporte. En el momento que la venta se modere o empiece a revertirse indicará que la acción ya ha caído lo suficiente y que está dando luz verde a nuevas compras.

Si nos encontramos el siguiente caso en un mercado bajista, Ilustración 29, implicará que el mercado está entrando en pánico de nuevo, cayendo el precio de las acciones de picado a un ritmo cada vez mayor. Sin embargo, aunque el precio está cayendo rápidamente, menos inversores se verán obligados a vender a estos niveles excesivamente bajos y este es a menudo el mejor momento para entrar a largo plazo porque la oferta de acciones se irá desvaneciendo. Una situación así, especialmente si va acompañada de bajo volumen, suele terminar en una reversión de la tendencia.



Ilustración 29 – Gran bajada de precios, bajo volumen

3.4.4 BRECHAS

Una brecha se produce cuando una acción abre en el mercado fuera del rango de precios del día anterior, siendo producida por un cambio significativo en el equilibrio de la oferta y la demanda durante el cierre del mercado. Se pueden interpretar como un fuerte énfasis del mercado y si les acompaña un fuerte volumen habrá que tener especialmente cuidado con estos movimientos ya que serán más representativos. Si no les acompaña un

volumen alto, simplemente nos indicará un momentáneo jadeo de excitación que no se espera que dure.

Como afirma Buff Pelz Dormeier, en “Investing with Volume Analysis”, las brechas superiores ocurren cuando la presión de compra supera a la de oferta y las acciones se abren más alto, negociándose estas en niveles más altos que el periodo anterior. Las brechas hacia abajo se producen cuando la demanda supera a la oferta disponible, causando así que las acciones cotizen en la apertura a niveles inferiores que en la sesión anterior. En general las brechas son movimientos poderosos que tienden a conducir al mercado en la dirección de la brecha sobretodo cuando se acompañan de alto volumen. No obstante, si una brecha se produce sin un incremento sustancial del volumen podría revertirse en cualquier momento. (Dormeier 1969) En la Ilustración 30 se muestra un ejemplo de brecha bajista.



Ilustración 30 – Brecha bajista

3.5 VOLUMEN EN TENDENCIAS

La mayoría de las personas cuando invierten en una acción creen que están formando una relación con una compañía tratando de aprender todo lo que pueden sobre

ella y sus perspectivas pero realmente están formando una relación más significativa y esta es la que crean con todas las demás personas que poseen tal acción. El comportamiento de estas personas puede tener un gran impacto en el éxito de una inversión independientemente de como progresa la compañía y es el análisis de tendencias el que permite estudiar la personalidad de estas personas mediante la observación de su comportamiento anterior. Las tendencias representan el análisis y la asimilación de los inversores a lo largo del tiempo. Así como el precio nos da la información del mercado en un determinado momento, las tendencias de precios nos dan una imagen del comportamiento de los inversores respecto a una realidad. De esta manera, invertir siguiendo una tendencia es simplemente participar con el respaldo de una opinión del mercado mientras que invertir en contra de una tendencia sería llevar la contraria a la mayoría, y es una decisión poco recomendable ya que un mercado puede mantenerse irracional mucho más tiempo que el que un inversor puede aguantar pérdidas.

3.5.1 ANÁLISIS DE TENDENCIAS UTILIZANDO EL VOLUMEN

Una vez que se ha establecido una tendencia y se ha confirmado su dirección, lo siguiente que hay que hacer es evaluar la fuerza y el estado de la tendencia. Las tendencias se encuentran en un estado de continuo movimiento y pueden romperse en cualquier momento, siendo importante vigilar de cerca las rupturas o amenazas de ruptura de tendencia.

Una tendencia se puede asimilar a un avión en pleno vuelo. Si un avión quiere mantener su vuelo debe mantener una velocidad mínima pero si el piloto quiere aumentar el ángulo de ascenso deberá cambiar la trayectoria. Si el piloto falla a la hora de aplicar el empuje al cambiar la trayectoria el avión puede detenerse. De la misma manera, si una tendencia quiere aumentar su trayectoria necesitará un volumen equivalente para mantenerla y si no obtiene este empuje necesario a través de un aumento de volumen correrá el riesgo de estancarse. Esta es la regla del análisis de tendencias con volumen y es que el volumen debe expandirse al menos relativamente con la tendencia de precios, siendo el volumen el elemento vital para evaluar el estado de una tendencia. Un volumen alto

validará tanto las rupturas de tendencia como las continuaciones. En la Figura 18 se muestran dos tablas representativa de las fases que considera Buff Pelz Dormeier a la hora de invertir evaluando las tendencias mediante el precio y el volumen. (Dormeier 1969)

Tabla 3 – Fases inversión mediante análisis de precio y volumen, primera parte (Dormeier 1969)

Trend Up and Volume Rising (Strong Demand) Greed with Energy = Invigorated Greed	Trend Down and Volume Falling (Weak Supply) Fear with Entropy = Apathy
Uptrend Expansion and Volume Expansion Uptrend Bullish Confirmation	Downtrend Expansion and Volume Contraction Downtrend Bullish Contradiction

Tabla 4 - Fases inversión mediante análisis de precio y volumen, segunda parte (Dormeier 1969)

Trend Up and Volume Falling (Weak Demand) Greed with Entropy = Complacency	Trend Down and Volume Rising (Strong Supply) Fear with Energy = Fear
Uptrend Expansion and Volume Contraction Uptrend Bearish Contradiction	Price Trend Contraction and Volume Expansion Downtrend Bearish Confirmation

3.5.2 TENDENCIAS ESTACIONALES DEL VOLUMEN

Un inversor que utilice el volumen debería estar pendiente de las estacionalidades que existen en el volumen ya que cuando el volumen se estudie en estas épocas se deberá medir relativamente. Durante las semanas de vacaciones el volumen es normalmente débil,

especialmente el día antes de Navidad. Entre las 4 estaciones, en verano el volumen es ligeramente más débil que en el resto mientras que en invierno es cuando se producen el mayor número de transacciones. El volumen normalmente se expande durante el final de los trimestres ya que se producen los reequilibrios de las carteras e índices y es muy bajo el último y primer día del año. El volumen intradía suele tener forma de U, siendo el más alto a primeras y últimas horas mientras que a las de comer se producen los mínimos. En la Ilustración 31 se puede observar el volumen intradiario de Amazon Inc, entre los días 13 y 17 de abril de 2021. Se aprecia un mayor volumen en la apertura del mercado, 15:30 hora española, y en el cierre de este, 22:00 hora española. Este patrón estacional en el volumen negociado lo presentan muchas acciones, siendo mayor en las acciones con más volumen.

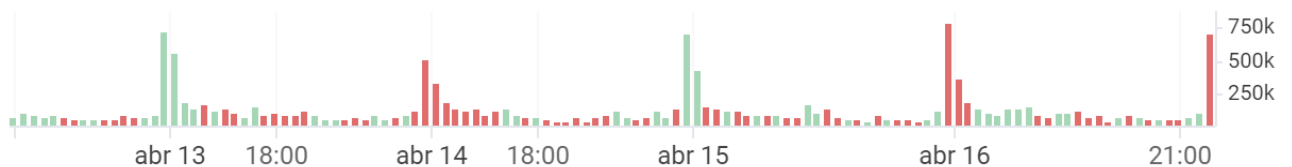


Ilustración 31 – Volumen intradiario (Investing.com)

F. Douglas y S. Viswanathan, tras un estudio sobre el volumen interdiario en un amplio número de acciones, concretaron que había variaciones intradía significativas en el volumen de negociación para todos los deciles que reportaron. Concluyeron también que se producían variaciones interdiarias significativas en el volumen de negociación para las empresas más activas. (Foster and Viswanathan 1993) Estos resultados son además coherentes con los reportados por Admati y Pfleiderer, en “A Theory of Intraday Patterns: Volume and Price Variability. (Admati and Pfleiderer 1988)

Por otro lado, F. Douglas y S. Viswanathan concluyen con sus pruebas intradía que hay una concentración de volumen en la primera media hora de negociación. Por último, para sus pruebas interdiarias, determinaron que el volumen de negociación del lunes es

significativamente menor que el del martes y el miércoles para las empresas más negociadas, es decir con mayor volumen. (Foster and Viswanathan 1993)

Capítulo 4. PREDICCIÓN DE INTERVALOS DE PRECIOS MEDIANTE REGRESIÓN LINEAL

4.1 INTRODUCCIÓN

Los métodos estadísticos de predicción más comunes, incluyendo los desarrollados en capítulos anteriores, se han creado y mejorado con el fin de predecir principalmente variables que toman un único valor. En cambio, en la vida real nos encontramos ante diversas situaciones en las que si tratamos de predecir una variable mediante un valor simple se puede producir una gran pérdida de información. Si se trata con variables cuantitativas se puede conseguir describir de una manera más completa un conjunto de datos si obtenemos una descripción estadística a partir de intervalos. Para ello será necesario que los valores que tome la variable a estudiar se encuentren en un intervalo cerrado de números reales.

El análisis estadístico de datos de intervalos se consideró por primera vez en el análisis simbólico de datos, también denominado SDA, desarrollado por E. Diday. Su objetivo principal consistió en la adaptación de los métodos estadísticos clásicos al campo de estudio de estructuras de datos con mayor complejidad, como datos de intervalo.

Utilizar una escala de intervalos reales es interesante de cara a modelar distintos tipos de datos experimentales. Un ejemplo claro son los rangos que representan la variación de una variable durante un periodo de tiempo determinado, como el estudio de las fluctuaciones que experimenta el precio de una acción durante un periodo o la temperatura a lo largo de distintos días. Además, resulta útil utilizar datos de intervalo en predicciones subjetivas, secuencias temporales formadas por intervalos, y datos agrupados. Para mayor información sobre casos en los que se aplican datos de intervalos se puede consultar (Zhang and Lu 2016), donde desarrollan con precisión posibles aplicaciones de estos.

4.2 PREDICCIÓN DE INTERVALOS MEDIANTE REGRESIÓN LINEAL

Los casos de predicción en los que se requiere una regresión lineal con datos de intervalo se han tratado de diversas formas en los últimos años. Por una parte, el Análisis Simbólico de Datos se fundamenta en la estimación de modelos lineales clásicos, en los que se analizan por separado los puntos medios o centro, y las extensiones de los intervalos, también denominados radios. El SDA consiste principalmente en un ajuste, por lo que dejan de tener sentido los estudios inferenciales sobre los modelos. Además, no se pueden obtener analíticamente los parámetros ajustados, teniendo que obtenerse numéricamente. Esta característica provoca que sea complicado estudiar las propiedades estadísticas del modelo.

Por otra parte, existe un enfoque alternativo a la hora de predecir datos de intervalo. Partiendo de un modelo en el que la relación entre los intervalos sea lineal, se puede definir este mediante la aritmética natural del intervalo. Como proponen (Blanco-Fernández, Colubi, and García-Bárzana 2013), es una posibilidad desarrollar inferencias sobre los modelos. El modelo lineal que se desarrolla en este proyecto sigue los pasos de este último enfoque de regresión por intervalos, debido a que se estudia en términos de una aritmética de conjuntos.

En cuanto a la predicción de datos de intervalo mediante regresión lineal, este proyecto se va a centrar en desarrollar un algoritmo propuesto por (Blanco-Fernández, Colubi, and García-Bárzana 2013). En su estudio, desarrolla un nuevo modelo lineal a través de una función, en la que permite que el radio y el centro del intervalo varíen en función de un regresor de valor real. Mi proyecto también analizará la eficacia de tal algoritmo cuando se aplica a series temporales de cotización de precios, en las que se tratará de predecir intervalos de precios a través de intervalos de precios de un periodo anterior y datos simples de volumen cotizado en ese mismo periodo.

4.3 CONCEPTOS PRELIMINARES

Los datos de intervalo van a ser formalizados en todo momento como se muestra en la Ecuación 5.

Ecuación 5 - Formalización datos de intervalo

$$\mathcal{K}_c(\mathbb{R}) = \{[a, b] : a, b \in \mathbb{R}, a \leq b\}.$$

En términos de los valores extremos de los intervalos, cualquier intervalo $A \in \mathcal{K}_c(\mathbb{R})$ será parametrizado mediante un vector bidimensional compuesto por un valor inferior, $\inf A$, y un valor superior, $\sup A$, siendo $\inf A \leq \sup A$ y ambos números reales. Por otro lado, $\text{mid } A$ se refiere al centro del intervalo A y su valor equivaldrá al mostrado en la Ecuación 6.

Ecuación 6 - Centro de un intervalo

$$\text{mid } A = (\sup A + \inf A)/2$$

$\text{spr } A$ equivale en cambio al radio de un intervalo, es decir, a la distancia de su valor extremo inferior al centro de este, $\text{mid } A$. Un valor de spr para un intervalo cualquier A se calcula como se muestra en la Ecuación 7.

Ecuación 7 - Radio de un intervalo

$$\text{spr } A = (\sup A - \inf A) / 2$$

La representación de un intervalo mediante su centro y radio, $A = [\text{mid}A \pm \text{spr}A]$ es comúnmente utilizada debido a las siguientes razones:

- i. La situación de no negatividad para el radio del intervalo ($\text{spr}A$) es más práctica para los análisis posteriores que el uso de extremos.
- ii. Permite la integración del espacio $\mathcal{K}_c(\mathbb{R})$ en el subespacio $\mathbb{R} \times \mathbb{R}^+$. Tal característica permite aplicar muchas de las propiedades clásicas de $\mathcal{K}_c(\mathbb{R})$ cuando se realiza un

PREDICCIÓN DE INTERVALOS DE PRECIOS MEDIANTE REGRESIÓN LINEAL

análisis estadístico de los intervalos. No obstante, es imprescindible garantizar que permanezcan en el subespacio $\mathbb{R} \times \mathbb{R}^+$, por lo que deben estar asociados a intervalos definidos correctamente.

- iii. La descripción del intervalo predicho es intuitiva, debido a que mid representa la posición o localización del intervalo en la recta real. Además, la componente spr aporta información sobre la imprecisión del intervalo, ya que representa la amplitud de este.

La aritmética natural de $K_c(\mathbb{R})$ es definida mediante la suma de las medias de Misnkowski y su producto por escalares, como se muestra en la Ecuación 8.

Ecuación 8 - Aritmética natural

$$A + B = \{a + b : a \in A, b \in B\} \text{ y } \lambda a = \{\lambda a : a \in A\}$$

Tales operaciones se pueden expresar de manera conjunta en término de su centro y radio, como se muestra en la

Ecuación 9

$$A + \lambda B = [(\text{mid}A + \lambda \text{mid}B) \pm (\text{spr}A + |\lambda| \text{spr}B)]$$

De manera análoga al caso clásico, las mediadas más importantes para un intervalo aleatorio son la varianza y el valor esperado. Podemos utilizar la expectativa de Aumann con el objetivo de definir la media de X . La expresión de Aumann viene dada en la Ecuación 10, adaptada a datos de intervalo.

Ecuación 10 - Esperanza de X

$$E(X) = [E(\text{mid } X) \pm E(\text{spr } X)]$$

Este concepto anterior permite cumplir las propiedades comunes de linealidad y las condiciones de Fréchet con respecto a la métrica. Por consiguiente, la varianza de X se

PREDICCIÓN DE INTERVALOS DE PRECIOS MEDIANTE REGRESIÓN LINEAL

define como la varianza de Fréchet, con el uso de $E(X)$, como se muestra en la Ecuación 11.

Ecuación 11 - Varianza

$$\sigma_X^2 = E(d_t^2(X, E(X)))$$

La expresión clásica para la covarianza entre 2 variables aleatorias de intervalos X e Y , $\sigma_{X,Y} = E((X - E(X))(Y - E(Y)))$, ya no es válida debido a la posible falta de diferencia en la resta. No obstante, $\sigma_{x,y}$ puede definirse como la covarianza clásica entre las imágenes correspondientes de X e Y mediante una incrustación isométrica de $K_c(\mathbb{R})$ en \mathbb{R}^2 . La covarianza se expresa en términos de spr y mid , además de la métrica d .

Ecuación 12 - Covarianza

$$\sigma_{X,Y} = (1 - \gamma) \sigma_{\text{mid } X, \text{mid } Y} + \gamma \sigma_{\text{spr } X, \text{spr } Y}$$

4.4 MODELO DE REGRESIÓN LINEAL DE INTERVALOS CON REGRESOR DE VALOR REAL

Como se ha comentado anteriormente, este estudio desarrolla el algoritmo propuesto por (Blanco-Fernández, Colubi, and García-Bárcana 2013). En su estudio, desarrolla un nuevo modelo lineal a través de una función, en la que permite que el radio y el centro del intervalo varíen en función de un regresor de valor real. Mi proyecto también analizará la eficacia de tal algoritmo cuando se aplica a series temporales de cotización de precios, en las que se tratará de predecir intervalos de precios a través de intervalos de precios de un periodo anterior y datos simples de volumen cotizado en ese mismo periodo. No obstante, en primer lugar se debe formular el algoritmo mediante la herramienta Matlab, para posteriormente poder realizar un análisis exhaustivo sobre la efectividad del modelo cuando es aplicado a los casos de estudio de este proyecto, con la relación volumen-intervalos de precios.

