

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

Inversión socialmente responsable. Optimización de una cartera de acciones

Autor: Eduardo Otaolaurruchi Caro

Tutor: Pedro Luis González Rodríguez

**Dpto. Organización Industrial y Gestión de
Empresas I**

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Sevilla, 2021



Trabajo Fin de Grado
Grado en Ingeniería de Tecnologías Industriales

Inversión socialmente responsable. Optimización de una cartera de acciones

Autor:

Eduardo Otaolauruchi Caro

Tutor:

Pedro Luis González Rodríguez

Catedrático de Universidad

Dpto. Organización Industrial y Gestión de Empresas I

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Universidad de Sevilla

Sevilla, 2021

Trabajo Fin de Grado: Inversión socialmente responsable. Optimización de una cartera de acciones

Autor: Eduardo Otaolauruchi Caro

Tutor: Pedro Luis González Rodríguez

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2021

El Secretario del Tribunal

A mi familia y amigos

A mis profesores

Agradecimientos

No ha sido un camino fácil, pero con este trabajo cierro una de las etapas más importantes de mi vida. Comencé el camino lleno de dudas y he tenido que superar muchísimas dificultades para llegar el objetivo, y por fin, puedo decir que soy ingeniero.

Nada de esto habría sido posible sin el apoyo de mis padres a los cuales debo la oportunidad que he tenido la fortuna de vivir. Gracias también a mis hermanos por tener siempre para mí consejos de vida que me han hecho madurar y crecer. Por vosotros soy la persona que soy hoy.

También quisiera agradecer a los profesores que durante estos cuatro años han hecho lo posible por formarme como ingeniero, pero especialmente quiero dar las gracias a mi tutor Pedro Luis González Rodríguez por el tiempo dedicado y por guiarme de la mejor forma durante la elaboración de este trabajo.

Finalmente, quiero dar las gracias a mis amigos, tanto a aquellos con los que he tenido la oportunidad de compartir esta etapa como a los que tengo el placer de conocer desde mucho antes de comenzar la carrera. Espero que podamos seguir creciendo juntos y disfrutando de más momentos.

Eduardo Otaolaurruchi Caro

Sevilla, 2021

El presente documento contiene un estudio en profundidad sobre inversión en la bolsa de valores desde una perspectiva ingenieril. Podría considerarse como una introducción para aquellos que estén interesados en conocer algo más a fondo el mercado bursátil.

Inicialmente, nos adentraremos en los orígenes de la bolsa de valores para justificar los beneficios a largo plazo que aporta invertir el dinero en diferentes empresas, teniendo en cuenta los posibles riesgos que existen. Para ello se propone un repaso general de los conceptos más importantes para comprender el funcionamiento de la bolsa.

Contextualizado el mundo financiero, se detallarán diferentes estrategias a seguir para conseguir buenos resultados a la hora de invertir y el perfil de inversor que adoptaremos para realizar el estudio.

El mercado de valores es demasiado amplio como para realizar un estudio que nos permita abarcarlo al completo. De esta forma, vamos a enfocar el estudio de una forma novedosa de invertir: la inversión socialmente responsable. Esto es, seleccionar aquellas empresas comprometidas con el medioambiente y que centran sus esfuerzos en contribuir al desarrollo sostenible.

Para cerrar el estudio se realiza un análisis fundamental de las empresas que nos permite comparar entre ellas para concluir cuáles se encuentran en una mejor situación económica que aporte rentabilidad a largo plazo al inversor. Una vez seleccionada la lista de empresas con buen potencial, se desarrolla un modelo matemático similar al de Markowitz para seleccionar una combinación de acciones para cumplir el objetivo del proyecto: obtener una cartera de inversión eficiente compuesta por empresas socialmente responsables.

Abstract

This document contains a deep study about investing in the stock exchange from an engineering perspective. It could be considered as an introduction for those who are interested in learning about the stock market more thoroughly.

Initially, we will go into the origins of the stock exchange to justify the long-term benefits of investing money in different companies, considering the possible risks that exist. For this, a general review of the most important concepts to understand how the stock market operates is proposed.

Once the financial world is contextualized, there are detailed different strategies to follow to achieve good results when investing and the investor profile we will adopt to carry out the study.

The stock market is too wide to cover it in full. In this way, the study will be focused on a new way of investing: socially responsible investment. That is, selecting those companies committed to the environment and that put their effort on contributing to sustainable development.

To close the study, a fundamental analysis of the companies is done so that allows us to compare between them to conclude which are in a better economic situation that provides long-term profitability to the investor. Once the list of companies with high potential has been selected, it is developed a mathematical model, similar to Markowitz's, to select a combination of actions to fulfill the objective of the project: to obtain an efficient investment portfolio composed of socially responsible companies.

Agradecimientos	8
Resumen	10
Abstract	12
ÍNDICE	14
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	16
ÍNDICE DE TABLAS	17
ÍNDICE DE GRÁFICOS	18
1. JUSTIFICACIÓN Y OBJETO DEL PROYECTO	21
1.1. Introducción	21
1.2. Justificación del proyecto	21
1.3. Objetivos y alcance del proyecto	22
1.4. Estructura del documento	23
2. MARCO CONTEXTUAL DE LA INVERSIÓN	25
2.1. Antecedentes históricos de la bolsa y la inversión	25
2.2. Los activos financieros	27
2.3. Inversión en acciones	31
2.3.1. Tipos de inversores	31
2.3.2. Formas de inversión	32
2.3.3. Índices bursátiles. Mercados de valores	33
2.3.4. Fondos de inversión	37
2.3.5. Volatilidad de las acciones. Diversificación del riesgo	41
2.4. Análisis y estrategias para invertir en acciones	42
2.4.1. Tipos de análisis	43
2.4.2. Estrategias de inversión	46
2.4.3. Definición de nuestro perfil de inversor	47
3. INVERSIÓN SOCIALMENTE RESPONSABLE	48
3.1. Introducción	48
3.2. Contexto actual	49
3.3. La estrategia de inversión socialmente responsable. Criterios ASG	54
3.4. Rating ASG	57
3.4.1. Introducción	57

3.4.2.	Plataforma seleccionada. Razones	57
3.4.3.	Metodología de evaluación de los criterios ASG.....	60
4.	METODOLOGÍA PARA LA SELECCIÓN DE EMPRESAS DE LA CARTERA.....	66
4.1.	Cumplimiento de los criterios ASG	66
4.2.	Estudio mediante análisis fundamental	69
4.3.	Estudio para la selección de la cartera final de acciones	76
5.	CASO DE ESTUDIO.....	91
5.1.	Modelo de Markowitz.....	91
5.2.	Implementación del modelo matemático en Lingo.....	96
5.3.	Análisis de los resultados	103
6.	CONCLUSIONES.....	111
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	112

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Clasificación de los activos financieros.....	27
Ilustración 2: Escultura representativa del toro y el oso.....	32
Ilustración 3: Valor liquidativo del BNY Mellon Global Income GBP Inc.....	39
Ilustración 4: Valor liquidativo del Morgan Stanley Investment Funds - US Growth Fund A.....	40
Ilustración 5: Tendencias del mercado: primaria, secundaria y terciaria	45
Ilustración 6: Tendencias del mercado: alcista, bajista y lateral.....	45
Ilustración 7: Predominio de los distintos enfoques a la inversión ASG por regiones ...	50
Ilustración 8: Rentabilidades a largo plazo (1900-2019) por industrias, EE. UU. (izquierda) y Reino Unido (derecha)	53
Ilustración 9: Reparto del índice por sectores.....	59
Ilustración 10: Puntuación del rating MSCI	65
Ilustración 11: Captura de Marketscreener con la valoración de Carlsberg.....	73
Ilustración 12: Captura de Marketscreener: Cuenta de pérdidas y ganancias resumida (arriba) y Balance activo-pasivo resumido (abajo).....	74
Ilustración 13: Captura de Excel con el análisis fundamental de Carlsberg.....	75
Ilustración 14: Representación gráfica de la obtención de una cartera eficiente según el modelo de Markowitz	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Rendimiento anual (%)	59
Tabla 2: Lista de empresas con buena valoración de los criterios ASG	67
Tabla 3: Compañías que conforman la cartera de inversión.....	90
Tabla 4: Cotizaciones de las empresas (18 de noviembre 2019-10 de mayo 2021)	98
Tabla 5: Cotizaciones de las empresas (14 de mayo 2018-11 de noviembre 2019)	99
Tabla 6: Rentabilidades entre periodos (1)	100
Tabla 7: Rentabilidades entre periodos (2)	101
Tabla 8: Matriz de Covarianzas.....	102
Tabla 9: Rentabilidades media	102
Tabla 10: Resultados obtenidos	103
Tabla 11: Soluciones del problema.....	104
Tabla 12: Errores entre el precio de cotización real y el obtenido a través del interés compuesto	108
Tabla 13: Capital invertido en cada empresa	109
Tabla 14: Comparativa de los retornos obtenidos	110

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Comparativa de las rentabilidades obtenidas en diferentes contextos históricos según distintos horizontes temporales	28
Gráfico 2: Histórico de la cotización del Ibex en los últimos 2 años (abril 2019-abril 2021)	29
Gráfico 3: Comparativa de las rentabilidades de diferentes activos respecto a la inflación	30
Gráfico 4: Comparativa de las rentabilidades generadas por diferentes índices en los últimos 5 años	35
Gráfico 5: Comportamiento del ETF indexado XLK replicando al NASDAQ	36
Gráfico 6: Rentabilidad de TESLA superando al NASDAQ en el último año	37
Gráfico 7: Crecimiento de 1000 libras según la rentabilidad del BNY Mellon Global Income GBP Inc.....	39
Gráfico 8: Crecimiento de 1000 € según la rentabilidad del Morgan Stanley Investment Funds - US Growth Fund A.....	40
Gráfico 9: Histórico de QFIN en lo que va de 2021	42
Gráfico 10: Histórico del rendimiento bruto del MSCI KLD 400 Social Index desde (marzo 2006-marzo 2021)	58
Gráfico 11: Comparación del crecimiento de las ventas anuales en empresas de la industria de las bebidas.....	76
Gráfico 12: Comparación del PER en la industria de las bebidas	76
Gráfico 13: Comparación del precio actual de la compañía con su precio objetivo en la industria de las bebidas	77
Gráfico 14: Comparación del margen de rentabilidad, ratio de endeudamiento y ROA en la industria de las bebidas	77
Gráfico 15: Comparación del crecimiento de las ventas anuales en empresas del sector financiero.....	78
Gráfico 16: Comparación del PER entre empresas del sector financiero	78
Gráfico 17: Comparación del precio actual de la compañía con su precio objetivo entre empresas del sector financiero	78
Gráfico 18: Comparación del margen de rentabilidad, ratio de endeudamiento y ROA entre empresas del sector financiero.....	79
Gráfico 19: Comparación del crecimiento de las ventas anuales en empresas del sector sanitario.....	80
Gráfico 20: Comparación del PER entre empresas del sector sanitario.....	80
Gráfico 21: Comparación del precio actual de la compañía con su precio objetivo entre empresas del sector sanitario	80
Gráfico 22: Comparación del margen de rentabilidad, ratio de endeudamiento y ROA entre empresas del sector sanitario.....	81

Gráfico 23: Comparación del crecimiento de las ventas anuales en empresas del sector tecnológico	82
Gráfico 24: Comparación del PER entre empresas del sector tecnológico	82
Gráfico 25: Comparación del precio actual de la compañía con su precio objetivo entre empresas tecnológicas	82
Gráfico 26: Comparación del margen de rentabilidad, ratio de endeudamiento y ROA entre empresas tecnológicas.....	83
Gráfico 27: Comparación del crecimiento de las ventas anuales en empresas del sector servicios	84
Gráfico 28: Comparación del PER entre empresas del sector servicios.....	84
Gráfico 29: Comparación del precio actual de la compañía con su precio objetivo entre utilities	84
Gráfico 30: Comparación del margen de rentabilidad, ratio de endeudamiento y ROA entre utilities	85
Gráfico 31: Comparación del crecimiento de las ventas anuales en empresas dedicadas comercio electrónico	86
Gráfico 32: Comparación del PER entre empresas dedicadas comercio electrónico	86
Gráfico 33: Comparación del precio actual de la compañía con su precio objetivo en empresas de comercio electrónico	86
Gráfico 34: Comparación del margen de rentabilidad, ratio de endeudamiento y ROA en empresas de comercio electrónico	87
Gráfico 35: Comparación del crecimiento de las ventas anuales en empresas del sector alimenticio	88
Gráfico 35: Comparación del crecimiento de las ventas anuales en empresas del sector alimenticio	88
Gráfico 36: Comparación del PER entre empresas dedicadas del sector alimenticio ...	88
Gráfico 37: Comparación del precio actual de la compañía con su precio objetivo en empresas alimenticias	88
Gráfico 38: Comparación del margen de rentabilidad, ratio de endeudamiento y ROA en empresas alimenticias	89
Gráfico 39: Rentabilidad vs Riesgo	104
Gráfico 40: Asignación de los pesos en la cartera	106
Gráfico 41: Precio real VS precio a partir del interés compuesto de Apple.....	107
Gráfico 42: Desempeño de nuestra cartera frente a empresas del Ibex	109

1. JUSTIFICACIÓN Y OBJETO DEL PROYECTO

1.1. Introducción

Este primer capítulo del estudio recoge de manera general los motivos principales que justifican la realización del proyecto, así como los objetivos principales que se pretenden y las herramientas que nos permitirán llegar a ellos. A su vez, se estructurará el contenido del documento para que sirva como sumario que facilite el seguimiento del proyecto.

1.2. Justificación del proyecto

La elección de la temática que se propone en este proyecto viene motivada por diferentes razones:

En primer lugar, se pretende dar a conocer el mercado financiero y el mundo bursátil desde la perspectiva del inversor. A lo largo de la historia, la bolsa de valores ha sido uno de los principales motores de la economía para las empresas, pero también ha significado una forma de rentabilizar los ahorros de los inversores. En la actualidad, la existencia de numerosas plataformas webs y brókeres facilitan la entrada al mundo de las inversiones a cualquiera que esté interesado, lo que ha provocado el crecimiento notable del número de personas que invierten su dinero. Debido a este creciente interés sobre el mercado bursátil, este proyecto aspira a servir como introducción para aquellos que se quieran adentrar en el mundo de la inversión.

Por otro lado, el pensamiento de hacer un mundo mejor se está expandiendo entre las empresas a nivel mundial. Aplicar políticas que contribuyan al desarrollo social y a preservar el medioambiente empieza a suponer una ventaja competitiva para las empresas. De la mano de esta idea, surge el inversor socialmente responsable cuyo propósito es generar rendimientos a largo plazo y conseguir un impacto positivo en la sociedad invirtiendo en aquellas empresas que favorezcan el desarrollo sostenible. En contraposición a la filosofía de inversión tradicional en la que el único fin era obtener grandes rentabilidades, practicar la inversión socialmente responsable supone un valor añadido en cuanto al compromiso ético con la sociedad y el respeto al medioambiente.

Por este motivo nos basaremos en esta forma de invertir, que no solo persigue un beneficio para el inversor, la sociedad y el medioambiente, sino que además es una filosofía novedosa, reciente y muy en línea con un factor cada vez más determinante en las empresas de cualquier sector, la transición hacia un mundo más sostenible.

Finalmente, se ha buscado agregar cierto valor práctico mediante la optimización de un modelo matemático a través de Lingo. Se seleccionarán una serie de empresas según los criterios de sostenibilidad y, a través del modelo, se generará una cartera eficiente que minimiza el riesgo y maximiza el beneficio.

1.3. Objetivos y alcance del proyecto

El objetivo general que se persigue a lo largo del proyecto es la optimización de una cartera de inversión compuesta por empresas socialmente responsables. Para lograr este objetivo, desarrollaremos una serie de objetivos específicos:

Por un lado, se intenta dar una visión global sobre el mundo financiero y el mercado de valores, además de analizar por qué puede ser beneficioso invertir el dinero en acciones a pesar del riesgo que lleva asociado consigo, y qué estrategias se pueden seguir para ser un inversor inteligente.

En segundo lugar, para seleccionar las empresas que forman parte de nuestra cartera nos centraremos en valorar aquellas que practican políticas de sostenibilidad. Es una forma de estrechar el cerco al mercado de valores ya que el número de empresas que cotizan en bolsa es tan amplio que justificar la inversión en cualquiera de ellas requeriría de un estudio a una escala demasiado amplia. Por su parte, centrarnos en este tipo de empresas servirá también para darnos cuenta, por un lado, de las importantes ventajas competitivas que suponen para ellas la optimización de sus recursos y el empleo de técnicas que reduzcan el impacto que su actividad productiva tiene sobre el medioambiente, y, por otro lado, cómo la sociedad en su conjunto se va concienciando de la necesidad de hacer un planeta más sostenible, pues en el caso de los inversores, muchos de ellos ya apuestan por compañías que favorecen el desarrollo sostenible. Por eso todas las empresas que forman parte del estudio previo a conformar la cartera, cumplirán con ciertos criterios sociales, medioambientales y de gobernación.

Por último, se ha procurado que estas empresas se dediquen a diferentes sectores económicos con la intención de hacerla lo más representativa posible. De esta forma, se podrá hacer un pequeño análisis comparativo entre aquellas del mismo sector, mediante un análisis fundamental que permita comprender las ventajas competitivas de cada empresa y analizar ciertas ratios. Esta metodología será la base de la elección definitiva de las empresas.

Finalmente, una consideración importante es aclarar que el caso de estudio y algunos ejemplos que se han utilizado en el documento son relativos a un instante determinado de tiempo. Esto quiere decir que algunos datos de los que se hará uso corresponden a un momento concreto en el tiempo, para ser más precisos toda la información ha sido recogida durante los meses de abril y mayo de 2021. No obstante, el mercado de valores y la cotización de las acciones son algo dinámico y que va cambiando con el tiempo, pero para poder realizar este proyecto, es necesario detenerse en un instante en concreto.

1.4. Estructura del documento

Ya conocidos los objetivos generales que se pretenden con el proyecto y el alcance de este, los siguientes capítulos servirán como una guía que nos irá acercando de la forma más favorable posible a conseguir nuestro objetivo final.

En el capítulo dos se da una introducción a la inversión, desde sus antecedentes históricos, pasando por recalcar la importancia y los beneficios de invertir el dinero, hasta una explicación general de cómo funciona el mercado de valores, la inversión en acciones y qué estrategias generales se pueden seguir para lograr ser un inversor ganador. Para concluirlo, definiremos el perfil de inversor que adoptaremos para la elaboración del proyecto.

El capítulo tercero recoge la base fundamental del proyecto: la inversión socialmente responsable. Se muestra la importancia de que las empresas lleven a cabo políticas de desarrollo sostenible y se extrapola al contexto de los inversores, los cuales pueden encontrar razones más que suficientes para invertir su dinero en acciones de aquellas empresas que cumplen con ciertos criterios medioambientales, sociales y de gobierno

corporativo. Finalmente, profundizaremos en cuáles son dichos criterios y cómo evaluarlos para seleccionar aquellas empresas que cumplan con nuestras pretensiones.

En el cuarto capítulo se explica, más detalladamente, la metodología de selección de las empresas que formarán nuestra cartera, analizando en más profundidad los motivos de la selección de estas. Finaliza con un breve análisis fundamental de las empresas que servirá como filtro para reducir el número final de empresas de la cartera de inversión.

El quinto capítulo contiene la resolución del caso de estudio, que se dividirá en tres partes. En primer lugar, se da una noción teórica del modelo de Markowitz, detallando cómo obtendremos la rentabilidad esperada y el riesgo asociado a la inversión, en el cual nos apoyaremos para definir el modelo matemático con el que obtendremos cómo diversificaremos nuestra cartera de inversiones en función de la rentabilidad y el riesgo. La segunda parte consta de la implementación del modelo matemático en Lingo, que será el software empleado para la optimización del modelo. Finalmente, se analizan los resultados obtenidos después de realizar varias simulaciones para distintos escenarios con el modelo.

2. MARCO CONTEXTUAL DE LA INVERSIÓN

2.1. Antecedentes históricos de la bolsa y la inversión

El concepto inversión está ampliamente relacionado con las finanzas, la gestión empresarial, el término de ahorro o la macroeconomía. Invertir consiste en utilizar recursos con el fin de generar un retorno en forma de ganancia futura, ya sea económica, política o social.

Los orígenes de la inversión se remontan a la Edad Media. En aquella época tenían lugar importantes expediciones marítimas en busca de nuevas colonias donde encontrar valiosas materias primas. Por su parte, estas expediciones necesitaban un respaldo económico para llevarse a cabo: construcción del barco, contratación de la tripulación y aprovisionamiento necesario durante el viaje. En ese momento aparece la figura de los inversores, solían ser nobles y burgueses, los cuales financiaban y asumían los riesgos de las expediciones con la esperanza de que la flota regresara con la mercancía a puerto. Toda inversión conlleva un riesgo y, en ocasiones, estos viajes no regresaban a puerto por diferentes motivos.

Es cierto que ya en la antigua Grecia y Roma, se aplicaban normativas a la hora de realizar los intercambios y llevar a cabo las transacciones. No obstante, se considera que las lonjas que surgieron en Europa alrededor del siglo XII fueron los primeros sitios donde oficialmente tenían lugar transacciones de compraventa de todo tipo de mercancías.

El crecimiento de la actividad económica y la expansión de los mercados propicio la aparición de figuras como el prestamista, personas adineradas que actuaban como fuentes de financiación a cambio de ciertas garantías, o los templarios, cuya función era similar a los bancos en cuanto a que utilizaban sus fortalezas para proteger la riqueza de quien lo requiriese.

Por su parte, la palabra “Bolsa” toma su nombre del apellido Van Der Buërse, perteneciente a una familia noble. El concepto nació en Bélgica, más concretamente en Brujas, en un edificio que perteneció donde tenían lugar negociaciones de gran volumen e importantes transacciones económicas. Con el paso del tiempo, la gente dio el nombre

de bolsa a aquel y el fenómeno se extendió globalmente asociando el término de bolsa a los centros de transacciones de valores o de productos.

Sin embargo, la primera Bolsa de Valores tiene su origen los Países Bajos y fue fundada en 1602 por la Compañía Holandesa de las Indias Orientales con el fin único de vender sus acciones y bonos para financiar su expansión comercial. A partir de esta idea, otras potencias coloniales emularon el modelo holandés para adquirir una mayor capacidad de financiación. No fue hasta después de la Revolución Francesa en el siglo XVII cuando surge la Bolsa de Valores como tal, en lo que supuso la transición del sistema feudal al capitalismo. Por otra parte, el término es acuñado por Adam Smith en su obra “La riqueza de las Naciones” que fue publicado en 1776 y es considerado el primer libro de economía moderna. De esta forma comenzaron a surgir las principales Bolsas de Valores mundiales, como la bolsa de Londres, Nueva York, París o Madrid, entre otras.

En el sistema financiero actual, la bolsa es un mercado donde se reúnen compradores y vendedores para intercambiar un bien, las acciones. Al igual que pasaba en la antigüedad, las empresas acuden a bolsa para conseguir financiación externa y poder expandirse en el mercado.

Una acción representa una parte del capital social de la empresa y corresponden a un título de propiedad de la empresa para quienes las posean. Los accionistas, a los que también se les puede llamar inversores, son copropietarios de la empresa que ha emitido dichas acciones. Se podría plantear la siguiente pregunta, ¿por qué existe gente dispuesta a aportar su dinero para que una empresa pueda crecer? No existe una respuesta única, pero es evidente que financiar una empresa significa apostar por ella en el sentido de considerar que tiene potencial para crecer y mejorar sus beneficios, algo que provocaría que el valor de las acciones de dicha empresa también creciera. Además, muchas empresas reparten dividendos a sus inversores como muestra de fidelidad y agradecimiento. El reparto de dividendos o también llamado pay-out, consiste en entregar a los accionistas una parte del beneficio económico obtenido por la empresa y es proporcional a la cantidad de títulos que posee un accionista.

2.2. Los activos financieros

Las acciones son un tipo de activo financiero. Entendemos por activo financiero el derecho por el que una persona física o jurídica recibirá unos ingresos futuros de la parte emisora. En la siguiente imagen se observan algunos de los principales activos financieros, a continuación, se explican:

Renta fija: es deuda pública emitida por el Estado de un país o deuda privada emitida por una empresa. Para financiarse, el Estado o las empresas emiten títulos de renta fija comprometiéndose a pagar el precio por el que los vendió más intereses. El precio y los intereses de estos títulos están determinados por la ley de la oferta y la demanda.

- Bonos corporativos: el inversor actúa como prestamista, recibiendo unos intereses por la cantidad prestada de la entidad emisora hasta que venza el horizonte temporal establecido en el contrato: corto, medio o largo plazo.
- Letras del tesoro: activos a corto plazo (generalmente 3, 6, 12 y 18 meses) emitidos al descuento. Significa que los intereses se le descuentan al inversor en el momento de la compra. Por ejemplo, una letra comprada a 6 meses con valor nominal de 5000 € suponen para el inversor pagar 4850 €. Cuando la letra llegue a su vencimiento, se le reembolsan los 5000 € de valor nominal al inversor.

Renta variable: son activos cuyo valor fluctúa a lo largo del tiempo dependiendo de múltiples factores. Por tanto, pueden suponer pérdidas y ganancias para los inversores.

Dentro de los activos con renta variable se pueden englobar principalmente:

- Acciones de las empresas.
- Forex o mercado de divisas.
- Criptomonedas o mercado de monedas virtuales.



Ilustración 1: Clasificación de los activos financieros

- Commodities o mercado de materias primas, tales como el oro, la plata o el petróleo.
- Otros: derivados, ETFs o CFDs.

Los activos financieros tienen tres características principales:

- Rentabilidad: a mayor interés que aporte el activo, mayor es su rentabilidad.
- Riesgo: probabilidad de que el emisor no cumpla con su obligación de pagar.
- Liquidez: capacidad de convertir el activo en dinero físico sin sufrir pérdidas.

Cada una de ellas variable según el tipo de activo financiero y, además, existe una fuerte relación entre ellas. Por ejemplo, un activo financiero más líquido tendrá menor riesgo que otro menos líquido y, por tanto, exigirá una menor rentabilidad.

Todo inversor buscará obtener la mayor rentabilidad asumiendo el mínimo riesgo posible. Asimismo, no toda inversión va a proporcionar ganancias a los inversores, por eso es importante analizar bien qué tipo de activos comprar, a qué precio comprarlos, en qué momento hacerlo y con qué horizonte temporal acometer la inversión. La siguiente ilustración hace referencia a lo que se está comentando:

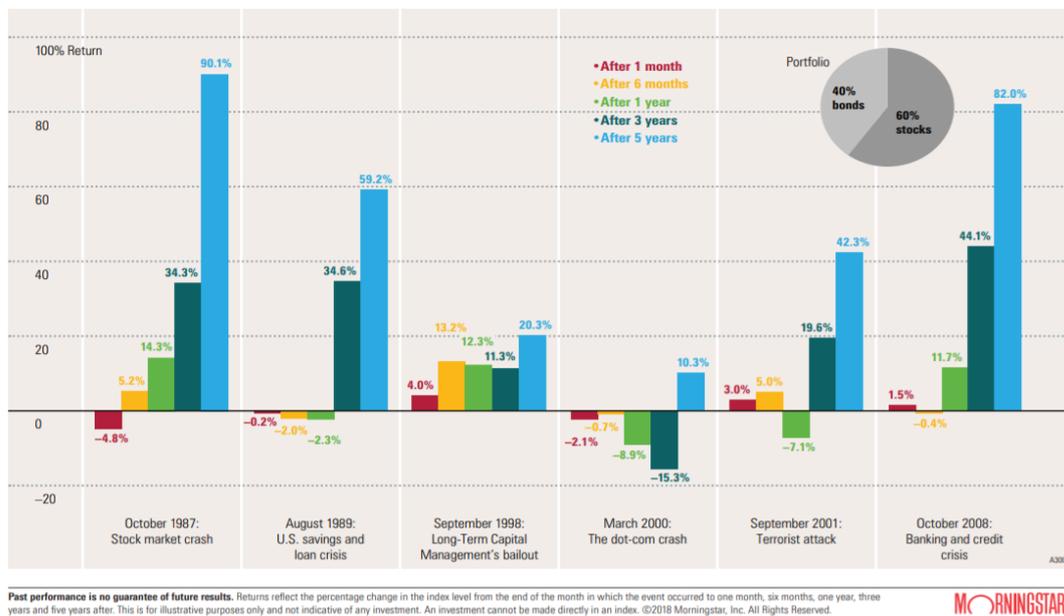


Gráfico 1¹: Comparativa de las rentabilidades obtenidas en diferentes contextos históricos según distintos horizontes temporales

¹ Gráfico 1. Fuente Morningstar: <https://advisor.mp.morningstar.com/resourceDownload?type=publicForms&id=3f9dff3c-f085-47a1-98ba-0bc008df9f25>

El gráfico 1 muestra la rentabilidad obtenida en una cartera de inversiones (formada en un 40% por bonos corporativos y un 60% en acciones, genéricas) tras diferentes eventos que podríamos considerar periodos de crisis y para distintos horizontes temporales. Como se aprecia en el gráfico, incluso en épocas de recesión económica una buena gestión de los activos puede proporcionar altas rentabilidades, especialmente a largo plazo (inversiones de más de 5 años).

Actualmente se está produciendo una crisis a nivel mundial sin precedentes por la pandemia derivada del Covid-19. Esta situación ha afectado negativamente a los mercados económicos y, en concreto, al mercado más importante a nivel nacional.

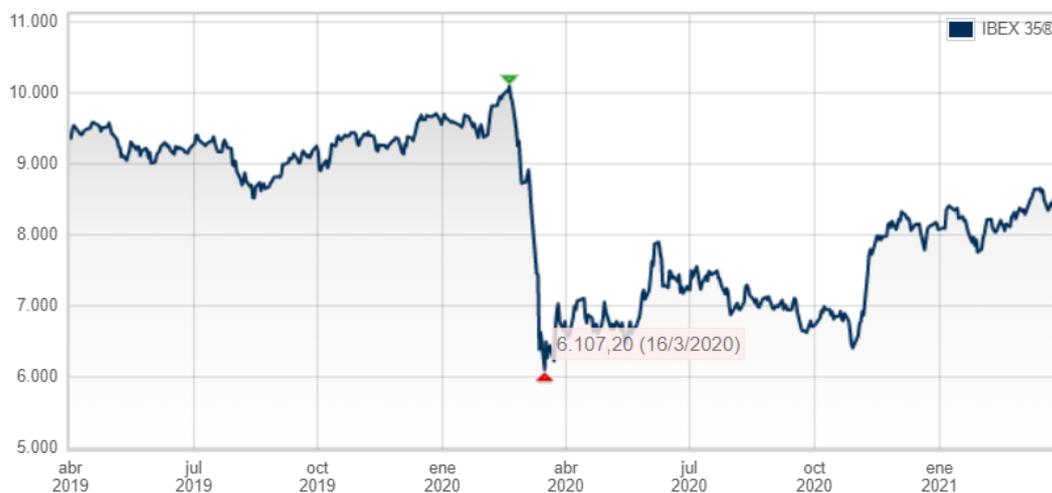


Gráfico 2: Histórico de la cotización del Ibex en los últimos 2 años (abril 2019-abril 2021)

El gráfico 2² recoge visualmente el fenómeno provocado por la crisis: la caída de la cotización del índice hasta su mínimo con la llegada del virus a España. También podemos observar como con el paso del tiempo el IBEX-35 ha ido recuperando su valor situándose a finales de marzo de 2021 en máximos anuales.

A partir de las gráficas anteriores, se ha comprobado la importancia de acometer una inversión en el momento preciso y analizar bien en qué horizonte temporal movernos según el tipo de activo.

² Gráfico 2. Fuente Bolsa de Madrid, visitado 30 de abril de 2021
<https://www.bolsamadrid.es/esp/asp/Mercados/Graficos.aspx?tipo=IBEX>

A continuación, se muestra otro gráfico donde se observa la rentabilidad obtenida a lo largo del tiempo mediante la inversión diferentes tipos de activo:



Past performance is no guarantee of future results. Hypothetical value of \$1 invested at the beginning of 1997. Assumes reinvestment of income and no transaction costs or taxes. This is for illustrative purposes only and not indicative of any investment. An investment cannot be made directly in an index. ©2018 Morningstar, Inc. All Rights Reserved.



