



Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

ANÁLISIS MATEMÁTICO DE LOS EFECTOS DEL CORNONAVIRUS SOBRE EL PRECIO DE LAS ACCIONES DE TESLA

Clave: 201605509

Autor: Eduardo Rivera Escudero

Tutor: Luis Ángel Calvo Pascual

ÍNDICE

RESUMEN.....	7
ABSTRACT	7
PALABRAS CLAVE	7
KEY WORDS	7
INTRODUCCIÓN.....	8
0.1 Contexto.....	8
0.2. Tesla	14
0.3 Objetivo, metodología y antecedentes	14
0.4 Hipótesis inicial.....	16
CAPÍTULO 1-Análisis técnico.....	17
1.1 Canales y líneas de tendencia.....	17
1.1.1 Canales.....	18
1.1.2 Líneas de tendencia.....	21
1.2 Velas japonesas	32
1.2.1 Días críticos.....	32
1.2.2 Gaps	36
1.3 Medias Móviles	38
1.3.1 Método de doble cruce.....	40
1.3.2 Bandas de Bollinger.....	42
1.4 Convergencia divergencia de la media móvil- MACD.....	43
1.5 Conclusiones	49
CAPÍTULO 2-Ajuste de datos a funciones	50
2.1 Primera etapa	50
2.1.1 Cálculo matricial	51
2.1.2 Cálculo con Excel.....	52
2.1.3 Cálculo con Matlab.....	55
2.2 Segunda etapa	60
2.2.1 Cálculo matricial	60
2.2.2 Cálculo con Excel.....	61
2.2.3 Cálculo con Matlab.....	62
2.3 Tercera etapa:.....	66
2.3.1 Cálculo matricial	66
2.3.2 Cálculo con Excel	67
2.3.3 Cálculo con Matlab	69
2.4 Conclusiones	78

CAPÍTULO 3- Análisis estadístico	79
3.1 Probabilidad de subida o bajada de precios.	79
3.2 Comparación de Tesla con valores relacionados y de interés:	80
3.2.1 Tesla-Nio-Ford	80
3.2.2 Tesla-petróleo	84
3.3 Conclusiones	87
CAPÍTULO 4- Análisis estocástico	88
4.1 Pre-COVID	89
4.2 Crisis-COVID:	91
4.3 Post-COVID:	93
4.4 Conclusiones	94
CAPÍTULO 5- Predicciones.....	95
5.1 Predicción	95
5.2 Comprobación de la predicción	98
CONCLUSIONES	100
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	103
ANEXOS.....	104

ÍNDICE DE TABLAS, GRÁFICAS, Y FIGURAS

Tablas:

Tabla 1: Pendientes de los canales.....	20
Tabla 2: Estadística de las velas:	79
Tabla 3: Correlación entre Tesla, NIO y Ford.....	81
Tabla 4: Prueba de t student entre Tesla y NIO.....	82
Tabla 5: Prueba de t student entre Tesla y Ford	83
Tabla 6: Correlación entre Tesla y el petróleo	85
Tabla 7: Correlación entre Tesla y el petróleo	85
Tabla 8: Correlación entre Tesla y el petróleo	86
Tabla 9: Prueba de t student entre Tesla y el petróleo	86

Gráficas:

Gráfica 1: Cotización de Tesla y canal	18
Gráfica 2: Cotización de Tesla y canal	19
Gráfica 3: Cotización de Tesla y canal	19
Gráfica 4: Cotización de Tesla y línea de tendencia.....	21
Gráfica 5: Cotización de Tesla y línea de tendencia.....	22
Gráfica 6: Cotización de Tesla y línea de tendencia.....	22
Gráfica 7: Cotización de Tesla y líneas de tendencia	23
Gráfica 8: Cotización de Tesla y líneas de tendencia	23
Gráfica 9: Cotización de Tesla y línea de tendencia.....	24
Gráfica 10: Cotización de Tesla y línea de tendencia.....	25
Gráfica 11: Cotización de Tesla y líneas de tendencia	25
Gráfica 12: Cotización de Tesla y línea de tendencia.....	26
Gráfica 13: Cotización de Tesla y líneas de tendencia	27
Gráfica 14: Cotización de Tesla y línea de tendencia.....	27
Gráfica 15: Cotización de Tesla y línea de tendencia.....	28
Gráfica 16: Cotización de Tesla y línea de tendencia.....	29
Gráfica 17: Cotización de Tesla y líneas de tendencia	29
Gráfica 18: Cotización de Tesla y líneas de tendencia	30
Gráfica 19: Cotización de Tesla y Fibonacci	31
Gráfica 20: Cotización de Tesla y línea de tendencia.....	31
Gráfica 21: Cotización de Tesla, velas japonesas.....	33
Gráfica 22: Cotización de Tesla, velas japonesas.....	33
Gráfica 23: Cotización de Tesla, velas japonesas.....	34
Gráfica 24: Cotización de Tesla, velas japonesas.....	34
Gráfica 25: Cotización de Tesla, velas japonesas.....	35
Gráfica 26: Cotización de Tesla, velas japonesas.....	35
Gráfica 27: Cotización de Tesla y gaps.....	36
Gráfica 28: Cotización de Tesla y gaps.....	37
Gráfica 29: Cotización de Tesla y gaps.....	37
Gráfica 30: Cotización de Tesla y medias móviles.....	39
Gráfica 31: Cotización de Tesla y medias móviles.....	39

Gráfica 32: Cotización de Tesla y medias móviles.....	40
Gráfica 33: Cotización de Tesla y medias móviles.....	41
Gráfica 34: Cotización de Tesla y medias móviles.....	41
Gráfica 35: Cotización de Tesla y Bandas Bollinger.....	42
Gráfica 36: Indicador MACD.....	44
Gráfica 37: MACD y Cotización de Tesla.....	45
Gráfica 38: MACD y Cotización de Tesla.....	45
Gráfica 39: MACD y Cotización de Tesla.....	46
Gráfica 40: MACD y Cotización de Tesla.....	47
Gráfica 41: MACD y Cotización de Tesla.....	47
Gráfica 42: MACD y Cotización de Tesla.....	48
Gráfica 43: MACD y Cotización de Tesla.....	49
Gráfica 44: Regresión Pre-COVID.....	53
Gráfica 45: Regresión para 24/11/2013-09/12/2018.....	53
Gráfica 46: Regresión para 24/03/2019-19/02/2020.....	54
Gráfica 47: Curve Fitting-Matlab.....	55
Gráfica 48: Curve Fitting-Matlab.....	56
Gráfica 49: Curve Fitting-Matlab.....	56
Gráfica 50: Curve Fitting-Matlab.....	57
Gráfica 51: Curve Fitting-Matlab.....	57
Gráfica 52: Curve Fitting-Matlab.....	58
Gráfica 53: Curve Fitting-Matlab.....	58
Gráfica 54: Curve Fitting-Matlab.....	59
Gráfica 55: Curve Fitting-Matlab.....	59
Gráfica 56: Función polinómica de segundo grado-2019.....	60
Gráfica 57: Regresión Lineal- Crisis COVID.....	61
Gráfica 58: Curve Fitting-Matlab.....	62
Gráfica 59: Curve Fitting-Matlab.....	63
Gráfica 60: Función polinómica de segundo grado- Crisis COVID.....	63
Gráfica 61: Curve Fitting-Matlab.....	64
Gráfica 62: Curve Fitting-Matlab.....	64
Gráfica 63: Curve Fitting-Matlab.....	65
Gráfica 64: Función Gaussiana- 28/02/202-18/03/2020.....	65
Gráfica 65: Regresión tercera etapa.....	67

Gráfica 66: Regresión para 20/03/2020-01/09/2020	68
Gráfica 67: Regresión para 19/11/2020-08/01/2021	69
Gráfica 68: Curve Fitting-Matlab	70
Gráfica 69: Curve Fitting-Matlab	70
Gráfica 70: Curve Fitting-Matlab	71
Gráfica 71: Curve Fitting-Matlab	71
Gráfica 72: Curve Fitting-Matlab	72
Gráfica 73: Función polinómica de segundo grado-Post-COVID.....	73
Gráfica 74: Curve Fitting-Matlab	73
Gráfica 75: Curve Fitting-Matlab	74
Gráfica 76: Curve Fitting-Matlab	74
Gráfica 77: Curve Fitting-Matlab	75
Gráfica 78: Función exponencial-Primera tendencia alcista.....	75
Gráfica 79: Curve Fitting-Matlab	76
Gráfica 80: Curve Fitting-Matlab	76
Gráfica 81: Curve Fitting-Matlab	77
Gráfica 82: Curve Fitting-Matlab	77
Gráfica 83: Función exponencial-Segunda tendencia alcista.....	78
Gráfica 84: Modelo estocástico Pre-COVID.....	89
Gráfica 85: Modelo estocástico Pre-COVID.....	90
Gráfica 86: Modelo estocástico Pre-COVID.....	90
Gráfica 87: Modelo estocástico-Crisis COVID.....	91
Gráfica 88: Modelo estocástico- Crisis COVID	91
Gráfica 89: Modelo estocástico-Crisis COVID.....	92
Gráfica 90: Modelo estocástico Post-COVID	93
Gráfica 91: Modelo estocástico Post-COVID	93
Gráfica 92: Modelo estocástico Post-COVID	94
Gráfica 93: Cotización de Tesla y líneas de tendencia	96
Gráfica 94: Cotización de Tesla y MACD	96
Gráfica 95: Modelo estocástico predictivo.....	98
Gráfica 96: Cotización de Tesla	99

Figuras:

Figura 1: Cotización del Dow-Jones.....	10
Figura 2: Cotización de NASDAQ	10
Figura 3: Cotización de IBEX-35.....	11
Figura 4: Composición del NASDAQ	12
Figura 5: Cotización de BMW.....	13
Figura 6: Cotización de Volkswagen.....	13
Figura 7: Ciclo completo de las Ondas de Elliott	30
Figura 8: Forma de velas japonesas	32
Figura 9: Cotizaación de Ford	81
Figura 10: Cotización de NIO	81
Figura 11: Cotización de Tesla	82
Figura 12: Distribución normal	83

RESUMEN

Como es bien sabido, la situación sanitaria provocada por el surgimiento del COVID-19 ha causado el derrumbamiento económico de muchos sectores y el desplome bursátil de muchas compañías. En cambio, algunas compañías, como Tesla, se han beneficiado de esta situación, dado que el confinamiento ha creado una mayor demanda en sectores de alta tecnología. En este trabajo, se estudia el comportamiento del precio de las acciones de Tesla durante la crisis del coronavirus, utilizando para ello diferentes aproximaciones matemáticas como: análisis técnico, estadística, ajuste de datos, modelos estocásticos, etc.

ABSTRACT

As it is well known, the current sanitary situation brought by the emergence of the COVID-19, has caused the economic fallout of many sectors, and the stock plummet of many companies. However, some companies, like Tesla, have benefited from this situation because the lockdown has created an increased demand in high-tech sectors. In this paper, we study the behavior of Tesla's stock, using different mathematical approaches such as technical analysis, statistics, data adjustment, stochastic model, etc.

PALABRAS CLAVE

COVID-19, Tesla, Análisis técnico, tendencia, velas japonesas, regresión, Matlab, Análisis estadístico, media móvil, correlación, movimiento Browniano, modelo estocástico, Brownian Bridge y Excel.

KEY WORDS

COVID-19, Tesla, Technical analysis, trend, candlesticks, regression, Matlab, Statistical analysis, moving average, correlation, Brownian movement, stochastic model, Brownian Bridge and Excel.

INTRODUCCIÓN

0.1 Contexto

El primer caso conocido de COVID-19 fue el 1 de diciembre de 2019, cuando un hombre de 70 años caía enfermo en Wuhan, China, y los médicos alertaron de que no se trataba de una neumonía normal. Desde entonces, los casos se empezaron a multiplicar, expandiéndose la enfermedad por todos los rincones del planeta. En febrero/marzo de 2020, el virus ya había llegado a Occidente, dando comienzo a la pandemia que más víctimas ha cobrado en los últimos 100 años tras el VIH. (véase referencia bibliográfica 7).

A la enorme crisis sanitaria, le seguiría una crisis económica y social, que amenaza con hundir economías de todo el mundo y afectar a todos los escalafones de la sociedad. Con el objetivo de reducir los riesgos de contagio al máximo, nos hemos tenido que adaptar a las restricciones de movilidad y a los confinamientos. En consecuencia, ha habido una reducción drástica de la actividad económica y una pérdida masiva de puestos de trabajo, a nivel mundial.

Sin embargo, no todos los sectores económicos han reducido su actividad, porque la necesidad de comunicarnos, trabajar y socializar desde casa ha causado que muchas empresas tecnológicas estén en pleno auge. La pandemia ha acelerado la importancia de las tecnologías de la información y de las comunicaciones (TIC), que ya desde hace años están revolucionando todas las profesiones y los negocios. Este cambio de paradigma tecnológico tiene en uno de sus puntales a la empresa Tesla, ya que, con sus baterías eléctricas de alta capacidad, han revolucionado tanto el sector automovilístico (coche eléctrico), como en el sector energético, (dando la posibilidad para empresas y particulares de ser energéticamente autosuficientes, aprovechando, por ejemplo, paneles solares).

Como ya se ha visto en otros momentos de la historia, el mercado bursátil también se ve afectado por las crisis económicas, y al ser actualmente más reactivo, y a la vez más especulativo, los precios en bolsa, suelen ser un indicador que se adelanta al resto de indicadores económicos, como la inflación, demanda o nivel de desempleo. Hay distintas maneras de analizar los precios en bolsa, como el análisis fundamental, o el macroeconómico, pero este trabajo se centrará en el análisis técnico, además de diversos métodos matemáticos y estadísticos.

Previamente, antes de empezar con el análisis de Tesla, se va a contextualizar el estado de la bolsa en general y del sector tecnológico y automovilístico, en particular.

Con la llegada del COVID-19 a Estados Unidos y Europa, cundió el pánico en los mercados. Durante las dos primeras semanas de marzo, hubo grandes caídas en todas las bolsas del mundo. Dichas caídas, tuvieron lugar además durante la Guerra de Precios del petróleo entre Arabia Saudí y Rusia, lo cual hizo que los desplomes se acentuasen. Las fechas señaladas fueron, el Lunes Negro (9 de marzo), el Jueves Negro (12 de marzo), y el otro Lunes Negro (16 de marzo). Durante las siguientes semanas hubo una gran inestabilidad, marcada por grandes bajadas y leves subidas tanto en los índices bursátiles como en el precio del petróleo, y por la intervención de distintos bancos centrales para evitar el colapso de la economía. Previo al colapso del mercado de valores, el Dow Jones había alcanzado su máximo histórico el 14 de febrero de 2020, sufriendo una caída del 31,7% hasta su mínimo el 16 de marzo, destacando este día con una bajada del 12,93%, una caída incluso superior a la del Lunes Negro del Crack del 29 (12,8%). (véase referencia bibliográfica 12)

Figura 1: Cotización del Dow-Jones



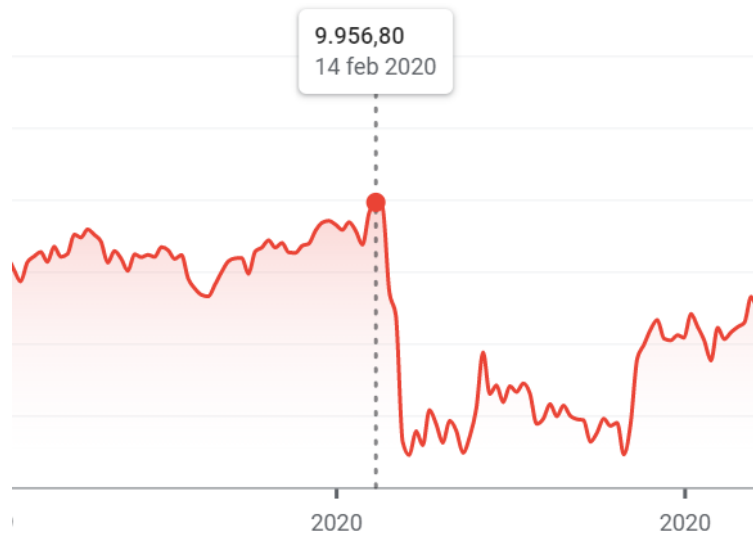
Fuente: Elaboración propia a través de Google Finance

Figura 2: Cotización de NASDAQ



Fuente: Elaboración propia a través de Google Finance

Figura 3: Cotización de IBEX-35



Fuente: Elaboración propia a través de Google

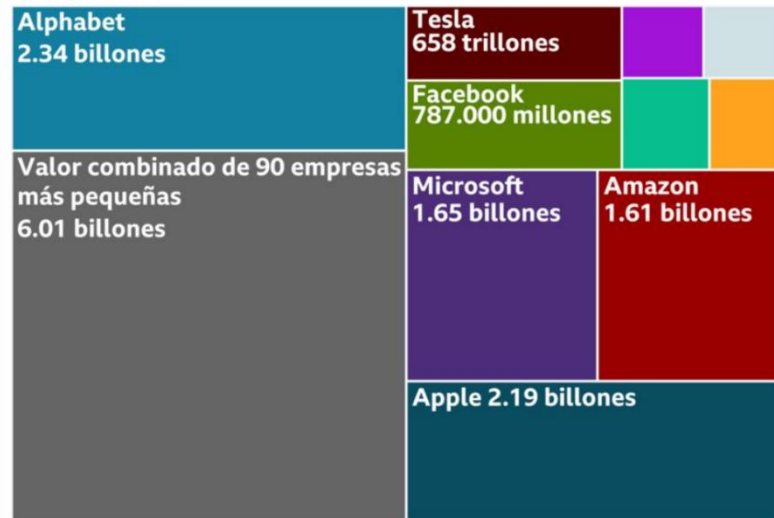
Una vez alcanzados los mínimos, no todos los índices reaccionaron igual. Todos han subido, pero algunos como el Dow-Jones (Figura 1), o el NASDAQ (Figura 2), se recuperaron y no pararon ahí, siguiendo subiendo, y sobrepasando con creces la valoración anterior a la crisis del mercado, e incluso alcanzando nuevos máximos históricos. En cambio, la mayoría de los índices y acciones han sufrido una recuperación, pero mucho más leve, alcanzando niveles inferiores a los que tenían antes de la crisis, como es el caso del IBEX-35 (Figura 3). Entonces hay que dar respuesta a por qué algunos índices han experimentado crecimientos tan grandes tras la crisis del COVID, mientras que otros no. En un primer análisis, se va a ver cuál es la composición de estos índices. Como se aprecia en la Figura 4, en el NASDAQ, el valor de 5 empresas (Alphabet, Facebook, Amazon, Microsoft y Apple), es casi igual al de las 95 restantes. Por tanto, el espectacular crecimiento de estos gigantes tecnológicos durante la pandemia está enmascarando las pérdidas generalizadas de la mayoría, dando la falsa percepción de que toda la bolsa está en auge. Como ya se ha explicado, estos titanes de la tecnología como son Apple o Alphabet (propietaria de Google), han visto como sus ganancias se han incrementado drásticamente durante este último año, debido a la creciente demanda de sus productos y servicios durante la pandemia.

Figura 4: Composición del NASDAQ

Índice Nasdaq

El valor del Nasdaq es dominado por pocos miembros

Adobe 241 (miles de millones) Netflix 236 (miles de millones)
 NVIDIA 328 (miles de millones) PayPal 277 (miles de millones)
 Dólares de EE. UU.



Fuente: Nasdaq

Por lo general, todo el sector automovilístico sufrió una acentuada caída en su cotización, siendo el caso de BMW (figura 5), y de Volkswagen (figura 6), los más destacados. BMW vio como en menos de tres meses el precio de sus acciones cayó de los 75 euros, a 41; mientras que las de Volkswagen sufrieron una depreciación de casi el 50%, pasando en el mismo tiempo de 185 euros, a 94. Todas las grandes compañías como Toyota, Ford, General Motors sufrieron similares caídas, aunque ninguna tan grande porcentualmente. En cuanto a la recuperación tras la crisis del COVID, en general todo el sector de la automoción volvió a su estado anterior a la crisis, y de hecho siguió incrementando su cotización llegando a precios superiores a los anteriores a la crisis, en mayor o menor medida (por ejemplo, General Motors ha subido muy poco, mientras que Toyota o Volkswagen lo han hecho mucho más).

Figura 5: Cotización de BMW



Fuente: Elaboración propia a través de Google Finance

Figura 6: Cotización de Volkswagen



Fuente: Elaboración propia a través de Google Finance

Un poco distinta es la situación de Tesla, en la que, aun siendo una empresa tecnológica y del sector automovilístico, la situación sanitaria actual no explica el meteórico incremento en su capitalización. Por ello antes de explicar el porqué de la subida del

precio de sus acciones es relevante describir las principales características de la compañía.

0.2. Tesla

Tesla fue fundada en el año 2003 por Martin Eberhard y Marc Tarpenning, y ganó más relevancia cuando Elon Musk, accionista desde 2004, asumió la presidencia en 2008. Con Musk como presidente, Tesla ha pasado de ser únicamente una empresa productora de coches deportivos eléctricos, a un líder de mercado en desarrollo de tecnología punta, diversificándose, y destacando su inversión en la mejora de baterías eléctricas. Su objetivo es cambiar el futuro del sector del automóvil. Comenzó a cotizar en bolsa en el año 2010, y como toda compañía en sus inicios, tuvo unos primeros años en los que sus acciones no sufrían ni grandes bajadas ni subidas, y de hecho la empresa fue objeto de muchas críticas dado a su alto nivel de endeudamiento. En cambio, poco a poco, Tesla ha ido silenciando a sus detractores, sobre todo en los últimos años. La popularidad e inversión en Tesla, se ha debido enormemente a la fe de sus inversores en la visión de la compañía, y sobre todo en su presidente Elon Musk, que siempre ha sido capaz de vender a su accionariado una imagen de un futuro brillante. En los últimos años, a medida que los resultados iban mejorando, y que la figura de Musk se iba agrandando, también lo fue el precio de sus acciones, reflejado en un rally alcista desde octubre de 2019, (justo tras conocerse que hubo beneficios en el tercer trimestre de 2019) hasta febrero de 2020. Tras la crisis, los precios de las acciones bajaron mucho, pero la fe de sus accionistas impulsó de nuevo el precio. A mediados de 2020, Tesla realizó un Split de sus acciones de 1 a 5, lo que tras un breve periodo de incertidumbre causó un segundo rally alcista, que ha culminado con el cierre de un ejercicio entero (el año 2020) con beneficios por primera vez en su historia. Visto esto, y las causas de porqué las acciones de Tesla han subido tanto, pasamos a realizar nuestra hipótesis. (véase referencia bibliográfica 5).

0.3 Objetivo, metodología y antecedentes

El **objetivo** de este trabajo es analizar el precio de las acciones de la Empresa Tesla durante la crisis del coronavirus, empleando para ello cuatro aproximaciones diferentes, que serán desarrollados en cada capítulo. En el primero, análisis técnico, se establecerán

los canales y las tendencias del precio en bolsa de Tesla, trabajando también con bandas de Bollinger y medias móviles. En la segunda aparte, se realizará un ajuste de datos a funciones para entender el comportamiento del precio usando una función. En el tercer capítulo, se empleará el análisis estadístico, comparando esta acción con otras, para ello se hará uso de correlaciones, intervalos de confianza, etc. En el cuarto, para conseguir un mejor modelado de los precios, se utilizarán ecuaciones estocásticas y movimiento browniano para entender el comportamiento del precio. Por último, se usarán modelos estocásticos para realizar predicciones sobre el comportamiento futuro de los precios de Tesla.

La **metodología** que se usará en el trabajo, serán reuniones periódicas con el director, lectura de la bibliografía, visualización de vídeos, etc. El software que se usará para hacer el análisis de precios será Matlab, Excel, Etoro, etc. Se empleará el método científico en este estudio, partiendo de una hipótesis inicial sobre la evolución del precio, basada en la mera lógica, después se estudiará rigurosamente el comportamiento real del precio, para extraer conclusiones y resultados, en un capítulo final.

Como **antecedentes**, cabe mencionar, que, tras haber consultado numerosos artículos que hablan sobre el increíble aumento de las acciones de Tesla (véase por ejemplo las referencias bibliográficas 5 y 6), no se ha encontrado ninguna investigación específica en el que se haga un estudio técnico o matemático al respecto. En dichos artículos, se explica el crecimiento de la compañía Tesla, estudiando el aumento de la demanda de sus vehículos en China, y el giro generalizado del sector automovilístico hacia el coche eléctrico. Además, la esperanza de que haya subsidios para la producción de coches eléctricos ha provocado un aumento en la demanda por sus acciones. A lo no haber estudios previos específicos, el presente trabajo estará basado en análisis técnico donde se seguirán las teorías del libro *Análisis técnico de los mercados financieros* de J. Murphy (ver 8), y en métodos estadísticos y estocásticos, usaremos como referencias básicas la bibliografía 3,4, y 9.

0.4 Hipótesis inicial

Visto como han respondido la mayoría de las empresas tecnológicas a la crisis del COVID, suponemos que el caso de Tesla no será distinto, dado que la gente sigue creyendo que todas las empresas tecnológicas están llamadas a ser el futuro. Además, durante la crisis hubo mucha discordia en la OPEP, por los precios del petróleo, siendo estos más volátiles que nunca en su historia, lo que genera desconfianza. Esto solo beneficia a Tesla, dado que la compañía está llamada a sustituir los vehículos con motor de combustión por los eléctricos. Por lo tanto, la bajada de precios a causa del COVID no será significativa, y los canales alcistas de la empresa no se romperán.

CAPÍTULO 1-Análisis técnico

El análisis técnico es el estudio de los movimientos del mercado, siendo precio y volumen las principales fuentes de estos movimientos. El objetivo es principalmente mediante el uso de gráficos, saber identificar las tendencias con el fin de poder pronosticar los futuros movimientos. Se basa en tres principios fundamentales, recogidos en (referencia bibliográfica 8) que son:

- 1) **Los movimientos del mercado lo descuentan todo.** Esto quiere decir, que el precio de un valor cotizado refleja todo aquello que le pueda afectar. El precio es un indicador del nivel de oferta y demanda que hay por dicho valor.
- 2) **Los precios se mueven por tendencias.** El objetivo del analista técnico, es identificar tendencias en sus primeras etapas de desarrollo, para poder así hacer sus transacciones acordes con dicha tendencia.
- 3) **La historia se repite.** Si se analizan los patrones de los últimos 100 años, se puede ver que las reacciones a ciertos movimientos del mercado son siempre parecidos. Esto es porque hay una alta relación con la psicología humana, y esta no cambia, y por tanto suele pasar que la gente sigue reaccionando igual frente a tendencias alcistas o bajistas.