PREDICCIÓN DE INTERVALOS DE PRECIOS MEDIANTE REGRESIÓN LINEAL

El modelo lineal de Y en función de x se formaliza de la siguiente manera:

Ecuación 13 - Regresión lineal

$$Y = Ax + \varepsilon$$

ε es un error aleatorio para datos de intervalo en el que $E(\varepsilon|X) = B \in K_c(\mathbb{R})$. El parámetro de intervalo de regresión A, asociado con el regresor, permite a x modelarse conjuntamente junto a mid Y, spr Y. De hecho, las siguientes relaciones se extraen del modelo de intervalo.

Ecuación 14

$$\text{mid } Y = \text{mid } A x + \text{mid } \varepsilon$$

Ecuación 15

$$\text{spr } Y = \text{spr } A|x| + \text{spr } \varepsilon$$

La relación existente entre midY y x es similar al modelo de regresión simple clásico entre variables. Sin embargo, esta relación no se cumple para sprY debido a las restricciones de no negatividad de las variables, así como los coeficientes. Cabe destacar que sprY no puede estimarse mediante mínimos cuadrados ordinarios debido a que el modelo de sprY no es lineal.

4.4.1 FORMULACIÓN ALGORITMO

El algoritmo desarrollado por (Blanco-Fernández, Colubi, and García-Bárcana 2013) requiere de una serie de pasos a formular en un lenguaje de programación. Tras la formulación del algoritmo, este proyecto podrá analizar su funcionamiento y eficacia de en series temporales de cotización, prediciendo intervalos de precios a partir de intervalos de precios pasados en un periodo y su volumen existente.

Como paso previo a la formulación del algoritmo, cabe aclarar las variables fundamentales de este. La variable x representa un vector de datos reales sobre periodos pasados. La variable Y está formada por un vector de datos de intervalo, con un valor inferior y otro superior para cada periodo. Por otro lado, el algoritmo predecirá un intervalo

PREDICCIÓN DE INTERVALOS DE PRECIOS MEDIANTE REGRESIÓN LINEAL

mediante las variables A y B. A supone el valor inferior del intervalo mientras que B indica el valor superior del intervalo predicho.

De tal manera, la predicción de \hat{A} y B a partir de un conjunto de observaciones $\{x_i, Y_i\}$ se formula, basándonos en el desarrollo de (Blanco-Fernández, Colubi, and García-Bárzana 2013) de la siguiente manera:

Paso 1. Se calculan diferentes momentos muestrales de las variables aleatorias reales:

- Media simple y varianza de x:

Ecuación 16 - Media simple de x

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i,$$

Ecuación 17 - Varianza de x

$$\hat{\sigma}_x^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2.$$

- Media simple y varianza de x en valor absoluto, $|x|$:

Ecuación 18 - Media simple $|x|$

$$|\bar{x}| = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |x_i|.$$

Ecuación 19 - Varianza $|x|$

$$\hat{\sigma}_{|x|}^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (|x_i| - |\bar{x}|)^2.$$

- Media simple de mid Y y spr Y:

Ecuación 20 - Media simple de mid Y

$$\overline{\text{spr } Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \text{spr } Y_i.$$

Ecuación 21 - Media simple de spr Y

$$\overline{\text{mid } Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \text{mid } Y_i$$

- Covarianza simple de las variables x y midY (x, mid Y), y de $|x|$ y sprY ($|x|$, sprY):

PREDICCIÓN DE INTERVALOS DE PRECIOS MEDIANTE REGRESIÓN LINEAL

Ecuación 22 - Covarianza simple (x, mid Y)

$$\hat{\sigma}_{|x|, \text{spr } Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (|x_i| - |\bar{x}|)(\text{spr } Y_i - \overline{\text{spr } Y})$$

Ecuación 23 - Covarianza simple (|x|, spr Y)

$$\hat{\sigma}_{x, \text{mid } Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(\text{mid } Y_i - \overline{\text{mid } Y})$$

Paso 2. Dependiente de condición.

SI ($x_i = 0$ para todo $i = 1, 2, \dots, n$), ENTONCES $d_0 = \infty$;

SI NO:
$$\hat{d}_0 = \min_{i: x_i \neq 0} \left(\frac{\text{spr } Y_i}{|x_i|} \right)$$

Paso 3. Dependiente de condición.

SI ($\sigma_{|x|, \text{spr } Y} < 0$), ENTONCES $\text{spr } A = 0$

SI NO: SI ($\sigma_{|x|, \text{spr } Y} / \sigma_{|x|}^2 < d_0$), ENTONCES $\text{spr } A = \sigma_{|x|, \text{spr } Y} / \sigma_{|x|}^2$;

SI NO: $\text{spr } A = d_0$.

Paso 4. Se calculan los siguientes valores:

Ecuación 24 - Estimación mid A

$$\text{mid } B = \text{mid } Y - \text{mid } A \cdot x$$

Ecuación 25 - Estimación mid B

$$\text{mid } A = \sigma_{x, \text{mid } Y} / \sigma_x^2$$

Ecuación 26 - Estimación spr B

$$\text{spr } B = \text{spr } Y - \text{spr } A \cdot |x|.$$

La minimización requerida en el paso 2 se puede resolver también mediante técnicas de optimización cuadráticas, imponiendo restricciones de desigualdad.

4.4.2 PROPIEDADES DE LOS ESTIMADORES

En este epígrafe se estudia la precisión de los estimadores, desarrollando la consistencia y el sesgo de estos. Ambas propiedades se pueden comprobar tanto empírica cómo teóricamente.

Los estimadores A y B, aunque son valores de intervalo, presentan propiedades clásicas. De hecho, la parametrización de intervalos mediante su radio y centro (spr, mid) nos permite aplicar resultados clásicos para las variables centro y radio, con el objetivo de demostrar las contrapartidas de intervalo. En primer lugar, la similitud del estimador mid A con el estimado de regresión clásico LS del coeficiente de regresión de un modelos real lineal, nos permite asegurar que es fuertemente consistente e insesgado con un valor teórico que coincide con mid A.

Asumiendo todas las características del modelo, los estimadores de regresión de los datos de intervalo, A y B, son fuertemente consistentes con los parámetros de la función de regresión del modelo lineal, como se muestra a continuación.

$$\hat{A} \xrightarrow{n \rightarrow \infty} A \quad \text{y} \quad \hat{B} \xrightarrow{n \rightarrow \infty} B$$

4.4.3 IMPLEMENTACIÓN ALGORITMO

A continuación se muestra el código desarrollado en el programa Matlab, de elaboración propia, en el que computo el algoritmo de (Blanco-Fernández, Colubi, and García-Bárzana 2013). La ejecución de este código permite la predicción de datos de intervalo ‘Y’ a partir de datos de intervalo pasados y datos simples ‘x’. Posterior a un ‘%’, en color verde, se dispone de comentarios que explican cada paso del código. (elaboración propia)

PREDICCIÓN DE INTERVALOS DE PRECIOS MEDIANTE REGRESIÓN LINEAL

```
%PROGRAMACIÓN ALGORITMO BCO FDEZ PARA LA PREDICCIÓN DE DATOS DE INTERVALO
```

```
%Lectura datos
```

```
data = readtable('TSLA .xlsx');
```

```
%Lectura volumen
```

```
vol = table2array(data(:,6));
```

```
%Lectura fechas
```

```
date = data.(1)
```

```
date = datetime(date, 'InputFormat','dd.MM.yyyy ')
```

```
date.Format = 'default'
```

```
sz = size(vol);
```

```
sz = sz(1,1);
```

```
%Obtención de cotización máxima y mínima de cada intervalo
```

```
for i = 1:sz
```

```
%MIN / MAX, intervalo cotización periodo
```

```
Y1 = table2array(data(:,5));
```

```
Y2 = table2array(data(:,4));
```

```
end
```

```
%Algoritmo para la estimación de intervalos
```

```
%PASO 1
```

```
%Media volumen
```

```
mvol = mean(vol);
```

```
%Covarianza volumen
```

```
stdvol = std(vol);
```

```
varvol = stdvol*stdvol;
```

```
%Centro intervalo precios
```

```
midY = (Y2+Y1)/2;
```

```
%Media centro intervalo precios
```

```
mmidY = mean(midY);
```

```
%Radio intervalo precios
```

```
sprY = Y2 - midY;
```

PREDICCIÓN DE INTERVALOS DE PRECIOS MEDIANTE REGRESIÓN LINEAL

```
%Media radio intervalo precios
msprY = mean(sprY);

%Covarianza (volumen, centro intervalo precios)
cvmY = cov(vol,midY);
cvmY = abs(cvmY(1,2));

%Covarianza (volumen, radio intervalo precios)
cvs = cov(vol,sprY);
cvs = abs(cvs(1,2));

%PASO 2

for i = 1 : sz
    aux(i,1) = sprY(i,1)/vol(i,1);
end

%Obtención parámetro d
d = min( aux(:,1) )

%PASO 3
aux2 = cvs/varvol;

%Estimación radio de A
if cvs < 0
    sprA = 0;
elseif aux2 < d
    sprA = aux2;
else
    sprA = d;
end

%PASO 4
```

PREDICCIÓN DE INTERVALOS DE PRECIOS MEDIANTE REGRESIÓN LINEAL

```
%Estimación centro de A
midA = cvmY/varvol;

%Estimación centro de B
midB = mmidY - midA*mvol;

%Estimación radio de B
sprB = msprY - sprA*mvol;

%Estimación límites inferiores A
A1 = midA - sprA;

%Estimación límites superiores A
A2 = midA + sprA;

%Estimación límites inferiores B
B1 = midB - sprB;

%Estimación límites superiores B
B2 = midB + sprB;

%Estimación valores inferiores intervalos predichos Y
Y1est = A1*vol + B1;

%Estimación valores superiores intervalos predichos Y
Y2est = A2*vol + B2;

%Estimación centros intervalos predichos Y
midYest = (Y1est + Y2est)/2;

%Estimación radios intervalos predichos Y
sprYest = Y2est - midYest;
```

4.4.4 VERIFICACIÓN FUNCIONAMIENTO

Tras programar el algoritmo, es importante comprobar que este está formulado correctamente. Con este objetivo, se ha utilizado el ejemplo que aparece en el artículo origen del algoritmo de predicción. (Blanco-Fernández, Colubi, and García-Bárcana 2013) Los datos se muestran en la Tabla 5.

PREDICCIÓN DE INTERVALOS DE PRECIOS MEDIANTE REGRESIÓN LINEAL

Tabla 5 - Datos ejemplo (Blanco-Fernández, Colubi, and García-Bárzana 2013)

Kind of business	Retail trade sales	Number of employees
Automotive parts, acc., and tire stores	[4638, 5795]	453,468
Furniture stores	[4054, 4685]	249,807
Home furnishings stores	[2983, 5032]	285,222
Household appliance stores	[1035, 1387]	69,168
Computer and software stores	[1301, 1860]	73,935
Building mat. and supplies dealers	[14,508, 20,727]	988,707
Hardware stores	[1097, 1691]	142,881
Beer, wine, and liquor stores	[2121, 3507]	133,035
Pharmacies and drug stores	[11,964, 14,741]	783,392
Gasoline stations	[16,763, 23,122]	926,792
Men's clothing stores	[532, 1120]	62,223
Family clothing stores	[3596, 9391]	522,164
Shoe stores	[1464, 2485]	205,067
Jewelry stores	[1304, 5810]	148,752
Sporting goods stores	[1748, 3404]	188,091
Book stores	[968, 1973]	133,484
Discount dept. stores	[9226, 17,001]	762,309
Department stores	[5310, 14,057]	668,459
Warehouse clubs and superstores	[13,162, 22,089]	830,845
All other gen. merchandize stores	[2376, 4435]	263,116
Miscellaneous store retailers	[7862, 10,975]	792,361
Fuel dealers	[1306, 3145]	98,574

Los datos anteriores se han recogido en un Excel para su uso en el programa de Matlab que replica al algoritmo. Los datos de intervalo corresponden al mínimo y máximo de ventas de diferentes comercios minoristas, en millones de dólares, entre enero y diciembre de 2002. La variable x , real, es el número de empleado de cada tipo de comercio, la cual presenta relación lineal con las ventas del comercio minorista. La variable Y corresponde a datos de intervalo, ya que representa el rango de variación de ventas minoristas, siendo la variable a predecir.

Tras ejecutar el algoritmo de predicción de intervalos en Matlab se obtiene el siguiente modelo de intervalo estimado entre x e Y , representado en la Ecuación 27.

Ecuación 27 – Estimación ejemplo

$$\hat{Y} = [0.0168, 0.0193]x + [-1739.35, 393.89].$$

Además, se obtienen las siguientes relaciones del radio, $\text{spr } Y$, y centro, $\text{mid } Y$, en función de x , como se muestra en la Ecuación 28.

PREDICCIÓN DE INTERVALOS DE PRECIOS MEDIANTE REGRESIÓN LINEAL

Ecuación 28 - Radio y centro de Y en función de x

$$\begin{aligned}\text{mid } \hat{Y} &= 0.0181x - 672.731, \\ \text{spr } \hat{Y} &= 0.001263|x| + 1066.6246.\end{aligned}$$

Las 3 ecuaciones coinciden perfectamente con las ecuaciones estimadas en (Blanco-Fernández, Colubi, and García-Bárzana 2013), por lo que se puede concluir que la formulación en Matlab del algoritmo de predicción de intervalos se ha realizado correctamente.

4.5 CASOS PRÁCTICOS Y ANÁLISIS EFICACIA

A continuación, se ponen en práctica diferentes casos prácticos en los que se analizará el funcionamiento del algoritmo utilizando diferentes variables de interés para nuestro estudio, así como el volumen negociado o el precio de cierre, en todo caso para tratar de predecir un intervalo de precios mínimo y máximo para un periodo.

4.5.1 PREDICCIÓN A PARTIR DEL VOLUMEN

Como se ha comentado anteriormente, el volumen desempeña un papel importante en la volatilidad de los precios, representando diferentes aspectos tanto de inversores como del mercado. De tal manera, resulta interesante tratar de predecir intervalos de precios a partir del volumen negociado. A continuación, se utiliza el algoritmo de predicción de intervalos formulado con el objetivo de predecir, para una acción, el rango de precios en el periodo siguiente, a partir del rango de precios del periodo anterior y el volumen negociado. La variable Y de intervalo representa por lo tanto el mínimo y el máximo predicho, siendo x el volumen negociado en el periodo anterior.

Se utilizan datos obtenidos de Investing.com, en periodos de 1 día, de la empresa Tesla, Inc. Son empleados 357 días de cotización, entre el 2 de enero de 2020 y de junio de

PREDICCIÓN DE INTERVALOS DE PRECIOS MEDIANTE REGRESIÓN LINEAL

2021. De tal manera, se utiliza el 70 % de los datos para el entrenamiento del algoritmo, disponiéndose del 30 % restante para su validación.

Tras la ejecución del algoritmo de predicción de intervalos empleando los datos de entrenamiento, se obtiene el siguiente modelo de estimación entre Y y x, mostrado en la Ecuación 29.

Ecuación 29 - Estimación TSLA

$$Y = [3.5377, 3.5453]x + [177.7517, 198.7119]$$

De tal manera, el intervalo de precios Y estimado por un periodo, depende proporcionalmente de x, es decir, el volumen negociado en el periodo anterior. El intervalo sumado a continuación representa el error de la estimación. La relación entre el radio y x muestra en la Ecuación 30, mientras que la resultante entre el centro de Y y x viene representada en la Ecuación 31.

Ecuación 30 - Centro TSLA

$$mid Y = 3,5415x + 188,2318$$

Ecuación 31 - Radio TSLA

$$spr Y = 0,0038x + 10,4801$$

Acto siguiente, se han predicho los intervalos de precios de TSLA para los periodos correspondientes a los datos de validación, mediante la Ecuación 29.

4.5.1.1 Análisis resultados

Tras la obtención de los intervalos predichos, y la previa verificación de que el algoritmo funciona correctamente, se ha observado que para muchos periodos los intervalos de predicción distan enormemente de los intervalos de precios reales.

Se ha estudiado el por qué de esta cuestión, cuestionando el funcionamiento del algoritmo y la elección de las variables. Después de un análisis intensivo, se ha obtenido finalmente la razón principal del pésimo funcionamiento del intervalo en la predicción anterior.

