



Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

---

Facultad de Ciencias Físico Matemáticas

---

Análisis económico sobre Tesla y el pronóstico del impacto de una nivelación sobre la valuación de sus acciones.

Tesis presentada a la

**Academia de Actuaría**

como requisito parcial para la obtención del grado de

**LICENCIADO EN ACTUARÍA**

por

Miguel Ángel Herrera Merino

Asesorado por

Dr. Rei Israel Ortega Gutiérrez Y Dr. Hugo Adán Cruz Suárez

Puebla Pue.  
Septiembre 2022





Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

---

Facultad de Ciencias Físico Matemáticas

---

Análisis económico sobre Tesla y el pronóstico del impacto de una nivelación sobre la valuación de sus acciones.

Tesis presentada a la

**Academia de Actuaría**

como requisito parcial para la obtención del grado de

**LICENCIADO EN ACTUARÍA**

por

Miguel Ángel Herrera Merino

Asesorado por

Dr. Rei Israel Ortega Gutiérrez Y Dr. Hugo Adán Cruz Suárez

Puebla Pue.  
Septiembre 2022



**Título:** Análisis económico sobre Tesla y el pronóstico del impacto de una nivelación sobre la valuación de sus acciones.

**Estudiante:** MIGUEL ÁNGEL HERRERA MERINO

COMITÉ

---

Francisco Solano Tajonar Sanabria  
Presidente

---

José Juan Castro Alva  
Secretario

---

Rubén Blancas Rivera  
Vocal

---

Vocal

---

Dr. Rei Israel Ortega Gutiérrez Y Dr. Hugo Adán Cruz Suárez  
Asesores



# Agradecimientos

En primer lugar, deseo expresar mi agradecimiento a mis padres y a mi hermana, porque con ellos compartí una infancia feliz, que guardo en el corazón y es un aliento que me motivó a nunca dejar de esforzarme.

Gracias a los directores de esta tesis, Dr. Rei Israel Ortega Gutiérrez Y Dr. Hugo Adán Cruz Suárez, por la dedicación y apoyo que han brindado a este trabajo, por el respeto a mis sugerencias e ideas y por la dirección y el rigor que ha facilitado a las mismas.

Gracias a mi amada universidad, la casa que me ha formado a nivel intelectual y humanístico, quien me acogió incluso cuando yo no sabía quién era, quien me formó como un hombre responsable y honesto.

Gracias a todos los docentes que me forjaron con sus enseñanzas y depositaron una parte de si mismos en mi, quienes día a día luchan para educar a ciudadanos íntegros y humanos desde cada cátedra que pueden dictar.

Gracias a mis amigos, porque siempre estuvieron para mi en los momentos difíciles durante esta etapa de la vida, en especial a aquellos que ya no están.

Gracias a todas aquellas personas que en algun momento me brindaron su afecto, ayuda, consejo y comprensión.

Este logro más que mío es de todos aquellos que lo hicieron posible y jamás me alcanzarán las palabras para agradecerles por tanto.

A todos ustedes, muchas gracias.



# Índice general

<b>Agradecimientos</b>	<b>v</b>
<b>Introducción</b>	<b>XIII</b>
<b>1. Antecedentes</b>	<b>1</b>
1.1. Anatomía . . . . .	1
1.2. Evolución del precio de las acciones . . . . .	2
<b>2. Análisis estratégico</b>	<b>5</b>
2.1. Tipo de investigación . . . . .	5
2.2. Técnicas e instrumentos . . . . .	5
2.2.1. Principales métodos de valoración . . . . .	5
<b>3. Elementos de una prueba estadística y Regresiones</b>	<b>7</b>
3.1. Los elementos de una prueba estadística . . . . .	7
3.2. Diagramas de dispersión . . . . .	9
3.3. Recta . . . . .	10
3.4. Regresión lineal simple . . . . .	10
3.4.1. Método de mínimos cuadrados . . . . .	11
3.4.2. Coeficiente de determinación . . . . .	11
3.5. Regresión potencial . . . . .	12
3.6. Regresión polinomial . . . . .	13
3.7. Anova . . . . .	14
<b>4. El método de valoración</b>	<b>17</b>
4.1. Valoración de flujo de caja descontado . . . . .	18
4.2. Valor terminal . . . . .	20
4.3. Costo de capital promedio ponderado (WAAC) . . . . .	21
4.4. Costo de la deuda . . . . .	22
4.5. Costo de equidad . . . . .	23
4.6. Tasa libre de riesgo . . . . .	23
4.7. Beta . . . . .	23
4.8. Prima de riesgo del mercado . . . . .	24
4.9. Valoración relativa . . . . .	25
<b>5. Valoración de una acción de Tesla Inc.</b>	<b>27</b>
5.1. Estado de resultados de previsión . . . . .	27
5.1.1. Ingresos automotrices . . . . .	27
5.1.2. Ingresos por arrendamiento de autos . . . . .	32
5.1.3. Ingresos por generación y almacenamiento de energía . . . . .	33
5.1.4. Servicios y otros ingresos . . . . .	36
5.2. Costo de ingresos . . . . .	40
5.3. Gastos operacionales . . . . .	43
5.4. Gasto por interes neto . . . . .	48

5.4.1. Previsión para impuestos sobre la renta . . . . .	49
5.5. Valoración de flujo de efectivo descontado . . . . .	49
5.5.1. El flujo de caja libre para la empresa . . . . .	49
5.5.2. Depreciación y amortización . . . . .	49
5.5.3. PPE . . . . .	50
5.5.4. Activos circulantes . . . . .	54
5.5.5. Pasivos circulantes . . . . .	56
5.5.6. Costo de capital promedio ponderado . . . . .	57
5.6. Valoración . . . . .	59
5.6.1. Método DCF . . . . .	59
5.6.2. Valoración relativa . . . . .	60
5.6.3. Conclusión de los resultados de la valoración de Tesla . . . . .	61
5.6.4. Análisis de sensibilidad . . . . .	62
5.7. Comparación con otras valoraciones . . . . .	62
<b>6. Conclusión</b>	<b>65</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>67</b>
<b>APPENDICES</b>	<b>70</b>

# Índice de figuras

1.1. Ladha, V. (2020, January 17). Tesla: Revenue by Region 2020. Business Quant. <a href="https://businessquant.com/tesla-inc-revenue-by-region">https://businessquant.com/tesla-inc-revenue-by-region</a> . . . . .	1
1.2. Tesla, Inc. (TSLA). (n.d.). Yahoo Finance. Recuperado: Agosto 24, 2021, de <a href="https://finance.yahoo.com/chart/TSLA">https://finance.yahoo.com/chart/TSLA</a> (véase [59]) . . . . .	2
5.1. . . . . .	29
5.2. . . . . .	29
5.3. . . . . .	29
5.4. . . . . .	29
5.5. . . . . .	30
5.6. . . . . .	30
5.7. . . . . .	31
5.8. . . . . .	31
5.9. Crecimiento histórico. (Elaboración propia) . . . . .	32
5.10. Pronóstico generación y almacenamiento. (Elaboración propia) . . . . .	34
5.11. . . . . .	34
5.12. . . . . .	34
5.13. . . . . .	34
5.14. . . . . .	35
5.15. . . . . .	35
5.16. . . . . .	36
5.17. . . . . .	37
5.18. . . . . .	37
5.19. . . . . .	37
5.20. . . . . .	37
5.21. . . . . .	38
5.22. . . . . .	38
5.23. . . . . .	39
5.24. . . . . .	39
5.25. Pronóstico servicios y otros. (Elaboración propia) . . . . .	40
5.26. . . . . .	41
5.27. . . . . .	41
5.28. . . . . .	41
5.29. . . . . .	41
5.30. . . . . .	41
5.31. . . . . .	42
5.32. . . . . .	42
5.33. . . . . .	43
5.34. . . . . .	44
5.35. . . . . .	44
5.36. . . . . .	44
5.37. . . . . .	45
5.38. . . . . .	45

5.39. . . . .	46
5.40. . . . .	46
5.41. . . . .	46
5.42. . . . .	46
5.43. . . . .	47
5.44. . . . .	47
5.45. Pronóstico I+D. (Elaboración propia) . . . . .	48
5.46. Pronóstico gastos de venta, generales y administrativos. (Elaboración propia) . . . . .	48
5.47. . . . .	50
5.48. . . . .	50
5.49. . . . .	51
5.50. . . . .	51
5.51. . . . .	51
5.52. . . . .	52
5.53. . . . .	52
5.54. . . . .	53
5.55. . . . .	53
5.56. . . . .	53
5.57. . . . .	54
5.58. . . . .	54
5.59. . . . .	54
5.60. . . . .	55
5.61. . . . .	55
5.62. . . . .	56
5.63. Capital de trabajo. (Elaboración propia) . . . . .	56

# Índice de tablas

3.1. Tabla anova . . . . .	15
4.1. Ratings, Interest Coverage Ratios and Default Spread. Damodaran, (2020). . . . .	22
4.2. Fernández, 2007, Abreviaciones de múltiplos más utilizados . . . . .	26
5.1. Producción anual . . . . .	28
5.2. Entregas anuales . . . . .	28
5.3. Histórico de Ingresos Automotrices . . . . .	28
5.4. Crecimiento trimestral . . . . .	29
5.5. Pronóstico de crecimiento . . . . .	32
5.6. Histórico de Ingresos por Arrendamiento . . . . .	33
5.7. Crecimiento trimestral arrendamiento . . . . .	33
5.8. Pronóstico de crecimiento . . . . .	33
5.9. Histórico de Ingresos por Generación de energía y almacenamiento . . . . .	33
5.10. Crecimiento trimestral . . . . .	33
5.11. Pronóstico de crecimiento generación de energía y almacenamiento . . . . .	35
5.12. Servicios y otros ingresos . . . . .	36
5.13. Crecimiento trimestral . . . . .	36
5.14. Pronóstico de crecimiento en otros ingresos . . . . .	40
5.15. Crecimiento trimestral . . . . .	40
5.16. Pronóstico . . . . .	40
5.17. Pronóstico costo . . . . .	43
5.18. Crecimiento trimestral . . . . .	43
5.19. Pronóstico costo . . . . .	49
5.20. Ingresos por intereses . . . . .	49
5.21. Factores de depreciacion . . . . .	49
5.22. Capital de trabajo . . . . .	56
5.23. Flujo de caja libre (FCFF) . . . . .	57
5.24. Diferencial de incumplimiento. Damodaran 1998 . . . . .	57
5.25. Cálculo del WAAC . . . . .	59
5.26. Valoración de Tesla por el método DCF . . . . .	60
5.27. Selección del grupo de pares de Tesla (En miles de millones de dolares) . . . . .	60
5.28. Pares de Tesla . . . . .	61
5.29. Análisis de sensibilidad en el crecimiento terminal y WACC . . . . .	62
5.30. Comparación actual vs comparación 2022 Forbes y Tesla, Predicción del precio de las acciones . . . . .	62



# Introducción

Esta tesis se centra en el análisis empresarial y financiero de Tesla Inc., una empresa estadounidense automotriz y de energía, junto con su impacto en el mercado. Hay varias razones para elegir este tema, la principal es su crecimiento acelerado, ya que en un periodo de 2 años la compañía vale más que todas sus competidoras automotrices del mercado juntas (véase [12]).

Tesla es una de las compañías de vehículos líderes en la industria con sus innovaciones e investigaciones que realizan para hacer mejores autos con nuevas características.

También es una nueva industria empresarial y se ha elevado a una velocidad relativamente alta para los primeros puestos, lo que hace que realizar este análisis sea aún más interesante.

La industria automotriz está experimentando una gran transformación de la producción únicamente de vehículos convencionales a gasolina a vehículos eléctricos. Tesla, Inc no encaja en ningún modelo tradicional y, de hecho, hoy en día, es la única marca de automóviles que vende exclusivamente vehículos eléctricos (véase [35]).

Con base en lo anterior, el objetivo de esta tesis es buscar los registros de Tesla para realizar un estudio de sus números y encontrar el valor real al 1 de Enero de 2022, compararlo con su valor de mercado y realizar un análisis de como se tendría que comportar la compañía en el mercado si sucediera un ajuste de este precio a su valor real.

Además, una de las principales intenciones de esta disertación es inferir si el valor de Tesla está sobrevalorado como comúnmente se dice entre los analistas.

Primeramente, se describirá la industria y la compañía, así como la evolución del precio de sus acciones, sus metas y objetivos, así como sus logros. Esto con el fin de comprender el pasado y el potencial desempeño futuro de Tesla.

La segunda parte de esta tesis es sobre análisis estratégico.

Al existir diversas herramientas para valorar una empresa, se presentará una descripción general de la valoración y los métodos de valoración más conocidos y utilizados.

Posterior a la selección de métodos, la disertación pasará a un análisis financiero que incluye los indicadores utilizados para valorar una empresa y un pronóstico detallado de los elementos financieros de Tesla, acompañado por el cálculo de valor.

Finalmente, se analizará el impacto de una nivelación, realizando una comparación entre el valor real y el de mercado de Tesla. Esto tendrá la ayuda de una comparación de pares, así como una comparación con otra valoración con el fin de tener los resultados menos sesgados posibles.

Esta tesis dará respuesta a las siguientes preguntas:

1. ¿Cuál es la valoración real de Tesla Motors en el aspecto financiero?

2. ¿Cuál es la posición de Tesla en comparación con sus pares?
3. ¿Qué impacto tendría una nivelación del precio de sus acciones si el valor nominal de Tesla es diferente al real?

# Capítulo 1

## Antecedentes

El objetivo de este capítulo es ayudar a los lectores a comprender más a profundidad, el comportamiento de Tesla dentro del mercado y los puntos históricos clave en los cuales surgen los comportamientos anormales, los cuales son las razones para realizar este estudio.

### 1.1. Anatomía

En 2003, Martin Eberhard y Marc Tarpenning fundaron Tesla, Inc., anteriormente Tesla Motors, Inc., una empresa automotriz estadounidense que diseña, desarrolla, fabrica y vende vehículos totalmente eléctricos de alta gama, así como componentes del sistema de propulsión para vehículos eléctricos, se especializa en almacenamiento de energía, fabricación de vehículos que funcionan con baterías de iones de litio y paneles solares. También realizan la instalación, operación y mantenimiento de sistemas de almacenamiento de energía y energía solar.

Elon Musk, actual Chief Executive Officer (C.E.O.) y cofundador, dijo en una de sus presentaciones en 2016 que “es muy importante acelerar la transición al transporte sostenible” y este es el principal objetivo de Tesla.

Hoy en día, Tesla es una marca mundialmente conocida y reconocida. La compañía es considerada la mayor empresa automotriz por valor de mercado desde 2020, a pesar de haber vendido alrededor de 533,840 automóviles durante ese año.

Actualmente, E.U., China, Países Bajos y Noruega son las principales regiones de donde surgen los ingresos de Tesla. La Figura 1.1 muestra la distribución de los ingresos totales en cada área geográfica en 2020 en millones de dólares estadounidenses.

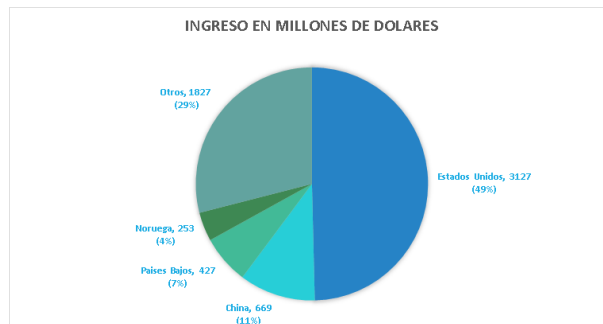


Figura 1.1: Ladha, V. (2020, January 17). Tesla: Revenue by Region 2020. Business Quant. <https://businessquant.com/tesla-inc-revenue-by-region>

## 1.2. Evolución del precio de las acciones

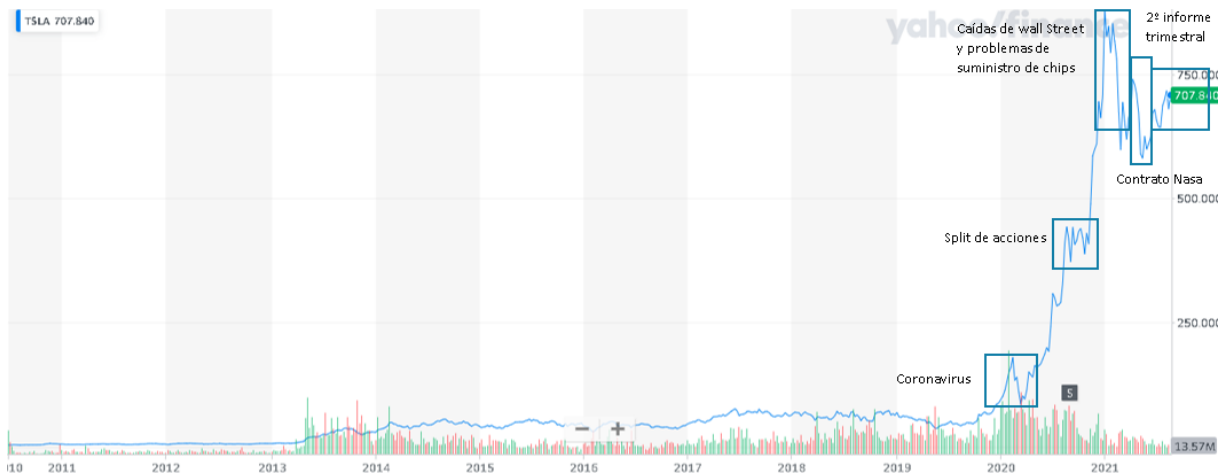


Figura 1.2: Tesla, Inc. (TSLA). (n.d.). Yahoo Finance. Recuperado: Agosto 24, 2021, de <https://finance.yahoo.com/chart/TSLA> (véase [59])

El precio de las acciones de Tesla ha sido muy volátil desde que salió a bolsa el 29 de junio de 2010 a un precio de \$17 por acción (véase [14]).

El precio de las acciones comenzó a subir de manera constante en 2013. La continua tendencia ascendente se debe a la capacidad de Tesla para cumplir e incluso superar las expectativas de los inversores.

En 2013, Tesla informó su primer beneficio trimestral en octubre y noviembre de 2013 (véase [51]), Tesla tuvo tres incidentes en los que los vehículos de Tesla se incendiaron. Estos eventos afectaron el precio de la acción y los precios bajaron por un tiempo (véase [52]).

Después de anunciar sus planes para construir una Gigafábrica antes del año 2020, el precio de la acción subió. Tesla prometió que esta fábrica a gran escala les permitiría lograr economías de escala y minimizar los costos.

Anunciaron una nueva oferta de pagarés senior convertibles con un valor de entre USD 1.6 y 1.850 millones para financiar Gigafactory (véase [54]).

Tesla tenía grandes planes para vender 40,000 vehículos eléctricos a nivel mundial en 2014, pero la guía se redujo a 33,000 unidades en noviembre de 2014. El mercado de valores siguió esta noticia y provocó que el precio de las acciones cayera.

En octubre de 2015, Tesla anunció que planeaban comenzar a producir vehículos en China y que estaban negociando con los chinos sobre la producción local.

En agosto de 2016, Tesla llegó a un acuerdo para comprar SolarCity Corp por USD 2,600 millones y el mercado reaccionó a estas noticias y los precios de las acciones cayeron ya que Tesla absorbió la deuda de \$ 3 mil millones de SolarCity (véase [13]).

El precio comenzó a subir bruscamente en diciembre de 2016, ya que Tesla se apoderó de una isla de Ta'u en Samoa Americana y la convirtió en una micro red solar. Tesla también compró una empresa alemana Grohmann Engineering para respaldar su proyecto de automatización (véase [35]).

El año 2017 fue excelente para el mercado de valores de Tesla, ya que se unió a la lista Fortune 500

por primera vez. Esto se basó en sus ingresos de USD 7 mil millones obtenidos en 2016.

En julio de 2017, el valor de la bolsa cayó más de USD 12 mil millones desde el récord del mes anterior de USD 63 mil millones. Esto sucedió porque los inversores estaban decepcionados con el resultado de las ventas del Model S y el Model X durante el segundo trimestre (véase [30]).

El precio de las acciones de Tesla ha sido muy volátil a lo largo de su tiempo como empresa pública. Después del “Colapso bursátil de julio”, los precios subieron en agosto solo para colapsar aún más en noviembre de 2017.

En marzo de 2018, cayó más del 8 % el precio de las acciones por un accidente mortal en un Model X (véase [32]).

Pronto los precios de las acciones se recuperaron cuando Musk prometió a los inversores aumentar la producción semanal al nivel de 6,000 Model 3 para fines de junio. Este fue un aumento del 20 % con respecto a la promesa anterior hecha a los inversores (véase [50]).

El 7 de agosto de 2018, Elon Musk, el director ejecutivo de Tesla, tuiteó la privatización de Tesla (véase [55]). Esto provocó una caída en el precio de las acciones que duró hasta octubre de 2018 (véase [53]).

Octubre de 2018 fue nuevamente el momento de grandes noticias cuando Tesla vendió más vehículos que Mercedes Benz en E.U. por primera vez (véase [52]). Esto provocó un nuevo aumento en los precios de las acciones en noviembre de 2018.

Después de noviembre de 2018, la tendencia del precio de las acciones de Tesla tendió a la baja.

El 22 de septiembre de 2019 Tesla anuncia el funcionamiento de la Gigafactory 3 Shanghái que incrementa la capacidad de baterías de litio, lo que repercute en un incremento nunca visto de las acciones de tesla (véase [48]).

Este incremento continuo hasta la declaración de pandemia por coronavirus, ya que el colapso resultante del mercado de valores provocó que se retirara la inversión para evitar pérdidas, lo cual generó una caída en el precio de las acciones de Tesla en la Bolsa (véase [56]).

Cuando se estabilizó la situación del mercado de valores, en marzo de 2020, los inversores nuevamente compraron acciones de Tesla, debido a su potencial (véase [53]).

El 31 de agosto, Tesla anuncia un Split de acciones de 5 a 1, lo que generó un periodo de duda y reajuste tras el cual el precio de la acción se elevó drásticamente, pasando de los 404 dólares de mediados de noviembre de 2020 a los 900 dólares en 25 de enero de 2021 (véase [17]).

El 27 de enero Tesla realiza su informe, lo que resulta en una caída en los precios debido a los bajos resultados por los problemas en su cadena de suministro, ya que se detuvo la producción en los Estados Unidos del Model 3 (véase [37]).

El 27 de abril se publican los resultados correspondientes al primer trimestre de 2021 y, aunque son buenos resultados, al ser derivados en su mayoría de venta de bitcoins, genera desconfianza a los inversores (véase [49]).

También se ve reflejada la preocupación por el impacto de una escasez mundial de chips en sus operaciones, en un momento en que está aumentando su producción, lo que genera una gran caída en los precios (véase [34]).

En Abril Space X gana el contrato con la NASA de \$152 millones de dólares por sobre Blue Origin, al ser propiedad de Elon Musk, mejora la imagen de los inversionistas y deciden reinvertir (véase [16]).

Finalmente, el 26 de Julio, Tesla publica los resultados del segundo trimestre de 2021, siendo estos 11,960 millones de dólares, lo que se traduce como un incremento de 98 % respecto al año anterior y una superación en casi un 50 % de las ganancias esperadas de 0.98 dólares por acción (véase [26]).

## Capítulo 2

# Análisis estratégico

El primer paso de un marco metodológico es identificar la naturaleza de la investigación, posteriormente las técnicas e instrumentos para el análisis de los datos y su validez, con el fin de obtener respuestas de manera sistemática y ordenada a las interrogantes establecidas y finalmente fuentes fidedignas de información para que se pueda llevar a cabo una resolución satisfactoria de los cuestionamientos.

### 2.1. Tipo de investigación

La presente investigación es de índole cuantitativa en la cual se explica como se analizaron los datos y se describe la metodología empleada.

### 2.2. Técnicas e instrumentos

Cómo sabemos, una empresa se compone de muchas variables. Por ejemplo, maquinaria, patentes, edificios, pasivos, cuentas de resultados, etc. Estas variables cambiarán con el tiempo y tendrán un valor u otro dependiendo de la industria en la que se enfoque la empresa. Así, una compañía marítima puede poseer muchos barcos y maquinaria, mientras que una empresa tecnológica puede ser de gran valor por sus patentes o programas informáticos.

Desde esta perspectiva, es difícil determinar el verdadero valor de la empresa. Conocemos empresas que tienen ciertas acciones, y estas acciones tienen un precio. Dicho esto, si queremos hacernos cargo del negocio, tendremos que pagarlo. ¿Pero realmente vale la pena el precio? No sabemos. Para saber cuál es este valor real, necesitamos examinar todas las variables que afectan su valor. Por ejemplo, la solvencia de la empresa, el crecimiento de las ganancias, la condición de la industria a la que pertenece, el valor de los proyectos realizados o las patentes.

Los métodos de valoración de empresas son análisis a partir de los cuales se intenta calcular cuál es el valor real o precio teórico de una empresa.

#### 2.2.1. Principales métodos de valoración

Clasificándolos por su método de estudio, tenemos (véase [9]):

##### Basados en el balance

Analizan el balance de la empresa para determinar su valor:

- *Valor contable*: También se conoce como valor en libros, fondos propios o patrimonio neto. Es el valor en el balance del capital más las reservas. También se puede calcular como la diferencia entre

el activo total y el pasivo exigible.

- *Valor contable ajustado*: Es un tipo de método de valoración de empresas basado en el balance de situación que pretende dar una valoración más realista que el valor teórico contable.
- *Activo neto real*: Es la diferencia entre los activos y las deudas que tiene una empresa. Es decir, al total de los activos que posee una empresa se le descuentan las deudas generadas por esos activos.
- *Valor de liquidación*: Es el cálculo resultante de la venta de todos los activos de una empresa, restando el descuento de las deudas pendientes de la misma para una fecha dada. Muestra el valor de una empresa si esta fuera disuelta.
- *Valor sustancial*: Corresponde al valor real de los medios de producción, independientemente de la forma en que estén financiados, es decir, estarían constituido por el valor real de todos los bienes y derechos utilizados.

### **Basados en la cuenta de resultados**

A través de sus pérdidas y ganancias se intenta determinar el valor teórico de la empresa. Se suelen utilizar lo que se denominan múltiplos:

- *Price Earnings Ratio*, (Índice Precio Beneficio, PER): Es un indicador que relaciona la capitalización bursátil con el beneficio neto total, o también se puede calcular relacionando el precio cotizado con el beneficio por acción.
- *Enterprise Value*, (Valor de la empresa, EV): Es un indicador que relaciona el valor de la empresa con los ventas de la empresa en el periodo que vamos a comparar. Es útil para valorar empresas con márgenes similares.
- *Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation, and Amortization* (Beneficio antes de Intereses, Impuestos, Depreciaciones y Amortizaciones, EBITDA): Es un indicador que te permite saber de forma rápida y sencilla si un negocio es rentable, ya que representa el beneficio bruto calculado antes de descontar los costes financieros.
- *Earnings Before Interest and Taxes* (Beneficio antes de Intereses e Impuestos, EBIT): Es un indicador de la rentabilidad de la empresa. A menor valor del ratio más vale teóricamente la empresa.