En este capítulo se va a realizar un análisis de los precios de Tesla, a través de distintas herramientas propias del análisis técnico.

1.1 Canales y líneas de tendencia

En esta parte del capítulo se van a analizar las distintas direcciones que toman las acciones de Tesla en el mercado. Primero, se atenderá a los tres canales principales identificados en la vida bursátil de la compañía, y seguidamente se mirarán tendencias más específicas, poniendo especial atención a las líneas de apoyo y resistencia.

La tendencia de los precios es la dirección tomada por el mercado. El problema es que el mercado no se mueve en líneas rectas, sino que se trata de una sucesión de picos y valles, los cuales pueden ser sucesivamente más altos (tendencia alcista), más bajos (tendencia bajista), o similares (tendencia lateral). Asimismo, hay tres clasificaciones de tendencias según su duración temporal. Esta clasificación puede variar dependiendo del

análisis que se haga, y de sí se trata de posiciones de inversión a largo plazo, o más cortoplacistas, como diarias, por ejemplo. El economista Charles Henry Dow (uno de los fundadores del índice bursátil Dow-Jones), clasifica la tendencia principal, como mayor de un año; la tendencia intermedia o secundaria, como aquella que dura entre tres semanas y un año; y la tendencia de corta duración, como aquella que es menor a dos o tres semanas.

1.1.1 Canales

El canal, es una de las muchas variaciones usadas para identificar tendencias, y se debe se realizar trazando líneas paralelas entre los máximos y los mínimos. Para los operadores a corto plazo, los canales pueden ser una herramienta muy útil, soliendo estos iniciar posiciones cortas en cortes de la tendencia, cuando los precios se acercan a la línea de soporte o apoyo del canal.

Gráfica 1: Cotización de Tesla y canal



Fuente: Elaboración propia a través de eToro, de aquí en adelante todas las gráficas de este capítulo serán de esta fuente.

En la gráfica 1, se puede observar el primer canal identificado, que va de los años 2011, a finales de 2013. Al ser la unidad temporal para los precios semanas, no se pueden apreciar muy bien los máximos y mínimos por los que pasan las líneas. Una vez finalizado esta tendencia, se puede ver como a mediados de marzo de 2013, se rompe el canal por arriba, lo que suele ser indicador de un cambio de tendencia. Ahora se verá cómo tras la quiebra de este canal, se pasa a una tendencia alcista más empinada.

Gráfica 2: Cotización de Tesla y canal



En la gráfica 2, se puede ver el segundo canal, que va de los años mediados de 2013 a mediados de 2019. Es claramente una tendencia levemente alcista de larga duración, aunque tiene muchas tendencias intermedias dentro del canal, que ya se verán más adelante. En enero de 2020, se rompe el canal por arriba, indicando que la tendencia ha cambiado, pasando a ser la siguiente (gráfica 3):

Gráfica 3: Cotización de Tesla y canal



Este tercer canal va de finales de 2019 a la actualidad. Lo más destacable de este canal, es que la crisis del mercado generada por el COVID, causa una ruptura del canal, rechazando por tanto la hipótesis inicial. Al ser una situación extraordinaria, es común, que se produzca una ruptura de la tendencia, pero como se puede apreciar, rápidamente el valor se volvió a meter en el canal para seguir con la tendencia alcista exponencial. Si se va al final de la línea temporal, es decir a la actualidad, se puede ver como los precios están en un punto crítico, al estar tocando la última línea de apoyo. Esto puede significar que la bajada del último mes era una mera corrección, y el precio seguirá con la tendencia, o que se va a romper el canal, dando pie a otra tendencia nueva. Aun así, visto el crecimiento tan acelerado del último año, éste parece difícil de sostener, por lo que lo más probable es que dicho crecimiento se frene un poco, no iniciando necesariamente una tendencia bajista.

A continuación, se va a realizar una comparación de las pendientes de los tres canales principales. Esto nos proporcionará información, sobre la velocidad de crecimiento de los precios en las distintas etapas.

Tabla 1: Pendientes de los canales

Canal 1 (Gráfica 1)	0,0022
Canal 2 (Gráfica 2)	0,0065
Canal 3 (Gráfica 3)	1,1908

Fuente: Tabla de elaboración propia con Excel

Se han obtenido las pendientes usando los puntos de apoyo del canal, obteniendo con Excel la ecuación de dicha línea. Se ha usado una escala temporal de días para el cálculo de dichas pendientes. Por lo tanto, la información que proporciona la pendiente es cuántos dólares sube o baja al día el precio de las acciones de Tesla. Interpretando los datos de la tabla 1, queda claro, que la mayor subida ocurrió durante el tercer canal, subiendo el precio casi 1,2 dólares al día, mientras que en los otros dos canales la subida es muy pequeña tratándose sobre todo en el primer canal de una tendencia casi horizontal.

1.1.2 Líneas de tendencia

Las líneas de tendencia son simples trazados entre dos o más picos (cuantos más picos, más fiable es la tendencia) que muestran la dirección en la que se están moviendo los precios.

Durante los tres primeros años de cotización, Tesla, como la mayoría de las empresas cuando entran en bolsa tuvo unos años en los que su precio no sufrió grandes subidas o bajadas. Esto se debe a que el valor sigue generando desconfianza entre los accionistas. No hay grandes movimientos en la demanda por las acciones, ni tampoco muchos accionistas que vendan, dado que se sigue teniendo fe en la empresa y en su crecimiento. Esto se ve reflejado en la gráfica 4:



Esta gráfica muestra, como durante los primeros años de cotización, se ha seguido una tendencia alcista leve. La línea de tendencia dibujada pasa por cuatro puntos de apoyo distintos, lo que confirma que es una línea válida. Se trata de una tendencia principal, debido a su duración, y se ve claramente que es alcista debido a la pendiente de la línea, y a que los puntos de apoyo están cada vez más altos. Es importante destacar, que las gráficas que se van a usar para el análisis técnico van a estar en escala logarítmica, por lo que las correcciones pueden parecer más acentuadas de lo que son verdaderamente.

En la gráfica 5 se puede observar como a principio de 2013, tras la quiebra del primer canal visto anteriormente (gráfica 1), hay un cambio radical de la tendencia, y durante 8

meses, sufrió una subida casi vertical, en la cual no hay correcciones de dicha subida. Este tipo de tendencias alcistas, suelen ser insostenibles.

Gráfica 5: Cotización de Tesla y línea de tendencia



En la gráfica superior, se ve como la tendencia alcista exponencial acaba sobre principios de 2014, cuando se rompe con el soporte de la línea de apoyo, y se pasa a otro tipo nuevo de tendencia, que se aprecia en la gráfica 6.

Gráfica 6: Cotización de Tesla y línea de tendencia



Entre finales de 2014 y mediados de 2019 (gráfica 6), se puede apreciar una tendencia principal alcista, aunque con una pendiente muy baja, siendo una tendencia casi lateral. Esta tendencia coincide con el segundo canal visto anteriormente. Al ser una tendencia tan larga, se pueden apreciar otras tendencias intermedias dentro de ésta. Un ejemplo de esto es la tendencia intermedia bajista, entre agosto de 2014 y marzo de 2015 (gráfica 7), dónde se puede apreciar perfectamente la forma que tiene una tendencia bajista válida al pasar por tres puntos, y tener una forma de tendencia bajista “de libro”.

Gráfica 7: Cotización de Tesla y líneas de tendencia



Primero hay que ver como se pasa a esta tendencia bajista. En la gráfica 7, se ve como se pasa de una tendencia alcista a otra bajista. Este cambio se produce siguiendo el patrón hombro-cabeza hombro (gráfica 8).

Gráfica 8: Cotización de Tesla y líneas de tendencia



En la gráfica 8 hay tres líneas; la del medio, representa la base del cuello, y la de arriba dónde cortan los hombros, siendo lo que sale por encima la cabeza. Esta forma suele indicar que se pasa de una tendencia alcista a una bajista, dado que ya simplemente el hecho de que una corrección baje hasta la línea de apoyo anterior ya muestra una deceleración de la subida. Pero más preocupante es cuando además el precio vuelve a subir hasta la primera línea, la que separa hombros y cabeza, y de ahí no puede superar dicha línea de resistencia y vuelve a bajar a la línea de base del cuello. Cuando se llega a este punto, es cuando los analistas suelen vender, dado que suele indicar el inicio de una tendencia bajista.

Una vez analizado el cambio de tendencia, se va a analizar la bajada de la gráfica 7 y 8. Se ve como a finales de marzo, esta tendencia bajista llega a su mínimo, confirmando su finalización en mayo, cuando rompe con el anterior punto de resistencia, iniciando una tendencia alcista intermedia. Este cambio de tendencia parecía previsible, dado que se puede apreciar que los últimos dos mínimos están casi a la misma altura, teniendo casi una forma de inferior doble. El inferior doble es un patrón de cambio dónde los precios toman forma de “W”, mostrando que el último mínimo se ha quedado a una altura similar a la del previo punto de apoyo. Esto sugiere que la tendencia bajista se está frenando, y que el interés por comprar está superando a la presión por vender.

Otra tendencia intermedia durante esta etapa es la mostrada en la gráfica 9:

Gráfica 9: Cotización de Tesla y línea de tendencia



Cabe destacar esta tendencia de finales de 2016 a mayo de 2017 por su forma. Cumple con la forma de la Teoría de las Ondas de Elliott, la cual se explicará un poco más en

detalle más adelante. Básicamente esta teoría dice que el mercado se mueve siguiendo los números de la secuencia de Fibonacci (1,1,2,3,5,8,13...). Por lo tanto, cualquier tendencia alcista estará caracterizada por tres subidas y dos correcciones, y cada subida a su vez también tiene tres subidas y dos correcciones, y así sucesivamente. Se aprecia mejor este patrón si se cambia el gráfico de velas a líneas.

Gráfica 10: Cotización de Tesla y línea de tendencia



No es una forma exacta, sobre todo si se tiene en cuenta que se está midiendo el tiempo en semanas, y las pequeñas correcciones van a ser más difíciles de apreciar.

Durante este periodo, hay otras tendencias alcistas que se podrían tener en consideración, como la que ocurre entre 2016 y 2018 (gráfica 11). Pero esta tendencia, al ser de menor duración y los mismos puntos de soporte, no se va a considerar, dado que la principal elegida anteriormente para esta etapa es más representativa (gráfica 6).

Gráfica 11: Cotización de Tesla y líneas de tendencia



Unos meses más adelante, en noviembre de 2019 comienza una nueva tendencia alcista (gráfica 12). Esta tendencia, ya se ha visto en el tercer canal (gráfica 3) analizado anteriormente, pero ahora se van a ver las distintas tendencias existentes dentro de dicho canal.

Gráfica 12: Cotización de Tesla y línea de tendencia



De nuevo esta tendencia es demasiado empinada, y no parece que vaya a ser sostenible. En febrero de 2021, (gráfica 13) cuando comenzó a reflejarse en los mercados el pánico del comienzo de la pandemia, esta tendencia sufrió una bajada en lo que podía ser una corrección, dado que volvió a subir. En esta subida, con fecha de 3 de marzo, no fue capaz de superar la línea de resistencia de los 162 dólares, lo cual es un gran indicador de que hay un cambio en la tendencia. Efectivamente, tras no poder superar dicha resistencia, el valor inició una tendencia bajista de corta duración, rompiendo el 9 de marzo con la línea de apoyo, en lo que fue el primer Lunes Negro.

Gráfica 13: Cotización de Tesla y líneas de tendencia



Por lo tanto, se ve que la crisis del COVID, sí que provocó una ruptura de la tendencia alcista, contrario a la expectativa expuesta en la hipótesis inicial.

Una vez llegado al punto de apoyo de la crisis, es decir el mínimo que alcanzaron los precios durante esta tendencia bajista, se pasó a una tendencia alcista intermedia de recuperación:

Gráfica 14: Cotización de Tesla y línea de tendencia



Esta tendencia solo dura entre el 16 de marzo (el otro Lunes Negro, y dónde el precio llega a su mínimo), y el 15 de mayo, cuando se rompe con el apoyo y se pasa a otra tendencia alcista más moderada.

Gráfica 15: Cotización de Tesla y línea de tendencia



Entre julio y octubre (gráfica 15), se pasa de una subida más rápida a otra que se aplana un poco, debido a la incertidumbre creada por el split de acciones.

Si se mira detenidamente el último punto de apoyo de esta línea de tendencia (gráfica 16), se puede ver que los precios para ese día, el 29 de septiembre de 2020, bajan por debajo de la línea de tendencia. Para ver si esto se puede considerar como una ruptura o no de dicha tendencia, se atenderán a dos factores. Primero a si dos días seguidos los precios han cerrado por debajo de la línea, que este no es el caso. Y segundo, al criterio del 3%, es decir que si caída del precio ha sido un 3% por debajo de la línea de tendencia. En este caso, el precio llega a estar en 365, cuando la línea de tendencia está en 372. Haciendo una simple regla de tres, se obtiene que la diferencia porcentual es de 1,88%, por lo que se puede concluir diciendo que la ruptura no es significativa. Lógicamente la de mediados de octubre sí que lo es.

Gráfica 16: Cotización de Tesla y línea de tendencia



Haciendo un estudio de los puntos de apoyo y resistencia durante esta tendencia, se han obtenido las siguientes líneas:

Gráfica 17: Cotización de Tesla y líneas de tendencia



Se puede apreciar que todas las líneas pasan por puntos de apoyo o resistencia. Aquí habrá que atender de nuevo a la Teoría de la Ondas de Elliott, que como ya se ha explicado se basa en la secuencia de números de Fibonacci para explicar la forma y cuenta de las ondas (onda referido como una línea de subida o una corrección).

Figura 7: Ciclo completo de las Ondas de Elliott



Fuente: Google Imágenes

Pues bien, Elliott no solo usa la secuencia de Fibonacci para explicar el número de ondas, sino también para explicar las relaciones proporcionales entre estas. Por lo tanto, usando esta relación numérica entre ondas impulsoras (ondas 1,3,5, a y c), y las correctoras (ondas 2,4 y b), se creó una herramienta de análisis técnico que permite crear objetivos de precios, confiando en que las gráficas sigan dicha relación numérica.

Gráfica 18: Cotización de Tesla y líneas de tendencia



Por lo tanto, mirando la gráfica 18, las líneas establecidas de resistencia y apoyo parecen acercarse bastante a las líneas de Fibonacci. En cambio, cuando se utiliza la herramienta como tal se puede ver que hay cierto desvío, aunque por muy poco.

Gráfica 19: Cotización de Tesla y Fibonacci



Siguiendo adelante en la línea temporal, se ve como ya llegado el 2021, entre enero y febrero parece haber un cambio en la tendencia alcista que había habido hasta el momento, un cambio que se confirma en marzo, cuando se rompe con la línea de apoyo.

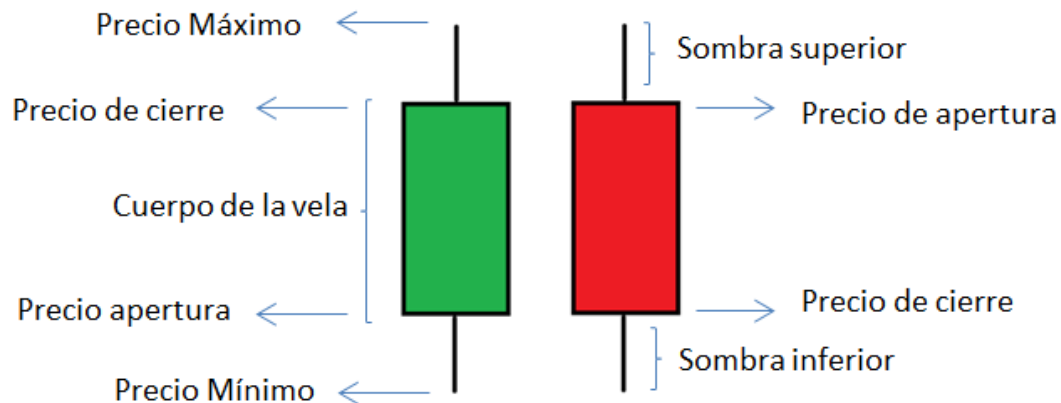
Gráfica 20: Cotización de Tesla y línea de tendencia



1.2 Velas japonesas

Las velas japonesas son un método de exponer la información sobre valores para su análisis gráfico. Hay otras técnicas, como las líneas o las barras. Para su análisis, hay que entender cómo es su forma y estructura, la cual se explica en la siguiente imagen:

Figura 8: Forma de velas japonesas



Fuente: Google Imágenes

Vista esta imagen, se entiende que el cuerpo de la vela muestra la diferencia entre el precio de apertura y cierre, siendo este verde si el precio ha subido o rojo si ha bajado. En cambio, las mechas o sombras muestran los precios máximos y mínimos alcanzados durante ese periodo de tiempo. En cuanto al tiempo, las velas serán representativas de la escala que se elija. Como se está haciendo un análisis técnico de distintas etapas bursátiles de Tesla, se usará mucho la medida de las semanas, aunque también se usarán medidas de días y de cuatro horas.

1.2.1 Días críticos

Lo primero que se va a analizar, van a ser los días cruciales de la crisis del COVID, y qué forma adoptaron sus velas.

- Lunes negro, 9 de marzo de 2020

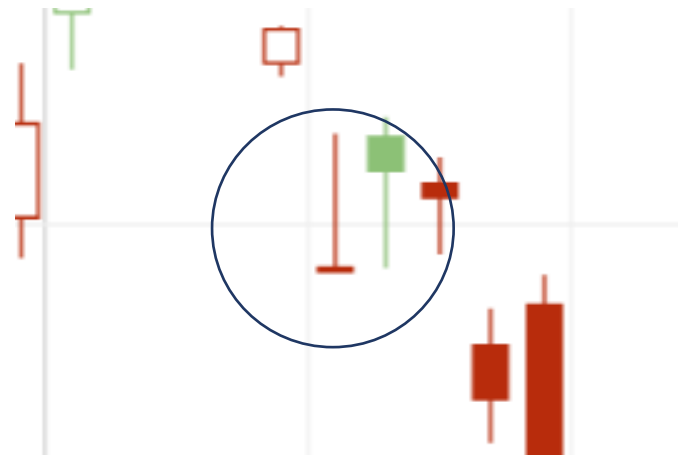
Este día se caracteriza por las fuertes caídas que sufrieron todos los mercados, siendo el primer día dónde hubo desplomes en el mercado debido al COVID. Lógicamente aquí se está usando una escala temporal de días.

:

Gráfica 21: Cotización de Tesla, velas japonesas



Gráfica 22: Cotización de Tesla, velas japonesas



Esta forma de vela, la mostrada en la gráfica 22, es muy característica, dado que tiene un cuerpo muy pequeño y una vela por encima muy larga. Esto significa que el precio de apertura y de cierre ha sido el mismo. Este tipo de velas se llaman velas Doji, y este

tipo más en específico se llama Doji lápida, que es muy característica de mercados bajistas.

- Jueves Negro, 12 de marzo de 2020

Gráfica 23: Cotización de Tesla, velas japonesas



Gráfica 24: Cotización de Tesla, velas japonesas



El mercado sigue siendo bajista y al haber mechas por ambos extremos, sigue habiendo incertidumbre, aunque se ve que fue peor la bajada del día siguiente.

- Otro Lunes Negro, 16 de marzo de 2020.

Gráfica 25: Cotización de Tesla, velas japonesas



Gráfica 26: Cotización de Tesla, velas japonesas



De nuevo, aquí se ve que sigue habiendo una bajada de los precios, aunque no con tanta incertidumbre como al día siguiente, ni una bajada tan acentuada como otros días.

1.2.2 Gaps

Gráfica 27: Cotización de Tesla y gaps



La gráfica 27, representa los precios de Tesla durante la crisis del COVID. Para esta época hay 7 “gaps” bajistas. Estos son momentos del mercado dónde no concuerdan los precios de cierre de un día y de apertura del siguiente, siendo el de apertura mucho más bajo. Normalmente esto ocurre cuando la oferta vendedora es tan grande, y la demanda tan pequeña, incluso cuando el mercado está cerrado, que los precios se van a forzar para abajo desde el primer segundo, causando que la apertura de mercado sea por debajo del precio anterior. En este caso, se debe al pánico creado por la caída de los mercados, y por tanto una demanda muy baja, y mucha gente que tras la tendencia alcista de los últimos meses prefiere vender antes de que los precios se derrumben. También se puede deber a la venta masiva de acciones por grandes tenedores de éstas.

En comparación con otras caídas, como la que sufrió Tesla entre enero y junio de 2019 (ver gráfica 28), esto son muchos gaps. Para dicha etapa solo hubo 5, y eso que se trató de una tendencia ascendente más larga. Esto se debe a que en tendencias tan largas y con tan poca pendiente el pánico vendedor no es tan grande, como en caídas de menor duración y tan acentuadas. Hay que apuntar que el número de gaps no suele ser un buen indicador de nada, aunque muchos gaps muy grandes en poco tiempo y en una tendencia bajista suelen mostrar que existe pánico en el mercado.

Gráfica 28: Cotización de Tesla y gaps



También se pueden analizar los gaps ascendentes, que son cuando la demanda por las acciones es tan grande, que se acumulan las órdenes de compra, sobrepasando la oferta, y forzando a que el mercado abra a un precio por encima del cierre anterior. Por lo tanto, es de interés identificar los gaps que han tenido lugar durante la subida meteórica de Tesla en el último año:

Gráfica 29: Cotización de Tesla y gaps



Se puede observar que tampoco ha habido tantos gaps ascendentes a lo largo de los primeros meses de recuperación. Esto se debe a que a pesar de que ha habido subidas en la demanda de manera constante, tampoco ha habido días con movimientos compradores muy fuera de lo normal.

1.3 Medias Móviles

La gran ventaja del uso de medias móviles es que, a diferencia del análisis gráfico, que es muy subjetivo, éstas usan criterios matemáticos objetivos que van a ser indicadores de compra o venta. La utilidad de la media móvil es que suavizan la línea que indica la capitalización, no hay movimientos bruscos, por decirlo de una manera “suavizan el ruido”. La media móvil es el promedio de un cierto bloque temporal, es decir, que, si se elige un bloque temporal de 25 días, la media móvil será el promedio de los precios en los últimos 25 días, y a medida que avanzas en el tiempo, siempre se cogerán los últimos 25 días, cambiando así la media móvil de día en día. El bloque temporal usado más comúnmente es de 10 días, aunque depende de lo que se busque, hay duración de medias mejores y peores. La gran ventaja de usar una media muy corta (5-10 días), es que se van a detectar antes las señales de un posible cambio de tendencia, pero por el otro lado van a dar muchas falsas señales. En cambio, con una media más larga, se va a tardar más en detectar dichas señales, pero van a haber menos señales falsas. Por lo que lo primero que se va a hacer es buscar una media móvil que haya sabido indicar bastante bien los futuros cambios de tendencia.

Usando una media móvil de 20 periodos, se ha obtenido la siguiente gráfica para la etapa del COVID:

Gráfica 30: Cotización de Tesla y medias móviles



Se puede observar, como con esta media se percibe relativamente pronto la señal de que se está entrando en una tendencia bajista. Aunque un periodo de 20 días es comúnmente considerado como uno largo y poco reactivo, se puede ver como aun así la corrección de la bajada del COVID (observar recuadro de gráfica 30) da una falsa señal de subida. Por el resto, dicha media móvil indica bastante bien los cambios de tendencia durante la crisis. Ciertamente es que siendo una media móvil menos reactiva, dará las señales de cambio más tarde, pero serán más fiables como se puede ver.

Gráfica 31: Cotización de Tesla y medias móviles



En febrero de este año, la media móvil elegida ha sido quebrada, indicando que, tras la tendencia alcista del último año, se estás pasando a una tendencia bajista (ver recuadros de gráfica 31). Más recientemente se han dado señales de recuperación, que puede indicar una ralentización en la tendencia bajista intermedia; el tiempo dirá.

1.3.1 Método de doble cruce

También se va a usar el método de doble cruce, que combina una media más corta con otra más larga, siendo de uso común las combinaciones 5 y 20 días, o 10 y 50 días, aquí se usará la última. Este método produce señales de compra, es decir de que se entra en una tendencia alcista, cuando la media más corta cruza por encima de la media más larga, y viceversa.

Gráfica 32: Cotización de Tesla y medias móviles



Atendiendo a la gráfica 32, se puede ver en el primer recuadro, como la línea roja (media corta de 10 días), cruza por debajo de la línea azul (media larga de 50 días), siendo una señal claramente vendedora. En cambio, en el segundo recuadro, se ve todo lo contrario, como la media más corta cruza por encima de la larga siendo esto una señal compradora, indicando el comienzo de una tendencia en alza de los precios.

Gráfica 33: Cotización de Tesla y medias móviles



En noviembre de 2020, se puede ver (gráfica 33) como durante la época de incertidumbre de los precios debido al split de las acciones, el método del doble cruce generó una falsa señal de venta que se corrigió a los pocos días.

De nuevo, se puede ver en la gráfica 34 el método de doble cruce ha dado una señal de venta, indicando el cambio en la tendencia alcista del último año. Aun así, es cierto que, tras el cruce, las medias parece que se están acercando de nuevo, indicando una posible recuperación.

Gráfica 34: Cotización de Tesla y medias móviles



1.3.2 Bandas de Bollinger

La última herramienta que se va a utilizar para el estudio de las medias móviles, son las Bandas de Bollinger. Con esta herramienta, se colocan dos bandas de fluctuación alrededor de la media móvil. Estas bandas estarán a una distancia de dos desviaciones típicas por encima, y dos por debajo de la media móvil. Se usan dos desviaciones típicas (que son un indicador estadístico que muestran la dispersión de valores alrededor de la media), para asegurarse de que el 95% de la información de los precios caerá entre las dos bandas. Por tanto, cuando los precios alcanzan alguna de las dos bandas, la inferior o la superior, esto suele ser una señal de compra o venta.

Gráfica 35: Cotización de Tesla y Bandas Bollinger



En la gráfica 35, se puede observar en el recuadro, que durante la crisis del COVID hubo una sobreventa de las acciones de Tesla, rompiendo incluso con la banda inferior. El ancho de las bandas también son indicador de volatilidad, siendo esta mayor cuanto más distancia haya entre las bandas. El mercado funciona con cambios de volatilidad intermitentes. Tal como refleja la gráfica, se pasa de periodos de baja volatilidad (bandas más estrechas), a otro periodo de mayor volatilidad durante la crisis (bandas más anchas), a de nuevo otro periodo de menor volatilidad cuando se consolida la tendencia alcista intermedia de recuperación.