El algoritmo desarrollado por (Blanco-Fernández, Colubi, and García-Bárzana 2013) modela una predicción lineal de un intervalo, Y , a partir de una variable real, x . De tal manera, tal y como muestra la Ecuación 29, el intervalo predicho Y será mayor si la variable x aumenta, mientras que presentará valores menores si la variable x toma un valor pequeño. Esta característica, aplicada al caso de TSLA, implica que si de un periodo a otro aumenta el volumen negociado, el algoritmo predecirá que el intervalo de precios para el periodo siguiente se encontrará entre precios mayores que el periodo anterior, dada la relación lineal con el volumen.

Dicha circunstancia dista de la realidad, ya que, si bien es cierto que un aumento de volumen suele desencadenar una mayor variación de precios, aumentando la volatilidad de la acción en cuestión, no es cierto que esta variación deba ser positiva. Si se observan numerosos casos reales de acciones que han experimentado aumentos de volumen de un periodo a otro, se puede apreciar que aproximadamente el 50% de los casos desencadena en una variación de precios positiva, no en un 100%, como modela el algoritmo.

Se determina por tanto que el algoritmo no es apto para la predicción de intervalos de precios a partir del volumen negociado, debido a que este establece una relación lineal, la cual es inexistente en la realidad. Predecir a partir de otras variables derivadas del volumen como el Oscilador de Volumen Normalizado (N.V.O.), el volumen relativo, o la variación de volumen porcentual, tampoco resultarían en una predicción de los precios

PREDICCIÓN DE INTERVALOS DE PRECIOS MEDIANTE REGRESIÓN LINEAL

eficiente mediante el algoritmo empleado, ya que estas variables son mayores cuanto mayor es el volumen, suponiendo entonces en el algoritmo que los precios aumentarían, por la relación lineal con el precio existente en el modelo.

4.5.2 PREDICCIÓN A PARTIR DEL PRECIO DE CIERRE

Como respuesta a la ineficiencia del caso anterior, se ha investigado qué variable podría ser apta dadas las características del algoritmo, buscando principalmente que presenta linealidad con respecto al intervalo de precios real. De tal manera, se decide emplear como variable x el precio de cierre de la acción que se estudie. Dicha elección se debe a que presenta linealidad con el intervalo de precios del periodo siguiente, debido a que, si en el periodo anterior ha aumentado el precio de cierre, es probable que el intervalo de precios aumente, ya que se parte de un precio inicial superior al anterior en la cotización del periodo en cuestión.

A continuación, se utiliza el algoritmo de predicción de intervalos formulado con el objetivo de predecir, para una acción, el rango de precios en el periodo siguiente, a partir del rango de precios del periodo anterior y el precio de cierre. La variable Y de intervalo representa por lo tanto el mínimo y el máximo predicho, siendo x el volumen negociado en el periodo anterior.

Se utilizan datos obtenidos de Investing.com, en periodos de 1 día, de la empresa Tesla, Inc. Son empleados 357 días de cotización, entre el 2 de enero de 2020 y de junio de 2021. De tal manera, se utiliza el 70 % de los datos para el entrenamiento del algoritmo, disponiéndose del 30 % restante para su validación.

Tras la ejecución del algoritmo de predicción de intervalos empleando los datos de entrenamiento, se obtiene el siguiente modelo de estimación entre Y y x , mostrado en la Ecuación 32.

PREDICCIÓN DE INTERVALOS DE PRECIOS MEDIANTE REGRESIÓN LINEAL

Ecuación 32 – Estimación TSLA (2)

$$Y = [0,9885, 1.0054]x + [-6,7615, 7,6789]$$

De tal manera, el intervalo de precios Y estimado para un periodo, depende proporcionalmente de x , es decir, el precio de cierre del periodo anterior. El intervalo sumado a continuación representa el error de la estimación. La relación entre el radio y x muestra en la Ecuación 33, mientras que la resultante entre el centro de Y y x viene representada en la Ecuación 34.

Ecuación 33 – Centro TSLA (2)

$$\text{mid } Y = 0,99695x + 0,4587$$

Ecuación 34 - Radio TSLA (2)

$$\text{spr } Y = 0,00845x + 7,2202$$

Acto siguiente, se han predicho los intervalos de precios de TSLA para los periodos correspondientes a los datos de validación, mediante la Ecuación 32.

4.5.2.1 Análisis resultados

Tras la obtención de los intervalos predichos, se ha observado que en este caso los resultados son buenos, obteniéndose intervalos de precios similares a los reales. Se confirma por lo tanto que se debe emplear una variable x que presente relación lineal con

PREDICCIÓN DE INTERVALOS DE PRECIOS MEDIANTE REGRESIÓN LINEAL

el intervalo de precios predicho, dado que en el caso contrario, como ocurrió cuando se empleó el volumen, el algoritmo no predice correctamente. En el capítulo siguiente se va a evaluar estadísticamente cómo se comporta el algoritmo para distintos casos reales y periodos.

Capítulo 5. ANÁLISIS DE PREDICCIÓN DE INTERVALOS A PARTIR DEL PRECIO DE CIERRE SEGÚN EL VOLUMEN

5.1 INTRODUCCIÓN

Este capítulo analiza el funcionamiento del algoritmo de (Blanco-Fernández, Colubi, and García-Bárzana 2013), empleándose para predecir intervalos de precios Y de mínimo y máximo de cotización para un periodo, a partir del precio de cierre del periodo anterior. Con tal objetivo, se procede a analizar 7 empresas cotizadas en bolsas americanas, de distintos sectores, como se muestra a continuación:

i.) Sector Salud

1. Gilead Sciences (GILD)
2. Pfizer (PFE)

ii.) Sector Tecnológico.

3. IDT Corporation (IDT)
4. International Business Machines Corporation (IBM)

iii.) Sector Industrial.

5. Boeing (BA)
6. General Electric (GE)

iv.) Sector de consumo cíclico.

7. The Home Depot (HD)

ANÁLISIS DE PREDICCIÓN DE INTERVALOS A PARTIR DEL PRECIO DE CIERRE SEGÚN EL VOLUMEN

Cada una de las empresas será estudiada para la predicción de intervalos de precios en 3 periodo distintos, de 3 años cada uno. Dichos periodos se encuentran entre 2014 y 2020, separados de la siguiente manera:

1. Periodo 1.
 - Datos de entrenamiento: 2015, 2015, 2016
 - Datos de validación: 2017

2. Periodo 2.
 - Datos de entrenamiento: 2015, 2016, 2017
 - Datos de validación: 2018

3. Periodo 3
 - Datos de entrenamiento: 2017, 2018, 2019
 - Datos de validación: 2020

Por último, cada predicción discernirá los periodos predichos según el volumen que presenten, con el objetivo de analizar posteriormente el funcionamiento del algoritmo para distintas según la categoría del volumen. De tal manera, se dividen los datos de validación en dos categorías. En primer lugar, los periodos que presenten un volumen inferior al medio durante el periodo de análisis, y en segundo lugar aquellos que presenten un volumen superior al medio.

Por lo tanto, se realizarán un total de 52 predicciones, 6 para cada una de las 7 empresas. Esto se debe a que se analizará cada empresa en 3 periodos, dividiendo los datos de estos en volumen alto o bajo.

5.2 MEDIDAS DE EFICIENCIA

En esta sección se desarrollan 3 medidas que serán empleadas en la evaluación de la eficiencia de la predicción del algoritmo de (Blanco-Fernández, Colubi, and García-Bárzana 2013) para datos de intervalo, en concreto, de mínimos y máximos de cotización. Se considera en esta sección como intervalo real a $[x_t]$, siendo $\{\hat{x}^t\}$ la predicción, con $t = 1, \dots, T$.

5.2.1 ERROR MEDIO DE DISTANCIA (MDE)

El Error Medio de Distancia, MDE, permite evaluar la eficiencia de un modelo de predicción de intervalos. Calcula la distancia entre los valores reales y las predicciones, para posteriormente promediarlas. De tal manera, se obtiene el MDE, permitiendo cuantificar la precisión del modelo. Según (Arroyo et al. 2011), el cuadrado del MDE para datos hasta el periodo T se da mediante la Ecuación 35

Ecuación 35 - Estadístico MDE

$$MDE^2 = \frac{1}{2} \frac{\sum_{t=1}^T [(x_t^L - \hat{x}_t^L)^2 + (x_t^U - \hat{x}_t^U)^2]}{T},$$

5.2.2 VARIANZA MEDIA RELATIVA (IARV)

La Varianza Media Relativa, iARV, se expresa como se muestra en la Ecuación 36:

ANÁLISIS DE PREDICCIÓN DE INTERVALOS A PARTIR DEL PRECIO DE CIERRE SEGÚN EL VOLUMEN

Ecuación 36 - Estadístico iARV

$$iARV = \frac{\sum_{t=1}^T (x_t^L - \hat{x}_t^L)^2 + \sum_{t=1}^T (x_t^U - \hat{x}_t^U)^2}{\sum_{t=1}^T (x_t^L - \bar{x}^L)^2 + \sum_{t=1}^T (x_t^U - \bar{x}^U)^2},$$

El estadístico iARV representa la comparación de las predicciones del modelo estudiadas con las predicciones de los intervalos medios de las series. Nos encontramos antes buenas predicciones cuanto menor sea el valor de la Varianza Media Relativa, siendo 0 el límite inferior, que supondría la predicción ideal.

5.2.3 INTERVALO ESTADÍSTICO iU DE THEIL

Es habitual utilizar el Intervalo Estadístico iU de Theil para comparar diferentes métodos de predicción. De cara a emplearlo en datos de intervalo, (Maia y Carvalho, 2011) han propuesta la siguiente ecuación, que calcula el valor de iU de Theil para predicciones de datos de intervalo.

Ecuación 37 – Estadístico iU de Theil

$$iU = \sqrt{\frac{\sum_{t=2}^T (x_t^L - \hat{x}_t^L)^2 + \sum_{t=2}^T (x_t^U - \hat{x}_t^U)^2}{\sum_{t=2}^T (x_t^L - x_{t-1}^L)^2 + \sum_{t=2}^T (x_t^U - x_{t-1}^U)^2}}$$

ANÁLISIS DE PREDICCIÓN DE INTERVALOS A PARTIR DEL PRECIO DE CIERRE SEGÚN EL VOLUMEN

iU de Theil compara la eficacia del modelo la del Paseo Aleatorio de Intervalo, la cual predice que un valor para un periodo es el mismo que el del periodo anterior. Cuando el valor de iU de Theil para un modelo es igual a 1, implica que predice con la misma eficacia que el Paseo Aleatorio, Si este se encuentra por encima de 1, realizará peores predicciones, mientras que si se encuentra por debajo de 1, estaremos ante un modelo de mayor eficacia que el Paseo Aleatorio. (Maté 2021)

Los estadísticos iU de Theil, MDE e iARV determinan las desviaciones de las predicciones del modelo respecto a los valores reales. Por lo tanto, cuanto menores sean estos valores, mejores predicciones estará realizando el modelo estudiado.

5.3 ANÁLISIS DE PREDICCIONES

Tras ejecutar mediante el algoritmo de predicción de intervalos de (Blanco-Fernández, Colubi, and García-Bárcana 2013) 52 estimaciones para 7 empresas, en 3 periodos y discerniendo según el volumen de los periodos, se han obtenido los siguientes resultados, mostrados en la Tabla 6.

Tabla 6 - Resultados predicciones

Empresa	Periodo	Volumen	Iu de Theil	iARV	MDE
HD	1	Alto	0,7309	0,0096	1,4312
HD	1	Bajo	0,3749	0,0044	0,7116
HD	2	Alto	0,73	0,0706	2,9867
HD	2	Bajo	0,3744	0,0133	1,2819
HD	3	Alto	0,8959	0,0486	7,4087
HD	3	Bajo	0,4749	0,0148	2,5353
BA	1	Alto	0,7054	0,0061	3,3522
BA	1	Bajo	0,4045	0,0011	1,335
BA	2	Alto	0,8726	0,206	7,9421
BA	2	Bajo	0,4199	0,0441	3,5152
BA	3	Alto	0,9047	0,0421	8,529
BA	3	Bajo	0,1777	0,007	3,9543
GE	1	Alto	0,7759	0,0089	0,3848

ANÁLISIS DE PREDICCIÓN DE INTERVALOS A PARTIR DEL PRECIO DE CIERRE SEGÚN EL VOLUMEN

GE	1	Bajo	0,3504	0,0027	0,1379
GE	2	Alto	0,8077	0,0091	0,2782
GE	2	Bajo	0,1972	0,0138	0,1262
GE	3	Alto	0,8936	0,0296	0,3074
GE	3	Bajo	0,176	0,0025	0,1348
GILD	1	Alto	0,7747	0,0574	1,3287
GILD	1	Bajo	0,6264	0,0205	0,7604
GILD	2	Alto	0,5266	0,0636	1,7601
GILD	2	Bajo	0,6381	0,0261	0,7453
GILD	3	Alto	0,9238	0,0841	1,994
GILD	3	Bajo	0,3702	0,0071	0,5057
IDT	1	Alto	0,7547	0,0786	0,4953
IDT	1	Bajo	0,2231	0,0052	0,1526
IDT	2	Alto	0,722	0,0252	0,2744
IDT	2	Bajo	0,3652	0,0099	0,1444
IDT	3	Alto	0,8459	0,0936	0,8049
IDT	3	Bajo	0,5201	0,0155	0,2245
IBM	1	Alto	0,8826	0,0524	2,1314
IBM	1	Bajo	0,414	0,0034	0,7624
IBM	2	Alto	0,8379	0,0205	2,3722
IBM	2	Bajo	0,3005	0,0107	0,9854
IBM	3	Alto	0,8738	0,0792	3,3961
IBM	3	Bajo	0,2318	0,017	1,1012
PFE	1	Alto	0,682	0,0442	0,2556
PFE	1	Bajo	0,0993	0,00049344	0,2213
PFE	2	Alto	0,5856	0,0265	0,5608
PFE	2	Bajo	0,5017	0,0069	0,2713
PFE	3	Alto	0,949	0,0746	0,8504
PFE	3	Bajo	0,4156	0,0422	0,3151

Las filas que representan los resultados de una misma empresa se muestran en el mismo color, facilitando su agrupación en el análisis de estos. El periodo de la predicción de la predicción se indica en la segunda columna, mientras que el tipo de volumen viene mostrado en la tercera columna.

Cabe destacar que en el 100% de las predicciones realizadas, el valor de iU de Theil es inferior a 1, mostrando que en todos los casos se predice con mayor eficacia que la que realizaría una predicción de Paseo Aleatorio. Si realizamos la media de los valores

ANÁLISIS DE PREDICCIÓN DE INTERVALOS A PARTIR DEL PRECIO DE CIERRE SEGÚN EL VOLUMEN

obtenidos para el estadístico, se obtiene que es de 0.56, un valor de prácticamente la mitad que el del Paseo Aleatorio, evidenciando la clara superioridad de eficacia de predicción del algoritmo.

Si comparamos la calidad de las predicciones según su volumen, es decir, de si los periodos predichos son de volumen inferior al medio, o mayor, se determinan las siguientes características:

- En el Periodo 1, las predicciones para volumen bajo son mejores que las de para volumen alto. El MDE, iARV y el iU de Theil presentan valores inferiores en volumen bajo en el 100% de los casos, evidenciando mayor eficacia de predicciones para volumen bajo que alto en 2017, tras entrenar el modelo en 2014, 2015 y 2016.
- Para el Periodo 2, las predicciones para volumen bajo son mejores que las de para volumen alto. El MDE presentan valores inferiores en volumen bajo en el 100 % de los casos. Por otro lado, los estadísticos iARV e iU de Theil presentan valores inferiores en volumen bajo en 51 de 52 predicciones, el 92,86 % de los casos, evidenciando mayor eficacia de predicciones para volumen bajo que alto en 2018, tras entrenar el modelo en 2015, 2016 y 2017.
- En el Periodo 3, las predicciones para volumen bajo son mejores que las de para volumen alto. El MDE, iARV y el iU de Theil presentan valores inferiores en volumen bajo en el 100% de los casos, evidenciando mayor eficacia de predicciones para volumen bajo que alto en 2020, tras entrenar el modelo en 2017, 2018 y 2019.

Comparando en la Tabla 7 las medias de los 3 estadísticos según la clase de volumen de las acciones estudiadas, se observa cómo presentan valores inferiores en las predicciones en las que el volumen es bajo.

ANÁLISIS DE PREDICCIÓN DE INTERVALOS A PARTIR DEL PRECIO DE CIERRE SEGÚN EL VOLUMEN

Tabla 7 - Estadísticos según volumen

	Volumen Alto	Volumen Bajo
iU de Theil	0,7940619	0,36456667
iARV	0,05383333	0,01279493
MDE	2,32591429	0,94865714

Estas claras diferencias de eficacia que se producen dependiendo de si el volumen es inferior o superior al medio del periodo se deben a que en días en los que el volumen es superior, el precio es más volátil, produciéndose mayores incrementos o decrementos de precios, empujados por el incremento de negociación en la acción.