## Capítulo 3

# Elementos de una prueba estadística y Regresiones

Desde el siglo XIX hasta principios del XX, las publicaciones científicas se llenaron de presentaciones y análisis de casos que dieron lugar a afirmaciones subjetivas, en muchos casos inapropiadas y que crearon confusión que impidió el avance de diversas ciencias.

Esto se debió a la nula formalización en el manejo de datos y procedimientos analíticos que brindaran criterios objetivos en las decisiones que se tomaban.

Con estas necesidades científicas y editoriales en mente, surgieron las pruebas de hipótesis estadísticas.

Las pruebas de hipótesis se desarrollaron durante los años 1915-1933 como resultado del trabajo de dos grupos o tendencias: Ronald Fisher (1890-1962) por un lado, Jerzy Jerzy Neyman (1894-1981) y Egon Pearson (1895-1980) en el otro.

Ambas tendencias son anteriores al famoso chi-cuadrado de Karl Pearson (1857-1936).

Al aplicar la prueba de hipótesis, muchos investigadores han combinado eficazmente, elementos de los dos enfoques opuestos, como el p valor de Neyman-Pearson y la prueba exacta de Fisher.

Independientemente de la visión teórica y las opiniones o la posición científica de quien las analice, las pruebas de hipótesis estadísticas se han convertido, para muchos, en un instrumento fundamental para la toma de decisiones y, para otros, en la única técnica para realizarlo.

Suponiendo que deseamos probar un contraste de hipótesis respecto a un parámetro  $\theta$  referente a una población  $Y$  con base en una muestra aleatoria  $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$  que tiene una distribución muestral normal (aproximadamente) con media  $\theta$  y varianza  $\sigma^2$ .

Si  $\Theta_0$  es un valor específico de  $\theta$ , podemos probar  $H_0 : \theta = \Theta_0$  contra  $H_1 : \theta > \Theta_0$ .

Si  $\hat{\Theta}_0$  es cercana a  $\Theta_0$ , parece razonable aceptar  $H_0$ . Pero, si en realidad  $\theta > \Theta_0$  es más probable que  $\hat{\theta}$  sea más grande.

En consecuencia, valores grandes de  $\hat{\theta}$  favorecen el rechazo de  $H_0 : \theta = \Theta_0$  y una aceptación de  $H_1 : \theta > \Theta_0$ .

La Región de rechazo:  $RR = \{\theta > k\}$  para alguna selección de  $k \in R$ .

El valor real de  $k$  en la región de rechazo  $RR$  se determina al fijar la probabilidad  $\alpha$  de error tipo I (el nivel de la prueba) y escoger  $k$  de conformidad.

### 3.1. Los elementos de una prueba estadística

- La hipótesis nula ( $H_0$ ) es una suposición que se utiliza para negar o afirmar con cierta probabilidad un suceso en relación a algún o algunos parámetros de una población o muestra.

- La hipótesis alternativa ( $H_1$ ) es la suposición alternativa a la hipótesis nula formulada en un experimento y/o investigación. Esta surge como resultado de una determinada investigación realizada sobre una población o muestra.
- El estadístico de prueba (al igual que un estimador) es una función de las mediciones muestrales en las que la decisión estadística estará basada.
- La región de rechazo, que de aquí en adelante estará denotada por RR, especifica los valores del estadístico de prueba para el cual la hipótesis nula ha de ser rechazada a favor de la hipótesis alternativa.

Si, para una muestra particular, el valor calculado del estadístico de prueba cae en la región de rechazo, rechazamos la hipótesis nula  $H_0$  y aceptamos la hipótesis alternativa  $H_1$ . Si el valor del estadístico de prueba no cae en la RR, no existe evidencia para aceptar  $H_1$ .

Siendo  $\theta$  un parámetro poblacional,  $\Theta_0$  es algún subconjunto del espacio de parametros y  $\Theta_0^c$  su complemento.

Una prueba de hipótesis de  $H_0 : \{\theta \in \Theta_0\}$  versus  $H_1 : \{\theta \in \Theta_0^c\}$  podría cometer uno de dos tipos de errores.

A estos dos tipos de errores se les ha dado tradicionalmente los nombres de error de tipo I y error de tipo II.

**Definición 3.1.1.** Si  $\{\theta \in \Theta_0\}$  pero la prueba de hipótesis decide incorrectamente rechazar  $H_0$ , entonces la prueba ha cometido un **error de tipo I**.

Si, por el contrario,  $\{\theta \in \Theta_0^c\}$ , pero la prueba decide aceptar  $H_0$ , se ha cometido un **error de tipo II**.

		Decisión	
		Aceptar $H_0$	Rechazar $H_0$
Verdad	$H_0$	Decisión correcta	Error Tipo I
	$H_1$	Error Tipo II	Decisión correcta

Supongamos que RR denota la región de rechazo de una prueba. Entonces, para  $\theta \in \Theta_0$ , la prueba cometerá un error si  $x \in RR$ , por lo que la probabilidad de un error de tipo I es  $P_\theta(x \in RR)$ .

Para  $\theta \in \Theta_0^c$  la probabilidad de un error de tipo II es  $P_\theta(x \in RR^c)$ . Este cambio de RR a  $RR^c$  es un poco confuso, pero si nos damos cuenta de que  $P_\theta(x \in RR^c) = 1 - P_\theta(x \in RR)$ , entonces la función de  $\theta$ ,  $P_\theta(x \in RR)$ , contiene toda la información sobre la prueba con región de rechazo RR.

La prueba de hipótesis respecto a la igualdad de dos varianzas poblacionales (o prueba F) determina si la variabilidad entre las medias de los grupos es mayor que la variabilidad de las observaciones dentro de los grupos, se eligió esta prueba debido al interes particular de la investigación dentro de la varianza y no en la media.

- Su hipótesis nula es  $H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$
- La hipótesis alternativa para una cola es:  $H_1 : \sigma_1^2 > \sigma_2^2$  ó  $H_1 : \sigma_1^2 < \sigma_2^2$
- La hipótesis alternativa para dos colas es:  $H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$

- El estadístico de prueba para es  $F = \frac{s_1^2}{s_2^2}$

Donde  $s_1^2$  es la varianza muestral más grande.

El coeficiente de confianza, denotado como  $\alpha$  representa la probabilidad del error tipo I.

Se rechaza  $H_0$  cuando en la región de rechazo:  $F > F_\alpha$  para una cola,  $F > F_{\alpha/2}$  para dos colas ó cuando Valor  $p < \alpha$

**Definición 3.1.2.** *El valor p o nivel de significancia observado de una prueba estadística es una alternativa a la RR, este es el valor más pequeño de a para el cual  $H_0$  se puede rechazar.*

*Es el riesgo real de cometer un error tipo I, si  $H_0$  es rechazada con base en el valor observado del estadístico de prueba. El valor p mide la fuerza de la evidencia contra  $H_0$ .*

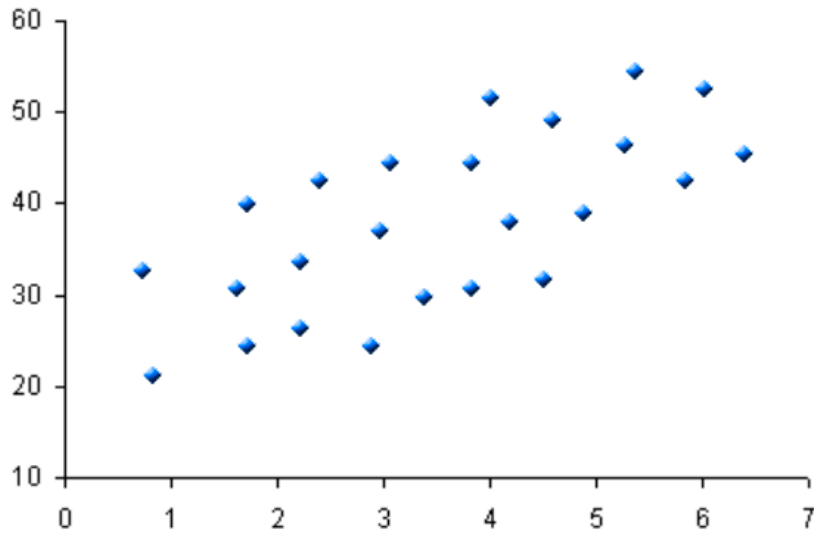
Un valor p pequeño indica que el valor observado del estadístico de prueba se encuentra alejado del valor hipotético de  $\mu$ . Esto presenta fuerte evidencia de que  $H_0$  es falsa y debe ser rechazada. Valores de p grandes indican que la estadística observada de prueba no está alejada de la media hipotética y no apoya el rechazo de  $H_0$ .

Si el valor p es menor o igual a un nivel de significancia  $\alpha$  asignado previamente, entonces la hipótesis nula puede ser rechazada y se puede informar que los resultados son estadísticamente significativos al nivel  $\alpha$ .

- Si el valor p es menor a 0.01,  $H_0$  se rechaza. Los resultados son altamente significativos.
- Si el valor p está entre 0.01 y 0.05,  $H_0$  se rechaza. Los resultados son estadísticamente significativos.
- Si el valor p está entre 0.05 y 0.10,  $H_0$  por lo general no se rechaza. Los resultados son sólo tendentes hacia significancia estadística.
- Si el valor p es mayor a 0.10,  $H_0$  no es rechazada. Los resultados no son estadísticamente significativos.

## 3.2. Diagramas de dispersión

Un diagrama de dispersión es una ilustración gráfica que se usa en el análisis de regresión. El diagrama de dispersión, también llamado nube de puntos, brinda dos tipos de información, visualmente se pueden determinar los patrones que indican como las variables están relacionadas (lineal o mediante una curva)(véase [7, 10]).



### 3.3. Recta

La ecuación para una línea recta donde la variable dependiente  $Y$  está determinada por la variable independiente  $X$  es:

$$Y = a + bX \quad (3.1)$$

Donde  $a$  representa la “ordenada  $Y$ ” porque su valor es el punto en el cual la línea cruza el eje  $Y$ , es decir, el eje vertical. La  $b$  en la ecuación es la “pendiente” de la recta. Representa qué tanto cambia la variable dependiente  $Y$  por cada unidad de incremento de la variable independiente  $X$ . También se conoce como razón de cambio (véase [7, 10]).

$$b = \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{f(x_2) - f(x_1)}{x_2 - x_1} \quad (3.2)$$

Tanto  $a$  como  $b$  son constantes numéricas porque para cualquier línea recta dada, sus valores no cambian y  $\Delta$  representa la razón de cambio.

### 3.4. Regresión lineal simple

La regresión es un concepto estadístico estrechamente vinculado al concepto de correlación, mientras la regresión estudia la naturaleza de la relación entre dos variables dependientes, la correlación estudia la estrechez de la relación entre esas dos variables una dependiente de la otra, (véase [7, 8, 10]).

El concepto de regresión se refiere al “quantum” o “cantidad de cambio” que experimenta una variable dependiente ( $Y$ ), con relación al cambio de una unidad de una variable independiente ( $X$ ).

Considerando el problema de tratar de predecir el valor de una respuesta y basada en el valor de una variable independiente  $x$ .

Se empieza por suponer que la variable de interés,  $y$ , está linealmente relacionada a una variable independiente  $x$ . Para describir la relación lineal, se puede usar el modelo

$$y = \alpha + \beta x \quad (3.3)$$

donde  $\alpha$  es la intersección con el eje y, es decir, el valor de y cuando  $x=0$ , y  $\beta$  es la pendiente de la recta, definida como el cambio en y para un cambio unitario en x.

Este modelo describe una relación determinista entre la variable de interés y, a veces llamada variable de respuesta, y la variable independiente x, denominada variable de pronóstico. Esto es, la ecuación lineal determina un valor exacto de y cuando se da el valor de x.

Una forma sencilla de modificar el modelo determinista es agregar un componente aleatorio de error para explicar las desviaciones de los puntos alrededor de la recta. Una respuesta particular y se describe usando el modelo probabilístico

$$y = \alpha + \beta x + \epsilon \tag{3.4}$$

La primera parte de la ecuación,  $y = \alpha + \beta x$ , llamada recta de medias, describe el valor promedio de y para un valor determinado de x. El componente de error  $\epsilon$  permite que cada respuesta individual y se desvíe de la recta de medias en una pequeña cantidad.

Para usar este modelo probabilístico para hacer inferencias, es necesario especificar algunas particularidades de esta “pequeña cantidad”,  $\epsilon$ .

- Los valores de  $\epsilon$  son independientes en el sentido probabilístico.
- Los valores de  $\epsilon$  tienen una media de 0 y una varianza de  $\sigma^2$
- Los valores de  $\epsilon$  tienen una distribución normal de probabilidad.

### 3.4.1. Método de mínimos cuadrados

El método de mínimos cuadrados sirve para determinar la recta que mejor se ajuste a los datos muestrales. Una línea de regresión calculada a partir de los datos muestrales, por el método de mínimos cuadrados se llama línea de regresión estimada o línea de regresión muestral (véase [5]).

Matemáticamente se explica como la recta que haga que la distancia entre el valor real  $y_i$  y el valor obtenido por la recta ajustada  $\hat{y}_i$  sea la más pequeña y así, la suma de todas estas distancias al cuadrado sea la más pequeña, esto se simboliza como:

$$\text{Suma de cuadrados del error} = SSE = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$$

Como la mejor recta está determinada por  $\hat{\alpha}$ , que representa la constante y  $\hat{\beta}$ , que representa la inclinación entonces se desea escoger los valores para  $\hat{\alpha}$  y  $\hat{\beta}$  que minimicen la suma de cuadrados del error.

### 3.4.2. Coeficiente de determinación

¿Qué tan bien se ajusta el modelo de regresión? Para contestar esta pregunta, se puede usar una medida relacionada con el coeficiente de correlación r

$$r = \frac{S_{xy}}{S_x S_y} = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_{xx} S_{yy}}} \tag{3.5}$$

para  $-1 \leq r \leq 1$   
 Donde

- $S_{xy} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$
- $S_{xx} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$
- $S_{yy} = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$

La suma de cuadrados para regresión,  $SSR = \frac{(S_{xy})^2}{S_{xx}}$ , en el análisis de varianza, mide la parte de la variación total  $SSTotal = S_{yy}$ , que puede ser explicada por la regresión de y en x. La parte restante, SSE, es la variación “no explicada” atribuida al error aleatorio. Una forma de medir la fuerza de la relación entre la variable de respuesta y y la variable de predicción x es calcular el coeficiente de determinación, la proporción de la variación total que es explicada por la regresión de y en x. Para los datos de calificaciones en cálculo, esta proporción es igual a

$$\frac{SSR}{SSTotal} \quad (3.6)$$

y dado que  $SS = S_{yy}$  se puede escribir

$$\frac{SSR}{SSTotal} = \frac{(S_{xy})^2}{S_{xx}S_{yy}} = \left( \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_{xx}S_{yy}}} \right)^2 = r^2 \quad (3.7)$$

Por tanto, el coeficiente de determinación, que fue calculado como SSR/SS Total, es simplemente el cuadrado del coeficiente de correlación r.

El coeficiente de determinación  $r^2$  se puede interpretar como el porcentaje de reducción en la variación total en el experimento obtenido al usar la recta de regresión  $\bar{y} = \alpha + \beta x$ , en lugar de ignorar x y usar la media muestral  $\bar{y}$  para predecir la variable de respuesta y.

Este nos da una medida entre 0 y 1, cuanto más cerca de 1 se sitúe su valor, mayor será el ajuste del modelo a la variable que estamos intentando explicar. De forma inversa, cuanto más cerca de cero, menos ajustado estará el modelo y, por tanto, menos fiable será (véase [5]).

Este coeficiente se puede usar en relaciones no lineales (obviamente, teniendo como ecuación de regresión una función no lineal) y en relaciones con dos o más variables independientes. Para las condiciones normales que se encuentran en las ciencias sociales, con frecuencia se consideran útiles valores de  $R^2$  tan bajos como 0.25. En las ciencias naturales, se manejan valores de 0.60 o más. De hecho, en algunos casos se encuentran valores mayores que 0.90. En aplicaciones de negocios, los valores de  $R^2$  varían mucho, dependiendo de las características específicas de cada aplicación (véase [1]).

Expresando este valor como un porcentaje, se puede interpretar a  $R^2$  como el porcentaje de la variación de los valores de la variable independiente que se puede explicar con la ecuación de regresión. Se puede decir entonces que el “X” % de los valores son explicados por medio de la ecuación de regresión encontrada. El coeficiente de determinación es la principal forma en que se puede medir el grado, o fuerza, de la asociación que existe entre dos variables, X e Y.

El análisis de regresión es una técnica analítica que calcula la relación aproximada entre una variable dependiente y una o más variables explicativas. Usando el análisis de regresión, se puede modelar la relación entre las variables seleccionadas y predecir valores basados en el modelo. El modelo de regresión incluye indicadores para brindar información sobre cuán confiables son las estimaciones del modelo para las variables dependientes, como  $P$  y  $R^2$ .

### 3.5. Regresión potencial

Una variable crece linealmente en el tiempo si agrega un incremento fijo en cada período de tiempo igual. Muchas situaciones en el mundo real exhiben un crecimiento que no es lineal. Otra función que

puede modelar datos es la función de potencia.

Una variable crece exponencialmente si se multiplica por un número fijo mayor que 1 en cada período de tiempo igual.

El decaimiento exponencial ocurre cuando el factor es menor que uno. La regresión de potencia es aquella en la que la función de ajuste sea una función potencial del tipo:

$$Y = \theta_1 X^{\theta_2}. \tag{3.8}$$

De manera análoga a la regresión lineal, el estadístico F pretende determinar si de entre un grupo de variables independientes, al menos una tiene capacidad de explicar una parte significativa de la variación de la variable dependiente.

### 3.6. Regresión polinomial

La Regresión Lineal es un caso especial de la Regresión Polinomial, extiende el modelo lineal al agregar predictores adicionales, obtenidos al elevar cada uno de los predictores originales a una potencia. Este enfoque proporciona una forma sencilla de proporcionar un ajuste no lineal a los datos.

El método estándar para extender la Regresión Lineal a una relación no lineal entre las variables dependientes e independientes ha sido reemplazar el modelo lineal con una función polinomial. Si observamos una regresión con 1 sola variable  $X_1$  la Regresión Lineal se verá como:

$$Y = a_1 X_1 + B. \tag{3.9}$$

Por su parte la Regresión Polinomial en su forma general será :

$$Y = a_0 + a_1 X_i + a_2 X_i^2 + a_3 X_i^3 + \dots + a_m X_i^m + B_i, (i = 1, 2, 3, \dots, n) \tag{3.10}$$

Se puede expresar en forma de matriz en términos de una matriz diseño X, un vector de respuesta Y, un vector de parámetro  $a$  y un vector  $B$  de errores aleatorios. La  $i$ -ésima fila de X y Y contendrá el valor X e Y para la muestra de datos  $i$ -ésimo. Entonces el modelo se puede escribir como un sistema de ecuaciones lineales:

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & x_1 & x_1^2 & \cdots & x_1^m \\ 1 & x_2 & x_2^2 & \cdots & x_2^m \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_n & x_n^2 & \cdots & x_n^m \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ \vdots \\ a_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ \vdots \\ B_n \end{bmatrix}.$$

Que cuando se usa la notación matricial se escribe como

$$Y = Xa + B. \tag{3.11}$$

Convenientemente, estos modelos son todos lineales desde el punto de vista de la estimación, ya que la función de regresión es lineal en términos de los parámetros desconocidos  $a_0, a_1, \dots$ . Por lo tanto, para el análisis de mínimos cuadrados, los problemas computacionales e inferenciales de la regresión polinomial se pueden abordar por completo utilizando las técnicas de regresión múltiple.

Esto se hace tratando  $X, X^2, \dots$ , como variables independientes distintas en un modelo de regresión múltiple.

### 3.7. Anova

ANOVA es un método estadístico que analiza las varianzas para determinar si las medias de más de dos poblaciones son iguales. En otras palabras, tenemos una variable de respuesta cuantitativa y una variable explicativa categórica con más de dos niveles. En ANOVA, el explicativo categórico generalmente se denomina factor.

En un análisis de regresión, la respuesta y está relacionada con la variable independiente x. En consecuencia, la variación total de la variable de respuesta y, dada por:

$$SSTotal = S_{yy} = \sum (y_i - \bar{y})^2 = \sum y_i^2 - \frac{(\sum y_i)^2}{n} \quad (3.12)$$

está dividida en dos partes:

- La SSR (suma de cuadrados para regresión) mide la cantidad de variación explicada al usar la recta de regresión con una variable independiente x
- La SSE (suma de cuadrados de error) mide la variación “residual” en los datos que no está explicada por la variable independiente x

De modo que

$$SSTotal = SSR + SSE \quad (3.13)$$

Se puede ver que la SSR es la suma del cuadrado de desviaciones de las diferencias entre la respuesta estimada usando  $x\bar{y}$  y la respuesta estimada usando  $x$  (la recta de regresión,  $\hat{y}$ ); la SSE es la suma del cuadrado de diferencias entre la recta de regresión ( $\hat{y}$ ) y el punto  $y$ .

Algebraicamente se demuestra como:

$$SSR = \sum (\hat{y}_i - \bar{y}_i)^2 = \sum (\alpha + \beta x_i - \bar{y})^2 = \beta^2 \sum (x_i - \bar{x})^2 = \left(\frac{S_{xy}}{S_{xx}}\right)^2 S_{xx} = \frac{(S_{xy})^2}{S_{xx}} \quad (3.14)$$

Como  $SSTotal = SSR + SSE$ , se puede completar la partición al calcular:

$$SSE = SSTotal - SSR = S_{yy} - \frac{(S_{xy})^2}{S_{xx}} \quad (3.15)$$

Recordando que cada una de las diversas fuentes de variación, cuando se dividen entre los grados de libertad apropiados, da una estimación de la variación del experimento. Estas estimaciones se denominan mínimos cuadrados,  $MS = \frac{SS}{df}$ , y se ven en una tabla ANOVA.

Al examinar los grados de libertad asociados con cada una de estas sumas de cuadrados, observe que el total de grados de libertad para n mediciones es (n-1). Como la estimación de la recta de regresión  $\hat{y} = \alpha + \beta x_i = \bar{y} - \beta \bar{x}_i = \bar{y} - \beta \bar{x} + \beta x_i$ , abarca la estimación de un parámetro adicional  $\beta$ , hay un grado de libertad asociado con la SSR, dejando (n-2) grados de libertad con la SSE.

Con esto, tenemos que el error cuadrático medio

$$MSE = s^2 = \frac{SSE}{n-2} \quad (3.16)$$

es un estimador insesgado de la varianza poblacional  $\sigma^2$ .

También sabemos que

$$MSR = \frac{SST}{k-1} = \frac{SST}{1} \quad (3.17)$$

Con la información anterior correspondiente a los datos del ANOVA, se elabora una tabla que resume los resultados.

Fuente	df	SS	MS	F	P
Regresión	1	$\frac{(S_{xy})^2}{S_{xx}}$	MSR	$\frac{MSR}{MSE}$	Valor-P
Error	n-2	$S_{yy} - \frac{(S_{xy})^2}{S_{xx}}$	MSE		
Total	n-1	$S_{yy}$			

Tabla 3.1: Tabla anova

- df = Grados de libertad
- SS = Suma de cuadrados
- MS = Media Cuadrática
- F = F de Snedecor
- P = Valor-P.



## Capítulo 4

# El método de valoración

En una forma sencilla y práctica podemos definir la valoración como un proceso por medio del cual establecemos o definimos el valor aproximado de un activo (empresa, instrumentos financieros, etc.) (véase [38]).

Actualmente existen diversos métodos de valoración, sin embargo, no existe uno que establezca en forma exacta el valor real de una empresa, aunque, según los expertos, existen métodos que establecen aproximaciones más certeras que otros.

Dentro de este contexto, existen métodos que presentan una mayor facilidad de entendimiento y empleo (métodos basados en los múltiplos) y otros más complejos y sofisticados (métodos basados en los flujos de caja), que además de exigir una gran experiencia en el campo de la valoración, demandan el uso de herramientas de cálculo poderosas para llegar a obtener un buen resultado (véase [38]).

El tipo de método que se emplea depende mucho de factores como el sector en que se desempeña, los recursos con los que cuenta la empresa objeto de valoración, el motivo de la valoración, la situación financiera, y los intangibles con que cuenta, entre otros.

Varios de estos métodos pueden ser empleados simultáneamente ya que son complementarios entre sí y llevan a una mejor aproximación.

En los últimos años, la importancia de la valoración ha ido en aumento. El conocimiento del mecanismo de valoración empresarial se ha convertido en un requisito previo para la decisión de asignación de recursos de la empresa, ya que identifica el valor de cada decisión (véase [42]).

La información relacionada con una empresa específica puede afectar a todo un sector o las expectativas de todas las empresas en el mercado (véase [20]).

En consecuencia, la mayoría coincide en que al valorar una empresa se debe realizar un análisis detallado de la misma, en cuanto a posición de mercado, política de inversión, rentabilidad, estructura financiera, características de gestión y calidad del capital humano, así como un análisis de la industria, los competidores, el entorno económico, macroeconómico y político.

Sin embargo, independientemente de la profundidad del análisis, siempre habrá incertidumbre sobre el valor final de la empresa alcanzado, ya que a lo largo de la valoración se realizan supuestos sobre el futuro de la empresa y la economía (véase [20]).

Los errores más comunes y menos comunes en la valoración de empresas están relacionados con el cálculo de la tasa de descuento, la valoración del riesgo empresarial, la proyección de flujos de efectivo, el valor residual, entre otros (véase [28]).

Aunque a lo largo de los años se estudiaron e implementaron varios marcos de valoración, no se espera que un marco único sea consistentemente más confiable que otros (véase [57]).

Existen cuatro enfoques principales para la valoración de empresas: valoración basada en activos, flujo de caja descontado, valoración relativa y valoración contingente de reclamaciones (véase [23]).

En general, cuanto más joven es la empresa, más difícil es la valoración de la empresa, debido a la falta de datos históricos y la incertidumbre sobre los factores fundamentales y sus previsiones (véase [31]).

Las empresas más jóvenes son más difíciles de valorar porque dependen de crecimientos futuros, están más expuestas al fracaso y existe incertidumbre sobre cuándo la empresa se convertirá en una empresa de crecimiento estable (véase [19]).

Si bien algunas empresas jóvenes en crecimiento pueden generar ingresos, sus ganancias pueden seguir siendo negativas durante un par de años (véase [22]). Por lo tanto, si una empresa tiene ganancias negativas al principio del ciclo de vida, existe la posibilidad de que la valoración relativa, como las relaciones precio-beneficio, no son aplicables (véase [25]).