1.4 Convergencia divergencia de la media móvil- MACD

Este indicador, llamado Moving Average Convergence Divergence, o MACD, combina el uso de medias móviles y de osciladores. Como ya se ha visto, las medias móviles son muy útiles, a la hora de detectar tendencias y posibles vueltas en éstas. En cambio, los osciladores, no funcionan muy bien para detectar tendencias, pero sí que son muy útiles para analizar la fuerza o “*momentum*” de éstas. Además, también son buenos indicadores de cuando van a ocurrir correcciones o consolidaciones de las tendencias. Los osciladores son un indicador que funciona mejor cuando el mercado no está en tendencia, es decir, cuando los precios están oscilando en un rango, que es la mayoría del tiempo. Por tanto, se ve que las medias móviles y los osciladores tienen usos distintos; bien, pues el MACD, usará lo mejor de ambas herramientas para construir una propia.

El MACD, está compuesto de tres elementos. Primero la línea principal (que de ahora en adelante será representada en azul), que se trata de la diferencia entre las dos medias móviles exponenciales de 12 días y de 26. La ventaja de las medias móviles exponenciales es que atribuye más peso, a los días más recientes, y a su vez, incluye en su cálculo la información de toda la vida del instrumento. Cuando la media de 26 y de 12 se crucen, la línea principal pasará por la línea cero. El segundo elemento, es la línea de señal (de ahora en adelante representada en rojo), que se trata de la media móvil exponencial de la línea principal, en un periodo de 9 días; es decir, suaviza en 9 periodos, la línea principal. Cuando la línea de señal cruce la línea principal, esto puede indicar pérdidas de fuerza de la tendencia, de una manera muy similar al método de doble cruce. El tercer y último elemento, será el histograma, que muestra la diferencia entre la línea principal y la de señal, es decir, la distancia entre ambas. Cuando la línea principal y la de señal se crucen, el histograma pasará por la línea cero. Se pueden apreciar todos los elementos en la gráfica 36.

Gráfica 36: Indicador MACD



Fuente: Elaboración propia con eToro

Ahora se van a ver las distintas señales que puede dar el indicador MACD. La primera de todas es cuando la línea principal cruza por la línea cero. Esto no es otra cosa que el método de doble cruce estudiado anteriormente, que señala potenciales cambios de tendencia.

La primera de las señales que se pueden obtener del MACD, es la pérdida de fuerza de las tendencias o posibles cambios cuando la línea principal cruza la línea cero. En la gráfica 37 se puede apreciar como durante la crisis del COVID, a fecha 9 de marzo de 2020, ambas medias móviles se cruzan, pasando la más corta por debajo de la más larga, y a su vez la principal cruza la línea cero. En este caso eso fue una señal del comienzo de una tendencia bajista que se recuperó muy rápido. Lo normal no es que se pase de subida a bajada tan rápidamente, suele haber una pérdida de fuerza de la tendencia previa. Este no es el caso dado que esta bajada de los precios se debe a una situación excepcional de crisis, no a una tendencia natural fruto de los ciclos bursátiles de la economía.

Gráfica 37: MACD y Cotización de Tesla



En la gráfica 38, se puede apreciar a la perfección los dos impulsos alcistas exponenciales de después de la crisis (recuadro 1, y 3), al igual que el periodo de incertidumbre entre ambos impulsos (recuadro 2). En dicho periodo de incertidumbre la línea de tendencia fue un buen reflejo de la pérdida de *momentum*, pero no sirvió para indicar un posible cambio de tendencia.

Gráfica 38: MACD y Cotización de Tesla



La gráfica 38 también representa muy bien como la segunda tendencia alcista de la etapa post-COVID, tuvo mucha más fuerza, algo que se ve representado en su

pendiente. En cambio, como ya se ha explicado anteriormente este tipo de tirones alcistas exponenciales no suelen ser sostenibles. De hecho, en la gráfica 39 se ve como en enero la tendencia empieza a perder fuerza, llegando en febrero a cruzar la línea cero. Este punto es de una gran incertidumbre, dado que no está muy claro si se trata de una consolidación o una mera corrección de la tendencia alcista, o sí por el contrario significa el comienzo de una nueva tendencia horizontal. Se puede apreciar como la línea principal vuelve a acercarse desde abajo a la línea cero, por lo que parece que no es el comienzo de una tendencia bajista. Esto se analizará en detalle más adelante, cuando se realice una predicción de como se moverá el precio de aquí en adelante.

Gráfica 39: MACD y Cotización de Tesla



El segundo tipo de señal que da el MACD que va a estudiarse es la de las divergencias. Las divergencias ocurren cuando la pendiente de la línea principal, y la pendiente de la tendencia de los precios son opuestas. Esto suele ser un indicador de la pérdida de fuerza de la tendencia de los precios, y por tanto se puede aproximar una posible consolidación o cambio de la tendencia.

En la gráfica 40, se puede apreciar que mientras los precios siguen subiendo (rectángulo 1), la tendencia generada por la línea principal y la de señal tiene pendiente negativa (rectángulo 2), acercándose más a la línea cero. En este caso se trató de una falsa señal, dado que, aunque sí que se frenó el ritmo de la subida de precios durante esa etapa, al

final no hubo una corrección o una bajada, sino que inició otra nueva tendencia alcista incluso más acentuada.

Gráfica 40: MACD y Cotización de Tesla



En cambio, en otro ejemplo, en la gráfica 41, se puede apreciar como en un rango cortoplacista este indicador funciona muy bien frente a posibles cambios, señalando la ralentización de la tendencia.

Gráfica 41: MACD y Cotización de Tesla



Se puede observar cómo efectivamente existe una divergencia entre las líneas del MACD y la de la tendencia bajista de precios. En este caso señala a la perfección la pérdida de *momentum*, dado que al acabar dicha tendencia bajista se pasa a una alcista. Este tipo de divergencias se denominan divergencias alcistas.

Por el contrario, un buen ejemplo de una divergencia bajista sería la de la gráfica 42. En ésta se puede apreciar como las líneas tienen pendientes opuestas, y finalmente esto acaba con que se frene la tendencia alcista a corto plazo, y de pie a una bajada de los precios en forma de corrección.

Gráfica 42: MACD y Cotización de Tesla



El tercer tipo de señales que puede proporcionar el MACD, son las que proporciona el histograma. Como se ha explicado anteriormente, el histograma es un medidor de la distancia entre la línea principal, y la línea de señal. La línea de señal no es otra cosa que una suavización en nueve periodos de la línea principal, por lo que de manera parecida al doble cruce va a proporcionar señales de posibles cambios de tendencia. Aun así, dado que la línea de señal se trata de una media móvil de tan solo 9 periodos, va a dar señales cortoplacistas.

En la gráfica 43, se puede apreciar a la perfección como los cruces del histograma por la línea cero, muestran cambios de la tendencia. En algunos casos, mostrará pérdidas de fuerza dando pie a consolidaciones o correcciones, y en otros casos vueltas completas de las tendencias cortoplacistas.

Gráfica 43: MACD y Cotización de Tesla



La primera línea (empezando por la izquierda) de la gráfica 43, indica una vuelta de la tendencia, pasando esta de ser bajista, a alcista, mientras que la segunda muestra una consolidación de la alcista, dando pie a una pequeña corrección.

1.5 Conclusiones

En este capítulo se han usado diversos métodos técnicos, a través de los cuáles se ha aprendido a sustraer e interpretar, la información contenida en las gráficas de precios. A través del uso de herramientas de complejidad diversa, se ha podido analizar los movimientos del precio en distintas etapas. Como se ha visto, **la hipótesis inicial**, ha de quedar rechazada, dado que la línea de apoyo del canal alcista quedó quebrada con la crisis. A pesar de esto, la recuperación fue rápida, y dio pie a un crecimiento bursátil sin precedentes.

La herramienta que se ha apreciado más útil ha sido **el MACD**. Esto se debe a su versatilidad, dado que este indicador proporciona buenas señales sobre los futuros movimientos del mercado en cualquier situación, independientemente de la volatilidad, del momento económico o de si se está en tendencia o rango.

CAPÍTULO 2-Ajuste de datos a funciones

El objetivo de este capítulo es la obtención de funciones que se aproximen lo máximo posible a una serie de datos recogidos. La función que mejor se ajuste a los datos será aquella cuyo error cuadrático sea el mínimo posible. Esto se valorará tanto visualmente, apreciando la cercanía de la función a los puntos, como a través del coeficiente “ R^2 ”, que es la varianza total de la variable estudiada que es explicada por la regresión, es decir medirá la bondad del ajuste. Este coeficiente se calcula restando a 1 la relación entre la suma de los cuadrados residuales (que es la variación que no es explicada por el modelo) y la suma total de los cuadrados (que es la variación total en el modelo). Se obtendrán resultados entre 0 y 1, estando la función mejor ajustada cuanto más se aproxime a 1 este valor.

$$R^2 = 1 - \frac{SS_{res}}{SS_{tot}}$$

Varianza residual

Varianza total

Para realizar este estudio, se han obtenido varias muestras de la cotización de Tesla, en distintas etapas a lo largo de su vida bursátil. A partir de ahí se ha realizado una regresión lineal a través de matrices, y luego se ha buscado otras posibles funciones más ajustadas con herramientas de Excel y Matlab.

Se ha dividido la línea temporal de los precios en tres etapas:

- La primera etapa: Pre-COVID
- La segunda etapa: Crisis del COVID
- La tercera etapa: Post-COVID

2.1 Primera etapa

Para la elección de esta primera etapa, no se han tenido en cuenta los primeros años de cotización de Tesla, dado que el precio tiene pocas variaciones, y no hay verdaderamente tendencias alcistas ni bajistas. El primer dato muestreado es del 24 de

noviembre de 2013, justo después de la primera gran subida de Tesla. Desde ese momento en adelante el precio se volverá más volátil, con mayores subidas y bajadas. Se ha finalizado esta primera etapa en el 19 de febrero de 2020, justo antes de que empiecen a decaer los precios debido al COVID. En este periodo de seis años y medio, se ha tomado una muestra de 60 precios distintos, eligiéndolos en base a que son momentos de interés, como máximos, mínimos, o gaps. (Véase el ejemplo del Anexo 3)

Una vez obtenida la muestra habiendo indicado la fecha y el precio, se ha elegido una medida de tiempo. Es muy importante, que para que la comparación sea relevante entre las tres etapas, se elija la misma medida de tiempo para todas, dado que, si se elige la medida de tiempo de días, la pendiente va a ser mucho mayor que si se elige horas. Esto se debe a que el coeficiente, es representativo del cambio que se produce en el precio, por cada unidad de tiempo, por lo que el coeficiente en días va a ser 24 veces mayor que el de horas, como ya se verá más adelante. Por lo tanto, se ha elegido la medida de horas para todas las etapas, transcurriendo en esta 54672, entre el primer y último dato de esta etapa. Una vez recolectados todos los datos de las variables que se van a usar para el estudio, tiempo y precio, se pasará a la optimización, es decir a buscar la recta que más se aproxime a los puntos. El primer método utilizado ha sido un cálculo matricial.

2.1.1 Cálculo matricial

Se ha partido de la fórmula: $Y = A + BX$, siendo X =tiempo e Y =precio, y se ha usado la expresión N , para mostrar el número de muestra que es 60.

Esta fórmula es igual a $\sum Y_i = A + B \sum X_i$

Y de forma matricial, se resuelve con la siguiente ecuación

$$\begin{bmatrix} N & \sum X_i \\ \sum X_i & \sum X_i^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum Y_i \\ \sum X_i Y_i \end{bmatrix}$$

Por lo tanto, para obtener los coeficientes A y B , únicamente se ha de hacer la inversa de la primera matriz, denominada M' y multiplicarla por la matriz de Y . Haciendo la

multiplicación de estas matrices, se obtienen A y B, que serán el punto de corte de la recta y su pendiente respectivamente.

M es igual a	60	2320896	3827,84	Σy_i
	2320896	1,04916E+11	161856412,8	ΣXY
M' es igual a	0,11549556	-2,55493E-06	Coeficientes	28,56624513
	-2,555E-06	6,60503E-11		0,000910797

Por lo tanto, los coeficientes son: **A=28,5662451** y **B=0,000910797**, siendo la ecuación de la recta de regresión:

$$y = 28,5662451 + 0,000910797x$$

Para apreciar la importancia de la elección correcta de la unidad temporal, también se ha realizado el cálculo matricial eligiendo una unidad temporal de días.

M es igual a	60	96704	3827,84	Σy_i	
	96704	182145724	6744017,2	ΣXY	
M' es igual a	0,11549556	-6,132E-05	Coeficientes	A	28,5662451
	-6,132E-05	3,8045E-08		B	0,02185913

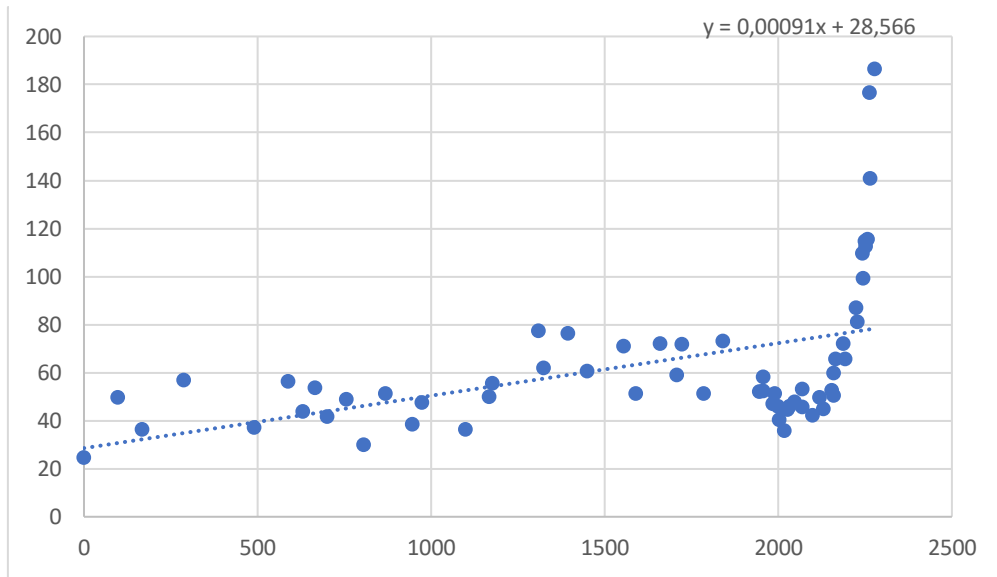
Los coeficientes obtenidos son: **A=28,5662451** y **B=0,02185913**.

Se puede observar que el coeficiente A, que será el punto de corte de la recta con el eje “y”, permanece igual, pero el coeficiente B, que es el representativo de la pendiente y por tanto del crecimiento por unidad temporal, es 24 veces mayor.

2.1.2 Cálculo con Excel

El cálculo con Excel se ha realizado de diversas formas. Primero directamente cogiendo todas las X, y todas las Y, y pintando una gráfica. Una vez pintada la gráfica, Excel da la opción de incluir una recta de regresión e incluir la ecuación, que en el caso de que se hubiese hecho bien el cálculo matricial, debería de dar igual, como es el caso.

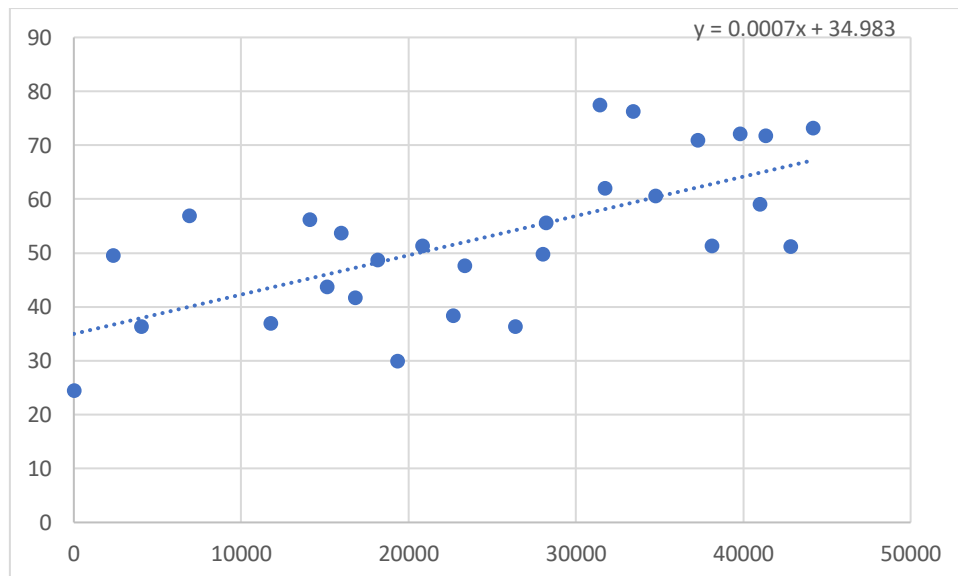
Gráfica 44: Regresión Pre-COVID



Fuente: Elaboración propia con Excel

Para este caso, visualmente se puede apreciar que la recta obtenida, no parece muy ajustada, dado que en 2019 hay tendencia alcista exponencial y hay muchos puntos que se alejan mucho de la recta. Por esto, parece interesante obtener las rectas por separado de los años anteriores a 2019, y de 2019 hasta el COVID.

Gráfica 45: Regresión para 24/11/2013-09/12/2018

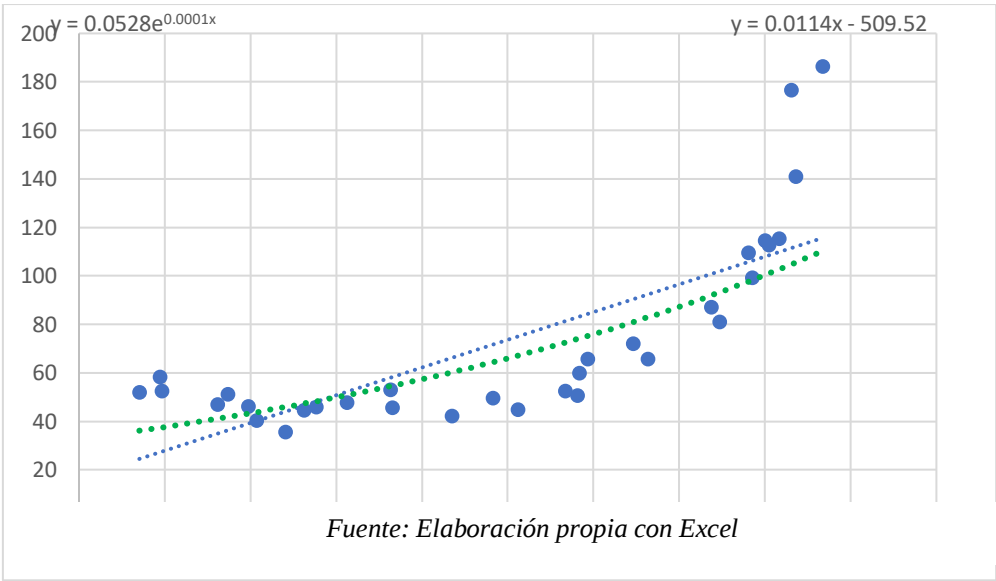


Fuente: Elaboración propia con Excel

Como se puede ver, en esta gráfica la recta de regresión parece mucho más ajustada, además la ecuación obtenida, $y = 0,000729x + 34,983$ es muy similar a la de toda la

etapa Pre-COVID. La gráfica de 2019 hasta el comienzo del COVID es muy distinta, y tiene esta forma:

Gráfica 46: Regresión para 24/03/2019-19/02/2020



Es interesante analizar esta gráfica, porque tiene una forma de crecimiento curvado, por lo que habrá que ver cuáles son las funciones que mejor se ajustan a una forma así. Con Excel se han obtenido dos ecuaciones, la polinómica normal (en azul), con fórmula $y = 0,0114x - 509,52$, y una exponencial (en verde), con fórmula $y = 0,0528e^{0,0001x}$. Visualmente, ninguna de las dos líneas parece ser la óptima, por lo que más adelante con Matlab se analizará como de precisas son estas regresiones.

A través de Excel, también se ha resuelto el problema de optimización usando el complemento del software ‘Análisis de datos’. Aquí hay una opción que es la de ‘Regresión’ de una serie de datos, con la cual se obtendrán los coeficientes, y además un análisis sobre la calidad de la recta obtenida. (Véase el ejemplo del Anexo 2)

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0,45949705
Coeficiente de determinación R ²	0,21113753
R ² ajustado	0,19753646
Error típico	28,4438257
Observaciones	60

<i>Coeficientes</i>
28,5662451
0,000910797

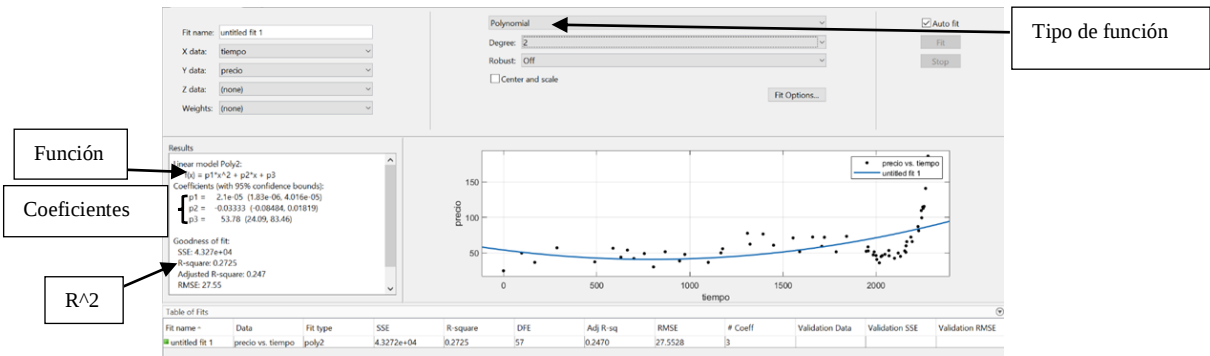
Como se puede ver, los coeficientes obtenidos son correctos, dado que son iguales a los obtenidos por el método matricial, y a través de la gráfica en Excel. En cuanto a las Estadísticas de la Regresión, lo que más interesa es el R^2 , que como ya se ha explicado antes, cuanto más cercano sea a 1 mejor será el ajuste. En este caso, lo que nos muestra este análisis es que la recta obtenida para toda la etapa Pre-COVID no está muy bien ajustada a los datos.

Por último, lo siguiente que se ha hecho con Excel, ha sido un análisis de los precios para obtener una estadística descriptiva de estos. Este análisis se ha hecho con un nivel de confianza del 95%, y se ha obtenido que, para dicho nivel, los precios oscilarán entre 55,5948414 y 71,9998253. (Véase el ejemplo del Anexo 6)

2.1.3 Cálculo con Matlab

A través del programa Matlab, se va a identificar cual es la función que mejor se ajusta a los datos. Lo primero, ha de ser introducir los datos de Excel en Matlab (Véase el ejemplo del Anexo 5). Antes de mostrar los resultados obtenidos, hay que saber dónde está la información dentro de las gráficas obtenidos en Matlab a través de la aplicación Curve Fitting.