El modelo de predicción utilizado genera una única relación de predicción entre x e Y para todos los días estudiados. De tal manera, los días de mayor volumen, y por lo tanto de mayor volatilidad, son más complicados de predecir para el algoritmo, implicando mayores errores en la estimación. Es decir, las diferencias de eficacia obtenidas dependiendo del volumen tienen sentido con los conceptos previamente estudiados de las implicaciones del volumen en los mercados bursátiles.

5.3.1 ANÁLISIS POR PERIODO

De cara a analizar la eficacia de las predicciones según el periodo, se han calculado las medias de los 3 estadísticos estudiados, según el periodo estimado. En la 6 se recogen los valores obtenidos.

ANÁLISIS DE PREDICCIÓN DE INTERVALOS A PARTIR DEL PRECIO DE CIERRE SEGÚN EL VOLUMEN

Tabla 8 - Estadísticos según Periodo

	P1	P2	P3
iU de Theil	0,55	0,56	0,62
iARV	0,02	0,03	0,04
MDE	0,96	1,66	2,29

Observando la Tabla 8 se aprecia cómo el valor de todos los estadísticos toma valores inferiores en el Periodo 1 que en el resto de periodos. Como se comentó anteriormente, cuanto menores sean los valores de los estadísticos, mejores serán las predicciones, ya que representan las desviaciones entre las predicciones y los valores reales de intervalos. Por lo tanto, se realizan mejores predicciones el Periodo 1 (2017), que el Periodo 2 (2018), y el Periodo 3 (2020). Además, las predicciones son mejores en el Periodo 2 que en el Periodo 3. Este estudio determina que las predicciones han sido mejores cuanto más antiguo es el periodo, es decir, el año de estudio.

En el epígrafe anterior se concluyó que el modelo de predicción presenta mayor eficacia en aquellos periodos en los que se produce mayor volatilidad, es decir, en los de menor volumen. Este estudio propone que el hecho de que el algoritmo sea más eficiente en el Periodo 1 que en el resto, así como en el Periodo 2, que en el 3, es decir, cuanto más antiguos los datos, se debe a que en estos último años ha aumentado el volumen en los mercados considerablemente, produciéndose mayor volatilidad en los precios de las acciones. Este aumento de volumen provoca que se produzcan mayores variaciones de precios con mayor frecuencia, desencadenando en peores predicciones del modelo.

Capítulo 6. ANÁLISIS DE PATRONES DE VELAS JUNTO AL OSCILADOR DE VOLUMEN NORMALIZADO

6.1 INTRODUCCIÓN

Este capítulo analiza la cotización de distintas acciones de mercados americanos durante ciertos periodos en los que se han producido patrones de velas. Es de especial interés para este proyecto analizar cómo se ha comportado el volumen de tales acciones durante estos periodos, así como posibles influencias que haya tenido en la eficacia de los patrones.

Como se desarrolla en el Capítulo 3. los mercados financieros se comportan de una manera más aleatoria cuanto menos sea el periodo de estudio. Una gran empresa tenderá a revalorizarse con el paso de los años, pero este hecho no implica que en un periodo corto se vaya a revalorizar. Las acciones presentan volatilidad y esto se debe principalmente a que dependen en el corto plazo de, entre otros factores, sucesos micro y macroeconómicos. Otro factor importante que afecta a la volatilidad de las acciones es el estado de ánimo de los inversores hacia la acción durante un periodo de tiempo, y este factor se cuantifica mediante el volumen y los movimientos de precios.

De tal manera, se pretende analizar la influencia del volumen en la eficacia de un método de predicción comentado anteriormente, los patrones de velas. Para ello, se va a programar una función de Matlab que analizará el volumen de cada periodo mediante su normalización y representación, la cual se explicará en las páginas siguientes. Además, se representará la cotización de la acción durante el periodo estudiado mediante gráficos de velas, los cuales permiten analizar visualmente el rango de precio de los diferentes periodos.

6.2 OBTENCIÓN Y TRATAMIENTO DE DATOS

De cara a realizar el estudio desarrollado en este capítulo es necesaria la obtención de datos fiables sobre la cotización de distintas empresas. Estos datos serán series temporales, ya que todas las variables variarán según el periodo de tiempo vaya avanzando.

Los datos necesarios deben presentar distintas características. En primer lugar, deben ser datos de periodos en los que la cotización haya presentado un patrón de velas. Además, los datos deben aportarnos información fiable sobre el volumen en cada periodo, ya que este volumen lo utilizaremos para generar un volumen normalizado y un oscilador. Por último, los datos también deben aportarnos, para cada periodo, información sobre el precio de cierre de cotización del periodo, la apertura, el mínimo, y el máximo. La información anterior es imprescindible para poder representar un gráfico de velas japonesas de la serie temporal en cuestión.

6.2.1 DESCARGA DE DATOS DE INVESTING.COM

Tras un estudio de las diferentes fuentes de datos bursátiles disponibles para inversores particulares, se elige el portal de inversión llamado Investing. Esta web proporciona datos con las características necesarias para el estudio y la obtención de ellos es relativamente sencilla.

Para la obtención de los datos de Investing.com se deben llevar a cabo los siguientes pasos:

1. Apertura de la web y búsqueda de la acción deseada
2. Seleccionar la opción “datos históricos”
3. Seleccionar la amplitud de los periodos estudiados (días, horas, semanas, etc.) en ‘Plazo’.
4. Seleccionar fecha inicial y final de los datos necesarios

ANÁLISIS DE PATRONES DE VELAS JUNTO AL OSCILADOR DE VOLUMEN NORMALIZADO

5. Seleccionar ‘Descargar datos’

A continuación, se muestra un ejemplo de la obtención de datos de cotización de la empresa Tesla de mayo y junio de 2021, en periodos diarios.

Datos históricos TSLA i

Plazo: Descargar datos 14/05/2021 - 14/06/2021

Fecha	Último	Apertura	Máximo	Mínimo	Vol.	% var.
14.05.2021	589,74	583,41	592,87	570,46	33,37M	3,16%
17.05.2021	576,83	576,00	589,60	561,25	32,39M	-2,19%
18.05.2021	577,87	568,50	596,18	563,88	36,83M	0,18%
19.05.2021	563,46	551,60	566,09	547,10	39,58M	-2,49%
20.05.2021	586,78	575,18	588,53	571,12	30,82M	4,14%
21.05.2021	580,88	596,11	596,68	580,00	26,03M	-1,01%
24.05.2021	606,44	582,27	614,36	574,70	34,56M	4,40%
25.05.2021	604,69	608,33	613,90	595,88	28,01M	-0,29%
26.05.2021	619,13	607,50	626,17	601,69	28,64M	2,39%
27.05.2021	630,85	620,48	630,85	616,34	26,37M	1,89%
28.05.2021	625,22	628,50	635,59	622,38	22,74M	-0,89%
01.06.2021	623,90	627,80	633,80	620,55	17,92M	-0,21%
02.06.2021	605,12	620,63	623,09	599,14	23,30M	-3,01%
03.06.2021	572,84	602,12	604,53	571,25	30,11M	-5,33%

Ilustración 32 - Obtención datos Tesla (Elaboración propia)

6.2.2 TRATAMIENTO DE DATOS CSV

Tras la descarga de los datos, nos encontramos antes un archivo en formato csv, el cual presenta los datos agrupados en una única celda de Excel, delimitados entre comas y comillas, como se observa en la Ilustración 33

ANÁLISIS DE PATRONES DE VELAS JUNTO AL OSCILADOR DE VOLUMEN NORMALIZADO

	A	B	C	D	E	
1	Fecha,"Último",	"Apertura",	"Máximo",	"Mínimo",	"Vol.,"	"% var."
2	14.06.2021,"618,27",	"612,19",	"624,83",	"609,30",	"7,98M",	"1,37%"
3	11.06.2021,"609,89",	"610,23",	"612,56",	"601,52",	"16,21M",	"-0,04%"
4	10.06.2021,"610,12",	"603,91",	"616,29",	"600,87",	"23,92M",	"1,89%"
5	09.06.2021,"598,78",	"603,05",	"611,48",	"597,80",	"16,58M",	"-0,80%"
6	08.06.2021,"603,59",	"623,01",	"623,01",	"595,60",	"26,05M",	"-0,25%"
7	07.06.2021,"605,13",	"590,55",	"608,11",	"582,88",	"22,54M",	"1,01%"
8	04.06.2021,"599,05",	"579,71",	"600,61",	"577,20",	"24,04M",	"4,58%"
9	03.06.2021,"572,84",	"602,12",	"604,53",	"571,25",	"30,11M",	"-5,33%"
10	02.06.2021,"605,12",	"620,63",	"623,09",	"599,14",	"23,30M",	"-3,01%"
11	01.06.2021,"623,90",	"627,80",	"633,80",	"620,55",	"17,92M",	"-0,21%"
12	28.05.2021,"625,22",	"628,50",	"635,59",	"622,38",	"22,74M",	"-0,89%"
13	27.05.2021,"630,85",	"620,48",	"630,85",	"616,34",	"26,37M",	"1,89%"
14	26.05.2021,"619,13",	"607,50",	"626,17",	"601,69",	"28,64M",	"2,39%"
15	25.05.2021,"604,69",	"608,33",	"613,90",	"595,88",	"28,01M",	"-0,29%"
16	24.05.2021,"606,44",	"582,27",	"614,36",	"574,70",	"34,56M",	"4,40%"
17	21.05.2021,"580,88",	"596,11",	"596,68",	"580,00",	"26,03M",	"-1,01%"

Ilustración 33 - Datos en formato csv (elaboración propia)

Este formato de datos que nos proporciona Investing no es útil para realizar ninguna representación ni análisis estadístico. Además, resultaría muy complicado leer la información con Matlab. Por lo tanto, es necesario transformar los datos a un formato más común que pueda ser tratado. Para ello, se deben seguir los siguientes pasos en el programa de tratamiento de datos Microsoft Excel:

1. Seleccionar la primera columna
2. Seleccionar 'Datos' → 'Herramientas de datos' → 'Texto en columnas'
3. Elegir tipo de archivo delimitado, véase Ilustración 34.
4. Seleccionar separadores: 'Tabulación' y 'Coma', véase Ilustración 35.

ANÁLISIS DE PATRONES DE VELAS JUNTO AL OSCILADOR DE VOLUMEN NORMALIZADO

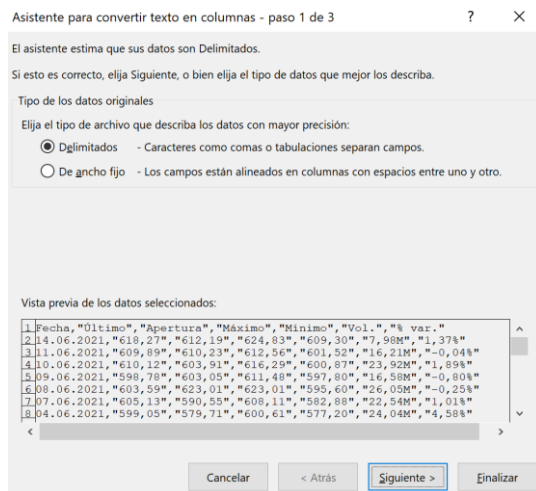


Ilustración 34 - Paso 3 (Elaboración propia)

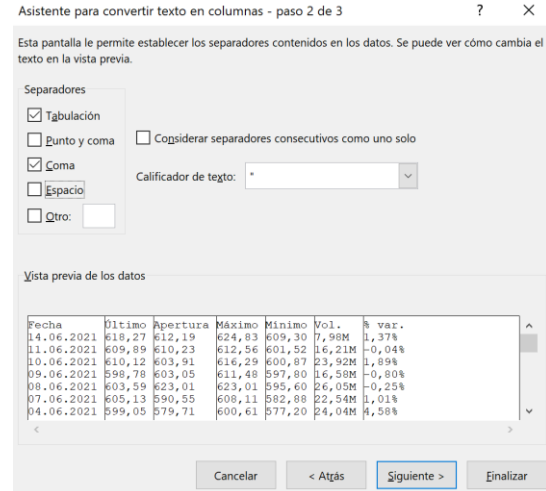


Ilustración 35 - Paso 4 (Elaboración propia)

Tras este cambio de formato de csv a columnas ya podemos usar casi los datos. Para su uso sólo es necesario eliminar el carácter ‘M’ de la columna ‘Vol’, para poder leer los datos de volumen como un número. Esta operación se realiza mediante la función de Excel ‘sustituir carácter’, sustituyendo ‘M’ por un espacio.

6.3 OSCILADOR DE VOLUMEN NORMALIZADO

6.3.1 INTRODUCCIÓN

El volumen de una acción puede cambiar de manera significativa de un periodo a otro, así como de una acción a otra. Existen acciones que suelen presentar volúmenes diarios de millones de acciones intercambiadas, mientras que otras experimentan volúmenes del orden de cientos de miles. Además, puede ser habitual que una acción presente volúmenes de entre 0,8 y 1 millón de acciones intercambiadas y que experimente un día un volumen de 10 millones de acciones.

ANÁLISIS DE PATRONES DE VELAS JUNTO AL OSCILADOR DE VOLUMEN NORMALIZADO

Estas variaciones considerables de volumen se pueden deber a que día de la semana sea, una noticia importante relacionada con la empresa, o una ley recién publicada que afecta a los intereses de la empresa, entre otros. El volumen muestra el interés de los inversores en comprar y vender una acción, y este puede variar drásticamente de un día para otro por razones como las anteriores.

De tal manera, consideramos de interés tratar el volumen de un periodo mediante su normalización, siendo este el objetivo del oscilador de volumen normalizado (nvo). Una vez normalizado, podremos comparar el volumen de un periodo con el de otros de una manera visual sencilla e intuitiva.

6.3.2 COMPOSICIÓN Y FUNCIONAMIENTO

El oscilador de volumen normalizado obtendrá un valor para cada periodo, comparando el volumen de ese periodo con el de los n periodos anteriores. Para ello, calculará en primer lugar el volumen medio de los n periodos anteriores. Acto seguido, comparará el volumen del periodo actual con dicha media. La comparación supone en calcular la variación del volumen actual respecto a la media del volumen de los últimos n días, dando lugar a un valor porcentual entre 0 e ∞ .

El valor porcentual calculado es el valor del oscilador de volumen normalizado y presentará un valor distinto para cada periodo. La función programada permite al usuario observar los valores del oscilador para cada periodo mediante una representación gráfica de barras, que acompañará posteriormente a un gráfico de velas de la cotización.

Las barras tomarán distintos colores en función del intervalo en el que se encuentre su variación, quedando de la siguiente manera:

- Color AZUL si la variación es negativa ($nvo < 0$)
- Color VERDE OSCURO si la variación es positiva y menor que 38,2 % ($0 < nvo < 38,2$)

ANÁLISIS DE PATRONES DE VELAS JUNTO AL OSCILADOR DE VOLUMEN NORMALIZADO

- Color VERDE CLARO si la variación es mayor que 38,3% y menor que 61,8% ($38,2 < nvo < 61,8$)
- Color NARANJA si la variación es mayor que 61,8% y menor que 100% ($61,8 < nvo < 100$)
- Color ROJO si la variación es mayor del 100% ($nvo > 100$)

Mediante esta escala se puede discernir rápida y claramente cómo ha sido el aumento o descenso del volumen. En esta escala de colores será determinante observar si la barra del periodo de estudio presenta un color azul o un color rojo, debido a que estos colores marcan si el volumen es más débil (barra azul) o si aumentado su valor en más de dos veces (color rojo).