Además, las empresas que comparten estas características no son directamente comparables con empresas consolidadas, independientemente de que pertenezcan a la misma industria (véase [46]).

## 4.1. Valoración de flujo de caja descontado

El modelo de Flujo de Caja Descontado (DCF) es el “método más preciso y flexible para la valoración de proyectos, divisiones y empresas”. Sin embargo, se destaca el riesgo de cometer errores debido a errores en la estimación de los componentes relevantes utilizados para la valoración de una empresa, ya que existe una gran cantidad de supuestos y proyecciones realizadas a lo largo de la valoración (véase [40]).

Este modelo es el más sofisticado porque se basa en los flujos de efectivo resultantes del estado de situación financiera y de la cuenta de resultados, toma en consideración el costo de oportunidad del capital y, finalmente, refleja el período en el que los flujos de efectivo se pronostican explícitamente (véase [36]).

Luehrman (1997) señala que el modelo DCF que utiliza el enfoque del costo de capital promedio ponderado (WAAC) es obsoleto. Además, el autor afirma que el enfoque WAAC todavía se usa solo porque se considera estándar a lo largo de los años y no porque tenga el mejor rendimiento.

El enfoque DCF determina el valor del activo pronosticando el flujo de efectivo futuro de un activo, descontándolo a una tasa apropiada ( $r$ ) que refleje el riesgo de ese activo (véase [41, 20]). De hecho, la empresa vale por su capacidad de generar valor y, el valor de la empresa surge principalmente de la capacidad de generar flujos de efectivo futuros. La fórmula general del enfoque DCF es la siguiente ecuación (véase [29]):

$$Valor\ del\ Activo = \frac{CF}{(1+r)} + \frac{CF_1}{(1+r)^1} + \frac{CF_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+r)^n} \quad (4.1)$$

$$VR = \frac{CF_n(1+g)}{(r-g)} \quad (4.2)$$

- CF = Flujo de efectivo

- r = tasa de interés

- $n$  = número de periodos
- $g$  = tasa de crecimiento perpetuo

En el enfoque DCF, los flujos de efectivo (CF) se pronostican bajo numerosos supuestos sobre cómo se desempeñará la empresa durante el período explícito y pronosticando partidas financieras relacionadas con la operación de la empresa, que son responsables de la creación de flujo de efectivo (véase [29]).

El período explícito de pronósticos es comúnmente de 5 o 10 años, dependiendo de cuándo una empresa entra en una etapa de crecimiento estable. La fórmula anterior también está compuesta por el valor residual (RV), generalmente llamado valor terminal (TV), donde se asume un flujo de efectivo con una tasa de crecimiento constante específica ( $g$ ) después del año  $n$ . Young, M., Sullivan, P., Nokhasteh, A., & Holt, W., (véase [57]), afirman que el valor terminal es el elemento más importante en la valoración de una empresa.

Hay dos enfoques para utilizar el flujo de efectivo para la valoración, a saber, el enfoque de flujo de caja libre a capital (FCFE) y el flujo de caja libre a la empresa (FCFF).

- EBIT: La National Association of Securities Dealers Automated Quotation (NASDAQ) establece los beneficios antes de intereses e impuestos (EBIT) como “Una medida financiera definida como los ingresos menos el costo de los bienes vendidos y los gastos de venta, generales y administrativos. En otras palabras, utilidad operativa y no operativa antes de la deducción de intereses e impuestos sobre la renta”.
- FCFE: El FCFE es el “flujo de caja que queda disponible en la empresa luego de cubrir las inversiones en activos fijos y los requerimientos de capital de trabajo y luego de pagar los cargos financieros y reembolsar la parte correspondiente del principal de la deuda (en el caso de que exista deuda)” (véase [29]).

Por lo tanto, la siguiente ecuación determina el FCFE:

$$\text{FCFE} = \text{FCFF} - \text{Gastos por intereses} * (1 - \text{Tasa de impuestos}) - \text{Reembolsos principales} + \text{Emisiones de deuda neta}$$

- FCFF: El FCFF es “el flujo de caja generado por las operaciones, sin tener en cuenta el endeudamiento (deuda financiera), después de impuestos” (véase [29]).

Además, es el flujo de caja disponible para la empresa después de considerar los gastos de operación, la inversión en activos fijos y las inversiones en capital de trabajo. La ecuación general de FCFF se puede escribir de la siguiente manera (véase [23]):

$$\text{FCFF} = \text{EBIT} * (1 - \text{tasa impositiva}) + \text{Depreciaciones} - \text{Gastos de capital} - \text{Cambio en el Capital de trabajo}$$

En contraste con el FCFE, cuyos flujos de efectivo son después de los pagos de intereses y los flujos de efectivo de la deuda, el flujo de efectivo demostrado en la ecuación anterior es antes de los pagos de la deuda y después de los impuestos y las necesidades de reinversión (véase [23]). Por lo tanto, los beneficios fiscales de la deuda no se incluyen en FCFF. Sin embargo, la tasa de descuento, WAAC, incorpora este beneficio ya que utiliza el costo de la deuda después de impuestos (véase [4, 20]).

El valor de la empresa se puede determinar como el valor presente del FCFF proyectado y del valor terminal, descontado al WACC, como se muestra en la siguiente ecuación (véase [4, 23]):

$$\text{Valor de la empresa} = \sum_{t=1}^n \frac{FCFF_t}{(1+WACC)^t} + \frac{\frac{FCFF_{n+1}}{WACC-g_n}}{(1+WACC)^n} \quad (4.3)$$

Donde:

- $FCFF_t$  = Flujo de caja libre de la empresa en el año t
- WAAC = Costo promedio ponderado del capital
- $g_n$  = Tasa de crecimiento a perpetuidad del FCFF
- n = Primer año del periodo terminal

La principal diferencia entre FCFF y FCFE surge de los flujos de efectivo utilizados como punto de partida, el flujo de efectivo de las operaciones o los flujos de efectivo para los accionistas, respectivamente, así como los flujos de efectivo asociados con la deuda (véase [20]).

## 4.2. Valor terminal

El valor terminal es el valor de los flujos de efectivo esperados de la empresa más allá del período explícito (véase [45]). El valor terminal representa una gran proporción del valor empresarial, y es aún mayor cuando se trata de una empresa joven (véase [23]).

El valor terminal asume que los flujos de efectivo, la tasa de descuento y el crecimiento son constantes en el tiempo (véase [57]).

Como resultado, las suposiciones sobre cuándo una empresa alcanzará una etapa estable y con qué tasa de crecimiento pueden tener un gran impacto en el valor empresarial (véase [45]).

Por lo tanto, el valor terminal debe determinarse cuando la empresa haya logrado “un crecimiento de ingresos bajo y márgenes operativos estables” (véase [40]).

Los autores suelen referirse a la siguiente ecuación para determinar el valor terminal:

$$\text{Valor terminal} = \frac{FCF_n(1+g_n)}{WACC-g_n} \quad (4.4)$$

Donde:

- $FCF_n$  = Flujo de caja libre de la empresa en el año n
- WAAC = Costo promedio ponderado del capital
- $g_n$  = Tasa de crecimiento a perpetuidad del FCFF
- n = Primer año del periodo terminal

Aunque los gastos de capital pueden ser menores que las depreciaciones, el T.V. no debe estimarse con gastos de capital menores que las depreciaciones, ya que no es consistente usar un FCF con estos valores (véase [28]). Además, la tasa de crecimiento esperada debería ser menor que la tasa de crecimiento de la economía (véase [39]).

### 4.3. Costo de capital promedio ponderado (WAAC)

El WAAC, también conocido como costo de capital, es definido como el “costo de la deuda después de impuestos multiplicado por la proporción de deuda más el costo del capital social multiplicado por la proporción del capital social” (véase [4, 57]):

$$WACC = R_d * (1 - T) * \frac{D}{V} + R_e * \frac{E}{V} \quad (4.5)$$

Donde:

- E = Valor de mercado del capital de la empresa, es una parte del patrimonio neto de una empresa y lo podemos encontrar en el balance general. Por tanto, es una parte de los recursos propios o financiación propia de la que dispone la empresa.
- D = Valor de mercado de la deuda de la empresa, es aquella que tiene un coste explícito, como la contraída con las entidades financieras o la emitida por una empresa en los mercados financieros.
- V = E+D
- $R_e$  = Costo de capital, es el costo en el que incurre una empresa para financiar sus proyectos de inversión a través de los recursos financieros propios.
- $R_d$  = Costo de la deuda, es el costo que tiene una empresa para desarrollar su actividad o un proyecto de inversión a través de su financiación en forma de créditos y préstamos o emisión de deuda.
- $T_c$  = Tasa de impuesto corporativo, es la obligación tributaria que asumen las personas jurídicas al haber obtenido rentas en un periodo fiscal que suele ser de un año natural. Es decir, este elemento impositivo grava la renta de las sociedades y demás entidades jurídicas.

El WACC refleja el rendimiento esperado de los inversores en acciones y deudas por el valor temporal del dinero y el riesgo relacionado con un activo (véase [2, 46]). En caso de incumplimiento, los tenedores de deuda tienen la prioridad y, por lo tanto, el costo de la deuda debe ser menor que el costo del capital. Como consecuencia, la tasa de rendimiento requerida debe calcularse por separado para los dos tipos de inversores.

El costo de capital debe reflejar solo el riesgo operativo de la empresa, ya que los flujos de efectivo utilizados son flujos de efectivo de los activos operativos (véase [23]).

El flujo de caja libre se determina después de impuestos, por lo tanto, el WACC debe estimarse después de los impuestos corporativos (véase [40]).

Si bien existen muchas valoraciones que utilizan la tasa impositiva marginal, la tasa impositiva que se debe utilizar para calcular el WAAC es la tasa impositiva efectiva (véase [28]).

## 4.4. Costo de la deuda

El costo de la deuda representa el costo efectivo que una empresa tiene que pagar por su deuda actual (véase [20]).

El costo de la deuda se estima mediante tres variables. Primero, la tasa sin riesgo, que aumenta el costo de pedir dinero prestado, a medida que aumenta esa tasa.

En segundo lugar, el riesgo de incumplimiento de la empresa, es decir, la probabilidad de que una empresa incumpla. Asimismo, a medida que aumenta el riesgo de incumplimiento, también aumentará el costo de la deuda.

Tercero, el beneficio fiscal derivado de la deuda contraída y del pago de intereses, que permite que el coste después de impuestos sea inferior al coste de la deuda antes de impuestos (véase [20]).

“Dado que los intereses son deducibles de impuestos, el costo de la deuda después de impuestos es una función de la tasa impositiva” (véase [20]). Por tanto, el coste de la deuda debe calcularse después de impuestos, en el caso de empresas sin exención fiscal con valores de mercado en lugar de valores contables:

$$\text{Costo de la deuda después de impuestos} = \text{Costo de la deuda antes de impuestos} * (1 - \text{Tasa impositiva})$$

Con respecto a las empresas que cotizan en bolsa, se sugiere calcular el rendimiento al vencimiento (YTM) a partir del precio del bono y los flujos de efectivo prometidos, para calcular el costo de capital (véase [39]).

Sin embargo, la mayoría de las empresas no negocian de forma regular y, por lo tanto, se debe estimar un margen de incumplimiento basado en la calificación de la deuda de la empresa (véase [20]). Finalmente, en caso de que la empresa no esté calificada, se propone determinar el índice de cobertura de intereses, de la siguiente manera (véase [20]):

$$\text{Índice de cobertura de intereses} = \frac{EBIT}{\text{Gastos de Intereses}} \quad (4.6)$$

Con este cálculo es posible asociar la calificación de una empresa y, por tanto, obtener un spread por defecto (véase [20]).

Rating	Default Spread
Aaa/AAA	0.63 %
Aa2/AA	0.78 %
A1/A+	0.98 %
A2/A	1.08 %
A3/A-	1.22 %
Baa2/BBB	1.56 %
Ba1/BB+	2.00 %
Ba2/BB	2.40 %
B1/B+	3.51 %
B2/B	4.21 %
B3/B-	5.15 %
Caa/CCC	8.20 %
Ca2/CC	8.64 %
C2/C	11.34 %
D2/D	15.12 %

Tabla 4.1: Ratings, Interest Coverage Ratios and Default Spread. Damodaran, (2020).

En consecuencia, el costo de la deuda se puede estimar mediante:

Costo de la deuda = riesgo - tasa libre + diferencial de incumplimiento

## 4.5. Costo de equidad

En los últimos años, el modelo de valoración de activos de capital (CAPM) basado en el modelo de elección de cartera presentado por Markowitz, sigue siendo el modelo de valoración de activos más comúnmente aceptado y ampliamente utilizado para calcular el costo de capital.

El costo del capital social es la tasa de rendimiento que los inversores requieren sobre una inversión de capital en una empresa (véase [20]).

Para calcular el costo del patrimonio (Rendimiento Esperado ( $E(R)$ )), se debe estimar la tasa de rendimiento libre de riesgo ( $R_f$ ), la diferencia entre el rendimiento esperado de una cartera de mercado ( $R_m$ ) y el  $R_f$ , definido como la prima de riesgo de mercado y, el riesgo de mercado de un activo en particular ( $\beta$ ) (véase [3, 40]).

Por lo tanto, con base en el CAPM, la ecuación general para estimar el costo del capital es la siguiente:

$$E(R) = R_f + \beta[E(R_m) - R_f] \quad (4.7)$$

El CAPM se usa comúnmente en aplicaciones porque “ofrece predicciones poderosas e intuitivamente agradables sobre cómo medir el riesgo y la relación entre el rendimiento esperado y el riesgo” (véase [27]).

Sin embargo, el CAPM puede revelar debilidades en la teoría o en su implementación empírica, invalidando el análisis mayoritario realizado con el modelo referido. A pesar de las críticas recientes, al desarrollar una valoración de empresas basada en WACC, el CAPM sigue siendo el modelo más utilizado para estimar el costo de las acciones.

## 4.6. Tasa libre de riesgo

La tasa libre de riesgo se puede obtener en el momento en que se determina el costo de las acciones mediante el uso de bonos gubernamentales libres de riesgo al mismo tiempo (véase [28]).

Una tasa para ser considerada libre de riesgo debe cumplir dos condiciones: “primero que no haya riesgo de incumplimiento asociado con sus flujos de efectivo y segundo que no pueda haber riesgo de reinversión en la inversión” (véase [25]).

La mayoría de los investigadores empíricos sugieren utilizar los bonos del tesoro del gobierno a largo plazo para calcular la tasa libre de riesgo en las economías desarrolladas. Dado que los bonos del gobierno generalmente se emiten con diferentes vencimientos, se debe utilizar un bono del gobierno libre de incumplimiento con el mismo vencimiento que el vencimiento de los flujos de efectivo descontados (véase [40]).

## 4.7. Beta

Beta se define como un “factor de calibración que es mayor (menor) que uno si el activo tiene un riesgo sistemático, o no diversificable, que es mayor (menor) que el riesgo del mercado” (véase [58]).

Por tanto, beta representa el riesgo de mercado de un activo en particular. Además, es diferente entre empresas y varía según el período que se calculó (véase [24]).

Según CAMP, el rendimiento esperado de una acción depende de beta, que representa la correlación entre el valor de esa acción y el mercado (véase [39]). Se sugiere estimar la beta mediante regresión.

La beta se puede estimar utilizando una regresión de los rendimientos históricos de las acciones de una inversión frente al mercado histórico (véase [20]), de la siguiente manera:

$$R_i = \alpha + \beta R_m \quad (4.8)$$

- $R_i$  = Rendimiento de la inversión  $i$
- $\alpha$  = Intercepto
- $\beta$  = Pendiente de la línea recta que representa el Beta
- $R_m$  = Rendimiento del mercado

Un componente necesario para calcular el costo del capital es la beta apalancada (también conocida como beta del capital). El riesgo adicional derivado del hecho de que la empresa tenga deuda, es decir, del apalancamiento, se puede expresar de la siguiente manera:

$$\beta_L = \beta_U \left[ 1 + (1 - T) \frac{D}{E} \right] \quad (4.9)$$

Damodaran asume que la deuda no conlleva riesgo de mercado, por lo que tiene una beta de deuda de cero. Por el contrario, Fernández (véase [28]) afirma que la relación correcta entre la beta apalancada ( $\beta_L$ ) y la beta sin apalancamiento ( $\beta_U$ ) es:

$$\beta_L = \beta_U + (\beta_U - \beta_D) \frac{D(1 - T)}{E} \quad (4.10)$$

## 4.8. Prima de riesgo del mercado

La Prima de Riesgo de Mercado (MRP) se define como la “prima incremental requerida por los inversores en relación con un activo libre de riesgo” (véase [58]).

De acuerdo a los modelos de precios de activos de capital (CAPM), se propone un ajuste en la ecuación comúnmente utilizada a través del ajuste en el MRP con beta:

$$\text{Valor esperado de retorno} = R_f + \beta(E_R - R_f) \quad (4.11)$$

- $R_f$  = Tasa libre de riesgo
- $\beta$  = Beta de la inversión
- $E_R - R_f$  = MRP = Prima de riesgo del mercado
- $E_R$  = Retorno esperado de la inversión

Rendimiento esperado de la cartera de mercado = Tasa de rendimiento libre de riesgo + prima de riesgo de mercado \* Prima del riesgo del mercado

Además, Zenner (véase [58]), propone varios métodos para estimar MRP, rentabilidad media histórica realizada, modelo de descuento de dividendos, método de índice constante de Sharpe, prima de riesgo implícita del mercado de bonos y método de rendimiento de dividendos. En su artículo, llegaron a la conclusión de que la MRP probablemente cae entre el 5 % y el 7 %, dependiendo del método.

El rango de prima apropiado se encuentra entre 4.5 % y 5.5 % (véase [33]).

La mayoría de las empresas utilizan un MRP del 6 % o menos a pesar de que muchos autores y analistas utilizan primas más altas (véase [15]).

A pesar de las numerosas investigaciones realizadas y los artículos publicados, no existe consenso entre los profesionales sobre cuál es el mejor modelo para estimar este componente.

## 4.9. Valoración relativa

La valoración relativa busca estimar el valor de una empresa mediante la comparación con otras empresas, que son similares a esa empresa, es decir, se compara el valor de un activo con el de otro activo similar o comparable (véase [20]).

“Un análisis de múltiplos correctamente ejecutado puede hacer que los pronósticos financieros sean más precisos” (véase [39]).

Los autores plantean que la valoración del DCF sea más precisa así como sus previsiones con un análisis detallado comparando los múltiplos de la empresa valorada con los de las empresas comparables.

La valoración relativa puede ser útil en una segunda etapa al revisar la valoración completa y los múltiplos, así como al identificar cuidadosamente las diferencias entre la empresa que se está analizando y las empresas comparables (véase [29]).

Los analistas no deben utilizar el promedio de la industria porque las empresas de la misma industria que la empresa valorada pueden tener tasas de crecimiento, rendimiento del capital invertido (ROIC) y estructuras de capital significativamente diferentes (véase [33]).

Existen cuatro principios básicos para poder valorar adecuadamente una empresa en base a múltiplos. Es esencial encontrar un grupo de pares y utilizar pares con ROIC y pronósticos de crecimiento similares. Además de eso, otro principio básico es el uso de múltiplos prospectivos.

De hecho, tanto los principios de valoración como la evidencia empírica sugieren que se debe seguir el método prospectivo, ya que es más preciso que los múltiplos históricos (véase [33, 39]).

Por último, el múltiplo del valor empresarial de uso, así como el ajuste de este múltiplo para ítems no operativos, también representan un principio básico.

Según Fernández (véase [29]), los múltiplos de precio y valor empresarial más utilizados son los siguientes:

Casi el 90 % de las valoraciones de la investigación de acciones utilizan valoraciones relativas (véase [20]). Se prefieren las valoraciones realizadas con múltiplos en lugar del enfoque DCF, ya que es difícil estimar los flujos de efectivo y encontrar la tasa de descuento adecuada (véase [41]). Además, los múltiplos son simples y fáciles de trabajar (véase [20]).

Una empresa comparable es “aquella con flujos de caja, potencial de crecimiento y riesgo similar al

---

Múltiplos de valoración	
P/E, PER	Relación precio ganancia
P/CE	Precio a ganancias en efectivo
P/S	Precio a ventas
P/LFCF	Precio al flujo de caja libre apalancado
P/BV	Precio al valor de libros
P/AV	Precio al valor del activo
P/Customer	Precio al cliente
P/units	Precio a unidades
P/output	Precio de salida
EV/EBITDA	Valor empresarial a EBITDA
EV/S	Valor empresarial a las ventas
EV/FCF	Valor empresarial al flujo de caja libre sin apalancamiento
EV/BV	Valor empresarial
EV/EG	Valor empresarial para el crecimiento del EBITDA
PEG	Precio de las ganancias (PER) al crecimiento

Tabla 4.2: Fernández, 2007, Abreviaciones de múltiplos más utilizados

de la empresa que se valora" (véase [23]).

En general, las empresas comparables pertenecen al mismo sector. Sin embargo, este enfoque se vuelve más difícil cuando no hay suficientes empresas en la misma industria que comparten flujos de efectivo, perfiles de crecimiento y riesgo similares (véase [23]).

Para obtener las empresas adecuadas, éstas deben tener expectativas similares en cuanto al crecimiento a largo plazo y el Retorno del capital invertido (ROIC) (véase [33]).

En general, al elegir el grupo de pares, hay varios componentes que deben analizarse, como área de negocio, tamaño, crecimiento, deuda a capital y rentabilidad. Sin embargo, a menudo es difícil encontrar un verdadero grupo de compañeros.

El valor empresarial para el EBITDA se utiliza ampliamente y se percibe como los mejores múltiplos para comparar valoraciones entre empresas (véase [40]).

La relación precio-beneficio (P/E) no se puede calcular para empresas con ganancias nulas o negativas (véase [47]).

Acerca del múltiplo EV to Sales, es útil para empresas con "ganancias volátiles u otras situaciones en las que las ganancias no representan el potencial operativo a largo plazo"(véase [39]).

## Capítulo 5

# Valoración de una acción de Tesla Inc.

Se utilizarán métodos de valoración DCF y de múltiplos para valorar el precio por acción de Tesla el 31 de Diciembre de 2021. Este capítulo comenzará con la previsión de elementos financieros del estado de resultados y el balance general de Tesla. Más adelante, el FCFF se calculará junto con la tasa de descuento elegida, WAAC. La siguiente sección se concentrará en el cálculo del valor actual de FCFF y el valor terminal. Todas estas estimaciones considerarán algunos supuestos, que se discriminan a continuación. Finalmente, este capítulo concluirá con una valoración relativa.

### 5.1. Estado de resultados de previsión

En esta sección, se pronosticarán varios rubros contables del estado de resultados para los próximos 10 años, es decir, de 2021 a 2031.

Los pronósticos de los rubros financieros se basan principalmente en el desempeño pasado de la Compañía y los supuestos sobre su desempeño futuro y de la industria automotriz, así como la Industria energética. No obstante, a continuación, se presenta un análisis más detallado de esas partidas financieras y sus previsiones.

Los ingresos totales de Tesla se pronostican teniendo en cuenta cada segmento de ingresos por separado, de la siguiente manera:

#### 5.1.1. Ingresos automotrices

La principal restricción para la cantidad de vehículos entregados por Tesla es la capacidad de producción, como tal, que es el factor clave para el crecimiento de ventas previsto. Por lo tanto, los ingresos automotrices para los años restantes (2022-2031) se pronostican en función de los límites de la capacidad de producción y, en consecuencia, el número esperado de vehículos entregados y el precio medio de venta de cada modelo.

Elon Musk produjo 509,737 vehículos durante 2020. Sin embargo, al analizar la situación actual de Tesla de su capacidad de producción y eventos pasados, se espera que las ventas lleguen a 20,000,000 de autos fabricados para 2030 (véase [6]).

Además, el Model 3 se convirtió en la principal prioridad para Tesla, con el fin de alcanzar la producción en masa y las economías de escala en un futuro cercano con el propósito de tener menores costos de producción y mayor participación de mercado en el mercado de los vehículos eléctricos (véase [6]).

Como se ilustra en la tabla, Tesla terminó el año de 2020 produciendo 442,562 Modelo 3 y a fines del segundo trimestre de 2020, Tesla informó 382,140 entregas y una producción que asciende a 442,562

## Valoración de una acción de Tesla Inc.

### 5.1 Estado de resultados de previsión

Producción	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	3er Trim 2021
Modelo S	23,187	35,125	50,835	56,022	53,092	50,630			
Modelo X	-	-	260	27,900	45,250	48,680	66,708	57,085	8,941
Modelo 3	-	-	-	-	2,685	146,046	300,773		
Modelo Y	-	-	-	-	-	-	-	442,562	228,882
Total	23,187	35,125	51,095	83,922	101,027	245,356	367,481	499,647	237,823

Tabla 5.1: Producción anual

Entregas	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	3er Q 2021
Modelo S	22,477	31,655	50,446	50,950	54,754				
Modelo X	-	-	212	25,335	46,558	99,394	66,600	57,039	9,289
Modelo 3	-	-	-	-	1,772	145,846	300,600		
Modelo Y	-	-	-	-	-	-	-	442,511	232,102
Total	22,477	31,655	50,658	76,285	103,084	245,240	367,200	499,550	241,391

Tabla 5.2: Entregas anuales

entre el modelo 3 y el modelo Y. De hecho, cuando se lanzó el Model 3, se hicieron 400,000 pedidos. Es importante observar que, pese al pleno funcionamiento de la Gigafactory 3 de Tesla, este sigue sin poder satisfacer la demanda debido a sus limitaciones de producción.

En general, el objetivo principal de Tesla es crear vehículos eléctricos con un precio que compita con sus equivalentes de gasolina y que se considere el primer mercado masivo de vehículos eléctricos del mundo. Por esa razón, se pronostica que para 2030, si la producción de baterías sigue incrementando, los autos eléctricos serán más económicos que los de combustión interna.

En 10 años a partir de ahora, se espera que la participación de mercado de los vehículos eléctricos sea mayor y la tasa de crecimiento interanual no tendrá valores anormales, ya que los ingresos actuales, así como la producción y las ventas de automóviles han estado alcanzando en los años anteriores.

Además, la disminución en los costos de la batería permitirá que la empresa reduzca los precios de sus vehículos para alcanzar precios más competitivos y lograr un objetivo más amplio de clientes. Independientemente de la inflación esperada del 2.2% y el conocimiento de la marca Tesla, se prevé que el aumento de la competencia de empresas bien establecidas y la reducción de los costos de producción llevarán a Tesla a disminuir sus precios hasta el final del período explícito.