Gráfica 47: Curve Fitting-Matlab

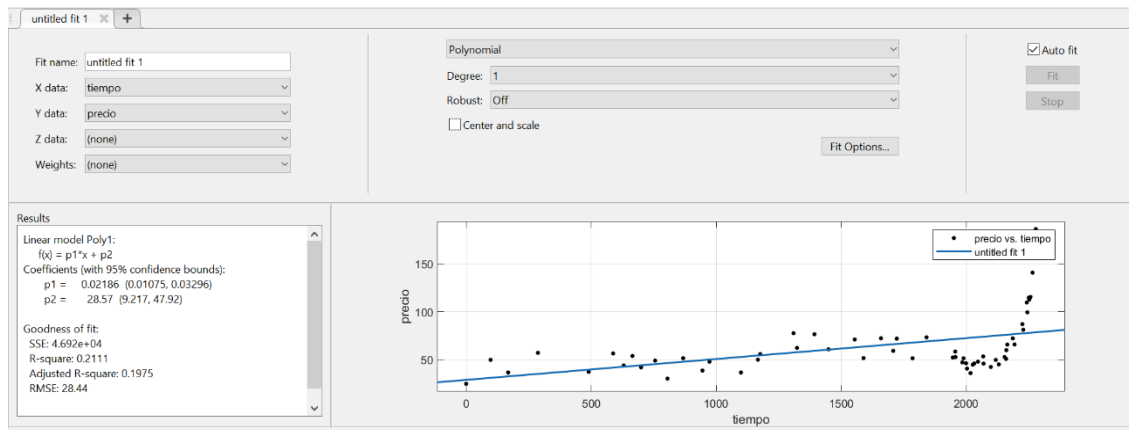


Fuente: Gráfica de Elaboración propia con Matlab

Para toda la etapa Pre-COVID, se han hallado las siguientes posibilidades:

a) Función polinómica de primer grado:

Gráfica 48: Curve Fitting-Matlab

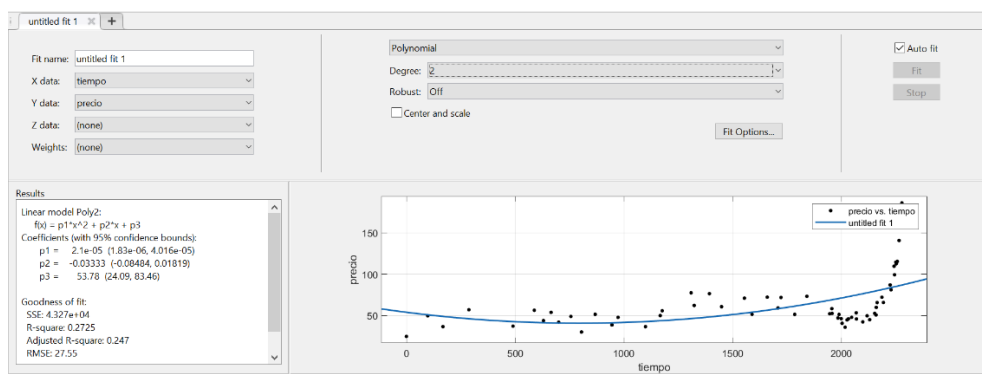


Fuente: Gráfica de Elaboración propia con Matlab

Como ya se ha visto antes, esta función tiene un R^2 muy bajo, por lo que el ajuste no es bueno. También se confirma que se han practicado bien todos los métodos anteriores dado que los coeficientes dan exactamente lo mismo.

b) Función polinómica de segundo grado:

Gráfica 49: Curve Fitting-Matlab



Fuente: Gráfica de Elaboración propia con Matlab,

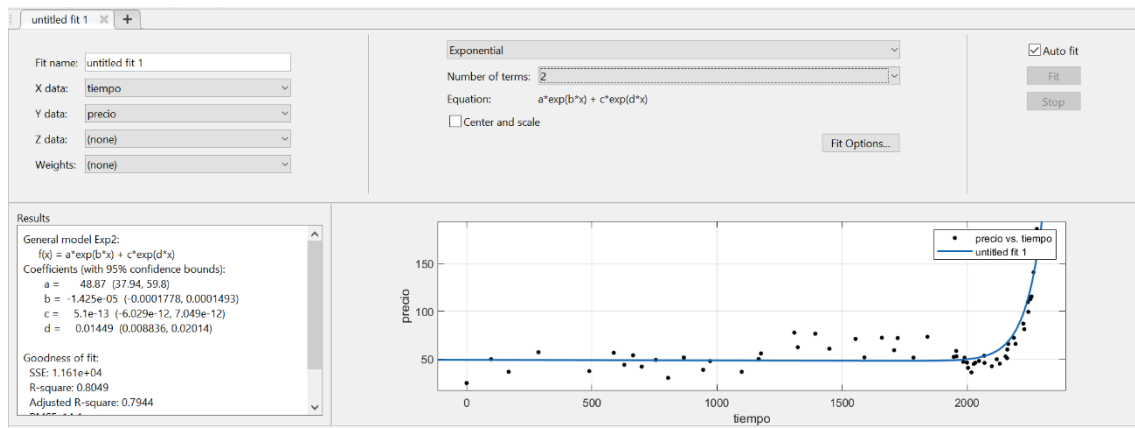
Aquí se va a usar una polinómica de segundo grado, dónde la ecuación sea:

$$y = 2,1e-05 \cdot x^2 - 0,03333 \cdot x + 53,78.$$

Si se atiende al R^2 , se puede ver que la función utilizada es más precisa, pero sigue siendo un ajuste malo, por lo que hay que seguir probando otras funciones en búsqueda de otra que se aproxime más.

c) Función exponencial con dos términos:

Gráfica 50: Curve Fitting-Matlab



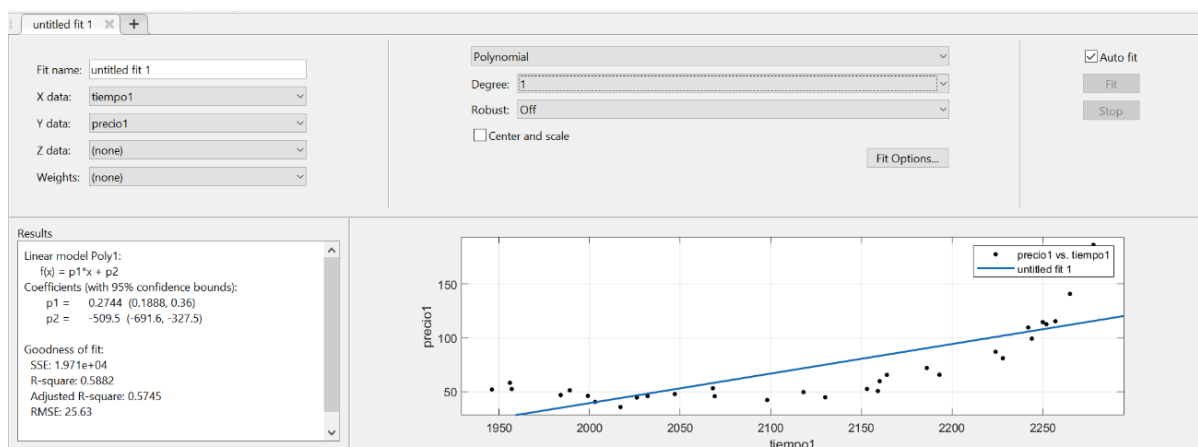
Fuente: Gráfica de Elaboración propia con Matlab

Aquí se ha usado una exponencial con dos términos, y así se ha obtenido un ajuste relativamente bueno, con un R^2 de 0,8049, que en comparación con el resto de ajustes es mucho mejor. Habiendo probado más funciones, como la Gausiana, o Fourier, finalmente se ha de concluir, que, para la primera etapa, esta es la función más ajustada que va a poder obtener.

Para 2019, debido al interés de la forma de la gráfica, se ha hecho lo mismo.

a) Polinómica de primer grado:

Gráfica 51: Curve Fitting-Matlab

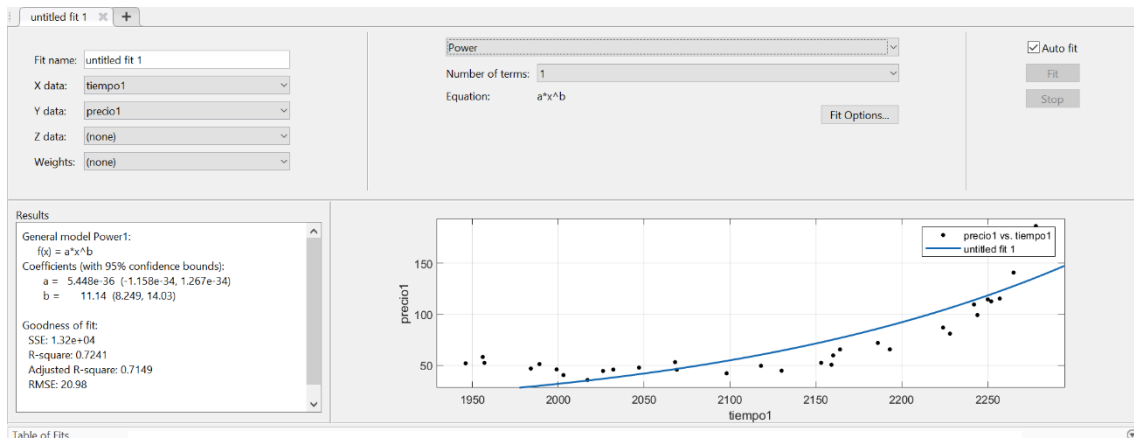


Fuente: Gráfica de Elaboración propia con Matlab

Se puede apreciar que no es un buen ajuste. Como ya se ha visto, visualmente no se acerca lo suficiente a los puntos, y su R^2 es demasiado bajo.

b) Función potencia:

Gráfica 52: Curve Fitting-Matlab

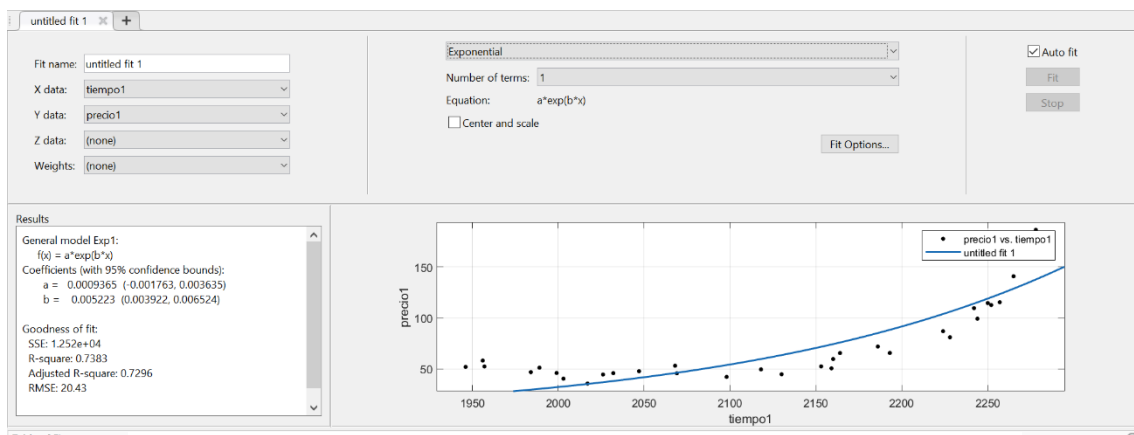


Fuente: Gráfica de Elaboración propia con Matlab

La función potencia, se expresa como, $f(x) = ax^n$. Pretende que se pueda observar la influencia de los parámetros a y n sobre la curva $f(x)$. Aquí, aunque el ajuste sea algo mejor, sigue sin ser lo suficientemente preciso.

c) Función exponencial:

Gráfica 53: Curve Fitting-Matlab

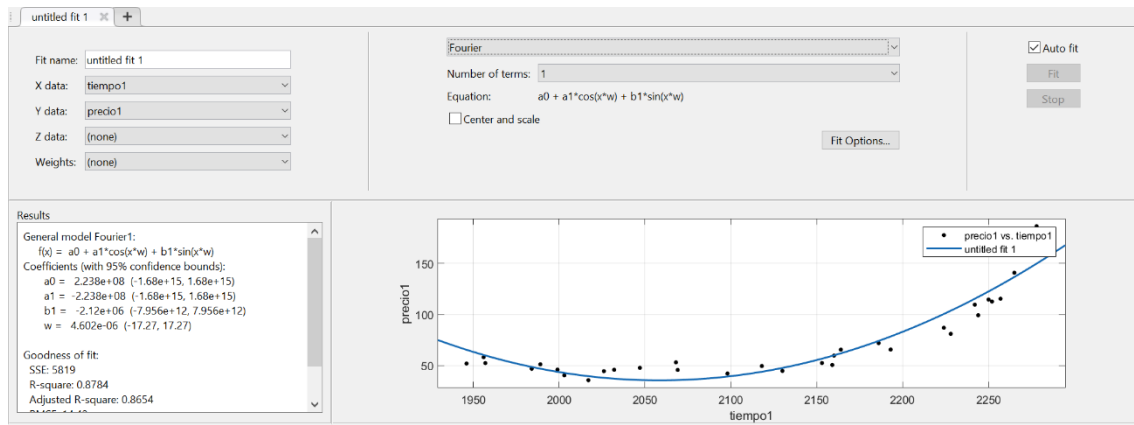


Fuente: Gráfica de Elaboración propia con Matlab

La función exponencial es aquella en que la variable independiente x aparece en el exponente y tiene de base una constante a , además es siempre continua, y cóncava. Entre esta y la potencial, da una forma muy parecida, aunque el ajuste usando esta función es levemente mejor.

d) Transformada discreta de Fourier:

Gráfica 54: Curve Fitting-Matlab

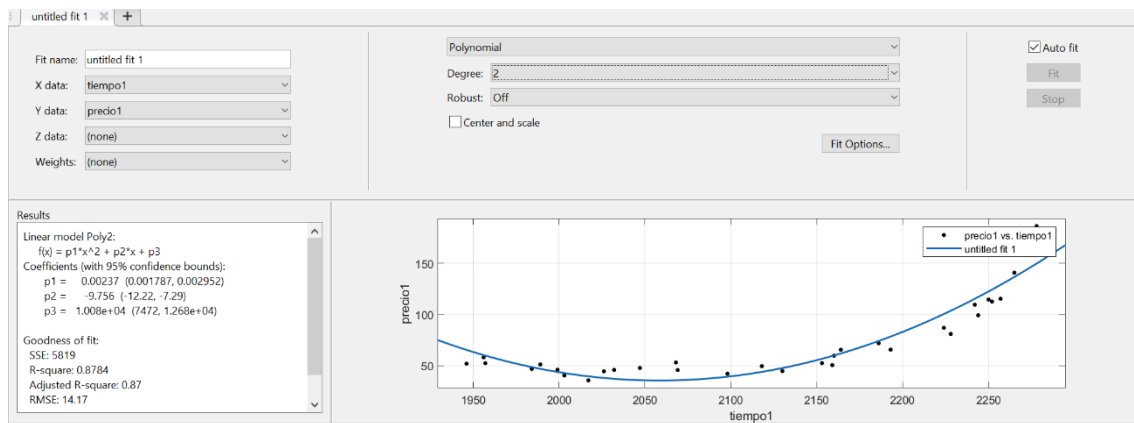


Fuente: Gráfica de Elaboración propia con Matlab

El análisis de Fourier va a permitir representar una función representativa de la forma que toman las ondas. Crea una función discontinua a partir de la suma de funciones continuas. Este ajuste es mucho mejor, y la línea parece ajustarse bastante a los puntos.

e) Función polinómica de segundo grado:

Gráfica 55: Curve Fitting-Matlab



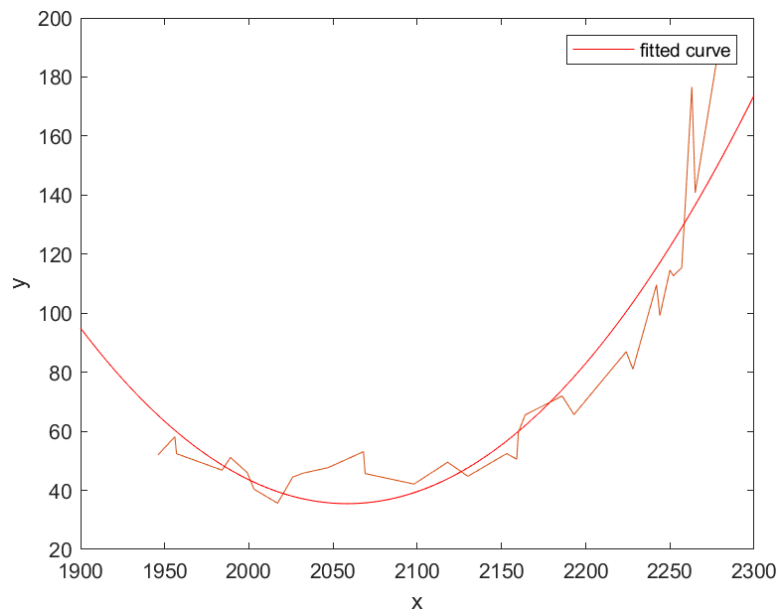
Fuente: Gráfica de Elaboración propia con Matlab

Esta es la función con el R^2 más alto junto con la de Fourier. La ecuación final por lo tanto será:

$$y = 0,00237 * x^2 - 9,756 * x + 1,008e+04$$

Representada gráficamente:

Gráfica 56: Función polinómica de segundo grado-2019



Fuente: Elaboración propia con Matlab

2.2 Segunda etapa

Esta etapa abarca desde el 19 de febrero de 2020, que es cuando comenzó a caer el precio de Tesla, hasta, el 18 de marzo de ese mismo año, que es cuando Tesla alcanza su precio mínimo. Para este periodo de tiempo, se han recolectado 24 muestras, y aquí al ser un periodo más corto, se ha medido el tiempo transcurrido en horas. Como para la etapa anterior, se usarán los mismos métodos de aproximación.

2.2.1 Cálculo matricial

Para llevar a cabo una regresión lineal con matrices, se han de aplicar el método y fórmulas vistas anteriormente.

(numero de muestra)	24	8748 (sumatorio de tiempos)	3147 (sumatorio de precios)
	8748	4127504 (sumatorio de tiempos^2)	1014851,8 (sumatorio de tiempos*sumatorio de precios)
M'	0,18317928	-0,0003882	
	-0,0003882	1,0651E-06	
			Coefficientes
			182,461545
			-0,140841

Los coeficientes obtenidos son **A= 182,461545** y **B= -0,140841**

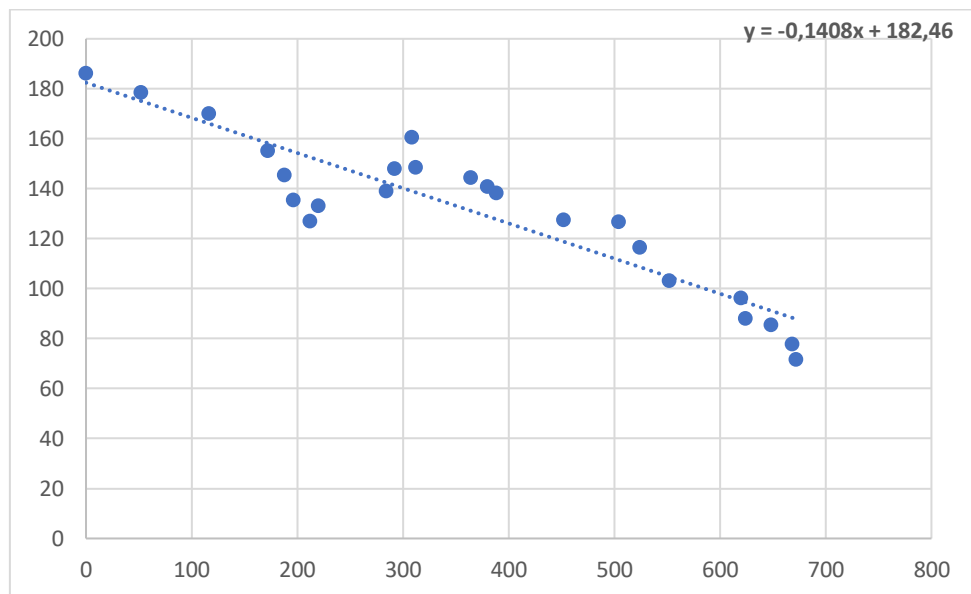
Por lo tanto, la ecuación obtenida a través del método matricial será:

$$y = -0,140841x + 182,461545$$

2.2.2 Cálculo con Excel

Como ya se ha explicado anteriormente, para el cálculo de la recta óptima a través de Excel, se han utilizado dos métodos. La gráfica obtenida es la siguiente:

Gráfica 57: Regresión Lineal- Crisis COVID



Fuente: Elaboración propia con Excel

Se puede apreciar que la ecuación generada por Excel tiene los mismos coeficientes que los obtenidos matricialmente. Visualmente la línea de regresión parece estar muy ajustada a los datos, aunque después con Matlab se verá si existen ajustes mejores.

Usando el complemento de análisis de datos, se han obtenido los siguientes coeficiente e información sobre la regresión realizada. (Véase el ejemplo del Anexo 2)

	Coeficientes
Intercepción	182,461545
Variable X 1	-0,140841

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0,91970302
Coefficiente de determinación R^2	0,84585364
R^2 ajustado	0,83884699
Error típico	12,4204332
Observaciones	24

Los coeficientes coinciden con los obtenidos anteriormente. En cuanto a la calidad del ajuste, el R^2 de dicha regresión es más bajo de lo esperado, y visualmente el ajuste parecía mejor.

También se han obtenido con Excel el rango en el cual oscilarán los precios con un 95% de confianza. Para esta etapa, dicho rango será entre 131,125 y 144,189733 dólares. (Véase el ejemplo del Anexo 6).

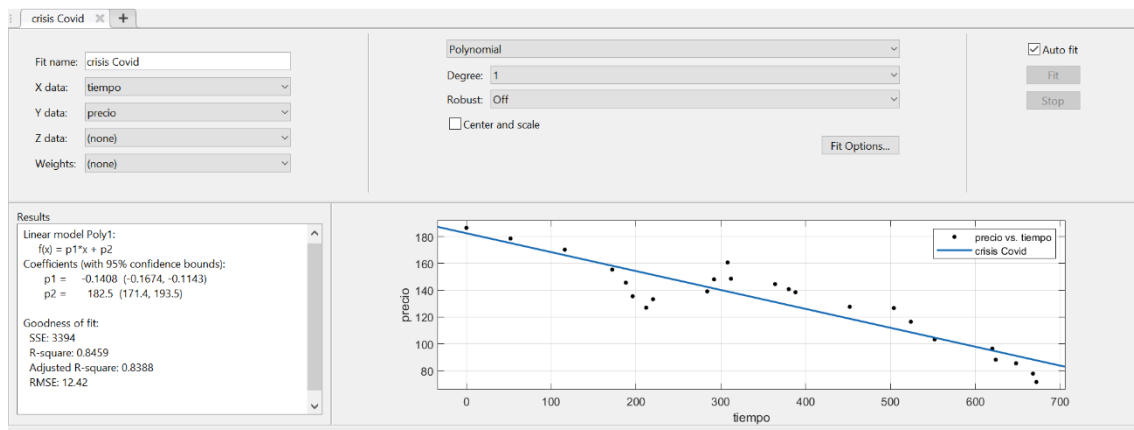
2.2.3 Cálculo con Matlab

Para esta etapa, también ha habido divisiones, y se ha realizado por separado un estudio de la etapa completa, y otro desde el 28 de febrero en adelante. Esto se ha hecho debido al interés de la forma de la recta en los distintos momentos de la etapa.

Para la etapa Crisis COVID completa, se han obtenido los siguientes datos con Matlab:

- a) Función polinómica de primer grado:

Gráfica 58: Curve Fitting-Matlab

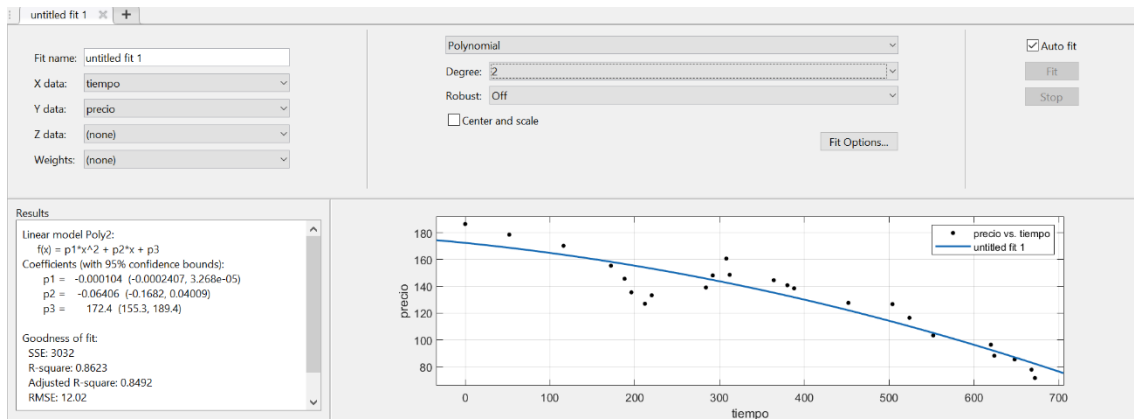


Fuente: Elaboración propia con Matlab

Como ya se ha visto en el ajuste realizado en Excel, esta función genera una recta que sí que se acerca a los puntos, pero no tanto como sería deseable.

b) Función polinómica de segundo grado:

Gráfica 59: Curve Fitting-Matlab

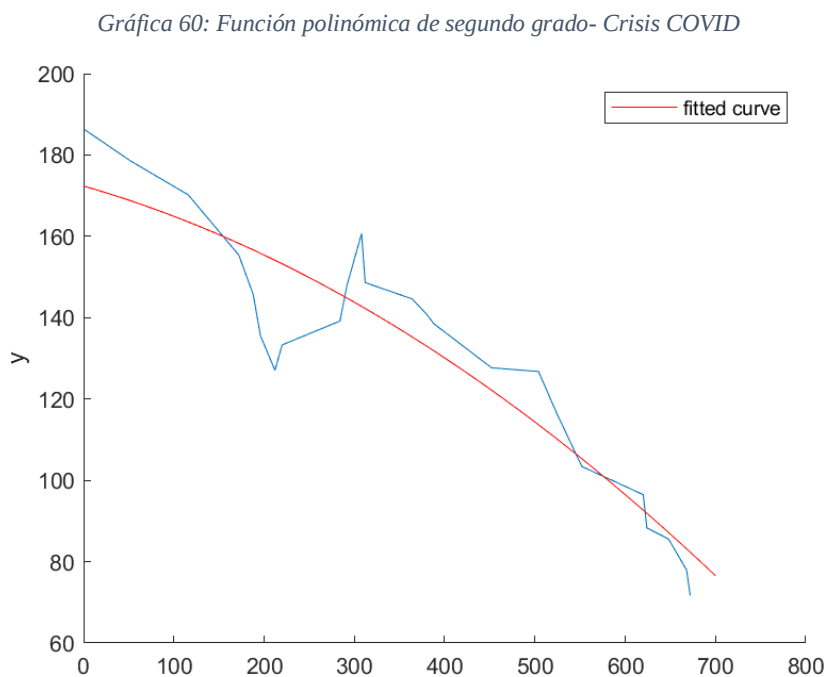


Fuente: Elaboración propia con Matlab

Esta función está levemente más ajustada, aunque su R^2 sigue sin ser tan alto como para ser considerado un ajuste óptimo. Aun así, no se ha encontrado ninguna función que se ajuste mejor. Por tanto, la ecuación será:

$$y = -0.000104 * x^2 - 0.06406 * x + 172.4$$

Representado gráficamente:

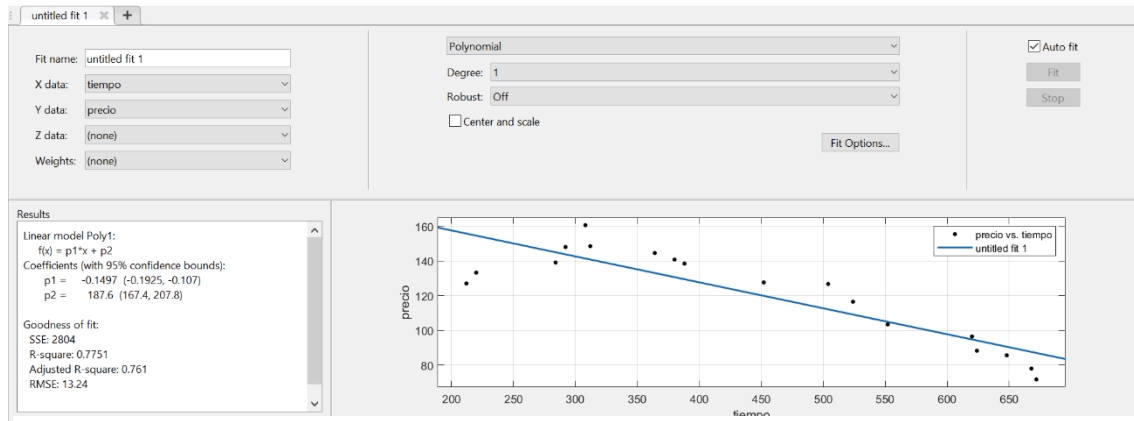


Fuente: Elaboración propia con Matlab

Para la subetapa entre el 28 de febrero y el 18 de marzo, se han obtenido los siguientes ajustes:

a) Función polinómica de primer grado:

Gráfica 61: Curve Fitting-Matlab

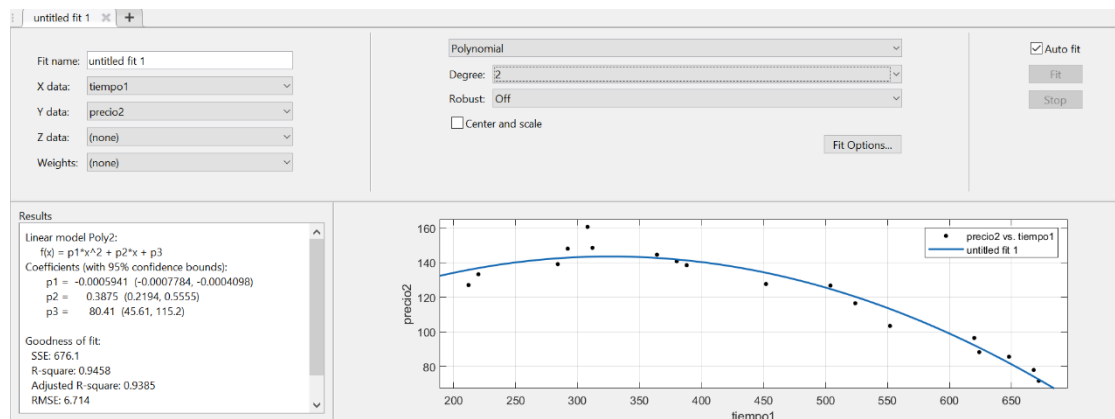


Fuente: Elaboración propia con Matlab

El R^2 no es muy alto, y visualmente también se puede apreciar que esta función no ajusta lo suficiente la línea a los datos.