Gráfico 3³: Comparativa de las rentabilidades de diferentes activos respecto a la inflación

El gráfico 3 recoge el valor que diferentes activos pasarían a valer desde 1998 hasta 2017 con un precio de partida de 1\$. Esto significa que el valor de una acción de pequeñas empresas en 2017 pasaría de 1\$ a 6.69\$ por acción, lo que supondría una rentabilidad anual del 10% de beneficios. También resulta significativo es el crecimiento anual de la inflación del 2,1%. Aquí reside una de las principales razones para invertir. Y es que, en 1998, lo que podías comprar con 1\$, en 2017 te costaría 1,53\$. Esto significa que el valor pierde valor con el paso del tiempo debido a la inflación y una buena forma de que nuestros activos no pierdan ese valor es la inversión.

Además, el gráfico deja de manifiesto que las mayores rentabilidades se obtienen con las acciones. Por eso, en este proyecto nos vamos a centrar de ahora en adelante en las acciones. Esto no significa que no se puedan obtener buenas rentabilidades con otros activos como pueden ser las materias primas o las monedas virtuales, pero es un mercado que dejaremos al margen para enfocarnos plenamente en acciones.

³ Gráfico 3. Fuente Morningstar: <https://advisor.mp.morningstar.com/resourceDownload?type=publicForms&id=3f9dff3c-f085-47a1-98ba-0bc008df9f25>

2.3. Inversión en acciones

En este apartado se expondrán diferentes conceptos para comprender el funcionamiento de las acciones dentro del mercado bursátil para obtener una visión general previa al análisis de las acciones que justificará la selección de las empresas que conformarán nuestra cartera, teniendo también en cuenta el perfil de inversor que adoptaremos.

2.3.1. Tipos de inversores

Anteriormente se explicaba la importancia de invertir el dinero. Un factor clave para aprovechar al máximo las oportunidades de inversión que ofrece el mercado es el tiempo. De esta forma, según el horizonte temporal de inversión distinguimos tres tipos de inversores:

- Inversor a largo plazo: ejecutan operaciones de inversión pensadas para un periodo de tiempo superior a un año con el objetivo de revalorizar el precio y captar dividendos. Se trata de un perfil de inversor conservador y suelen apostar por empresas cuyos fundamentales son sólidos. Más adelante se expondrá en qué consiste el análisis fundamental de una empresa.
- Inversor a medio plazo o swing traders: este tipo de inversores apuestan por empresas sólidas además de tratar de aprovecharse de los acontecimientos que pueden ocurrir a medio plazo. Hablamos de periodos de tiempo que pueden ir desde las dos semanas hasta 1 año. Para identificar buenos swings hacen uso del análisis técnico, en el cual entraremos a ver por encima en apartados posteriores.
- Inversor intradía o day traders: son aquellos que ejecutan sus operaciones en el corto plazo, como mucho una semana e incluso compra y venta de títulos en el mismo día. Se basan principalmente en el análisis técnico y están muy atentos a movimientos que ocurren a corto plazo para poder especular con el precio de las acciones favorablemente. Por norma general, este tipo de inversores operan

con más riesgo que los de medio y largo plazo, pero también pueden llegar a aprovechar mayores rentabilidades.

2.3.2. Formas de inversión

El mercado de valores ofrece un amplio abanico de posibilidades para invertir en diferentes activos como vimos anteriormente. En el caso de las acciones se pueden tomar dos posturas de inversión distintas, representadas en la ilustración 2⁴:

- Alcista o Bullish: inversión en acciones pensando que su valor va a subir. Están representados por el toro de Wall Street porque el toro es un animal que embiste de abajo hacia arriba.
- Bajista o Bearish: invertir en corto o de forma bajista se basa en pensar que la bolsa va a bajar. Están representados por el oso, ya que ataca hacia abajo.



Ilustración 2: Escultura representativa del toro y el oso

Por otra parte, existen también dos opciones de poseer acciones en bolsa:

- De forma general, se llama inversor activo a aquel que compra títulos (ya sean acciones de empresas, materias primas o criptomonedas) en el mercado para especular con su precio y obtener rentabilidades en el corto-medio plazo, aunque también pueden aprovechar buenas oportunidades a largo plazo. Este primer método de invertir requiere más tiempo y cantidad de energía, pues supone una continua investigación, selección y supervisión para obtener buenos resultados.
- Por el contrario, se llama inversor pasivo a quienes invierten únicamente a largo plazo asumiendo poco riesgo con grandes cantidades de dinero de manera que puedan obtener buenos beneficios a pesar de la baja rentabilidad esperada, como es el caso de los fondos de inversión. Otra opción podría ser apostar por un índice bursátil que haya sido rentable a lo largo del tiempo e invertir en él a largo plazo. Esta estrategia requiere de menor tiempo y esfuerzo, aunque incluya

⁴ Ilustración 2. Fotografía de Google imágenes, extraída de trabajo universitario. Fornero R, *Todos los osos y toros de la Bolsa*: https://economicas.unsa.edu.ar/afinan/informacion_general/cronologia_finanzas/fornero-toros-osos-2018.pdf

un análisis previo a la inversión importante para conseguir esa cartera permanente que funcione prácticamente sola.

En los siguientes apartados se hablará sobre índices bursátiles y fondos de inversión para comprender algo más acerca de la Bolsa de valores y las acciones.

2.3.3. Índices bursátiles. Mercados de valores

Un índice bursátil es un mercado en el que cotizan acciones de diferentes empresas y su valor representa una media de los precios de cotización de las empresas que lo componen. El índice no tiene unidades, se expresa en puntos.

Así pues, el mercado de valores está formado por instituciones y agentes que regulan la gestión de activos financieros proporcionando a las empresas la financiación que buscaban cuando emitieron acciones y facilitando a los inversores la compraventa de las acciones. Los mercados primarios son aquellos donde tiene lugar la emisión o la salida de forma directa de las acciones de las empresas. Por su parte, en los mercados secundarios se intercambian las acciones que ya han sido emitidas en el mercado primario.

De forma general, índice, mercado de valores y Bolsa podrían ser considerados muy parecidos, aunque sus diferencias radican en que la Bolsa es el mercado secundario del mercado de valores donde tiene lugar la compraventa de acciones, mientras que el índice es la puntuación o ponderación matemática a la que cotizan las empresas de una bolsa de valores o un mercado propio donde cotizan las empresas más grandes e importantes de un país.

El comportamiento de los índices bursátiles de cada país puede darnos una visión global acerca de lo que sucede económicamente y son un indicador fundamental para seguir la evolución del crecimiento que experimenta el país.

Un aspecto fundamental en la compra de acciones es la elección de aquellas empresas que forman parte de un mercado ganador. Los principales índices a nivel internacional son los siguientes:

-Europa:

- FTSE 100: Gran Bretaña. Está formado por las 100 empresas más importantes de la bolsa de Londres. Destacan empresas como Barclays, Burberry o AstraZeneca.
- DAX 30: son las 30 empresas más grandes de Alemania. Entre ellas Allianz, BMW, Adidas, Siemens, Deutsche Bank, etc.
- CAC 40: lo conforman las 40 empresas más grandes de Francia, como por ejemplo BNP Paribas, Louis Vuitton o Renault.
- IBEX 35: España. Las 35 empresas más importantes de la Bolsa de Madrid. Algunas de ellas son Acciona, Endesa, Iberdrola o Repsol.

-Asia: destacar el Nikkei 225 (índice japonés), el Hang Seng (China) y SSE Composite (índice de Shanghái).

-América. A pesar de que existen Bolsas de valores en países como Brasil, Argentina, Canadá o México, el mercado americano es considerado el más importante a nivel mundial, destacan los siguientes índices en EE. UU.:

- DOW JONES 30: son las 30 empresas más grandes de EE. UU.
- S&P 500: representa a las 500 empresas más importantes de la Bolsa de Nueva York. Su diferencia con el Dow Jones está en que lo componen más empresas y la metodología de elaboración es diferente teniendo en cuenta criterios como liquidez, capitalización bursátil, viabilidad financiera o antigüedad en bolsa entre otros.
- NASDAQ 100: está compuesto por las 100 mayores compañías no financieras que cotizan en los diferentes índices Nasdaq pertenecientes a sectores tecnológicos como la electrónica, informática, telecomunicaciones o biotecnología.
- NYSE: Bolsa de Nueva York. Es el mercado de valores con mayor volumen de empresas cotizando en él.

Las empresas que cotizan en el mercado estadounidense son consideradas las más importantes del mundo, además de ser pioneras en innovación tecnológica. Algo que ha permitido, que a lo largo del tiempo hayan obtenido mayor rentabilidad respecto a empresas de otros mercados bursátiles. En este sentido, cobra importancia lo que se comentaba anteriormente acerca de los mercados ganadores.



Gráfico 4⁵: Comparativa de las rentabilidades generadas por diferentes índices en los últimos 5 años

El gráfico superior contiene las rentabilidades obtenidas en un horizonte temporal de 5 años de los índices comentados anteriormente y supone una lectura perfecta para comprender cuáles se podrían considerar mercados ganadores. Se puede observar con claridad cómo los mercados americanos encabezan las rentabilidades obtenidas: en primer lugar, el Nasdaq, en azul con un 205%, en segundo lugar, el S&P 500 (en lila, 99%), seguido del Dow Jones (en celeste, 90%) y el NYSE (en morado oscuro, 56,83%). Se cuela entre los mercados americanos el Nikkei 250, con una rentabilidad del 90% en color amarillo. A la cola de estos índices se sitúan los mercados europeos: un 41%, en color gris, para el CAC 40 (índice francés), un 8%, en color verde, el FTSE 100 (índice inglés) y, por último, el IBEX 35 en color rojo con la más baja rentabilidad de 1,78%.

El hecho de que el mercado americano esté formado por compañías que presentan enormes ventajas competitivas con respecto al resto marca la diferencia en cuanto a la rentabilidad de los índices americanos respecto al resto. Por este motivo, algunas de las acciones que formarán parte de nuestra cartera de inversión cotizan en la bolsa americana, como es el caso de Amazon, Apple o Microsoft. Más adelante, se justificarán

⁵ Gráfico 4. Fuente Yahoo Finance, gráfico de elaboración propia 1 abril 2021.

con mayor profundidad los criterios que se ha tenido en cuenta para la selección de estas empresas en nuestra cartera.

Por otro lado, existe una estrategia de inversión llamada fondos indexados o ETFs indexados. El fondo indexado consiste en invertir el dinero en un fondo de inversión, que a continuación explicaremos más profundamente en qué consisten, que gestiona el dinero que estás dispuesto a arriesgar replicando el comportamiento de uno de estos índices. Es decir, si el crecimiento de la cotización media de las empresas es positivo, entonces la puntuación del índice crecerá y, por tanto, la inversión sería rentable obteniendo beneficios. La segunda opción para invertir en índices es por medio de un ETF indexado. Es similar al anterior, pero se diferencia en comprar de forma particular un activo que replique el índice deseado, esto es, comprar una acción que se comporte de la misma forma que lo haría el índice. En este caso las comisiones son más baratas que al operar con un fondo de inversión.



Gráfico 5⁶: Comportamiento del ETF indexado XLK replicando al NASDAQ

En el gráfico 5 se observa lo que se ha comentado anteriormente. En color azul, la rentabilidad del Nasdaq 100 en el último año, mientras que en verde podemos observar XLK, el ETF relacionado con el sector tecnológico que se encarga de replicar los movimientos del Nasdaq. Como se puede apreciar la rentabilidad de ambos es muy parecida.

Para un inversor a largo plazo que no disponga de tiempo para dedicarle a la inversión, indexarse a un índice a largo plazo puede ser una alternativa increíblemente valiosa para

⁶ Gráfico 5. Fuente Yahoo Finance, gráfico de elaboración propia 1 abril 2021.

ver crecer sus activos y sacar rentabilidad a sus ahorros. Sin embargo, deberá estudiar cuidadosamente en qué momento comenzar su inversión para lograr la rentabilidad esperada y ser paciente para saber esperar al momento oportuno para vender. Por otro lado, el perfil de inversor que poco a poco se va desgranando, el que se pretende ser con este proyecto, aspira a encontrar aquellas acciones que aportan más rentabilidad que el propio índice. A continuación, se aprecia un ejemplo sencillo de una acción que ha conseguido ser mucho más rentable que el propio índice al que pertenece:



Gráfico 67: Rentabilidad de TESLA superando al NASDAQ en el último año

Se trata de la rentabilidad obtenida con Tesla (en rojo, 622%) respecto a la rentabilidad del Nasdaq (en azul, 81%) desde inicios de abril de 2020 hasta inicios de abril de 2021. Tesla es una empresa liderada por Elon Musk que se dedica al diseño, fabricación y venta de coches eléctricos. Se trata de una de las acciones que más ha crecido en la bolsa en los últimos años.

2.3.4. Fondos de inversión

Anteriormente ya se hizo alusión a los fondos de inversión. Pues bien, un fondo de inversión es una institución de inversión colectiva mediante la cual se reúnen fondos de distintos inversores para invertirlos en diferentes instrumentos. La responsabilidad a la hora de acometer la inversión le corresponde a una sociedad administradora, ya sea un banco o una empresa de servicios de inversión.

⁷ Gráfico 6. Fuente Yahoo Finance, gráfico de elaboración propia 1 abril 2021.

De forma general, según el tipo de fondo, el riesgo y la rentabilidad esperada dependerán de la cantidad total de la que disponga el fondo y del grado de diversificación por el que apueste la entidad.

Así pues, un fondo de inversión representa un patrimonio conjunto dividido en participaciones, cuyos dueños son los inversores y cuya administración corresponde a la sociedad gestora que administra el fondo. Pero ¿cómo se valora el patrimonio de un fondo? Para ello hay que tener en cuenta el valor liquidativo del fondo, que, en resumidas cuentas, representa todo el dinero que obtendría la sociedad gestora al liquidar el fondo y deshacer todas las inversiones.

Para invertir fondos las gestoras emiten participaciones, cada una de las partes iguales en las que se divide el patrimonio del fondo. Estas participaciones son negociables, esto es, se pueden comprar y vender. De esta manera, cuando se liquida un fondo a cada inversor le corresponderá una cantidad de dinero que dependerá del número de participaciones que posea y del valor de estas.

El valor liquidativo se calcula dividiendo el valor del patrimonio total del fondo entre el número de participaciones en circulación. Las compraventas de participaciones no afectan al valor liquidativo del fondo ya que cuando se emiten o se cancelan participaciones también se está aumentando o disminuyendo la valoración del patrimonio. Lo que sí repercutirá en el valor liquidativo será la rentabilidad de los activos que componen la cartera del fondo, puesto que si éstos aportan rentabilidad el patrimonio del fondo crecerá y también lo hará su valor liquidativo.

Por otra parte, el valor liquidativo es el indicador clave para medir la rentabilidad que obtiene el inversor del fondo, siendo ésta:

$$\text{Rentabilidad} = \left[\frac{\text{Valor liquidativo de reembolso} - \text{Valor liquidativo de suscripción}}{\text{Valor liquidativo de suscripción}} \right] * 100$$

Según recoge Rankiapro, Morningstar (empresa estadounidense dedicada a prestar servicios financieros a través de softwares que permiten gestionar inversiones y realizar investigaciones) ha premiado en el año 2020 al fondo BNY Mellon Global Income GBP Inc como el mejor fondo de inversión en renta variable global.

El siguiente gráfico muestra el crecimiento que ha experimentado el valor liquidativo del fondo en los últimos 10 años:



Ilustración 3⁸: Valor liquidativo del BNY Mellon Global Income GBP Inc

Por otro lado, podemos observar el crecimiento en 10 años que ha proporcionado el fondo a un valor de 1000 libras esterlinas en comparación con el crecimiento del índice MSCI World High Dividend y las acciones en general:



Gráfico 7⁹: Crecimiento de 1000 libras según la rentabilidad del BNY Mellon Global Income GBP Inc

Como se puede apreciar, en 2021 el valor de las 1000 libras esterlinas se sitúa en torno a las 2600 GBP, lo que supone una rentabilidad anual del 10,02% durante 10 años.

A su vez, Rankiapro ha elaborado una lista con los fondos de inversión más rentables en 2020. A la cabeza se encuentra el Morgan Stanley Investment Funds - US Growth Fund A, el cual actualmente, centra casi el 90% de los activos de su cartera en acciones (renta

⁸ Ilustración 3. Fuente Fintec: https://www.finct.com/fondos-inversion/GB00B0MY6T00-Bny_mellon_global_income_fund_gbp_inc

⁹ Gráfico 7. Fuente Morningstar: <https://www.morningstar.es/es/funds/snapshot/snapshot.aspx?id=F00000W17A>

variable) del mercado americano, acaparando en gran escala sectores como las comunicaciones, la industria y la tecnología. Según Morningstar, han conseguido una rentabilidad del 97,72% a lo largo del 2020. El histórico del valor liquidativo desde junio de 2008 es el siguiente:

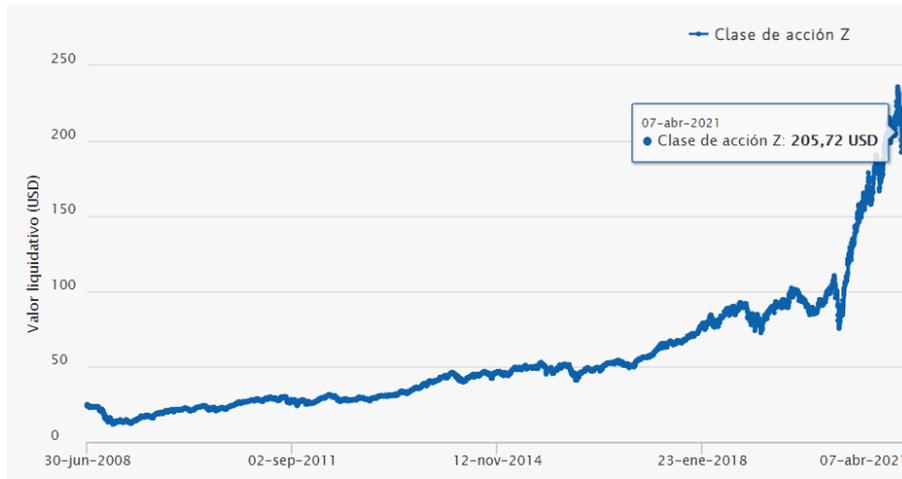


Ilustración 4¹⁰: Valor liquidativo del Morgan Stanley Investment Funds - US Growth Fund A

Para comparar con el desempeño del otro fondo, a continuación, se ofrece el crecimiento de 1000 euros en 10 años, comparando el fondo con el índice Russel 1000 y el crecimiento de acciones de renta variable con capitalización grande en USA:

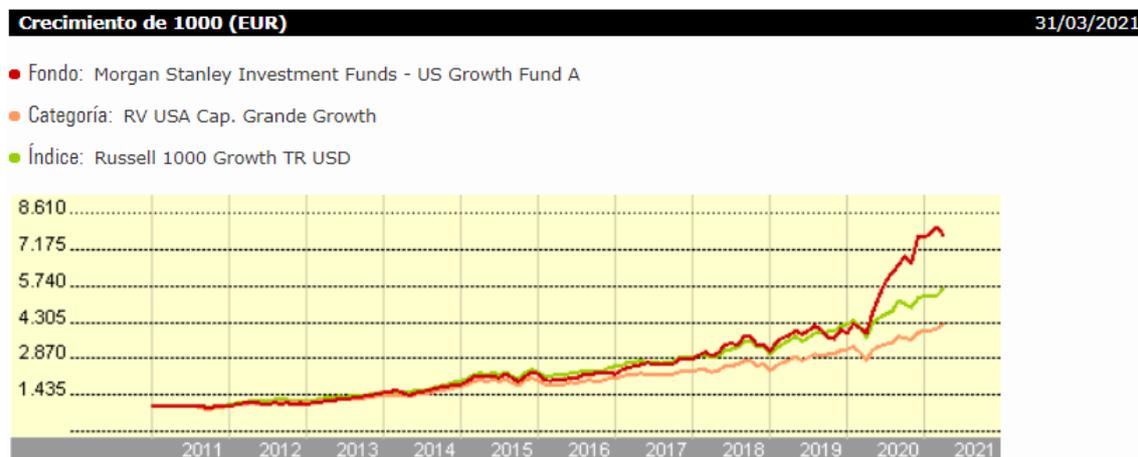


Gráfico 8¹¹: Crecimiento de 1000 € según la rentabilidad del Morgan Stanley Investment Funds - US Growth Fund A

La rentabilidad del fondo en los últimos 10 años asciende al 22,9% anual, una cifra superior al fondo comentado anteriormente.

¹⁰ Ilustración 4. Fuente Morgan Stanley: <https://www.morganstanley.com/im/es-es/intermediary-investor/funds-and-performance/morgan-stanley-investment-funds/equity/us-growth.html>

¹¹ Gráfico 8. Fuente Morningstar: <https://www.morningstar.es/es/funds/snapshot/snapshot.aspx?id=FOGBR04BG3>

2.3.5. Volatilidad de las acciones. Diversificación del riesgo

Como se comentaba con anterioridad, existen activos financieros de renta fija y de renta variable. Como su nombre indica, los de renta fija traen asociados consigo una rentabilidad determinada que dependerá de la oferta y la demanda del mercado y el horizonte temporal en el que se acometerá la inversión, pero que no variará con el tiempo una vez que se lleve a cabo la operación. Por su parte, las acciones sí fluctúan su precio convirtiéndolos en activos de renta variable que suponen mayor riesgo que los de renta fija.

A la hora de adoptar decisiones de inversión en acciones, es habitual extrapolar el riesgo al concepto de volatilidad o, lo que es lo mismo, variaciones medias de precios. La volatilidad puede definirse como la variabilidad del precio de una acción respecto a su media en un periodo de tiempo determinado. Una volatilidad alta supondrá una acción más arriesgada, mientras que una volatilidad baja traerá asociada un riesgo menor.

Frecuentemente, rentabilidad y riesgo van de la mano, esperándose una rentabilidad más alta cuanto mayor riesgo seamos capaces de asumir. Otra de las formas de aminorar el riesgo que supone invertir es la diversificación en una cartera o portafolio de inversión. Esto implica invertir en diferentes tipos de activos repartiendo el capital del que se dispone diversificando el riesgo según lo que cada inversor estime oportuno.

En su libro “El inversor inteligente”, Benjamin Graham aconseja no tener más de un 75% de los activos totales que conforman una cartera de inversión en acciones, complementando el resto de la cartera en activos de renta fija como letras del tesoro o bonos corporativos. Sin embargo, mantiene que existe una pequeña fracción de los inversores cuya cartera considera adecuada si estuviera compuesta en su totalidad por acciones. Para justificar esta postura, el inversor debería reunir ciertos criterios asociados en gran medida a aspectos psicológicos como, por ejemplo, no haber sido presa del pánico durante el último bajista del mercado.

Una forma de observar el fenómeno de la volatilidad de las acciones es apreciar cómo ha evolucionado el gráfico de cotización de la empresa 360 DigiTech, bajo el ticker

(símbolo o código bursátil para identificar a las empresas en el mercado bursátil) QFIN, en lo que lleva de año 2021:



Gráfico 9¹²: Histórico de QFIN en lo que va de 2021

Como se aprecia, ha recorrido diferentes valores de cotización, desde los 15 \$ al inicio de 2021, hasta sobrepasar en dos ocasiones los 30 \$, para tener a mediados de abril un precio de 25 \$.

En capítulos posteriores, se conocerá de forma más detallada cómo obtener el riesgo de una inversión o cómo medir la volatilidad de las acciones. El cálculo de estos valores será fundamental para optimizar nuestro modelo y obtener una cartera eficiente.

2.4. Análisis y estrategias para invertir en acciones

En este apartado se pretenden introducir de forma general las diferentes alternativas para analizar acciones. Por otro lado, se definirán diferentes estrategias de inversión, las cuales están en gran medida relacionadas con las técnicas para evaluar las acciones. Todo esto nos permitirá englobarnos en un perfil de inversor concreto, según nuestras pretensiones.

¹² Gráfico 9. Fuente Yahoo Finance. Elaborado 15 de abril de 2021

2.4.1. Tipos de análisis

2.4.1.1. Análisis fundamental

Este tipo de análisis se basa en la estimación del valor intrínseco de una acción, esto es, determinar si el precio al que cotiza una empresa está por encima o por debajo de lo que debería ser su valor real de cotización. En otras palabras, consiste en estudiar la situación de la empresa para determinar si cotiza a un precio razonable que justifique su compra.

Conocer el precio adecuado a pagar por una acción en función de su rentabilidad y seguridad esperadas es crucial para los inversores en la toma de decisiones, tanto para comprar títulos como para venderlos. La compra estará justificada cuando el valor intrínseco que se le estime a una compañía esté por debajo de su valor de mercado en ese instante.

Analizar los fundamentales de una compañía depende del grado de complejidad que cada inversor quiera darle, enfocando el nivel de importancia en aquello que estime más oportuno. Pero, lo más importante que hay que tener en cuenta es que todos los datos y la información que proviene de las empresas cambia rápidamente lo que provoca la volatilidad del precio de las acciones. Sin embargo, puede resultar contradictorio pero el valor real del negocio se mantiene a lo largo de un horizonte temporal más amplio.

Es difícil predecir futuras ganancias y decidir el rendimiento justo sobre el precio de compra de una acción, pero esta es la clave del análisis fundamental.

De forma general, este análisis está relacionado con la realidad económica que engloba a la empresa: su estado financiero, su situación económica, el nivel de deuda, en qué invierten sus activos, la competencia del sector, los productos y servicios que ofrece, etc.

Por todo esto, un buen análisis fundamental podría estar formado por tres fases:

1. Comprender cómo funciona el negocio al que se dedica la empresa. Hacer un estudio de sus ventajas competitivas.
2. Conocer la situación de la empresa. Todas las empresas que cotizan en bolsa están obligadas a presentar su cuenta de resultados, así como el balance activo-

pasivo y la declaración de sus flujos de caja. Esta información es vital para comprobar el rendimiento, la solvencia y las perspectivas de la compañía.

También es importante estudiar la situación del sector al que pertenece, algo que va en línea con la primera premisa de analizar las ventajas competitivas de la empresa respecto a la competencia.

Por último, tener en cuenta la situación económica nacional y global, tanto las políticas económicas y monetarias que practican los gobiernos como comprender el ciclo económico en el que se encuentra la economía.

3. Calcular ciertas ratios que nos ayuden a identificar buenas oportunidades de inversión.

Esta metodología se seguirá en el capítulo 4 de forma resumida para seleccionar las empresas que forman parte de nuestro portafolio de acciones.

2.4.1.2. Análisis técnico

Este análisis difiere prácticamente en todos los aspectos al anterior. Se fundamenta en el estudio de la evolución o movimiento de las acciones y en el volumen de las transacciones que se dan en el mercado de valores con el objetivo de intentar predecir el comportamiento de las acciones. La herramienta fundamental para el análisis técnico son los gráficos que representan la evolución de los precios de las acciones.

El origen del análisis técnico se fundamenta en la teoría de Dow, la cual trataba de describir cómo se mueven las acciones. Los principios de la teoría de Dow son los siguientes:

- **El precio lo descuenta todo**

En el precio de una acción se recoge toda información pasada, actual y futura.

- **El mercado se mueve en tendencias**

La tendencia primaria es la principal. Recoge el movimiento de la acción entre 1 y 3 años generalmente. La tendencia secundaria es aquella que va en contra de la primaria. Ésta dura entre 3 semanas y 3 meses, es a lo que llamamos correcciones y

presentan mayor volatilidad. Por último, la tendencia terciaria, las cuales van en contra de la secundaria y tienen una duración inferior a 3 semanas.



Ilustración 5¹³: Tendencias del mercado: primaria, secundaria y terciaria

Por otro lado, existen otras tres tendencias que son la alcista, cuando el precio sube, bajista si el precio baja, y lateral, si el precio oscila entre un máximo y un mínimo.



Ilustración 6¹⁴: Tendencias del mercado: alcista, bajista y lateral

- **El volumen bursátil debe confirmar la tendencia**

Una tendencia alcista se corresponde a un aumento del volumen cuando el precio sube y a una disminución del volumen cuando el precio baja, mientras que en una tendencia bajista el volumen aumenta con la caída del precio y se reduce con el aumento del precio.

- **El comportamiento humano se repite**

¹³ Ilustración 5. Fuente página web: <https://economipedia.com/definiciones/teoria-de-dow.html>

¹⁴ Ilustración 6. Fuente página web: <https://www.bolsaexpertos.com/tendencias-bolsa/>

El movimiento de las acciones es cíclico, por eso es importante basarnos en el pasado de las acciones.

El análisis técnico va mucho más allá y por eso existen otras herramientas cuantitativas que dan importancia a la objetividad que se pretende con este análisis mediante las matemáticas y la estadística. Por ello existen múltiples indicadores técnicos, cuya explicación esta fuera del alcance de este proyecto, como son las medias móviles, las bandas de Bollinger y los indicadores MACD, ATR o MMS, entre otros.

2.4.2. Estrategias de inversión

Existen múltiples estrategias para invertir en acciones. A continuación, explicamos de manera general 3 estrategias fundamentales:

- **Inversión en valor**

Conocida como value investing. Está muy relacionada con el estudio de los fundamentales de la empresa. Cuando invertimos en valor, estamos invirtiendo en empresas con una estabilidad y madurez marcada. Son negocios consolidados en el tiempo y con ventajas competitivas suficientes como para seguir creciendo en el futuro. Es un tipo de inversión enfocada más a largo plazo.

- **Inversión en crecimiento**

Conocida como growth investing. Esta estrategia combina el análisis fundamental y el técnico. Se fundamenta en buscar empresas que están ampliando su negocio, con un incremento notable en su facturación y que se encuentran en máximos históricos de cotización buscando romper. Es una estrategia bastante más arriesgada porque la volatilidad es mayor. El horizonte temporal de estas inversiones está más ligado al medio plazo.

- **Day-trading**

Es la estrategia de inversión que más riesgos conlleva. Los traders o inversores intradía realizan operaciones en muy corto plazo.

Realizan inversiones en empresas con baja capitalización bursátil, esto quiere decir que el número de acciones y el precio de estas es bajo. Operar de esta forma requiere un elevado conocimiento sobre análisis técnico y una psicología muy fuerte para poder soportar los riesgos. Las compañías en las que operan estos inversores reciben el nombre de Penny Stocks y encontrar una buena oportunidad en una de estas empresas puede reportar una altísima rentabilidad al inversor.

2.4.3. Definición de nuestro perfil de inversor

Para cerrar el ciclo del entorno que rodea a la inversión en acciones, vamos a definir el perfil de inversor que adoptaremos para llevar a cabo este proyecto.

Aunque categorizarnos no suponga llevar a cabo estrictamente todas las prácticas que se han explicado, puede ser útil para comprender lo que se pretende con esta investigación.

Pues bien, nos situamos en un contexto alcista, es decir apostaremos por la subida de los precios de cotización y adoptaremos una forma de inversor activo que realiza value investing. Para ello, se analizarán las empresas mediante sus fundamentales y buscaremos generar rentabilidades a largo plazo, pero siempre vigilando las posiciones de nuestra cartera.

3. INVERSIÓN SOCIALMENTE RESPONSABLE

3.1. Introducción

En la actualidad las empresas son cada vez más conscientes de la necesidad de aplicar políticas sostenibles. La incorporación de una buena estrategia de sostenibilidad puede ser una ventaja competitiva para el negocio, mejorando los resultados de la empresa y creciendo más que sus competidores.

Muchas de las políticas sostenibles llevadas a cabo por las empresas tienen que ver con la economía circular, que permite reducir el impacto ambiental producido por la actividad productiva de las empresas, y con aplicar políticas sociales que favorecen la igualdad y los derechos humanos.

Las empresas que apuestan por la economía circular, además de aplicar un cambio general en sus procesos que les permita reutilizar los recursos materiales en el ciclo productivo, han conseguido aumentar la rentabilidad del negocio gracias a la optimización masiva de los recursos. Pero no solo eso, este modelo de economía circular favorece la innovación y permite a las empresas mejorar su reputación empresarial.