Año	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ingresos automotrices	1,922	2,874	3,432	5,589	8,535	17,635	19,952	26,184
Porcentaje de crecimiento	-	49.5%	19.4%	62.8%	52.7%	106.6%	13.1%	31.2%

Tabla 5.3: Histórico de Ingresos Automotrices

Para el año 2021, solo es necesario pronosticar el último trimestre de 2021. Los ingresos automotrices del cuarto trimestre de 2021 se estiman con base en el trimestre equivalente de 2020 y el crecimiento histórico del mismo trimestre del año anterior, de la siguiente manera:

$$\text{Rendimiento cuarto trimestre 2021} = \text{Rendimiento cuarto trimestre 2020} * (1 + \text{crecimiento histórico})$$

Podemos ver la gráfica de línea ajustada (5.6), donde se ve representada la ecuación de regresión matemática junto con su intervalo de confianza (IC) y su intervalo de predicción, lo que nos muestra que

## Valoración de una acción de Tesla Inc.

### 5.1 Estado de resultados de previsión

Trimestres	1Q2018	2Q2018	3Q2018	4Q2018	1Q2019	2Q2019	3Q2019	4Q2019	1Q2020	2Q2020	3Q2020	4Q2020	1Q2021	2Q2021	3Q2021
Ingresos	2,702	2,735	6,098	6,323	3,724	5,376	5,353	6,368	5,132	5,179	7,611	9,314	9,002	10,206	12,057
Crecimiento Histórico	-	1.23 %	122.94 %	3.69 %	-41.10 %	44.36 %	-4.3 %	18.96 %	-19.41 %	.92 %	46.96 %	22.38 %	-3.35 %	13.37 %	18.13 %
Pronóstico	16.33 % 4o Q 2021 10,835														

Tabla 5.4: Crecimiento trimestral

### Método

Algoritmo	Gauss-Newton
Iteraciones máx.	200
Tolerancia	0.00001

Figura 5.1:

### Valores iniciales de los parámetros

Parámetro	Valor
Theta1	2407.9*
Theta2	0.4907

\* Bloqueado.

Figura 5.2:

### Ecuación

$$\text{Valor} = 2407.9 * \text{Tiempo} ^ 0.511909$$

Figura 5.3:

### Cálculos del parámetro

Parámetro	Estimar	EE de estimación
Theta1	2407.90	*
Theta2	0.51	0.0214260

$$\text{Valor} = \text{Theta1} * \text{Tiempo} ^ \text{Theta2}$$

Figura 5.4:

es una buena estimación.

## Resumen

Iteraciones	4
SSE final	31986362
DFE	15
MSE	2132424
S	1460.28

Figura 5.5:

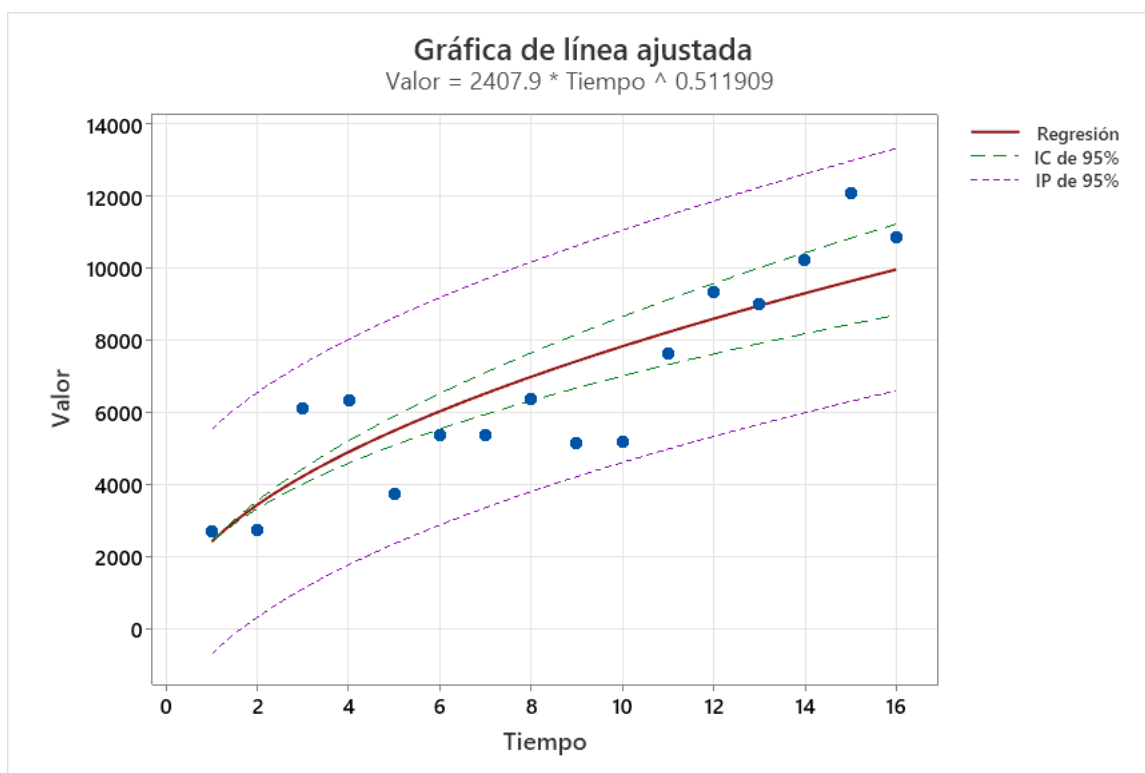


Figura 5.6:

Podemos ver la gráfica de probabilidad normal (5.7), esta nos indica que mientras más cerca estén los puntos de la línea, mejor es el ajuste, un alejamiento de los puntos en la línea recta, indica que el ajuste no es efectivo, con lo que podemos decir que es una buena estimación.

Podemos ver la gráfica vs ajustes (5.8), esta nos indica la igualdad de varianzas, cuando los puntos se ven dispersos se prueba la igualdad de varianzas, al verse una tendencia no existe igualdad de varianzas, por lo que este es un buen ajuste.

Con estos cálculos, se estima que los ingresos automotrices correspondientes a 2021 serán de \$42,100 millones de dólares, con esto se obtiene la ecuación

$$y = 2408x^{0.4907} \tag{5.1}$$

Con una

$$R^2 = 0.7358 \tag{5.2}$$

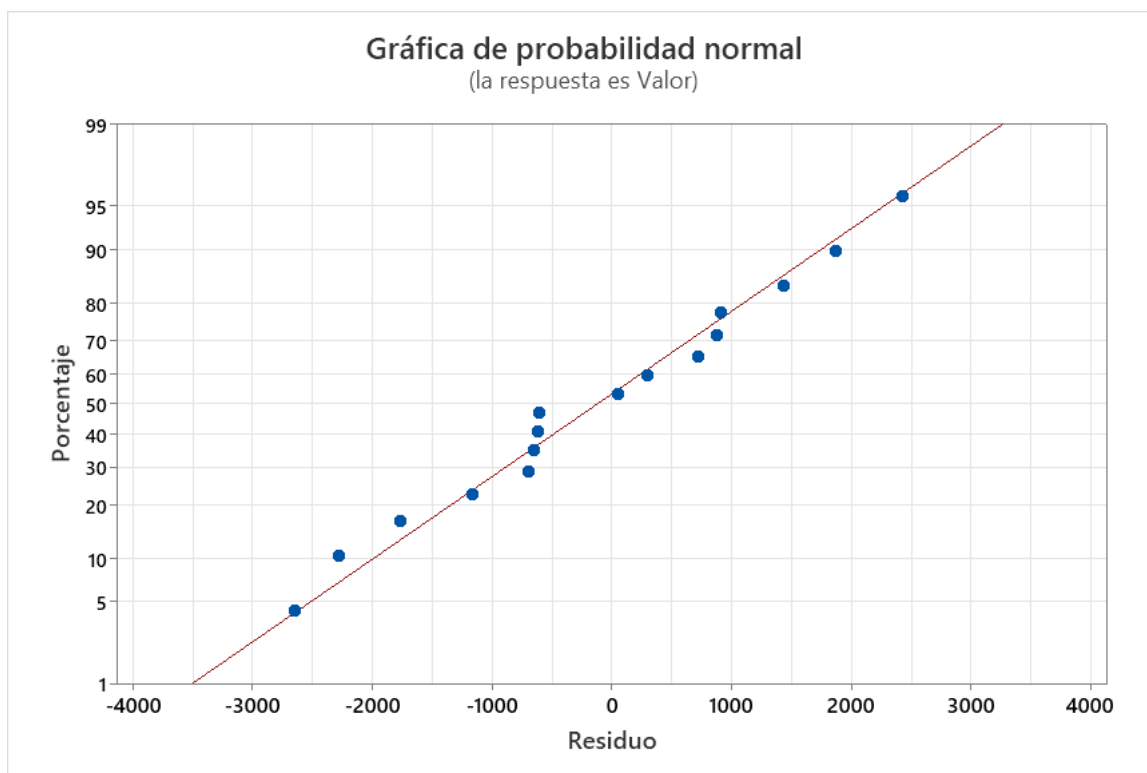


Figura 5.7:

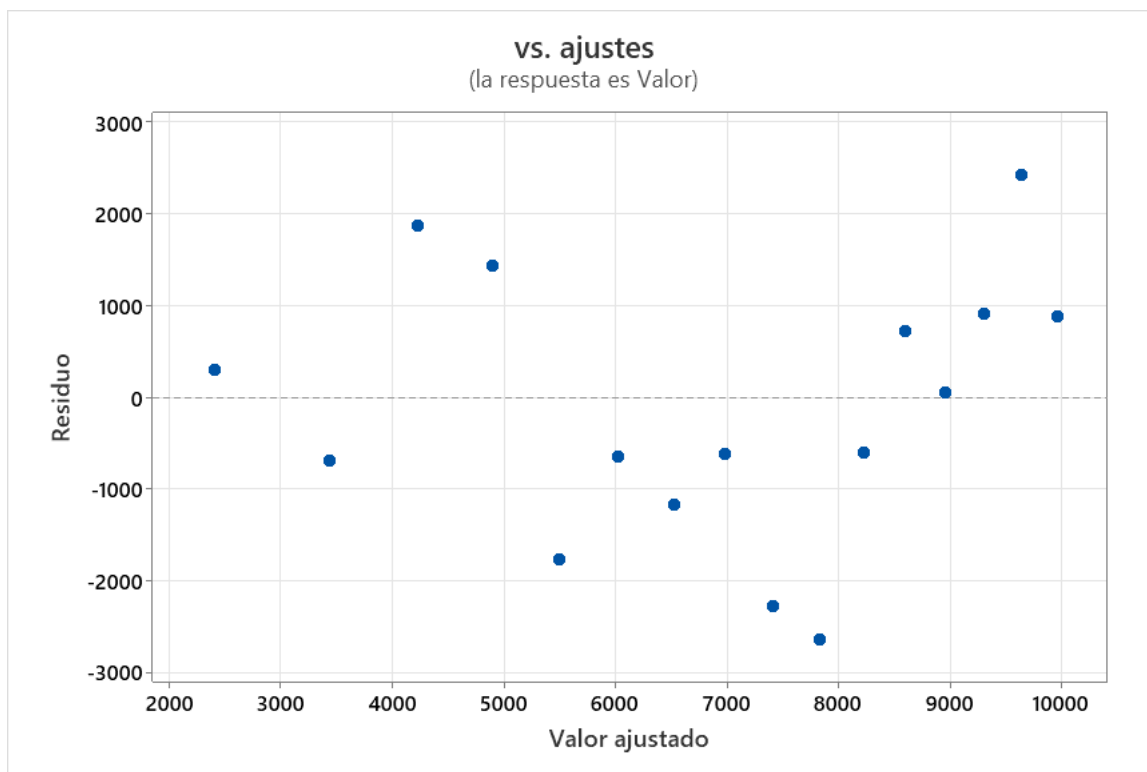


Figura 5.8:

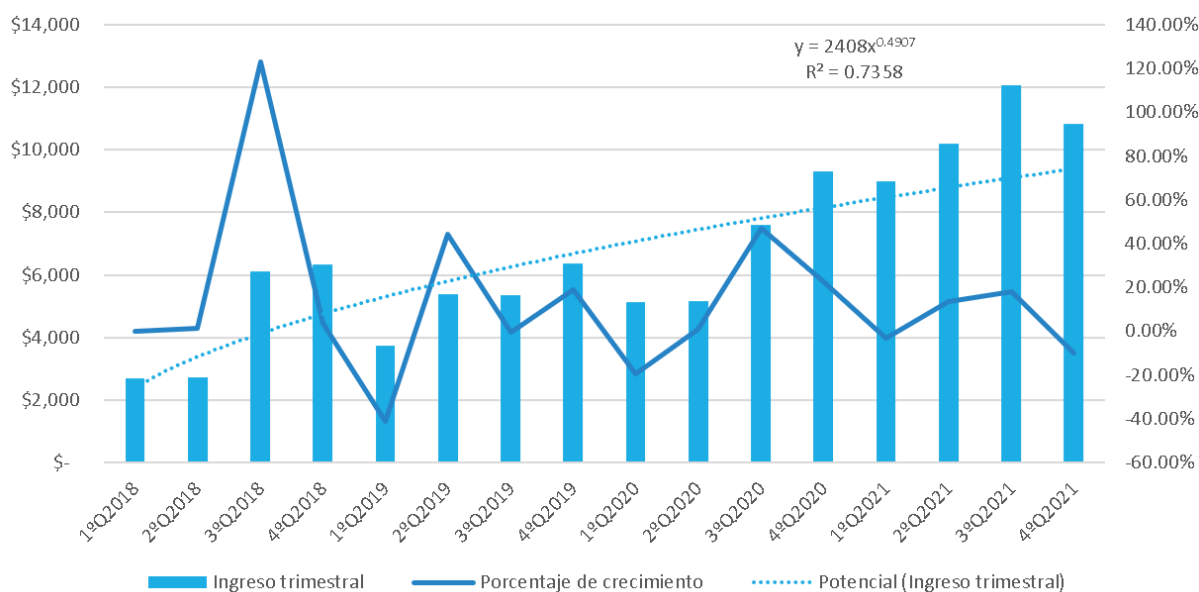


Figura 5.9: Crecimiento histórico. (Elaboración propia)

Con el gráfico de probabilidad normal y de residuos vs orden, así como la desviación, podemos corroborar que es significativa la estimación por lo que con esto se realiza el pronóstico de los siguientes 10 años.

Se emplea la ecuación potencial debido a la desaceleración que presenta, ya que se asume que Tesla no puede crecer infinitamente.

Año	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Pronóstico	40,301	44,371	48,085	51,522	54,735	57,764	60,636	63,373	65,993	68,508

Tabla 5.5: Pronóstico de crecimiento

Al cierre del año, se obtuvo que los valores reales de los ingresos automotrices fueron de \$15,967 para el último cuarto del año y \$47,232 para el acumulado, teniendo una diferencia de 5 mil millones en las estimaciones.

### 5.1.2. Ingresos por arrendamiento de autos

Tesla comenzó a obtener este tipo de ingresos a partir de 2014.

Los ingresos por arrendamiento de automóviles están relacionados con los vehículos vendidos y, en consecuencia, con los ingresos de automóviles, de hecho, la correlación entre esas partidas contables es de alrededor del 99%. Por lo tanto, a partir de 2022, los ingresos por arrendamiento automotriz se pronostican en función del crecimiento de los ingresos automotrices, lo que representa en promedio 7.7% de los ingresos automotrices.

Al cierre del año, se obtuvo que los valores reales del arrendamiento de autos fueron de \$628 para el último cuarto del año y \$1,642 para el año acumulado, realizando una resta simple contra la estimación del último cuarto (\$296 millones) Se obtiene una diferencia de 332 millones en las estimaciones.

## Valoración de una acción de Tesla Inc.

### 5.1 Estado de resultados de previsión

Año	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ingresos	-	133	309	762	1,107	883	869	1,052
Porcentaje	-	4.6 %	9 %	13.6 %	13 %	5 %	4.4 %	4 %
Porcentaje promedio	7.7 %							

Tabla 5.6: Histórico de Ingresos por Arrendamiento

Trimestres	1Q2018	2Q2018	3Q2018	4Q2018	1Q2019	2Q2019	3Q2019	4Q2019	1Q2020	2Q2020	3Q2020	4Q2020	1Q2021	2Q2021	3Q2021
Ingresos	173	240	220	250	215	208	221	225	239	268	265	280	297	332	385
Crecimiento	-	38.73 %	-8.33 %	13.64 %	-14 %	-3.26 %	6.25 %	1.81 %	6.22 %	12.13 %	-1.12 %	5.66 %	6.07 %	11.78 %	15.96 %
Histórico	5.81 %														
Pronóstico	4o Q 2021	296													

Tabla 5.7: Crecimiento trimestral arrendamiento

Año	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Pronóstico	3,103	3,417	3,703	3,967	4,215	4,448	4,669	4,880	5,081	5,275

Tabla 5.8: Pronóstico de crecimiento

### 5.1.3. Ingresos por generación y almacenamiento de energía

Tesla comenzó a generar y almacenar energía en 2014 y en 2020 representó alrededor del 6.32 % de los ingresos totales. Este tipo de ingresos ha estado siguiendo tasas de crecimiento anormales desde que Tesla ingresó a ese mercado. Adicionalmente, el aumento en los ingresos se debe principalmente a la adquisición de SolarCity en noviembre de 2016. De acuerdo con la expansión del mercado y el aumento de este método de generación de energía y almacenamiento, se espera que esos ingresos experimenten un crecimiento sustancial.

Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Generación de energía y almacenamiento	4	14	181	1,116	1,555	1531	1,994

Tabla 5.9: Histórico de Ingresos por Generación de energía y almacenamiento

Como se conocen los primeros tres trimestres de 2021, el último trimestre de 2021 se estimará con base en el trimestre equivalente de 2020 y el crecimiento histórico del mismo trimestre del año anterior. Sin embargo, para el período restante, se hacen varios supuestos con respecto al desempeño de los ingresos por generación y almacenamiento de energía.

Trimestres	1Q2018	2Q2018	3Q2018	4Q2018	1Q2019	2Q2019	3Q2019	4Q2019	1Q2020	2Q2020	3Q2020	4Q2020	1Q2021	2Q2021	3Q2021
Ingresos	410	374	399	371	325	368	402	436	293	370	579	752	494	801	803
Crecimiento	-	-8.78 %	6.68 %	-7.02 %	-12.4 %	13.23 %	9.24 %	8.46 %	-32.8 %	26.28 %	56.49 %	29.88 %	-34.31 %	62.15 %	.25 %
Histórico	9.01 %														
Pronóstico	4o Q 2021	820													

Tabla 5.10: Crecimiento trimestral

Podemos ver la gráfica de probabilidad normal (5.14), esta nos indica que mientras más cerca estén los puntos de la línea, mejor es el ajuste, un alejamiento de los puntos en la línea recta, indica que el ajuste no es efectivo, con lo que podemos decir que es una buena estimación.

Podemos ver la gráfica vs ajustes (5.16), esta nos indica la igualdad de varianzas, cuando los puntos se ven dispersos se prueba la igualdad de varianzas, al verse una tendencia no existe igualdad de varianzas, por lo que este es un buen ajuste.

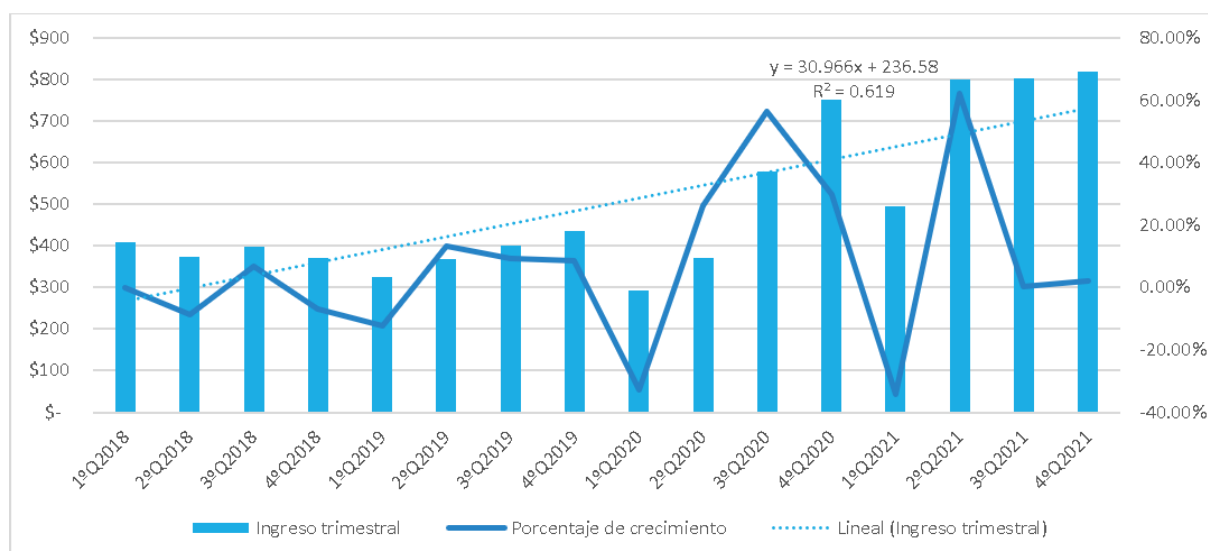


Figura 5.10: Pronóstico generación y almacenamiento. (Elaboración propia)

### Ecuación de regresión

$$\text{valor} = 236.6 + 30.97 \text{ tiempo}$$

Figura 5.11:

### Coefficientes

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	236.6	62.8	3.77	0.002	
tiempo	30.97	6.49	4.77	0.000	1.00

Figura 5.12:

### Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
119.735	61.90%	59.17%	50.36%

Figura 5.13:

Con estos cálculos, se estima que los ingresos por generación y almacenamiento correspondientes a 2021 serán de \$2918 millones de dólares, con esto se obtiene la ecuación

$$y = 30.966x + 236.58 \quad (5.3)$$

### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	1	326029	326029	22.74	0.000
tiempo	1	326029	326029	22.74	0.000
Error	14	200709	14336		
Total	15	526739			

Figura 5.14:

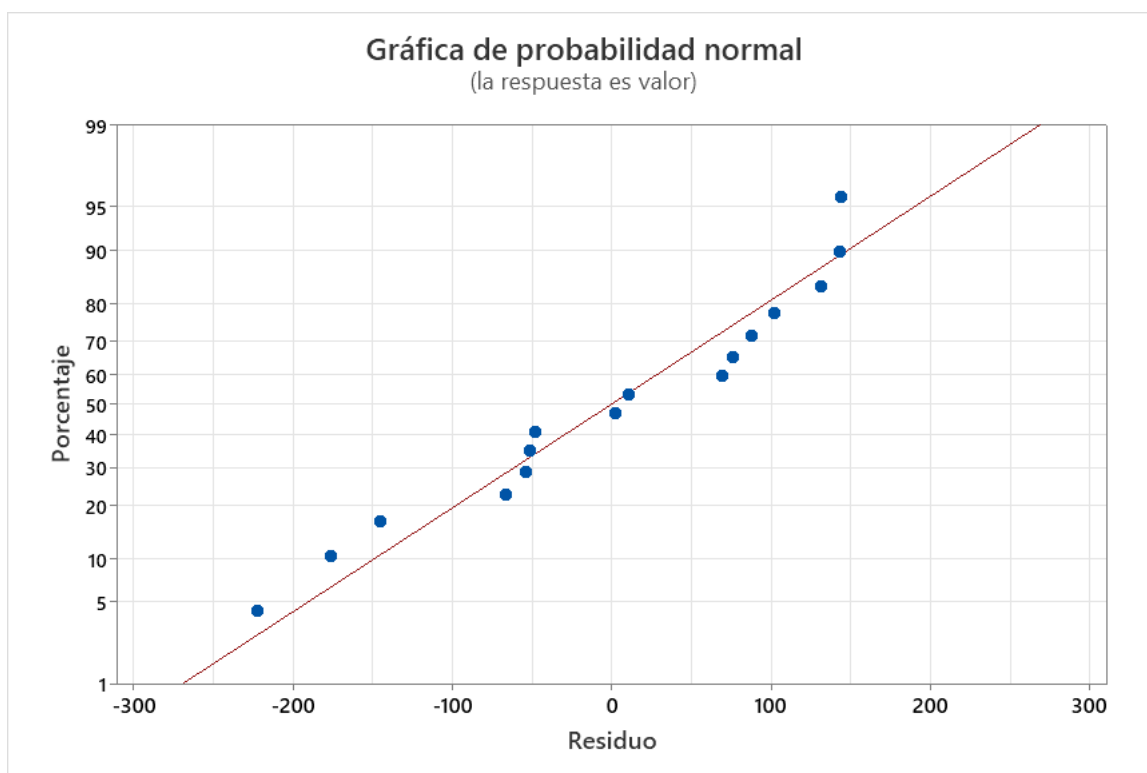


Figura 5.15:

con

$$R^2 = 0.619 \tag{5.4}$$

Revisando el valor p de 0.002 en la figura (5.12), así como las grafías de probabilidad normal y de orden, tenemos que es una buena estimación y con esto, el pronóstico de los siguientes 10 años se muestra en la tabla 5.11.

Año	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Pronóstico	3,238	3,733	4,229	4,724	5,220	5,715	6,211	6,706	7,201	7,697

Tabla 5.11: Pronóstico de crecimiento generación de energía y almacenamiento

Al cierre del año, se obtuvo que los valores reales de generación de energía y almacenamiento fueron de \$688 para el último cuarto del año y \$2,786 para el año acumulado, realizando una resta simple

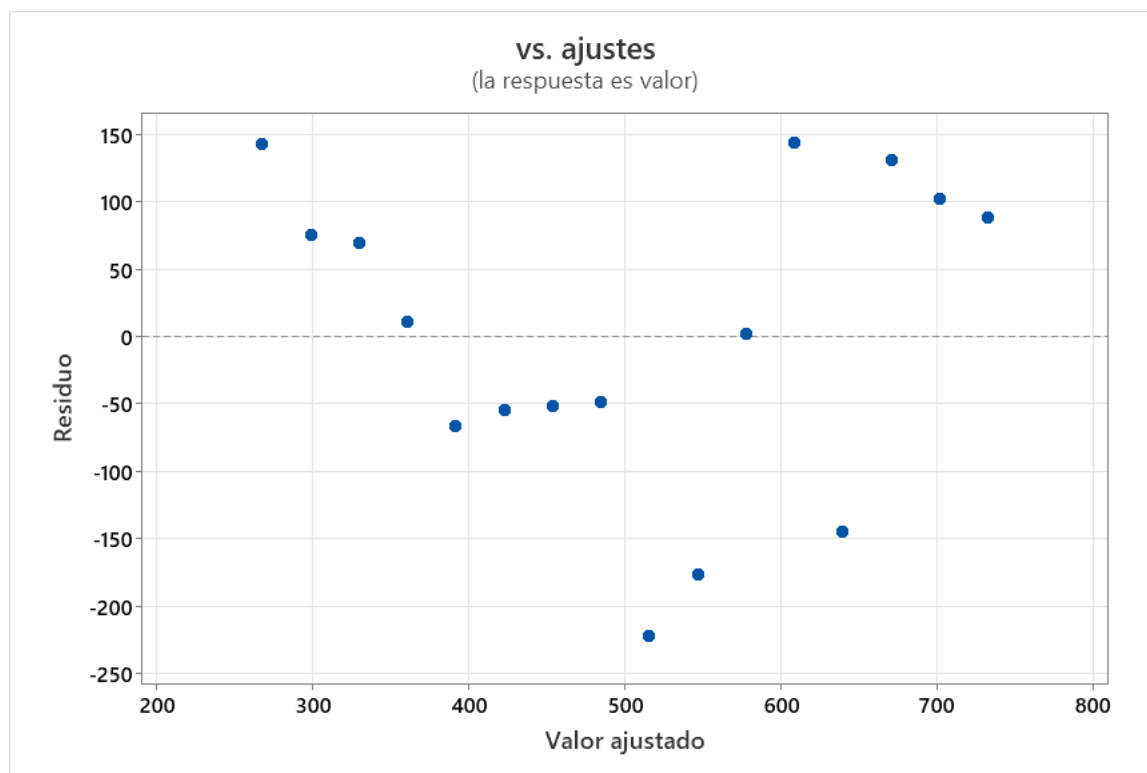


Figura 5.16:

contra la estimación del último cuarto (\$820 millones) se obtiene una diferencia de -\$132 millones en las estimaciones.