b) Función polinómica de segundo grado:

Gráfica 62: Curve Fitting-Matlab

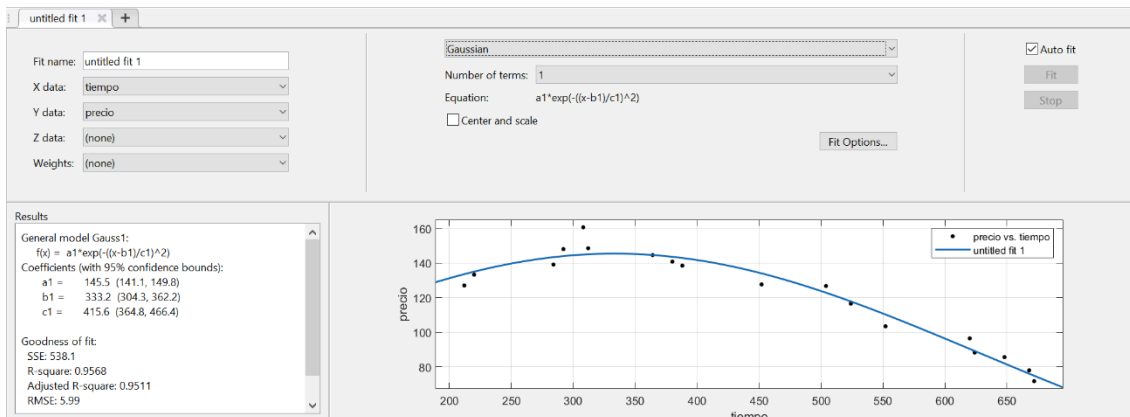


Fuente: Elaboración propia con Matlab

Esta función ajusta muy bien la curva a los datos, como muestra su R^2 de 0,9458. Aunque este sea un excelente ajuste, no es el mejor que se puede obtener para esta muestra de datos.

c) Función Gaussiana:

Gráfica 63: Curve Fitting-Matlab



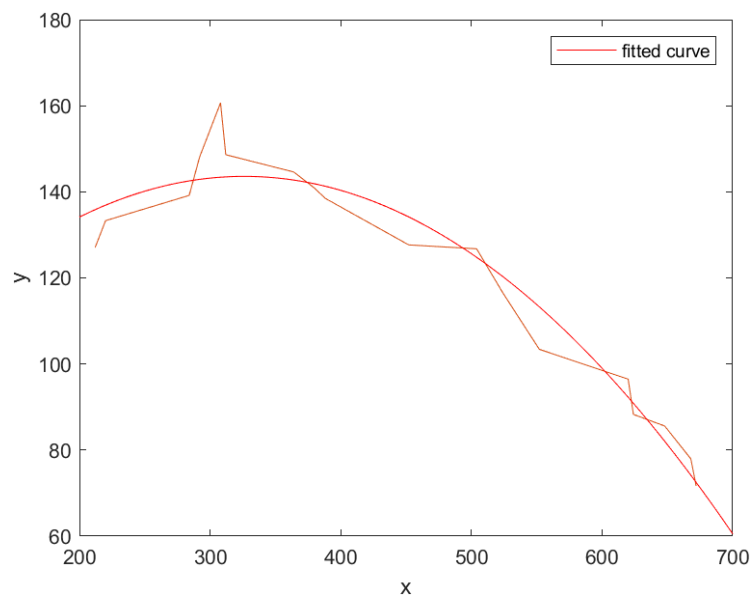
Fuente: Elaboración propia con Matlab

La función Gaussiana, es aquella que adopta una forma de distribución normal, que puede ser más o menos estrecha o alta dependiendo de los datos. Mediante la función Gaussiana se obtiene un ajuste con un R^2 de 0,9568. Lo único malo, es que la ecuación obtenida no es tan sencilla como la anteriores, siendo esta:

$$y = 145,5 + \exp(-((x-333,2)/415,6)^2)$$

Representada gráficamente:

Gráfica 64: Función Gaussiana- 28/02/202-18/03/2020



Fuente: Elaboración propia con Matlab

2.3 Tercera etapa:

Esta etapa va desde el 20 de marzo de 2020, cuando los precios estaban en mínimos, al 26 de enero de 2021, que es cuando finaliza la tendencia alcista. Esta etapa está caracterizada por tener la forma tendencia alcista-incertidumbre-tendencia alcista, por lo que lo interesante es hacer una regresión de toda la etapa y recuperación en general, y luego por separado de cada tendencia alcista. Para esta etapa el tiempo se ha medido en horas también, y se ha recogido una muestra de 31 precios. Como se ha hecho en todas las etapas anteriores se han usado tres herramientas distintas para realizar la aproximación.

2.3.1 Cálculo matricial

Se han aplicado las fórmulas explicadas en apartados anteriores, y se han usado los datos recogidos. (Véase el ejemplo del Anexo 3).

(numero de muestra)	31	80239 (Sumatorio de tiempos)	9744,28 (Sumatorio de precios)
	80239	408829835 (sumatorio de tiempos^2)	44554308,1 (Sumatorio de tiempos+sumatorio de precios)
M'	0,06556564	-1,287E-05	Coeficientes
	-1,287E-05	4,9716E-09	65,5543253 0,09611406

Por lo tanto, los coeficientes obtenidos son **A=65,5543253** y **B=0,09611406**.

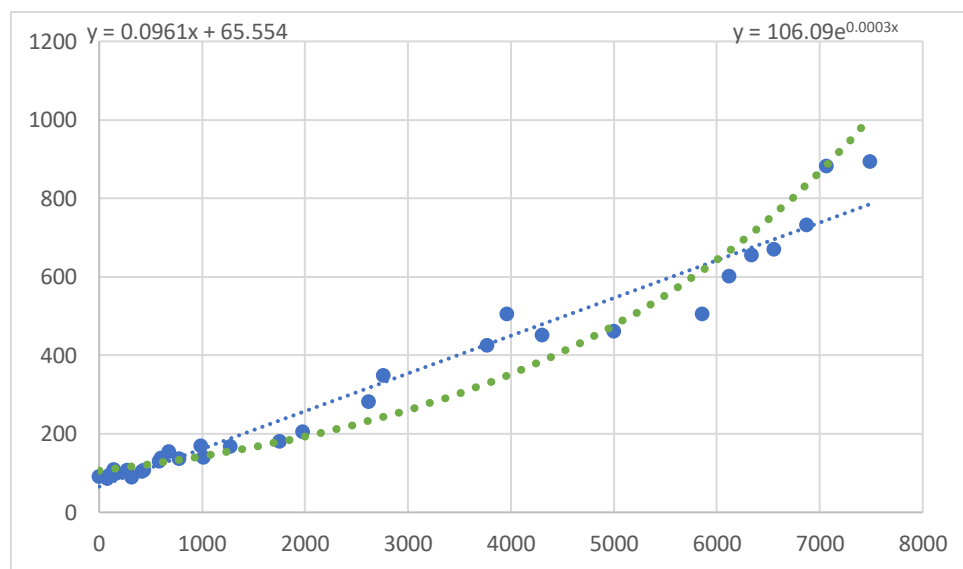
La ecuación que quedaría sería:

$$y=0,09611406x + 65,5543253$$

2.3.2 Cálculo con Excel

La gráfica obtenida para toda la etapa es la siguiente:

Gráfica 65: Regresión tercera etapa



Fuente: Elaboración propia con Excel

Visualmente, ambas rectas, tanto la polinómica de primer grado (azul), como la exponencial (verde), parece que están bastante bien ajustadas. La ecuación mostrada por Excel para la función polinómica coincide con la hallada a través del cálculo matricial: **$y = 0,0961x + 65,554$.**

Con el Análisis de datos se ha obtenido la siguiente información de la regresión realizada (Véase el ejemplo del Anexo 2).

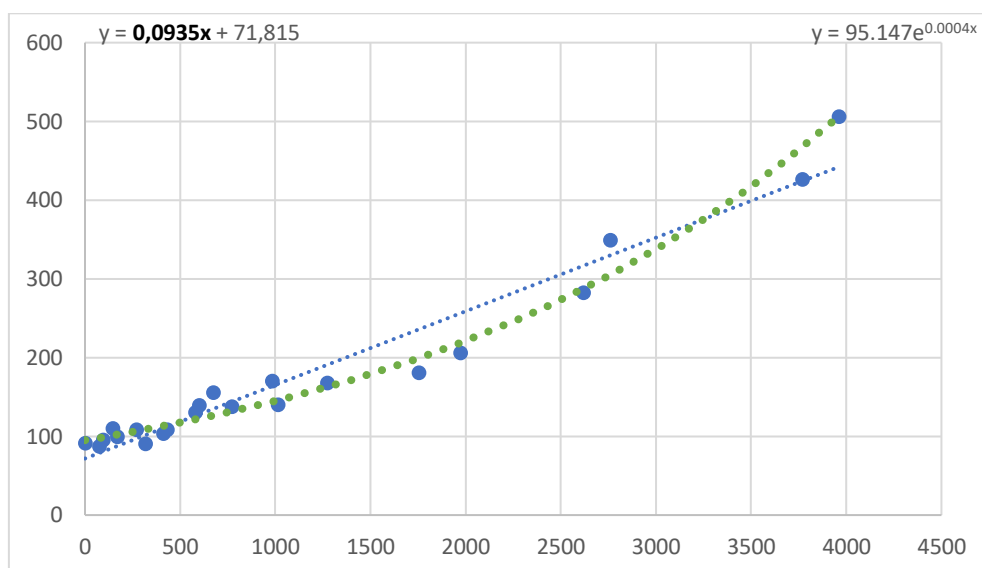
Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0,98109799
Coefficiente de determinación R ²	0,96255326
R ² ajustado	0,96126199
Error típico	49,9269238
Observaciones	31

Coefficientes
65,5543253
0,09611406

Efectivamente los coeficientes obtenidos coinciden con los obtenidos por los métodos anteriores. El R² confirma, que se trata de un ajuste excelente dónde el error cuadrático es muy pequeño.

La primera tendencia alcista tiene la siguiente representación gráfica:

Gráfica 66: Regresión para 20/03/2020-01/09/2020

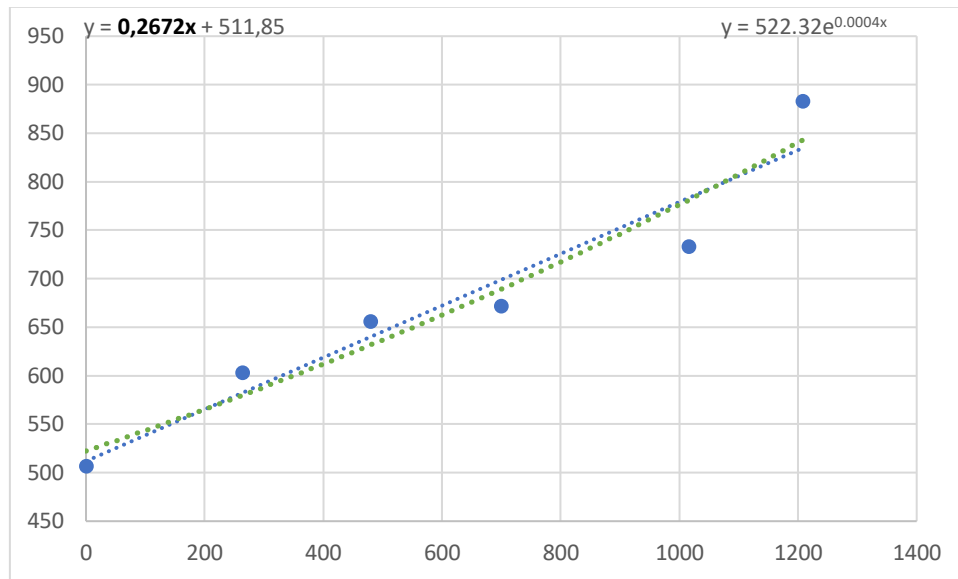


Fuente: Elaboración propia con Excel

En esta gráfica, ambas rectas también parece que son buenos ajustes. Comparando ambas, parece que la recta exponencial puede estar más aproximada a los datos, algo que ya se comprobará más adelante con Matlab. También hay que destacar que la pendiente de esta tendencia es inferior a la de la etapa, por lo que cabe predecir que la pendiente de la segunda tendencia alcista será bastante superior a la de esta.

Representación gráfica de la segunda tendencia alcista:

Gráfica 67: Regresión para 19/11/2020-08/01/2021



Fuente: Elaboración propia con Excel

Esta muestra es más pequeña que el resto por lo que será más difícil obtener resultados precisos. Aun así, visualmente la recta parece un buen ajuste, aunque se distancie un poco más en los datos posteriores. Efectivamente la pendiente de esta tendencia es casi tres veces más empinada que la de la primera, como se puede apreciar de los coeficientes resaltados en las 66 y 67, mostrando que se trató de una subida de los precios más acentuada.

2.3.3 Cálculo con Matlab

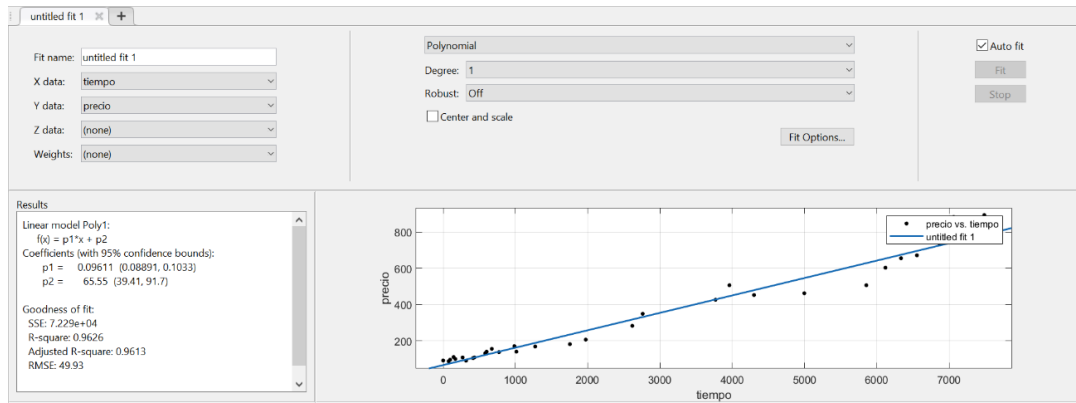
Se va a dividir en tres partes este estudio.

- Tercera etapa
- Primera tendencia alcista
- Segunda tendencia alcista

Tercera etapa:

a) Función polinómica de primer grado:

Gráfica 68: Curve Fitting-Matlab

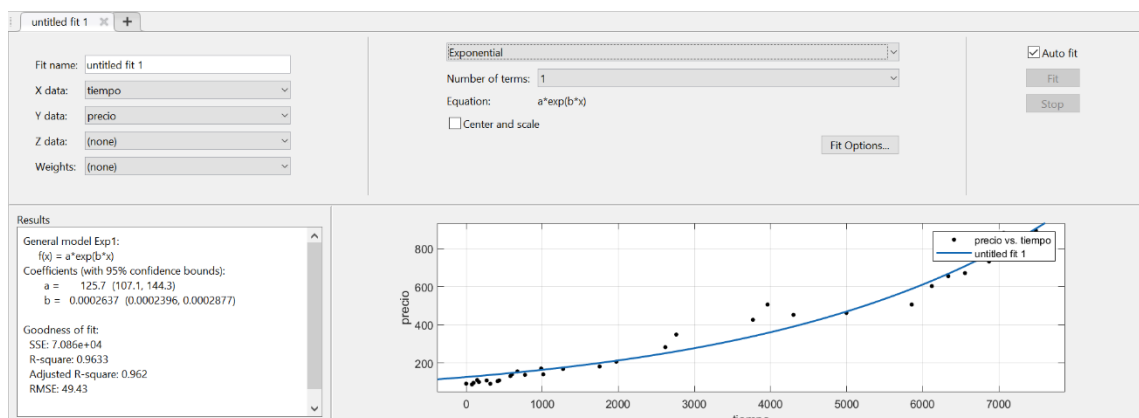


Fuente: Elaboración propia con Matlab

Efectivamente, Matlab confirma que el ajuste es excelente, con un R^2 altísimo. Solo cabe ver si se puede realizar un ajuste todavía más aproximado con otra función.

b) Función exponencial:

Gráfica 69: Curve Fitting-Matlab

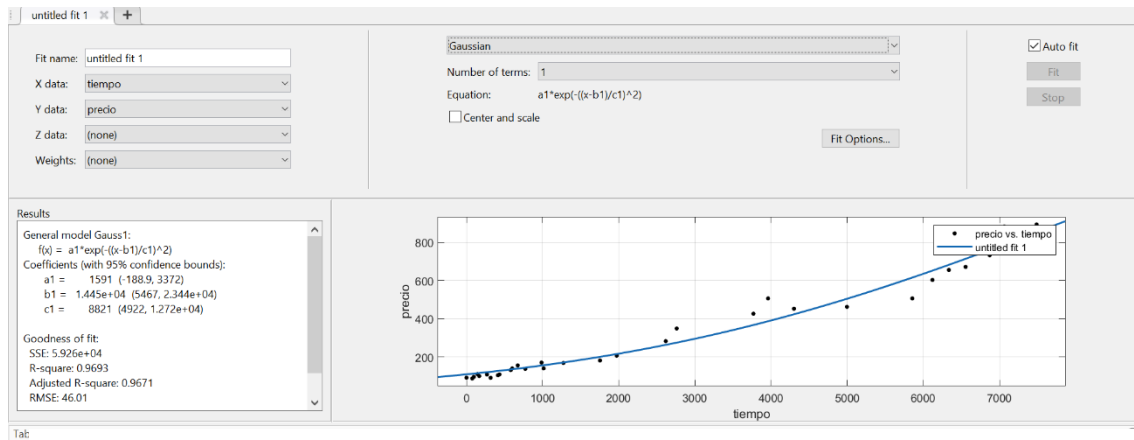


Fuente: Elaboración propia con Matlab

La función exponencial está levemente mejor ajustada que la polinómica de primer grado, como se puede ver reflejado en su R^2 .

c) Función Gaussiana:

Gráfica 70: Curve Fitting-Matlab

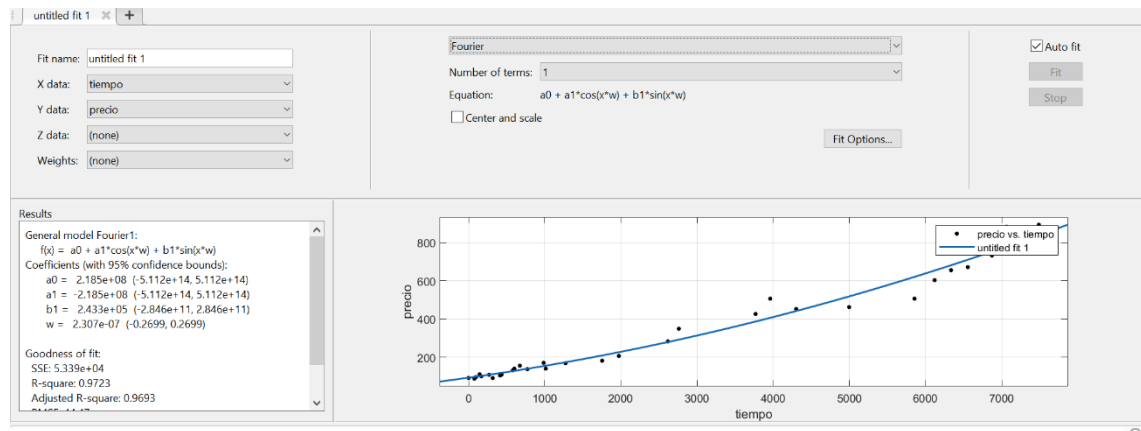


Fuente: Elaboración propia con Matlab

De nuevo, esta función está levemente más ajustada que las anteriores.

d) Análisis de Fourier:

Gráfica 71: Curve Fitting-Matlab

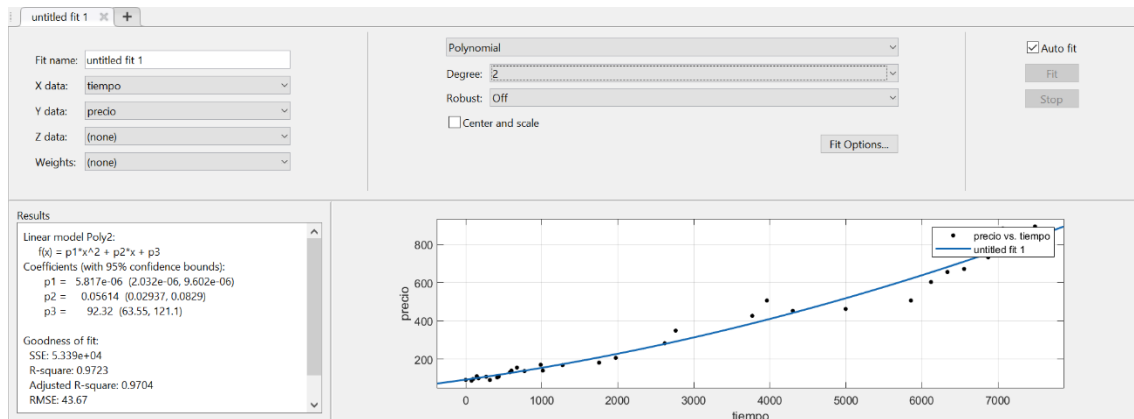


Fuente: Elaboración propia con Matlab

Otra vez, esta función ajusta mejor la recta a los datos.

e) Función polinómica de segundo grado:

Gráfica 72: Curve Fitting-Matlab



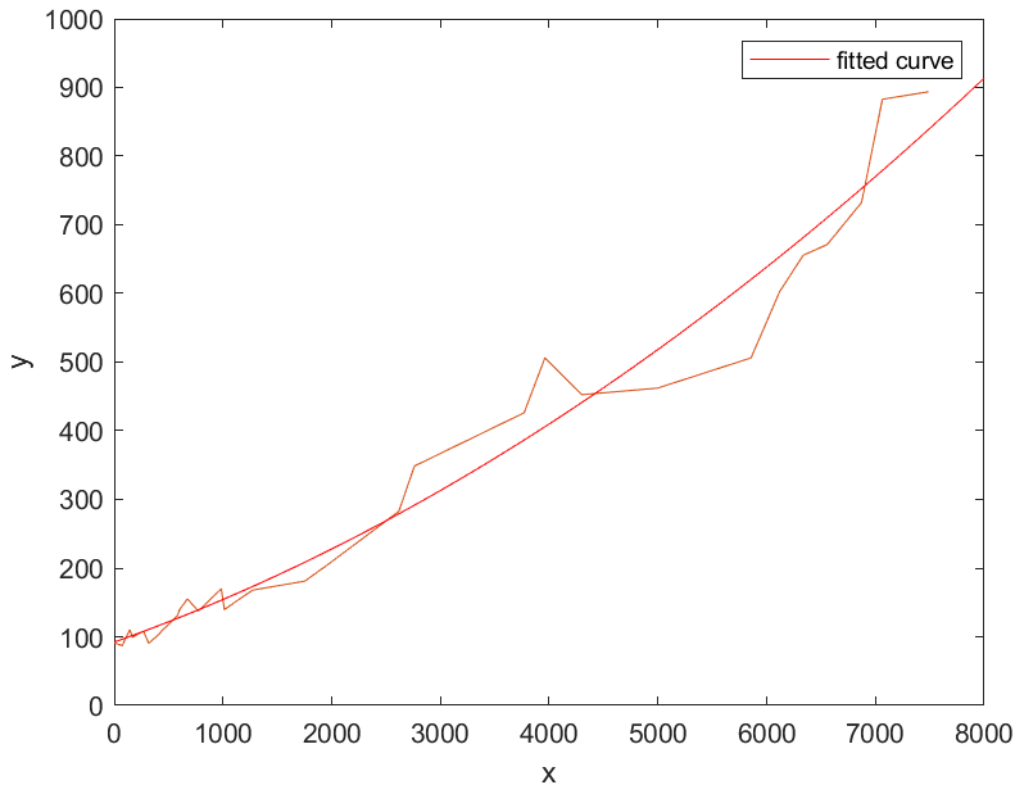
Fuente: Elaboración propia con Matlab

Tras haber estudiado todas las funciones disponibles en Matlab (excepto la de Interpolación, dado que siempre da un R^2 de 1), esta es la función que más se aproxima a los datos. La ecuación final será:

$$y = 5,817e-06x^2 + 0,05614x + 92,32.$$

Representación gráfica de la función más ajustada:

Gráfica 73: Función polinómica de segundo grado-Post-COVID

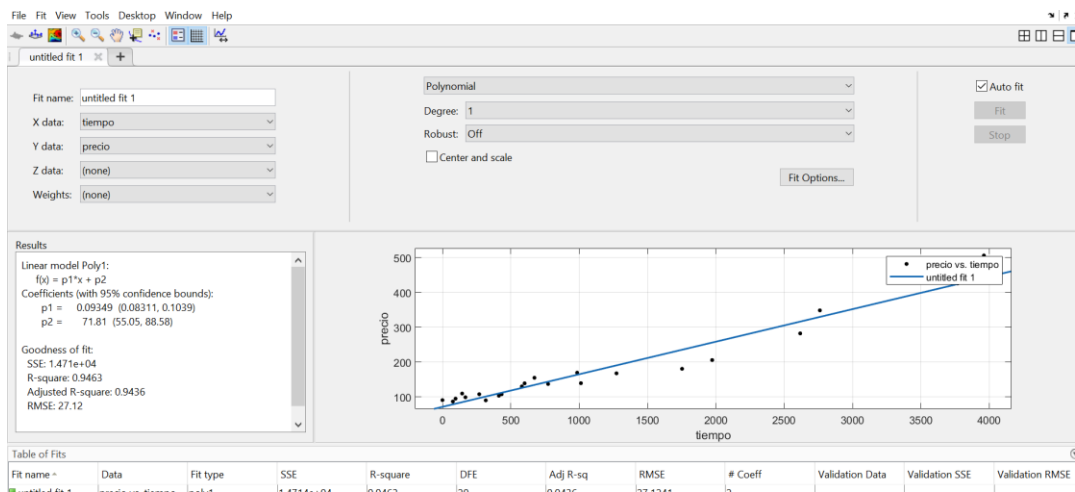


Fuente: Elaboración propia con Matlab

Primera tendencia alcista:

a) Función polinómica de primer grado:

Gráfica 74: Curve Fitting-Matlab

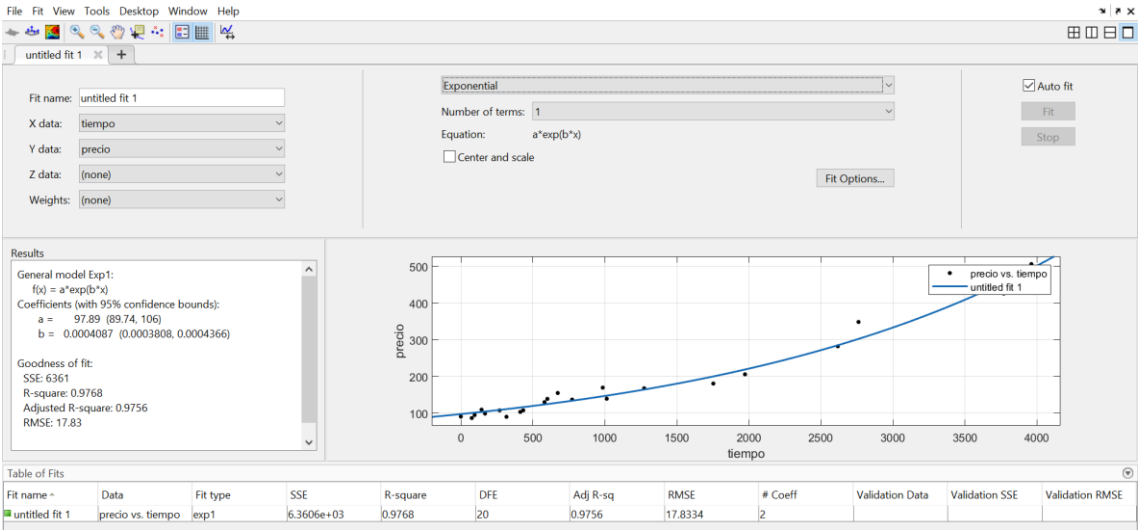


Fuente: Elaboración propia con Matlab

La función polinómica de primer grado se ajusta excelentemente a los datos, como se puede ver reflejado en el R^2 .

b) Función exponencial

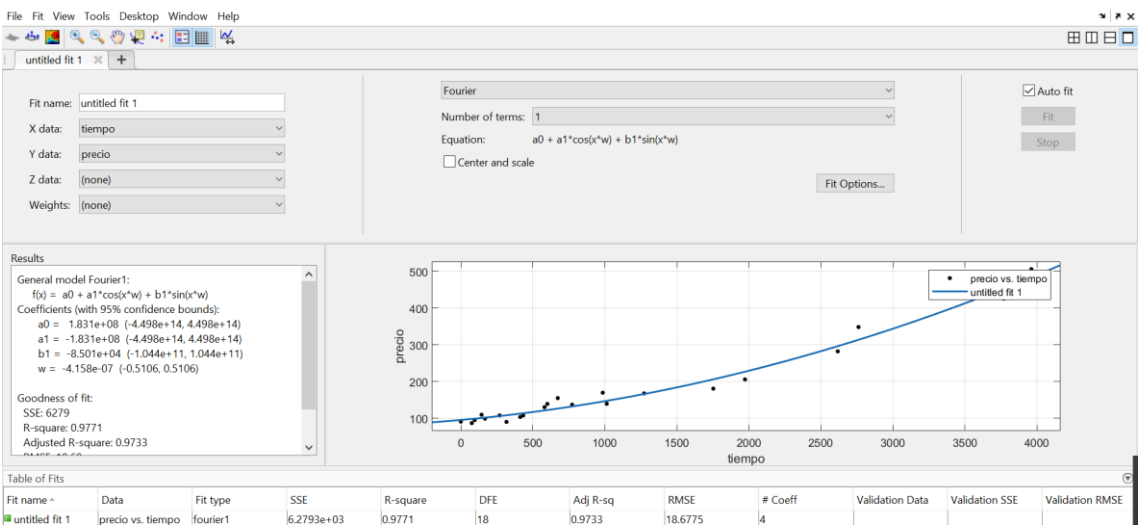
Gráfica 75: Curve Fitting-Matlab



Fuente: Elaboración propia con Matlab

c) Análisis de Fourier:

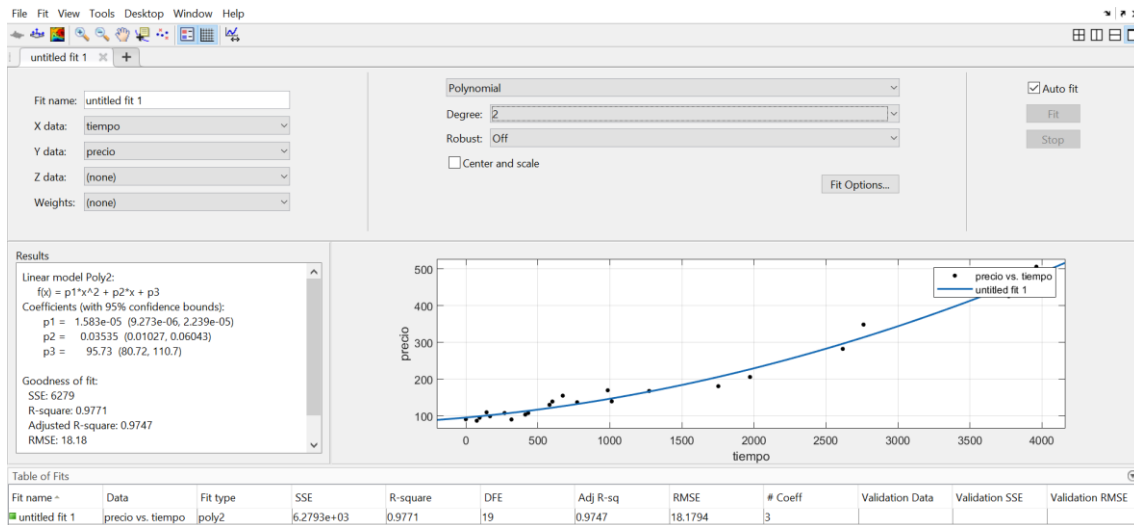
Gráfica 76: Curve Fitting-Matlab



Fuente: Elaboración propia con Matlab

d) Función polinómica de segundo grado:

Gráfica 77: Curve Fitting-Matlab



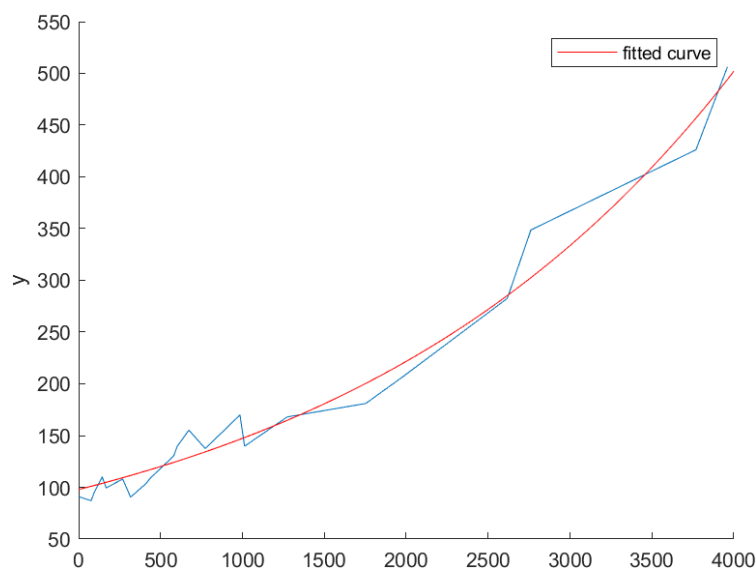
Fuente: Elaboración propia con Matlab

Tras ver como se ajustan las distintas funciones, finalmente la que mejor se ajusta a los datos es la función exponencial, como se había predicho por la aproximación visual a los datos en la gráfica generada con Excel. La función exponencial tiene un R^2 de 0,9768, el más alto obtenido hasta ahora. La ecuación por lo tanto será:

$$y = 95,147e^{0,0004x}$$

Representación gráfica de la función más ajustada:

Gráfica 78: Función exponencial-Primera tendencia alcista

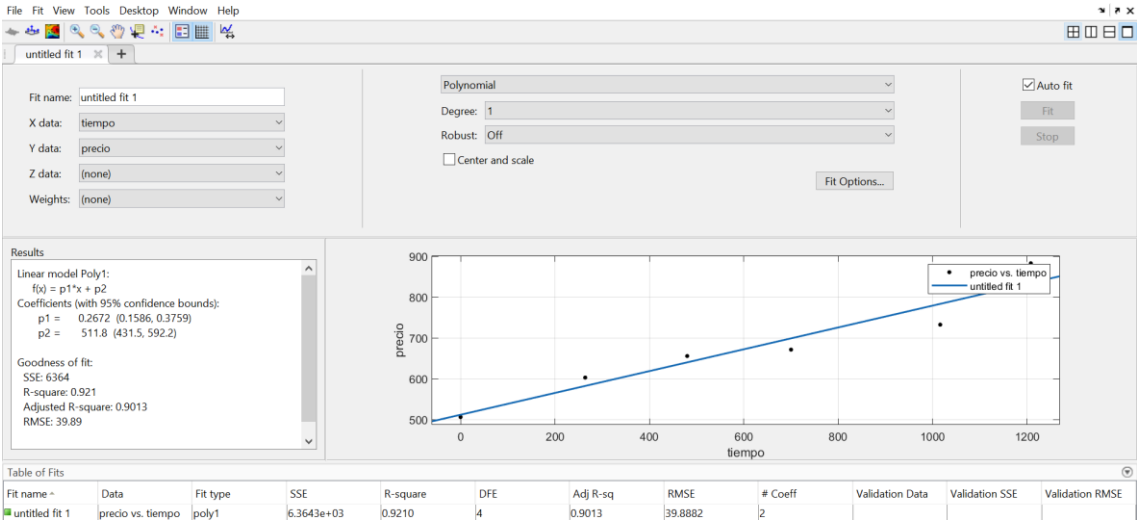


Fuente: Elaboración propia con Matlab

Segunda tendencia alcista

a) Función polinómica de primer grado:

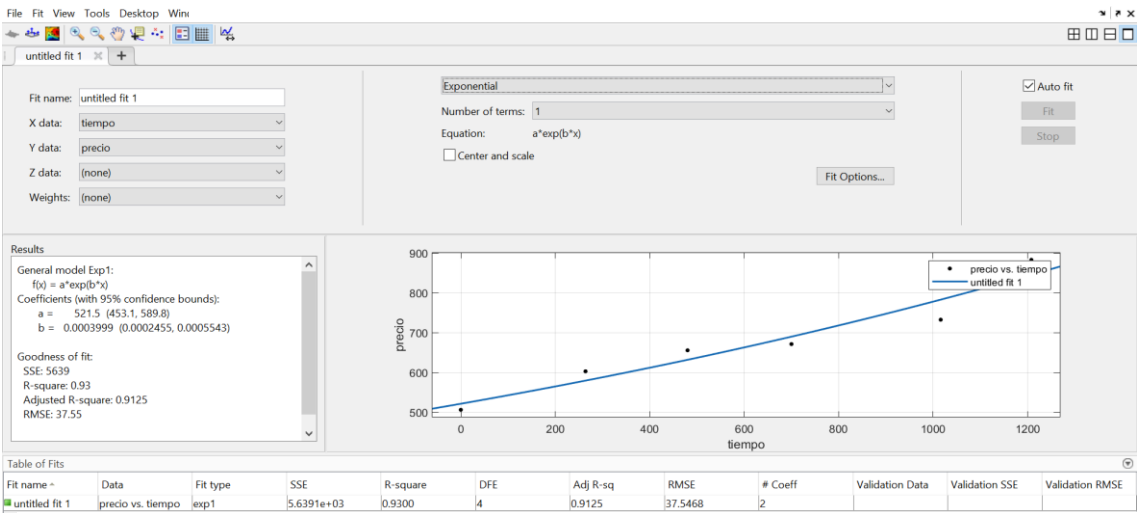
Gráfica 79: Curve Fitting-Matlab



Fuente: Elaboración propia con Matlab

b) Función exponencial:

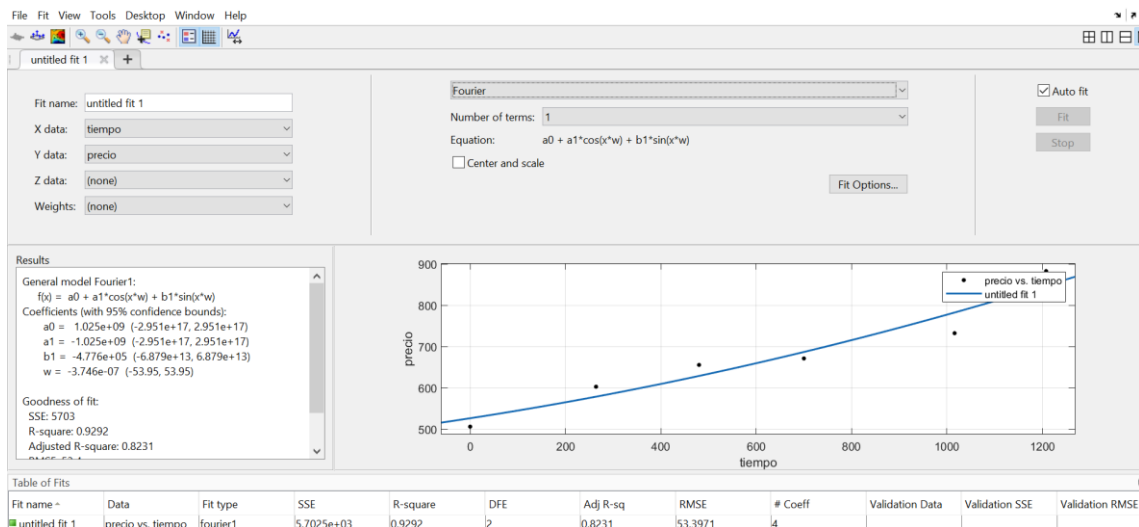
Gráfica 80: Curve Fitting-Matlab



Fuente: Elaboración propia con Matlab

c) Análisis de Fourier:

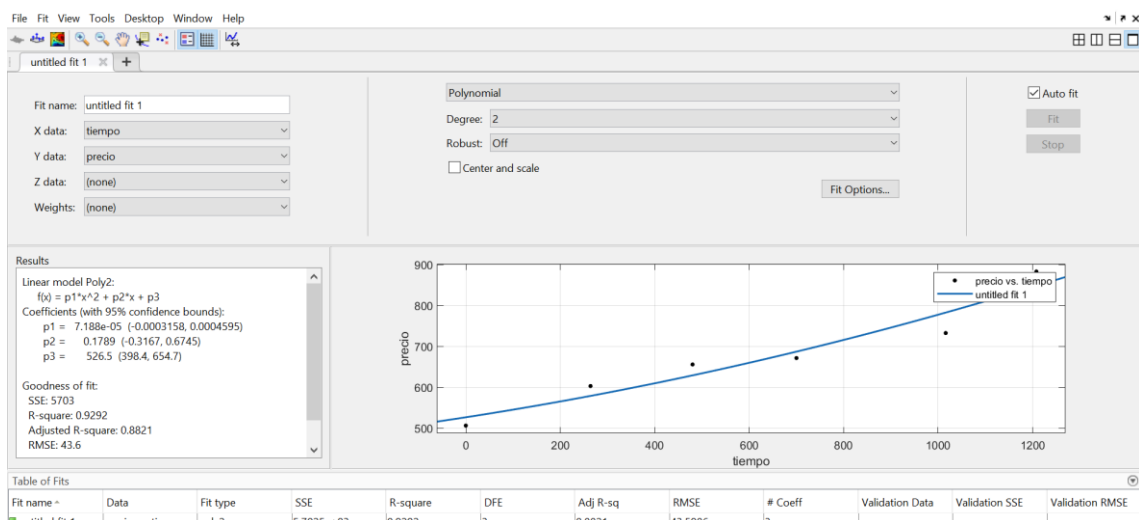
Gráfica 81: Curve Fitting-Matlab



Fuente: Elaboración propia con Matlab

d) Función polinómica de segundo grado:

Gráfica 82: Curve Fitting-Matlab



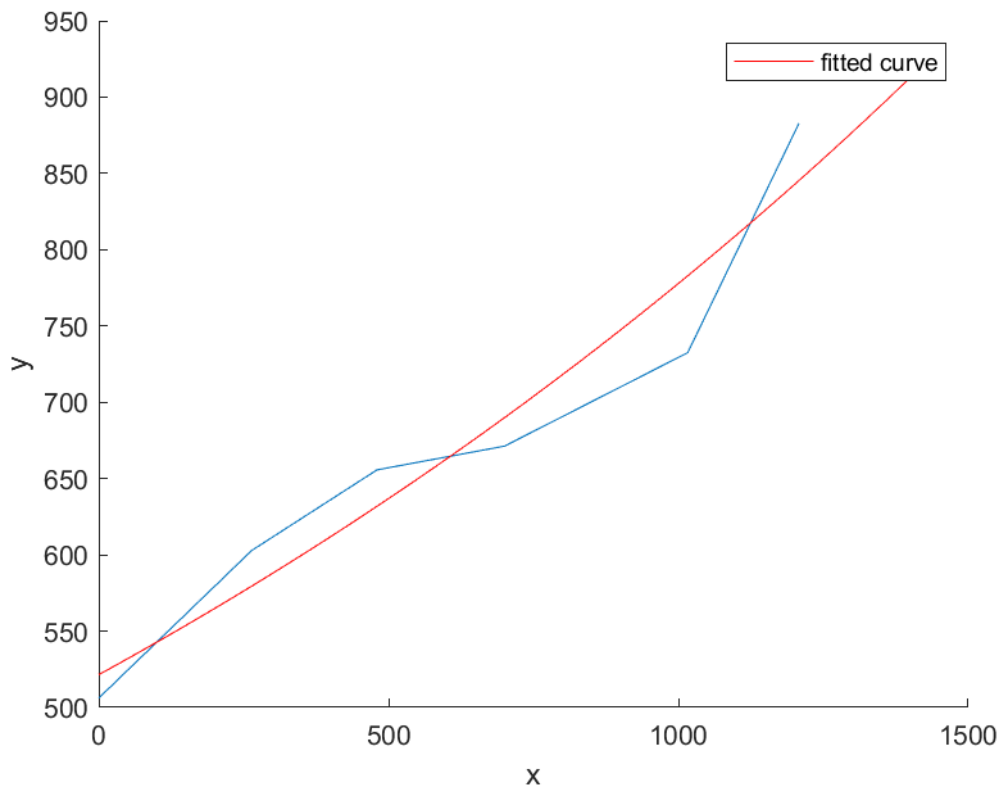
Fuente: Elaboración propia con Matlab

Para esta tendencia alcista, de nuevo es la función exponencial la que mejor se ajusta a los datos. Por lo tanto, la ecuación será:

$$y = 522,32e^{0,000399x}$$

Representación gráfica de la función más ajustada:

Gráfica 83: Función exponencial-Segunda tendencia alcista



Fuente: Elaboración propia con Matlab

2.4 Conclusiones

Para la primera etapa, la denominada Pre-COVID, en la cual hay un crecimiento muy pequeño, parece claro que la mejor función es la polinómica. Lógicamente, al no moverse el precio en línea recta, se ajustará todavía mejor **una polinómica de segundo grado**. Para la etapa de crisis, resulta interesante ver lo bien que se aproxima la función Gaussiana. Esto es debido a que se parte de un mínimo previo a una corrección, siendo el siguiente mínimo todavía más bajo, dándose así esa forma “arqueada” (ver gráfica 64, página 65). Para la tercera etapa, el rápido incremento en el valor de las acciones durante 2020, provoca que **la función exponencial** sea la que mejor se adapte a dicho crecimiento. Por norma general, salvo en casos dónde el precio es muy volátil, o se mueve en direcciones muy dispares, las funciones polinómicas de segundo grado se han ajustado bastante bien a los datos.

CÁPITULO 3- Análisis estadístico

En este capítulo se van a analizar dos cosas. Lo primero, será la probabilidad que hay de subida o de bajada de los precios de Tesla en las tres distintas etapas ya vistas. Y la segunda será comparar el comportamiento de Tesla en el último año a través de parámetros estadísticos con otras empresas del sector, y con valores relevantes como la cotización del petróleo.

3.1 Probabilidad de subida o bajada de precios.

En esta sección, se va a obtener una muestra de las distintas etapas, y se va a estudiar el número de velas rojas y verdes en cada una de las mismas. Las velas verdes representan subidas de precio, mientras que las rojas representan bajadas. Por lo tanto, una vez se han recolectado los datos, solo hay que contar el número de velas verdes o rojas, y dividirlo por la muestra. Esto nos dará la proporción que hay de cada una. Esta proporción, se tomará como la probabilidad de que el precio suba o baje si elegimos un momento en el tiempo. Se han recolectado las velas rojas= 1, y las velas verdes=0 (Ver Anexo 4). Cada etapa tendrá probabilidades distintas, que se ven reflejadas en la siguiente tabla:

Tabla 2: Estadística de las velas:

	Pre-COVID	Crisis COVID	Post-COVID
Muestra	99	54	254
nº de 1 (sumatorio de x)	41	31	131
Esperanza/Probabilidad de vela roja	0,41414141	0,57407407	0,51574803
Probabilidad de vela verde (1-esperanza)	0,58585859	0,42592593	0,48425197

Fuente: Tabla de elaboración propia con Excel

Los resultados obtenidos sí que reflejan lo esperado, que, durante la crisis del COVID, es mucho más probable que el precio baje, que en el resto de las etapas. En cambio, curiosamente, en la etapa post-COVID, la probabilidad de bajada es mayor que la de subida, aunque haya una subida exponencial del precio. Esto es porque el color de las velas diarias refleja si en ese periodo, el mercado ha cerrado por encima o por debajo de lo que ha abierto. Por tanto, no muestra de una manera eficaz el tamaño de dichas subidas o bajadas. En la etapa Post-COVID, el precio subió mucho, pero se caracteriza

por días de grandes subidas y otros días de pequeñas bajadas, por lo que este estudio estadístico no va a ser demostrativo del comportamiento real de los precios, ni de la probabilidad de subida o de bajada del precio.

3.2 Comparación de Tesla con valores relacionados y de interés:

En primer lugar, cabe indicar que con el fin de hacer un estudio lo más preciso posible, se han obtenido los datos del precio de Google Finance y Yahoo Finance, en vez de una muestra. Se han recolectados los precios para todos los días del periodo entre 19 de febrero de 2020 (qué es cuando comenzaron a caer los valores) y 18 de febrero de 2021.

3.2.1 Tesla-Nio-Ford

Las empresas elegidas del sector han sido Ford Motor Company y Nio, y antes de realizar la comparación es relevante realizar una breve exposición de la compañía y de por qué es de interés comparar su comportamiento en bolsa con el de Tesla.

Ford, es una compañía automovilística de origen estadounidense, y fue fundada en el año 1903. A lo largo de sus más de 100 años de historia, se ha asentado como uno de los titanes de la industria automóvil, siendo el quinto fabricante de coches más grande del mundo. Se contrapone muy bien a Tesla dado que ésta es una empresa relativamente nueva que está en plena expansión y busca sustituir al coche convencional.

En contraposición, NIO, es una empresa muy similar a Tesla. Fue fundada en 2014 y es de origen chino. Al igual que Tesla se especializa en el desarrollo de vehículos eléctricos de alto rendimiento y autónomos. También está listada en la bolsa de Nueva York, y ha sufrido un crecimiento exponencial en el precio de sus acciones en los últimos años.

El estudio comparativo que se va a hacer es una correlación de los precios de estas empresas en el último año. Dará un valor entre -1 y 1, de menos a más correlación, queriendo decir que cuanta mayor correlación más similar ha sido el comportamiento de sus precios.

-Correlación entre las tres compañías:

Tabla 3: Correlación entre Tesla, NIO y Ford

	<i>Tesla</i>	<i>Nio</i>	<i>Ford</i>
Tesla	1		
Nio	0,9545898	1	
Ford	0,92007036	0,9209673	1

Fuente: Tabla de elaboración propia con Excel

Como se puede apreciar debido a la cercanía de los resultados a 1, las tres empresas han tenido un comportamiento muy similar frente a la crisis. Como era de esperar, Tesla y NIO, han reaccionado de una forma más parecida como refleja su alto nivel de correlación. Ford al ser una empresa más grande y el valor de sus acciones se basa menos en la especulación y por lo tanto ha sufrido una subida tras el COVID menos acentuada que el de las otras dos empresas como se puede ver en las siguientes gráficas:

Figura 9: Cotización de Ford



Fuente: Elaboración propia a través de Google Finance

Figura 10: Cotización de NIO



Fuente: Elaboración propia a través de Google Finance

Figura 11: Cotización de Tesla



Fuente: Elaboración propia a través de Google Finance

Gráficamente, también se refleja claramente las similitudes entre Tesla y Nio, habiendo las dos visto una subida exponencial en su precio tras la crisis. El parecido entre Tesla y Ford radica que ambas sufrieron una bajada brusca con la crisis seguida de una recuperación y subida posterior de los precios.

El siguiente método que se va a usar para la comparación entre las cotizaciones de estas empresas, será un contraste de hipótesis. Se va a hacer es un contraste bilateral de las medias de Tesla y Nio, que como se ha visto, son las más correlacionadas.

La hipótesis inicial será:

$$H_0: \mu_T = \mu_N$$

$$H_1: \mu_T \neq \mu_N$$

Se establece un α de 0,05. A partir de esta hipótesis se tendrá que equiparar la diferencia de medias. Una vez se tienen las dos variables se realiza la prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales con el complemento de Excel.