6.3.3 PROGRAMACIÓN

El código que permite la obtención de los valores del oscilador para cada periodo, así como su representación gráfica, se ha desarrollado en Matlab, de elaboración propia. A continuación, se muestra el código, comentado paso a paso.

```
%Lectura precios de cierre
close = data(:,5);

%Lectura volumen
volume = data(:,9);

%Número de periodos anteriores con los que se calcula la media del
volumen
nvolumen = 10;

%Lectura número de datos
sz = size(data);
p = sz(1,1);

%Lectura fechas
date = data.(1)
date = datetime(date, 'InputFormat','dd/MM/yyyy HH:mm')
date.Format = 'default'
```

ANÁLISIS DE PATRONES DE VELAS JUNTO AL OSCILADOR DE VOLUMEN NORMALIZADO

```
data.Date = date;

%Lectura intervalo de fechas a estudiar
fini = datetime(fini, 'InputFormat','dd/MM/yyyy HH:mm')
fini.Format = 'default'

ffin = datetime(ffin, 'InputFormat','dd/MM/yyyy HH:mm')
ffin.Format = 'default'

%Cáculo nº periodo inicial y final

for i = 1 : p

    if date(i,1) == fini
        ni = i;
    end

    if date(i,1) == ffin
        nf = i;
    end

end

%Obtención valor del oscilador para cada periodo

for i = ni : nf

    sum = 0;

    for r = i-nvolumen+1 : i
        sum = sum + table2array(volume(r,1));
    end

    average(i,1) = sum/nvolumen;

    vol = table2array(volume(i,1));
    normvolume = vol/average(i,1);
    normalizedvolume(i,1) = normvolume;

    aux = normvolume*100 -100;
    nvo(i,1) = aux;

end

%Representación volumen normalizado diferenciando con colores
```

ANÁLISIS DE PATRONES DE VELAS JUNTO AL OSCILADOR DE VOLUMEN NORMALIZADO

```
for i = ni : nf

    h=bar(i,nvo(i));

    if nvo(i,1) < 0
        set(h,'FaceColor','b');

    elseif nvo(i,1) < 38.2
        set(h,'FaceColor','[0, 0.5,0]');

    elseif nvo(i,1) < 61.8
        set(h,'FaceColor','g');

    elseif nvo(i,1) < 100
        set(h,'FaceColor','[1, 0.5,0]');

    else
        set(h,'FaceColor','r');

    end

end

title('Normalized Volume Oscilator')
```

6.4 EJEMPLOS

A continuación, se procede a mostrar 2 ejemplos del funcionamiento del Oscilador de Volumen Normalizado (NVO), tras finalizar su programación, verificar su funcionamiento, y obtener datos aptos para el estudio.

6.4.1 CLOVER HEALTH INVESTMENTS CORP.

En primer lugar, nos encontramos ante datos de la empresa Clover Health Investments Corp, cotizada en el Nasdaq americano mediante el ticket CLOV. Los datos pertenecen al volumen registrado por esta acción entre el 12 de marzo de 2021 y el 9 de

ANÁLISIS DE PATRONES DE VELAS JUNTO AL OSCILADOR DE VOLUMEN NORMALIZADO

junio de 2021, en periodos de 1 día. Se ha decidido elegir estas fechas debido a que se han producido grandes variaciones de volumen. Como se puede observar en la Ilustración 36, Clov ha experimentado volúmenes de hasta el 600% del volumen anterior, acompañado de grandes movimientos de precios, como se verá más adelante. Las barras rojas nos muestran los picos de volumen, mientras que las azules representan los periodos en los que menor volumen se ha producido.

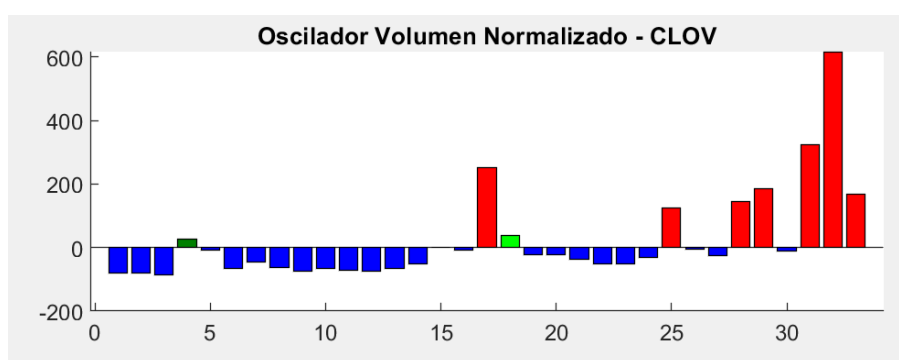


Ilustración 36 - NVO CLOV (Elaboración propia)

6.4.2 GAMESTOP

En segundo lugar, con el objetivo de complementar el entendimiento gráfico del Oscilador de Volumen Normalizado, se ha procedido a utilizar la función desarrollada para representar el volumen de la empresa americana GameStop, cotizada en el mercado bursátil americano Nasdaq.

Esta acción, cotizada como GME, ha sido muy popular entre los inversores en los últimos meses, aumentando con creces su volumen respecto a periodos anteriores. Además, el volumen ha resultado ser muy dispar según el día, razón por la cual el NVO nos permite analizar visualmente la variación de volumen en los periodos estudiados.

Se ha analizado el volumen de GME entre el 12 de marzo y el 10 de junio de 2021, en periodos de 1 día. En la Ilustración 37 se observa las variaciones porcentuales de volumen de cada periodo con respecto a sus últimos 10. Como se puede apreciar, las barras

ANÁLISIS DE PATRONES DE VELAS JUNTO AL OSCILADOR DE VOLUMEN NORMALIZADO

del oscilador toman todos los colores posibles, debido a la gran variabilidad del volumen en estos 2 meses, mostrando los constantes cambios de interés en la acción según el día.

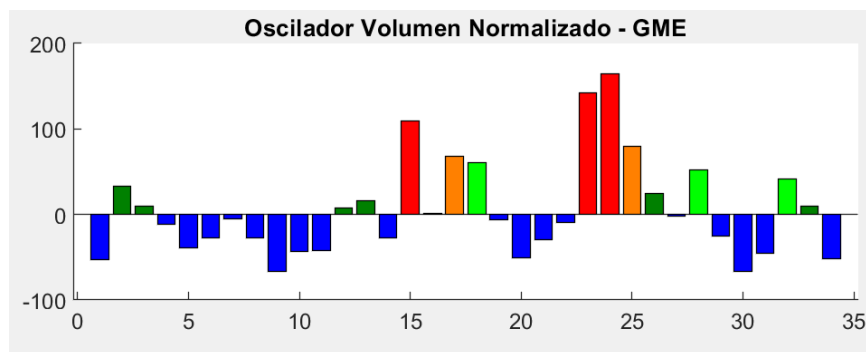


Ilustración 37 - NVO GME (Elaboración propia)

6.5 GRÁFICOS DE VELAS

Los gráficos de velas son fundamentales de cara a representar datos de intervalo por lo que el papel de estos es mayúscula en nuestro análisis. Permiten un análisis visual de los distintos valores que toma una cotización en distintos periodos, permitiendo obtener datos como el cierre, apertura, máximo y mínimo de una manera rápida y sencilla. Además, como se ha comentado anteriormente en el epígrafe 2.3.3, permiten interpretar visualmente patrones de velas. En este capítulo se va a llevar a cabo un análisis sobre cómo el volumen afecta en la efectividad de estos patrones.

6.5.1 PROGRAMACIÓN

De cara a poder realizar gráficos de patrones de velas de elaboración propia de empresas que sean de interés para nuestro estudio, se ha utilizado la función `candle()`. Esta función recibe como input una base de datos que debe contener las variables fecha, mínimo, máximo, apertura, y cierre, para poder representar las velas con éxito. También se

ANÁLISIS DE PATRONES DE VELAS JUNTO AL OSCILADOR DE VOLUMEN NORMALIZADO

debe especificar un color para las velas. A continuación, se muestra un ejemplo de código que permite la representación de velas para un periodo determinado.

```
 candle (data (ni:nf, :), 'b');
```

Este último código aporta la base de datos ‘data’, seleccionando estos entre los periodos ‘ni’ y ‘nf’ como inicial y final respectivamente. También se selecciona el color ‘b’, que permitirá que las velas alcistas se muestren en color azul mientras que las velas bajistas serán blancas.

6.5.2 EJEMPLOS

6.5.2.1.1 Clover Health Investments Corp

En primer lugar, nos encontramos ante datos de la empresa Clover Health Investments Corp, cotizada en el Nasdaq americano mediante el ticket CLOV. Los datos pertenecen a la cotización registrada por esta acción entre el 12 de marzo de 2021 y el 9 de junio de 2021, en periodos de 1 día. Se ha decidido elegir estas fechas debido a que se han producido grandes variaciones de precios. Como se puede observar en la Ilustración 38, Clov ha experimentado una revalorización de hasta el 600%, desde 5 \$/acción a 30 \$/acción. Este periodo es el mismo en el que se estudió el volumen anteriormente, dónde pudimos observar que se producían grandes picos de volumen en los últimos periodos.

ANÁLISIS DE PATRONES DE VELAS JUNTO AL OSCILADOR DE VOLUMEN NORMALIZADO

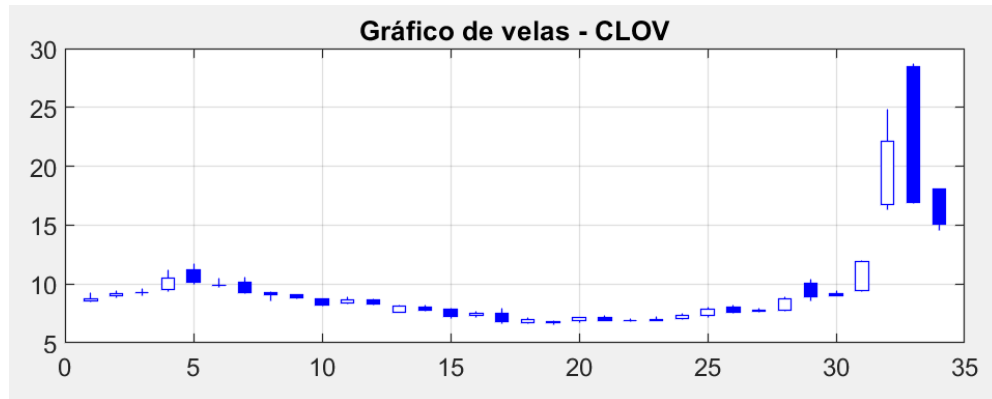


Ilustración 38 - Gráfico de velas CLOV (Elaboración propia)

6.5.2.2 GameStop

En segundo lugar, con el objetivo de complementar el primer ejemplo sobre la representación de velas, se ha procedido a utilizar la función `candle()` para representar la cotización de la empresa americana GameStop, cotizada en el mercado bursátil americano Nasdaq.

Se han analizado los intervalos de precios de GME mediante velas entre el 12 de marzo y el 10 de junio de 2021, en periodos de 1 día. En la Ilustración 39 se observan las velas durante estos periodos. Durante estos 2 meses se puede apreciar una clara tendencia alcista, con una cotización muy volátil.

ANÁLISIS DE PATRONES DE VELAS JUNTO AL OSCILADOR DE VOLUMEN NORMALIZADO

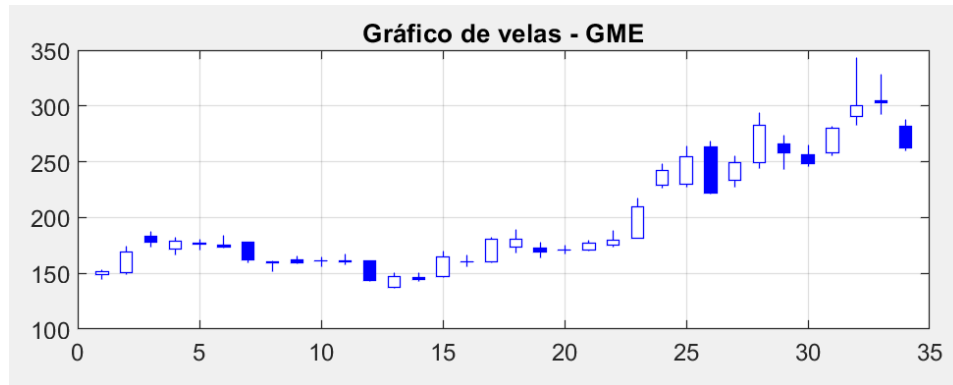


Ilustración 39 - Gráfico de velas GME (Elaboración propia)

6.6 REPRESENTACIÓN CONJUNTA VELAS - NVO

Este proyecto se planteó la posibilidad de realizar análisis de cotizaciones de empresas de una manera en la que se pudiera observar los intervalos de precios por periodo y el volumen de estos de una manera útil. Con este fin se han programada tanto la función del volumen normalizado como la del gráfico de velas, ya que permiten realizar los análisis deseados de una forma visual e intuitiva.

De tal manera, se ha realizado un código en Matlab que permite obtener una imagen en la que se muestren los dos gráficos de interés al mismo tiempo, para los periodos de tiempo deseados. Mediante esta función podemos analizar en periodos deseados tanto el Oscilador de Volumen Normalizado como el desempeño de la cotización por intervalos mediante el gráfico de velas.

Actos seguido se procede a mostrar dos ejemplos de las representaciones que permite obtener dicha función.

6.6.1 EJEMPLOS

6.6.1.1 GameStop

Anteriormente se ha comentado sobre esta acción, analizando el Oscilador del Volumen Normalizado en primer lugar, para posteriormente analizar su cotización mediante velas, ambos de manera aislada respecto al otro.

A continuación, en la Ilustración 40 se muestra la representación conjunta de ambos, que, como veremos a continuación, permite obtener conclusiones más completas.

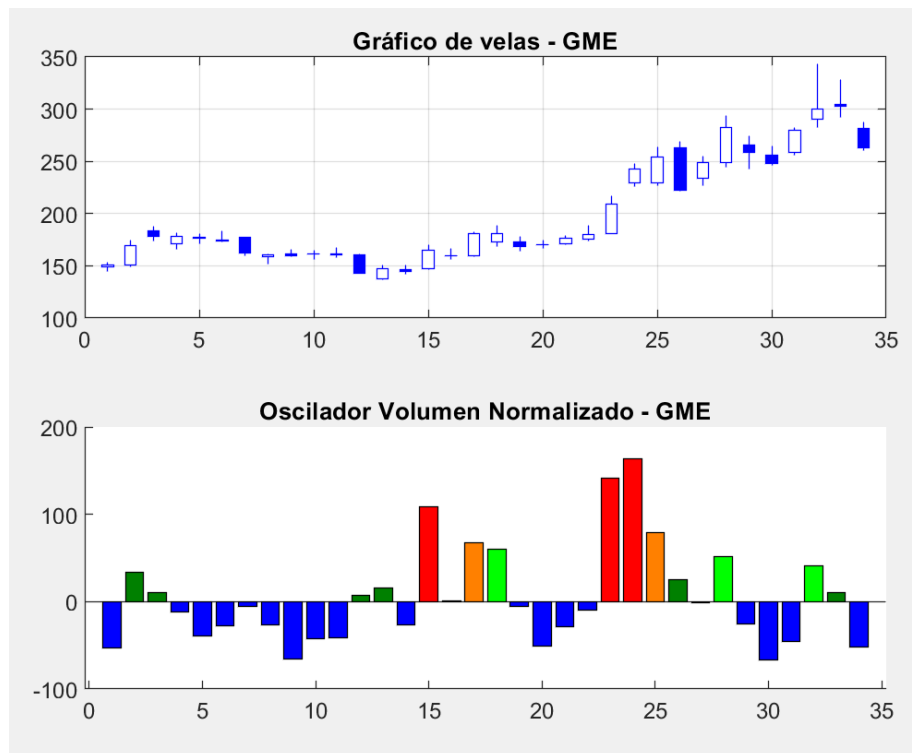


Ilustración 40 - NVO y Velas GME (Elaboración propia)

La representación conjunta de GME entre el 12 de marzo y el 10 de junio de 2021, en periodos de 1 día, nos permite observar la relación entre el volumen y los movimientos de cotización de la acción. Entre el periodo 1 y el 14, lo que vienen a ser las 3 primeras semanas de cotización estudiadas, el precio de la acción no experimentó demasiado

ANÁLISIS DE PATRONES DE VELAS JUNTO AL OSCILADOR DE VOLUMEN NORMALIZADO

movimiento, moviéndose en el rango de 150 y 200 \$. Cabe apreciar que en estos 14 días de cotización el volumen fue además inferior a la media, ya que se observa como el NVO presenta porcentajes negativos (color azul).

A partir del periodo 15 se observa como el volumen aumenta considerablemente, se puede observar que los NVO son en su mayoría positivos y que en varios periodos su valor es superior a los 100 puntos porcentuales. Este aumento de volumen provocó que la acción de GME pudiera cambiar de precio con mayor facilidad, permitiendo una clara y rápida tendencia alcista que movió su precio hasta los 350 \$.

6.6.1.2 Clover Health Investment Corp.

A continuación, se procede a representar el Oscilador de Volumen Normalizado junto al gráfico de velas de la empresa Clover Health Investments Corp, cotizada en el Nasdaq americano mediante el ticket CLOV. Los datos pertenecen a la cotización registrada por esta acción entre el 12 de marzo de 2021 y el 9 de junio de 2021, en periodos de 1 día.