#### 5.1.4. Servicios y otros ingresos

Los servicios y otros ingresos incluyen principalmente servicios de mantenimiento y ventas de automóviles usados. Una vez más, solo se estimó el cuarto trimestre de 2021. En 2020, este rubro representó el 7.31% del total de los ingresos y fluctuó entre el 6.5% y el 9% de 2018 a 2020. Como resultado, para pronosticar esos ingresos, se considera un peso constante del porcentaje del total de los ingresos automotrices hasta el final de el período explícito.

Año	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Servicios y otros ingresos	187	291	468	1,001	1,391	2,226	2,306

Tabla 5.12: Servicios y otros ingresos

Trimestres	1Q2018	2Q2018	3Q2018	4Q2018	1Q2019	2Q2019	3Q2019	4Q2019	1Q2020	2Q2020	3Q2020	4Q2020	1Q2021	2Q2021	3Q2021
Ingresos	263	270	326	531	493	605	548	580	560	487	581	678	893	951	894
Crecimiento Histórico	-	2.66 %	20.74 %	62.88 %	-7.16 %	22.72 %	-9.42 %	5.84 %	-3.45 %	-13.04 %	19.3 %	16.7 %	31.71 %	6.49 %	-5.99 %
Pronóstico	4o Q 2021														
	759														

Tabla 5.13: Crecimiento trimestral

Podemos ver la gráfica de línea ajustada (5.22), donde se ve representada la ecuación de regresión matemática junto con su intervalo de confianza (IC) y su intervalo de predicción, lo que nos muestra que es una buena estimación.

### Método

Algoritmo	Gauss-Newton
Iteraciones máx.	200
Tolerancia	0.00001

Figura 5.17:

### Valores iniciales de los parámetros

Parámetro	Valor
Theta1	231.06*
Theta2	0.4533

\* Bloqueado.

Figura 5.18:

### Ecuación

$$\text{Valor} = 231.06 * \text{tiempo} ^ 0.462124$$

Figura 5.19:

### Cálculos del parámetro

Parámetro	Estimar	EE de estimación
Theta1	231.060	*
Theta2	0.462	0.0165890

$$\text{Valor} = \text{Theta1} * \text{tiempo} ^ \text{Theta2}$$

Figura 5.20:

Podemos ver la gráfica de probabilidad normal (5.23), esta nos indica que mientras más cerca estén los puntos de la línea, mejor es el ajuste, un alejamiento de los puntos en la línea recta, indica que el ajuste no es efectivo, con lo que podemos decir que es una buena estimación.

Podemos ver la gráfica vs ajustes (5.24), esta nos indica la igualdad de varianzas, cuando los puntos se ven dispersos se prueba la igualdad de varianzas, al verse una tendencia no existe igualdad de varianzas, por lo que este es un buen ajuste.

Con estos cálculos (5.20, 5.21, 5.22), se estima que los ingresos por servicios y otros, correspondientes

### Resumen

Iteraciones	4
SSE final	138154
DFE	15
MSE	9210.24
S	95.9700

Figura 5.21:

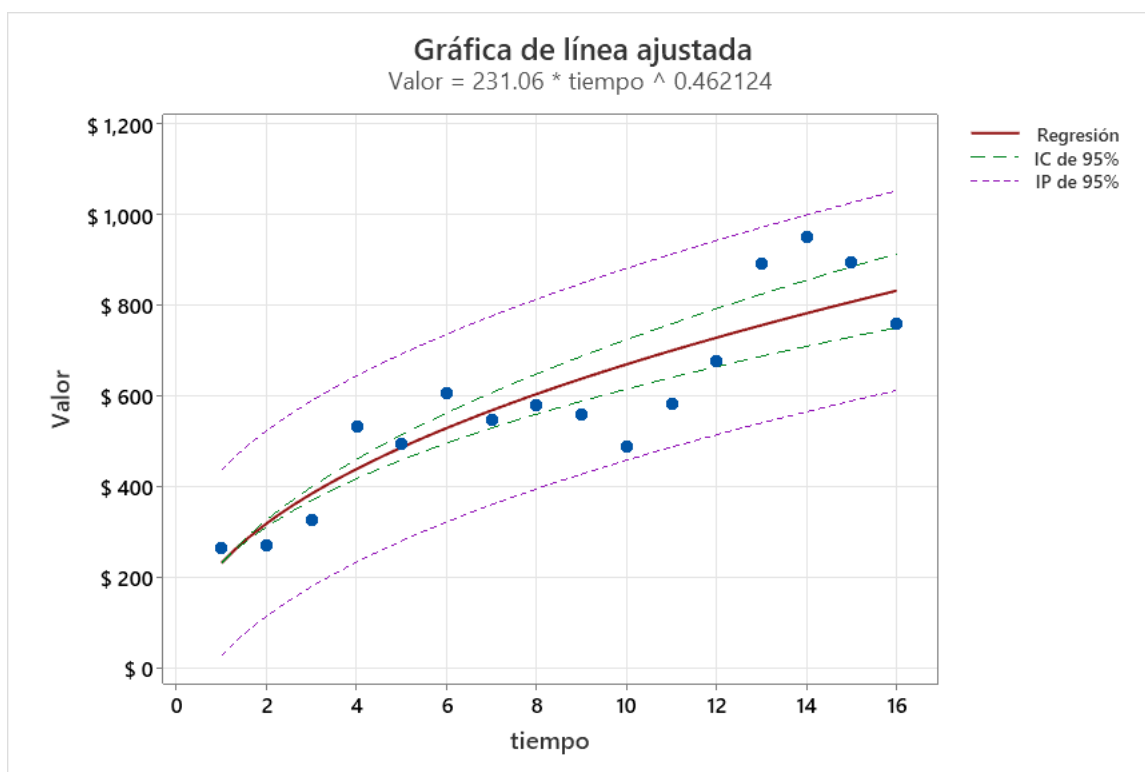


Figura 5.22:

a 2021 serán de \$3497 millones de dólares, con esto se obtiene la ecuación:

$$y = 231.06x^{0.4533} \tag{5.5}$$

Y

$$R^2 = 0.7898 \tag{5.6}$$

Revisando las grafías de probabilidad normal y de órden, así como la desviación tenemos que es una buena estimación y con esto el pronóstico de los siguientes 10 años se muestra en la Tabla 5.14.

Al cierre del año, se obtuvo que los valores reales de generación de energía y almacenamiento fueron de \$1,064 para el último cuarto del año y \$3,802 para el acumulado, realizando una resta simple contra la estimación del último cuarto (\$759 millones) se obtiene una diferencia de \$305 millones en las estimaciones.

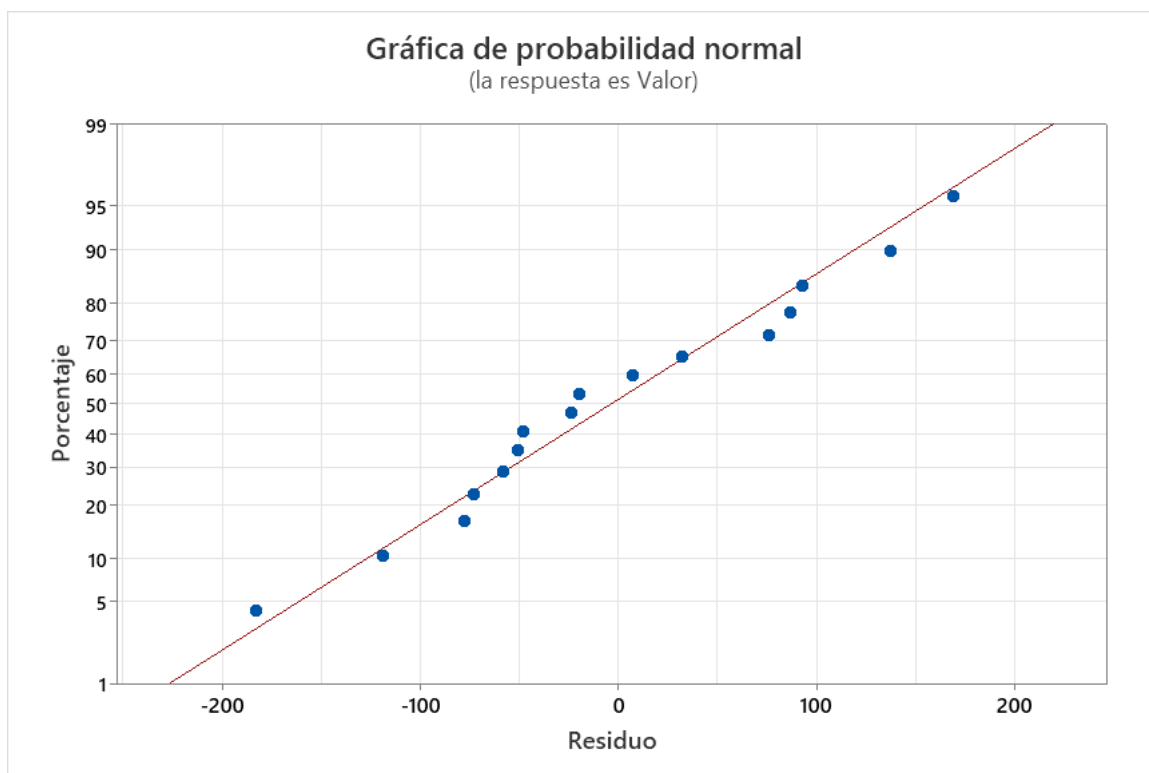


Figura 5.23:

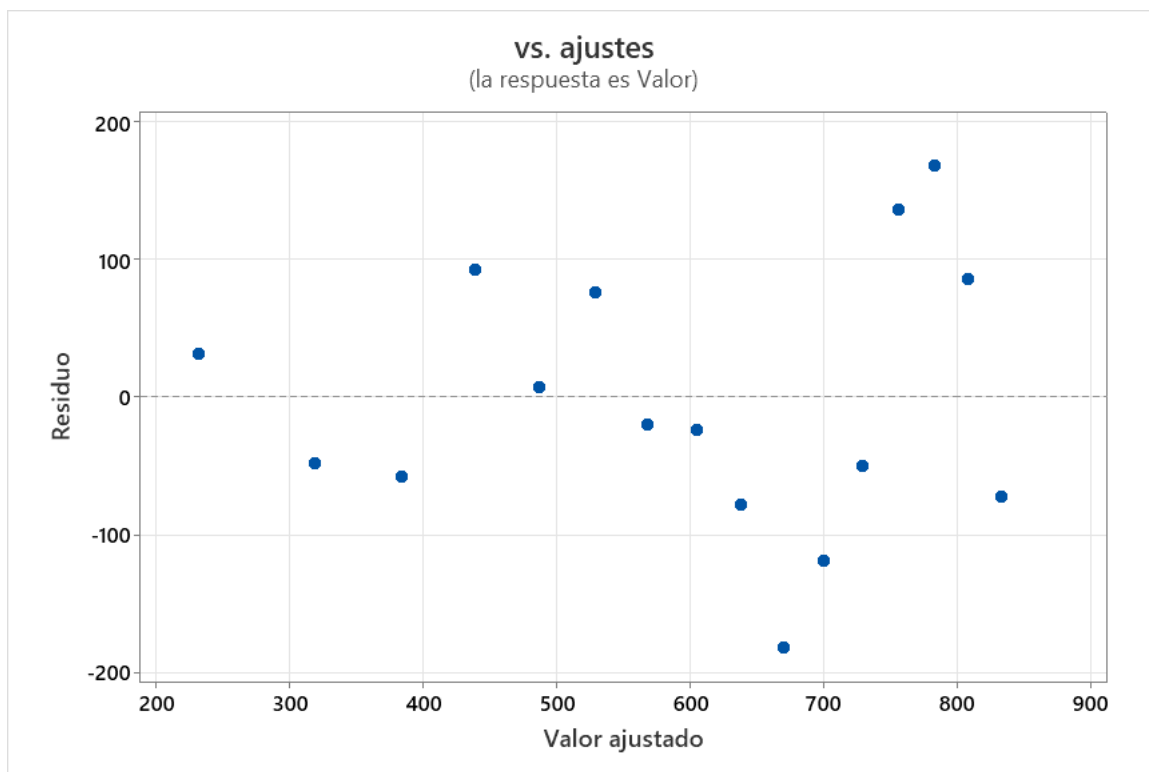


Figura 5.24:

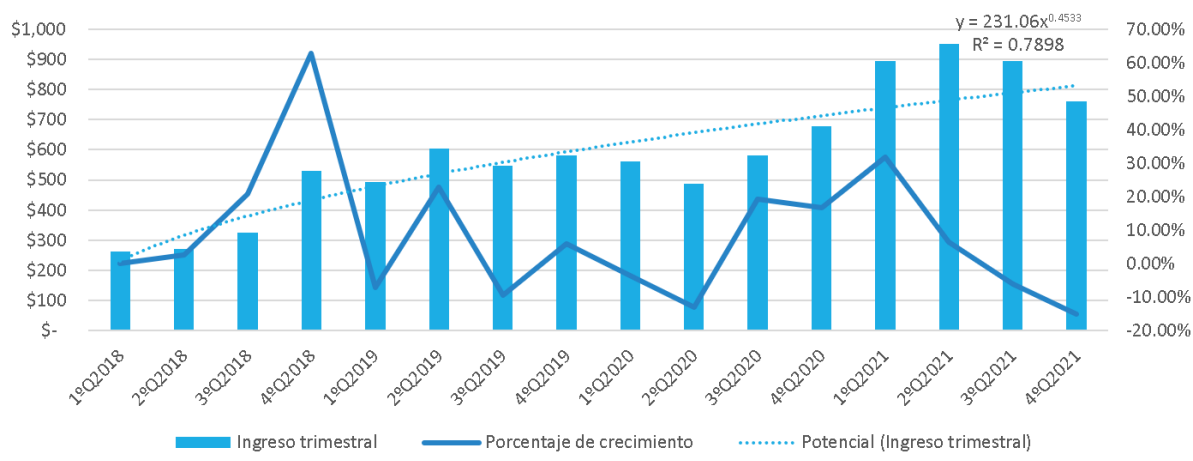


Figura 5.25: Pronóstico servicios y otros. (Elaboración propia)

Año	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Pronóstico	3,467	3,790	4,082	4,351	4,601	4,835	5,057	5,268	5,468	5,661

Tabla 5.14: Pronóstico de crecimiento en otros ingresos

## 5.2. Costo de ingresos

El costo de los ingresos debe pronosticarse en función de los ingresos, (véase [40]).

De hecho, el rubro de costo de ingresos está altamente correlacionado con los ingresos, 0.99 entre 2010 y 2020. De esta manera, el costo de los ingresos se proyecta con base en la variación anual de los ingresos respectivos y en la variación trimestral solo para el año 2021, por ejemplo:

Costo de ingresos cuarto cuarto 2021 = Costo de ingresos cuarto cuarto 2020 \* (1 + crecimiento histórico)

Trimestres	1Q2018	2Q2018	3Q2018	4Q2018	1Q2019	2Q2019	3Q2019	4Q2019	1Q2020	2Q2020	3Q2020	4Q2020	1Q2021	2Q2021	3Q2021
Ingresos	2,952	3,383	5,301	5,783	3,975	5,429	5,112	5,993	4,751	4,769	6,708	8,678	8,174	9,074	10,097
Crecimiento	-	16.6 %	56.7 %	9.09 %	-31.26 %	36.58 %	-5.84 %	17.23 %	-20.72 %	0.38 %	40.66 %	29.37 %	-5.81 %	11.01 %	11.27 %

Tabla 5.15: Crecimiento trimestral

Histórico	11.69 %
Pronóstico	4o Q 2021 9,693

Tabla 5.16: Pronóstico

Podemos ver la gráfica de probabilidad normal (5.31), esta nos indica que mientras más cerca estén los puntos de la línea, mejor es el ajuste, un alejamiento de los puntos en la línea recta, indica que el ajuste no es efectivo, con lo que podemos decir que es una buena estimación.

Podemos ver la gráfica vs ajustes (5.32), esta nos indica la igualdad de varianzas, cuando los puntos se ven dispersos se prueba la igualdad de varianzas, al verse una tendencia no existe igualdad de varianzas, por lo que este es un buen ajuste.

### Ecuación de regresión

valor = 2636 + 424.2 tiempo

Figura 5.26:

### Coeficientes

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	2636	545	4.84	0.000	
tiempo	424.2	56.4	7.53	0.000	1.00

Figura 5.27:

### Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
1039.08	80.19%	78.77%	75.33%

Figura 5.28:

### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	1	61181948	61181948	56.67	0.000
tiempo	1	61181948	61181948	56.67	0.000
Error	14	15115476	1079677		
Total	15	76297424			

Figura 5.29:

### Ajustes y diagnósticos para observaciones poco comunes

Obs	valor	Ajuste	Resid	Resid est.
10	4769	6878	-2109	-2.10 R

*Residuo grande R*

Figura 5.30:

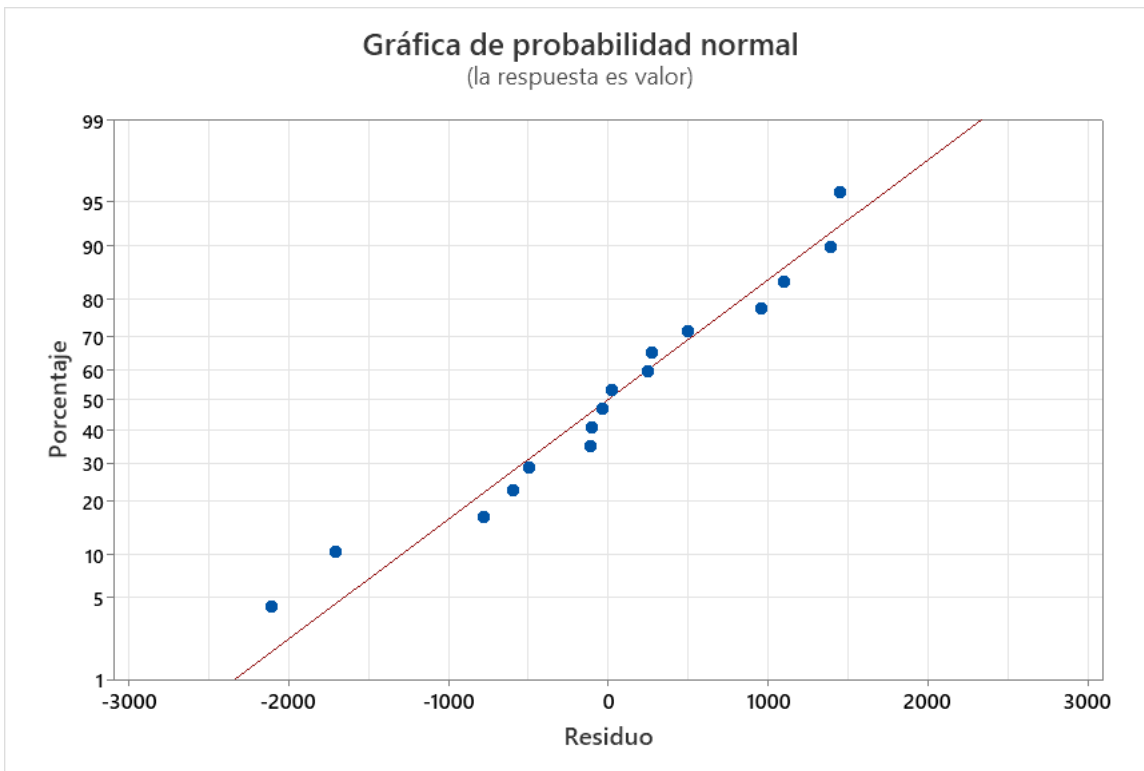


Figura 5.31:

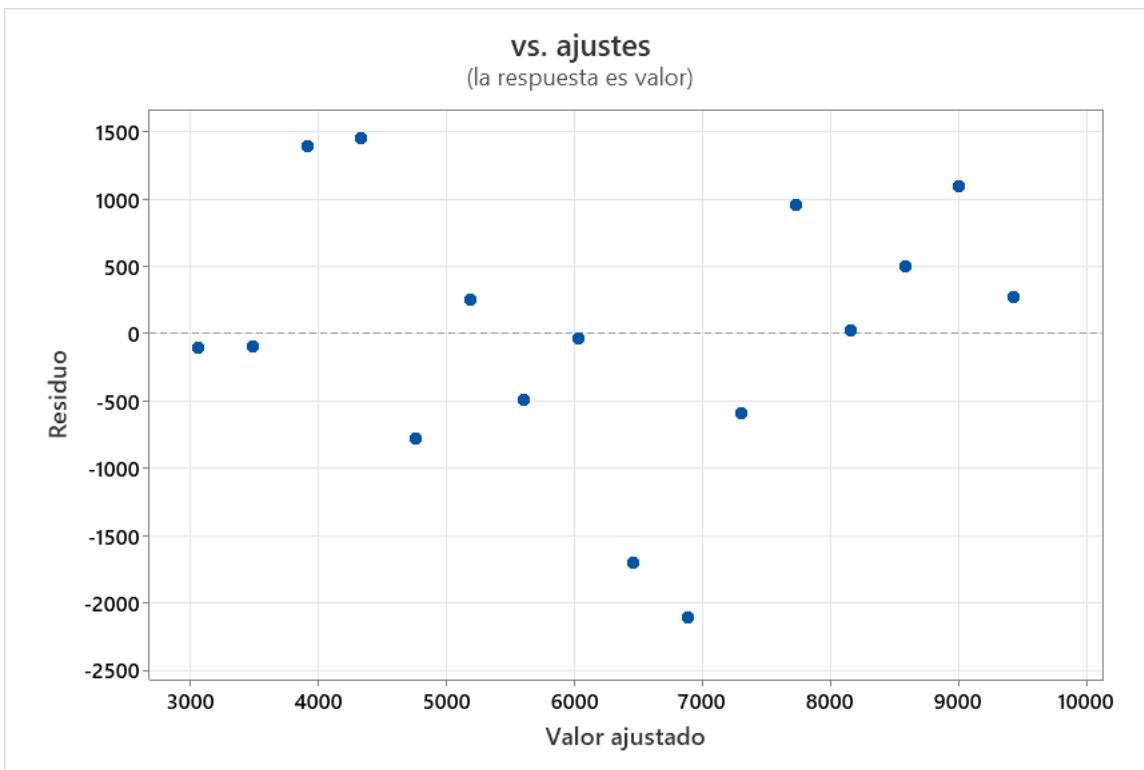


Figura 5.32:

Con estos cálculos (5.28, 5.29, 5.30), se estima que los costos por ingresos correspondientes a 2021 serán de \$9,693 millones de dólares, con esto se obtiene la ecuación

$$y = 424.2x + 2636.3 \quad (5.7)$$

Y

$$R^2 = 0.8019 \quad (5.8)$$

Revisando el valor p de .000 (5.29), así como las grafías de probabilidad normal y de orden, tenemos que es una buena estimación y con esto, el pronóstico de los siguientes 10 años se muestra en la Tabla 5.17.

Año	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Pronóstico	41,936	48,723	55,510	62,298	69,085	75,872	82,659	89,446	96,234	103,021

Tabla 5.17: Pronóstico costo

Al cierre del año, se obtuvo que los valores reales de costo por ingresos fue de \$12,872, realizando una resta simple contra la estimación del último cuarto (\$9693) se obtiene una diferencia de \$3,179 millones en las estimaciones.

### 5.3. Gastos operacionales

Tesla espera que los gastos de investigación y desarrollo, junto con los gastos de venta, generales y administrativos, aumenten, en general, durante los próximos años, pero disminuyan como porcentaje de los ingresos debido a su esfuerzo continuo por reducir estos gastos con la mejora de la eficiencia operativa. Además, Tesla ha despedido empleados durante 2019 (lo que corresponde a casi el 9% de la cantidad total de empleados) y se piensa que Tesla despedirá a más personas ya que están eliminando puestos que ya no son esenciales.

Por lo tanto, la inteligencia y desarrollo (I+D) y los gastos de venta, generales y administrativos previstos se calcularon en función del cambio total trimestral de desde el segundo cuarto de 2019 ya que en periodos anteriores a eso no existía esta división en gasto, se espera que disminuyan un porcentaje de los ingresos y cumplan con las cifras promedio de la industria automotriz.

Para pronosticar el último trimestre de 2021, se implementó el mismo enfoque que en el costo de ingresos.

Trimestres	2Q2019	3Q2019	4Q2019	1Q2020	2Q2020	3Q2020	4Q2020	1Q2021	2Q2021	3Q2021
I + D	359	334	345	324	279	366	522	666	576	611
Crecimiento	-	-6.18 %	3.29 %	-6.09 %	-13.89 %	31.18 %	42.62 %	27.59 %	-13.51 %	6.08 %
Histórico	7.22 %									
Pronóstico	4o Q 2021 560									
Gastos de venta, generales y administrativos	673	596	687	627	661	888	969	1,056	996	1,045
Crecimiento	-	-11.44 %	15.27 %	-8.73 %	5.42 %	34.34 %	9.12 %	8.98 %	-5.68 %	4.92 %
Histórico	5.25 %									
Pronóstico	4o Q 2021 1,020									

Tabla 5.18: Crecimiento trimestral

#### Ecuación de regresión

$$\text{valor} = 244.6 + 34.06 \text{ tiempo}$$

Figura 5.33:

## Coefficientes

<u>Término</u>	<u>Coef</u>	<u>EE del coef.</u>	<u>Valor T</u>	<u>Valor p</u>	<u>FIV</u>
Constante	244.6	54.3	4.50	0.001	
tiempo	34.06	8.01	4.25	0.002	1.00

Figura 5.34:

## Resumen del modelo

<u>S</u>	<u>R-cuadrado</u>	<u>R-cuadrado(ajustado)</u>	<u>R-cuadrado (pred)</u>
84.0278	66.76%	63.06%	53.08%

Figura 5.35:

## Análisis de Varianza

<u>Fuente</u>	<u>GL</u>	<u>SC Ajust.</u>	<u>MC Ajust.</u>	<u>Valor F</u>	<u>Valor p</u>
Regresión	1	127606	127606	18.07	0.002
tiempo	1	127606	127606	18.07	0.002
Error	9	63546	7061		
Total	10	191152			

Figura 5.36:

Podemos ver la gráfica de probabilidad normal (5.37), esta nos indica que mientras más cerca estén los puntos de la línea, mejor es el ajuste, un alejamiento de los puntos en la línea recta, indica que el ajuste no es efectivo, con lo que podemos decir que es una buena estimación.