Tabla 4: Prueba de t student entre Tesla y NIO

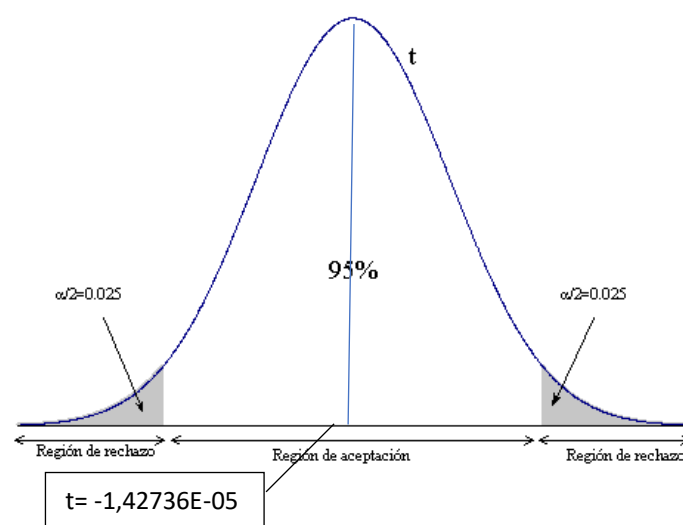
	Tesla	NIO
Media	379,2789328	379,2791423
Varianza	54096,90162	399,0195517
Observaciones	253	253

Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	256	
Estadístico t	-1,42736E-05	
P(T<=t) una cola	0,499994311	
Valor crítico de t (una cola)	1,650827579	
P(T<=t) dos colas	0,999988622	
Valor crítico de t (dos colas)	1,96927389	

Fuente: Tabla de elaboración propia con Excel

El valor del estadístico “t”, que es -1,42736E-05, un valor muy cercano a 0, y por lo tanto dentro de la región de aceptación que va de 1,650827579 a -1,650827579. Esto significa que se aceptará la hipótesis nula.

Figura 12: Distribución normal



Se realizará el mismo estudio para Ford, con los siguientes resultados.

Tabla 5: Prueba de t student entre Tesla y Ford

	<i>Tesla</i>	<i>Ford</i>
Media	379,2789328	379,278802
Varianza	54096,90162	3,32088369
Observaciones	253	253
Diferencia hipotética de las	0	

medias		
Grados de libertad	252	
Estadístico t	8,91978E-06	
P(T<=t) una cola	0,499996445	
Valor crítico de t (una cola)	1,650922755	
P(T<=t) dos colas	0,99999289	
Valor crítico de t (dos colas)	1,969422365	

Fuente: Tabla de elaboración propia con Excel

En este caso hay correlación también, al estar el estadístico “t”, en la zona de aceptación.

3.2.2 Tesla-petróleo

La siguiente comparación se hará entre los precios de Tesla y los precios de cotización del petróleo. La relación entre estos dos radica en su uso, y en que los motores eléctricos son sustitutivos de los de combustión. Históricamente, los mejores resultados de Tesla, antes de la subida exponencial de estos últimos dos años han sido cuando el precio del petróleo estaba más alto, como durante la bajada del petróleo de 2015. (véase referencia bibliográfica 10).

Cabe destacar que los precios usados para realizar esta comparación han sido los del petróleo Brent que cotiza el New York Mercantile Exchange (NYMEX) con el símbolo BZ. Además, para comprender el comportamiento del petróleo este último año, es importante comprender la situación existente entre los miembros de la OPEP justo antes de que comenzara la crisis del mercado. Con el comienzo de la pandemia hubo una drástica reducción en la demanda de petróleo, y en la OPEP, se acordó reducir la producción. En cambio, Rusia se negó, y no solo eso, sino que aumentó la producción y decidió vender su petróleo con descuentos de hasta el 20%. Esto produjo tensiones en la OPEP, y dio lugar a una pelea de precios con Arabia Saudí, que provocó que el petróleo se redujese incluso más.

La correlación entre petróleo y Tesla es la siguiente:

Tabla 6: Correlación entre Tesla y el petróleo

	<i>Tesla</i>	<i>Petroleo</i>
Tesla	1	
Petroleo	0,77519997	1

Fuente: Tabla de elaboración propia con Excel

Visto el coeficiente, se puede ver que sí que hay una correlación entre estos dos valores, y que en líneas generales sí que se han movido en la misma dirección a lo largo del último año. Ambos valores han subido bajadas a lo largo de la crisis y luego se han recuperado. Claro está que esta correlación tampoco es muy alta, y la subida de Tesla tras la crisis ha sido mucho más alta. Además, su bajada tampoco fue igual, dado que el petróleo sufrió dos desplomes a causa de la pelea de precios. En una situación normal, el petróleo, no se debería comportar parecido Tesla, la correlación debería ser muy pequeña o incluso inversa. Por esta razón se va a analizar la correlación en otras etapas a forma comparativa.

Correlación entre 1/06/ 2014 y 01/01/2016

Tabla 7: Correlación entre Tesla y el petróleo

	<i>Tesla</i>	<i>Petroleo</i>
Tesla	1	
Petroleo	0,20385168	1

Fuente: Tabla de elaboración propia con Excel

Durante estos años, el petróleo sufrió grandes subidas y bajadas debido a discordias dentro de la OPEP, mientras que Tesla tuvo una tendencia levemente alcista, casi horizontal. Esto se refleja en su baja correlación, que es algo de esperar con estos dos valores.

Los tres primeros meses (02/06/2014-11/09/2014) de dicha etapa son de interés debido al comportamiento opuesto de los precios. La correlación es la siguiente:

Tabla 8: Correlación entre Tesla y el petróleo

	<i>Tesla</i>	<i>Petróleo</i>
Tesla	1	
Petróleo	-0,682850976	1

Fuente: Tabla de elaboración propia con Excel

Aquí se ve como hay una correlación negativa, fruto de la bajada progresiva durante esos meses del precio del petróleo y la subida de los de Tesla. De todas maneras, que exista una correlación negativa, nada tiene que ver con que haya una posible causalidad. Esto quiere decir que el hecho de que haya correlación no signifique que la bajada del petróleo cause una subida en Tesla.

También se ha hecho un contraste de hipótesis para estos precios.

Tabla 9: Prueba de t student entre Tesla y el petróleo

	<i>Tesla</i>	<i>Petróleo</i>
Media	47,61708333	85,22975197
Varianza	22,62330546	20,31170277
Observaciones	72	72
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	142	
Estadístico t	-48,70736337	
P(T<=t) una cola	8,27919E-91	
Valor crítico de t (una cola)	1,655655173	
P(T<=t) dos colas	1,65584E-90	
Valor crítico de t (dos colas)	1,976810994	

Fuente: Tabla de elaboración propia con Excel

Se puede apreciar como la t de student queda fuera de la zona de aceptación, quedando por tanto rechazada la hipótesis nula, y aceptando la alternativa, que es: **H1: $\mu_T \neq \mu_P$** .

3.3 Conclusiones

Lo más interesante en este capítulo ha sido la comparación de Tesla con otros valores, dónde gracias al estudio de **correlaciones**, se ha podido apreciar la similitud con Ford, y sobre todo con **NIO**. Esta similitud se debe a que NIO se dirige al mismo nicho de mercado que Tesla, por lo que parece lógico que su comportamiento bursátil se asemeje. En cuanto a la correlación con **el petróleo**, interesa apreciar las grandes diferencias en su comportamiento, dado que al igual hay para ciertas etapas dónde hay una correlación apreciable, cómo durante el último año, en otros casos como en 2014 se pueden ver etapas de **correlaciones negativas**. Está claro que el Tesla y el petróleo se van a comportar de manera antagónica, al ser uno sustituto del otro, y en muchos casos habrá cierta concordancia entre ambos (Una subida del precio del petróleo, en muchas ocasiones podrá generar una subida en la cotización de Tesla, al reforzarse la idea de los riesgos de depender energéticamente del crudo).

En cuánto al análisis estadístico de las velas verdes y rojas, se ha demostrado que es un análisis que no refleja bien la realidad, dado que **la probabilidad de subida o de bajada** como aquí se ha estudiado, no es demostrativa de si un precio está en tendencia alcista o bajista.

CAPÍTULO 4- Análisis estocástico

El análisis estocástico es el estudio del comportamiento de sistemas que evolucionan a lo largo del espacio y el tiempo como una sucesión de variables aleatorias. La teoría nace de la idea, de que hay ciertas magnitudes en el estudio de los precios, que no se pueden controlar, y por lo tanto van a producir movimientos aleatorios en el precio a lo largo del tiempo, este movimiento será el browniano. Para realizar este estudio es importante comprender qué es el movimiento browniano. Éste, proviene del estudio de las partículas. En 1827, el botánico Robert Brown, descubrió que las partículas en suspensión acuosa se movían de manera errática y zigzagueante, en vez de permanecer estáticas (véase referencia bibliográfica 15). Este movimiento browniano, fue desarrollado más adelante por distintos matemáticos y físicos, como Einstein, Planck o Wiener, llegando a la conclusión de que estos movimientos aleatorios tenían distintas distribuciones probabilísticas.

El movimiento browniano estudiado en dos dimensiones, que es el que se aplicará en este estudio, tiene las siguientes características. Básicamente, una partícula se moverá a la izquierda o a la derecha con probabilidad p o q , respectivamente ($p+q=1$), y luego dicha partícula se moverá a lo largo del tiempo, provocando los movimientos zigzagueantes.

Por lo tanto, la construcción de modelos estocásticos será la última fase del análisis realizado en este trabajo. La intención, es a través de las rectas de regresión obtenidas, obtener un modelo que se aproxime más a los movimientos reales del precio. Es decir, pasar de una línea, a una serie de subidas y bajadas en forma de picos que se asemeje al movimiento característico de la cotización de los valores.

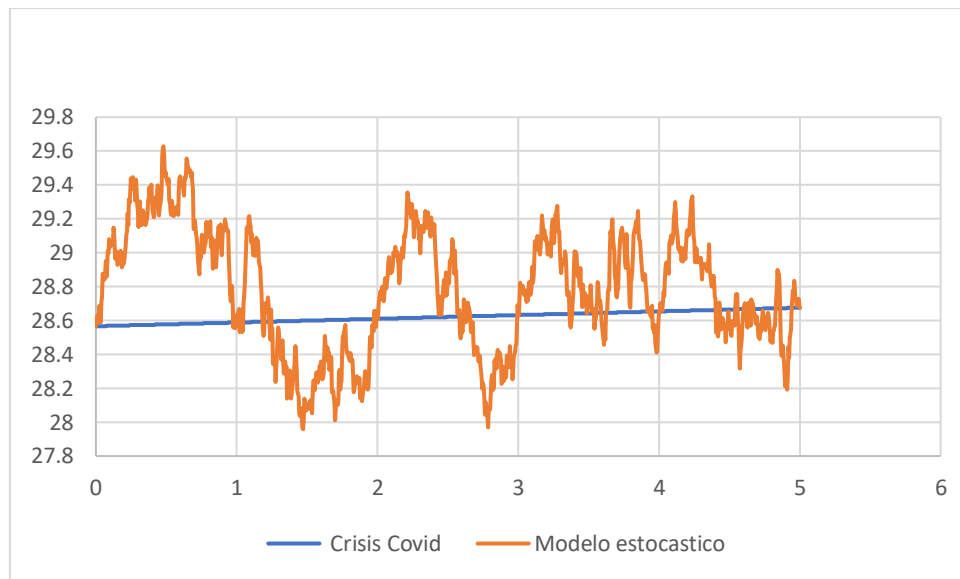
A través de Excel y Matlab, se han construido dos modelos estocásticos distintos para cada etapa. Es importante comprender que con el de Excel, se ha usado la función real obtenida en el capítulo 2, pero se han usado valores de tiempo, teóricos, al igual que la desviación típica. En cambio, con el modelo construido con Matlab, se ha usado la pendiente, desviación típica, periodos y puntos de corte reales, pero con la gran diferencia de que no se ha realizado un brownian bridge, por lo que los valores no acabarán siempre pasando por la recta. Usando la desviación típica real, el modelo tiende a desviarse de la recta, por lo que con Matlab se han realizado dos modelos, uno

con la desviación real, y otro con una más baja, para ajustar el modelo más al movimiento real. Los modelos se han dividido en las etapas mencionadas en los capítulos anteriores.

4.1 Pre-COVID

- Modelo Estocástico para etapa Pre-COVID realizado con Excel (Véase el ejemplo del Anexo 1):

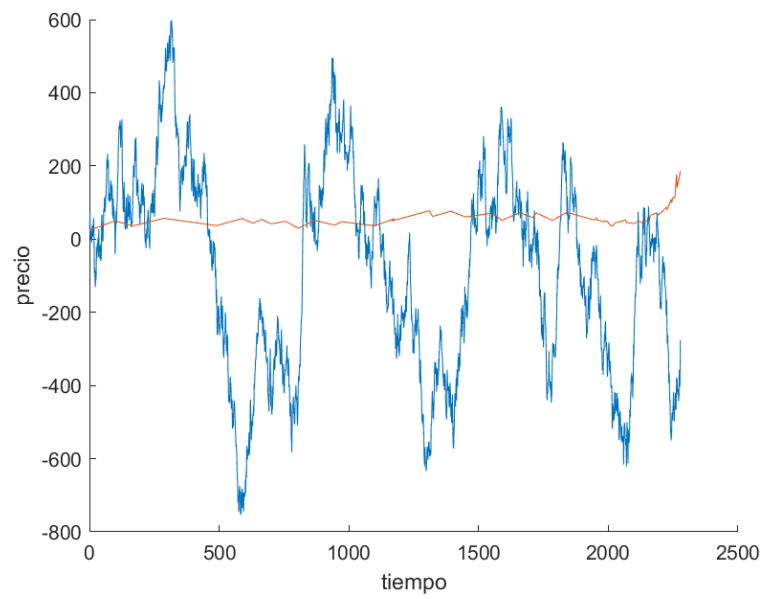
Gráfica 84: Modelo estocástico Pre-COVID



Fuente: Gráfica de elaboración propia realizada con Excel

- Modelo Estocástico para etapa Pre-COVID, desviación típica 31 (real) realizado con Matlab:

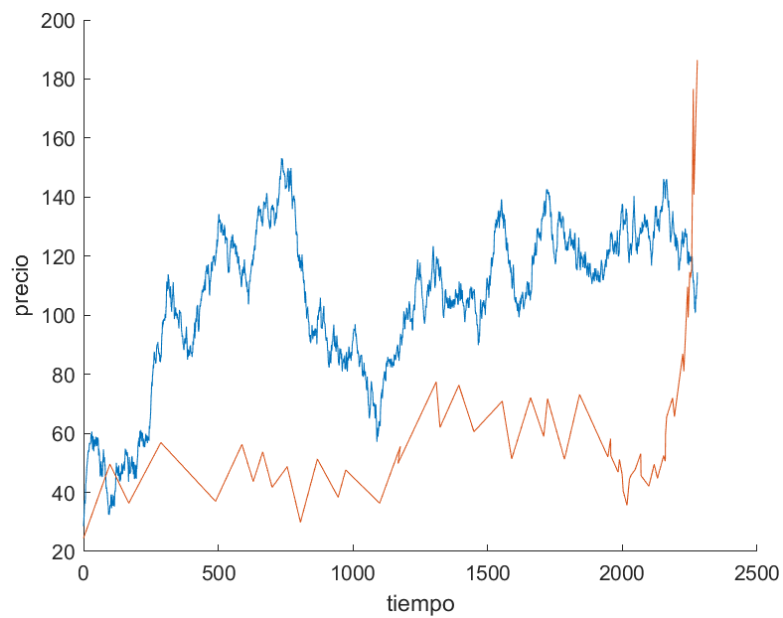
Gráfica 85: Modelo estocástico Pre-COVID



Fuente: Elaboración propia a través de Matlab

- Modelo Estocástico para etapa Pre-COVID, desviación típica 2 realizado con Matlab:

Gráfica 86: Modelo estocástico Pre-COVID

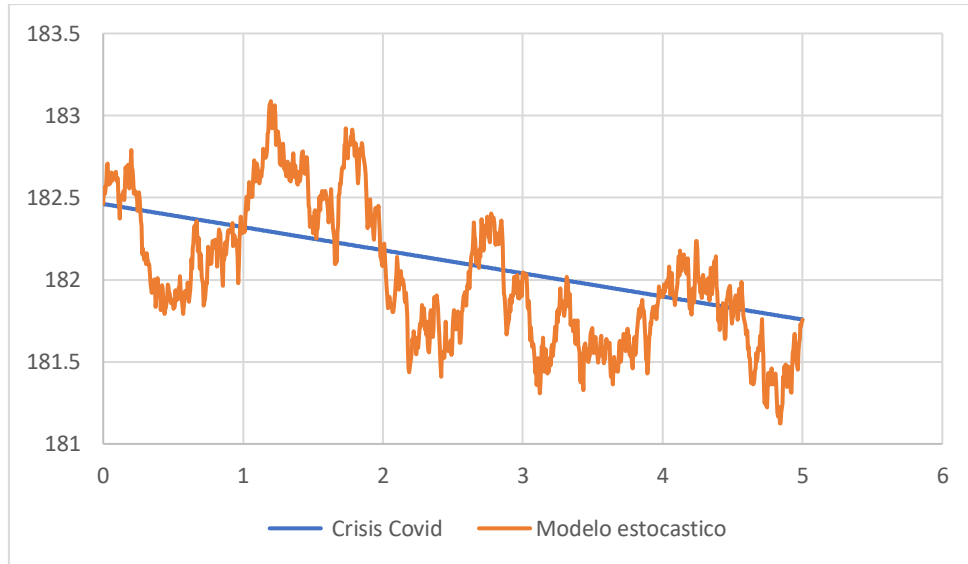


Fuente: Elaboración propia a través de Matlab

4.2 Crisis-COVID:

- Modelo Estocástico para etapa Crisis COVID, realizado con Excel (Véase el ejemplo del Anexo 1):

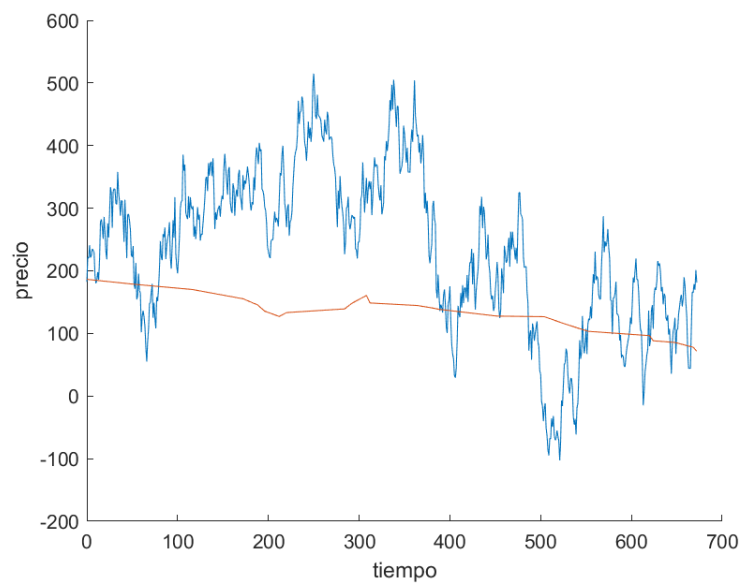
Gráfica 87: Modelo estocástico-Crisis COVID



Fuente: Elaboración propia a través de Excel

- Modelo Estocástico para etapa Crisis-COVID, desviación típica de 30,94 (real) realizado con Matlab:

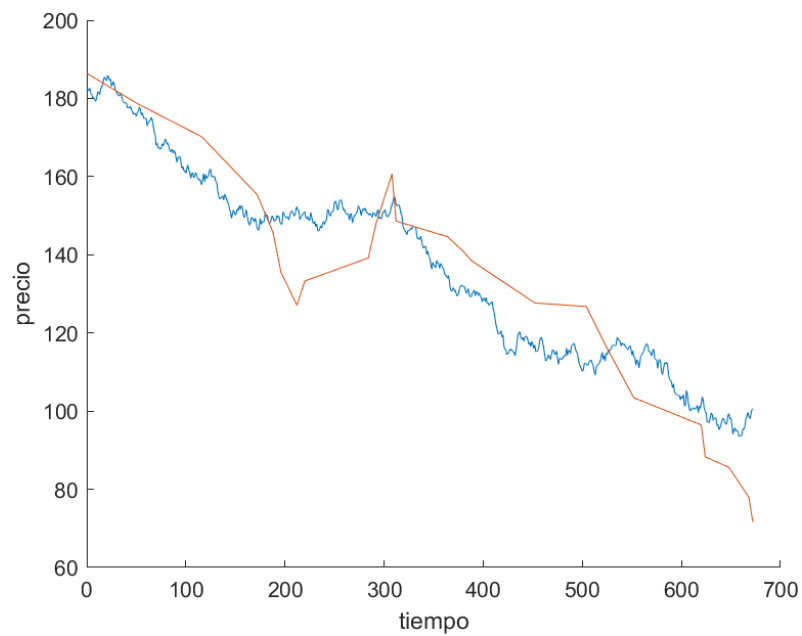
Gráfica 88: Modelo estocástico- Crisis COVID



Fuente: Elaboración propia a través de Matlab

- Modelo Estocástico para etapa Crisis-COVID, desviación típica de 1 realizado con Matlab:

Gráfica 89: Modelo estocástico-Crisis COVID

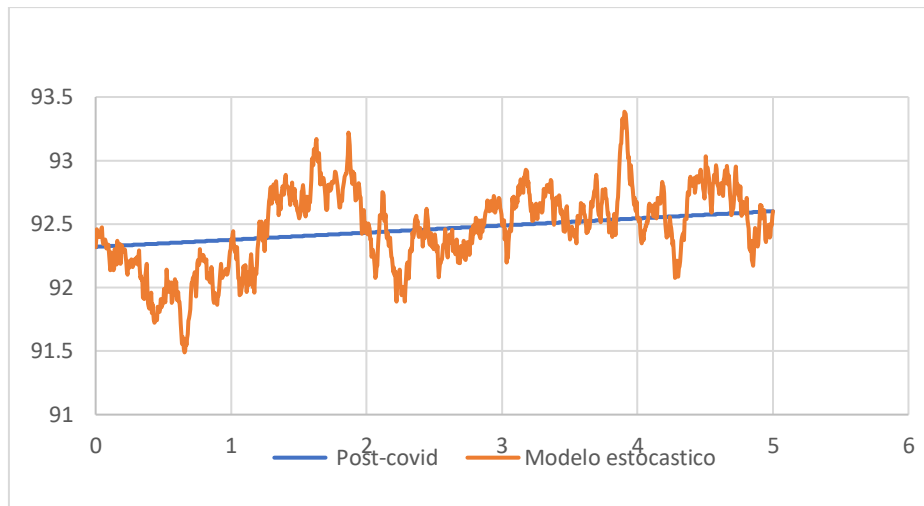


Fuente: Elaboración propia a través de Matlab

4.3 Post-COVID:

- Modelo Estocástico para etapa Post-COVID, realizado con Excel (Véase el ejemplo del Anexo 1)

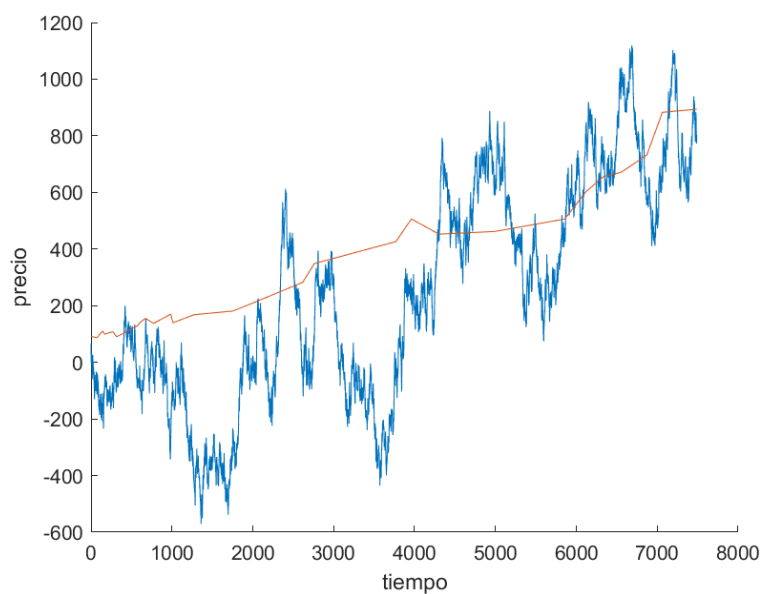
Gráfica 90: Modelo estocástico Post-COVID



Fuente: Elaboración propia a través de Excel

- Modelo Estocástico para etapa Post-COVID, desviación típica de 253,7 (real) realizado con Matlab:

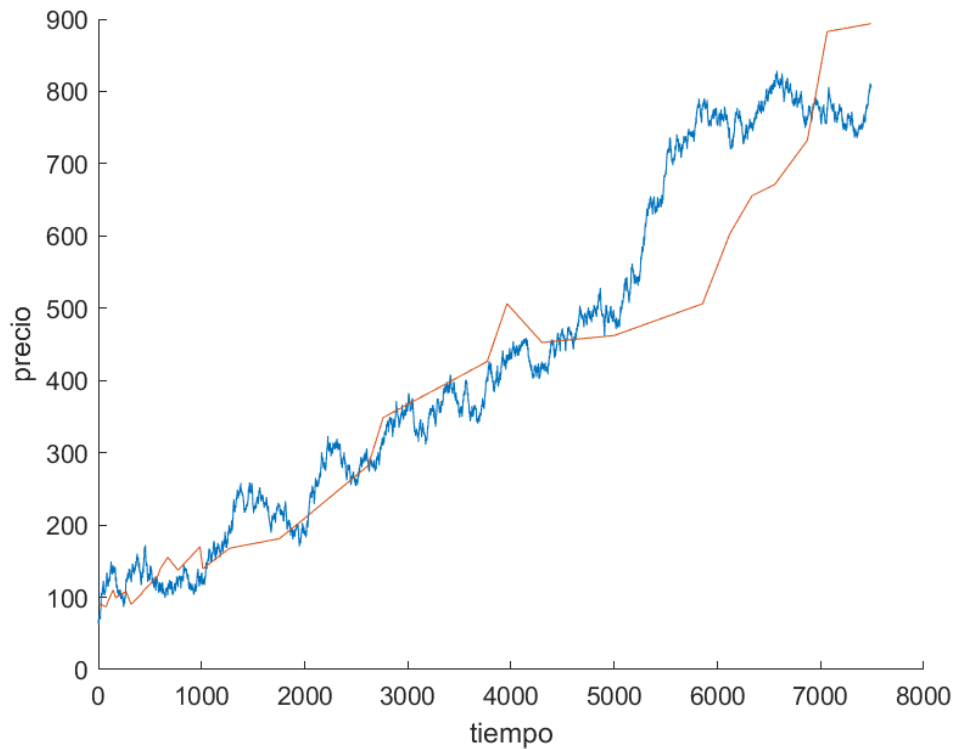
Gráfica 91: Modelo estocástico Post-COVID



Fuente: Elaboración propia a través de Matlab

- Modelo Estocástico para etapa Post-COVID, desviación típica de 1 realizado con Matlab:

Gráfica 92: Modelo estocástico Post-COVID



Fuente: Elaboración propia a través de Matlab

4.4 Conclusiones

Esta parte del estudio, aparentemente sencilla, es la de mayor complejidad matemática. La gran cantidad de números representativos de tiempo usados para crear el modelo estocástico representado en la tabla causa que haya más picos de los que se podrían ver en un gráfico diario. Destacar en este capítulo, la utilidad para fines valorativos, de tener en una misma gráfica la línea demostrativa de la cotización real, y la del modelo estocástico. Como es lógico, a menor volatilidad, más se parecerá el modelo al movimiento real de los precios. Por eso, cabe destacar el modelo con desviación típica de 1 (cuya interpretación económica es llamada *riesgo*), para la etapa Post-COVID, como el que más se asemeja a la realidad.