Por su parte, los inversores cada vez están más concienciados con que la financiación que suponen sus activos para las empresas sirva para favorecer un mundo más sostenible, o al menos que las empresas no lleven a cabo políticas que repercutan negativamente al medioambiente o a la sociedad. El gran dilema para estos inversores está en si favoreciendo empresas que promueven políticas sostenibles les recompensará en términos de mayores rentabilidades y menor riesgo, o si por el contrario tendrán que sacrificar oportunidades de obtener buenos beneficios por sus principios.

La inversión socialmente responsable es una forma de invertir activos con el objetivo de contribuir al desarrollo sostenible. Para poder identificar qué empresas favorecen políticas sostenibles se tendrán en cuenta diversos criterios de carácter medioambiental, social y de gobernanza que deberán cumplir las empresas.

Este capítulo se antoja clave para la selección de las empresas que conformarán nuestra cartera, ya que, como muchos inversores, apostaremos por aquellas que estén por encima de la media a la hora de favorecer políticas sostenibles.

En primer lugar, se contextualizará cómo la idea de un mundo más sostenible se ha ido extendiendo en el pensamiento de los inversores para apostar por empresas socialmente responsables, luego, entraremos más en detalle acerca de los criterios ASG (ambientales, sociales y de gobierno corporativo) y, por último, conoceremos la forma de evaluar los criterios ASG para obtener una lista de empresas que podrían conformar la cartera de inversiones con la que haremos el modelo buscando minimizar riesgo y maximizar rentabilidad.

3.2. Contexto actual

La creciente preocupación de los inversores sobre los criterios ASG es cada vez más evidente. Según la GSIA (Global Sustainable Investment Alliance), el valor de las inversiones ligadas a políticas socialmente responsables alcanzaba un valor de 31 trillones de dólares para el año 2018, mientras que las previsiones para el año 2020 rondaban los 40 trillones.

La inversión ASG se puede interpretar desde varias perspectivas y tomar distintas formas. Una forma de concebir la inversión socialmente responsable podría ser el cribado ético o despojo de aquellas compañías que se podrían considerar “pecadoras” dado que su actividad económica no está del todo comprometida con la preservación del medioambiente o la práctica de políticas sociales beneficiosas. Por otro lado, se encuentra la “voz” como forma de comprometer a todo el mundo, lo que equivaldría a predicar con el ejemplo, una tarea que le corresponde a los organismos más importantes en el mundo financiero.

Sin embargo, cada inversor tiene su propio enfoque a la hora de procurar el bien con sus inversiones. Ejemplificativamente, el fondo de inversión del Gobierno noruego rechaza aquellas compañías que consideran no éticas y, al mismo tiempo, instan a seguir creciendo a aquellas que aún tienen margen de mejora. Por su parte, Warren Buffet, uno de los inversores más ricos de todos los tiempos, opina que las políticas ASG no conciernen a los inversores profesionales, sino que son responsabilidad del gobierno.

Esa voz que se comentaba con anterioridad será mayor en cuanto mayor sea el número de organizaciones dispuestas a tomar parte de este movimiento en favor del desarrollo

sostenible. En la actualidad, se forman coaliciones que permiten magnificar el impacto de este fenómeno. La más grande de estas es la PRI (Principles for Responsible Investing) con el apoyo de más de 2000 inversores cuyos activos superan el valor de 85 trillones de dólares. De otra forma, la mayor firma de inversión a nivel mundial, BlackRock, se unió en enero de 2020 al movimiento Climate Action 100+, mostrando una enorme convicción con la necesidad de favorecer la sostenibilidad y la transformación que están suponiendo en el mundo financiero las prácticas de políticas favorables en cuanto al medioambiente y la sociedad.

La exclusión también se puede concebir como una forma de alzar la voz. El rechazo por parte de los inversores a las acciones de empresas pecadoras haría que el precio de estas bajara, lo que implicaría un aumento del coste del capital de estas compañías. En este sentido, el crecimiento de estas empresas se vería mermado dado que tendrían que hacer frente a mayores tasas de descuento para realizar nuevos proyectos.

La GSIA identifica siete estrategias principales gestionadas por los inversores socialmente responsables. La ilustración 7 ¹⁵muestra cómo se reparten estas estrategias en diferentes zonas del mundo y con qué intensidad se realizan en forma de la cuantía que representan.

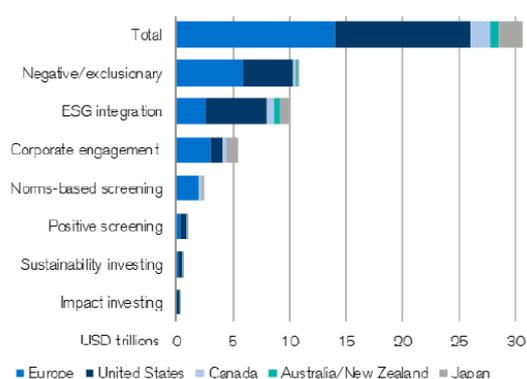


Ilustración 7: Predominio de los distintos enfoques a la inversión ASG por regiones

Según muestra el gráfico las siete estrategias son:

- Negatividad/ exclusión: aquellas compañías que tienen impactos negativos en la sociedad por ser controvertidas o poco éticas se excluyen.

¹⁵ Ilustración 7. Fuente Revista Credit Suisse 2020

- Integración de factores ASG: a igualdad de condiciones entre dos inversiones, el gestor elegirá aquella con mejor valoración en materia ASG.
- Involucración o compromiso corporativo: consiste en la colaboración proactiva con las empresas en las que se invierte para fomentar mejoras en los aspectos ASG, como por ejemplo reducir los gases contaminantes derivados de la actividad productiva de la compañía o aumentar la retribución a largo plazo a los directivos de la empresa.
- Cumplimiento de tratados internacionales: evitar la inversión en compañías que incumplan ciertas normativas. La más popular, el Pacto Global de las Naciones Unidas que recoge cuatro bloques principales: derechos humanos, ámbito laboral, anticorrupción y medioambiente.
- Positividad o mejores en cada industria: elegir las empresas con las mejores puntuaciones ASG.
- Centrados en sostenibilidad: preocupación principal por temas como el cambio climático, el reciclaje o el ahorro del agua.
- Inversiones de impacto: el retorno financiero es secundario, primando en todo momento el componente social relativo a la inversión. Por ejemplo, invertir en un comedor social.

A su vez, el cuadro refleja cómo el hecho de que una compañía sea negativa y, por tanto, es motivo para excluirla es la principal estrategia que se tiene en cuenta, sobre todo en Europa donde representa un 36 % del total. Otras categorías como la integración de los criterios ASG o el compromiso corporativo son también altamente valoradas. En el ecuador se encuentra el cribado de empresas que no cumplen con las normas y leyes. En menor medida con respecto al total, el resto de los criterios son elegir empresas que se consideran tienen impacto positivo y que son sostenibles.

Históricamente, la categoría de ser negativa está ligada al hecho de ser una empresa “pecadora”, lo que supone motivo de exclusión. Dentro de estas empresas se engloban compañías tabaqueras, casas de apuestas, empresas dedicadas a la venta de armas, pornografía o alcohol. Pero, las percepciones cambian con el paso del tiempo. Actualmente, las bebidas alcohólicas están más normalizadas en cuanto a que ha habido una mayor aceptación y tolerancia por parte de la sociedad, mientras que el tabaco se

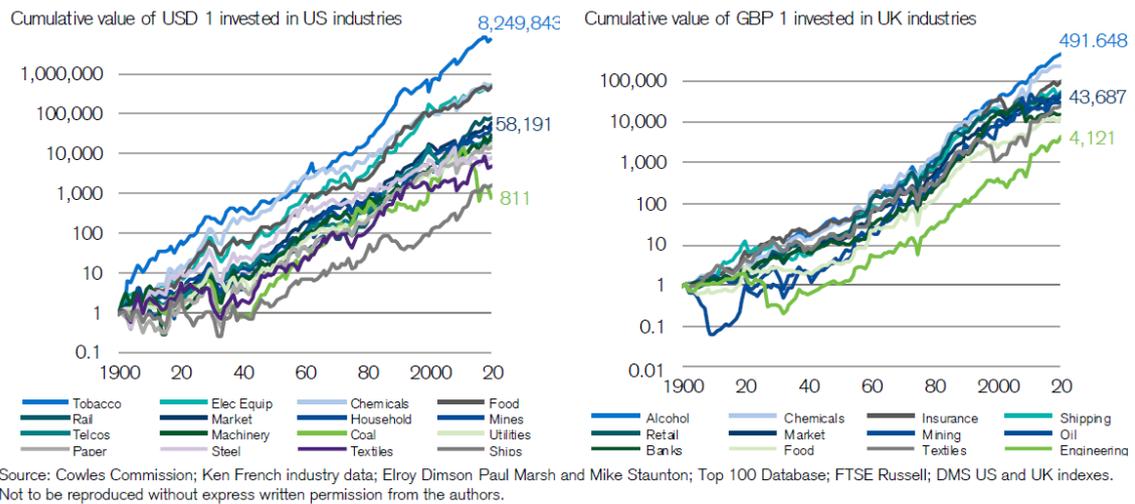
sigue tolerando en menor medida porque su impacto en la salud es cada día más evidente. Por otro lado, años atrás inversiones en petróleo o gases no eran cuestionadas y, hoy en día, existe una mayor preocupación social por preservar el medioambiente y el cambio climático que ha perjudicado a acciones de algunos combustibles fósiles y de empresas cuya actividad económica se basa en ellos.

Otra forma de detectar esta negatividad en las empresas está relacionada con la conducta de la compañía, más allá de la naturaleza del sector al que se dedique la empresa. Hablamos de factores como pueden ser dañar el medioambiente, no garantizar los derechos fundamentales de los trabajadores, corrupción, evasión de impuestos o un gobierno corporativo mal gestionado, lo que suponen motivos más que suficientes para excluir este tipo de compañías.

Pero ¿verdaderamente se pueden obtener mejores resultados excluyendo aquellas empresas que se consideran pecadoras? La respuesta es, no necesariamente. El comportamiento en bolsa de las compañías depende de muchos otros factores que no tienen nada que ver con el cumplimiento de los criterios socialmente responsables. Lo cierto es que a lo largo de la historia las acciones de compañías pecadoras han proporcionado rentabilidades positivas. De hecho, en Estados Unidos desde 1926 hasta 2006 estas acciones han supuesto rentabilidades del 3-4% anual e internacionalmente la rentabilidad anual se estima en torno al 2,5% en esos 81 años.

Otro estudio recoge que desde 1970 hasta 2007 sectores como el alcohol, las apuestas o el tabaco superaron rentabilidades del 5%, 26% y 14%, respectivamente.

El libro anual sobre el rendimiento de la inversión global de 2020 (2020 Global Investment Returns Yearbook) recoge los rendimientos a largo plazo de diferentes industrias en Estados Unidos y Reino Unido durante los últimos 120 años.



Summary Edition Credit Suisse Global Investment Returns Yearbook 2020

Ilustración 8: Rentabilidades a largo plazo (1900-2019) por industrias, EE. UU. (izquierda) y Reino Unido (derecha)

Como podemos ver en la ilustración 8¹⁶, en la parte izquierda, referida a Estados Unidos, el sector que más crecimiento consigue es la industria tabaquera, consiguiendo transformar 1 dólar en más de 8 millones, lo que implica una rentabilidad anual superior al 14%. En cuanto al Reino Unido, en la derecha el sector que más crece es el del tabaco haciendo crecer 1 libra en casi medio millón. Hablamos de una rentabilidad del 11,5% anual. Esto pone de manifiesto que los sectores que más han crecido con el tiempo son aquellos dedicados a negocios que no aportan un bien cuantificable en la sociedad, como son el tabaco y el alcohol.

No obstante, a pesar del crecimiento que este tipo de empresas llamadas pecadoras siguen adquiriendo, son solamente una pequeña proporción del mercado global y cada día más las compañías tratan de desmarcarse del resto mediante la práctica de políticas que preserven el medioambiente, la buena gestión del gobierno corporativo de la empresa y favoreciendo el cumplimiento de los derechos sociales para sus trabajadores.

¹⁶ Ilustración 8. Fuente Revista Credit Suisse 2020

3.3. La estrategia de inversión socialmente responsable. Criterios ASG
Conocido el contexto general que engloba la inversión socialmente responsable, en este apartado nos centramos en conocer a fondo esta estrategia que muchos inversores comienzan a tener cada vez más en cuenta para seleccionar acciones con buenas perspectivas de futuro.

Como se comentaba anteriormente, la inversión socialmente responsable es una estrategia de inversión que tiene en cuenta criterios ambientales, sociales y de gobierno corporativo, de ahí las siglas ASG. Es un tipo de inversión que ha crecido de forma exponencial en los últimos años debido a la preocupación general de proteger y cuidar nuestro planeta.

Sin embargo, el punto de inflexión en la inversión con responsabilidad social se remonta a la creación en 1999 del Dow Jones Sustainability Index (DJSI). Tal y como su nombre indica, es un índice bursátil formado empresas que reúnen los criterios ASG situándose por encima de la media. El índice incluye actualmente a 307 empresas de todos los sectores, 16 de las cuales son españolas.

La irrupción de esta forma de invertir en los mercados financieros se va notando cada vez más. La conciencia social que existe por el medioambiente y las consecuencias nefastas que pueden suponer para nuestro planeta el calentamiento global hace que el desarrollo de prácticas sostenibles por parte de las empresas sea un requisito fundamental para muchos inversores y no solo busquen altas rentabilidades. Todo esto forma una cadena positiva en el mundo de la inversión ya que muchas empresas tratan cada vez más de contribuir de forma positiva a la sociedad mediante la reducción del impacto ambiental, la disminución de los costes sociales o el aprovechamiento óptimo de todas las materias primas a lo largo de la cadena de suministros. Además, son empresas de todo tipo de sectores económicos las que ponen en práctica en la medida de sus posibilidades las diferentes estrategias necesarias para optimizar sus recursos contribuyendo al desarrollo sostenible y a la sociedad. Este escenario permite a los inversores la capacidad de diversificar sus intereses en múltiples sectores, por lo que enfocarse en empresas de este tipo no supone para ellos una limitación a la hora de invertir. Por el contrario, es cierto que aún existen conceptos que no están del todo

claros sobre la inversión socialmente responsable, y esto puede dar lugar a desconfianza por parte de los inversores que solo pretenden obtener buenos retornos.

Uno de los aspectos claves es que los criterios ASG, además de tener un impacto positivo para el negocio que desarrolla la compañía, puede dar a los inversores un enfoque más completo sobre la empresa. De esta forma, analizar las compañías teniendo en cuenta estas premisas podría mitigar el riesgo y ayudar al inversor a identificar buenas oportunidades.

De manera más amplia, la evaluación de las empresas de forma socialmente responsable se basa en los siguientes criterios:

- **Ambientales:** se estudia el impacto de la actividad de la compañía sobre el medioambiente, desde las emisiones de carbono y productos químicos involucrados en los procesos de fabricación, hasta los esfuerzos de sostenibilidad que realizan a lo largo de la cadena de suministro, como pueden ser el empleo de energías renovables o el reciclaje y reutilización de productos mediante una buena práctica de la logística inversa.
- **Sociales:** se tiene en cuenta cómo afecta la labor de la empresa en el ámbito social, tanto dentro como fuera de ella. Se incluye la igualdad de género y la diversidad racial. Para ello, se llevan a cabo programas de inclusión social y buenas prácticas de contratación.
- **De gobierno corporativo:** estudia la gestión de la administración de la empresa en todos los ámbitos. Se tienen en cuenta cuestiones relacionadas con la remuneración del personal, la transparencia en la toma de decisiones, la diversidad en el liderazgo y la interacción con los accionistas.

Más allá de ser un acrónimo de tres letras, la inversión socialmente responsable consiste en valorar cómo una empresa funciona armonizando cada una de sus partes interesadas: trabajadores, comunidades, clientes, accionistas y medioambiente.

Contextualizado el entorno que rodea la inversión socialmente responsable, nos cuestionamos dos factores clave. En primer lugar, si la inversión ASG es una forma de potenciar la rentabilidad esperada o, por el contrario, requiere sacrificar buenas oportunidades por ser fiel a tus principios. Es cierto que, en promedio, basarnos en

criterios de excusión puede suponer un pequeño sacrificio de rentabilidad y diversificación, pero la magnitud de este sacrificio es incomparable al precio de los principios éticos que muchos inversores podrían llegar a soportar. En segundo lugar, está en el enfoque adecuado que deben darle los inversores a esta estrategia de invertir. Invertir de forma responsable ofrece una recompensa financiera y no financiera a través de un compromiso conjunto con la empresa en la que inviertes. Las estrategias de propiedad activas suelen ser recompensadas con un incremento del valor objetivo de la empresa.

Por todo esto, existen razones más que suficientes para justificar la inversión socialmente responsable, y es que no se trata solo de ser partícipes de una buena causa como es contribuir al desarrollo sostenible del planeta, sino que es posible obtener buenas rentabilidades aplicando el filtro de búsqueda de empresas basándonos en criterios ASG. Así pues, nuestro perfil de inversor se centrará en encontrar empresas con buenas puntuaciones según los criterios ASG.

En el siguiente apartado, se expondrán las diferentes formas de medir estos criterios y cómo seleccionaremos una lista previa de empresas que podrían conformar nuestra cartera para esta primera fase del proyecto correspondiente a la investigación.

3.4. Rating ASG

3.4.1. Introducción

La forma de medir los criterios ASG o el rating ASG es la columna vertebral de la inversión socialmente responsable. La puntuación ASG representa la valoración que se le da a una compañía desde múltiples criterios para la evaluación de sus tres componentes (ambiental, social y de gobierno).

Los responsables de realizar el análisis y valoración de las empresas para calificarlas son organizaciones o compañías como MSCI o FTSE Russell, que además de elaborar estudios para evaluar los criterios ASG, se dedican a otras muchas tareas. Existen también otros proveedores independientes que ofrecen servicios muy variados como puede ser Sustainalytics, agencias de rating como Moody's o S&P y compañías que manejan datos financieros a gran escala como Refinitiv, Morningstar o FactSet.

Como se puede ver, el abanico para medir los ratings es muy amplio. Sin embargo, cada compañía mide aspectos alternativos relativos al comportamiento ASG de las empresas. Por ejemplo, la empresa TESLA (ya mencionada anteriormente) es valorada por MSCI como la mejor dentro de la industria automovilística, mientras que FTSE la pone en la cola del sector y Sustainalytics la sitúa en la mitad. Esta discrepancia pone de manifiesto las diferentes consideraciones que tiene cada rating, y es que MSCI valora TESLA como la mejor por fabricar coches cuyas emisiones de carbono son casi perfectas dada la tecnología limpia implantada en ellos, mientras que FTSE evalúa negativamente las emisiones que se producen desde las fábricas.

3.4.2. Plataforma seleccionada. Razones

Para llevar a cabo este proyecto, se ha seleccionado MSCI como la plataforma para aportar los ratings de las empresas, aunque para la selección final de la cartera nos apoyaremos en otro ranking si fuera necesario. Las siglas MSCI se refieren a Morgan Stanley Capital International, compañía estadounidense con oficina central en Nueva York que se encarga de ponderar fondos de capital de inversión, deuda, índices de mercados de valores, de fondos de cobertura y otras herramientas de análisis de

carteras. Es una empresa que además de cotizar en bolsa, publica sus propios índices bursátiles. La elección de MSCI está justificada por diversos motivos. En primer lugar, porque dispone de una filial que se encarga de la investigación a fondo la inversión socialmente responsable. Segundo, porque sus primeros ratings datan de 1999, que coincide con la creación del DJSI, y llevan generando datos relativos a evaluación ASG desde 2007. Y, por último, debido a su compromiso con la inversión socialmente responsable, el cual los llevó a publicar en mayo de 1990 el primer índice relacionado con esta estrategia de inversión, el MSCI KLD 400 Social Index. Como se aprecia en su nombre, está formado por 400 empresas entre las que se incluyen de grandes, medias y pequeñas capitalizaciones bursátiles, seleccionada por sus altos ratings ASG.

La propia compañía Morgan Stanley ha publicado la información actual más relevante sobre este índice. El histórico del rendimiento que tiene el índice se muestra a continuación:



Gráfico 10¹⁷: Histórico del rendimiento bruto del MSCI KLD 400 Social Index desde (marzo 2006-marzo 2021)

El gráfico 10 muestra como la variación de la cotización de este índice ha sido generalmente creciente a lo largo del tiempo y la compara con otro de los índices más importantes que publica la compañía Morgan Stanley, el cual contiene importantes empresas como Apple, Microsoft, Amazon o Tesla, entre muchas otras. Su rentabilidad anual media es del 10,23%, un valor muy bueno que pone de manifiesto como las empresas que cumplen los criterios ASG también obtienen buenos resultados en cuanto a rentabilidades.

¹⁷ Gráfico 10. Fuente Morgan Stanley: <https://www.msci.com/www/fact-sheet/msci-kld-400-social-index/05954138>

Para aportar más datos a la cotización de este índice se muestra en la tabla 1 el rendimiento del índice año a año:

Year	MSCI KLD 400 Social Index
2020	21.11
2019	31.63
2018	-3.50
2017	21.61
2016	10.92
2015	0.94
2014	12.72
2013	36.20
2012	13.24
2011	1.60
2010	11.89
2009	31.73
2008	-34.94
2007	3.72

Como se puede observar las rentabilidades que proporciona el índice año tras año¹⁸ son buenas para los inversores, salvo en el año 2008 donde el índice cayó un 35%.

Ya se comentó con anterioridad que centrarnos en empresas socialmente responsables no supone tener que renunciar a diversificar las inversiones en distintos sectores. Prueba de ello es el reparto proporcional en diferentes industrias de las empresas que componen el MSCI KLD 400 Social Index.

Tabla 1: Rendimiento anual (%)

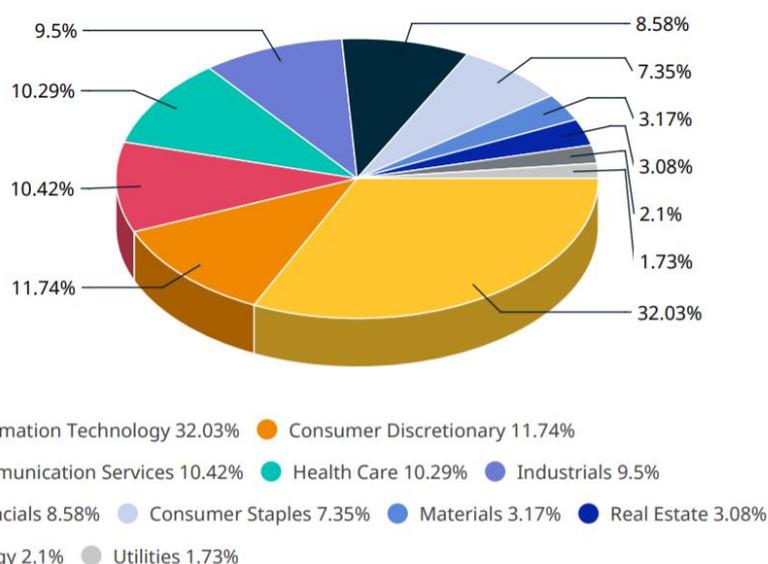


Ilustración 9¹⁹: Reparto del índice por sectores

La ilustración 9 refleja cómo se reparten el índice empresas de 11 sectores diferentes. A pesar de englobarse en el mismo sector las empresas que los componen pueden diferenciarse enormemente en cuanto a la actividad empresarial que desarrollan como es el caso del sector del consumo discrecional, el cual es el segundo que más presencia tiene en este índice. Por ejemplificar más esta idea, estas impresas se sitúan en este sector por ofrecer bienes y servicios que son considerados no esenciales por los

¹⁸ Tabla 1. Fuente Morgan Stanley: <https://www.msci.com/www/fact-sheet/msci-kld-400-social-index/05954138>

¹⁹ Gráfico 10. Fuente Morgan Stanley: <https://www.msci.com/www/fact-sheet/msci-kld-400-social-index/05954138>

consumidores, pero deseables para ellos si disponen del dinero necesario para comprarlos. Empresas que ofrecen este tipo de servicios podría ser Netflix, McDonald's o Nike.

Por otro lado, el sector que lidera este índice es el de la tecnología de la información de la mano de importantes empresas como Microsoft, Visa o MasterCard. Finalmente, el índice está representado en menor proporción por empresas del sector energético y de servicios públicos.

3.4.3. Metodología de evaluación de los criterios ASG

Una vez en contexto con los ratings ASG y habiendo conocido los motivos que nos hacen decantarnos por el rating de MSCI, este subcapítulo explica de forma general la metodología de puntuación que lleva a cabo esta compañía para evaluar los criterios ASG.

La calificación ASG de Morgan Stanley está diseñada para medir la resistencia de una compañía a largo plazo en cuanto a los riesgos en materias ambientales, sociales y de gobernación. Las reglas básicas de la metodología tratan de comparar entre iguales, empresas del mismo sector, como gestionan las cuestiones ASG para identificar así las empresas punteras y rezagadas en cuanto a su exposición al riesgo ASG.

Para comprender mejor qué puede suponer un riesgo significativo para una empresa en referencia a los criterios ASG se propone el siguiente ejemplo: el agua es un bien extremadamente importante para todos, pero solo supone un riesgo significativo para algunas industrias. Es el caso de la actividad minera, cuya dependencia al agua puede determinar si la compañía dedicada a la minería sigue siendo rentable. Por el contrario, es un bien que no supone riesgo alguno para la industria de financiación al consumo, por tanto, no se tendrá en cuenta para su rating, pero sí se medirá el nivel de ciberseguridad de la compañía como un riesgo potencial en ella.

De esta forma, el rating MSCI se centra en la exposición de la compañía a ciertos riesgos que tienen que ver con la actividad empresarial que desarrollan y con dónde y cómo operan. Conocidos estos riesgos, se evalúa cómo la compañía los gestiona.

Históricamente, aquellas empresas que han errado en cuanto a gestionar sus riesgos potenciales, han experimentado mayores costes de capital, mayor volatilidad en el mercado e irregularidades contables.

Para calificar a las distintas compañías, asignan un peso a cada criterio o riesgo ASG de acuerdo con una evaluación respecto al horizonte temporal y el impacto. Después son combinados y normalizados respecto a cada industria.

A continuación, se exponen algunos de los criterios²⁰ que evalúa el rating MSCI, algunos son comunes a todas las empresas y otros son específicos a algún sector determinado:



Gobierno corporativo: mide el impacto de las relaciones entre los directivos y altos cargos de la empresa con los inversores.

Comportamiento corporativo: evalúa la ética del negocio, estudiando casos de corrupción, blanqueo de dinero, fraude o conductas inapropiadas de ejecutivos.



CORPORATE BEHAVIOR



Seguridad y privacidad de los datos: determina la eficacia de la política de protección de datos de la empresa, la vulnerabilidad ante infracciones y la gestión en el manejo de los datos de la empresa de forma general.

Desarrollo del capital humano: capacidad de atraer, retener y desarrollar a personal de altas cualidades.



HUMAN CAPITAL DEVELOPMENT



CONSUMER FINANCIAL PROTECTION

Protección de la financiación del consumidor: evalúan la administración y la transparencia en la venta de los productos, evitando la concesión de préstamos no éticos.

²⁰ Las imágenes que aparecen en esta sección son de la web Morgan Stanley: <https://www.msci.com/our-solutions/esg-investing/esg-ratings/esg-ratings-corporate-search-tool>

Calidad y seguridad de los productos: mide la política empresarial para gestionar bien la cadena de suministros, incluyendo fabricación, devoluciones y marketing.



Gestión laboral: determina las relaciones entre los empleados, si los empleados están asegurados y el compromiso de estos con la empresa.

Emisiones de carbón: se evalúa la intensidad de las emisiones de las operaciones de la compañía y el esfuerzo por mitigar los riesgos que le suponen al medioambiente.



Huella de carbono de los productos: mide la intensidad del carbono en sus productos y los esfuerzos de la compañía por reducir la huella en la cadena de suministros.

Normas laborales en la cadena de suministros: determina la gestión y transparencia de la cadena de suministros.



Gasto electrónico: controlan el esfuerzo por reciclar componentes electrónicos y el cumplimiento de la ley a la hora de deshacerse de los residuos.

Oportunidades de tecnología limpia: evalúan la capacidad de innovación y la iniciativa por desarrollar tecnologías favorables con el entorno.





Abastecimiento comprometido: comprueban la procedencia de las materias primas, teniendo en cuenta las condiciones del lugar.

Abastecimiento de materias primas: evalúan la trazabilidad de su procedencia a lo largo de la cadena de suministros y el impacto ambiental generado.



Seguridad química: se tiene en cuenta la presencia de químicos dañinos en los productos y los esfuerzos por encontrar alternativas que limiten los riesgos.

Financiación al impacto ambiental: miden los riesgos ambientales que supone cometer inversiones que están bajo la financiación de dicha empresa.



Acceso a las finanzas: esfuerzos por expandir los servicios financieros a mercados desatendidos, como por ejemplo pequeños negocios.

Empaquetado de materiales y desperdicios: controlan la producción de la empresa en relación con el empaquetado de los materiales.



Estrés hídrico: tiene que ver con la gestión del agua en periodos cuando la demanda supera a la cantidad disponible.

Oportunidades en nutrición y salud: se evalúa el esfuerzo por introducir productos alimenticios que mejoran la nutrición y la salud.



Oportunidades en energías renovables: miden la capacidad de innovar y gestionar proyectos que apuesten por las energías renovables.

Emisiones tóxicas y desechos: en línea con el cuidado del medioambiente mediante el control de las emisiones.



Relaciones entre la comunidad: derechos humanos, gestión de conflictos interno y esfuerzos por repartir los beneficios con comunidades locales.

Seguridad y salud: evalúan la seguridad del entorno de trabajo y controlan el cumplimiento de las leyes que garantizan el trabajo seguro.



Acceso al cuidado de la salud: se premian esfuerzos por expandir productos para el cuidado de la salud y políticas igualitarias entre los países para el precio de compra de medicamentos.

Todos estos son algunos de los criterios²¹ que califica el rating MSCI para puntuar una compañía según la inversión socialmente responsable. Pero ¿cómo es realmente esta puntuación? Pues bien, como se comentaba anteriormente se comparaban empresas

²¹ Cada criterio está representado en la página de MSCI mediante una imagen. Todas las que aparecen son capturas de pantalla extraídas de la web: <https://www.msci.com/our-solutions/esg-investing/esg-ratings/esg-ratings-corporate-search-tool>

de industrias similares para determinar cuáles están por encima de la media en el sector. Así pues, las puntuaciones son letras y su significado es el siguiente:



Ilustración 10²²: Puntuación del rating MSCI

La ilustración 10 muestra las puntuaciones del rating MSCI. Como se aprecia van desde una calificación CCC (más baja) hasta AAA (más alta) clasificando a las empresas según estén por encima, por abajo o en la media. Además de la puntuación, el rating MSCI establece cuáles son los criterios que ha considerado de la compañía y cómo los clasifica según la gestión propia de la empresa.

²² Ilustración 10. Elaboración propia

4. METODOLOGÍA PARA LA SELECCIÓN DE EMPRESAS DE LA CARTERA

Como ya se adelantaba en los objetivos del proyecto, una vez introducido el mercado financiero, la bolsa de valores y la inversión socialmente responsable, este apartado se centra en justificar los criterios que fundamentan la elección de las acciones de la cartera que vamos a optimizar. Los próximos subcapítulos explican más detalladamente la metodología que se ha llevado a cabo. Finalmente, una vez definida la lista de empresas que conformará nuestra cartera, se procederá a detallar el modelo matemático con el que trataremos de conseguir nuestro objetivo de maximizar rentabilidad minimizando riesgo: el modelo de Markowitz.