Podemos ver la gráfica vs ajustes (5.38), esta nos indica la igualdad de varianzas, cuando los puntos se ven dispersos se prueba la igualdad de varianzas, al verse una tendencia no existe igualdad de varianzas, por lo que este es un buen ajuste.

Podemos ver la gráfica de probabilidad normal (5.43), esta nos indica que mientras más cerca estén los puntos de la línea, mejor es el ajuste, un alejamiento de los puntos en la línea recta, indica que el ajuste no es efectivo, con lo que podemos decir que es una buena estimación.

Podemos ver la gráfica vs ajustes (5.44), esta nos indica la igualdad de varianzas, cuando los puntos se ven dispersos se prueba la igualdad de varianzas, al verse una tendencia no existe igualdad de varianzas, por lo que este es un buen ajuste.

Con estos cálculos, se estima que los gastos de venta, correspondientes a 2021 serán de \$4,117 millones de dólares y \$2,413 millones en I + D, con esto se obtiene la ecuación:

$$y = 51.123x + 531.25 \quad (5.9)$$

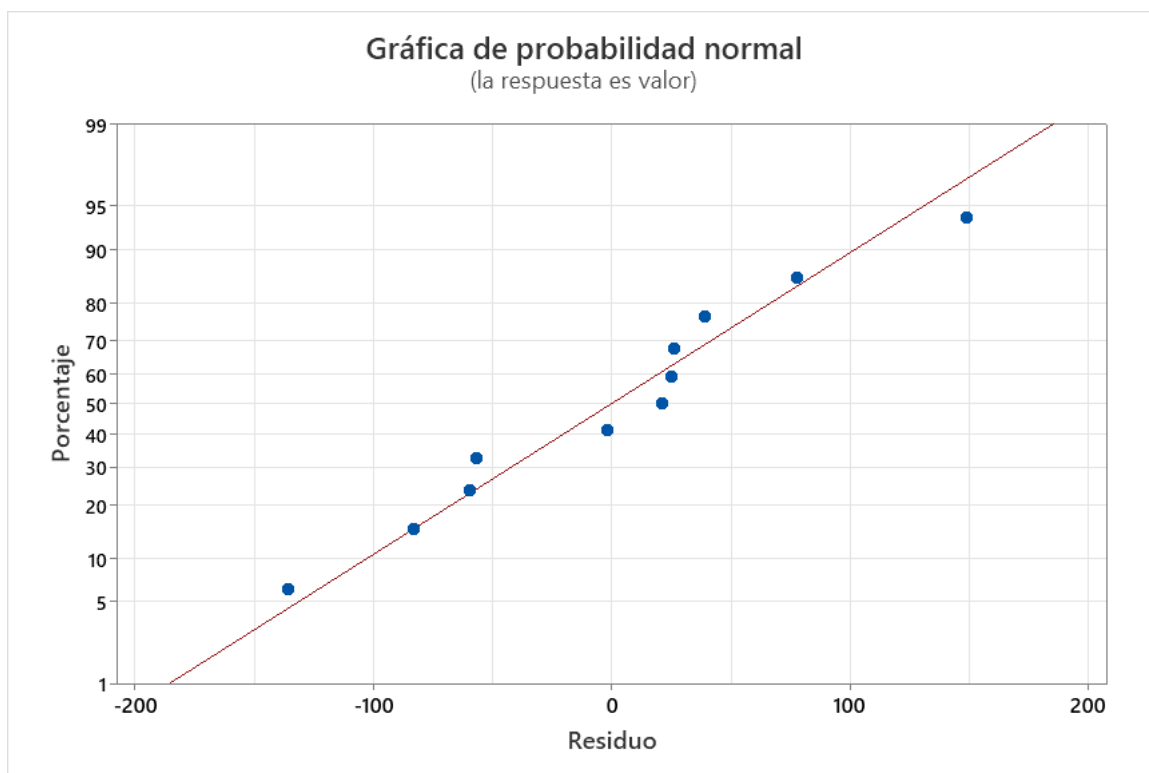


Figura 5.37:

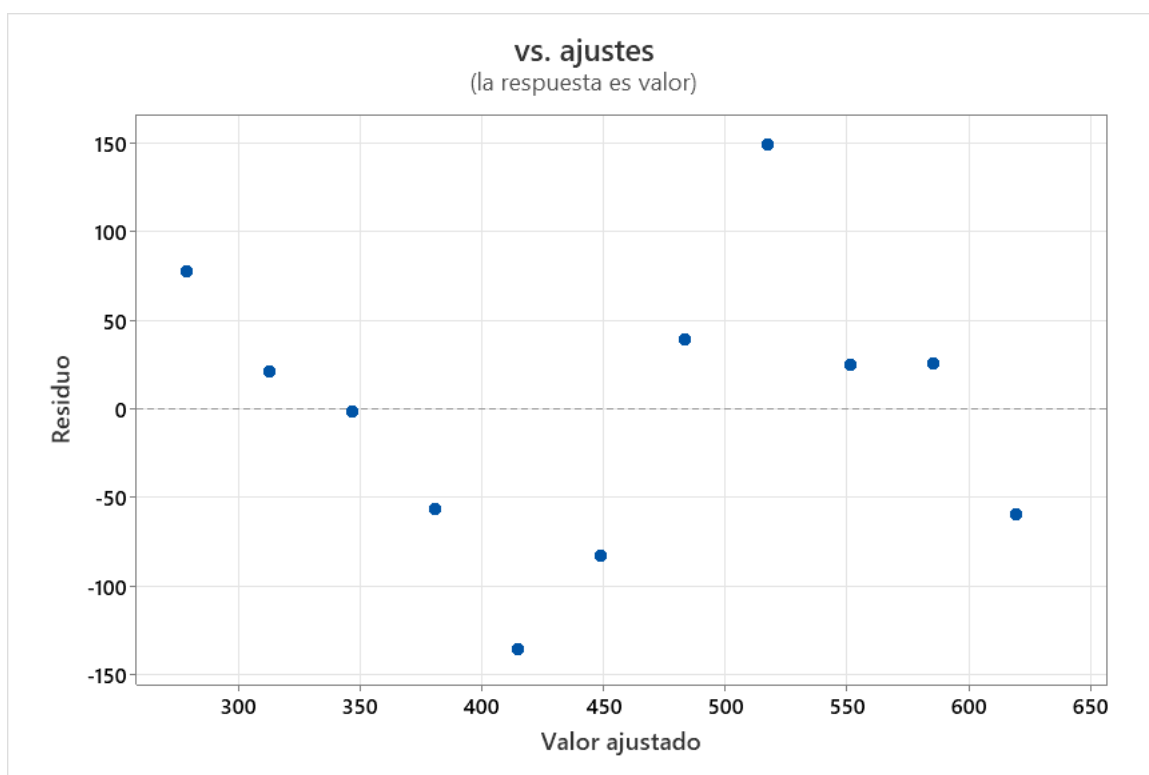


Figura 5.38:

## Ecuación de regresión

Valor = 531.3 + 51.12 Tiempo

Figura 5.39:

## Coefficientes

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	531.3	55.0	9.66	0.000	
Tiempo	51.12	8.11	6.31	0.000	1.00

Figura 5.40:

## Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
85.0077	81.55%	79.50%	72.94%

Figura 5.41:

## Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	1	287489	287489	39.78	0.000
Tiempo	1	287489	287489	39.78	0.000
Error	9	65037	7226		
Total	10	352526			

Figura 5.42:

$$y \quad R^2 = 0.8155 \quad (5.10)$$

Para inteligencia y desarrollo, la ecuación:

$$y = 34.06x + 244.62 \quad (5.11)$$

$$Y \quad R^2 = 0.6676 \quad (5.12)$$

Revisando el valor p de 0.001 en la regresión de inteligencia y desarrollo y el valor p de 0.000 en gastos de venta, generales y administrativos, así como las grafías de probabilidad normal y de orden tenemos que es una buena estimación y con esto, el pronóstico de los siguientes 10 años.

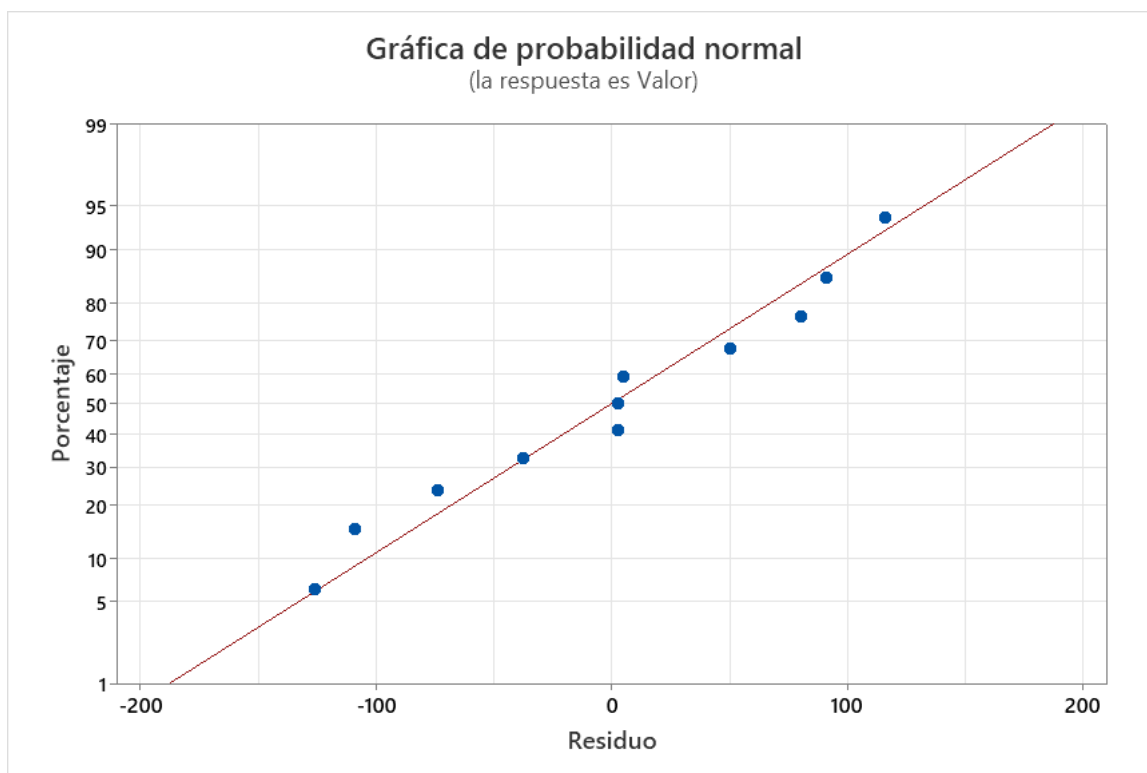


Figura 5.43:

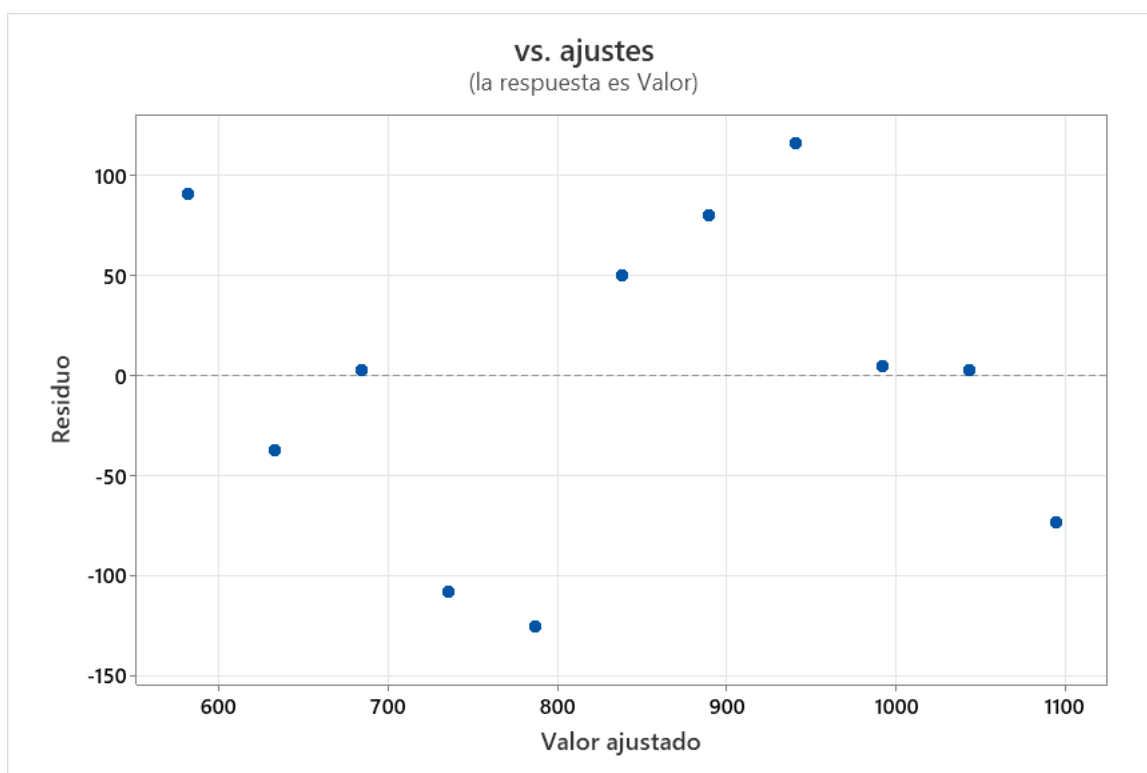


Figura 5.44:

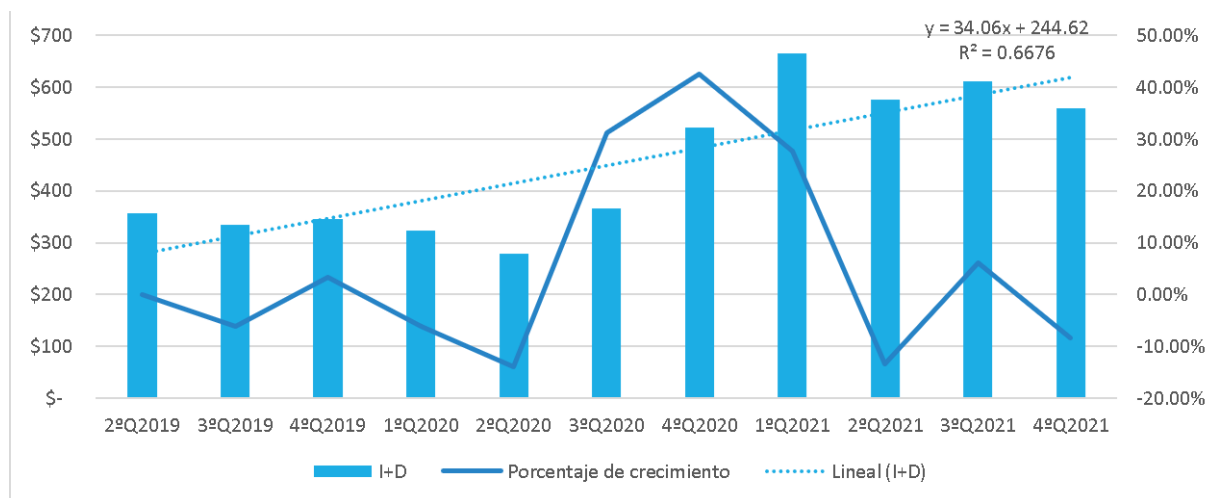


Figura 5.45: Pronóstico I+D. (Elaboración propia)

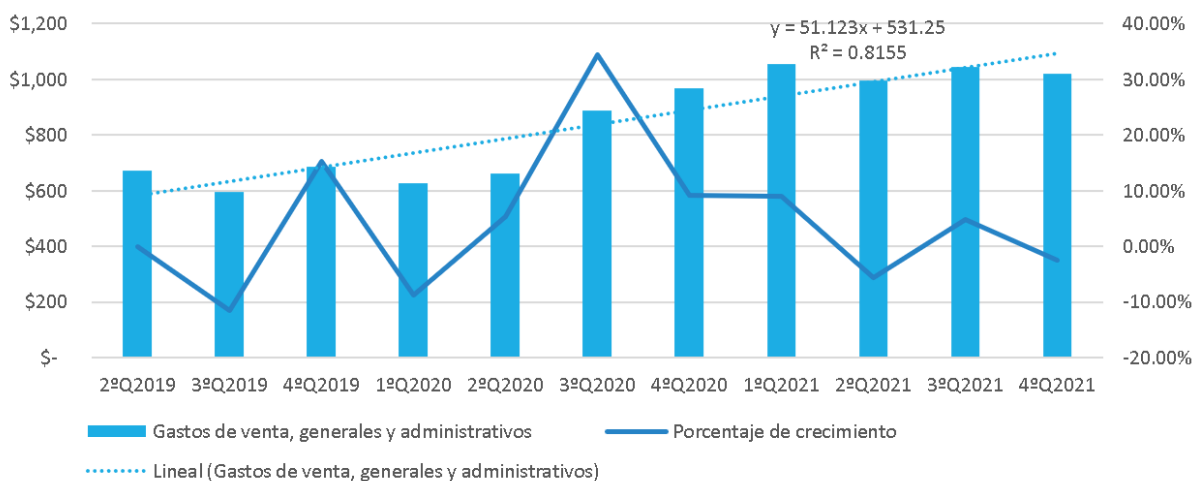


Figura 5.46: Pronóstico gastos de venta, generales y administrativos. (Elaboración propia)

Al cierre del año, se obtuvo que los valores reales de Investigación y Desarrollo en el ultimo cuarto fue de \$740, realizando una resta simple contra la estimación del último cuarto (\$673) se obtiene una diferencia de \$180 millones en las estimaciones y los valores reales de Investigación y desarrollo.

En gastos generales y administrativos el valor real en el ultimo cuarto fue de \$1494, realizando una resta simple contra la estimación del último cuarto (\$1020) se obtiene una diferencia de \$474 millones en las estimaciones y los valores reales.

## 5.4. Gasto por interes neto

La partida de gastos por intereses netos de Tesla incluye ingresos por intereses, gastos por intereses y otros gastos / ingresos netos. La última partida contable mencionada depende en gran medida de los tipos de cambio y de las ganancias y pérdidas derivadas de la fluctuación de esos tipos. Como resultado, esto no se considerará en el pronóstico del estado de resultados de Tesla, ya que es extremadamente volátil y difícil de predecir su comportamiento.

Los ingresos y gastos por intereses deben ser una función de los activos y pasivos que generan ingresos y gastos, respectivamente (véase [39]).

**Valoración de una acción de Tesla Inc.**  
5.5 Valoración de flujo de efectivo descontado

Año	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
I+D	2,818	3,363	3,908	4,453	4,998	5,543	6,087	6,632	7,177	7,722
Gastos de venta	4,886	5,704	6,522	7,340	8,158	8,975	9,793	10,611	11,429	12,247

Tabla 5.19: Pronóstico costo

En este sentido, la previsión de ingresos por intereses se calculó tomando en consideración los ingresos por intereses históricos y los activos financieros que generan ingresos.

Año	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Interes ingreso	0.2	1	2	9	20	25	44	30	43	49	55	61	67	73	79	85	91	97	103
Interes gasto	33	100	119	199	471	663	685	748	904	1021	1138	1255	1372	1489	1607	1724	1841	1958	2075
Neto de intereses en gasto	33	99	117	190	451	638	641	718	861	972	1083	1194	1305	1416	1527	1638	1749	1860	1971

Tabla 5.20: Ingresos por intereses

### 5.4.1. Previsión para impuestos sobre la renta

EE. UU. proporcionó una desgravación fiscal cuando una empresa tiene una renta imponible negativa (pérdidas fiscales por amortizar). Este fue el caso hasta 2020.

Para pronosticar la previsión para impuestos a la renta se emplea la tasa efectiva de impuestos de la industria, 13.53 %, cuando el EBT pronosticado es positivo (véase [18]).

## 5.5. Valoración de flujo de efectivo descontado

### 5.5.1. El flujo de caja libre para la empresa

Para valorar una acción de Tesla Inc., se seguirá el enfoque FCFF utilizando la siguiente ecuación:

$FCFF = \bar{EBIT} * (1 - \text{tasa impositiva}) + \text{Depreciaciones} - \text{Gastos de capital} - \text{Cambio en el Capital de trabajo}$

Por lo tanto, los elementos de la ecuación anterior que no se estimaron en la sección anterior, se estiman a continuación para el período explícito, es decir, entre 2021 y 2031, así como los elementos contables que deben calcularse para estimar los elementos respectivos necesarios para calcular el FCFF.

### 5.5.2. Depreciación y amortización

Koller, T., Goedhart, M., y Wessels, D., 2010 recomiendan que el factor de depreciación previsto debería ser la propiedad, planta y equipo (PPE) netos del año anterior. De acuerdo con este razonamiento, Tesla pronosticó que la depreciación y amortización se estimaron en función del peso promedio histórico sobre PPE entre 2013 y 2020.

Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Depreciación y amortización	11	17	29	106	232	423	947	1,936	1,901	2,154	2322	2,356	3665	4459	5353	6351	7457	8675	10012	11468	13056	14761
Propiedad, planta y equipo neto	115	298	552	738	1,829	3,403	5,983	10,028	11330	10,396	12,747	18,757	19502	22957	26721	30798	35194	39911	44954	50326	56030	62069
Capex		201	283	292	1,323	1,997	3,527	5,681	3,203	1,220	4,673	8,866	6814	7914	9117	10429	11853	13393	15054	16840	18754	20801

Tabla 5.21: Factores de depreciación

### 5.5.3. PPE

Las proyecciones de PPE del último cuarto de 2021 se calcularon con el pronóstico lineal de los últimos 4 trimestres de acuerdo con la variación de los ingresos. Luego de esto se empleó una función potencial con los 10 años anteriores para el pronóstico de los siguientes 10 años, esto debido a su naturaleza al alza.

El CAPEX representa principalmente los gastos necesarios para mantener las operaciones comerciales y respaldar el crecimiento de la empresa. El CAPEX refleja el aumento en PPE neto agregado a la depreciación. Por lo tanto, el CAPEX se calculó con base en la siguiente ecuación:

$$CAPEX = PPE_t - PPE_{t-1} + Depreciacion_t \quad (5.13)$$

- $PPE_t - PPE_{t-1}$  = Cambio en la propiedad, planta y equipo entre el periodo t-1 y t
- $Depreciacion_t$  = Depreciación en el periodo t

Capital de trabajo Para calcular el FCFE es necesario calcular el cambio anual en el capital de trabajo (WC). El WC se obtiene por la diferencia entre el activo y el pasivo circulantes, para esto se emplearon los históricos desde el 2008 y revisando las grafías de probabilidad normal y de orden, así como la desviación, podemos decir que es una buena estimación para los siguientes 10 años.

#### Método

Algoritmo	Gauss-Newton
Iteraciones máx.	200
Tolerancia	0.00001

Figura 5.47:

#### Valores iniciales de los parámetros

Parámetro	Valor
Theta1	286.69
Theta2	214.2
Theta3	4177.4

Figura 5.48:

Podemos ver la gráfica de línea ajustada (5.52), donde se ve representada la ecuación de regresión matemática junto con su intervalo de confianza (IC) y su intervalo de predicción, lo que nos muestra que es una buena estimación.

Podemos ver la gráfica de probabilidad normal (5.53), esta nos indica que mientras más cerca estén los puntos de la línea, mejor es el ajuste, un alejamiento de los puntos en la línea recta, indica que el ajuste no es efectivo, con lo que podemos decir que es una buena estimación.

### Ecuación

$$\text{valor} = 286.685 * \text{tiempo}^2 - 2414.22 * \text{tiempo} + 4177.44$$

Figura 5.49:

### Cálculos del parámetro

<u>Parámetro</u>	<u>Estimar</u>	<u>EE de estimación</u>
Theta1	286.69	51.31
Theta2	2414.22	791.31
Theta3	4177.44	2580.06

$$\text{valor} = \text{Theta1} * \text{tiempo}^2 - \text{Theta2} * \text{tiempo} + \text{Theta3}$$

Figura 5.50:

### Resumen

Iteraciones	2
SSE final	84346414
DFE	11
MSE	7667856
S	2769.09

Figura 5.51:

Podemos ver la gráfica vs ajustes(5.54), esta nos indica la igualdad de varianzas, cuando los puntos se ven dispersos se prueba la igualdad de varianzas, al verse una tendencia no existe igualdad de varianzas, por lo que este es un buen ajuste.