ANÁLISIS DE PATRONES DE VELAS JUNTO AL OSCILADOR DE VOLUMEN NORMALIZADO

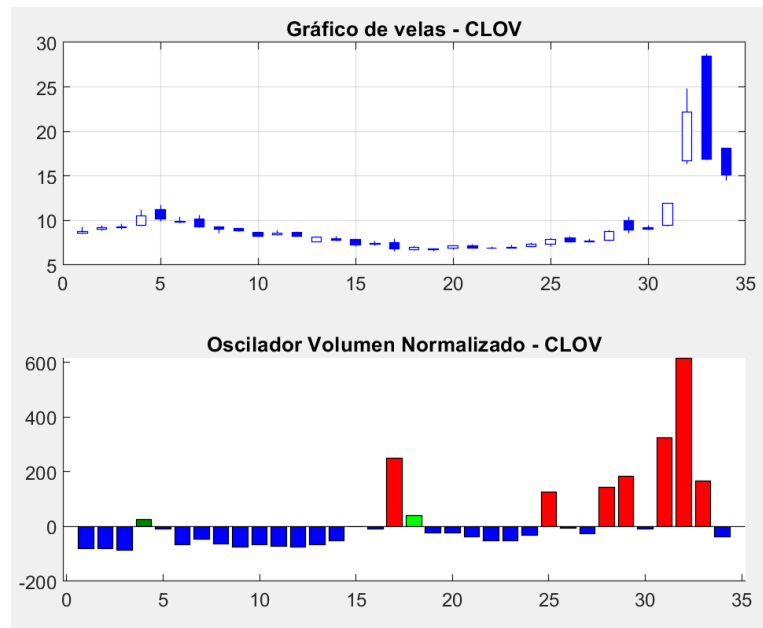


Ilustración 41 - NVO y Velas CLOV (Elaboración propia)

La Ilustración 41 muestra un intervalo de tiempo en la que Clov ha pasado de tener una cotización sin tendencia alguna, durante los 24 primeros periodos, a experimentar una tendencia alcista muy fuerte, a partir del periodo 25. Se puede observar mediante las barras de NVO cómo durante el periodo de estancamiento de la acción no hubo apenas volumen, siendo las barras de estos periodos azules en su mayoría. En cambio, en el momento en que se producen grandes cambios de volumen crecientes, la acción comienza a experimentar movimiento de precios más volátiles. La volatilidad se puede apreciar en la longitud de las velas a partir del periodo 30, las cuales muestran cómo la rentabilidad máxima posible (máximo menos mínimo de cotización en un periodo) aumenta considerablemente.

6.7 ANÁLISIS DE PATRONES DE VELAS

Los patrones de velas muestran agrupaciones de cotizaciones divididas por periodos en las que se puede apreciar una secuencia conocida. Estas secuencias, según su disposición y longitud, pueden representar indicaciones de compra o venta para los inversores, mostrando por ejemplo el inicio de una reversión. Para una mayor comprensión de los patrones de velas se recomienda consultar el capítulo 2.3.3.

Los patrones de velas, como cabe esperar, no resultan ser un método infalible para entender el momento actual y futuro de una tendencia debido principalmente a que la cotización de una acción depende de numerosos factores, la mayoría impredecibles. De hecho, si existiera un método infalible para predecir movimiento de precios, todos los inversores lo utilizarían y el mercado de valores en cuestión llegaría a ser inefectivo.

No obstante, estos patrones existen porque se ha demostrado en el tiempo que son efectivos en muchos casos. Cabe recordar que las subidas y bajadas en una cotización dependen de las compras y ventas de los inversores, y a estos les afecta la psicología, estado de ánimo, situación del mercado, incertidumbre, etc. Mediante los patrones de velas se trata de predecir movimientos futuros a partir de movimiento consecutivos pasados, creyendo en que, si se cumple una serie de movimientos de los inversores, es más probable que ocurra una situación en el futuro próximo que otra. Un patrón de velas realmente trata de analizar la psicología de las personas y ver qué es lo más probable que la gran mayoría haga tras una serie de circunstancias, que se han repetido de una manera similar en el pasado y suelen traer consigo un movimiento siguiente común en esos casos.

Es común entre los inversores analizar patrones de velas junto a otros indicadores, con el objetivo de considerar si el movimiento predicho es más o menos probable. En este proyecto se va a analizar varios patrones de velas en distintas acciones en momentos reales del mercado. Se quiere estudiar cómo el volumen presente durante los periodos del patrón de velas observado puede afectar a la efectividad de este. Este proyecto va a apoyarse en el Oscilador de Volumen Normalizado para cuantificar el volumen y sus efectos en la

ANÁLISIS DE PATRONES DE VELAS JUNTO AL OSCILADOR DE VOLUMEN NORMALIZADO

cotización tras un patrón de velas, el cual se observará mediante un gráfico de velas para cada caso, aprovechando las funciones desarrolladas anteriormente.

6.7.1 ESTRELLA DOJI BAJISTA

También conocida como Dojis Star Bearish, la Estrella Doji Bajista es un patrón que implica una reversión bajista en el corto plazo. Este patrón aparece cuando nos encontramos en un mercado alcista. Está formado por dos velas, la primera debe ser una vela alcista (blanca) que continua la tendencia alcista, mientras que la segunda debe ser una vela Doji, presentando un cuerpo por encima del de la primera vela.



Ilustración 42 - Patrón Estrella Doji Bajista (CandleScanner)

Este patrón se considera como una advertencia de que el mercado pudiera estar cansándose, tras una tendencia alcista lo suficientemente larga, promoviendo un cambio en el sentimiento del mercado. Se suele considerar que para confirmar el patrón es necesario que se forme una tercera vela de carácter bajista (azul).

6.7.1.1 Fallos

6.7.1.1.1 Microsoft

A continuación, se comentan diversos casos reales en los que aparece este patrón, con el fin de analizar su eficacia y relación con el NVO.

ANÁLISIS DE PATRONES DE VELAS JUNTO AL OSCILADOR DE VOLUMEN NORMALIZADO

En la Ilustración 43 se muestra la cotización en velas de la empresa Microsoft, cotizada en el Nasdaq americano, entre los días 15 y 24 de junio de 2021, en periodos de 1 día. Se puede observar la aparición del patrón de Estrella Doji Bajista en los periodos 4 y 5. No obstante, el patrón no funciona correctamente, ya que no le continúa una reversión bajista, como se observa en la Ilustración 43. Ilustración 43 - Microsoft, patrón Estrella Doji Bajista (Elaboración propia)

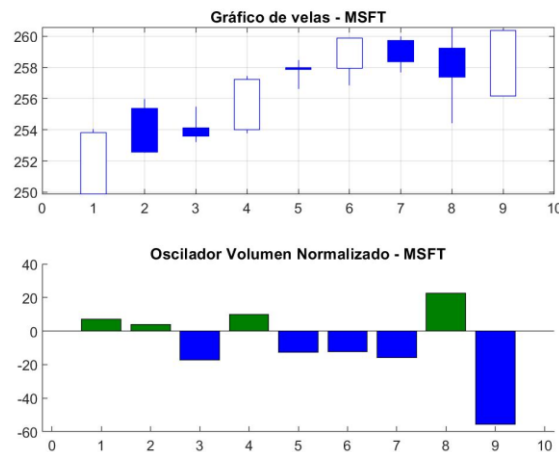


Ilustración 43 - Microsoft, patrón Estrella Doji Bajista (Elaboración propia)

Cabe destacar que la vela posterior al Doji es alcista, confirmándose el patrón. Además, se observan valores descendentes del NVO durante el patrón y después, evidenciando la falta de entusiasmo entre los inversores en el cambio de tendencia.

6.7.1.1.2 Adobe

En la Ilustración 44 nos encontramos ante otro caso en el que aparece el patrón, pero este es incorrecto, no desencadenando en una reversión bajista. Se representa el NVO y cotización de la empresa americana Adobe entre el 1 y 11 de marzo de 2021, en periodos de 1 día.

ANÁLISIS DE PATRONES DE VELAS JUNTO AL OSCILADOR DE VOLUMEN NORMALIZADO

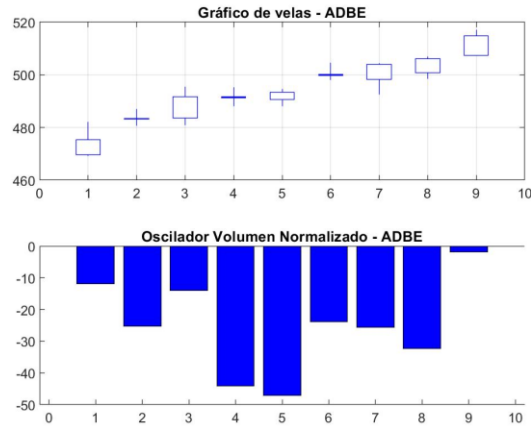


Ilustración 44 – ADBE, patrón Estrella Doji Bajista (Elaboración propia)

El patrón se observa en las velas 4 y 5, con un volumen muy inferior al medio, como se muestra en el gráfico inferior de la Ilustración 44. Además, tal y como ocurría en el caso de Microsoft para este mismo patrón, caso en el que tampoco funcionaba, el NVO en el periodo posterior (5) al patrón es también bajo, siendo negativo.

6.7.1.1.3 NonVisual Desktop Access

En la Ilustración 45 nos encontramos ante otro caso en el que aparece el patrón, pero este es incorrecto, no desencadenando en una reversión bajista. Se representa el NVO y cotización de la empresa americana NVDA entre el 28 de mayo y 5 de junio de 2021, en periodos de 1 día.

ANÁLISIS DE PATRONES DE VELAS JUNTO AL OSCILADOR DE VOLUMEN NORMALIZADO

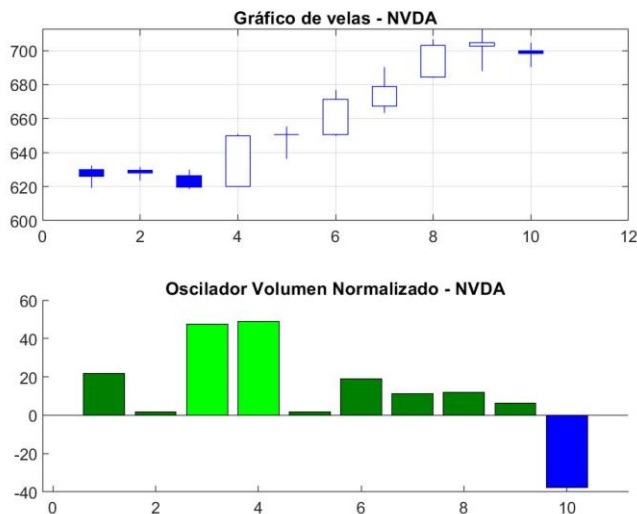


Ilustración 45 - NVDA, patrón Estrella Doji Bajista (Elaboración propia)

El patrón se observa en las velas 4 y 5, con un volumen estable, como se muestra en el gráfico inferior de la Ilustración 45. Además, tal y como ocurría en el caso de Microsoft para este mismo patrón, caso en el que tampoco funcionaba, el NVO en el periodo posterior (6) al patrón es bajo comprándolo a los periodos anteriores.

6.7.1.2 Aciertos

En este epígrafe se procede a comentar las circunstancias de 2 casos reales en los que el patrón ha funcionado, así como el comportamiento del NVO.

6.7.1.2.1 FUBO

En la Ilustración 46 se muestra la cotización en velas de la empresa FUBO, cotizada en el Nasdaq americano, entre los días 22 de marzo y 2 de abril de 2021, en periodos de 1 día. Se puede observar la aparición del patrón de Estrella Doji Bajista en los periodos 4 y 5. Apréciase como el patrón acierta, ya que en los periodos posteriores a este se produce una clara reversión bajista.

ANÁLISIS DE PATRONES DE VELAS JUNTO AL OSCILADOR DE VOLUMEN NORMALIZADO

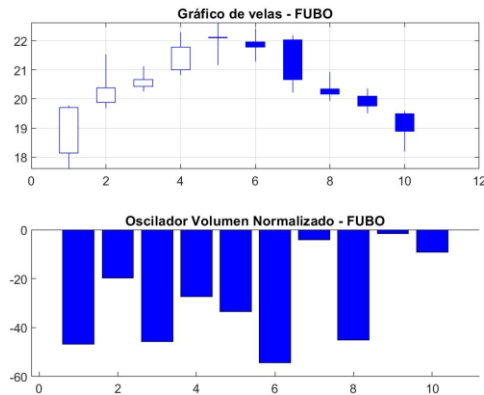


Ilustración 46 - FUBO, patrón Estrella Doji Bajista (Elaboración propia)

Si observamos el NVO, podemos apreciar como el volumen durante al patrón fue muy bajo, como en los casos de MSFT y ADBE, en los que falló el patrón. En cambio, en el presente caso de FUBO se aprecia un gran incremento de volumen inmediatamente después al patrón (periodo 7), pudiéndose ser este el factor determinante en la efectividad del patrón. Este estudio entiende que ese incremento de volumen representa un aumento de las posiciones de venta, acompañado de un interés de los inversores de la reversión, mostrándose en el aumento repentino del volumen.

6.7.1.2.2 Microsoft, 2º caso

En la Ilustración 47 se muestra la cotización en velas de la empresa Microsoft, como en el primer caso, entre los días 20 de marzo y 31 de mayo de 2021 en este caso. Se puede observar la aparición del patrón de Estrella Doji Bajista en los periodos 4 y 5. Apréciase como el patrón acierta, ya que en los periodos posteriores a este se produce una clara reversión bajista.

ANÁLISIS DE PATRONES DE VELAS JUNTO AL OSCILADOR DE VOLUMEN NORMALIZADO

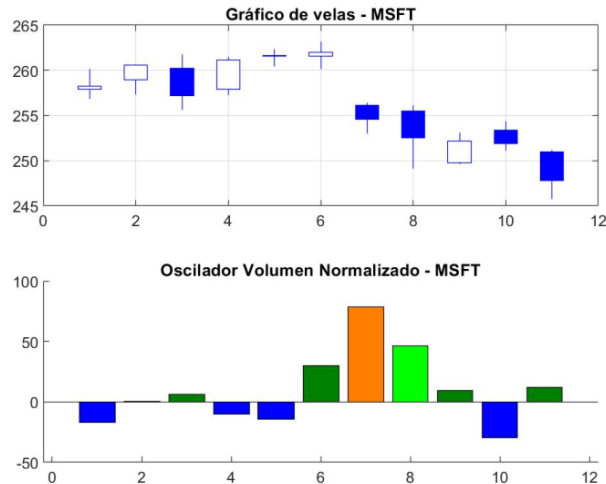


Ilustración 47 - MSFT, patrón Estrella Doji Bajista (Elaboración propia)

Se puede apreciar como durante los periodos en los que se produce el patrón, 4 y 5, el NVO muestra volúmenes bajos, al igual que ocurría en los otros 3 casos comentados. Sin embargo, la apreciación más destacada es sobre los periodos 6 y 7, lo siguientes al patrón, en los que el volumen aumenta considerablemente y el patrón es seguido de una reversión bajista, tal y como precedía.

6.7.1.3 Conclusión

Tras analizar varios casos reales de cotizaciones en las que surgía el patrón Estrella Doji Bajista, considerando tanto los que resultaba efectivo tanto como los que no, se ha llegado a una conclusión sobre la posible influencia del NVO en la efectividad del patrón.

Se concluye que el patrón Estrella Doji Bajista presenta mayores posibilidades de ser efectivo cuando en el periodo posterior al patrón se produce un claro aumento del volumen negociado, representándose en una barra de NVO superior a las presentes durante los periodos del patrón.

ANÁLISIS DE PATRONES DE VELAS JUNTO AL OSCILADOR DE VOLUMEN NORMALIZADO

De tal manera, se recomienda a los inversores observar en primer lugar la aparición de un patrón de Estrella Doji Bajista. Tras localizar el patrón, se deberá prestar especial atención a si se produce un aumento considerable del valor NVO de la vela posterior, con respecto a la media de NVO de los 2 periodos en los que se produce el patrón. Se entiende como considerable un valor mayor o igual a 20 puntos porcentuales de NVO.

6.7.2 PAUTA ENVOLVENTE ALCISTA

El patrón de velas Pauta Envolverte Alcista o, como se denomina en inglés, Engulfing Bullish, es un patrón alcista considerado entre los inversores como de alta fiabilidad. Aparece en tendencia bajista, indicando un cambio de tendencia, una reversión alcista. Este patrón se puede identificar de la siguiente manera: debe estar presente una tendencia bajista, la primera vela continúa la tendencia siendo bajista (negra o azul), y la segunda y última vela del patrón es alcista (blanca). Además, la vela alcista abarca totalmente el cuerpo de la vela bajista del periodo anterior. En la Ilustración 48 se observa cómo se representa el patrón.



Ilustración 48 - Patrón Pauta Envolverte Alcista

En cuanto a la interpretación de este patrón, la vela bajista pequeña al final de la tendencia indica una disminución del ímpetu de los vendedores, aunque sigue siendo suficiente para continuar la tendencia. La vela alcista de mayor cuerpo, la cual cubre en su totalidad el cuerpo de la anterior, indica lo siguiente: la cotización abre por debajo del

ANÁLISIS DE PATRONES DE VELAS JUNTO AL OSCILADOR DE VOLUMEN NORMALIZADO

periodo anterior (inferior vela blanca), tratando de continuar la tendencia, pero los compradores van cogiendo fortaleza y el precio consecuentemente sube, cerrando la cotización por encima del precio de apertura del periodo anterior.