4.1. Cumplimiento de los criterios ASG

El primer requisito que deben cumplir las compañías que conformarán nuestra cartera de acciones es superar los criterios ambientales, sociales y de gobierno que evalúa el rating de Morgan Stanley. Tras un primer análisis comparativo entre múltiples empresas para elegir las que estén por encima de la media y tratando de ser lo más representativos posibles seleccionando empresas de diferentes sectores económicos, la primera lista de compañías es la siguiente:

N.º	TICKER	NOMBRE	INDUSTRIA	RATING
1	CARL B	Carlsberg	Bebidas	AAA
2	KO	The Coca Cola Company	Bebidas	AA
3	PEP	PepsiCo	Bebidas	AA
4	AXP	American Express Company	Financiación al consumo	AA
5	MMC	Marsh & McLennan Companies	Seguros e intermediación bursátil	AA
6	BNP	BNP Paribas	Banco	AA
7	MCO	Moody's Corporation	Servicios financieros	A
8	ALLY	Ally Financial	Servicios financieros	A
9	IDXX	Idexx Laboratories	Equipamiento y suministros de atención sanitaria	AA
10	A	Agilent Technologies	Equipamiento y suministros de atención sanitaria	AA
11	DVA	Davita	Servicios y suministros de atención sanitaria	A
12	ABBV	Abbvie	Farmacéutica y biotecnología	A

13	MSFT	Microsoft Corporation	Software y servicios	AAA
14	AMT	American Tower Corporation	Servicio de telecomunicación	AA
15	ADBE	Adobe	Software y servicios	AA
16	WIX	Wix.com LTD	Software y servicios	AA
17	PYPL	Paypal Holdings	Software y servicios	A
18	SHOP	Shopify	Software y servicios	A
19	V	Visa	Software y servicios	A
20	AAPL	Apple	Tecnología, hardware, almacenamiento y periféricos	BBB
21	SSE	SSE plc	Sector servicios	AAA
22	IBE	Iberdrola SA	Sector servicios	AAA
23	ELE	Endesa SA	Sector servicios	AA
24	LOW	Lowe's Company	Comercio electrónico, minorista y alejamiento web	AA
25	MELI	Mercadolibre	Comercio electrónico, minorista y alejamiento web	A
26	EBAY	Ebay	Comercio electrónico, minorista y alejamiento web	A
27	AMZN	Amazon.com	Comercio electrónico, minorista y alejamiento web	BBB
28	CA	Carrefour SA	Supermercados	AA
29	KRZ	Kerry Group	Productos alimenticios	AA
30	KR	The Kroger Co	Supermercados	A

Tabla 2: Lista de empresas con buena valoración de los criterios ASG

La tabla 2²³ está compuesta por una lista de 30 empresas que, según el rating de Morgan Stanley, en su mayoría, están por encima de la media de su sector, con una puntuación superior a la A. Dentro de la lista se aprecian dos excepciones en cuanto a su rating. Se trata de Amazon y Apple consideradas empresas mediocres con una puntuación BBB. Existen múltiples razones para incluir estas dos empresas dentro de la lista, pero teniendo en cuenta los criterios ASG podemos justificar su presencia apoyándonos del rating de Refinitiv²⁴, otra de las plataformas que evalúa a las empresas bajo los criterios ASG. De acuerdo con Refinitiv, Amazon es la empresa que lidera su industria ocupando el primer puesto con una puntuación de 89 sobre 100. En el caso de Apple, su puntuación es más baja, 67 sobre 100, pero se encuentra en el puesto 18 de un total de 102 empresas con las que se compara según Refinitiv, por lo que podemos considerar se sitúa por encima de la media.

²³ Tabla 2. Elaboración propia

²⁴ <https://www.refinitiv.com/en/sustainable-finance/esg-scores#>

Por otro lado, podemos observar en la tabla con distintos colores las 7 industrias a las que pertenecen las empresas seleccionadas:

- Bebidas. De color verde claro, representa a compañías que se dedican a la fabricación, comercialización y distribución de bebidas. Hemos integrado una empresa cervecera y dos compañías que fabrican refrescos de cola.
- Sector financiero. De color rojizo, compuesto por empresas que prestan servicios financieros tales como seguros, bancos o bróker.
- Sector sanitario. En color gris, incluye compañías farmacéuticas o que ofrecen servicios de suministros y atención sanitaria.
- Sector tecnológico. De amarillo, formado por empresas de telecomunicaciones y desarrolladoras de softwares y servicios electrónicos.
- Sector servicios. En verde, son las llamadas utilities y son empresas que prestan servicios públicos. En nuestro caso, son tres empresas dedicadas al sector energético.
- Comercio electrónico. De color azul, representa cuatro empresas que se dedican a vender multitud de productos a través de internet.
- Sector alimenticio. En color rojo, incluye tres compañías que venden productos alimenticios en supermercados.

En el siguiente subcapítulo se analizarán las empresas por sectores para seleccionar aquellas que se consideran con mayor potencial.

4.2. Estudio mediante análisis fundamental

Con este apartado se pretende dar una visión más profunda a lo que representa el análisis fundamental como herramienta que permite identificar buenas oportunidades para los inversores. Además, se conseguirá reducir el número de empresas que vamos a utilizar en el modelo para facilitar en la medida de lo posible la resolución de esta, ya que podría resultar tedioso abordar un modelo que incluya 30 empresas.

Para hacer este estudio se tendrán en cuenta dos consideraciones principalmente: analizar grosso modo las ventajas competitivas de cada empresa y estudiar los datos económicos de las empresas y obtener ciertas ratios financieras para comparar las empresas entre ellas.

- **Ventajas competitivas**

- **Activos intangibles:** son valores de la empresa que no podemos cuantificar.
 - + **Imagen de marca:** fidelidad de los clientes hacia la marca, aunque los productos se encarezcan, de manera que la compañía posea el poder de fijación de precios.
 - + **Patentes:** que la marca tenga a su disposición un producto único la puede hacer distinguirse de las demás por razones lógicas.
 - + **Ventajas regulatorias:** cuando los organismos reguladores permiten operar a ciertas empresas de forma exclusiva.
- **Costes de cambio:** reside en la dificultad que tiene una persona o empresa para cambiar un servicio o producto por otro. Esto es una pérdida de dinero y tiempo para adaptarse a nuevos productos o servicios. Por ejemplo, Windows tiene esta ventaja respecto a su competencia pues es el sistema operativo más utilizado por los usuarios a los cuales les resultaría contraproducente cambiarlo.
- **Efecto red:** se produce cuando el valor de un producto o servicio aumenta cuanto más gente lo use. Es importante en este ámbito la capacidad de adaptación a las nuevas tendencias de las compañías.
- **Ventaja en costes:** derivada de las economías de escala. Cuanto mayor sea el volumen de ventas, mayor podrá ser el volumen de producción, lo que implica

una reducción del coste medio de cada unidad producida. Por ello es importante que las empresas posean estructuras de costes inferiores a su competencia.

Atendiendo a estas cuatro ventajas competitivas de un negocio, es inevitable elegir Amazon como la primera empresa que conformará nuestra cartera de inversiones.

Esta empresa ha conseguido optimizar sus costes tanto a nivel logístico en almacenamiento y distribución de los productos como a nivel negociador con sus proveedores, motivos principales del alto volumen de ventas que han logrado. Además, posee su propia nube para proporcionar servicios web, AWS (Amazon Work Service), y una plataforma para poder ver series y películas (Amazon Prime).

De esta manera, el tamaño que posee la compañía y la confianza que empieza a generar en sus clientes está propiciando la mejora de la imagen de marca. Al mismo tiempo, esto tiene que ver con los costes de cambio pues los clientes están dispuestos a pagar más por un producto en Amazon al ya tener todos sus datos en su plataforma y ser garantía de seguridad y rapidez para ellos. Por último, el efecto red es más que palpable en la sociedad y la mayoría de las personas conoce la marca, lo que contribuye a reforzar la idea social de que Amazon ofrece todo tipo de productos y es una plataforma segura.

Resulta inevitable incluir también a Microsoft y Apple a nuestra cartera de acciones puesto que también poseen numerosas ventajas competitivas respecto a sus competidores. En línea con estas dos compañías, ambas aprovechan bien las economías de escala a la hora de producir y sus productos están ampliamente reconocidos en la sociedad, lo que hace que estas empresas tengan una buena imagen de marca y los costes de cambio sean los óptimos para impedir que sus clientes cambien los productos y servicios que ofrecen por los de otra compañía.

- **Ratios financieras y datos económicos de la empresa**

1. Ventas: se evaluará el crecimiento de las ventas de los últimos años para obtener el crecimiento medio de las ventas.

2. PER (Price to earnings ratio): la ratio precio-beneficio es un indicador que se usa para saber si una empresa está sobrevalorada o infravalorada en función del beneficio de la compañía.

Es un concepto que se puede extrapolar a una inversión en general como el tiempo que se tarda en recuperar dicha inversión. Por ejemplo, compramos una casa por valor de 100.000 €, la alquilamos por 700€ al mes, lo que significaría ganar 8.400€ al año. El PER se obtendría dividiendo el precio que te costó la casa por los beneficios que esperas que te dé la casa → $100.000/8.400= 12$. Luego se tardarán 12 años en recuperar la inversión.

En bolsa la fórmula del PER es la siguiente:

$$PER = \frac{\text{Precio de la acción}^{25}}{\text{Beneficio por acción}^{26}} = \frac{\text{Capitalización bursátil de la empresa}^{27}}{\text{Beneficio Neto de la empresa}}$$

Como se puede observar hay dos formas de obtener el PER. Utilizaremos la primera de ellas de manera general.

Hay que tener en cuenta que el PER relaciona dos magnitudes que se calculan en momentos distintos. El precio de la acción es en el instante y tiene que ver con las expectativas de los inversores a futuro. Por su parte, el beneficio por acción hace referencia al pasado financiero de la empresa.

Generalmente, un PER alto es indicativo de que la empresa debería crecer, ya que el precio de la acción refleja esa expectativa positiva mientras que los beneficios aún no están siendo contabilizados. El PER disminuirá una vez que los beneficios reflejen esas expectativas positivas.

Un PER bajo es señal de que la empresa crece lento puesto que las acciones no crecen como consecuencia de las pocas expectativas de crecimiento futuro.

Así pues, habrá que vender cuando el PER sea alto y las expectativas de crecimiento de la empresa sean negativas. Por otro lado, habrá que comprar cuando exista expectativa positiva sobre el crecimiento de los beneficios de la empresa y dicha expectativa no esté reflejada en el precio al que cotizan las acciones.

²⁵ Valor al que cotiza la acción en ese momento.

²⁶ Beneficio neto de la empresa dividido por el número de acciones que hay en el mercado.

²⁷ Número de acciones x Precio de las acciones

Esta ratio es muy útil para comparar empresas del mismo sector, pero tiene dos inconvenientes importantes. En primer lugar, no tiene en cuenta la deuda ni el apalancamiento de la empresa y por eso no podemos medir el riesgo que asume la empresa. Y segundo, que el beneficio que reporte la empresa puede ser menor del que realmente genera, ya sea porque la empresa reinvierta sus beneficios para favorecer su expansión o porque han vendido un activo generando una ganancia excepcional, lo que puede dar lugar a que una compañía esté sobrevalorada.

Con esto, podemos estimar el precio de cotización de una empresa multiplicando el PER por el beneficio neto estimado, de manera que cuanto mayor sea el beneficio neto estimado, mayor será la estimación del precio esperado de una acción.

3. Ratio de endeudamiento: para tener en cuenta el nivel de deuda de la empresa emplearemos esta ratio, que se calcula mediante la siguiente formula:

$$\text{Ratio de endeudamiento} = \frac{\text{Deuda Neta}}{\text{Total Activo}} \times 100$$

Esta ratio nos permite conocer qué porcentaje del pasivo (ya que Activo=Pasivo) representa la deuda neta. Nos quedaremos con aquellos valores de la ratio más bajos, lo que es señal de que la empresa tiene poca deuda y puede hacer frente a sus obligaciones de pago.

4. ROA (Return on assets): esta ratio hace referencia a la rentabilidad sobre los activos de la empresa. Indica el porcentaje de activos que emplea para generar beneficios. La fórmula para obtenerla es:

$$ROA = \frac{BDI^{28}}{\text{Total Activo}} \times 100$$

Nos quedaremos con los valores más altos de esta ratio.

²⁸ Beneficios después de impuestos

Para el cálculo de estos valores emplearemos nos apoyaremos de marketscreener, plataforma web donde tenemos acceso a la información económica de las empresas. Para contrastar la información o completarla se usarán también investing y koyfin.

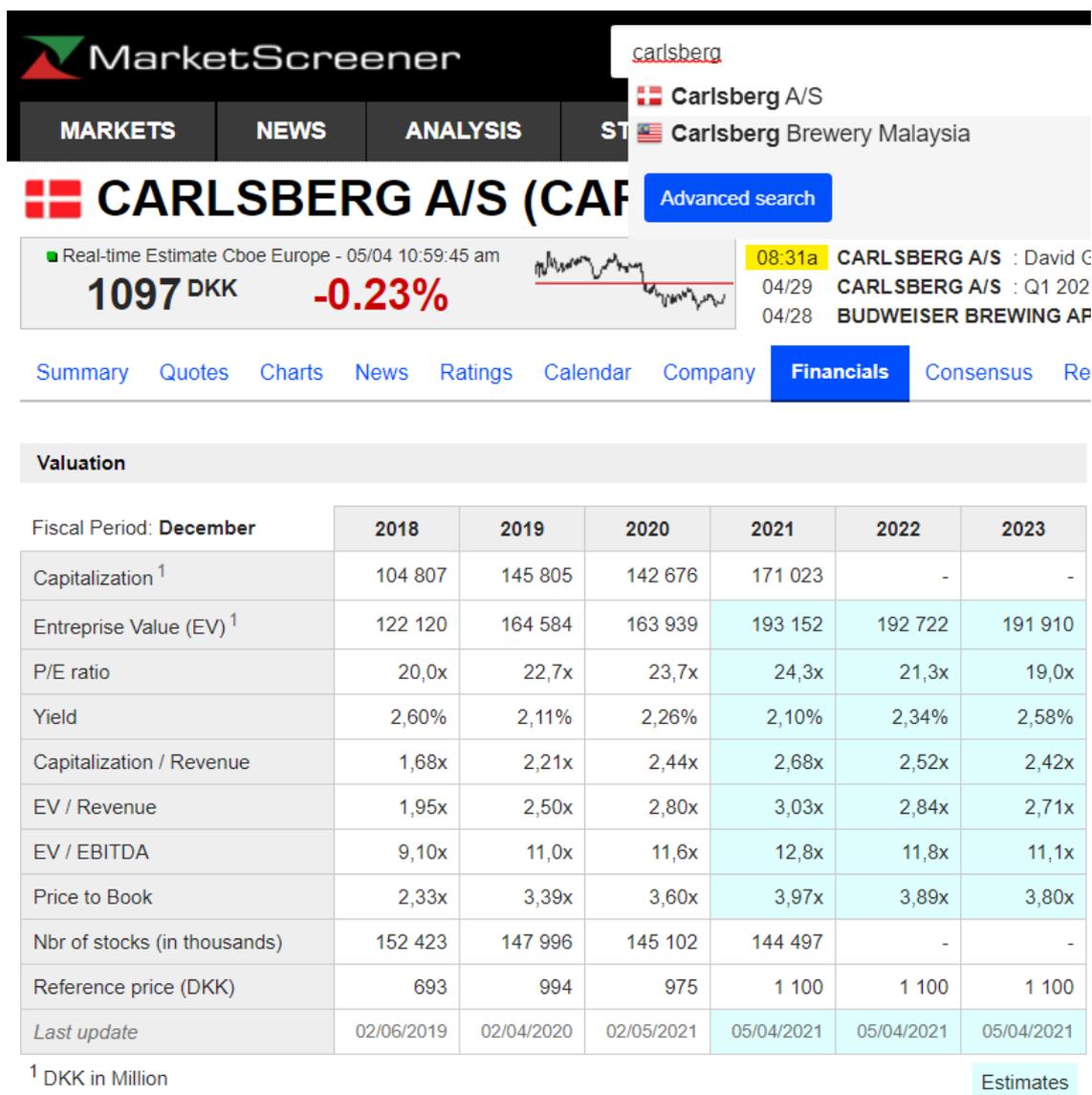


Ilustración 11: Captura de Marketscreener con la valoración de Carlsberg

En el buscador de la web introducimos el nombre de la compañía en cuestión y nos dirigiremos a la parte de Financials, donde se encuentra toda la información de la que haremos uso en este estudio.

Annual Income Statement Data						
Fiscal Period: December	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Net sales ¹	62 503	65 902	58 541	63 771	67 806	70 778
EBITDA ¹	13 420	15 007	14 085	15 039	16 269	17 302
Operating profit (EBIT) ¹	9 329	10 465	9 699	10 613	11 702	12 611
Operating Margin	14,9%	15,9%	16,6%	16,6%	17,3%	17,8%
Pre-Tax Profit (EBT) ¹	8 519	10 228	9 041	9 938	11 070	12 040
Net income ¹	5 309	6 569	6 030	6 501	7 246	7 855
Net margin	8,49%	9,97%	10,3%	10,2%	10,7%	11,1%
EPS ²	34,7	43,7	41,1	45,3	51,6	57,8
Dividend per Share ²	18,0	21,0	22,0	23,0	25,7	28,4
Last update	02/06/2019	02/04/2020	02/05/2021	05/04/2021	05/04/2021	05/04/2021

¹ DKK in Million ² DKK Estimates

Balance Sheet Analysis						
Fiscal Period: December	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Net Debt ¹	17 313	18 779	21 263	22 129	21 699	20 887
Net Cash position ¹	-	-	-	-	-	-
Leverage (Debt / EBITDA)	1,29x	1,25x	1,51x	1,47x	1,33x	1,21x
Free Cash Flow ¹	8 092	9 415	5 057	7 575	8 489	8 949
ROE (Net Profit / Equities)	11,6%	13,9%	15,4%	16,2%	18,1%	20,3%
Shareholders' equity ¹	45 686	47 321	39 213	40 148	39 939	38 746
ROA (Net Profit / Asset)	4,62%	5,46%	4,99%	5,49%	6,05%	6,54%
Assets ¹	114 894	120 411	120 939	118 420	119 738	120 097
Book Value Per Share ²	297	294	271	277	282	290
Cash Flow per Share ²	78,7	81,4	74,8	77,3	88,5	102

Ilustración 12: Captura de Marketscreener: Cuenta de pérdidas y ganancias resumida (arriba) y Balance activo-pasivo resumido (abajo)

Las ilustraciones 11 y 12²⁹ sirven como ejemplo para observar de dónde y cómo se obtiene la información que se emplea. Tal y como aparece en la imagen los datos son pertenecen a los resultados anuales recogidos en diciembre. Además, en azul aparecen las estimaciones futuras de los datos. El PER lo dan en la ilustración 11 como P/E ratio. En la ilustración 12 se dan las ventas como Net sales, el beneficio neto como Net income,

²⁹ Capturas de pantalla de la web Marketscreener: <https://www.marketscreener.com/quote/stock/CARLSBERG-A-S-1412856/financials/>

la deuda neta como Net Debt, el total activo como Assets y la ROA, que incluye también el BDI como Net Profit.

Para realizar este estudio mediante los fundamentales, se ha hecho uso de la herramienta Excel. A continuación, se muestra una captura de pantalla para mostrar cómo se ha obtenido cada valor de los ratios y datos financieros de las empresas:

						
1	2017	2018	2019	2020		
VENTAS	60.655,00	62.503,00	65.902,00	58.541,00	MEDIA	
CRECIMIENTO	-3,13%	3,05%	5,44%	-11,17%	-1,45%	
2	medio	actual	forward	Precio Actual	1.093,00	
PER	26,5	23,7	21,5	Precio Objetivo	1.108,54	
				Margen	15,54	1,42%
3						
DEUDA NETA	21.263,00	TOTAL ACTIVO	120.939,00	RATIO DE ENDEUDAMIENTO	17,58%	
4				BPA (estimado)	51,56	
ROA	5,00%					

Ilustración 13³⁰: Captura de Excel con el análisis fundamental de Carlsberg

Como se aprecia en la ilustración 13, se calcula en primer lugar el crecimiento medio de las ventas de los últimos 4 años. En segundo lugar, se obtiene el PER medio, actual y futuro (éste se calcula con la media de las estimaciones para los próximos 3 años que ofrece la web). Haciendo uso del BPA estimado (que se obtiene de forma similar al PER futuro) se puede calcular el precio objetivo al que debería cotizar la empresa, multiplicando este BPA estimado por su PER futuro. Así obtenemos el margen de rentabilidad que se obtendría con esa inversión a largo plazo (es un valor orientativo).

En tercer lugar, obtenemos la ratio de endeudamiento a partir de los datos de la deuda neta y el activo total de la compañía. Finalmente, señalamos la ROA de la empresa.

Hay que considerar que este estudio se realizó a principios de mayo y los datos que se usaron para obtener estos valores se publicaron a principios de año. Esto quiere decir que muy posiblemente los márgenes de rentabilidad que se hubieran obtenido habiéndose realizado antes este estudio, serían mayores ya que, en general, el mercado de valores ha subido su valor a lo largo del 2021.

³⁰ Ilustración 13. Elaboración propia.

4.3. Estudio para la selección de la cartera final de acciones

En este apartado se recoge toda la información del estudio de los fundamentales que se ha realizado para cada uno de los sectores con el fin de justificar la incorporación a nuestra cartera de acciones de una empresa de cada uno de estos sectores. De esta forma, sumando a las 3 empresas que ya fueron seleccionadas por sus enormes ventajas competitivas, ahora vamos a elegir una empresa de cada sector, es decir 7 empresas más, para tener un total de 10 compañías conformando nuestra cartera de acciones.

A continuación, se muestran por industria los resultados de los fundamentales:

- **INDUSTRIA DE LAS BEBIDAS**



Gráfico 11: Comparación del crecimiento de las ventas anuales en empresas de la industria de las bebidas

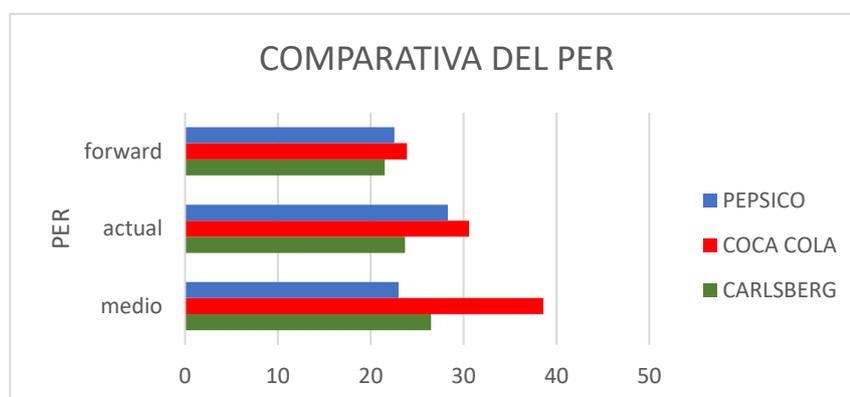


Gráfico 12: Comparación del PER en la industria de las bebidas

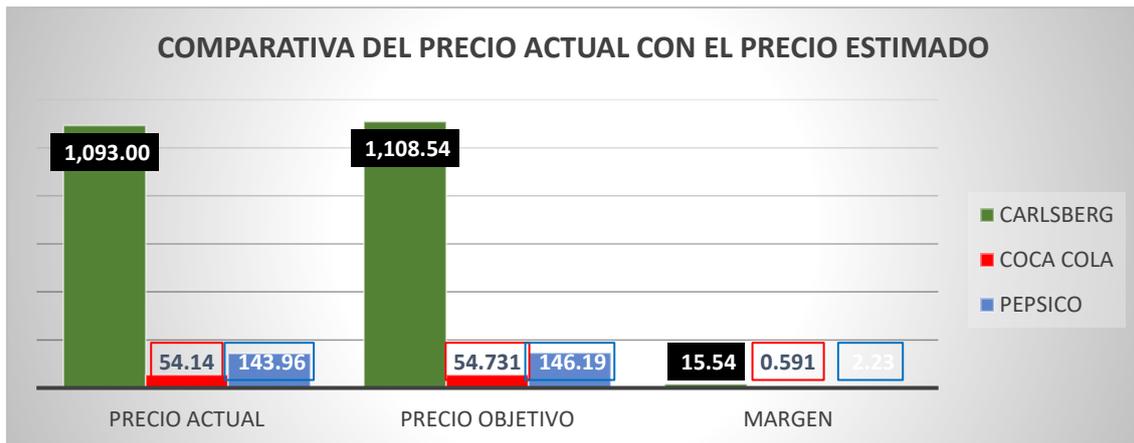


Gráfico 13: Comparación del precio actual de la compañía con su precio objetivo en la industria de las bebidas

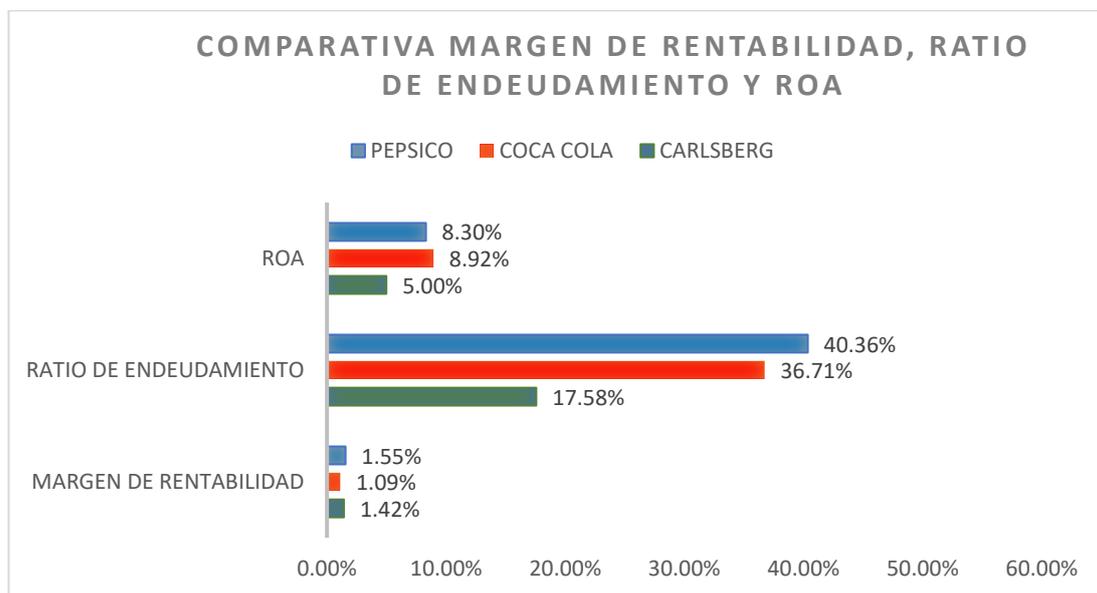


Gráfico 14: Comparación del margen de rentabilidad, ratio de endeudamiento y ROA en la industria de las bebidas

Los gráficos 11,12,13 y 14³¹ resumen los datos comparativos entre las empresas del sector de las bebidas. Grosso modo las tres empresas están en situaciones similares, con márgenes de rentabilidad esperados positivos, pero ningún valor significativamente alto, niveles de deuda aceptables, ROA bajos y crecimiento medio de las ventas en los últimos años muy bajos, incluso negativo en Coca Cola y Carlsberg, debido en gran parte al 2020 con la llegada de la pandemia.

Por estos motivos, la elección final es **PepsiCo** que, a pesar de presentar el nivel de deuda más alto, ha crecido en ventas todos los años y presenta un buen valor de la ROA.

³¹ Fuente: elaboración propia.

- SECTOR FINANCIERO

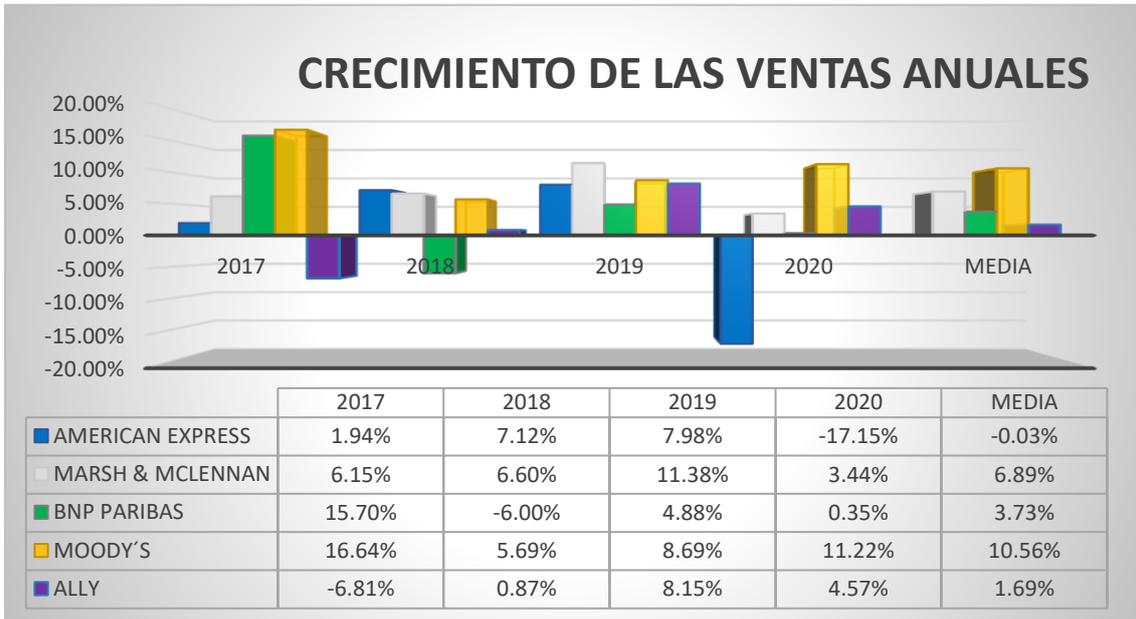


Gráfico 15: Comparación del crecimiento de las ventas anuales en empresas del sector financiero

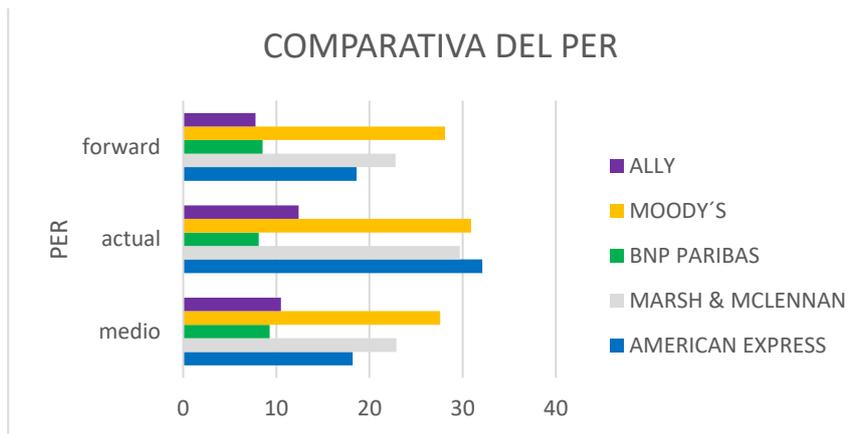


Gráfico 16: Comparación del PER entre empresas del sector financiero

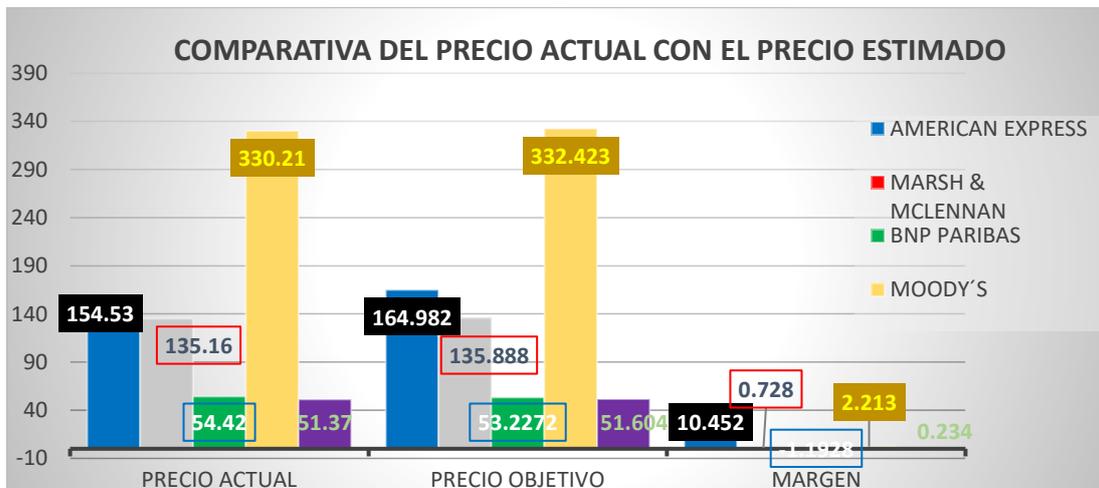


Gráfico 17: Comparación del precio actual de la compañía con su precio objetivo entre empresas del sector financiero

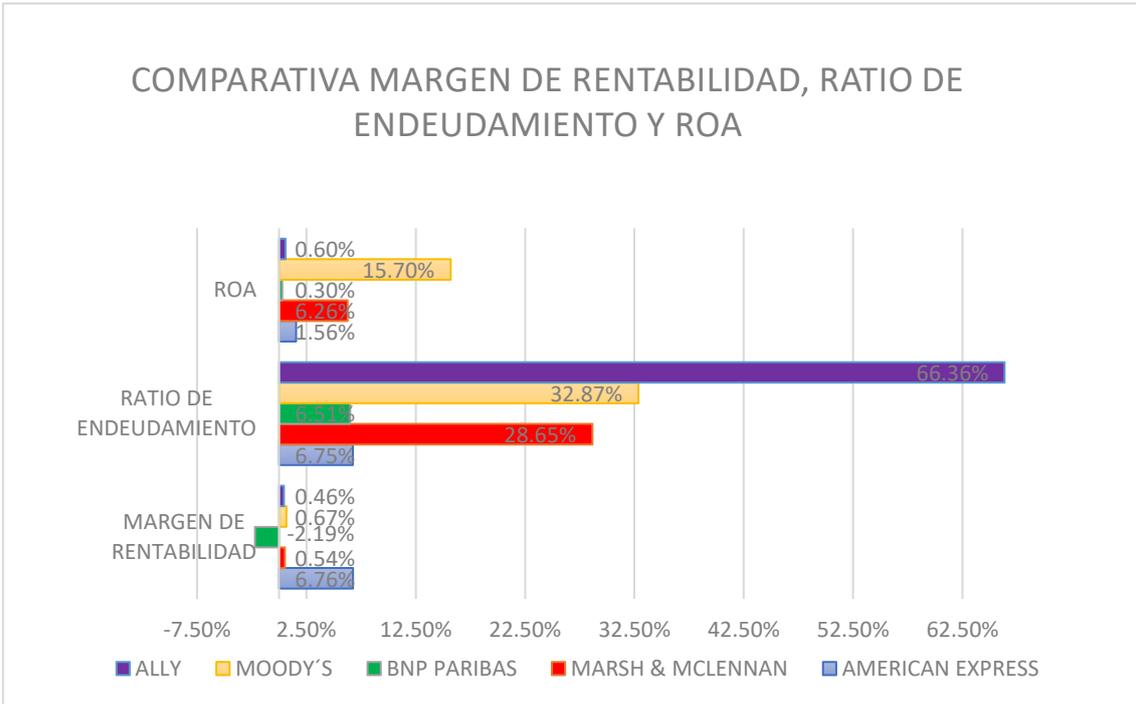


Gráfico 18: Comparación del margen de rentabilidad, ratio de endeudamiento y ROA entre empresas del sector financiero

Tras analizar los resultados de las 5 empresas mediante los gráficos 15,16,17 y 18³², seleccionaremos para nuestra cartera a **Moody's Corporation** por el crecimiento que ha conseguido en sus ventas en los últimos años, que destaca por encima del resto. Su nivel del PER es alto lo que refleja altas expectativas de crecimiento. Además, presenta la ROA más alta de entre las empresas financieras, lo que anima a pensar que, a pesar de su nivel de deuda que es aceptable, la compañía tiene margen para seguir mejorando.