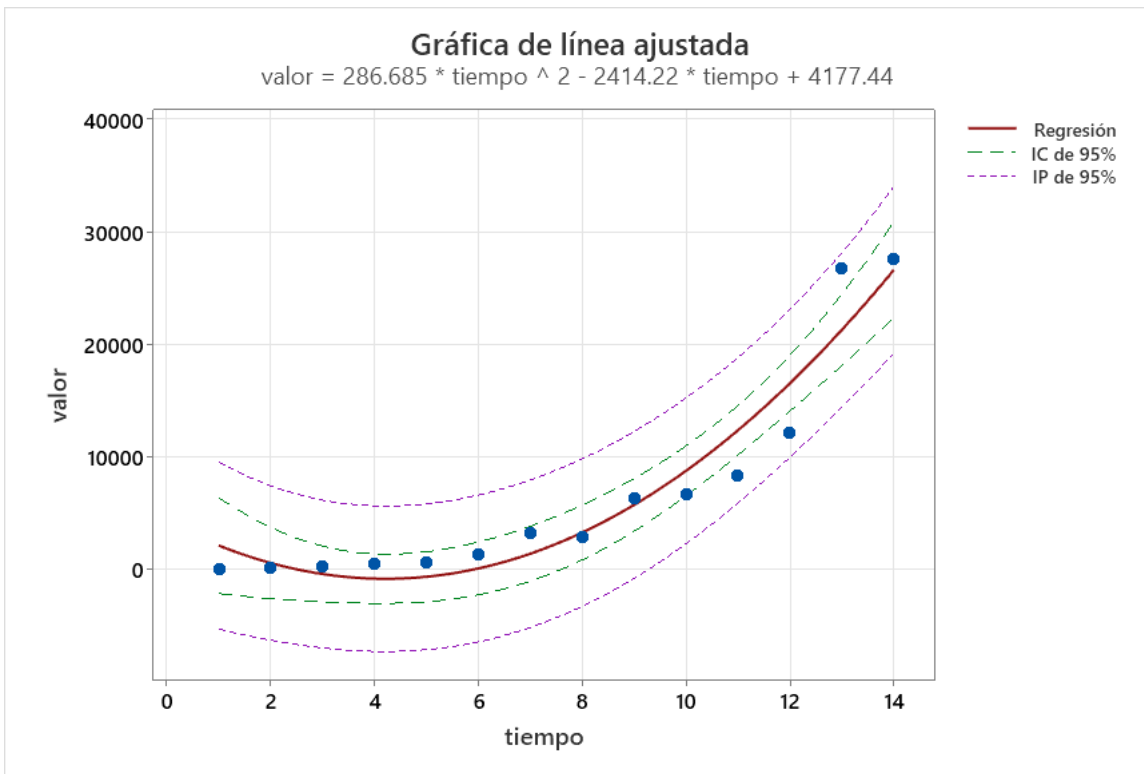


Figura 5.52:

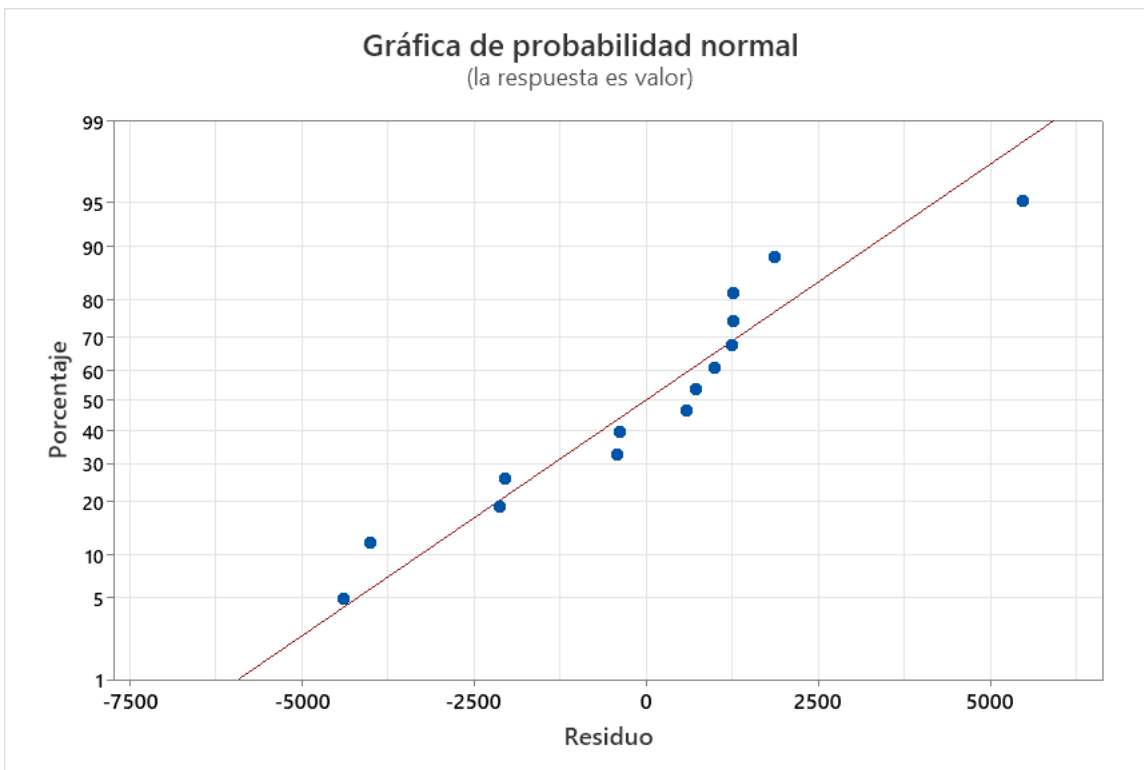


Figura 5.53:

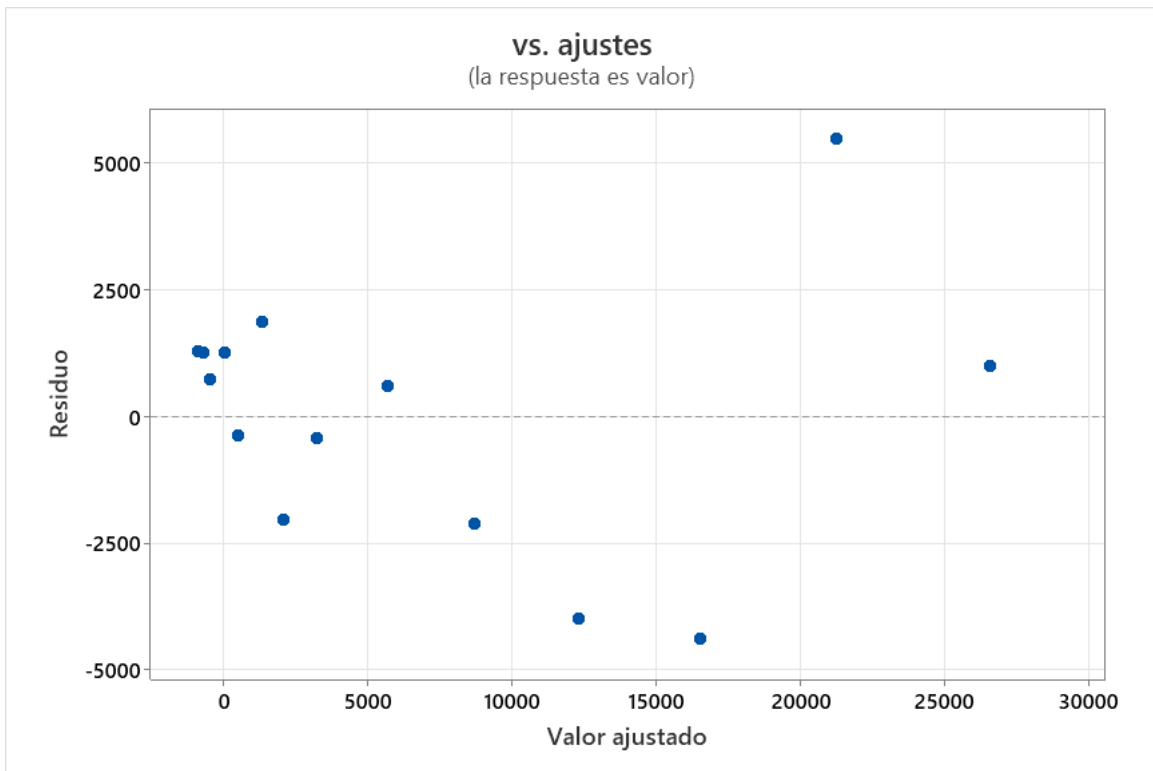


Figura 5.54:

### Método

Algoritmo	Gauss-Newton
Iteraciones máx.	200
Tolerancia	0.00001

Figura 5.55:

### Valores iniciales de los parámetros

Parámetro	Valor
Theta1	155.68
Theta2	965.76
Theta3	1256.9

Figura 5.56:

Podemos ver la gráfica de línea ajustada (5.60), donde se ve representada la ecuación de regresión matemática junto con su intervalo de confianza (IC) y su intervalo de predicción, lo que nos muestra que es una buena estimación.

## Ecuación

$$\text{Valor} = 155.683 * \text{Tiempo}^2 - 965.761 * \text{Tiempo} + 1256.86$$

Figura 5.57:

## Cálculos del parámetro

<u>Parámetro</u>	<u>Estimar</u>	<u>EE de estimación</u>
Theta1	155.68	13.462
Theta2	965.76	207.601
Theta3	1256.86	676.879

$$\text{Valor} = \text{Theta1} * \text{Tiempo}^2 - \text{Theta2} * \text{Tiempo} + \text{Theta3}$$

Figura 5.58:

## Resumen

Iteraciones	2
SSE final	5805362
DFE	11
MSE	527760
S	726.471

Figura 5.59:

Podemos ver la gráfica de probabilidad normal (5.61), esta nos indica que mientras más cerca estén los puntos de la línea, mejor es el ajuste, un alejamiento de los puntos en la línea recta, indica que el ajuste no es efectivo, con lo que podemos decir que es una buena estimación.

Podemos ver la gráfica vs ajustes (5.62), esta nos indica la igualdad de varianzas, cuando los puntos se ven dispersos se prueba la igualdad de varianzas, al verse una tendencia no existe igualdad de varianzas, por lo que este es un buen ajuste.

### 5.5.4. Activos circulantes

Con el propósito de calcular el WC, se estimaron los activos circulantes totales. Como se mencionó anteriormente, no se estimaron todos los activos circulantes, según Pinto et al. (2010) “El WC operativo excluye cualquier elemento no operativo, como exceso de efectivo, deuda a corto plazo y dividendos por pagar”. Por lo tanto, los elementos restantes se pronosticaron como un porcentaje de los ingresos o como un porcentaje del costo de los ingresos, según el elemento específico.

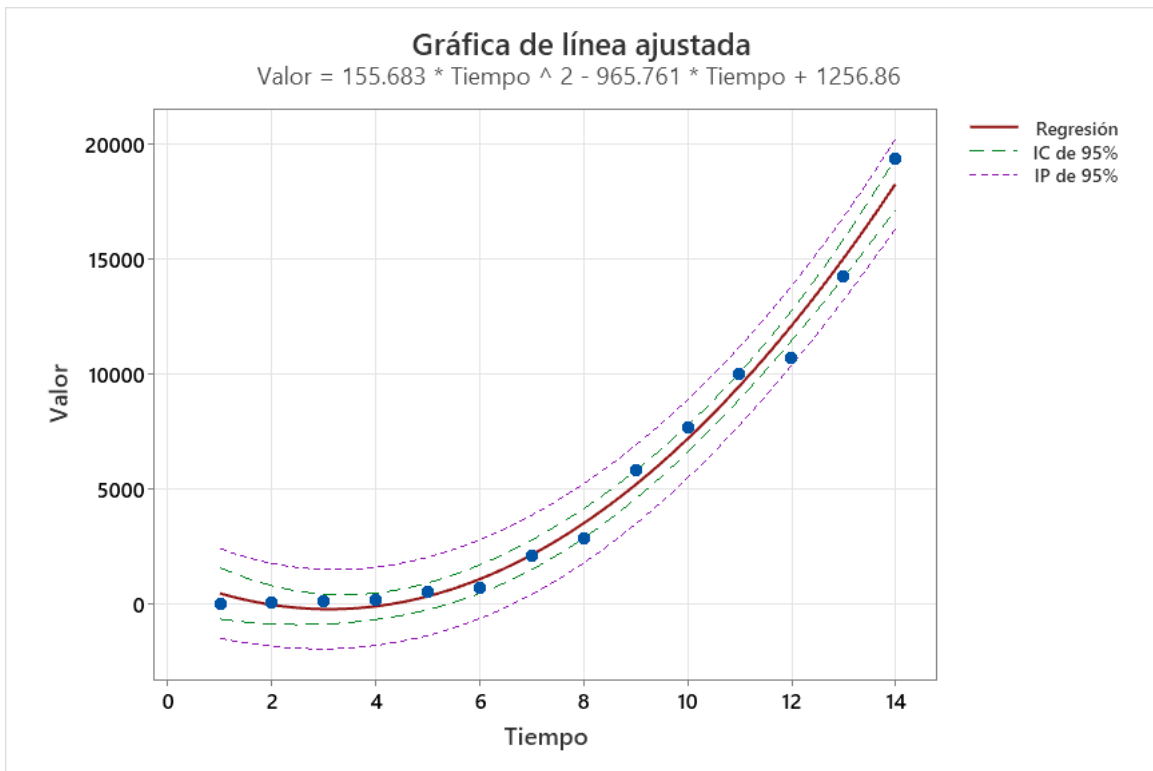


Figura 5.60:

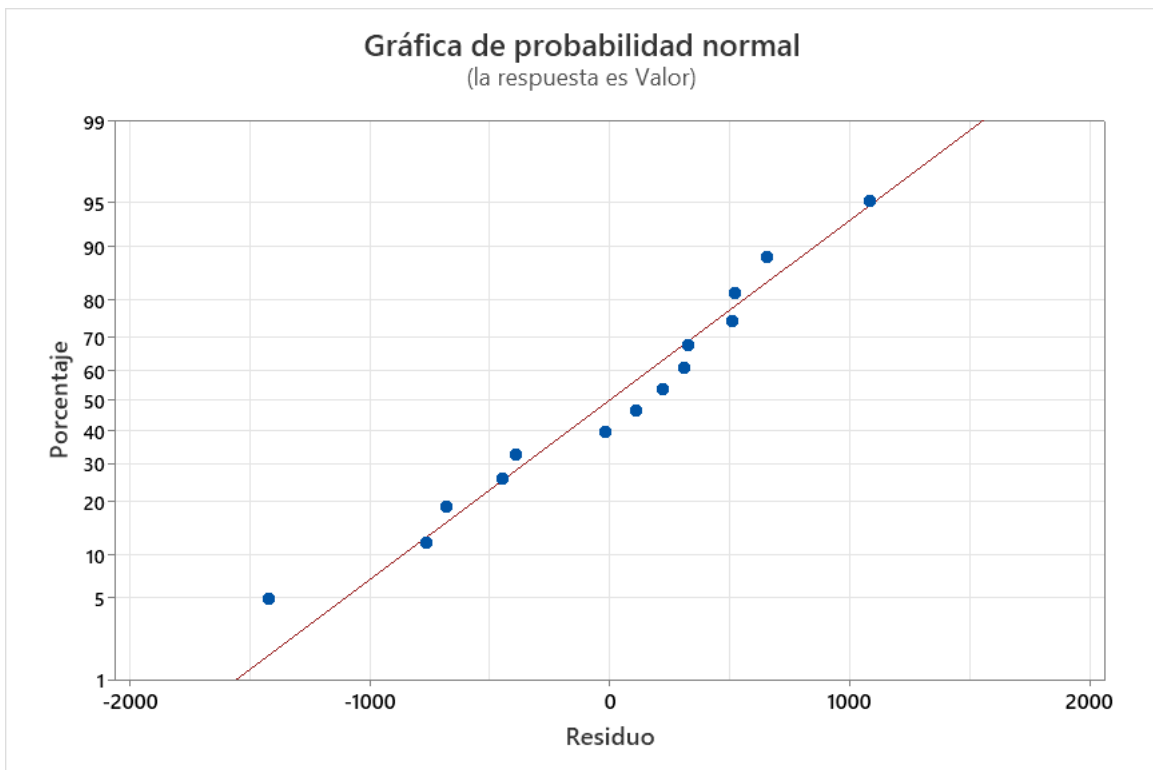


Figura 5.61:

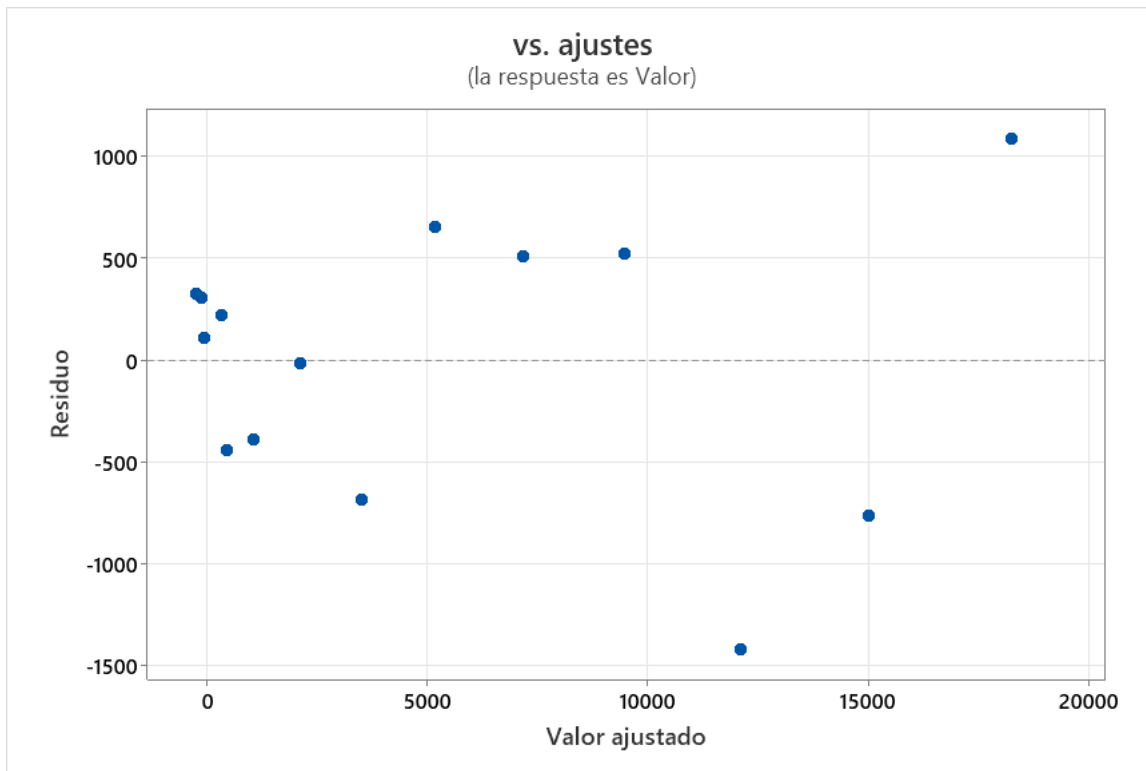


Figura 5.62:

Año	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Activo circulante	101	236	373	525	1266	3180	2782	6260	6571	8307	12103	26717	27556	26569	32468	38941	45988	53608	61801	70568	79907	89821	100308
Pasivo circulante	57	86	191	539	675	2107	2811	6827	7675	9993	10667	14248	19333	18240	21798	25659	29830	34313	39108	44214	49631	55359	61399
Capital de trabajo neto	44	150	182	-14	591	1073	-29	433	-1104	-1686	1436	12469	8223	8319	10670	13283	16157	19294	22693	26354	30277	34462	38909
Cambio en el capital de trabajo	44	106	32	-198	605	482	-1192	462	-1337	-632	3122	11033	-4246	96	2351	2613	2873	3137	3399	3661	3923	4185	4447

Tabla 5.22: Capital de trabajo

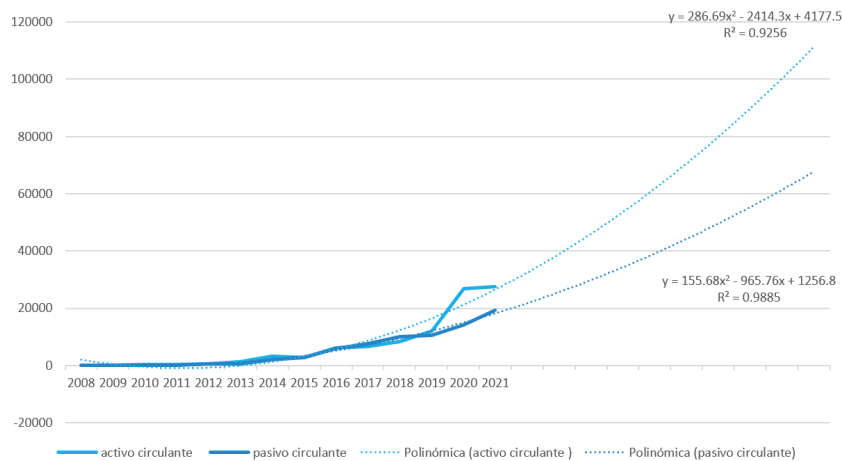


Figura 5.63: Capital de trabajo. (Elaboración propia)

### 5.5.5. Pasivos circulantes

Dado que el capital de trabajo no incluye la deuda financiera (véase [47]), no se calcularon todas las partidas del pasivo corriente del Balance General. La mayoría de esos elementos se estiman en función del cambio anual de los ingresos, pero las cuentas por pagar previstas se basan en el cambio del costo de ingresos.

Con base en las estimaciones anteriores, el flujo de caja libre se calculó de la siguiente manera

Año	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Ebit * 1-Tasa de impuestos	5359	8194	10029	10916	13698	15532	17367	19201	21036	22870	24704
Depreciación	2965	3665	4459	5353	6351	7457	8676	10012	11468	13050	14761
Flujo de caja de operación	8323	11859	14488	16269	20049	22989	26043	29213	32504	35920	39466
Capex	5814	6814	7914	9117	10429	11853	13393	15054	16840	18754	20801
Cambio en capital de trabajo	-4246	96	2351	2613	2875	3137	3399	3661	3923	4185	4447
FCFF	6755	4949	4224	4539	6745	8000	9251	10498	11741	12981	14218
Valor presente de FCFF	6755	4488	3474	3386	4563	4908	5147	5297	5373	5387	5351

Tabla 5.23: Flujo de caja libre (FCFF)

$FCFF = \bar{EBIT} * (1 - \text{tasa impositiva}) + \text{Depreciaciones} - \text{Gastos de capital} - \Delta \text{Capital de trabajo}$

### 5.5.6. Costo de capital promedio ponderado

Retomando la ecuación previamente mencionada del WACC

$$WACC = R_d * (1 - T) * D/V + R_e * E/V \quad (5.14)$$

Los componentes se estiman como se describen más adelante.

#### Costo de la deuda

Damodaran explica que el costo de la deuda se puede estimar con la suma de la tasa de diferencial predeterminada asociada con una empresa específica más la tasa libre de riesgo.

Tesla tiene una calificación crediticia de Ba3, que, de hecho, corresponde a la calificación de los bonos más recientes emitidos.

Según Damodaran (1998), esa calificación representa una tasa de diferencial de incumplimiento del 5.5 %.

Calificación	Diferencial de incumplimiento
Aaa/AAA	0.60 %
Aa2/AA	0.80 %
A1/A+	1.00 %
A2/A	1.10 %
A3/A-	1.25 %
Baa2/BBB	1.60 %
Ba1/BB+	2.50 %
B1/B+	3.75 %
B2/B	4.50 %
B3/B-	5.50 %
Caa/CCC	6.50 %
Ca2/CC	8.00 %
C2/C	10.50 %
D2/D	14.00 %

Tabla 5.24: Diferencial de incumplimiento. Damodaran 1998

El costo resultante de la deuda, antes de impuestos, es del  $1.422\% + 5.50\% = 6.922\%$ . Además, el costo posterior a la deuda debe obtenerse para fines de WAAC, por lo tanto, el "beneficio fiscal" se deduce del costo de la deuda antes de impuestos. Estos del  $13.53\%$ . En consecuencia, el costo estimado de la deuda después de impuestos es del  $5.985\%$

### Tasa de impuestos

Como se mencionó anteriormente, la tasa impositiva considerada en esta tesis es la tasa impositiva efectiva de la industria. Como resultado, se utilizó una tasa impositiva del 13.53% para calcular el costo de la deuda después de impuestos y, en consecuencia, para el cálculo del WAAC.

### Valor de mercado de la deuda

Para estimar el precio de una acción de Tesla, se calculó el valor de mercado de la deuda en lugar del valor en libros. Por lo tanto, para calcular el valor de mercado de Tesla de la deuda se consideró la siguiente ecuación de Damodaran:

$$\text{Valor de mercado de la deuda} = \text{Gastos de intereses} * \frac{1 - \frac{1}{(1 + k_d)^t}}{k_d} + \frac{FV}{(1 + k_d)^t} \quad (5.15)$$

- $k_d$  Es el costo actual de la deuda en porcentaje
- $t$  Es el promedio ponderado de la madurez en años
- $FV$  Representa la deuda total

Gastos de intereses \$748

Deuda Total al 31 de diciembre de 2020, 10,220 millones.

Los gastos por intereses y los valores totales de la deuda utilizados son los de 2020. Tomando en consideración el costo de la deuda calculado anteriormente y que la mayoría de los bonos tienen un vencimiento promedio de 6 años, el valor de mercado de la deuda encontrada fue de \$11,148.67 mill.

### Valor de equidad de mercado

Aquí, también se estimó el valor de mercado. El valor de mercado de las acciones se obtiene multiplicando el número de acciones en circulación por el precio de la acción. Con respecto a Tesla, al 19 de diciembre de 2021, la cantidad de acciones en circulación y el precio de la acción eran 1,033,507,611 y \$ 889.94, respectivamente. Por tanto, la capitalización bursátil obtenida de Tesla fue de \$919,759,763,300 dolares

### Costo de equidad de mercado

Como se indica en la Revisión de la literatura, cuando el WACC es la tasa de descuento utilizada para la valoración de la empresa, CAPM es el modelo más aplicado para calcular el costo del capital. Por lo tanto, la estimación del costo de capital de Tesla se da como:

$$k_e = R_f + B_L * MRP \quad (5.16)$$

### Tasa libre de riesgo

En cuanto a la tasa libre de riesgo, se consideró la deuda pública estadounidense con el mismo vencimiento que el número de años del período de pronóstico, es decir, 10 años. Además, Estados Unidos es el principal mercado donde opera Tesla. Por lo tanto, asumimos una tasa libre de riesgo igual a la deuda pública estadounidense con vencimiento a 10 años al 16 de diciembre de 2021, 1.422% (véase [3]).

### Prima de riesgo del mercado

Se asumió el promedio ponderado de la prima de riesgo de mercado de la principal región de actividad de Tesla. En 2019, E.U., China y Canadá representaron el 38 %, 28 % y 4 % de los ingresos totales, respectivamente. La parte restante está titulada por Tesla como R.o.W., pero los países con mayor peso, del 3 % al 2 %, son Alemania, Francia, Reino unido y Noruega. Dado que, según la base de datos de Damodaran, esos países tienen el mismo MRP que E. U. (4.24), Se asumió que el MRP del DdV es equivalente al de EE. UU. Por lo tanto, el MRP donde opera Tesla se estima como 4.24 %

Para concluir, el WAAC estimado se da en la siguiente tabla

Calificación	Diferencial de incumplimiento
Costo de equidad	8.36 %
Costo de la deuda	6.922 %
E/V	.9856218415
D/V	.01437815854
Tasa de impuestos	13.53 %
WAAC	10.2657593 %

Tabla 5.25: Cálculo del WAAC

## 5.6. Valoración

### 5.6.1. Método DCF

La valoración de acciones de Tesla se basa en el método DCF y se tomaron dos pasos importantes. El primero consistió en calcular el valor empresarial de Tesla, que es la suma de los valores presentes de todos los FCFE estimados anteriormente más el valor actual terminal, todos descontados a la tasa de descuento WAAC.

El valor terminal se percibe como el número más importante en la valoración de una empresa. De hecho, el período explícito elegido tiene un impacto significativo en la valoración de Tesla, ya que al calcular el televisor, la empresa ya debería haber alcanzado un crecimiento de ventas estable y bajo, así como un margen operativo estable.

El crecimiento de los ingresos totales de Tesla de 2025 a 2031 cae entre el 7 % y el 4 %, aproximadamente, y los valores del margen operativo son casi los mismos para los años mencionados en este documento. Además, la tasa de crecimiento esperada para estimar el valor terminal debería ser menor que la inflación y el crecimiento del PIB juntos. Se supuso un crecimiento a perpetuidad del 6.26 %, que es la tasa de crecimiento del capital de trabajo del último año del período explícito previsto.