Se considera que el patrón tiene mayor validez cuanto “más envuelta” se encuentra la vela inicial, aunque este patrón es utilizado siempre que la segunda vela cubra el cuerpo de la primera en su totalidad. No obstante, este estudio pretende analizar la efectividad del patrón en relación con el volumen presente tanto durante como después del patrón. A continuación, se analizan 3 casos en los que el patrón resulta no efectivo y 1 en el que si funciona.

6.7.2.1 Patrón resulta en fallo

6.7.2.1.1 Microsoft

En la Ilustración 49 se muestra la cotización en velas de la empresa MSFT, cotizada en el Nasdaq americano, entre los días 1 y 10 de mayo de 2021, en periodos de 1 día. Se puede observar la aparición del patrón de Pauta Envolvente Alcista en los periodos 4 y 5. Apréciase como el patrón falla en su predicción de reversión alcista, ya que en los periodos posteriores a este se produce una clara continuación bajista, con una bajada de precios constante. Ilustración 43 - Microsoft, patrón Estrella Doji Bajista (Elaboración propia)

ANÁLISIS DE PATRONES DE VELAS JUNTO AL OSCILADOR DE VOLUMEN NORMALIZADO

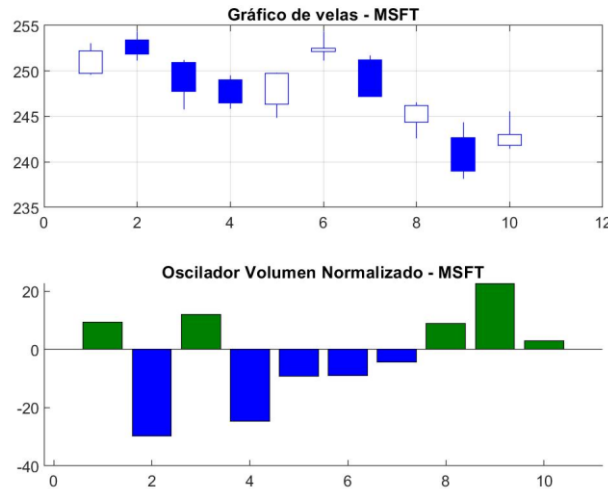


Ilustración 49 - MSFT, Pauta envolvente alcista (Elaboración propia)

Cabe observar cómo tanto durante los periodos en los que aparece el patrón (4 y 5), como en los posteriores, el NVO muestra valores negativos, mostrando que se ha producido un volumen inferior al de periodos anteriores. Tal circunstancia viene a indicar que el patrón de velas, aún prediciendo una reversión alcista, no ha sido apoyada con suficiente “fuerza” por los inversores, que no confían en la reversión, por lo que esta no tiene éxito y se continúa en la tendencia bajista.

6.7.2.1.2 Fubo

En la Ilustración 50 se muestra la cotización en velas de la empresa FUBO, cotizada en el Nasdaq americano, entre los días 21 y 30 de abril de 2021, en periodos de 1 día. Se puede observar la aparición del patrón de Pauta Envolvente Alcista en los periodos 3 y 4, pues estaba presente una tendencia bajista y aparece una vela alcista (blanca, periodo 4), que cubre totalmente el cuerpo de la anterior (azul, periodo 3). Apréciase como el

ANÁLISIS DE PATRONES DE VELAS JUNTO AL OSCILADOR DE VOLUMEN NORMALIZADO

patrón falla en su predicción de reversión alcista, ya que en los periodos posteriores a este se produce una clara continuación bajista, con una bajada de precios constante.

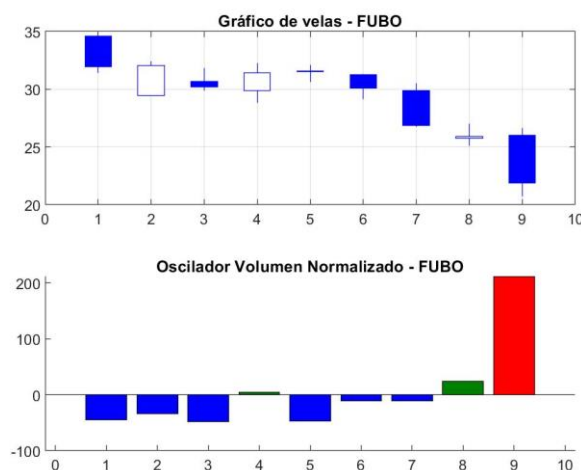


Ilustración 50 - FUBO, Pauta envolvente alcista (Elaboración propia)

Cabe observar cómo tanto durante los periodos en los que aparece el patrón (3 y 4), como en los posteriores, el NVO muestra valores bajos, mostrando que se ha producido un volumen inferior al de periodos anteriores. Tal circunstancia viene a indicar que el patrón de velas, aún prediciendo una reversión alcista, no ha sido apoyada con suficiente “fuerza” por los inversores, que no confían en la reversión, por lo que esta no tiene éxito y se continúa en la tendencia bajista. Esta situación comparte características con la mostrada anteriormente para Microsoft.

6.7.2.1.3 Tesla

En la Ilustración 51 se muestra la cotización en velas de la empresa TSLA, cotizada en el Nasdaq americano, entre los días 26 de abril y 5 de mayo de 2021, en periodos de 1 día. Se puede observar la aparición del patrón de Pauta Envolvente Alcista en los periodos

ANÁLISIS DE PATRONES DE VELAS JUNTO AL OSCILADOR DE VOLUMEN NORMALIZADO

4 y 5, pues estaba presente una tendencia bajista y aparece una vela alcista (blanca, periodo 5), que cubre totalmente el cuerpo de la anterior (azul, periodo 4). Apréciase como el patrón falla en su predicción de reversión alcista, ya que en los periodos posteriores a este se produce una clara continuación bajista, con una bajada de precios constante.

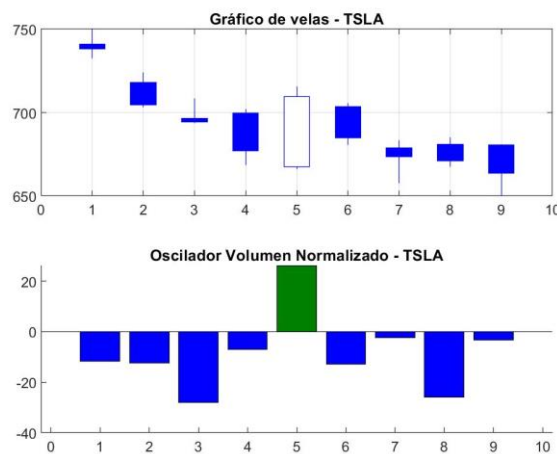


Ilustración 51 - TSLA, Pauta envolvente alcista (Elaboración propia)

Cabe observar cómo tanto durante los periodos en los que aparece el patrón (4 y 5), como en los posteriores, el NVO muestra valores bajos, mostrando que se ha producido un volumen inferior al de periodos anteriores. Tal circunstancia viene a indicar que el patrón de velas, aún prediciendo una reversión alcista, no ha sido apoyada con suficiente “fuerza” por los inversores, que no confían en la reversión, por lo que esta no tiene éxito y se continúa en la tendencia bajista. Esta situación comparte características con las mostradas anteriormente para Microsoft y Tesla, todos casos en los que el patrón de velas no va continuado por una reversión alcista.

6.7.2.2 Patrón resulta en acierto

6.7.2.2.1 Fubo

ANÁLISIS DE PATRONES DE VELAS JUNTO AL OSCILADOR DE VOLUMEN NORMALIZADO

En la Ilustración 52 se muestra la cotización en velas de la empresa TSLA, cotizada en el Nasdaq americano, entre los días 6 de mayo y 15 de mayo de 2021, en periodos de 1 día. Se puede observar la aparición del patrón de Pauta Envolvente Alcista en los periodos 4 y 5, pues estaba presente una tendencia bajista y aparece una vela alcista (blanca, periodo 5), que cubre totalmente el cuerpo de la anterior (azul, periodo 4). Apréciese como el patrón, en diferencia a los 3 casos anteriores, acierta en su predicción de reversión alcista, ya que en los periodos posteriores a este se produce una clara reversión alcista, llegando a los 22\$/acción, tras cotizar incluso a 14\$/acción durante el patrón.

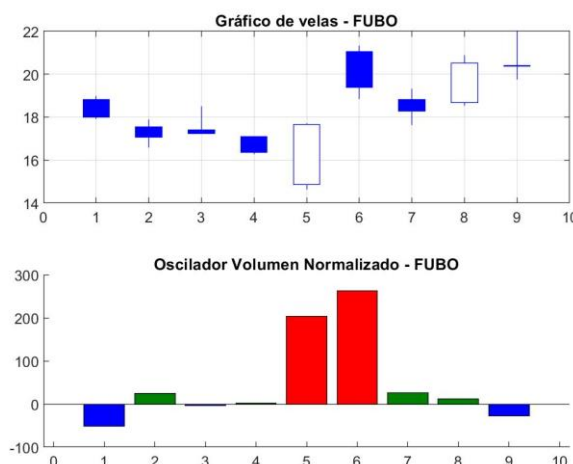


Ilustración 52 - FUBO, Pauta envolvente alcista (Elaboración propia)

Como comentábamos anteriormente, se ha visto que el patrón de Pauta Envolvente Alcista resultaba de escasa fiabilidad cuando el volumen no acompañaba al patrón, es decir, cuando durante la formación del patrón y justo después a este, las barras de NVO mostraban que el volumen era bajo comparado a los últimos periodos, por lo que la reversión carecía de fuerza suficiente y no llegaba a producirse.

En este último caso de Fubo, dónde también aparece el patrón, se puede apreciar que la reversión se lleva a cabo, por lo que se decide observar el NVO para analizar el comportamiento del NVO y la relación con los casos en los que el patrón fallaba. Se aprecia que en los periodos 4 y 5, segunda vela del patrón y primera tras este,

ANÁLISIS DE PATRONES DE VELAS JUNTO AL OSCILADOR DE VOLUMEN NORMALIZADO

respectivamente, los valores del NVO son de 200 y 280, indicando un claro aumento relativo del volumen. Por lo tanto, se aprecia cómo el interés de los inversores aumenta mientras se completa el patrón y termina esta, evidenciando el interés de estos en la reversión. Se puede deducir que la mayoría de las transacciones del aumento de volumen eran compras, como muestra el aumento de los precios en estos periodos.

6.7.2.2.2 Marriot Int.

En la Ilustración 53 se muestra la cotización en velas de la empresa MAR, cotizada en el Nasdaq americano, entre los días 21 de marzo y 30 de marzo de 2021, en periodos de 1 día. Se puede observar la aparición del patrón de Pauta Envoltante Alcista en los periodos 3 y 4, pues estaba presente una tendencia bajista y aparece una vela alcista (blanca, periodo 4), que cubre totalmente el cuerpo de la anterior (azul, periodo 3). Apréciase como el patrón, igual que en el caso de FUBO, acierta en su predicción de reversión alcista, ya que en los periodos posteriores a este se produce una clara reversión alcista, llegando a los 152 \$/acción, tras cotizar a 140\$/acción durante el patrón.

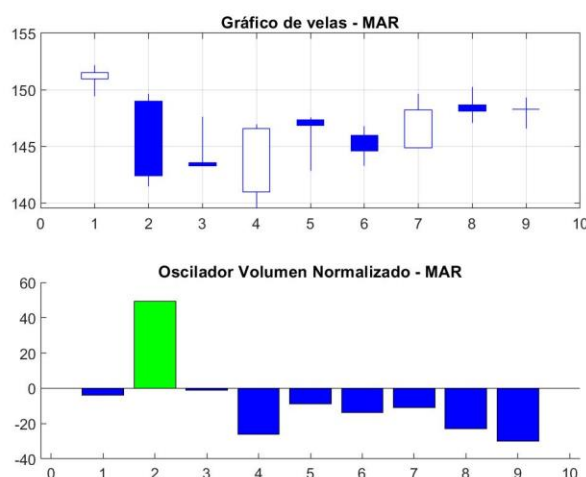


Ilustración 53 - Pauta Envoltante Alcista Marriot (Elaboración propia)

Como comentábamos anteriormente, se ha visto que el patrón de Pauta Envoltante Alcista resultaba de escasa fiabilidad cuando el volumen no acompañaba al patrón, ese

ANÁLISIS DE PATRONES DE VELAS JUNTO AL OSCILADOR DE VOLUMEN NORMALIZADO

decir, cuando durante los periodos posteriores al patrón las barras de NVO mostraban que el volumen no crecía relativamente, por lo que la reversión carecía de fuerza suficiente y no llegaba a producirse.

En este último caso de Marriot, dónde también aparece el patrón, se puede apreciar que la reversión se lleva a cabo, por lo que se decide observar el NVO para analizar el comportamiento del NVO y la relación con los casos en los que el patrón fallaba. Se aprecia que en los periodos 5 y 6, velas posteriores al patrón, los valores del NVO son de mayores que los presentes durante el patrón, indicando un claro aumento relativo del volumen. Por lo tanto, se aprecia cómo el interés de los inversores aumenta cuando se termina el patrón, evidenciando el interés de estos en la reversión. Se puede deducir que la mayoría de las transacciones del aumento de volumen eran compras, como muestra el aumento de los precios en estos periodos.

6.7.2.3 Conclusiones

Tras el análisis intensivo de 5 casos reales de empresas cotizadas en bolsa, en los que durante determinados periodos se ha producido un patrón de velas envolvente alcista, se ha podido llegar determinar una conclusión respecto a la influencia del comportamiento del volumen en el desarrollo de la reversión alcista.

El patrón analizado predice que, estando en una tendencia bajista, se va a producir una reversión alcista, produciéndose un cambio repentino de la tendencia. Es correcto pensar que es difícil que se produzca un cambio de tendencia de cualquier manera, ya que lo normal es que, si nos encontramos en una tendencia, esta continúe. Nuestra conclusión no se aleja de esta idea, ya que se ha observado que en los casos en los que se detecta un patrón de envolvente alcista, este no resulta efectivo cuando el volumen no le acompaña, es decir, cuando el volumen relativo es bajo. Se entiende que, aunque se produzca el patrón, y

ANÁLISIS DE PATRONES DE VELAS JUNTO AL OSCILADOR DE VOLUMEN NORMALIZADO

por lo tanto indicios para una reversión, es necesaria cierta fuerza para efectuar el cambio de tendencia, siendo requerido un aumento de volumen.

Tras analizar los últimos casos, de las empresas americanas Fubo y Marriot, en los que se observa un patrón y resulta efectivo, produciéndose un cambio de tendencia, se confirman las conclusiones obtenidas anteriormente. En estos casos se observa un aumento considerable del volumen relativo mientras se forma el patrón, aportando la fuerza suficiente para la consecución del cambio de tendencia.

Capítulo 7. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

7.1.1 ESTRELLA DOJI BAJISTA

Se concluye que el patrón Estrella Doji Bajista presenta mayores posibilidades de ser efectivo cuando en el periodo posterior al patrón se produce un claro aumento del volumen negociado, representándose en una barra de NVO superior a las presentes durante los periodos del patrón.

De tal manera, se recomienda a los inversores observar en primer lugar la aparición de un patrón de Estrella Doji Bajista. Tras localizar el patrón, se deberá prestar especial atención a si se produce un aumento considerable del valor NVO de la vela posterior, con respecto a la media de NVO de los 2 periodos en los que se produce el patrón. Se entiende como considerable un valor mayor o igual a 20 puntos porcentuales de NVO.

7.1.2 PAUTA ENVOLVENTE ALCISTA

El patrón analizado predice que, estando en una tendencia bajista, se va a producir una reversión alcista, produciéndose un cambio repentino de la tendencia. Es correcto pensar que es difícil que se produzca un cambio de tendencia de cualquier manera, ya que lo normal es que, si nos encontramos en una tendencia, esta continúe. Nuestra conclusión no se aleja de esta idea, ya que se ha observado que en los casos en los que se detecta un patrón de envolvente alcista, este no resulta efectivo cuando el volumen no le acompaña, es decir, cuando el volumen relativo es bajo. Se entiende que, aunque se produzca el patrón, y por lo tanto indicios para una reversión, es necesaria cierta fuerza para efectuar el cambio de tendencia, siendo requerido un aumento de volumen.

Tras analizar los últimos casos, de las empresas americanas Fubo y Marriot, en los que se observa un patrón y resulta efectivo, produciéndose un cambio de tendencia, se confirman las conclusiones obtenidas anteriormente. En estos casos se observa un aumento considerable del volumen relativo mientras se forma el patrón, aportando la fuerza suficiente para la consecución del cambio de tendencia.