³² Fuente: elaboración propia.

- SECTOR SANITARIO

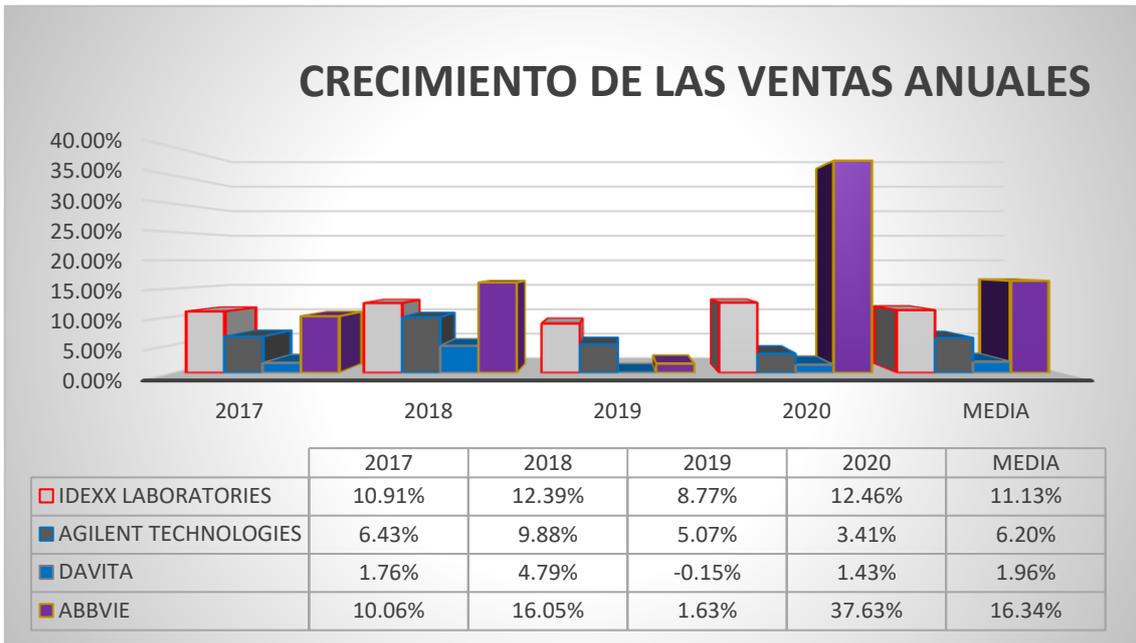


Gráfico 19: Comparación del crecimiento de las ventas anuales en empresas del sector sanitario

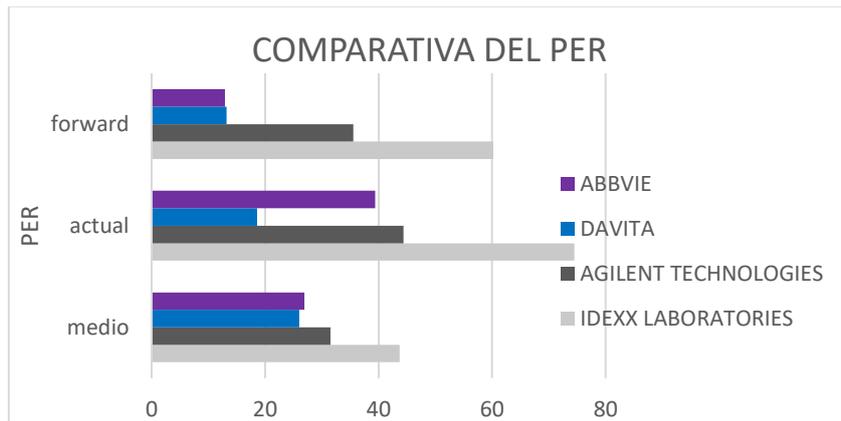


Gráfico 20: Comparación del PER entre empresas del sector sanitario

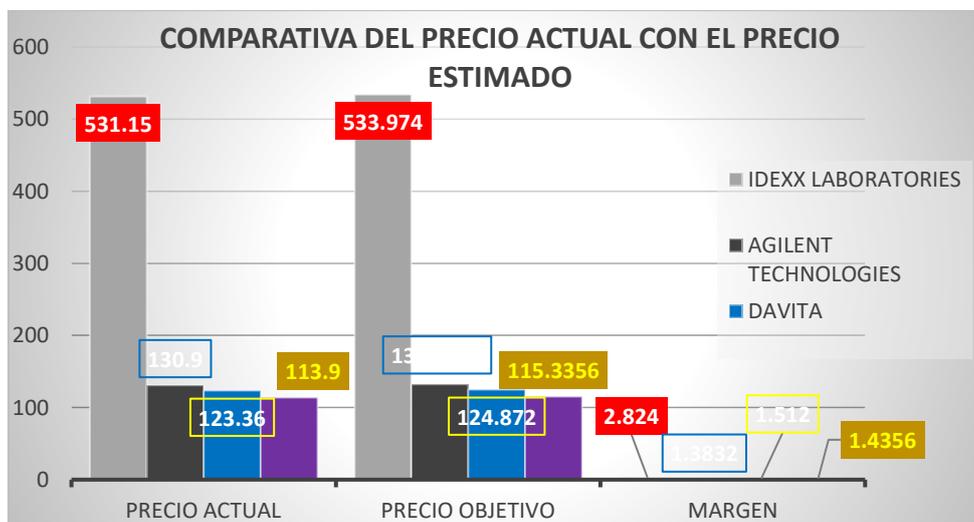


Gráfico 21: Comparación del precio actual de la compañía con su precio objetivo entre empresas del sector sanitario

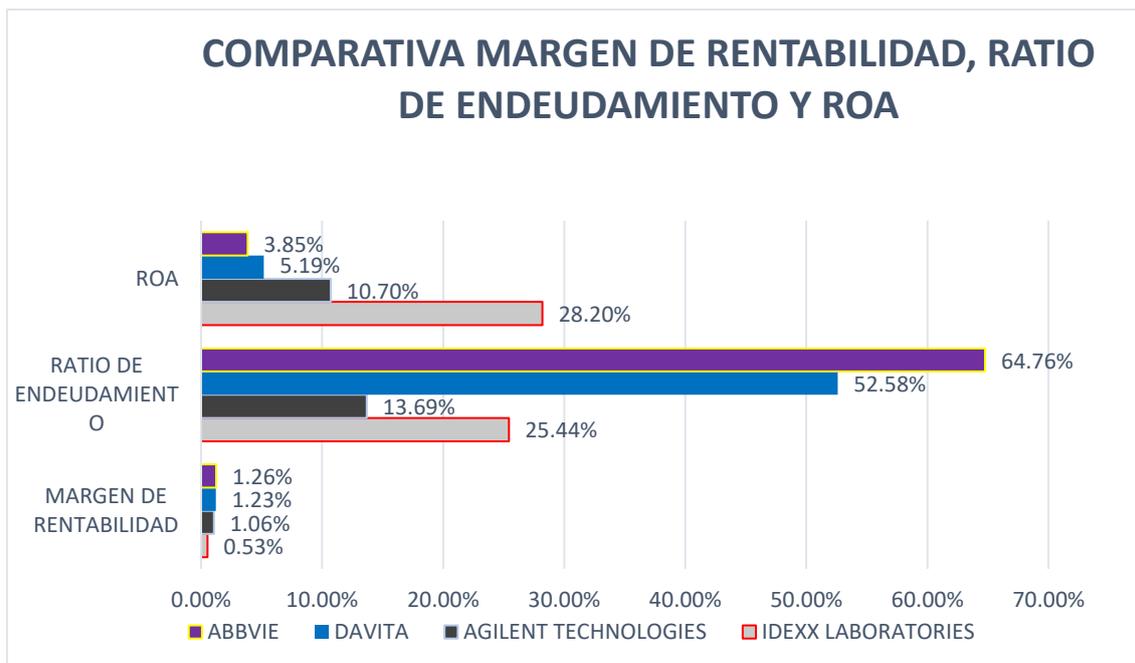


Gráfico 22: Comparación del margen de rentabilidad, ratio de endeudamiento y ROA entre empresas del sector sanitario

En los gráficos 19, 20, 21 y 22³³ se comparan empresas del sector sanitario. Cabe destacar el crecimiento que ha experimentado la compañía Abbvie. Sin embargo, no es muy aceptable el valor de deuda que presenta ni las expectativas de PER futuro que desciende significativamente. Por su parte, **Idexx Laboratories** es una compañía que ha venido creciendo a más de un 10% anual y su deuda es bueno, pero sobre todo gusta mucho la ROA, pues indica la gran proporción de activos que la empresa reinvierte, algo que favorece al crecimiento de la empresa. Por estos motivos será la empresa elegida para nuestra cartera entre las sanitarias.

³³ Fuente: elaboración propia.

- SECTOR TECNOLÓGICO

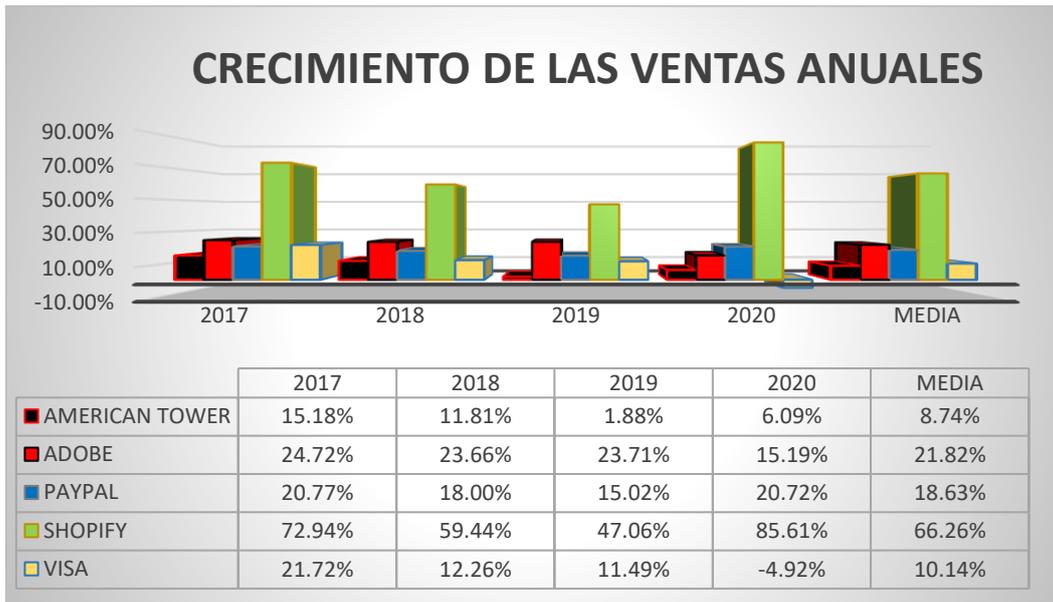


Gráfico 23: Comparación del crecimiento de las ventas anuales en empresas del sector tecnológico

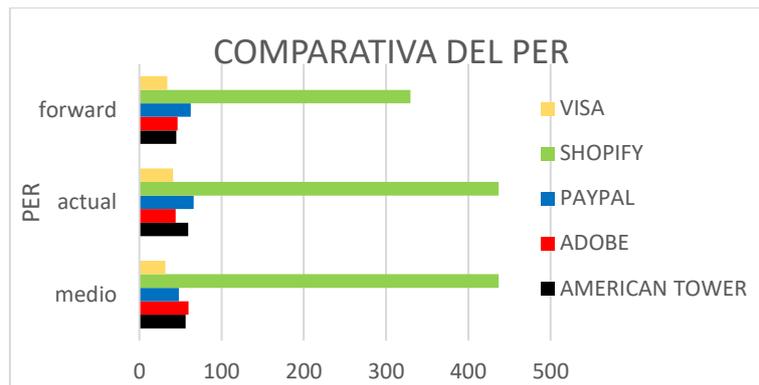


Gráfico 24: Comparación del PER entre empresas del sector tecnológico

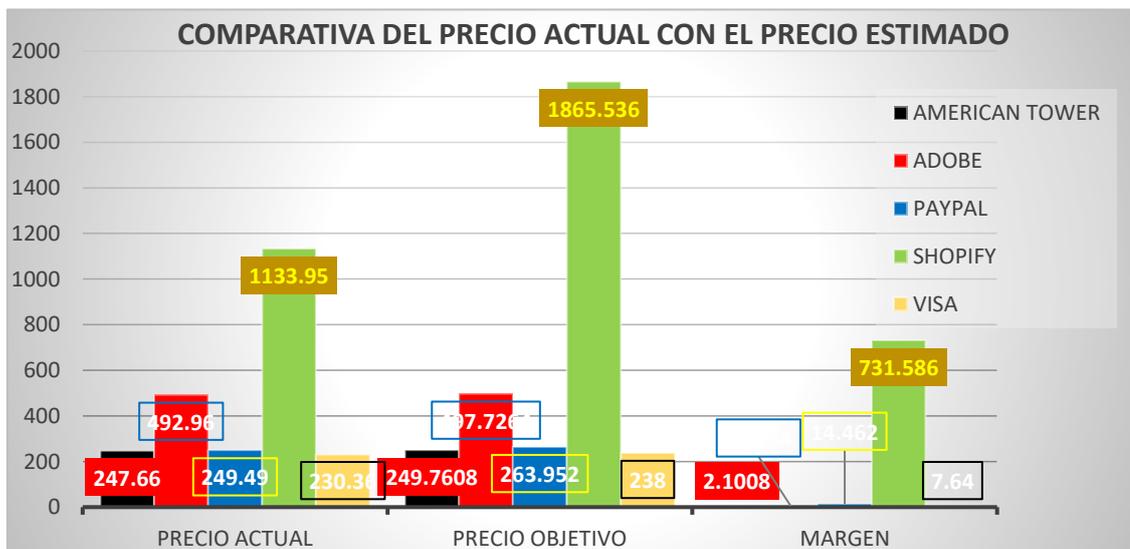


Gráfico 25: Comparación del precio actual de la compañía con su precio objetivo entre empresas tecnológicas

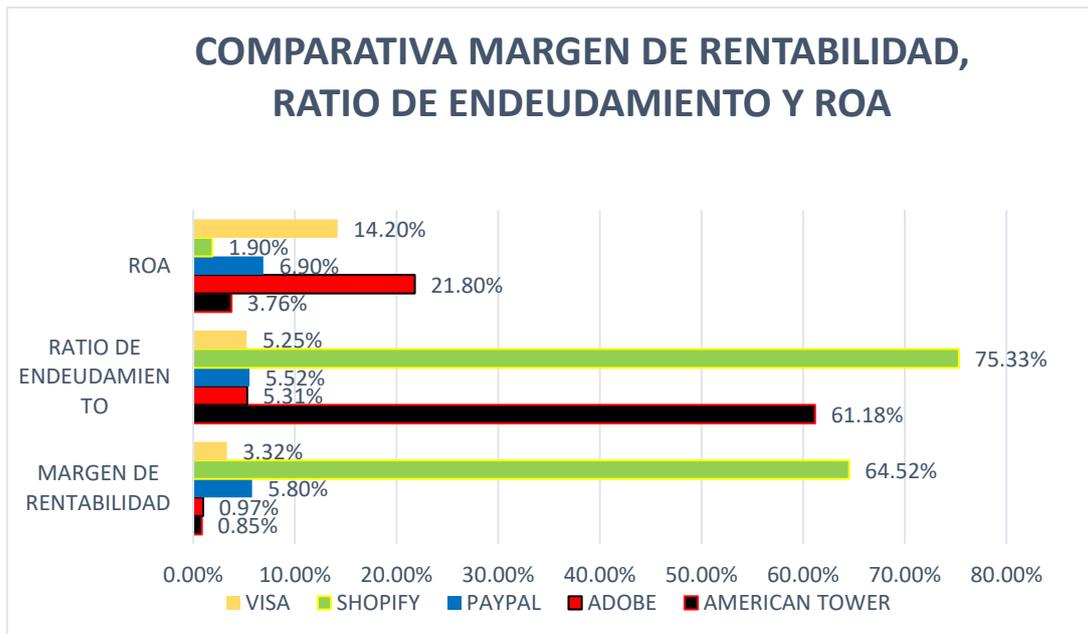


Gráfico 26: Comparación del margen de rentabilidad, ratio de endeudamiento y ROA entre empresas tecnológicas

Los gráficos 23, 24, 25 y 26³⁴ nos sirven para comparar las empresas tecnológicas. Como podemos observar, comparado a otros sectores este es el que crece a mayor ritmo en cuanto a ventas, con crecimientos positivos las 5 compañías que hemos analizado. Hay que señalar que la empresa WIX.com que inicialmente formaba parte del estudio ha sido excluida porque su valor del PER era negativo por haber registrado pérdidas en el último periodo fiscal, algo que nos impedía sacar conclusiones al igual que con el resto.

Dentro de estas compañías podemos encontrar una con un crecimiento en ventas y un retorno esperado asombrosos. Se trata de la compañía Shopify, cuya cotización se ha revalorizado casi un 4000% desde que la empresa salió a bolsa en 2016. A pesar de estos excelentes resultados, la empresa ha caído un 25% desde que alcanzó su máximo de cotización. Puede ser una fuerte corrección del mercado sobre una acción que está sobrevalorada que no sabemos cuándo acabará, aunque si la compañía sigue desempeñando el mismo crecimiento esta caída no tardará en rebotar y su precio seguirá creciendo. El nivel de la deuda y la ROA no son del todo atractivos, por eso vamos a ser conservadores y no vamos a decantarnos por Shopify en este estudio.

Seleccionaremos la compañía **Adobe**, la cual también ha crecido a un buen ritmo los últimos años y presenta una deuda y una ROA más atractivas.

³⁴ Fuente: elaboración propia.

- UTILITIES

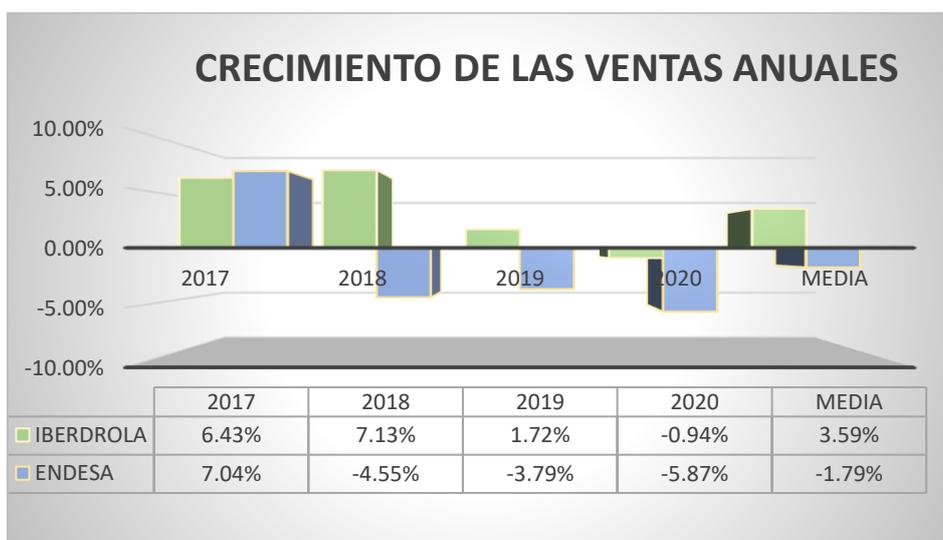


Gráfico 27: Comparación del crecimiento de las ventas anuales en empresas del sector servicios

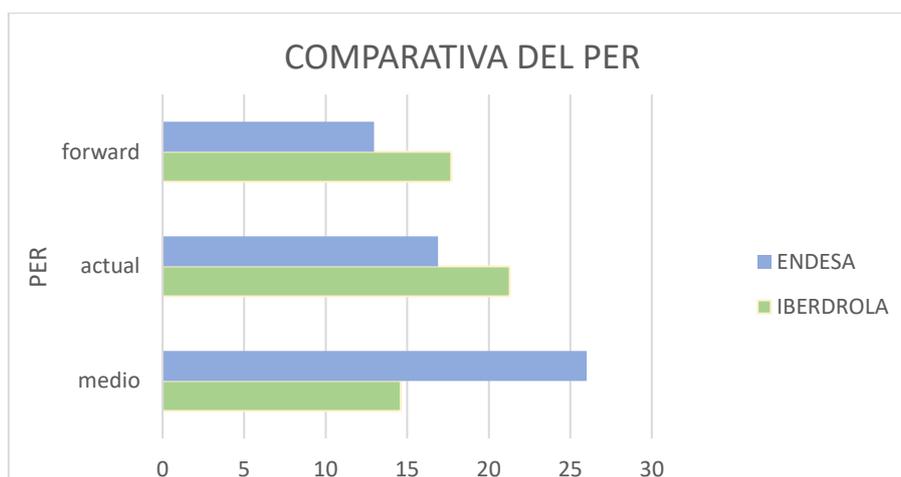


Gráfico 28: Comparación del PER entre empresas del sector servicios

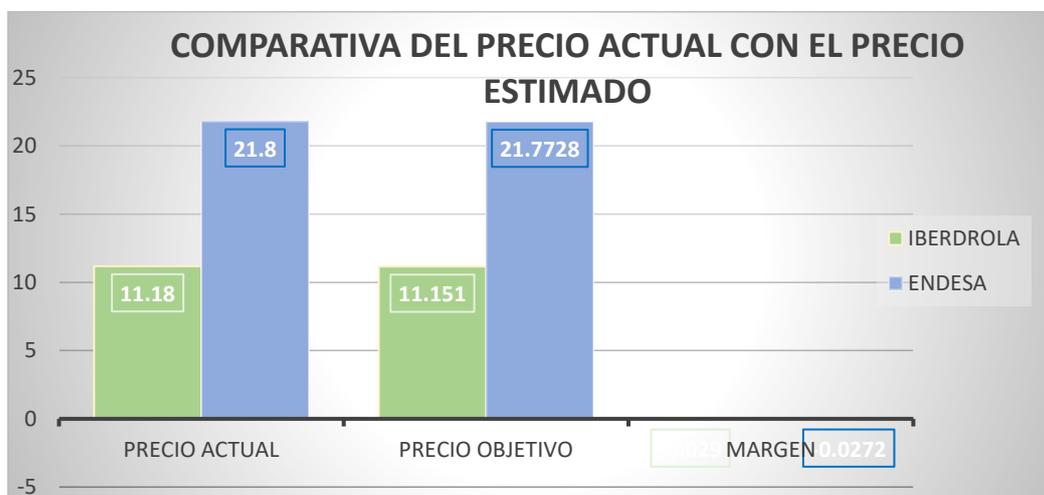


Gráfico 29: Comparación del precio actual de la compañía con su precio objetivo entre utilities

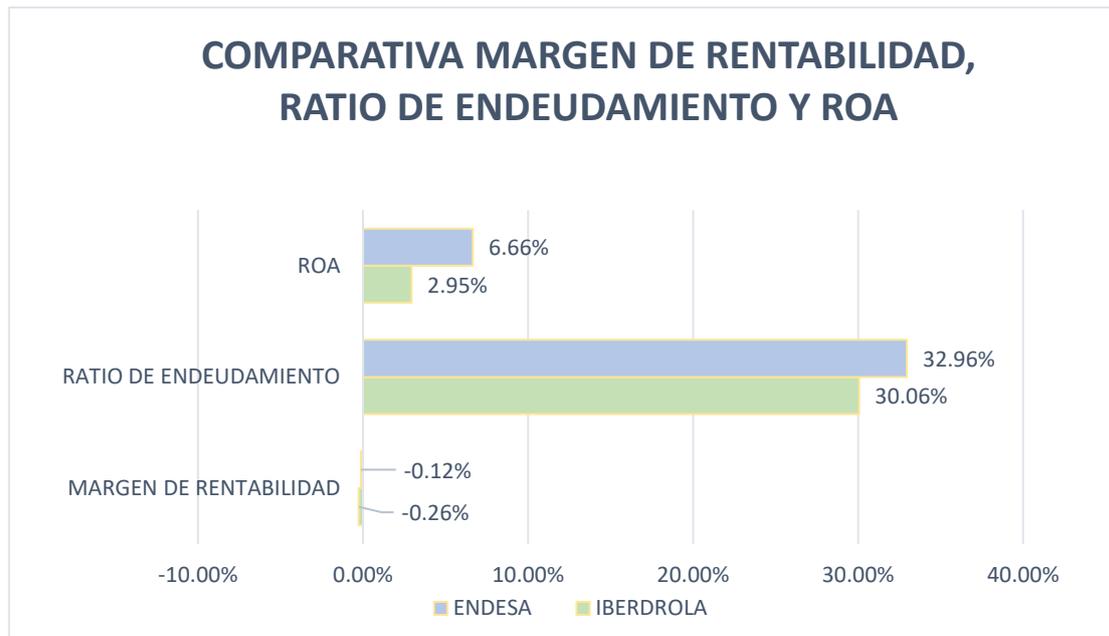


Gráfico 30: Comparación del margen de rentabilidad, ratio de endeudamiento y ROA entre utilities

Los gráficos 27, 28, 29 y 30³⁵ comparan a Endesa e Iberdrola. Por el mismo motivo que antes excluimos a la compañía WIX, ahora también SSE queda excluida del estudio.

En vista de los resultados obtenidos, ninguna de estas dos empresas resulta atractiva en cuanto a inversiones pues poseen márgenes negativos y el crecimiento de las ventas ha sido muy bajo en el caso de Iberdrola y negativo para Endesa en los últimos años. Por otra parte, presentan niveles de deuda similares y Endesa es la que tiene mejor valor de la ROA.

Para justificar la elección se ha recurrido al retorno que han dado las compañías a largo plazo (últimos 5 años), siendo del 13% anual en el caso de Iberdrola y del 4% anual en Endesa. Por esta razón, nos quedaremos con **Iberdrola** para sumar una compañía más a nuestra cartera.