Para poder verificar si ese crecimiento es menor que la inflación más la tasa de crecimiento de la economía, se asumió el promedio ponderado de la inflación y el PIB pronosticados en 2031 de las principales regiones donde opera Tesla. Los valores proyectados se recuperaron de la base de datos de la OCDE y la cifra calculada asciende al 4.67 %.

En el segundo paso, el valor de mercado de la deuda neta se deduce del E.V. para obtener el valor de mercado de las acciones de Tesla.

Según la siguiente tabla, el valor patrimonial de Tesla se estima en:

Para concluir, el precio objetivo estimado por acción de Tesla es de 423.53 dólares al 31 de diciembre de 2021. Según Thomson Reuters, el precio real ajustado de la cuota de mercado a la misma fecha era de 1,056.78 dólares.

Valor de la compañía	431,285.8 mill.
Valor de mercado de la deuda	11,148.67 mill
Efectivo y equivalentes de efectivo	17,580 mill
Valor de igualdad	437,717.13 mill
Número de acciones	1,033,507,611
Precio de las acciones	423.53

Tabla 5.26: Valoración de Tesla por el método DCF

### 5.6.2. Valoración relativa

Aunque el enfoque DCF es visto como el método más preciso y flexible por la mayoría de los analistas, la valoración relativa aporta valor a la valoración de la empresa, ya que ayuda a verificar la precisión de los pronósticos de flujos de efectivo y a comprender los desajustes entre la empresa valorada y las comparables. Por lo tanto, se realiza una valoración relativa de Tesla además de un análisis DCF.

#### Grupo de pares

A efectos de valoración relativa, empresas de características similares y comparables, es decir, un grupo de pares, debe ser encontrado y seleccionado. En general, es difícil encontrar un verdadero grupo de pares porque las empresas pueden ser similares entre sí pero no comparables.

En primer lugar, para encontrar un grupo de pares adecuado, se seleccionó un grupo de pares más grande compuesto por empresas automotrices que venden automóviles eléctricos. El referido grupo está formado en su mayoría por empresas que Tesla considera como sus principales competidores y con base en la información divulgada por Reuters sobre los pares de Tesla.

En segundo lugar, para cada una de esas empresas, la información financiera principal se recuperó de sus informes anuales y de Reuters. Luego, se calcularon ciertos índices de desempeño, apalancamiento y operación.

En tercer lugar, el grupo de pares de Tesla se obtuvo a partir de la información recopilada sobre cada empresa, es decir, la industria en la que operan, su crecimiento, rendimiento y riesgo. Con esos elementos financieros, las empresas se clasificaron teniendo en cuenta la diferencia de rango entre los elementos de cada empresa y los elementos de Tesla.

Compañía	Crecimiento de ingresos	Market Cap	EBITDA	ROE	ROIC	Beta	EV/Ebitda	EV/Revenue
Tesla	71 %	952,028	9,420	32.44	23.79	2.05	97.99	17.52
audi	6.2 %	82.99	7,841	13.45	0	0.11	10.64	1.57
Beryshe	9.1 %	56.04	12,530	17.15	2.8	11.19	4.97	.93
Daimler	2 %	87.11	29,537	68.06	4.37	1.47	5.61	1.06
Stellantis	14 %	45.6	31,481	17.52	.11	1.55	4.36	1.75
Ford motor co	7.23 %	65.99	30,798	45.3	4.57	1.08	5.06	1.14
Nissan motor co ltd	15.7 %	16.81	9,069	-11.2	-5.78	1.47	6.79	.78
Renault sa	6.3 %	74.27	6,996	2.78	-6.82	1.96	8.92	.99
toyotas	6.6 %	238.058	52,223	12.23	4.35	.65	7.29	1.36
volkswagen	14.7 %	107.13	54229	10.97	2.68	1.46	4.06	.8
volvo	5.6 %	38.3	6,689	23.07	11.1	1.15	3.77	.64

Tabla 5.27: Selección del grupo de pares de Tesla (En miles de millones de dolares)

#### Múltiplos

Después de seleccionar el grupo de pares más apropiado de Tesla, es importante elegir los múltiplos más adecuados de acuerdo con su desempeño financiero, debe tenerse en cuenta la posición financiera y el crecimiento anormal de Tesla .

Habiendo elegido los múltiplos de las empresas comparables, se calculó el promedio del grupo de pares para cada múltiplo y se aplicó a las finanzas de Tesla para estimar su valor empresarial y, luego, se estimó el precio por acción de Tesla.

Compañía	Precio de las acciones	EV/Revenue	EV/Ebitda
Tesla	889.94	17.52	97.99
BMW	28.88	.93	4.97
Nissan	8.80	.78	6.79
Volkswagen	24.37	.8	4.06
Toyota	180.27	1.36	7.29
Stellantis	15.98	1.75	4.36
Promedio del grupo de pares	51.66	1.124	5.494

Tabla 5.28: Pares de Tesla

Realizando una valorización con la relación EV/Ebitda, el precio de la acción de Tesla cae en 52.37. De igual manera pero con la relación EV/Ingresos, el precio de la acción cae en 59.92 dolares. En ambos casos es cercano al promedio de los pares.

### Interpretación de la relación EV/Ingresos

En general, cuanto más bajo sea el índice, más atractiva es la empresa pues se encuentra infravalorada (en comparación con sus comparables), es decir, la empresa vale menos de lo que debería valer en el futuro y entonces compraríamos acciones en bolsa para obtener una plusvalía vendiéndolas más caras. En resumen, su interpretación es: Cuántas veces el valor de la empresa supera las ventas anuales.

### Interpretación de la relación EV/EBITDA

En resumen, su interpretación es: Un índice inferior a la media del mercado indica que la empresa podría estar infravalorada, que su precio de mercado no es el que refleja este múltiplo y por tanto debería subir en un futuro.

Si el índice disminuye significa que la empresa está generando más beneficios por unidad de valor de empresa.

Es notable la diferencia entre los múltiplos de EV / Ingresos de 1 año y EV / EBITDA de 1 año,

$$17.52x \text{ y } 97.99x. \quad (5.17)$$

En comparación con los múltiplos de los pares promedio,

$$1.124x \text{ y } 5.494x, \text{ respectivamente.} \quad (5.18)$$

### 5.6.3. Conclusión de los resultados de la valoración de Tesla

Según la valoración realizada con base en el enfoque DCF, el valor razonable del precio de las acciones de Tesla es de \$ 423.53 Con respecto a la valoración relativa, el precio estimado por acción es de \$ 52.37 y \$ 59.92, de acuerdo con los métodos EV / Revenue y EV / EBITDA, respectivamente. En consecuencia, ambos precios por acción son más bajos que la valoración de DCF.

Según el desempeño financiero de Tesla, el método de múltiplos puede ser significativo ya que el grupo de pares no tiene las mismas perspectivas, que quizás no sean comparables a Tesla. Por esa razón, los resultados de la valoración relativa solo se tendrán en cuenta como una verificación y no como un método de valoración preciso, ya que, quizás, el grupo de pares de Tesla puede no estar compuesto por empresas (verdaderamente) comparables.

Según los resultados de valoración anteriores, se considera que las acciones de Tesla están sobrevaloradas, en comparación con el precio real del mercado correspondiente a \$1,056.78 dólares (al 31 de diciembre de 2021).

#### 5.6.4. Análisis de sensibilidad

El precio de las acciones de Tesla se estimó con base en el enfoque DCF y, para completar la valoración, se hicieron varias suposiciones. Si bien los supuestos y pronósticos se basaron en modelos bien conocidos y se estimaron de la manera más precisa posible, esas variables son inciertas y debe tenerse en cuenta que son pronósticos y no números reales.

Por lo tanto, se realiza un análisis de sensibilidad para determinar el impacto del cambio de un valor clave en la valoración de Tesla. En este sentido, el WAAC se analizará junto con el crecimiento del valor del terminal, ya que este último tiene un gran impacto en el valor empresarial de Tesla.

Cambio WAAC/Cambio T.V.	4.76 %	5.26 %	5.76 %	6.26 %	6.76 %	7.26 %	7.76 %
8.76 %	422.24	475.51	546.51	645.94	794.7	1042.42	1536.43
9.26 %	380.98	422.62	476.14	547.46	647.25	796.79	1045.65
9.76 %	347.74	381.22	423.05	476.81	548.46	648.71	798,94
10.26 %	320.36	347.88	381.5	423.53	477.54	549.51	650.22
10.76 %	297.37	320.41	348.06	381.84	424.05	478,30	550.61
11.26 %	277.78	297.36	320.51	348.28	382.21	424.61	479.11
11.76 %	260.86	277.72	297.4	320.65	348.54	382.63	425.22

Tabla 5.29: Análisis de sensibilidad en el crecimiento terminal y WACC

Con un cambio de 0.5% en el WAAC o en la tasa de crecimiento terminal, son similares las proporciones. Aunque el valor terminal tiene un gran impacto en la valoración de Tesla, el precio estimado es más sensible a la tasa de crecimiento terminal que al WAAC.

En general, un pequeño cambio en las variables estudiadas anteriormente es suficiente para tener un gran efecto en la valoración de Tesla y, en consecuencia, en el precio estimado por acción.

### 5.7. Comparación con otras valoraciones

En este apartado, los resultados de la valoración de la tesis se comparan con el informe de Forbes Tesla: \$1 Trillion de especulación , complementado con Tesla Predicción del precio de las acciones 2022, 2025, 2030. ¿Una buena inversión?

La valoración de Forbes en Tesla se publicó el Nov 9, 2021 y la fecha de finalización del precio objetivo es el 31 de diciembre de 2021.

	2021 Tesis	2022 Forbes y Predicción
Valor corporativo	437,717.13	600,942.29
FCF	6755	23,663.08
Ebitda	118.58	17.23
Precio por acción	423.53	482.89
Roic	23.79	51.3

Tabla 5.30: Comparación actual vs comparación 2022 Forbes y Tesla, Predicción del precio de las acciones

De acuerdo con la tabla, se notará que los valores estimados en Forbes son más optimistas que los de esta tesis. Sin embargo, el precio por acción es similar entre cada comparación. La tesis asume un valor corporativo 27.16% menor. No obstante lo anterior, los resultados del precio por acción son casi los mismos. El retorno del capital invertido sigue un enfoque más conservador en la valoración de Forbes y, como resultado, el EBITDA calculado es bastante inferior a las proyecciones de la tesis.

En general, los objetivos de precio están cerca y, considerando el precio de cierre real al 31 de diciembre de 2021 (\$ 1,056.78), los resultados implican que Tesla está sobrevalorado por el mercado.

En esta valoración de Forbes, se establece que Tesla vendió menos de 1/50 de los vehículos que el total combinado vendido por los siguientes 10 fabricantes de automóviles más grandes durante los últimos doce meses que terminaron en la primera mitad de 2021. Por lo que existe una desconexión entre la valoración de Tesla y sus ventas de vehículos en comparación con sus competidores (véase [11]).

También menciona que su participación de mercado se mantiene disminuyendo, ya que, en la primera mitad de 2021, Tesla vendió el 14,6% de los vehículos eléctricos vendidos en todo el mundo, en comparación con el 18,8% durante el mismo período de 2020 (véase [11]).

Este análisis, indica que, a la valoración actual de Tesla, en 2030, debería vender la siguiente cantidad de vehículos basándose en el Precio Promedio de Ventas (ASP).

- 16 millones de vehículos – ASP actual de \$51,000
- 21 millones de vehículos: ASP de \$38,000 (precio promedio de automóviles nuevos en los EE. UU. en 2020)
- 46 millones de vehículos – ASP de \$17,000

También nos indica que al lograr esas ventas de vehículos eléctricos, la participación de mercado implícita para la empresa sería la siguiente (Suponiendo que las ventas globales de vehículos eléctricos para pasajeros alcancen los 25.8 millones en 2030):

- 60% para 16 millones de vehículos
- 80% para 21 millones de vehículos
- 179% para 46 millones de vehículos

Entonces, para justificar su precio actual de \$1200/acción, Tesla debe:

Lograr inmediatamente un margen de utilidad operativa neta después de impuestos (NOPAT) del 17,2% (el doble del margen de Toyota, que es el más alto de los fabricantes de automóviles a gran escala) en comparación con el margen de los últimos 12 meses de Tesla del 7,7%) y aumentar los ingresos en un 38% anual compuesto durante la próxima década.

En este escenario, Tesla genera \$783 mil millones en ingresos en 2030, lo que representa el 102% de los ingresos combinados de Toyota, General Motors, Ford (F), Honda Motor Corp (HMC) y Stellantis (STLA) durante los últimos 12 meses.

Este escenario también implica que Tesla genera \$ 135 mil millones en ganancias operativas netas después de impuestos (NOPAT) en 2030, o un 45 % más que el NOPAT de los últimos 12 meses de Apple (AAPL), que con \$93 mil millones, es el más alto de todas las compañías.

Dados los desafíos que se avecinan para Tesla, junto con una valoración que implica que tomará más del 60 % de la participación en el mercado mundial de vehículos eléctricos, se establece que las acciones de Tesla ofrecen una relación riesgo/recompensa pobre.

Por lo que si se compra Tesla a su valoración actual, no solo está apostando a que será el único ganador de la electrificación de la flota automotriz mundial, sino que de alguna manera será el doble de rentable que Toyota y logrará al menos el 60 % cuota de mercado. Con algo menos que el dominio total del mercado, Tesla presenta un gran riesgo a la baja.

## Capítulo 6

# Conclusión

El valor empresarial obtenido de cualquier modelo de valoración depende de numerosos factores, algunos factores son de naturaleza objetiva y cuantificable, otros son íntegramente de naturaleza subjetiva y se ven afectados por información específica de la empresa y de todo el mercado. En consecuencia, el valor empresarial cambia a medida que se divulga o se conoce nueva información.

Tesla tiene las características de una empresa joven en crecimiento, con ingresos netos que fueron negativos hasta el año pasado, altas inversiones y un enorme crecimiento. Se realizó un análisis profundo de Tesla y de la industria en la que opera y, las diversas suposiciones y pronósticos se determinaron de la manera más precisa posible y se siguieron métodos bien conocidos.

En esta tesis, se emplean 3 tipos de regresiones para la evaluación de los valores, la regresión lineal como método de aproximación por su fácil interpretación, aplicación, y la rapidez al modelar relaciones poco complejas junto con su baja propensión al sobreajuste de los datos.

La regresión potencial, debido a la desaceleración del crecimiento de la función y la regresión polinómica debido a que su amplio ajuste a las curvaturas, permite que las diversas funciones que puede tomar, proporcionen la mejor aproximación entre la variable dependiente e independiente.

Los métodos de valoración utilizados para valorar una acción de Tesla son el método DCF y Múltiplos. Se eligió el enfoque DCF porque se utiliza ampliamente en las valoraciones de acciones y por su precisión y flexibilidad. Aunque el modelo DCF no discrimina las ventajas de los escudos fiscales o los costos, proporciona un análisis más completo sobre las operaciones de la empresa.

Por último, el método de múltiplos se utiliza como una segunda etapa de la valoración de acciones de Tesla para verificar los resultados de DCF y compararlos con su grupo de pares.

El enfoque DCF se utilizó para valorar una acción de Tesla, ya que la mayoría de los analistas percibe que produce los resultados más apropiados y es el método más preciso y flexible. Además, se utilizó una valoración relativa basada en múltiplos prospectivos para capturar las ganancias potenciales de Tesla, debido al crecimiento anormal de ingresos y ganancias negativas pasadas. Debido al desempeño financiero de Tesla, los resultados de la valoración relativa se consideraron simplemente como un método complementario al DCF.

Según el enfoque de DCF, el precio objetivo de Tesla obtenido es \$423.53 de la disertación y \$482.89 de la investigación de capital realizada por Forbes, al 31 de diciembre de 2022. Aunque los precios objetivos son similares con una diferencia de menos de \$59, los supuestos detrás de cada valoración son diferentes. No obstante, lo anterior, ambas valoraciones ceden a recomendación de venta.

En general, según la valoración de la tesis, el precio de las acciones de Tesla es de \$423.53 dólares, y, en consecuencia, se considera sobrevalorado, al compararlo con el precio real de la participación al 31 de diciembre de 2021 de \$1,056.78 dolares, siendo una diferencia de 249.51

# Bibliografía

- [1] ANDERSON, D. R., SWEENEY, D. J. Y WILLIAMS, T. A., *Estadística para administración y economía (7a ed., Vol. II)*, México: Thomson, (2001).
- [2] BANK, E. S., *¿Qué es el WACC? ¿Cómo se calcula y para qué sirve? El blog de SelfBank by Singular Bank.*, <https://blog.selfbank.es/que-es-wacc/>, (2019,Junio 12).
- [3] DAMODARAN WEBSITE, *Damodaran Betas*, [http://pages.stern.nyu.edu/~Eadamodar/New\\_Home\\_Page/datafile/Betas.html](http://pages.stern.nyu.edu/~Eadamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html), (2021).
- [4] INVESTOPEDIA, *How to Calculate the Weighted Average Cost of Capital (WACC)*., <https://www.investopedia.com/terms/w/wacc.asp>, (2022,Enero 5).
- [5] LEVIN, R. I. Y RUBIN, D. S., *Coefficiente de determinación (R cuadrado)*., Economipedia.com, (2017).
- [6] KRAAKMAN, N., *Tesla Stock Value Forecast: Worth TRILLIONS by 2030. Value Spreadsheet* Value Investing Blog by Nick Kraakman, <https://www.valuespreadsheet.com/blog/tesla-stock-value-forecast>, (2022).
- [7] LEVIN, R. I. Y RUBIN, D. S., *Estadística para administración y economía*, México: Pearson Educación, (2004).
- [8] LITTLE, T. M. AND HILLS, F. J., *Agricultural Experimentation Design and Analysis*, New York: John Wiley and Sons, Inc., (1978).
- [9] LÓPEZ, J. F., *Métodos de valoración de empresas. Economipedia*, <https://economipedia.com/definiciones/metodos-de-valoracion-de-empresas.html>, (2021, Septiembre 27).
- [10] MADARIAGA, D. C., RODRÍGUEZ, J. L., LOZANO, M. R., Y VALLEJO, E. C., *Inferencia estadística Módulo de regresión lineal simple Primera edición: Noviembre de 2013 ed. Universidad del Rosario*, [https://www.urosario.edu.co/Administracion/documentos/Documentos-de-Investigacion/BI\\_147-Web.pdf](https://www.urosario.edu.co/Administracion/documentos/Documentos-de-Investigacion/BI_147-Web.pdf), (2013).
- [11] NYAGA, C., *Tesla Stock Price Prediction 2022, 2025, 2030. A Good Investment? InvestingCube.*, <https://www.investingcube.com/tesla-stock-price-prediction-2022-2025-2030-a-good-investment-shares/>, (2022,Febrero 21).
- [12] TRAINER, D., *Tesla: \$1 Trillion Of Speculation. Forbes*, <https://www.forbes.com/sites/great-speculations/2021/11/09/tesla-1-trillion-of-speculation/?sh=12bac1e777eb>, (2021, Diciembre 10).
- [13] BADE, G., *Tesla agrees to \$2.6B price tag for SolarCity merger*, <https://www.utilitydive.com/news/tesla-agrees-to-26b-price-tag-for-solarcity-merger/423616/>, (2016, Agosto 1).
- [14] BAER, D., *The Making Of Tesla: Invention, Betrayal, And The Birth Of The Roadster*, <https://www.businessinsider.com/tesla-the-origin-story-2014-10?r=US&IR=T>, (2014, Noviembre 11).

- [15] BRUNER, R. F., KENNETH, M. E., Y HARRIS, R. C. , *Best Practices in Estimating the Cost of Capital: Survey and Synthesis*, FINANCIAL PRACTICE AND EDUCATION, (1998).
- [16] BUSINESS INSIDER MÉXICO., *SpaceX wins \$152 million NASA contract to launch a series of weather satellites as part of an environmental mission.*, <https://businessinsider.mx/spacex-nasa-weather-satellites-contact-goes-u-mission-2021-9/?r=US&IR=T>, (2021, Septiembre 12).
- [17] COSTAS, J., *Tesla anuncia un "split": hará más asequibles sus acciones para los inversores.*, <https://www.motor.es/noticias/tesla-anuncia-un-split-hara-mas-asequibles-sus-acciones-para-los-inversores-202069953.html>, (2020, Agosto 12).
- [18] CSIMARKET, *Auto and Truck Manufacturers Industry Effective Tax Rate, Cash Flow Margin, quarterly profitability information and trends, from 3 Q 2021 to 3 Q 2020*, CSI Market. [https://csimarket.com/Industry/industry\\_Profitability\\_Ratiosc.php?ind=404](https://csimarket.com/Industry/industry_Profitability_Ratiosc.php?ind=404), (2021, Noviembre 22 ).
- [19] DAMODARAN, A., *Equity Risk Premiums (ERP): Determinants, Estimation and Implications.*, Stern School of Business., (2011).
- [20] DAMODARAN, A., *Investment Valuation.*, New York: John Wiley & Sons., (2002).
- [21] DAMODARAN, A., *Ratings, Interest Coverage Ratios and Default Spread. Damodaran Online.*, [https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New\\_Home\\_Page/datafile/ratings.htm](https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/ratings.htm), (2020, Enero).
- [22] DAMODARAN, A., *The octopus valuing multi business and multinational companies.*, Stern School of Business., (2009).
- [23] DAMODARAN, A., *Valuations Approaches and Metrics: A Survey of the Theory and Evidence.*, Stern School of Business., (2006).
- [24] DAMODARAN, A., *Valuing Young Growth Companies.*, AAIJ Journal., (2011).
- [25] DAMODARAN, A., *Valuing Young, Start-up and Growth Companies: Estimation Issues.*, Stern School of Business., (2009).
- [26] EL ECONOMISTA., *Tesla ingresa 11,960 millones de dólares en el segundo trimestre de 2021, 98% más que hace un año.* , <https://www.eleconomista.com.mx/mercados/Tesla-ingresa-11960-millones-de-dolares-en-el-segundo-trimestre-de-2021-98-mas-que-hace-un-ano-20210726-0077.html>, (2021, Julio 26).
- [27] FAMA, E. F., Y FRENCH, K. R, *The Capital Asset Pricing Model: Theory and Evidence.*, Journal of Economic Perspectives., (2004).
- [28] FERNÁNDEZ, P., *The value of tax shields is NOT equal to the present value of tax shields.*, Journal of Financial Economics., (2004).
- [29] FERNÁNDEZ, P., *Valuing companies by cash flow.* , Journal of Management Science, (2007).
- [30] FERRIS, R., *Tesla shares drop as investors worry Model 3 will be too Good*, <https://www.cnbc.com/2017/05/04/tesla-shares-drop-as-investors-worry-model-3-will-be-too-good.html>, (2017, Mayo 5).
- [31] FESTEL, G., WUERMSEHER, M., Y CATTAEIO, G., *Valuation of Early-Stage High-tech Start-up Companies*, International Journal of Business., (2013).
- [32] GARCÍA, F., *Fuerte caída de Tesla en Bolsa tras el accidente mortal de un Model X.*, <https://www.expansion.com/empresas/motor/2018/03/28/5abbacde268e3e99478b459c.html>, (2018, Marzo 29).

- [33] GOEDHART, M., KOLLER, T., Y WESSELS, D., *The right Role for Multiples in Valuation.*, McKinsey and Company., (2005).
- [34] GÓMEZ, J. L., *Elon Musk tiene muy claro quiénes son los culpables de la escasez de chips que sufre Tesla.*, <https://www.diariomotor.com/noticia/tesla-elon-musk-semiconductores-crisis/>, (2021, Abril 27).
- [35] GREINER, A., SHERMAN, I. Y BAKER, T., *The history of tesla and Elon Musk A radical vision for the future of autos.*, <https://edition.cnn.com/interactive/2019/03/business/tesla-history-timeline/index.html>, (2019, Marzo 22).
- [36] GUP, B., Y THOMAS, R., *The Valuation Handbook: Valuation Techniques from Today's Top Practitioners.*, Hoboken: John Wiley and Sons., (2010).
- [37] INVESTING.COM., *Tesla cae 5 % en bolsa tras reporte trimestral mixto.* , <https://es.investing.com/news/stock-market-news/tesla-cae-5-en-bolsa-tras-reporte-trimestral-mixto-2076619>, (2021, Enero 27).
- [38] JOSÉ N.G., *Valoración de empresas y activos.*, <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/12343/1/TG-MAF%20658.15%20D278.pdf>, (2009, Septiembre).
- [39] KOLLER, T., GOEDHART, M., Y WESSELS, D. , *Valuation: Measuring and Managing the Value of Companies (6th ed.)*., Hokoben: Wiley., (2015).
- [40] KOLLER, T., GOEDHART, M., Y WESSELS, D, *Valuation: Measuring and Managing the Value of Companies (Vol. 5th)*., Hokoben: John Wiley and Sons., (2010).
- [41] LIE, E., Y LIE, H. J., *Multiples Used to Estimate Corporate Value.*, Financial Analysts Journal, (2002).
- [42] LUHERMAN, T. A., *What's It Worth?*, Harvard Business Review., (1997).
- [43] MASTERS, T. Y., *Análisis de datos cuantitativos.*, <https://tesisymasters.com.ar/analisis-de-datos-cuantitativos/>, (2021, Julio 28).
- [44] MAUBOSSIN, M. J., *Commons Errors in DCF Model.*, LEGG Manson Capital Management., (2006).
- [45] PETERSEN, C. V., YPLENBORG, T., *Financial Statement Analysis: Valuation, Credit Analysis and Executive Compensation (2nd ed.)*., Harlow: Pearson Longman., (2012).
- [46] PINTO, J. E., HENRY, E., ROBINSON, T. R., Y STOWE, J. D., *Equity Asset Valuation (2nd ed.)*., Hoboken: John Wiley and Sons., (2010).
- [47] ROS, I., *Las acciones de Tesla se recuperan de una caída récord.*, <https://www.muycomputerpro.com/2020/09/13/las-acciones-de-tesla-se-recuperan-de-una-caida-record>, (2020, Septiembre 12).
- [48] RUS, C, *Tesla ya ha vendido el 10 % de sus Bitcoin, ha ganado con ello más de 100 millones de dólares.*, <https://www.xataka.com/empresas-y-economia/tesla-ha-vendido-10-sus-bitcoin-ha-ganado-ello-100-millones-dolares>, (2021, August 20).
- [49] SAGE, A. S. R., *Exclusive: Tesla hits Model 3 manufacturing milestone, hours after deadline - factory sources. U.S.*, <https://www.reuters.com/article/us-tesla-model3-exclusive-idUSKBN1JR1WX>, (2018, Julio 2).
- [50] SHARMA, V. Y RANA, A., *Timeline: Main events in Tesla's history as a public company.*, <https://www.euronews.com/2018/08/10/timeline-main-events-in-teslas-history-as-a-public-company>, (2019).