7.2 PREDICCIÓN DE INTERVALOS DE PRECIOS A PARTIR DEL VOLUMEN NEGOCIADO

7.2.1 VOLUMEN COMO VARIABLE REAL

En primer lugar, se evaluó el funcionamiento del algoritmo para predecir intervalos de mínimos y máximos de precios a partir del volumen. Tras la obtención de los intervalos predichos, y la previa verificación de que el algoritmo funciona correctamente, se ha observado que para muchos periodos los intervalos de predicción distan enormemente de los intervalos de precios reales.

Se ha estudiado el por qué de esta cuestión, cuestionando el funcionamiento del algoritmo y la elección de las variables. Después de un análisis intensivo, se ha obtenido finalmente la razón principal del pésimo funcionamiento del intervalo en la predicción anterior.

El algoritmo desarrollado por (Blanco-Fernández, Colubi, and García-Bárzana 2013) modela una predicción lineal de un intervalo, Y , a partir de una variable real, x . De tal manera, tal y como muestra la Ecuación 29, el intervalo predicho Y será mayor si la variable x aumenta, mientras que presentará valores menores si la variable x toma un valor pequeño. Esta característica, aplicada al caso de TSLA, implica que si de un periodo a otro aumenta el volumen negociado, el algoritmo predecirá que el intervalo de precios para el periodo siguiente se encontrará entre precios mayores que el periodo anterior, dada la relación lineal con el volumen.

Dicha circunstancia dista de la realidad, ya que, si bien es cierto que un aumento de volumen suele desencadenar una mayor variación de precios, aumentando la volatilidad de la acción en cuestión, no es cierto que esta variación deba ser positiva. Si se observan numerosos casos reales de acciones que han experimentado aumentos de volumen de un periodo a otro, se puede apreciar que aproximadamente el 50% de los casos desencadena en una variación de precios positiva, no en un 100%, como modela el algoritmo.

Se determina por tanto que el algoritmo no es apto para la predicción de intervalos de precios a partir del volumen negociado, debido a que este establece una relación lineal, la cual es inexistente en la realidad. Predecir a partir de otras variables derivadas del volumen como el Oscilador de Volumen Normalizado (N.V.O.), el volumen relativo, o la variación de volumen porcentual, tampoco resultarían en una predicción de los precios eficiente mediante el algoritmo empleado, ya que estas variables son mayores cuanto mayor es el volumen, suponiendo entonces en el algoritmo que los precios aumentarían, por la relación lineal con el precio existente en el modelo.

7.2.2 PRECIO DE CIERRE COMO VARIABLE REAL

Tras observar la ineficacia del algoritmo prediciendo a partir del volumen negociado, se analiza el funcionamiento del algoritmo de (Blanco-Fernández, Colubi, and García-Bárcana 2013) empleándose para predecir intervalos de precios Y de mínimo y máximo de cotización para un periodo, a partir del precio de cierre del periodo anterior. Con tal objetivo, se han analizado 7 empresas cotizadas en bolsas americanas, de distintos sectores.

Cada una de las empresas será estudiada para la predicción de intervalos de precios en 3 periodo distintos, de 3 años cada uno. Dichos periodos se encuentran entre 2014 y 2020.

Por último, cada predicción ha discernido los periodos predichos según el volumen que presentaban, con el objetivo de analizar posteriormente el funcionamiento del algoritmo para distintas según la categoría del volumen. De tal manera, se dividen los datos de validación en dos categorías. En primer lugar, los periodos que presenten un volumen inferior al medio durante el periodo de análisis, y en segundo lugar aquellos que presenten un volumen superior al medio. Por lo tanto, se han realizado un total de 52 predicciones, 6 para cada una de las 7 empresas, obteniéndose las conclusiones mostradas a continuación.

Cabe destacar que en el 100% de las predicciones realizadas, el valor de *iU* de Theil es inferior a 1, mostrando que en todos los casos se predice con mayor eficacia que la que realizaría una predicción de Paseo Aleatorio. Si realizamos la media de los valores obtenidos para el estadístico, se obtiene que es de 0.56, un valor de prácticamente la mitad que el del Paseo Aleatorio, evidenciando la clara superioridad de eficacia de predicción del algoritmo.

Comparando en la Tabla 7 las medias de los 3 estadísticos según la clase de volumen de las acciones estudiadas, se observa cómo presentan valores inferiores en las predicciones en las que el volumen es bajo.

Tabla 7 - Estadísticos según volumen

	Volumen Alto	Volumen Bajo
iU de Theil	0,7940619	0,36456667
iARV	0,05383333	0,01279493
MDE	2,32591429	0,94865714

Estas claras diferencias de eficacia que se producen dependiendo de si el volumen es inferior o superior al medio del periodo se deben a que en días en los que el volumen es

superior, el precio es más volátil, produciéndose mayores incrementos o decrementos de precios, empujados por el incremento de negociación en la acción.

El modelo de predicción utilizado genera una única relación de predicción entre x e Y para todos los días estudiados. De tal manera, los días de mayor volumen, y por lo tanto de mayor volatilidad, son más complicados de predecir para el algoritmo, implicando mayores errores en la estimación. Es decir, las diferencias de eficacia obtenidas dependiendo del volumen tienen sentido con los conceptos previamente estudiados de las implicaciones del volumen en los mercados bursátiles.

7.2.2.1 Análisis por periodo

De cara a analizar la eficacia de las predicciones según el periodo, se han calculado las medias de los 3 estadísticos estudiados, según el periodo estimado. En la Tabla 8 se recogen los valores obtenidos.

Tabla 8 - Estadísticos según Periodo

	P1	P2	P3
iU de Theil	0,55	0,56	0,62
iARV	0,02	0,03	0,04
MDE	0,96	1,66	2,29

Observando la Tabla 8 se aprecia cómo el valor de todos los estadísticos toma valores inferiores en el Periodo 1 que en el resto de periodos. Como se comentó

anteriormente, cuanto menores sean los valores de los estadísticos, mejores serán las predicciones, ya que representan las desviaciones entre las predicciones y los valores reales de intervalos. Por lo tanto, se realizan mejores predicciones el Periodo 1 (2017), que el Periodo 2 (2018), y el Periodo 3 (2020). Además, las predicciones son mejores en el Periodo 2 que en el Periodo 3. Este estudio determina que las predicciones han sido mejores cuanto más antiguo es el periodo, es decir, el año de estudio.

Anteriormente se ha concluido que el modelo de predicción presenta mayor eficacia en aquellos periodos en los que se produce mayor volatilidad, es decir, en los de menor volumen. Este estudio propone que el hecho de que el algoritmo sea más eficiente en el Periodo 1 que en el resto, así como en el Periodo 2, que en el 3, es decir, cuanto más antiguos los datos, se debe a que en estos último años ha aumentado el volumen en los mercados considerablemente, produciéndose mayor volatilidad en los precios de las acciones. Este aumento de volumen provoca que se produzcan mayores variaciones de precios con mayor frecuencia, desencadenando en peores predicciones del modelo.

7.3 TRABAJOS FUTUROS

A continuación, se exponen varias líneas de investigación posibles de cara a continuar con los aspectos estudiados en este proyecto.

7.3.1 PATRONES DE VELAS Y N.V.O.

Este proyecto ha propuesta un modelo de evaluación de patrones de velas, basándose fundamentalmente en el volumen para mejorar la eficacia del empleo de estos. Para ello se ha desarrollado una función que calcula valores del oscilador de volumen normalizado, para posteriormente representarlos mediante barras junto a la cotización en velas.

El método desarrollado se ha puesto en práctica para dos tipos de patrones concretos, la Estrella Doji Bajista, y la Pauta Envolvente Alcista, obteniéndose conclusiones interesantes. De tal manera, se propone amentar el número de patrones estudiados, así como una forma de evaluar matemáticamente la eficacia de la estrategia.

7.3.2 PREDICCIÓN DE INTERVALOS DE PRECIOS

Este proyecto ha demostrado la eficacia del algoritmo de (Blanco-Fernández, Colubi, and García-Bárzana 2013) cuando se trata de predecir intervalos de precios de cotización a partir de precios de cierre. No obstante, se apreció que el modelo no predecía correctamente si se trataba de predecir a partir del volumen negociado. Dicha ineficacia se debe a la falta de linealidad real entre el volumen y el precio en bolsa, ya que si el volumen sube, una acción puede subir o bajar de precio, mientras que la linealidad del algoritmo implicaba que si el volumen subía, el precio subía, estimando de ineficientemente.

De cara a predecir a partir del volumen, evitando esta falta de linealidad real, se propone modificar el modelo para permitir predecir a partir del volumen, o bien experimentar con variables derivadas del volumen sean linealmente dependientes a los precios, como pudieran ser indicadores técnicos de volumen.

Capítulo 8. BIBLIOGRAFÍA

- Admati, Anat R., and Paul Pfleiderer. 1988. “A Theory of Intraday Patterns: Volume and Price Variability.” *Review of Financial Studies* 1(1): 3–40.
- Blanco-Fernández, Angela, Ana Colubi, and Marta García-Bárzana. 2013. “A Set Arithmetic-Based Linear Regression Model for Modelling Interval-Valued Responses through Real-Valued Variables.” *Information Sciences* 247: 109–22. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ins.2013.06.044>.
- Caginalp, G., and H. Laurent. 1998. “The Predictive Power of Price Patterns.” *International Journal of Phytoremediation* 21(1): 181–205.
- Christopher M. Bishop. 2006. EAI/Springer Innovations in Communication and Computing *Pattern Recognition and Machine Learning*.
- Dormeier, Buff Pelz. 1969. *Investing With Volume Analysis*.
- Florackis, Chris, Alexandros Kontonikas, and Alexandros Kostakis. 2014. “Stock Market Liquidity and Macro-Liquidity Shocks: Evidence from the 2007-2009 Financial Crisis.” *Journal of International Money and Finance* 44(0): 97–117.
- Foster, F. Douglas, and S. Viswanathan. 1993. “Variations in Trading Volume, Return Volatility, and Trading Costs: Evidence on Recent Price Formation Models.” *The Journal of Finance* 48(1): 187.
- Kapanen, Juha. 2020. “Title: DAX Index Price Prediction Using Artificial Neural Networks.”
- Lamoureux, Christopher G., and William D. Lastrapes. 1993. “Forecasting Stock-Return Variance: Toward an Understanding of Stochastic Implied Volatilities.” *Review of*

- Financial Studies* 6(2): 293–326.
- Lawton, Richard. 2001. “Time Series Analysis and Its Applications.” *International Journal of Forecasting* 17(2): 299–301.
- Lo, Andrew W., and Jiang Wang. 2010. “Stock Market Trading Volume.” *Handbook of Financial Econometrics, Vol 2* d(3): 241–342.
- Marshall, Ben R., Martin R. Young, and Lawrence C. Rose. 2006. “Candlestick Technical Trading Strategies: Can They Create Value for Investors?” *Journal of Banking and Finance* 30(8): 2303–23.
- Martinsson, Filip, and Ivan Liljeqvist. 2017. “Short-Term Stock Market Prediction Based on Candlestick Pattern Analysis Short-Term Stock Market Prediction Based on Candlestick Pattern Analysis.”
- Maté, Carlos G. 2021. “Combining Interval Time Series Forecasts . A First Step in a Long Way (Research Agenda).” 44(1): 123–57.
- Morris, Gregory L. *Candlestick Charting Explained*.
- Naciones Unidas. 2020. “Informe de Los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2020.” *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2019*: 64. <https://unstats.un.org/sdgs/files/report/2018/TheSustainableDevelopmentGoalsReport2018-ES.pdf>.
- Ramuada, Vhahangwele Cedrick. 2018. “Forecasting Stock Returns : A Comparison Of.” (December).
- Richardson, James G., and Frank D. Newbury. 1953. “Business Forecasting: Principles and Practice.” *Southern Economic Journal* 19(4): 531.
- Singh, Sarika Mahajan and Balwinder. 2008. “AN EMPIRICAL ANALYSIS OF STOCK PRICE-VOLUME RELATIONSHIP IN INDIAN STOCK MARKET.” *PhD Thesis*

i(Amjad 2011): 49–58. [http://shodhganga.inflibnet.ac.in/bitstream/10603/3972/11/11-chapter 3.pdf](http://shodhganga.inflibnet.ac.in/bitstream/10603/3972/11/11-chapter%203.pdf).

STOYANOV, STOYAN et al. 2010. “A Note on the Impact of Non Linear Reward and Risk Measures.” *Journal of Applied Functional Analysis* (5,2): 194–202.

Tang, Tiantian, Liping Zou, and Jing Li. 2013. “The High-Volume Return Premium : Evidence from the Australian Equity Market.” *Journal of Accounting and Finance* 13(5): 74–93.

Villada, Fernando, Nicolás Muñoz, and Edwin García. 2012. “Aplicación de Las Redes Neuronales Al Pronóstico de Precios En El Mercado de Valores.” *Informacion Tecnologica* 23(4): 11–20.

Williams, Bill. 1995. “Trading Chaos.Pdf.”

Zhang, Dan, and Qiujun Lu. 2016. “Robust Regression Analysis with LR-Type Fuzzy Input Variables and Fuzzy Output Variable.” *Journal of Data Analysis and Information Processing* 04(02): 64–80.

Capítulo 9. ANEXO I – RELACIÓN CON LOS O.D.S.

1. INTRODUCCIÓN

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible, también conocidos como O.D.S., están compuestos de 17 objetivos para transformar el mundo en el que vivimos. En 2015 fue aprobada por la O.N.U., Organización de Naciones Unidas, la Agenda 2030 sobre el desarrollo sostenible. Esta agenda supone una oportunidad para las sociedades de emprender un camino en el que se mejore la vida de todo, sin excluir a nadie. En la Ilustración 54 se muestra el logo oficial de la O.N.U. La segunda ‘o’ de objetivos está compuesta por 17 colores, representando los 17 objetivos de la iniciativa.



Ilustración 54 - O.D.S.

2. RELACIÓN CON EL PROYECTO

Los O.D.S. están para facilitar la vida de todos y cada uno de nosotros, pero al mismo tiempo debemos tratar de contribuir en estos siempre que esté en nuestro alcance. Este proyecto no se separa de la anterior idea, por lo que a continuación se procede a enumerar y desarrollar cuáles son los O.D.S a los que más contribuye y por qué.

2.1. TRABAJO DECENTE Y CRECIMIENTO ECONÓMICO

El primer Objetivo de Desarrollo Sostenible al que más puede contribuir mi proyecto es el 8, que dice así: “Promover el crecimiento económico inclusivo y sostenible, el empleo y el trabajo decente para todos”. Un correcto análisis de variables bursátiles como el volumen puede contribuir a que más personas se puedan beneficiar de conocer cómo realizar un análisis lo más competente posible de la bolsa, así como tratar de beneficiarse de esta con el menos riesgo posible.



Ilustración 55 - O.D.S. 8

En particular, la Meta 8.10 establece: “Fortalecer la capacidad de las instituciones financieras nacionales para fomentar y ampliar el acceso a los servicios bancarios, de seguros y financieros para todos.” (Naciones Unidas 2020) El apéndice 8.10 es al que más puede contribuir mi proyecto dentro del O.D.S. 8, debido a que este proyecto publica posibilidades de análisis y predicción de la bolsa, a través del volumen principalmente, democratizando posibilidades a la hora de tratar con acciones, fomentando su uso y reduciendo el riesgo.

2.2. INDUSTRIA, INNOVACIÓN E INFRAESTRUCTURA

El segundo Objetivo de Desarrollo Sostenible al que más puede contribuir mi proyecto es el 9, que dice así: "Construir infraestructuras resistentes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación". Todo algoritmo y función que se desarrolla en este estudio es innovación, explorando diversas formas de estudiar el volumen y las acciones, así como de predecir intervalos de precios.



Ilustración 56 - O.D.S. 9

La meta 9.A establece: “Apoyar el desarrollo de la tecnología, la investigación y la innovación nacionales en los países en desarrollo, incluso garantizando un entorno político propicio para, entre otras cosas, la diversificación industrial y la adición de valor a los productos básicos. Los recursos naturales son limitados, y un uso adecuado de los mismos puede ayudar ampliamente a los países en desarrollo a crecer más rápido y, como consecuencia, a mejorar la vida de sus habitantes. Todos los intercambios comerciales se ven afectados por la relación de las monedas, por lo tanto, tener más conocimiento sobre cómo va a evolucionar, puede llevar a una mejor utilización de los recursos.” (Naciones Unidas 2020) El hecho de poder predecir con mayor exactitud la evolución de los mercados bursátiles, puede ser definitivamente utilizado por las instituciones financieras para conocer las tendencias futuras y actuar en consecuencia para promover el crecimiento.