³⁵ Fuente: elaboración propia

- **COMERCIO WEB**

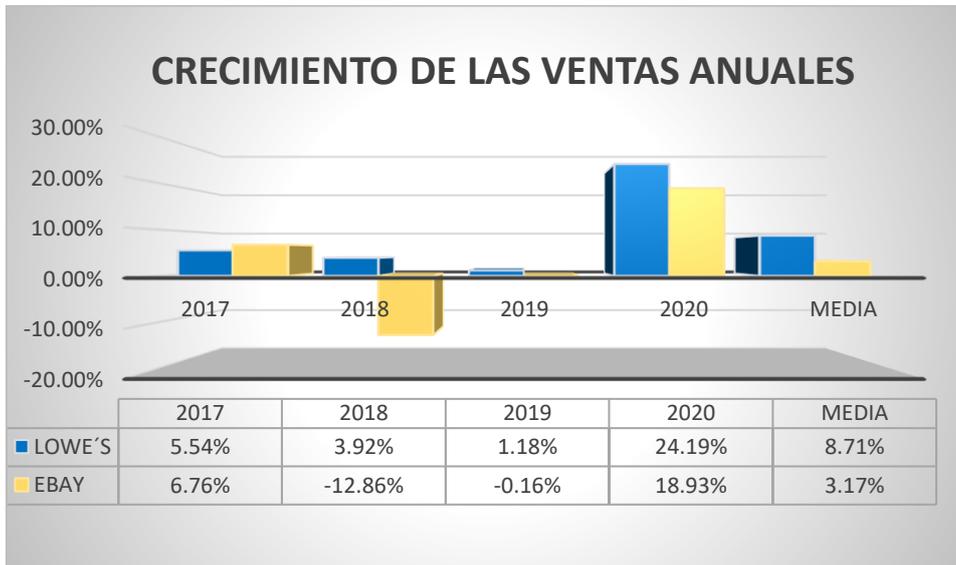


Gráfico 31: Comparación del crecimiento de las ventas anuales en empresas dedicadas comercio electrónico

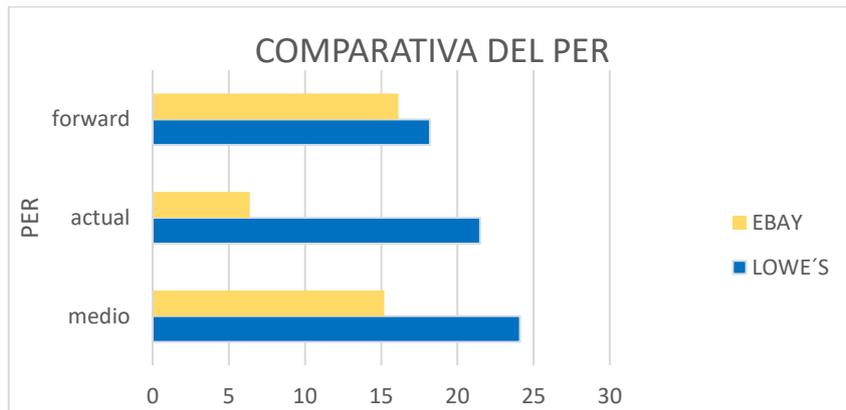


Gráfico 32: Comparación del PER entre empresas dedicadas comercio electrónico

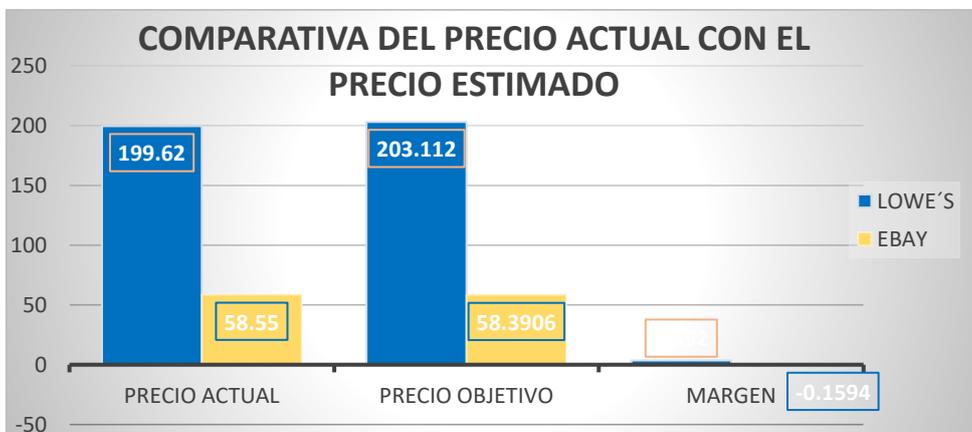


Gráfico 33: Comparación del precio actual de la compañía con su precio objetivo en empresas de comercio electrónico

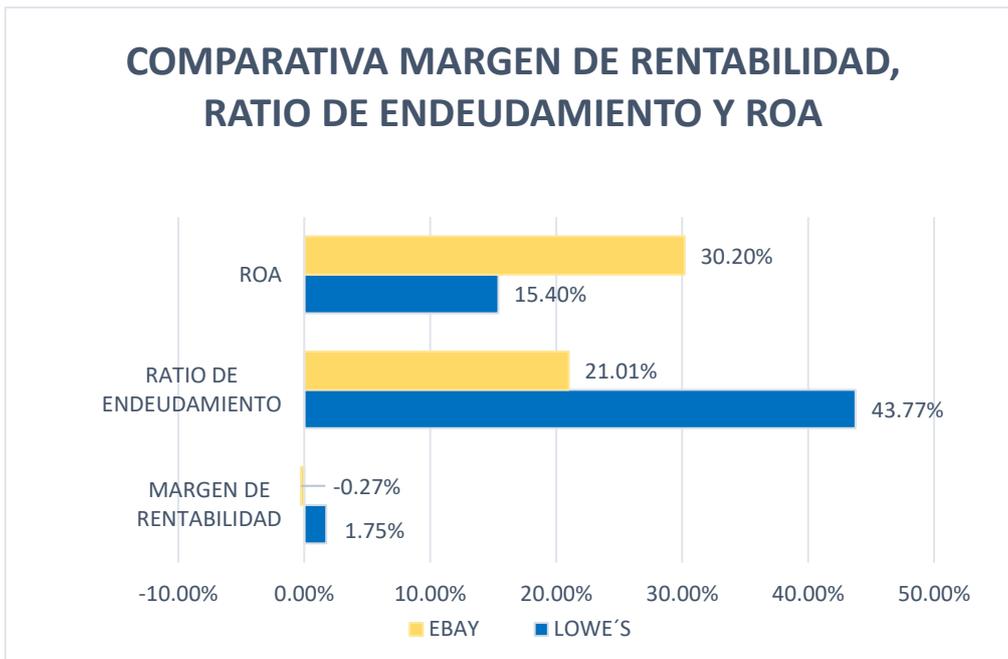


Gráfico 34: Comparación del margen de rentabilidad, ratio de endeudamiento y ROA en empresas de comercio electrónico

En el caso del sector de comercio electrónico también se ha tenido que excluir una compañía por presentar un PER negativo, en este caso ha sido Mercadolibre.

De esta forma los gráficos 31, 32, 33 y 34³⁶ comparan Ebay y Lowe's Company. Ambas han crecido en cuanto a ventas en los últimos años y tienen un PER inferior a su medio con una perspectiva de futuro muy buena para Ebay en cuyo caso el PER futuro es superior al actual, a pesar de tener un margen esperado negativo. Los valores de deuda y de la ROA son muy buenos lo que decanta la balanza a favor de **Ebay** como elegida entre las dos.

³⁶ Fuente: elaboración propia.

- **SECTOR ALIMENTICIO**

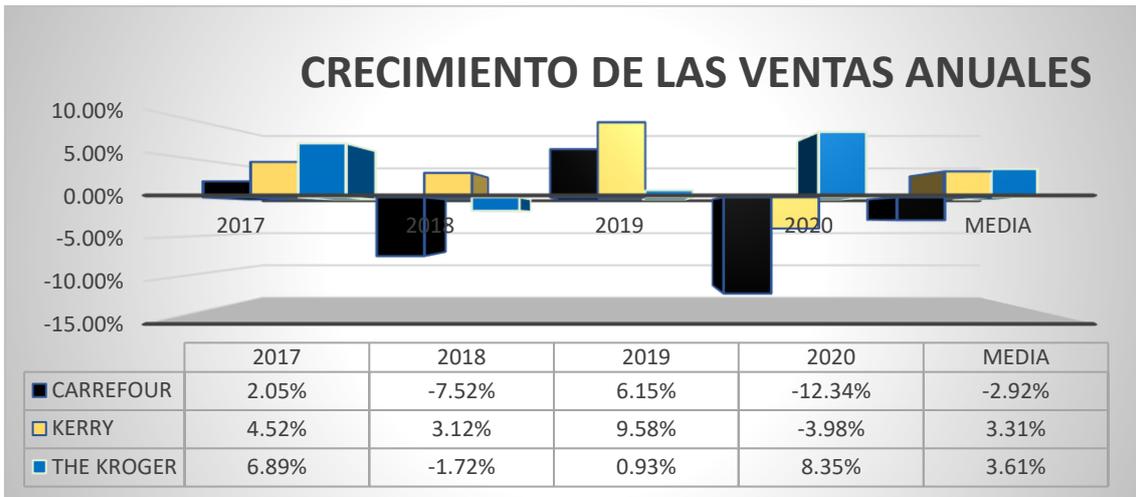


Gráfico 35: Comparación del crecimiento de las ventas anuales en empresas del sector alimenticio

Gráfico 36: Comparación del crecimiento de las ventas anuales en empresas del sector alimenticio

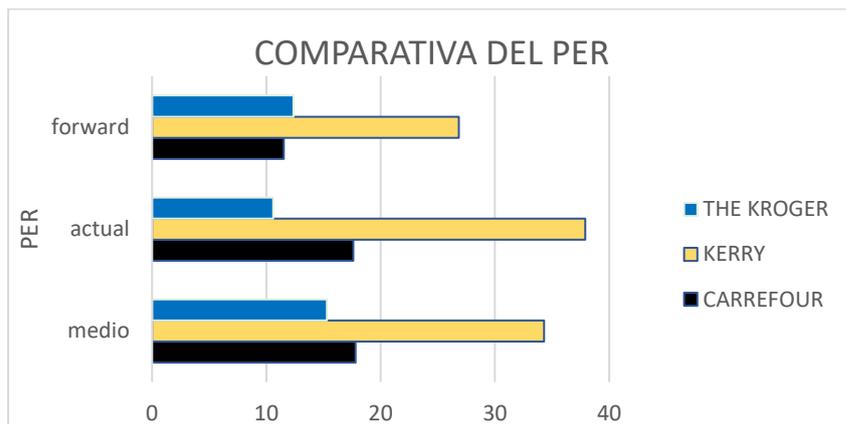


Gráfico 37: Comparación del PER entre empresas dedicadas del sector alimenticio

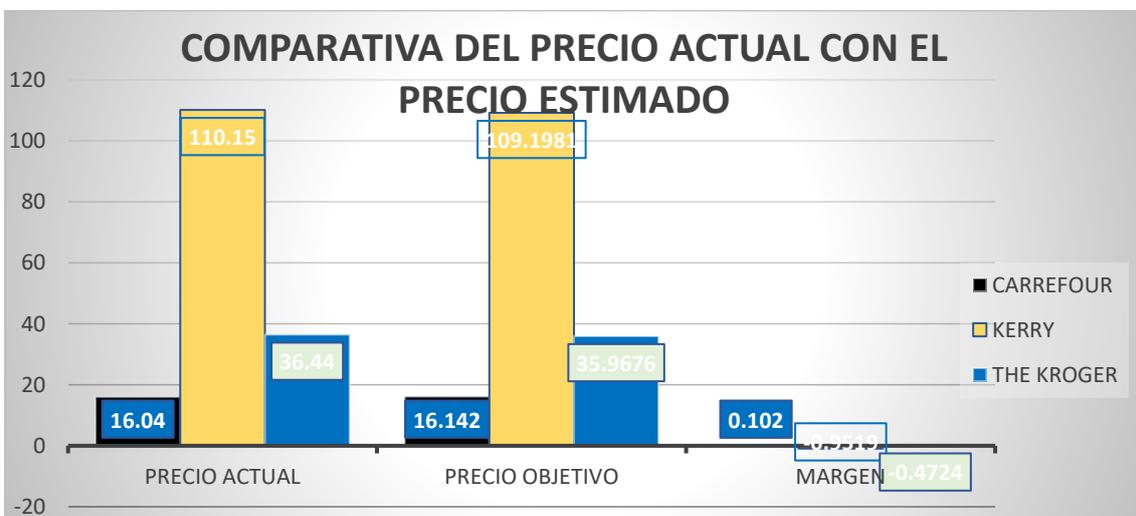


Gráfico 38: Comparación del precio actual de la compañía con su precio objetivo en empresas alimenticias

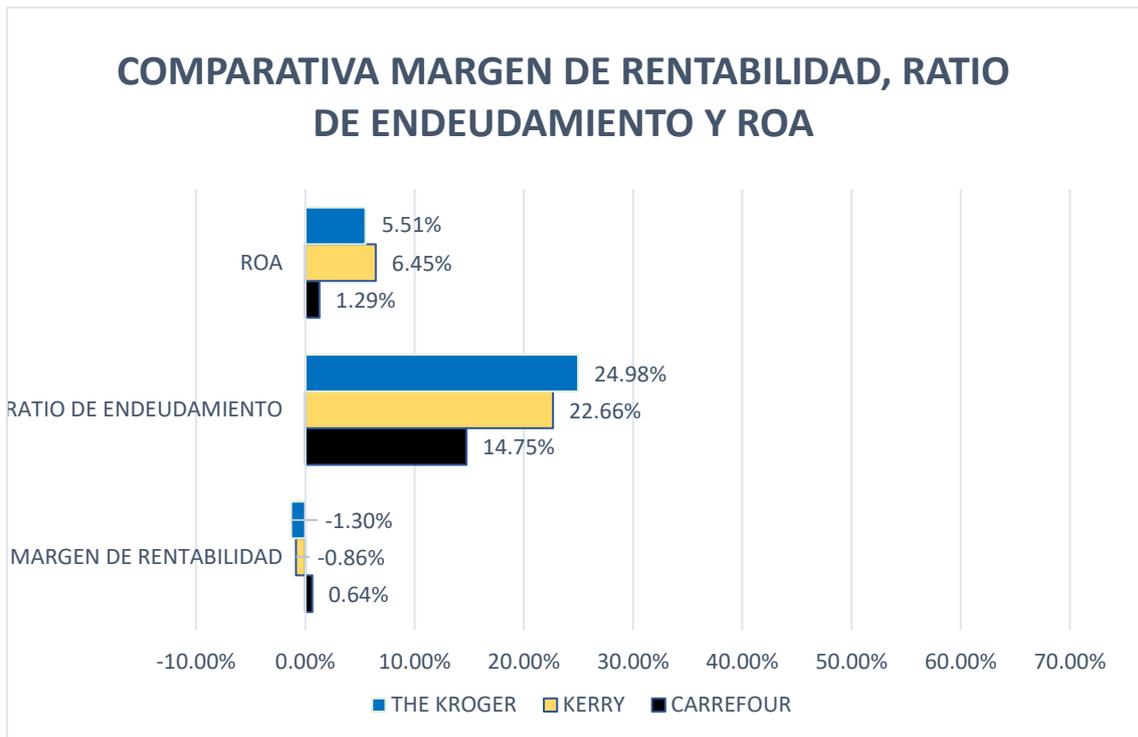


Gráfico 39: Comparación del margen de rentabilidad, ratio de endeudamiento y ROA en empresas alimenticias

Analizamos el último sector económico a través de los gráficos 35, 36, 37 y 38³⁷. Cabe destacar que este tipo de empresas se conocen como defensivas. Esto tipo de empresas se caracterizan por tener unos ingresos muy estables a lo largo del tiempo, lo que implica que no van a experimentar un crecimiento excesivamente remarcable, pero sí son empresas muy resistentes a ciclos económicos de crisis, esto implica que en periodos de recesión suelen aguantar bien la presión bajista que ejerce el propio mercado.

En cuanto a la selección de una de las tres empresas que se comparan, es una decisión compleja dada la similitud de los datos que presentan entre ellas. De Kerry no gusta el PER tan elevado que tiene en comparación a las otras. Por su parte, Carrefour ha presentado malos resultados en cuanto a ventas en el año 2020 por lo que también queda descartada.

Por todo esto, la compañía seleccionada es **The Kroger**. Ha crecido a más del 3% anual en sus ventas, tiene un PER actual inferior a su medio, lo que puede ser señal de que está infravalorada y posee deuda y ROA aceptables.

³⁷ Fuente: elaboración propia.

Finalizado el estudio, se muestra a continuación la cartera final de acciones que vamos a optimizar mediante un modelo que maximice la rentabilidad esperada y minimice el riesgo:

N.º	TICKER	NOMBRE	INDUSTRIA	RATING
1	PEP	PepsiCo	Bebidas	AA
2	MCO	Moodys Corporation	Servicios financieros	A
3	IDXX	Idexx Laboratories	Equipamiento y suministros de atención sanitaria	AA
4	MSFT	Microsoft Corporation	Software y servicios	AAA
5	ADBE	Adobe	Software y servicios	AA
6	AAPL	Apple	Tecnología, hardware, almacenamiento y periféricos	BBB
7	IBE	Iberdrola SA	Sector servicios	AAA
8	EBAY	Ebay	Comercio electrónico, minorista y alejamiento web	A
9	AMZN	Amazon.com	Comercio electrónico, minorista y alejamiento web	BBB
10	KR	The Kroger Co	Supermercados	A

Tabla 3: Compañías que conforman la cartera de inversión

El resultado final es una cartera de acciones formada por empresas cuya valoración a través de los fundamentales es buena. Además, todas cumplen el requisito principal: el cumplimiento de los criterios ASG situándose por encima de la media. Por último, se cumple también el objetivo de repartir las compañías en distintos sectores, con una presencia de hasta 7 sectores diferentes.

5. CASO DE ESTUDIO

5.1. Modelo de Markowitz

Una vez que hemos definido una lista previa de empresas que, a priori, esperamos en el largo plazo sus acciones experimenten un crecimiento positivo, vamos a emplear el modelo de Markowitz para realizar varias simulaciones según distintos escenarios de rentabilidad y riesgo. De esta manera vamos a ser capaces de construir un modelo matemático basado en la teoría de Markowitz y, mediante su optimización, obtendremos los pesos o porcentaje del capital invertido que debemos asignar a cada acción en la cartera para cada determinado nivel de riesgo y rentabilidad.

Harry Markowitz presentó su modelo en 1952 revolucionando el mundo financiero mediante el concepto de cartera eficiente. Según Markowitz, el proceso de selección de una cartera de inversiones está formado por dos etapas. La primera de ellas correspondiente al estudio previo que se ha realizado durante el punto 4 comienza con la observación y la experiencia, y culmina con la selección según las expectativas de crecimiento futuro. La segunda etapa, comienza por extrapolar numéricamente las expectativas de comportamiento futuro y finaliza por la selección de la cartera.

Realizada en el capítulo cuarto la primera etapa del proceso, el modelo de Markowitz se centra fundamentalmente en esta segunda etapa del proceso de selección de una cartera de inversiones.

El concepto clave del modelo se basa en la frontera de eficiencia de Markowitz, la cual está compuesta por el conjunto de activos cuyo retorno esperado es el más alto para un determinado nivel de riesgo.

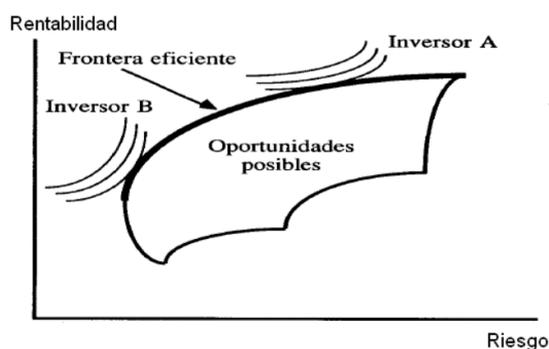


Ilustración 14: Representación gráfica de la obtención de una cartera eficiente según el modelo de Markowitz

Como se aprecia en la ilustración 14³⁸, el conjunto de combinaciones admisibles está representado en la curva cerrada que aparece en el gráfico donde la frontera eficiente está formada por aquellos puntos que para un mismo nivel de riesgo proporcionan mayor rentabilidad, o que para una misma rentabilidad esperada el riesgo es menor.

Según el perfil del inversor y la aversión al riesgo, éste puede optar por ser de tipo A, el cual asumirá mayor riesgo para lograr mejores rentabilidades, o por adoptar la postura B más conservadora donde el riesgo es mínimo a cambio de renunciar a una mayor rentabilidad esperada.

- **Medición de la rentabilidad**

La rentabilidad esperada de cada acción vendrá determinada por su esperanza matemática o media:

$$\bar{R}_i = \frac{\sum_{t=1}^T R_{it}}{T}$$

\bar{R}_i : *rendimiento esperado de la acción i*

R_{it} : *rendimiento de la acción i en el periodo t*

T : *número total de periodos*

$$\bar{R}_c = \sum_{i=1}^{10} w_i \cdot \bar{R}_i$$

\bar{R}_c : *rendimiento esperado de la cartera*

w_i : *peso o porcentaje del capital invertido en la acción i*

De esta forma para el conjunto de 10 empresas seleccionado, se ha extraído el histórico de sus cotizaciones semanales durante los últimos 3 años³⁹ y se ha obtenido el valor medio de las rentabilidades obtenidas entre periodo y periodo.

³⁸ Ilustración 17. Enciclopedia financiera:

<http://www.encyclopediainanciera.com/gestioncarteras/modelomarkowitz.htm>

³⁹ Desde el perfil de inversor que venimos definiendo a lo largo del proyecto, se ha considerado que conocer la variación del precio de cotización de las empresas de cada semana durante los últimos 3 años sería suficientemente significativo para sacar conclusiones acertadas de cara a invertir a largo plazo (aproximadamente 5 años).

- **Medición del riesgo**

Por su parte, el riesgo de la cartera es posible medirlo mediante la volatilidad asociada al comportamiento de cada acción. La forma de cuantificar esta volatilidad será mediante el cálculo de la desviación típica, que se obtiene a partir de las variaciones de las rentabilidades obtenidas entre periodo y periodo:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{t=1}^T (R_{it} - \bar{R}_i)^2}{T}$$

σ^2 : *varianza*

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^T (R_{it} - \bar{R}_i)^2}{T}}$$

σ : *desviación típica*

Conocidas las medidas de rentabilidad esperada y riesgo de cada acción, se podrían comparar por pares para tomar la decisión sobre la inversión:

- Si $R_i = R_j$ y $\sigma_i < \sigma_j$: para una misma rentabilidad esperada es preferible decantarse por la acción i porque es menos arriesgada que la acción j.
- Si $R_i > R_j$ y $\sigma_i = \sigma_j$: para un mismo nivel de riesgo, será preferible seleccionar la empresa que tenga mayor rentabilidad esperada, en este caso elegiríamos la acción i antes que la j.
- Si $R_i > R_j$ y $\sigma_i < \sigma_j$: indudablemente nos decantaríamos por la acción i porque conlleva más rentabilidad y menos riesgo que la j.
- Si $R_i > R_j$ y $\sigma_i > \sigma_j$: en este caso la decisión no es trivial y nos decantaremos por una acción u otra según la aversión al riesgo del inversor. Optará por la acción i si prefiere alcanzar una mayor rentabilidad a pesar del riesgo que conlleva, o elegirá la acción j si decide ser más conservador y renunciar a la rentabilidad que le ofrece la acción i por una acción menos arriesgada como la j.

La selección entre acciones para los casos anteriores serviría para decantarnos por una sola acción. Sin embargo, el requisito básico para disminuir el riesgo de una inversión es

la diversificación de las acciones. Para diversificar nuestra cartera, necesitaremos un método para determinar el riesgo que conlleva seleccionar una acción y combinarla con otras. Emplearemos para dicho fin la covarianza:

$$\sigma_{ij} = \frac{\sum_{t=1}^T (R_{it} - \bar{R}_i) \cdot (R_{jt} - \bar{R}_j)}{T}$$

σ_{ij} : covarianza entre la acción i y la acción j

- Si $\sigma_{ij} > 0$: el comportamiento de las acciones i y j se mueve en la misma dirección, es decir, combinar ambos puede mejorar o empeorar el resultado final de la cartera.
- Si $\sigma_{ij} < 0$: las acciones i y j se comportan de manera contraria cuando se combinan, compensando una el peso de la otra. Una aporta una mejora en el resultado y la otra contrarresta el efecto empeorando el resultado.
- Si $\sigma_{ij} = 0$: no tiene por qué ser exactamente cero, pero cuando la covarianza tiende a cero, existe poca relación entre las acciones i y j.

Con estos estadísticos podemos representar la varianza de una cartera con 10 acciones de la siguiente forma:

$$\sigma_c^2 = \sum_{i=1}^{10} \sum_{j=1}^{10} w_i \cdot w_j \cdot \sigma_{ij}$$

σ_c^2 : varianza de la cartera

A partir de la varianza se puede medir el riesgo del portafolio mediante la desviación típica:

$$\sigma_c = \sqrt{\sum_{i=1}^{10} \sum_{j=1}^{10} w_i \cdot w_j \cdot \sigma_{ij}}$$

σ_c : desviación típica de la cartera

Conocidas las variables que emplearemos para medir rentabilidad y riesgo, podemos establecer el enfoque particular para modelar el problema de optimización según la teoría de Markowitz, definiéndose el siguiente modelo matemático:

$$\text{Minimizar } \sigma_c^2 = \sum_{i=1}^{10} \sum_{j=1}^{10} w_i \cdot w_j \cdot \sigma_{ij} \text{ [FUNCIÓN OBJETIVO]}$$

s. a:

$$\bar{R}_i = \frac{\sum_{t=1}^T R_{it}}{T} \quad \forall i \in \text{cartera final de acciones} \text{ [R1]}$$

$$\sigma_{ij} = \frac{\sum_{t=1}^T (R_{it} - \bar{R}_i) \cdot (R_{jt} - \bar{R}_j)}{T} \quad \forall i, j \in \text{cartera final de acciones} \text{ [R2]}$$

$$\sum_{i=1}^{10} w_i = 1 \quad \forall i \in \text{cartera final de acciones} \text{ [R3]}$$

$$0 \leq w_i \leq CS \quad \forall i \in \text{cartera final de acciones} \text{ [R4]}$$

$$\sum_{i=1}^{10} \bar{R}_i \cdot w_i \geq GROWTH \quad \forall i \in \text{cartera final de acciones} \text{ [R5]}$$

Comentarios del modelo matemático:

FO → Para evaluar la función objetivo trataremos de minimizar el riesgo asociado a la combinación de acciones de la cartera a través de la varianza.

Restricción 1 → Asociada al cálculo de los rendimientos medios de cada empresa.

Restricción 2 → Asociada al cálculo de las covarianzas entre la variabilidad de las acciones de cada empresa.

Restricción 3 → La suma de los pesos de las empresas en las que invirtamos nuestro capital tiene que ser igual a 1.

Restricción 4 → El valor de los pesos está comprendido entre 0 y una cota superior (CS) que consideremos oportuna y que no puede ser mayor que 1.

Restricción 5 → A partir de esta restricción establecemos una cota inferior de la rentabilidad que deseamos obtener en la cartera mediante la variable GROWTH.

Todas las variables que integran el modelo son reales y positivas. De esta forma, las variables de entrada del modelo son: la cota superior para los pesos, el GROWTH, las rentabilidades y las covarianzas. Las variables de salida serán los pesos, que nos indicarán en qué proporción debemos invertir en cada empresa, y la varianza de la cartera, que es la función objetivo, con la que determinaremos el riesgo. A partir de los pesos, se podrá calcular el rendimiento esperado de la cartera.

5.2. Implementación del modelo matemático en Lingo

En este subcapítulo se detallará el procedimiento que se ha seguido para la implementación del modelo en Lingo, cómo se han calculado las variables de entrada del modelo y cómo se obtienen los resultados a partir del software. (Nota⁴⁰)

La programación del modelo en Lingo es la siguiente:

```
MODEL:
Title Modelo de Markowitz;

!Definimos los conjuntos;
SETS:
    accion/1..10/: RENT, CS, w;

    COVMAT(accion, accion): V;
ENDSETS

DATA:
! Capturamos los valores de los conjuntos;

! Rentabilidad esperada de cada activo;
RENT = .37   .54   .74   .69   .53   .76   .49   .43   .54   .38;

! Limite superior para los pesos de cada accion;
CS   = .99   .99   .99   .99   .99   .99   .99   .99   .99   .99;

! Matriz de covarianzas;
V = @OLE('Markowitz.xlsx','matriz_covarianzas');

! Rentabilidad deseada de la cartera;
GROWTH = 0.2;

! Introducimos los valores de los pesos obtenidos en el Excel;
@OLE('Markowitz.xlsx','pesos') = w;
ENDDATA
```

⁴⁰ Todas las tablas y gráficos que se muestran en este capítulo y en el capítulo siguiente (5.3) son de elaboración propia.

```

! MODELO MATEMATICO;

! Minimizar el riesgo a partir de la varianza;
[FO] MIN = @SUM( COVMAT( I, J):
                V( I, J) * w( I) * w( J));

! La suma de los pesos debe ser igual a 1;
@SUM( accion: w) = 1;

! Que el peso invertido en cada activo no sobrepase las cotas
superiores;
@FOR( accion: @BND( 0, w, CS));

! Que la combinacion obtenida supere la rentabilidad deseada de la
cartera;
@SUM( accion: RENT * w) >= GROWTH;

END

```

Comentarios de la programación del modelo en LINGO:

- En primera instancia, se definen los conjuntos. Definimos un conjunto denominado *accion* que tendrá tamaño 10, al que se le asocian las variables RENT (rentabilidades), CS (cota superior) y w (pesos), también de tamaño 10. Se define también el conjunto COVMAT, una matriz de tamaño *accion x accion*, es decir, de tamaño 10x10, al que se le asocia la variable V (varianza).
- Después, se rellenan los datos de los conjuntos. Manualmente asignamos los valores de las rentabilidades y de las cotas superiores. Para darle libertad al modelo se ha permitido hasta un 0,99 del peso de la cartera a cada activo, pero si optamos por un grado de diversificación mayor se le podría asociar un valor de la cota superior más pequeño.
La matriz de covarianzas representada por la variable V en el modelo se rellena a partir de una instrucción que enlaza el software con el Excel.
Para terminar, asignamos un valor inicial de la variable GROWTH de 0.2, el cual iremos modificando para cada iteración, y codificamos otra instrucción para devolver al Excel el valor de los pesos que se obtengan cuando se ejecute Lingo.
- Por último, se introduce el modelo matemático. En color verde están comentadas todas las restricciones y la función objetivo del modelo matemático.