CAPÍTULO 5- Predicciones

En este último capítulo se van a utilizar todos los conocimientos adquiridos, para realizar un modelo estocástico, en el que se va a intentar predecir, como se va a mover el precio de Tesla en los próximos meses. Esta predicción se está realizando a fecha de 15 de marzo de 2020, y se contrastará en junio. Es importante comprender que no se está haciendo un análisis de si se debe comprar o vender, sino que se está realizando un modelo estocástico del futuro movimiento de los precios.

5.1 Predicción

Lo primero, es entender de dónde se viene, y como se puede observar en la gráfica 93 durante el mes de febrero ha habido una tendencia bajista que llegó a su mínimo a principios de marzo. Desde aquí hay que analizar los tres puntos críticos marcados en la gráfica y ver qué dicen del movimiento de los precios. En el recuadro 1, se puede apreciar un hombro-cabeza- hombro invertido que, aunque sea un patrón muy común de cambio de tendencia en este no lo es, en cambio, sí que puede indicar que se está frenando la tendencia bajista. Digo esto, porque al salir del mínimo, el hombro derecho se aproxima mucho a la línea de resistencia, pero sin llegar a superarla, mostrando indicios de que está aumentando la demanda, pero no lo suficiente como para batir esa resistencia de los 720 dólares. El recuadro 2, muestra un nuevo mínimo, pero esta vez por encima del mínimo anterior. Esto comúnmente señala que los precios están cambiando de dirección, dando pie a una nueva tendencia. Hay que destacar, que todo esto es a nivel teórico, luego en la práctica es muy común que esto ocurra, dado que los precios no se comportan de manera predecible ni siempre conforme a las formas de las Ondas de Elliott. Finalmente, el recuadro 3, muestra la ruptura de la resistencia de los 720 dólares, indicando que los demandantes están dispuestos a comprar acciones por ese precio. Estos tres puntos clave, parecen indicar, la entrada en una tendencia alcista intermedia u horizontal; y partiendo de esta suposición, se realizará la predicción. Cabe destacar la posibilidad, de que esta subida se trate de una mera corrección, dado que el 13 de abril hay un máximo.

Gráfica 93: Cotización de Tesla y líneas de tendencia



Fuente: Elaboración propia a través de e-Toro

Por las señales detectadas a través del análisis técnico, se va a tomar la posible tendencia alcista, dado que es lo que parecen indicar los precios.

Gráfica 94: Cotización de Tesla y MACD



Fuente: Elaboración propia a través de e-Toro

Atendiendo al MACD, se puede apreciar que se han cruzado mucho las medias en los últimos meses, aunque la propia pendiente generada por el MACD parece indicar que la tendencia va para arriba. Por lo tanto, la falta de divergencia entre ambas líneas también suele ser una buena señal, dado que no está implicando una pérdida de fuerza de la

tendencia. Ciertamente es que, debido a las fuertes tendencias alcistas del último año, parece más probable, que el precio permanezca en rango a que exista una tendencia como tal; pero aquí se va a atender únicamente a los indicadores.

Una vez se ha obtenido la tendencia que parece que va a seguir, usando una serie de puntos de dicha línea, se va a obtener la recta. Se va a obtener también la recta de regresión desde el comienzo de dicha posible tendencia con fines comparativos. Para obtener la pendiente de la línea de tendencia y de regresión se va a utilizar una escala diaria de los precios.

La ecuación de la línea de tendencia es: $y = 1,7208x + 563,34$

La ecuación de la línea de regresión es: $y = 1,303x + 640,17$

A efectos de no decantarse por cuál de las dos tendencias es más representativa del futuro movimiento, se va a elegir una media de ambos coeficientes. Que será:

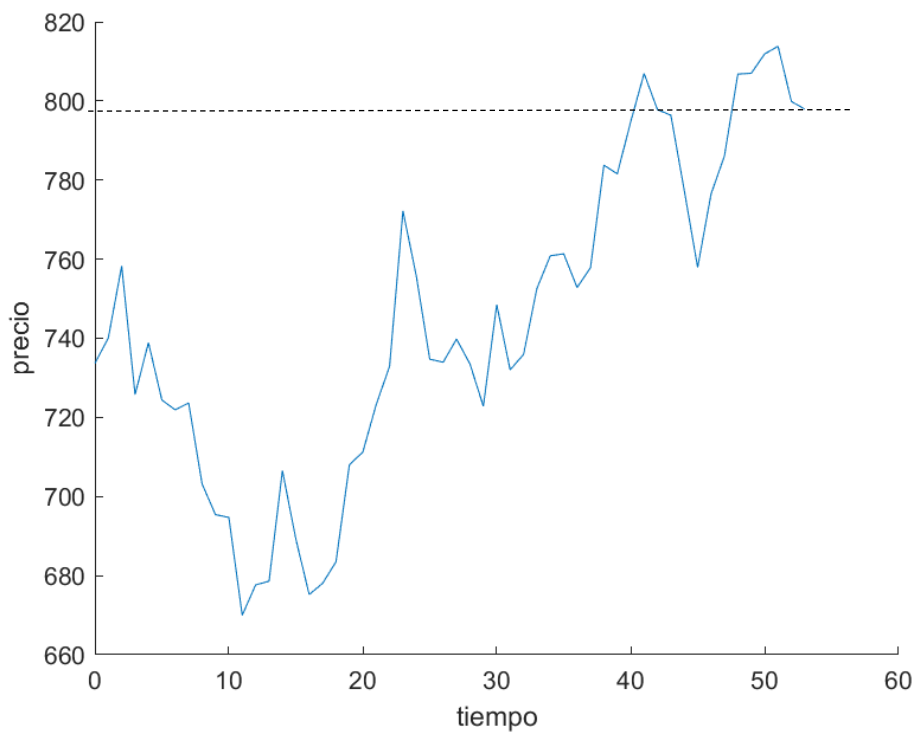
$\mu=1,511$, que será el coeficiente de crecimiento diario elegido para el modelo estocástico.

El siguiente paso será elegir una desviación típica. Para esto, se han cogido los precios desde el 11 de noviembre de 2020, cuando acabó la segunda tendencia alcista de ese año, y el precio comenzó a moverse en distintas direcciones. La desviación típica será de 14, 443.

Por tanto, lo último que queda es elegir una fecha objetivo, para poder elegir el número de días para modelar el proceso. Esta fecha será de 10 de junio.

Usando Matlab se ha obtenido el siguiente modelo estocástico.

Gráfica 95: Modelo estocástico predictivo



Fuente: Elaboración propia a través de Matlab

Por lo tanto, este modelo dice que, para la fecha elegida, el precio rondará levemente por debajo de los 800 dólares.

5.2 Comprobación de la predicción

A 10 de junio de 2021 se van a comprobar las predicciones, y ver si se han acercado o no. Será interesante analizar en qué dirección se han movido los mercados, y si los indicadores estudiados han servido o no.

Gráfica 96: Cotización de Tesla



Fuente: Gráfica obtenida de e-Toro

Como se puede apreciar en la gráfica 96, el precio de cotización a día de hoy ronda los 610 dólares. Por lo tanto, queda claro que la predicción realizada no es acertada, dado que el modelo estocástico creado cerraba la cotización alrededor de los 800 dólares. También cabe decir que era de esperar, dado que un modelo estocástico se basa en variables aleatorias, y al fin y al cabo era muy difícil que se asemejase a la realidad.

Atendiendo a las tendencias que se detectaron con el fin de hacer la predicción, con perspectiva, se pueden localizar los errores. Se prestó poca atención a la posible línea de tendencia bajista que, en perspectiva, hubiese sido la más lógica, dado que tras un año anterior tan alcista es muy difícil que el precio no baje. De todas maneras, el estudio se ha realizado en base a los indicadores, y esto es a lo que se limitaba este capítulo.

CONCLUSIONES

La hipótesis inicial expuesta al principio del trabajo queda rechazada, dado que los efectos del COVID sobre la valoración de Tesla, sí que causaron una bajada lo suficientemente drástica para provocar una ruptura del canal. De todas maneras, esta ruptura fue muy breve, y tras llegar a los mínimos, el precio de las acciones se disparó **exponencialmente**. Por esto se puede concluir diciendo que el COVID ha tenido un impacto **positivo** en la valoración de Tesla, aunque realmente la subida de sus precios se debe achacar a otros muchos factores, como la figura de Elon Musk, el giro del sector hacia los coches eléctricos, o el incremento de la demanda en China.

El **análisis técnico**, muestra como la crisis de los mercados bursátiles causada por el COVID, provocó una **ruptura** del apoyo del canal alcista. Esto fue seguido de una primera tendencia alcista muy acentuada, tras la cual hubo un periodo de incertidumbre causado por el *split* de acciones de Tesla. Tras dicho periodo, hubo otra segunda tendencia alcista todavía más empinada, la cual finaliza en enero/febrero de este año. El análisis técnico ha mostrado ser la herramienta más útil a la hora de intentar predecir los precios. De dicho capítulo, se destaca el indicador **MACD**, por su utilidad y versatilidad.

El precio se puede **modelar** en tres tramos mediante las funciones: polinómica de segundo grado (etapa Pre-COVID y Crisis COVID), Gaussiana (parte de la etapa Crisis COVID) y exponencial (etapa Post-COVID), ya que según hemos visto en el capítulo de **ajuste de datos** son las que tienen menor R^2 . Las funciones halladas serán:

- Etapa Pre-COVID: $y = 0,00237 * x^2 - 9,756 * x + 1,008e+04$; $R^2 = 0,8784$
- Crisis COVID: $y = -0.000104 * x^2 - 0.06406 * x + 172.4$; $R^2 = 0,8623$
- etapa Post-COVID:
 - Tendencia alcista 1: $y = 95,147e^{0,0004x}$; $R^2 = 0,9768$
 - Tendencia alcista 2: $y = 522,32e^{0,000399x}$; $R^2 = 0,93$

Estas funciones serán las que tengan menor cuadrático, o en términos simples, será la función que trazará la línea que más se acerque a los puntos (representativos de los datos). Los datos se han que se han recogido se han medido en **dólares** (precio) y **horas** (tiempo). Aquí solo cabe apuntar además la gran utilidad de Matlab para hallar las funciones más ajustadas.

En el tercer capítulo, se ha descubierto que el **análisis de las velas** es muy poco representativo de la realidad, dado que el hecho de que haya más días de bajada que de subida, no se traduce en una bajada del precio. Esto es así porque importa también el tamaño de dichas subidas o bajadas. En cuanto a la comparación con otros valores relevantes, se puede concluir con que Tesla tiene un comportamiento muy similar al de las dos compañías automovilísticas comparadas. Se ha de destacar sobre todo la alta **correlación** con NIO, también dedicada a producir coches deportivos eléctricos. El estudio comparativo con el petróleo ha mostrado no solo la **baja correlación** entre el movimiento de estos valores, sino que además en muchos casos sus movimientos son **contrarios**.

Los **modelos estocásticos** han sido la parte más compleja matemáticamente, pero también la más satisfactoria, a la hora de producir modelos lo más detallados y completos posible. Sirve para aproximarnos mejor a la realidad en el comportamiento del precio, pasando de funciones diferenciables a funciones zigzagueantes con **componentes aleatorias**. Se han realizado tres modelos por etapa, usando distintas herramientas, Excel y Matlab, y distintas **desviaciones típicas**. El modelo de Matlab, aun siendo más complejo de hacer no es necesariamente mejor, dado que ambos se basarán en variables aleatorias. Cabe destacar como visualmente, una vez realizados los modelos, se aprecia a la perfección la teoría de a menor desviación típica, mayor acercamiento al movimiento real de los precios.

En el capítulo de **predicciones**, se ha creado un modelo estocástico que consistía en crear una gráfica que indicase un posible movimiento de los precios. Para esto había que obtener una **pendiente**, para lo cual se ha hecho uso de las técnicas aprendidas en otro capítulo. A pesar de la imprecisión de la predicción, esta sección, y los errores realizados han servido, para aprender a apreciar lo difícil que es predecir los movimientos del mercado.

En el futuro, me gustaría **seguir profundizando** en el **análisis técnico**, dado que cuanto más he leído y me he informado sobre cómo usarla, más he entendido su importancia, y potencial una vez dominado para predecir los movimientos futuros. He estudiado el caso de numerosos analistas técnicos que tras años de estudio han desarrollado métodos de inversión muy constantes en sus **rendimientos**. Esto me hace creer que profundizar en este tipo de análisis, será lo que permita comprender mejor los movimientos de los precios.

Me gustaría también ir un poco más allá con los **modelos estocásticos**, pudiendo dividirlo en secciones y unirlos luego, para realizar un **modelo con distintas pendientes** representativas de cada etapa, que reproduzca el movimiento de los precios de Tesla durante toda su **vida bursátil**. Esto último lo intenté, pero la complejidad de unir las, al tratarse de líneas con un gran componente aleatorio, me lo impidió.

Otra cosa que me gustaría hacer es comprobar si hay alguna **función** que consiga aproximarse a los datos de los precios de toda la vida bursátil de Tesla. Visto el movimiento de los precios, probablemente la función que más se ajustaría sería una **exponencial**.

En este trabajo, **se podría mejorar** la obtención de datos, y podríamos usar los resultados de la empresa para hacer una **valoración económica** de la misma y ver si el precio de las acciones es coherente con los resultados de la empresa. También se podría mejorar claramente la predicción realizada. Para realizar un análisis más preciso, además hubiese sido deseable usar una plataforma de pago que permitiese acceder a los precios diarios más atrás en el tiempo, dado que eToro a partir de cierta distancia temporal al presente, solo muestra los tiempos en semanas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Álvarez Ramirez J.**, Métodos numéricos I, Universidad de Tabasco, 2006.
2. **Arnaiz Vellando, G.**, *Introducción a la estadística teórica*, Lex nova, (1978).
3. **Evans L.**, *An Introduction to Stochastic Differential Equations*, notes departament of Berkeley.
4. **Font Ferrer, A.**, *Análisis técnico bursátil*, Profit editorial, (2010).
5. **Garzón, E. B.** (11 de mayo de 2021). *¿Comprar Acciones de Tesla? Evolución de Tesla en Bolsa*. Obtenido de Admiral Markets: <https://admiralmarkets.com/es/education/articles/shares/acciones-tesla-1>
6. **Harper, J.** (30 de diciembre de 2020). *Tesla: los inversores que se hicieron ricos gracias a la empresa de Elon Musk*. Obtenido de BBC News- Mundo: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-55478715>
7. **McMullen, J.** (26 de enero de 2021). *Coronavirus: los 5 días que marcaron el destino de la pandemia en el mundo*. Obtenido de BBC News-Mundo: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-55806462>
8. **Murphy, J.**, *Análisis técnico de los mercados financieros*, (1986).
9. **Novales, A.**, *Econometría*, Mc Graw Hill, Segunda edición (1993).
10. **Noya, C.** (09 de diciembre de 2014). *¿Está afectando a las acciones de Tesla la bajada del petróleo?* Obtenido de Forococheselectricos: <https://forococheselectricos.com/2014/12/esta-la-bajada-del-petroleo-afectando-las-acciones-de-tesla.html>
11. **Øksendal B.**, *Stochastic Differential Equations_ An Introduction with Applications*, Springer, (1998).
12. **Palumbo, H. M.** (04 de enero de 2021). *Coronavirus: por qué las bolsas del mundo llegaron a niveles récord en 2020 mientras la economía global se hundía*. Obtenido de BBC News-Mundo: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-55536375>
13. **Ruíz-Maya Pérez, L., Martín Pliego, F.**, *Fundamentos de inferencia estadística*, Alfa Centauro, 2003.
14. **Uriel, E., Contreras D., Moltó M. Peiró, A.**, *Econometría. El modelo lineal*, Editorial AC, (1990).
15. **Vélez Ibarrola, R.**, *Introducción al Movimiento Browniano*, UNED.

ANEXOS

Anexo 1: Ejemplo de recolección de datos en Excel para crear las gráficas de Movimiento Browniano.

	B	C	D	E	F	G	H
2	tiempo	aleatoria	W t	Movimiento Browniano	Brownian Bridge	Crisis Covid	Modelo estocástico
3	0	0,1581463	-0,07086	0	0	182,461545	182,461545
4	0,005	0,7382334	0,0451069	-0,070859555	-0,073782677	182,4608408	182,387058
5	0,01	0,0418568	-0,122296	-0,025752606	-0,03159885	182,4601366	182,428537
6	0,015	0,2029463	-0,058771	-0,148049093	-0,156818459	182,4594324	182,302613
7	0,02	0,0415269	-0,122558	-0,206819811	-0,218512299	182,4587282	182,240215
8	0,025	0,3531541	-0,026645	-0,32937805	-0,343993661	182,458024	182,114030
9	0,03	0,7206935	0,0413589	-0,356023166	-0,373561898	182,4573198	182,083757
10	0,035	0,8658886	0,0782884	-0,314664285	-0,33512614	182,4566156	182,121489
11	0,04	0,1894706	-0,062215	-0,236375915	-0,259760892	182,4559114	182,196150
12	0,045	0,7319106	0,0437417	-0,298590628	-0,324898728	182,4552072	182,130308
13	0,05	0,509082	0,0016099	-0,254848891	-0,284080112	182,454503	182,170422
14	0,055	0,3824313	-0,02115	-0,253239008	-0,285393352	182,4537987	182,168405
15	0,06	0,5683542	0,0121754	-0,27438867	-0,309466136	182,4530945	182,143628
16	0,065	0,6815957	0,0333871	-0,262213313	-0,300213901	182,4523903	182,152176
17	0,07	0,6106027	0,0198619	-0,22882617	-0,26974988	182,4516861	182,181936
18	0,075	0,1860955	-0,063101	-0,208964241	-0,252811073	182,4509819	182,198170
19	0,08	0,5334385	0,0059338	-0,272064803	-0,318834757	182,4502777	182,131444
20	0,085	0,0689032	-0,104935	-0,266131024	-0,315824101	182,4495735	182,133749
21	0,09	0,64146	0,025623	-0,371066369	-0,423682568	182,4488693	182,025186
22	0,095	0,4039054	-0,0172	-0,345443363	-0,400982684	182,4481651	182,047182
23	0,1	0,0768971	-0,100852	-0,362643824	-0,421106267	182,4474609	182,026354
24	0,105	0,4533062	-0,008295	-0,463495396	-0,524880961	182,4467567	181,921875
25	0,11	0,1733415	-0,066542	-0,471790638	-0,536099325	182,4460525	181,909953
26	0,115	0,3127193	-0,034518	-0,538332408	-0,605564217	182,4453483	181,839784
27	0,12	0,4573199	-0,007579	-0,572850324	-0,643005256	182,4446441	181,801638
28	0,125	0,1976442	-0,060109	-0,580429661	-0,653507714	182,4439399	181,790432
29	0,13	0,866066	0,0783464	-0,640538393	-0,716539568	182,4432357	181,726696
30	0,135	0,1880722	-0,062581	-0,56219198	-0,641116278	182,4425315	181,801415
31	0,14	0,6116987	0,0200641	-0,624772538	-0,706619958	182,4418273	181,735207
32	0,145	0,3858507	-0,020517	-0,604708446	-0,689478988	182,4411231	181,751644
33	0,15	0,4513942	-0,008637	-0,625225159	-0,712918823	182,4404189	181,727
34	0,155	0,125168	-0,081284	-0,63386173	-0,724478517	182,4397146	181,715236
35	0,16	0,5918164	0,0164204	-0,715146041	-0,808685949	182,4390104	181,630324
36	0,165	0,6152506	0,0207204	-0,698725619	-0,795188649	182,4383062	181,643117
37	0,17	0,0219732	-0,142454	-0,678005226	-0,777391379	182,437602	181,660210
38	0,175	0,9528842	0,1183333	-0,820459054	-0,922768329	182,4368978	181,514129

◀ ▶

Crisis

Pre

Post

+

Anexo 2: Ejemplo de Estadísticas de la Regresión

1

Resumen

2

3

Estadísticas de la regresión

4

Coefficiente de correlación múltiple

0.459497

5

Coefficiente de determinación R²

0.211375

6

R² ajustado

0.1975365

7

Error típico

28.443826

8

Observaciones

60

9

10

ANÁLISIS DE VARIANZA

11

Grados de libertad de cuadrado de los cua

F

Var crítica de F

12

Regresión

1

1259,379

1259,379

15,523589

0,0002214

13

Residuos

58

46324,971

809,05122

14

Total

59

53484,35

15

16

Coefficientes

Error típico

Estadístico

Probabilidad inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

inferior

95%

Superior

95%

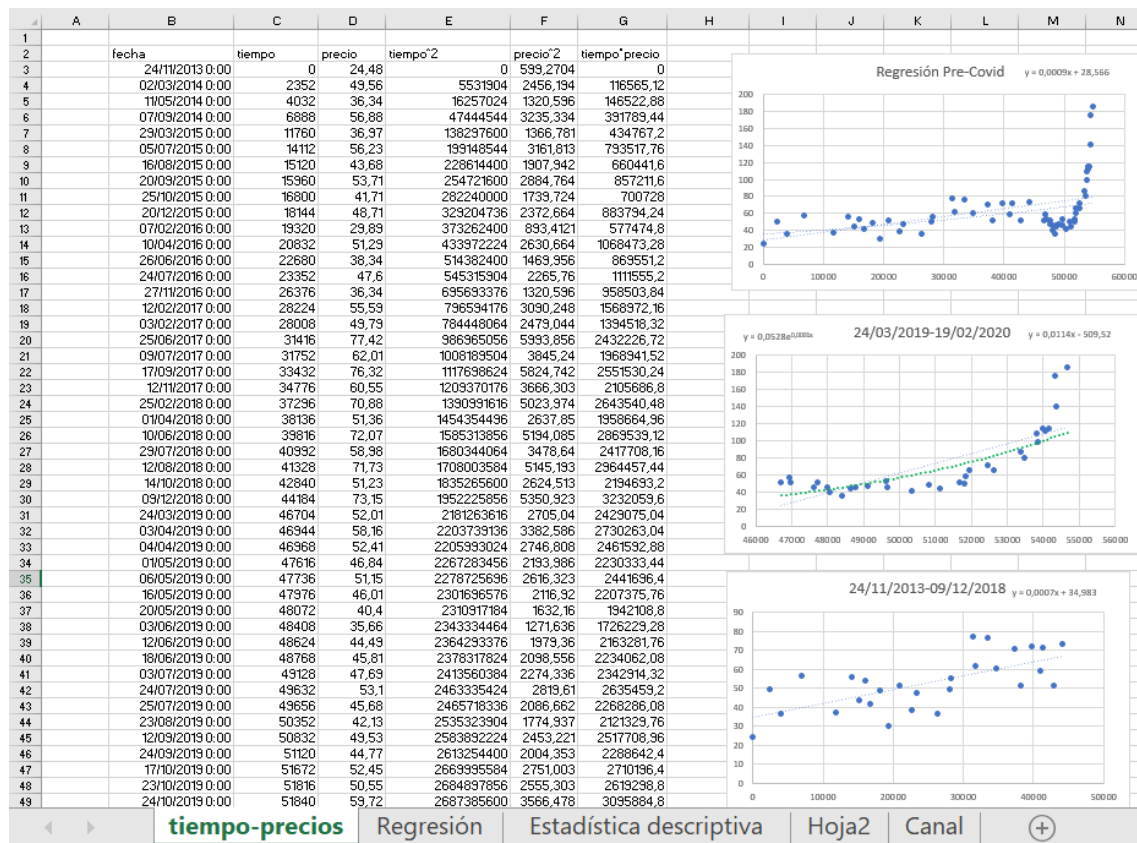
inferior

95%

Superior

95%

Anexo 3: Ejemplo de recolección de precios de Tesla



Anexo 4: Ejemplo de recolección de datos para la estadística

	A	B	C	D	E	F
1		Tiempo	Verde/rojo			
2		0	0	tiempos	254	
3		1	0	sumatorio	131	
4		2	0	probabilidad	0,51574803	
5		3	1	Probab. De subida	0,48425197	
6		4	1			
7		5	0			
8		6	0			
9		7	1			
10		8	0			
11		9	1			
12		10	1			
13		11	1			
14		12	0			
15		13	0			
16		14	1			
17		15	1			
18		16	0			
19		17	1			
20		18	1			
21		19	1			
22		20	1			
23		21	1			
24		22	1			
25		23	1			
26		24	1			
27		25	0			
28		26	0			
29		27	1			
30		28	1			
31		29	0			
32		30	0			
33		31	0			

crisis covid | precovid | post covid | Hoja1

Anexo 5: Ejemplo de Fórmulas introducidas en Matlab

```
path(path, 'C:\Users\edurr\OneDrive\Escritorio\TFG\Capitulo 2 Regresiones Lineales\Crisis Covid');
```

```
tiempo=xlsread('Capitulo 2 Regresiones Lineales\Crisis Covid\TiempoprecioCovid.xlsx','B3:B26');
precio=xlsread('Capitulo 2 Regresiones Lineales\Crisis Covid\TiempoprecioCovid.xlsx','C3:C26');
funcion=fit(tiempo,precio,'poly2','normalize','on')
```

```
hold on
plot(tiempo,precio)
plot(funcion)
hold off
```

Anexo 6: Ejemplo de obtención de datos estadísticos e intervalos de confianza

	A	B	C	D	E	F
1	Columna1					
2						
3	Media	63,79733333		Intervalos de confianza	71,9998253	
4	Error típico	4,099205854			55,5948414	
5	Mediana	52,43				
6	Moda	36,34				
7	Desviación estándar	31,75231201				
8	Varianza de la muestra	1008,209318				
9	Curtosis	5,287039219				
10	Coeficiente de asimetría	2,174119733				
11	Rango	161,93				
12	Mínimo	24,48				
13	Máximo	186,41				
14	Suma	3827,84				
15	Cuenta	60				
16	Mayor (1)	186,41				
17	Menor(1)	24,48				
18	Nivel de confianza(95)	8,202491968				
19						
20						
21						
22						