Para la obtención de las variables de entrada, en primer lugar, se realizó una extracción desde Yahoo finanzas de las cotizaciones semanales de las empresas desde el 14 de

mayo de 2018 hasta el 10 de mayo de 2021. A continuación, se muestra la tabla con las cotizaciones entre periodo y periodo:

Fecha	PepsiCo	Moody's Corp	Idexx Laborat	Microsoft Co	Adobe	Apple	Iberdrola SA	Ebay	Amazon.com	The Kroger Co
10/05/2021	146,589996	333,400421	530,070007	247,578308	486,559998	127,449997	11,47	60,675919	3222,8999	37,0172
03/05/2021	145,559998	333,859528	544,26001	251,878387	488,730011	129,989212	11,52	59,599182	3291,61011	37,544594
26/04/2021	144,160004	326,084442	548,98999	251,59903	508,339996	131,237091	11,235	55,621254	3467,41992	36,360443
19/04/2021	145,830002	327,102509	559,099976	260,54837	515,840027	134,092239	11,695	60,725765	3340,87988	37,166462
12/04/2021	144,160004	321,383484	535	260,139313	525,080017	133,93251	11,585	64,733604	3399,43994	36,927643
05/04/2021	142,570007	313,688232	502,880005	255,26059	504,040009	132,774475	11,51	62,281048	3372,19995	37,594349
29/03/2021	141,279999	305,723511	486,359985	241,791687	483,339996	122,791428	11,035	62,919113	3161	35,773342
22/03/2021	142,699997	303,537689	480,220001	235,935196	469,089996	121,004463	10,975	60,646011	3052,03003	37,04705
15/03/2021	134,5	287,238983	484,880005	229,819336	441,5	119,78653	10,895	59,549335	3074,95996	35,226048
08/03/2021	133,039993	291,081604	497,75	235,206879	444,299988	120,824768	10,75	55,631222	3089,48999	35,285748
01/03/2021	131,976181	286,889648	499,700012	231,066452	440,829987	121,214104	10,185	53,597389	3000,45996	34,27076
22/02/2021	128,166611	273,747437	520,169983	231,84465	459,670013	121,054382	10,425	56,071655	3092,92993	32,05172
15/02/2021	131,460297	279,254456	544,130005	239,862411	479,119995	129,64978	10,51	61,597328	3249,8999	33,852825
08/02/2021	132,809525	277,511749	544,080017	243,863937	498,839996	135,140442	10,805	62,620968	3277,70996	33,602245
01/02/2021	139,843369	275,818817	502,640015	241,086761	492,119995	136,324387	11,25	61,845783	3352,1499	32,81044
25/01/2021	135,488144	265,15332	478,679993	230,893845	476,69989	131,539673	11,185	56,161098	3206,19995	34,14661
18/01/2021	137,492142	265,591492	492,859985	224,911453	472,440002	138,627029	11,66	56,111408	3292,22998	33,21624
11/01/2021	140,269958	265,541687	489,459991	211,672577	458,079987	126,735023	11,753701	55,077827	3104,25	33,354805
04/01/2021	143,037857	279,045349	513,200012	218,61055	485,100006	131,629379	12,335714	54,143635	3182,69995	31,306005
28/12/2020	147,125229	289,03363	499,869995	221,397675	500,119995	132,267349	11,541612	49,939751	3256,92993	31,434675
21/12/2020	143,910889	277,720856	497,140015	221,726166	499,859985	131,549637	11,314726	49,810551	3172,68994	31,207033
14/12/2020	145,766068	282,1922	485,519989	217,585281	502,950012	126,256561	11,255537	52,732403	3201,6499	30,553793
07/12/2020	143,821594	273,498505	456,230011	212,27977	475,910004	122,020096	11,097704	48,826668	3116,41992	31,018978
30/11/2020	143,671112	284,472687	457,149994	213,374725	486	121,860611	11,04838	50,49744	3162,58008	30,266762
23/11/2020	142,439789	276,067749	454,230011	214,240707	477,029999	116,218628	11,314726	50,864006	3195,34009	32,097816
16/11/2020	141,277405	271,250305	464,290009	208,876114	462,920013	116,96624	11,290064	48,535797	3099,3999	32,107712
09/11/2020	142,548141	273,704987	453,640015	214,952087	469,339996	118,880127	11,260469	48,218761	3128,81006	31,632349
02/11/2020	136,312714	288,83078	478,100006	222,110214	494,630005	118,108185	10,831358	50,220032	3311,37012	32,64608
26/10/2020	131,298737	261,27243	424,820007	201,013123	447,100006	108,326363	9,987933	47,188408	3036,1499	31,701244
19/10/2020	137,475067	270,196869	429,660004	214,674103	488,5	114,476074	10,560081	53,291294	3204,3999	32,242554
12/10/2020	139,612656	287,270477	423,75	218,079422	502,820007	118,436554	10,910276	55,312382	3272,70996	33,531864
05/10/2020	136,371811	292,905396	400,649994	214,257126	502,160004	116,396606	10,653795	54,935902	3286,6499	33,950865
28/09/2020	135,997482	292,140167	383,850006	204,706636	478,98999	112,465973	10,569946	51,200855	3125	33,531864
21/09/2020	131,554871	278,75354	377,829987	206,324615	479,779999	111,729591	10,244413	51,993435	3095,12988	33,000397
14/09/2020	129,505936	279,081512	354,76001	198,948074	467,549988	106,316261	10,308534	48,159317	2954,90991	32,685448
07/09/2020	133,781097	283,175995	364,820007	202,56189	471,350006	111,450974	10,456503	52,28075	3116,21997	33,827129
31/08/2020	135,711166	280,721313	370,660004	212,708359	491,940002	120,36705	10,323331	51,899418	3294,62012	34,909756
24/08/2020	136,865234	292,567505	383,980011	227,262863	516,440002	124,195694	10,555149	53,60833	3401,80005	34,742439
17/08/2020	133,4617	282,154358	383,459991	210,977203	473,220001	123,760338	10,668591	57,500286	3284,71997	35,3428
10/08/2020	134,537537	278,762177	379,399994	206,896698	447,600006	114,344223	10,821494	55,603699	3148,02002	34,649868
03/08/2020	133,735535	273,271191	381,76001	210,442368	449,570007	110,368835	10,722848	54,536865	3167,45996	34,530302
27/07/2020	134,635345	279,010162	397,75	203,044006	444,320007	105,548805	10,772171	54,60601	3164,67993	34,062416
20/07/2020	133,07048	287,32193	359,230011	199,369598	430,309998	91,995125	10,895479	54,447964	3008,90991	33,984085
13/07/2020	131,701248	290,128906	349,850006	200,934448	432,420013	95,682777	10,934937	57,421265	2961,96997	33,142071
06/07/2020	131,505646	290,535583	338,25	211,620972	466,200012	95,278015	10,358107	58,547367	3200	32,740646
29/06/2020	129,931015	275,746948	334,76001	204,282013	442,950012	90,418251	10,358101	53,697231	2890,30005	32,799393
22/06/2020	126,09713	266,790466	324,859985	194,447235	426,920013	87,815788	9,692018	50,269535	2692,87012	31,996544
15/06/2020	128,395508	272,989594	314,670013	193,278564	428,01001	86,844833	9,836817	47,701237	2675,01001	31,565748
08/06/2020	126,165619	264,806763	302,829987	185,939621	406,540009	84,133095	9,412068	47,078915	2545,02002	31,585323
01/06/2020	128,532364	277,413269	311,709991	185,4048	392,899994	82,320328	9,682364	48,224773	2483	31,800726
25/05/2020	127,668648	265,233276	308,880005	181,492691	386,600006	78,953018	9,352217	44,822033	2442,37012	31,937799
18/05/2020	126,63018	254,180389	294,720001	181,245407	385,260001	79,188927	8,724746	42,764988	2436,87988	31,693024
11/05/2020	131,938812	248,72702	294,380005	180,89975	365,299988	76,412621	8,207324	41,44611	2409,78003	31,680788
04/05/2020	130,269547	249,162506	287,899994	182,40097	367,51001	76,805664	8,494994	41,485481	2379,61011	32,489578
27/04/2020	126,300217	239,35434	270,75	172,415741	343,839996	71,590034	8,823211	38,631195	2286,04004	31,144777
20/04/2020	130,395706	242,67981	271,799988	172,395981	344,100006	70,079315	8,423559	38,729622	2410,21997	32,11927
13/04/2020	133,491592	236,899857	265,160004	176,395996	344,109985	70,037216	8,672618	36,869419	2375	31,115545
06/04/2020	129,687256	239,195999	258,579987	163,102097	318,700012	66,369415	8,792319	33,29665	2042,76001	30,267735
30/03/2020	120,913979	206,644043	234,550003	151,931671	293,609985	59,786724	8,73633	28,946333	1906,58997	31,466636
23/03/2020	116,90583	217,92688	231,75	147,852631	305,829987	61,354385	8,520094	29,704193	1900,09998	28,386963
16/03/2020	100,863556	173,993134	183,289993	135,655029	295,339996	56,772747	8,437074	27,145184	1846,08997	30,959623
09/03/2020	123,68959	210,880051	254,169998	156,869965	335,5	68,841034	8,263313	33,454132	1785	29,926662
02/03/2020	132,316711	236,018997	249,889999	159,576172	336,769989	71,580124	10,22778	35,816292	1901,08997	31,222738
24/02/2020	127,275063	237,073547	254,509995	160,010727	345,119995	67,699341	9,962312	33,938198	1883,75	27,41247
17/02/2020	140,597366	268,481812	278,109985	175,905655	372,950012	77,528809	10,792505	37,426079	2095,96997	29,536863
10/02/2020	141,69632	274,40799	288,779999	182,564056	379,670013	80,475937	10,478769	37,36729	2134,87012	27,356503
03/02/2020	140,134644	264,2052	278,399994	181,126007	366,089996	79,069817	9,918872	35,466595	2079,28003	27,094856
27/01/2020	136,905304	253,627136	271,01001	167,671131	351,140015	76,470634	9,527909	32,880081	2008,71997	26,028893
20/01/2020	137,772888	252,471512	280,769989	162,559326	351,369995	78,644852	9,543354	34,643616	1861,64002	27,317741
13/01/2020	136,172638	254,456757	285,799988	164,588379	349,73999	78,748919	9,078061	35,094292	1864,71997	27,278978
06/01/2020	129,685013	244,975021	281,640015	158,914932	339,809998	76,673225	8,51044	34,183136	1883,16003	27,482481
30/12/2019	130,745422	238,150116	264,769989	156,235825	331,809998	73,486023	8,694215	35,231457	1874,96997	27,81196
23/12/2019	132,586639	236,352554	232,980011	152,970709	330,760009	71,600876	8,830624	35,33923	1869,80005	27,870104
16/12/2019	132,952942	235,206818	261,549988	155,044037	327,609985	69,041237	8,77947	35,456795	1786,5	28,102676
09/12/2019	132,972229	232,184525	252,899994	152,207291	317,940002	67,9813	8,523			

11/11/2019	128,09375	216,952774	259,779999	147,214905	297,5	65,661324	8,355084	34,420486	1739,48999	25,769026
04/11/2019	127,442802	214,962112	254,740005	143,278595	292,459991	64,080406	8,495284	34,293625	1785,88001	26,029125
28/10/2019	131,080475	217,297699	276,869995	141,079742	277,820007	63,016258	8,69232	34,400974	1791,43994	24,073566
21/10/2019	130,802872	212,872894	268,290009	138,144653	270,980011	60,740158	8,730211	34,976761	1761,32996	24,352932
14/10/2019	130,429535	214,14418	282,829987	134,885635	265,519989	58,234982	8,641167	37,884983	1757,51001	23,062071
07/10/2019	131,760132	210,990662	276,799988	137,113937	278,290009	58,185715	8,728317	37,621487	1731,92004	23,360704
30/09/2019	134,287354	200,603714	276,600006	135,582581	276,959991	55,919472	8,893146	37,387264	1739,65002	23,880903
23/09/2019	129,807312	202,890015	272,480011	135,199753	277,540009	53,902031	8,921564	37,44582	1725,44995	24,796062
16/09/2019	128,955322	210,970917	274,170013	136,878342	277,910004	53,633526	8,78326	39,387897	1794,16003	24,738262
09/09/2019	130,61142	209,197067	265,470001	134,797302	278,350006	53,884773	8,724527	39,397655	1839,33997	25,268095
02/09/2019	130,599152	217,337112	288,470001	136,544586	284,940002	52,532429	8,931037	39,397655	1833,51001	23,794201
26/08/2019	129,990707	212,449142	289,73999	135,327377	284,51001	51,419014	8,859043	39,183762	1776,29004	22,811607
19/08/2019	123,849113	206,86058	270,440002	130,939484	282,440002	49,916401	8,771893	37,637421	1749,62	22,435911
12/08/2019	125,265686	210,685135	275,410004	133,185654	287,450012	50,867237	8,758631	38,921177	1792,56995	21,677488
05/08/2019	122,261436	210,527863	278,859985	134,731506	294,829987	49,322556	8,35319	39,203213	1807,57996	22,308872
29/07/2019	121,614952	210,694962	268,709991	133,938995	293,709991	50,066113	8,20352	39,465801	1823,23999	21,275698
22/07/2019	124,752296	199,978317	283,940002	138,282959	311,269989	50,978992	8,139104	40,097954	1943,05005	20,548651
15/07/2019	123,677994	197,510544	284,690002	133,665039	306,869995	49,715195	8,063321	39,105961	1964,52002	20,749546
08/07/2019	126,710762	201,856216	284,23999	135,895737	309,420013	49,889423	8,099318	38,960087	2011	20,940876
01/07/2019	126,463585	198,041489	278,48999	134,055535	303,980011	50,117641	7,993472	38,707218	1942,91003	20,806946
24/06/2019	124,66674	192,024429	275,329987	131,062592	294,649994	48,56918	8,119441	38,415455	1893,63001	20,768677
17/06/2019	127,357254	191,287033	273,929993	134,007477	299,329987	48,780224	8,289869	38,950348	1911,30005	21,275698
10/06/2019	126,187851	189,065048	267,73999	129,585251	274,279999	47,298027	8,297279	37,841652	1869,67004	23,280115
03/06/2019	125,969078	186,715286	264,920013	128,557953	278,160004	46,662441	8,21577	36,480091	1804,03003	22,892422
27/05/2019	120,806503	179,803543	249,770004	121,004944	270,899994	42,961842	7,700779	34,807964	1775,06995	21,820982
20/05/2019	122,222206	181,986191	256,109985	123,509567	274,769989	43,918888	7,826748	35,001713	1823,28003	22,691528
13/05/2019	123,17543	182,31929	249,559998	124,837891	279,850006	46,38023	7,576663	35,747669	1869	23,042089
06/05/2019	120,815926	185,319901	247,830002	123,921608	278,480011	48,201965	7,40253	36,212681	1889,97998	24,57379
29/04/2019	120,495041	192,625214	250,470001	125,646935	285,579987	51,763695	7,38771	37,084572	1962,45996	24,488167
22/04/2019	119,296425	191,762283	232,470001	126,611938	281,959991	49,942493	7,450694	37,162071	1950,63001	23,784155
15/04/2019	119,947639	185,38855	218,490005	120,256508	270,570007	49,834938	7,204313	34,856396	1861,68994	24,526224
08/04/2019	115,360779	183,47641	225,320007	117,89756	271,859985	48,615089	7,182084	35,040462	1843,06006	24,421572
01/04/2019	114,785042	183,603851	227,770004	116,864326	267,450012	48,157959	7,356217	36,658314	1837,28003	22,737652
25/03/2019	115,662788	177,573303	223,600006	114,963547	266,48999	46,434544	7,248774	35,980171	1780,75	23,40361
18/03/2019	113,935638	174,435425	219,429993	114,095993	259,690002	46,703445	7,158001	35,505474	1764,77002	23,156252
11/03/2019	109,159996	173,258743	216,210007	112,984764	257,889996	45,498264	7,106132	35,166405	1712,35999	23,27528
04/03/2019	108,754166	166,639832	201,740005	107,721046	254,740005	42,269001	6,991277	34,769207	1620,80005	23,27993
25/02/2019	108,768784	172,25856	215,929993	109,690079	264,01001	42,772587	6,754159	36,048813	1671,72998	26,657282
18/02/2019	109,311775	168,849899	209,179993	107,709442	258,899994	42,283672	6,870866	36,183933	1631,56006	27,132967
11/02/2019	108,516006	165,486603	210,259995	105,040253	259,450012	41,660297	6,715258	35,305641	1607,94995	27,929632
04/02/2019	105,810349	157,440048	207,740005	102,56517	257	41,479961	6,652273	34,03162	1588,21997	26,348528
28/01/2019	105,03331	156,628571	205,380005	99,760094	247,380005	40,533089	6,635601	33,114723	1626,22998	26,575752
21/01/2019	102,374474	153,040375	208,850006	104,021095	244,949997	38,400784	6,550386	32,545273	1670,56995	26,623093
14/01/2019	103,048538	155,84642	200,869995	104,545227	247,509995	38,171974	6,542977	29,920033	1696,19995	27,863354
07/01/2019	101,260384	145,648956	192,910004	99,77951	237,550003	37,069317	6,264023	29,350586	1640,56006	26,91659
31/12/2018	103,432388	140,08577	187,429993	98,935059	226,190002	36,088364	6,401814	27,960754	1575,39002	26,187582
24/12/2018	103,320038	136,243393	185,880005	97,440315	223,130005	38,02837	6,267649	27,256187	1478,02002	26,111835
17/12/2018	102,440002	129,624313	184,940002	95,343765	208,800003	36,689594	6,354675	25,654016	1377,44995	25,94142
10/12/2018	106,681046	142,275848	190,270004	102,914597	230	40,279934	6,372805	27,902845	1591,91003	27,979667
03/12/2018	107,57545	142,530045	190,009995	101,740143	238	41,012604	5,979378	28,047617	1629,13001	27,617199
26/11/2018	113,262001	155,523788	203,759995	107,631798	250,889999	43,468647	5,973938	28,810099	1690,17004	28,081112
19/11/2018	107,196716	146,405762	192,649994	100,041573	225,559998	41,937576	6,001133	27,449221	1502,06006	28,109516
12/11/2018	109,92749	143,539825	201,369995	104,656067	238,889999	47,107662	6,059151	27,140369	1593,41003	28,502504
05/11/2018	109,119408	149,632355	207,169998	105,893105	244,839996	49,597546	5,955808	28,597759	1712,43005	29,58643
29/10/2018	103,258461	145,694138	204,910004	102,597549	239,639999	50,327675	5,703796	28,829401	1665,53003	28,436527
22/10/2018	102,589699	138,061432	203,449997	103,370705	245,800003	52,467102	5,714674	26,387539	1642,81006	25,995338
15/10/2018	102,441101	155,74437	218,399994	105,013641	245,029999	53,19722	5,691106	27,748419	1764,03003	25,976486
08/10/2018	97,787636	152,001099	222,419998	105,893105	248,869995	53,876411	5,439094	30,614946	1788,60999	25,373259
01/10/2018	98,911522	157,294296	229,240005	108,36721	263,220001	54,405209	5,754562	31,116838	1889,65002	27,399727
24/09/2018	103,843636	162,987167	249,660004	110,532043	269,950012	54,756927	5,745496	31,869661	2003	27,437433
17/09/2018	106,732307	170,190933	241,130005	110,425743	260,880005	52,796997	5,872409	32,854134	1915,01001	28,22917
10/09/2018	106,416489	176,975571	247,940002	109,56559	274,690002	54,296047	5,665723	32,912037	1970,18994	26,2027
03/09/2018	103,857666	172,345245	242,550003	104,578743	260,869995	53,679935	5,667536	32,805874	1952,06995	30,510122
27/08/2018	103,185196	173,534546	254,039993	108,560493	263,51001	55,215378	5,821644	33,404274	2012,70996	29,690107
20/08/2018	103,314163	168,835953	249,5	104,762367	261,51001	52,433147	5,890539	33,327057	1905,39002	29,407345
13/08/2018	105,902779	166,750076	243,5	103,571327	245,699997	52,777592	5,892352	32,825172	1882,21997	29,410326
06/08/2018	103,977425	166,254196	243,520004	104,938408	253,699997	50,16386	5,912295	32,902378	1886,30005	28,27519
30/07/2018	107,137192	167,897369	242,639999	104,014175	253,279999	50,275055	5,952181	32,487362	1823,29004	28,07818
23/07/2018	105,276344	171,708817	241,270004	103,667595	254,809998	46,163422	6,013825	32,632137	1817,27002	26,924286
16/07/2018	106,870033	180,284546	248,139999	102,310112	257,540009	46,274609	6,068216	33,008553	1813,69995	26,398933
09/07/2018	103,8116	176,92038	238,149994	101,501434	258,589996	46,248024	5,893836	36,299759	1813,03003	26,314499
02/07/2018	100,928207	168,023773	225,529999	97,390549	248,190002	45,435848	6,146177	36,087421	1710,63001	27,3183
25/06/2018	100,292572	165,83609	217,940002	94,935562	243,809998	44,744537	5,844426	34,996788	1699,80005	26,689751
18/06/2018	99,831963	167,634857	222,899994	96,668503	243,630005	44,698605	5,75796	36,763039	1715,67004	27,853035
11/06/2018	99,131836	171,903275	227,899994	96,398911	251,820007	45,646137	5,922069	37,535164	1715,96997	24,278765
04/06/2018	94,41523	174,246521	219,720001	97,843025	251,210007	46,337463	5			

Seguidamente, se obtienen las rentabilidades entre periodo y periodo:

PepsiCo	Moodys Corpo	Idexx Laborato	Microsoft Corp	Adobe	Apple	Iberdrola SA	Ebay	Amazon.com	The Kroger Co
0,71%	-0,14%	-2,61%	-1,71%	-0,44%	-1,95%	-0,43%	1,81%	-2,09%	-1,40%
0,97%	2,38%	-0,86%	0,11%	-3,86%	-0,95%	2,54%	7,15%	-5,07%	3,26%
-1,15%	-0,31%	-1,81%	-3,43%	-1,45%	-2,13%	-3,93%	-8,41%	3,79%	-2,17%
1,16%	1,78%	4,50%	0,16%	-1,76%	0,12%	0,95%	-6,19%	-1,72%	0,65%
1,12%	2,45%	6,39%	1,91%	4,17%	0,87%	0,65%	3,94%	0,81%	-1,77%
0,91%	2,61%	3,40%	5,57%	4,28%	8,13%	4,30%	-1,01%	6,68%	5,09%
-1,00%	0,72%	1,28%	2,48%	3,04%	1,48%	0,55%	3,75%	3,57%	-3,44%
6,10%	5,67%	-0,96%	2,66%	6,25%	1,02%	0,73%	1,84%	-0,75%	5,17%
1,10%	-1,32%	-2,59%	-2,29%	-0,63%	-0,86%	1,35%	7,04%	-0,47%	-0,17%
0,81%	1,46%	-0,39%	1,79%	0,79%	-0,32%	5,55%	3,79%	2,97%	2,96%
2,97%	4,80%	-3,94%	-0,34%	-4,10%	0,13%	-2,30%	-4,41%	-2,99%	6,92%
-2,51%	-1,97%	-4,40%	-3,34%	-4,06%	-6,63%	-0,81%	-8,97%	-4,83%	-5,32%
-1,02%	0,63%	0,01%	-1,64%	-3,95%	-4,06%	-2,73%	-1,63%	-0,85%	0,75%
-5,03%	0,61%	8,24%	1,15%	1,37%	-0,87%	-3,96%	1,25%	-2,22%	2,41%
3,21%	4,02%	5,01%	4,41%	7,27%	3,64%	0,58%	10,12%	4,55%	-3,91%
-1,46%	-0,16%	-2,88%	2,66%	-2,89%	-5,11%	-4,07%	0,09%	-2,61%	2,80%
-1,98%	0,02%	0,69%	6,25%	3,13%	9,38%	-0,80%	1,88%	6,06%	-0,42%
-1,94%	-4,84%	-4,63%	-3,17%	-5,57%	-3,72%	-4,72%	1,73%	-2,46%	6,54%
-2,78%	-3,46%	2,67%	-1,26%	-3,00%	-0,48%	6,88%	8,42%	-2,28%	-0,41%
2,23%	4,07%	0,55%	-0,15%	0,05%	0,55%	2,01%	0,26%	2,66%	0,73%
-1,27%	-1,58%	2,39%	1,90%	-0,61%	4,19%	0,53%	-5,54%	-0,90%	2,14%
1,35%	3,18%	6,42%	2,50%	5,68%	3,47%	1,42%	8,00%	2,73%	-1,50%
0,10%	-3,86%	-0,20%	-0,51%	-2,08%	0,13%	0,45%	-3,31%	-1,46%	2,49%
0,86%	3,04%	0,64%	-0,40%	1,88%	4,85%	-2,35%	-0,72%	-1,03%	-5,70%
0,82%	1,78%	-2,17%	2,57%	3,05%	-0,64%	0,22%	4,80%	3,10%	-0,03%
-0,89%	-0,90%	2,35%	-2,83%	-1,37%	-1,61%	0,26%	0,66%	-0,94%	1,50%
4,57%	-5,24%	-5,12%	-3,22%	-5,11%	0,65%	3,96%	-3,99%	-5,51%	-3,11%
3,82%	10,55%	12,54%	10,50%	10,63%	9,03%	8,44%	6,42%	9,06%	2,98%
-4,49%	-3,30%	-1,13%	-6,36%	-8,47%	-5,37%	-5,42%	-11,45%	-5,25%	-1,68%
-1,53%	-5,94%	1,39%	-1,56%	-2,85%	-3,34%	-3,21%	-3,65%	-2,09%	-3,85%
2,38%	-1,92%	5,77%	1,78%	0,13%	1,75%	2,41%	0,69%	-0,42%	-1,10%
0,28%	0,26%	4,38%	4,67%	4,84%	3,49%	0,79%	7,29%	5,17%	1,12%
3,38%	4,80%	1,59%	-0,78%	-0,16%	0,66%	3,18%	-1,52%	0,97%	1,61%
1,58%	-0,12%	6,50%	3,71%	2,62%	5,09%	-0,62%	7,96%	4,75%	0,96%
-3,20%	-1,45%	-2,76%	-1,78%	-0,81%	-4,61%	-1,42%	-7,88%	-5,18%	-3,38%
-1,42%	0,87%	-1,58%	-4,77%	-4,19%	-7,41%	1,29%	0,73%	-5,41%	-3,10%
-0,84%	-4,05%	-3,47%	-6,40%	-4,74%	-3,08%	-2,20%	-3,19%	-3,15%	0,48%
2,55%	3,69%	0,14%	7,72%	9,13%	0,35%	-1,06%	-6,77%	3,56%	-1,70%
-0,80%	1,22%	1,07%	1,97%	5,72%	8,23%	-1,41%	3,41%	4,34%	2,00%
0,60%	2,01%	-0,62%	-1,68%	-0,44%	3,60%	0,92%	1,96%	-0,61%	0,43%
-0,67%	-2,05%	-4,02%	3,64%	1,18%	4,57%	-0,46%	-0,13%	0,09%	1,29%
1,18%	-2,89%	10,72%	1,84%	3,26%	14,73%	-1,13%	0,29%	5,18%	0,23%
1,04%	-0,97%	2,68%	-0,78%	-0,49%	-3,85%	-0,36%	-5,18%	1,58%	2,54%
0,15%	-0,14%	3,43%	-5,05%	-7,25%	0,42%	5,57%	-1,92%	-7,44%	1,23%
1,21%	5,36%	1,04%	3,59%	5,25%	5,37%	0,00%	9,03%	10,72%	-0,18%
3,04%	3,36%	3,05%	5,06%	3,75%	2,96%	6,87%	6,82%	7,33%	2,51%
-1,79%	-2,27%	3,24%	0,60%	-0,25%	1,12%	-1,47%	5,38%	0,67%	1,36%
1,77%	3,09%	3,91%	3,95%	5,28%	3,22%	4,51%	1,32%	5,11%	-0,06%
-1,84%	-4,54%	-2,85%	0,29%	3,47%	2,20%	-2,79%	-2,38%	2,50%	-0,68%
0,68%	4,59%	0,92%	2,16%	1,63%	4,26%	3,53%	7,59%	1,66%	-0,43%
0,82%	4,35%	4,80%	0,14%	0,35%	-0,30%	7,19%	4,81%	0,23%	0,77%
-4,02%	2,19%	0,12%	0,19%	5,46%	3,63%	6,30%	3,18%	1,12%	0,04%
1,28%	-0,17%	2,25%	-0,82%	-0,60%	-0,51%	-3,39%	-0,09%	1,27%	-2,49%
3,14%	4,10%	6,33%	5,79%	6,88%	7,29%	-3,72%	7,39%	4,09%	4,32%
-3,14%	-1,37%	-0,39%	0,01%	-0,08%	2,16%	4,74%	-0,25%	-5,15%	-3,03%
-2,32%	2,44%	2,50%	-2,27%	0,00%	0,06%	-2,87%	5,05%	1,48%	3,23%
2,93%	-0,96%	2,54%	8,15%	7,97%	5,53%	-1,36%	10,73%	16,26%	2,80%
7,26%	15,75%	10,25%	7,35%	8,55%	11,01%	0,64%	15,03%	7,14%	-3,81%
3,43%	-5,18%	1,21%	2,76%	-4,00%	-2,56%	2,54%	-2,55%	0,34%	10,85%
15,90%	25,25%	26,44%	8,99%	3,55%	8,07%	0,98%	9,43%	2,93%	-8,31%
-18,45%	-17,49%	-27,89%	-13,52%	-11,97%	-17,53%	2,10%	-18,86%	3,42%	3,45%
-6,52%	-10,65%	1,71%	-1,70%	-0,38%	-3,83%	-19,21%	-6,60%	-6,11%	-4,15%
3,96%	-0,44%	-1,82%	-0,27%	-2,42%	5,73%	2,66%	5,53%	0,92%	13,90%
-9,48%	-11,70%	-8,49%	-9,04%	-7,46%	-12,68%	-7,69%	-9,32%	-10,13%	-7,19%
-0,78%	-2,16%	-3,69%	-3,65%	-1,77%	-3,66%	2,99%	0,16%	-1,82%	7,97%
1,11%	3,86%	3,73%	0,79%	3,71%	1,78%	5,64%	5,36%	2,67%	0,97%
2,36%	4,17%	2,73%	8,02%	4,26%	3,40%	4,10%	7,87%	3,51%	4,10%
-0,63%	0,46%	-3,48%	3,14%	-0,07%	-2,76%	-0,16%	-5,09%	7,90%	-4,72%
1,18%	-0,78%	-1,76%	-1,23%	0,47%	-0,13%	5,13%	-1,28%	-0,17%	0,14%
5,00%	3,87%	1,48%	3,57%	2,92%	2,71%	6,67%	2,67%	-0,98%	-0,74%
-0,81%	2,87%	6,37%	1,71%	2,41%	4,34%	-2,11%	-2,98%	0,44%	-1,18%
-1,39%	0,76%	0,30%	-0,21%	0,31%	2,63%	-1,54%	-0,30%	0,28%	-0,21%
-0,28%	0,49%	0,93%	0,98%	0,97%	3,71%	0,58%	-0,33%	4,66%	-0,83%
-0,01%	1,30%	3,42%	1,86%	3,04%	1,56%	3,00%	2,00%	1,45%	3,24%
1,13%	1,43%	0,61%	1,83%	3,82%	1,64%	2,58%	1,78%	0,53%	2,28%
1,13%	2,25%	-0,08%	0,24%	-1,07%	1,29%	-1,75%	-1,47%	-2,73%	0,55%
1,31%	1,90%	-2,12%	1,54%	3,42%	2,09%	0,61%	1,14%	3,16%	1,07%

Tabla 6: Rentabilidades entre periodos (1)

PepsiCo	Moodys Corp	Idexx Laborat	Microsoft Cor	Adobe	Apple	Iberdrola SA	Ebay	Amazon.com	The Kroger Co
0,19%	1,27%	-1,06%	-0,25%	0,61%	-1,50%	0,61%	-0,43%	0,36%	1,72%
0,51%	0,93%	1,98%	2,75%	1,72%	2,47%	-1,65%	0,37%	-2,60%	-1,00%
-2,78%	-1,07%	-7,99%	1,56%	5,27%	1,69%	-2,27%	-0,31%	-0,31%	8,12%
0,21%	2,08%	3,20%	2,12%	2,52%	3,75%	-0,43%	-1,65%	1,71%	-1,15%
0,29%	-0,59%	-5,14%	2,42%	2,06%	4,30%	1,03%	-7,68%	0,22%	5,60%
-1,01%	1,49%	2,18%	-1,63%	-4,59%	0,08%	-1,00%	0,70%	1,48%	-1,28%
-1,88%	5,18%	0,07%	1,13%	0,48%	4,05%	-1,85%	0,63%	-0,44%	-2,18%
3,45%	-1,13%	1,51%	0,28%	-0,21%	3,74%	-0,32%	-0,16%	0,82%	-3,69%
0,66%	-3,83%	-0,62%	-1,23%	-0,13%	0,50%	1,57%	-4,93%	-3,83%	0,23%
-1,27%	0,85%	3,28%	1,54%	-0,16%	-0,47%	0,67%	-0,02%	-2,46%	-2,10%
0,01%	-3,75%	-7,97%	-1,28%	-2,31%	2,57%	-2,31%	0,00%	0,32%	6,19%
0,47%	2,30%	-0,44%	0,90%	0,15%	2,17%	0,81%	0,55%	3,22%	4,31%
4,96%	2,70%	7,14%	3,35%	0,73%	3,01%	0,99%	4,11%	1,52%	1,67%
-1,13%	-1,82%	-1,80%	-1,69%	-1,74%	-1,87%	0,15%	-3,30%	-2,40%	3,50%
2,46%	0,07%	-1,24%	-1,15%	-2,50%	3,13%	4,85%	-0,72%	-0,83%	-2,83%
0,53%	-0,08%	3,78%	0,59%	0,38%	-1,49%	1,82%	-0,67%	-0,86%	4,86%
-2,51%	5,36%	-5,36%	-3,14%	-5,64%	-1,79%	0,79%	-1,58%	-6,17%	3,54%
0,87%	1,25%	-0,26%	3,45%	1,43%	2,54%	0,94%	2,54%	-1,09%	-0,97%
-2,39%	-2,15%	0,16%	-1,64%	-0,82%	-0,35%	-0,44%	0,37%	-2,31%	-0,91%
0,20%	1,93%	2,06%	1,34%	1,79%	-0,46%	1,32%	0,65%	3,50%	0,64%
1,44%	3,13%	1,15%	2,31%	3,17%	3,19%	-1,55%	0,76%	2,60%	0,18%
-2,11%	0,39%	0,51%	-2,20%	-1,56%	-0,43%	-2,06%	-1,37%	-0,92%	-2,38%
0,93%	1,18%	2,31%	3,41%	9,13%	3,13%	-0,09%	2,93%	2,23%	-8,33%
0,17%	1,26%	1,06%	0,80%	-1,39%	1,36%	0,99%	3,73%	3,64%	1,38%
4,27%	3,84%	6,07%	6,24%	2,68%	8,61%	6,69%	4,80%	1,63%	4,91%
-1,16%	-1,20%	-2,48%	-2,03%	-1,41%	-2,18%	-1,61%	-0,55%	-2,64%	-3,84%
-0,77%	-0,18%	2,62%	-1,06%	-1,82%	-5,31%	3,30%	-2,09%	-2,45%	-1,52%
1,95%	-1,62%	0,70%	0,74%	0,49%	-3,78%	2,35%	-1,28%	-1,11%	-6,23%
0,27%	-3,79%	-1,05%	-1,37%	-2,49%	-6,88%	0,20%	-2,35%	-3,69%	0,35%
1,00%	0,45%	7,74%	-0,76%	1,28%	3,65%	-0,85%	-0,21%	0,61%	2,96%
-0,54%	3,44%	6,40%	5,28%	4,21%	0,22%	3,42%	6,61%	4,78%	-3,03%
3,98%	1,04%	-3,03%	2,00%	-0,47%	2,51%	0,31%	-0,53%	1,01%	0,43%
0,50%	-0,07%	-1,08%	0,88%	1,65%	0,95%	-2,37%	-4,41%	0,31%	7,41%
-0,76%	3,40%	1,86%	1,65%	0,36%	3,71%	1,48%	1,88%	3,17%	-2,85%
1,52%	1,80%	1,90%	0,76%	2,62%	-0,58%	1,27%	1,34%	0,91%	1,07%
4,37%	0,68%	1,49%	0,98%	1,01%	2,65%	0,73%	0,96%	3,06%	-0,08%
0,37%	3,97%	7,17%	4,89%	0,92%	7,64%	1,64%	1,14%	5,65%	-0,45%
-0,01%	-3,26%	-6,57%	-1,80%	-3,51%	-1,18%	3,51%	-3,55%	-3,05%	-12,67%
-0,50%	2,02%	3,23%	1,84%	1,97%	1,16%	-1,70%	-0,37%	2,46%	-1,75%
0,73%	2,03%	-0,51%	2,54%	-0,21%	1,50%	2,32%	2,49%	1,47%	-2,85%
2,56%	5,11%	1,21%	2,41%	0,95%	0,43%	0,95%	3,74%	1,24%	6,00%
0,74%	0,52%	1,15%	2,81%	3,89%	2,34%	0,25%	2,77%	-2,34%	-0,86%
2,60%	2,34%	-1,66%	-4,10%	0,99%	5,55%	1,30%	1,75%	-2,65%	-0,18%
-0,65%	-1,80%	3,97%	-0,50%	-1,03%	0,60%	0,11%	8,77%	-1,51%	-4,45%
1,77%	7,00%	4,13%	4,78%	4,19%	2,97%	4,45%	1,94%	3,39%	3,52%
-2,10%	3,97%	2,92%	0,85%	5,02%	2,72%	-2,15%	4,97%	4,14%	2,78%
0,11%	2,82%	0,83%	1,53%	1,37%	-5,10%	2,14%	2,58%	6,59%	0,29%
0,86%	5,11%	0,51%	2,20%	6,86%	3,65%	-1,37%	6,25%	7,30%	0,66%
-3,98%	-8,89%	-2,80%	-7,36%	-9,22%	-8,91%	-0,28%	-8,06%	-13,47%	-7,28%
-0,83%	-0,18%	0,14%	1,15%	-3,36%	-1,79%	6,58%	-0,52%	-2,28%	1,30%
-5,02%	-8,35%	-6,75%	-5,47%	-5,14%	-5,65%	0,09%	-2,65%	-3,61%	-1,65%
5,66%	6,23%	5,77%	7,59%	11,23%	3,65%	-0,45%	4,96%	12,52%	-0,10%
-2,48%	2,00%	-4,33%	-4,41%	-5,58%	-10,98%	-0,96%	1,14%	-5,73%	-1,38%
0,74%	-4,07%	-2,80%	-1,17%	-2,43%	-5,02%	1,74%	-5,10%	-6,95%	-3,66%
5,68%	2,70%	1,10%	3,21%	2,17%	-1,45%	4,42%	-0,80%	2,82%	4,04%
0,65%	5,53%	0,72%	-0,75%	-2,51%	-4,08%	-0,19%	9,25%	1,38%	9,39%
0,15%	-11,35%	-6,85%	-1,56%	0,31%	-1,37%	0,41%	-4,90%	-6,87%	0,07%
4,76%	2,46%	-1,81%	-0,83%	-1,54%	-1,26%	4,63%	-9,36%	-1,37%	2,38%
-1,14%	-3,37%	-2,98%	-2,28%	-5,45%	-0,97%	-5,48%	-1,61%	-5,35%	-7,40%
-4,75%	-3,49%	-8,18%	-1,96%	-2,49%	-0,64%	0,16%	-2,36%	-5,66%	-0,14%
-2,71%	-4,23%	3,54%	0,10%	3,48%	3,71%	-2,16%	-3,00%	4,59%	-2,80%
0,30%	-3,83%	-2,75%	0,79%	-5,03%	-2,76%	3,65%	-0,18%	-2,80%	7,73%
2,46%	2,69%	2,22%	4,77%	5,30%	1,15%	-0,03%	0,32%	0,93%	-14,12%
0,65%	-0,69%	-4,52%	-3,67%	-1,00%	-2,78%	-2,65%	-1,79%	-3,01%	2,76%
-0,12%	2,78%	1,82%	3,63%	0,76%	5,31%	-1,17%	0,23%	5,63%	0,96%
-2,44%	1,25%	2,46%	1,15%	6,43%	-0,65%	-0,03%	1,53%	1,23%	-0,01%
1,85%	0,30%	-0,01%	-1,30%	-3,15%	5,21%	-0,34%	-0,23%	-0,22%	4,01%
-2,95%	-0,98%	0,36%	0,89%	0,17%	-0,22%	-0,67%	1,28%	3,46%	0,70%
1,77%	-2,22%	0,57%	0,33%	-0,60%	8,91%	-1,03%	-0,44%	0,33%	4,29%
-1,49%	-4,76%	-2,77%	1,33%	-1,06%	-0,24%	-0,90%	-1,14%	0,20%	1,99%
2,95%	1,90%	4,19%	0,80%	-0,41%	0,06%	2,96%	-9,07%	0,04%	0,32%
2,86%	5,29%	5,60%	4,22%	4,19%	1,79%	-4,11%	0,59%	5,99%	-3,67%
0,63%	1,32%	3,48%	2,59%	1,80%	1,55%	5,16%	3,12%	0,64%	2,36%
0,46%	-1,07%	-2,23%	-1,79%	0,07%	0,10%	1,50%	-4,80%	-0,93%	-4,18%
0,71%	-2,48%	-2,19%	0,28%	-3,25%	-2,08%	-2,77%	-2,06%	-0,02%	14,72%
5,00%	-1,34%	3,72%	-1,48%	0,24%	-1,49%	5,63%	-3,47%	1,90%	2,05%
3,17%	3,61%	2,02%	0,83%	-0,04%	0,77%	2,98%	5,09%	2,59%	3,85%
-0,06%	-0,61%	5,72%	2,47%	3,18%	0,88%	-2,13%	1,05%	1,95%	-0,77%
2,87%	1,13%	1,46%	2,52%	2,30%	1,22%	-4,54%	-0,99%	2,27%	-0,62%

Tabla 7: Rentabilidades entre periodos (2)

A partir de las tablas de rentabilidades entre periodos se pueden obtener las dos variables de entrada principales del modelo: la tabla de covarianzas como medida del riesgo y la rentabilidad esperada de las acciones.

Covarianzas	PepsiCo	Moodys Corpora	Idexx Laboratori	Microsoft Cor	Adobe	Apple	Iberdrola SA	Ebay	Amazon.com	The Kroger Co
PepsiCo	0,000993806	0,000945260	0,000923378	0,000640863	0,000538508	0,000716652	0,000336289	0,000665676	0,000418936	0,000089829
Moodys Corporation	0,000945260	0,001928298	0,001426878	0,000953383	0,000939054	0,000993724	0,000396910	0,001228450	0,000826920	0,000004155
Idexx Laboratories	0,000923378	0,001426878	0,002331267	0,001046491	0,001003810	0,001198990	0,000199820	0,001248527	0,000762504	-0,000227941
Microsoft Corporation	0,000640863	0,000953383	0,001046491	0,001120529	0,001032175	0,000985365	0,000230413	0,000920453	0,000919207	0,000082506
Adobe	0,000538508	0,000939054	0,001003810	0,001032175	0,001447311	0,001056197	0,000139366	0,000981342	0,001071729	-0,000071263
Apple	0,000716652	0,000993724	0,001198990	0,000985365	0,001056197	0,001791845	0,000223322	0,001053442	0,000937540	0,000141626
Iberdrola SA	0,000336289	0,000396910	0,000199820	0,000230413	0,000139366	0,000223322	0,001075061	0,000379822	0,000193667	0,000192514
Ebay	0,000665676	0,001228450	0,001248527	0,000920453	0,000981342	0,001053442	0,000379822	0,002259352	0,000924118	0,000184399
Amazon.com	0,000418936	0,000826920	0,000762504	0,000919207	0,001071729	0,000937540	0,000193667	0,000924118	0,001632554	0,000239066
The Kroger Co	0,000089829	0,000004155	-0,000227941	0,000082506	-0,000071263	0,000141626	0,000192514	0,000184399	0,000239066	0,001646094

Tabla 8: Matriz de Covarianzas

Empresa	Rentabilidades
PepsiCo	0,37%
Moodys Corporation	0,54%
Idexx Laboratories	0,74%
Microsoft Corporation	0,69%
Adobe	0,53%
Apple	0,76%
Iberdrola SA	0,49%
Ebay	0,43%
Amazon.com	0,54%
The Kroger Co	0,38%

Tabla 9: Rentabilidades media

Habiendo realizado la programación en Lingo, obtenidas las variables de entrada, una vez enlazado el software con la hoja de cálculo de Excel que contiene las variables, ya se puede ejecutar el programa para la obtención de las soluciones óptimas al problema.

5.3. Análisis de los resultados

Para sacar conclusiones y analizar los resultados obtenidos con el estudio se han realizado distintas simulaciones del modelo para diferentes escenarios de rentabilidad mínima esperada. Si bien inicialmente asignábamos a la variable GROWTH un valor de 0.2%, esta rentabilidad es baja si la comparamos con las rentabilidades medias de cada uno de los activos que conforman nuestra cartera y, resulta evidente que, con cualquier combinación que hagamos con las empresas de nuestra cartera, se obtendrá un valor superior de rentabilidad de la cartera a 0.2%. Por su parte, el rendimiento de la cartera no debería ser en ningún caso superior al 0.8% puesto que no existe ningún activo que tenga esa rentabilidad media. Esta serie de premisas a cerca del modelo y el valor entre los que se deben mover las variables se pueden observar perfectamente a partir de los resultados obtenidos para las distintas simulaciones:

Crecimiento	PepsiCo	Moodys Corpor	Idexx Laborat	Microsoft Co	Adobe	Apple	Iberdrola SA	Ebay	Amazon.com	The Kroger Co	Varianza	Rentabilidad
GROWTH = 0,2%	21,38%	0,00%	2,50%	0,00%	19,69%	0,00%	29,31%	0,00%	2,18%	24,94%	0.4716643E-03	0,45%
GROWTH = 0,25%	21,38%	0,00%	2,50%	0,00%	19,69%	0,00%	29,31%	0,00%	2,18%	24,94%	0.4716643E-03	0,45%
GROWTH = 0,3%	21,38%	0,00%	2,50%	0,00%	19,69%	0,00%	29,31%	0,00%	2,18%	24,94%	0.4716643E-03	0,45%
GROWTH = 0,35%	21,38%	0,00%	2,50%	0,00%	19,69%	0,00%	29,31%	0,00%	2,18%	24,94%	0.4716643E-03	0,45%
GROWTH = 0,4%	21,38%	0,00%	2,50%	0,00%	19,70%	0,00%	29,31%	0,00%	2,18%	24,94%	0.4716643E-03	0,45%
GROWTH = 0,45%	21,38%	0,00%	2,50%	0,00%	19,70%	0,00%	29,31%	0,00%	2,18%	24,94%	0.4716643E-03	0,45%
GROWTH = 0,5%	10,72%	0,00%	6,22%	13,90%	13,18%	0,16%	31,02%	0,00%	0,67%	24,12%	0.4827198E-03	0,50%
GROWTH = 0,55%	0,81%	0,00%	8,55%	25,18%	5,46%	4,54%	32,55%	0,00%	0,00%	22,92%	0.5142587E-03	0,55%
GROWTH = 0,6%	0,00%	0,00%	8,60%	34,75%	0,00%	13,25%	28,14%	0,00%	0,00%	15,25%	0.5845274E-03	0,60%
GROWTH = 0,65%	0,00%	0,00%	8,50%	40,83%	0,00%	23,33%	21,98%	0,00%	0,00%	5,36%	0.7470751E-03	0,65%
GROWTH = 0,7%	0,00%	0,00%	10,11%	45,23%	0,00%	34,92%	9,75%	0,00%	0,00%	0,00%	0.1012688E-02	0,70%
GROWTH = 0,75%	0,00%	0,00%	21,52%	8,14%	0,00%	70,34%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0.1514463E-02	0,75%
GROWTH = 0,8%	11,11%	9,60%	0,01%	4,58%	10,25%	19,85%	11,92%	11,20%	9,91%	11,57%	unfeasible	0,53%
GROWTH = 0,85%	3,07%	4,19%	0,14%	0,15%	4,20%	82,40%	4,05%	3,50%	4,23%	3,14%	unfeasible	0,75%

Tabla 10: Resultados obtenidos

En la primera columna se muestran las simulaciones realizadas en el modelo para los diferentes valores de la variable GROWTH. Las últimas columnas contienen el valor de los pesos para cada empresa en cada iteración. Las dos últimas columnas contienen el valor de la función objetivo (varianza o riesgo) y la rentabilidad esperada de la cartera.

Como se puede apreciar en la Tabla 10, hasta que no establecemos la variable GROWTH (que actúa como una cota inferior para la rentabilidad mínima deseada) en un valor de 0.5%, el modelo siempre proporciona la misma solución asegurándose de minimizar el riesgo y cumplir con las restricciones. Así pues, al estar la restricción de la rentabilidad de la cartera con un mayor o igual, el software proporciona aquella solución que asegura una rentabilidad superior a GROWTH y hace lo más pequeña posible la varianza.

A partir del 0.5%, se empiezan a obtener combinaciones distintas donde se aprecia claramente cómo el nivel de riesgo aumenta en consonancia con la mejora de la rentabilidad esperada. Se pone de manifiesto uno de los principios bursátiles más evidentes, cuanto mayor sea la rentabilidad a la que queremos aspirar, mayor será el riesgo de acometer dicha inversión.

Finalmente, cuando la variable GROWTH alcanza los valores 0.8 y 0.85, el modelo se vuelve incompatible, y se obtienen resultados inadmisibles que no cumplen con las restricciones del modelo.

La solución a este problema está entre las distintas combinaciones posibles rentabilidad-riesgo entre las distintas alternativas que se han obtenido en cada simulación del modelo:

PepsiCo	Moodys Corpor	Idexx Laborat	Microsoft Cor	Adobe	Apple	Iberdrola SA	Ebay	Amazon.com	The Kroger Co	Varianza	Rentabilidad
21,38%	0,00%	2,50%	0,00%	19,70%	0,00%	29,31%	0,00%	2,18%	24,94%	0.4716643E-03	0,45%
10,72%	0,00%	6,22%	13,90%	13,18%	0,16%	31,02%	0,00%	0,67%	24,12%	0.4827198E-03	0,50%
0,81%	0,00%	8,55%	25,18%	5,46%	4,54%	32,55%	0,00%	0,00%	22,92%	0.5142587E-03	0,55%
0,00%	0,00%	8,60%	34,75%	0,00%	13,25%	28,14%	0,00%	0,00%	15,25%	0.5845274E-03	0,60%
0,00%	0,00%	8,50%	40,83%	0,00%	23,33%	21,98%	0,00%	0,00%	5,36%	0.7470751E-03	0,65%
0,00%	0,00%	10,11%	45,23%	0,00%	34,92%	9,75%	0,00%	0,00%	0,00%	0.1012688E-02	0,70%
0,00%	0,00%	21,52%	8,14%	0,00%	70,34%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0.1514463E-02	0,75%

Tabla 11: Soluciones del problema

Cada una de las soluciones del problema es óptima para un determinado nivel de rentabilidad. La elección de una alternativa depende de la aversión al riesgo del inversor y no resulta trivial. Gráficamente, podemos observar con mejor claridad la relación rentabilidad-riesgo que aporta la solución obtenida:



Gráfico 40: Rentabilidad vs Riesgo

Como puede observarse en el gráfico 39, la solución obtenida a partir del modelo está constituida por la frontera eficiente de Markowitz representada a partir de aquellos 7 puntos que optimizaban modelo para cada nivel de rentabilidad deseado.

El punto situado a la izquierda del todo es aquel con el mínimo riesgo posible de todas las combinaciones que se pueden hacer con la cartera de acciones. Esto es así porque se han realizado distintas simulaciones para niveles de la variable GROWTH inferiores a 0.45% y, aún así, siempre se obtenía dicho punto puesto que es el que minimizaba la varianza. Por su parte, el máximo de rentabilidad se sitúa en el 0.75% ya que hemos obligado al modelo a que como mucho los porcentajes de inversión en cada empresa sean del 0.99 y tan sólo existe una empresa con rentabilidad media por encima de este máximo: Apple con un 0.76%. De esta manera, aunque invirtamos el 99% de nuestro capital en Apple y el 1% restante en la siguiente empresa con mayor rentabilidad media, nunca alcanzaremos a superar el 0.75% de rentabilidad.

La selección de uno de los puntos óptimos como alternativa para nuestra cartera de inversión es una decisión con cierta subjetividad. Las razones de la elección son varias:

- En primer lugar, se ha seleccionado la solución óptima que otorgaba mayor porcentaje a una empresa que cotiza en el mercado español y que además está valorada por Morgan Stanley como una empresa líder bajo criterios de sostenibilidad.
- Se ha procurado, por otro lado, que el grado de diversificación sea el máximo posible a través de una cartera que tenga el máximo grado de representación.
- Finalmente, quedarnos en un término medio en cuanto a rentabilidad-riesgo. La opción elegida se sitúa muy cerca del mínimo con una varianza de 0,0005142587 una rentabilidad de 0.55%.

Esta solución se corresponde con el tercer punto de la curva rentabilidad- riesgo que se mostraba anteriormente y cuya distribución del capital invertido es la siguiente:

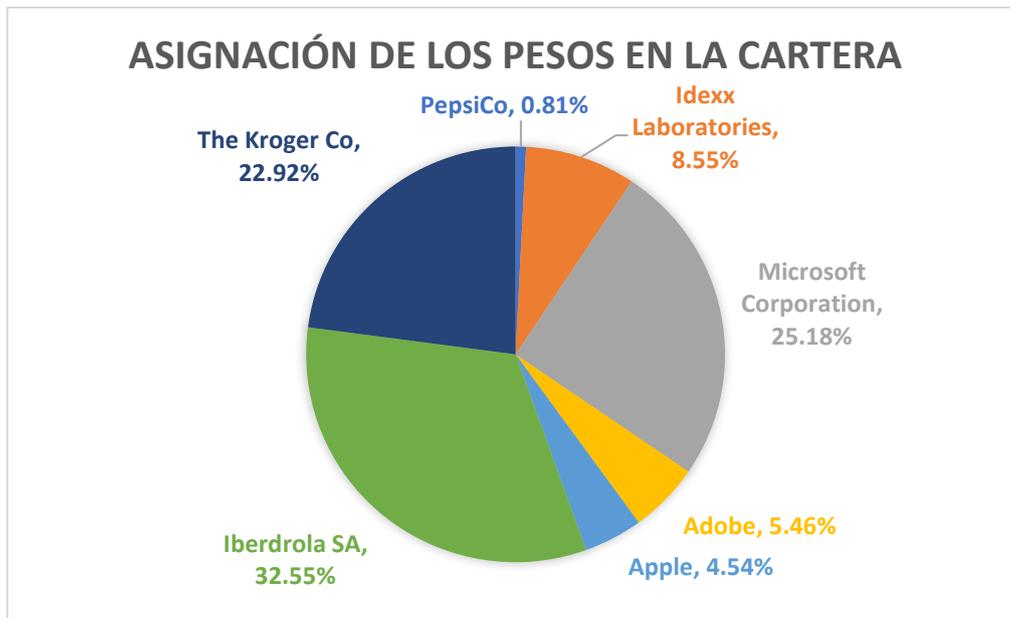


Gráfico 41: Asignación de los pesos en la cartera

De la solución elegida, como se aprecia en el gráfico 40, el grado de diversificación es bastante amplio y la empresa con mayor peso es Iberdrola, tal y como se anticipaba.

Por su parte, el nivel de rentabilidad media esperado es de un 0.55% entre cada semana, y si el mercado, más en concreto las empresas que conforman nuestra cartera, continúan con la tendencia alcista a largo plazo que se espera permitirían obtener grandes resultados si invirtiéramos a día hoy.

En términos económicos, si invertimos un capital de 1000€, en tan solo 3 años, si se cumple el pronóstico de rentabilidad semanal, el capital inicial crece hasta los 2340€, lo que supondría algo más que duplicar nuestro capital inicial en tres años. Esto se debe al fenómeno del interés compuesto mediante el cual, el dinero crece y crece de forma exponencial mientras nos mantenemos invirtiendo en acciones que experimentan un crecimiento positivo a lo largo de los años a largo plazo. Sin embargo, esta situación no se daría en la realidad por una simple razón: el mercado también baja. Esto implica que, si el mercado baja, el interés que se obtiene cuando vuelve a subir es menor por el fenómeno del interés compuesto. Para aclarar este concepto, un tanto confuso, se muestra un gráfico que permitirá comprender mejor la situación:

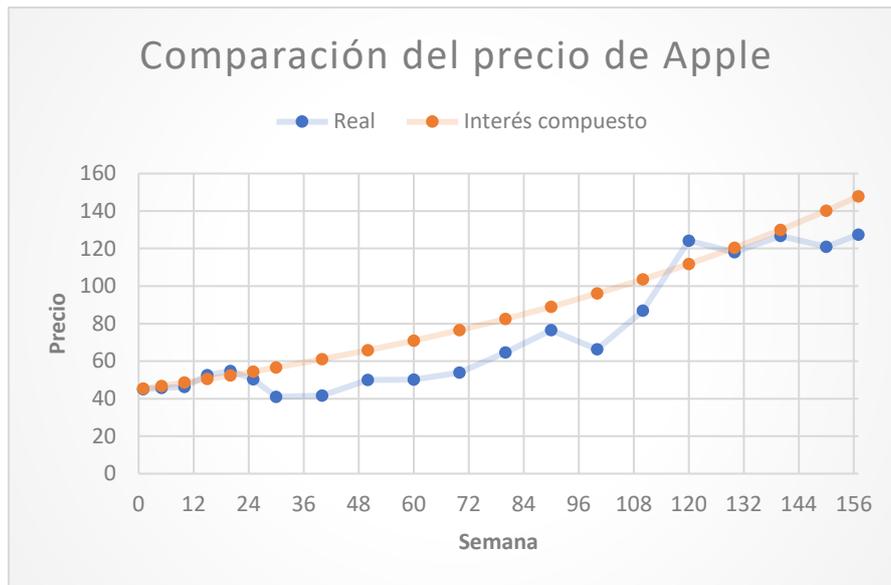


Gráfico 42: Precio real VS precio a partir del interés compuesto de Apple

Tal y como muestra la gráfica, el resultado a partir del interés compuesto es mayor que la cotización real de la empresa y difiere en la mayoría de los tramos que componen la curva respecto de los movimientos reales que hace la empresa en el mercado. De forma general, si calculamos la rentabilidad entre periodos mediante el interés compuesto (calculado a partir de la rentabilidad media) el resultado que se obtiene es mejor que el desempeño real de la empresa. Por tanto, la conclusión que se saca es que, aunque la rentabilidad media entre periodos sea positiva, la empresa nunca experimentará ese crecimiento que dice su rentabilidad media para dichos periodos en la realidad puesto que existen ciertos momentos donde su precio cae o sube en menor proporción que la media.

Pues bien, el pronóstico inicial con el que esperábamos obtener 2340€ con un capital inicial de 1000€ en 3 años si la rentabilidad semanal fuera del 0.55% se antoja muy difícil de cumplirse ya que, como se comentaba, en la bolsa de valores los precios de las acciones sufren caídas en determinados periodos.

Para analizar el crecimiento futuro según la rentabilidad esperada de nuestra cartera, vamos a comparar semana a semana durante un año la inversión que se comentaba anteriormente de 1000€ con la rentabilidad que se obtendría invirtiendo un capital cercano a 1000€ en empresas del Ibex35.

La realización del análisis comparativo está sujeta a definir correctamente cómo se va a interpretar el 0.55% de rentabilidad semanal que esperamos obtener. Para ello, vamos a comparar el error entre el precio al final del periodo que se obtendría mediante interés compuesto y el precio final real de las empresas seleccionadas para el análisis comparativo y, con esto, realizar una estimación de cuál sería el valor del capital final sabiendo que, mediante el interés compuesto, en 1 año se espera obtener un capital de:

$$Capital\ final = Capital\ inicial \cdot (1 + 0,0055)^{52} = 1330,05\ \text{€}$$

Dato	Apple	BBVA	Fluidra	Acciona	Grifols
Cotización Inicial	45,03	2,76	10,95	87,86	27,48
Cotización Final Real	127,45	5,01	32,65	135,30	23,61
Cotización Final Interés Compuesto	147,73	5,74	34,76	142,31	24,44
Error	15,91%	14,57%	6,46%	5,18%	3,51%

Tabla 12: Errores entre el precio de cotización real y el obtenido a través del interés compuesto

En la obtención de los errores, se ha incluido también Apple con los datos obtenidos previamente además de 4 empresas del Ibex. Se obtiene un error medio del 9,13%, el cual se deduce del capital final de nuestra cartera derivado del interés compuesto para conseguir un capital final estimado tras un año invirtiendo 1000 € en la cartera de 1218,78€, lo que representa un 21,87% de rendimiento anual.

Finalmente, para cerrar el análisis, se va a comparar gráficamente el desempeño de las 4 empresas seleccionadas del Ibex desde el 20 de mayo de 2020 hasta el 17 de mayo de 2021 con los movimientos estimados de un capital de 1000€ en nuestra cartera.

Para poder realizar el estudio comparando cantidades similares, se efectuará un cálculo previo del número de acciones que hay que comprar de cada empresa para tener invertido un capital de 1000€, y multiplicando semana tras semana el número de acciones por el precio de cotización podremos comparar los movimientos del capital invertido en las diferentes empresas y de nuestra cartera. En cuanto al precio de cotización de la cartera, se han tomado valores aleatorios entre periodo y periodo para simular el movimiento del capital invertido. A continuación, se propone una tabla con las cantidades invertidas en cada empresa del Ibex según su precio de cotización inicial y el número de acciones que se compran en el periodo cero:

Empresa	Precio Cotización Inicial	Acciones	Capital Invertido
BBVA	2,76	362,82	1000
FLUIDRA	10,95	91,30	1000
ACCIONA	87,86	11,38	1000
GRIFOLS	27,48	36,39	1000

Tabla 13: Capital invertido en cada empresa

Se han obtenido números de acciones decimales porque era imposible llegar a 1000€ comprando cantidades enteras. Según el tipo de plataforma que se utilice para realizar compras y las condiciones de la empresa, se podrá o no comprar porciones de acciones. Para esta comparativa es muy útil considerar que podemos comprar partes de acciones.

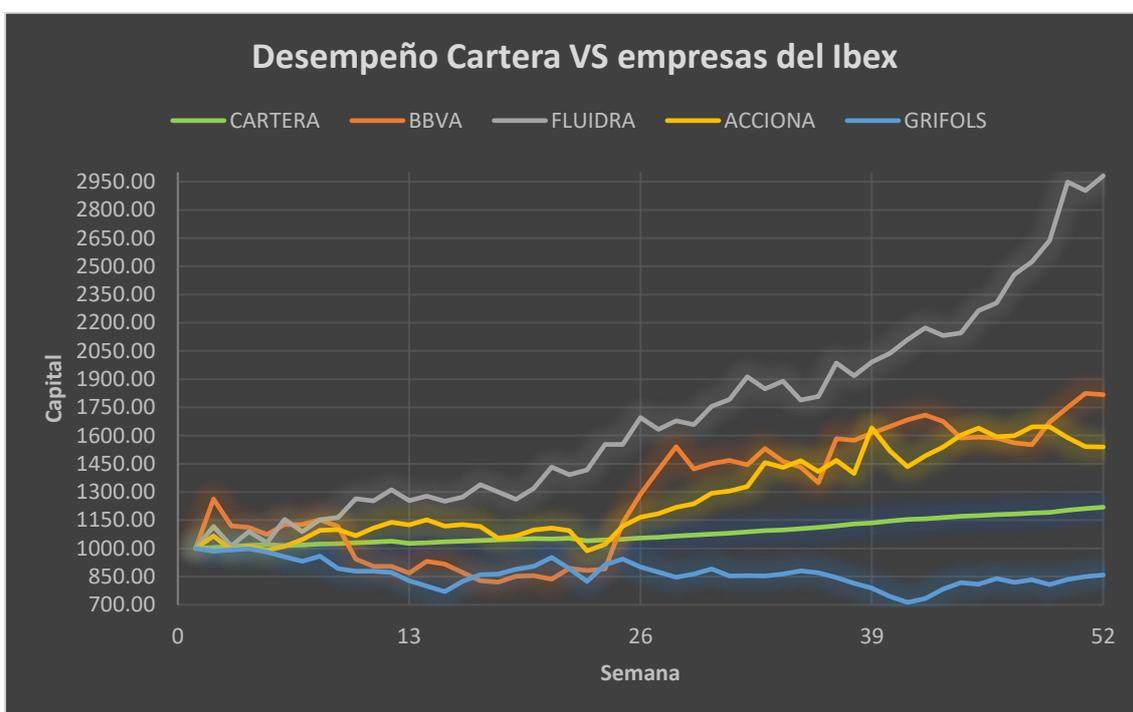


Gráfico 43: Desempeño de nuestra cartera frente a empresas del Ibex

Como puede verse en el gráfico 42 el retorno estimado de nuestra cartera es pequeño en comparación al que se hubiera obtenido invirtiendo 1000€ en Fluidra, BBVA o Acciona en mayo de 2020. En el caso de Grifols, habría sido una mala inversión. No obstante, es importante aclarar que el periodo que se ha considerado coincide con la recuperación del mercado bursátil nacional después de la pandemia, por lo que los retornos que se observan son mucho mayores que el retorno medio histórico de cada empresa. Hay que destacar el desempeño de Fluidra, la última empresa en incorporarse al Ibex dado su altísimo crecimiento, el cual también se ha visto reflejado en la bolsa.

Empresa	Capital Inicial	Capital Final	Retorno
CARTERA	1000	1218,78	21,88%
BBVA	1000	1816,99	81,70%
FLUIDRA	1000	2980,91	198,09%
ACCIONA	1000	1539,91	53,99%
GRIFOLS	1000	859,02	-14,10%

Tabla 14: Comparativa de los retornos obtenidos

La tabla 14 muestra los retornos exactos de cada empresa en comparación con el rendimiento esperado de nuestra cartera. Como se comentaba anteriormente, los buenos resultados de las empresas del Ibex se deben a la coincidencia con el periodo de recuperación de la bolsa española, por lo que se puede decir que el retorno estimado de nuestra cartera es aceptable para acometer una inversión a largo plazo, teniendo en cuenta el bajo nivel de riesgo. En definitiva, habrá cierta pérdida de rentabilidad respecto a otras oportunidades con gran potencial en determinados periodos, pero a cambio hemos conseguido una cartera con buenas expectativas de rentabilidad que podría aguantar ante cualquier escenario económico a largo plazo dado el bajo riesgo según las estimaciones del modelo matemático.

6. CONCLUSIONES

El proyecto ha conseguido cumplir su objetivo principal de obtener una cartera de inversión socialmente responsable. Ha sido posible modelar un problema matemático compatible para el solver que se ha utilizado y mediante el cual se han obtenido los puntos óptimos de una cartera de inversión.

El grado de cumplimiento del resto de objetivos específicos establecidos al comenzar el proyecto es satisfactorio. Se ha logrado dar a conocer los aspectos introductorios al mundo bursátil más importantes. Por otro lado, hemos sido capaces de valorar la práctica de las empresas de políticas con impacto positivo en el medioambiente identificando las empresas más implicadas con el desarrollo sostenible. Por último, se ha realizado un estudio sobre la situación económica de algunas empresas de distintos sectores que nos ha permitido analizar su crecimiento potencial y las ventajas competitivas que poseen.

La conclusión final sobre el trabajo se deriva del análisis comparativo realizado sobre los resultados obtenidos de rentabilidad de nuestra cartera. Es cierto que en comparación con la rentabilidad anual obtenida con 3 de las empresas que integraban el análisis, el retorno obtenido con nuestra cartera era muy pequeño. Como ya se comentó, el estudio del desempeño de las empresas corresponde al periodo de recuperación postpandemia de la bolsa en general. Esto quiere decir, que asumir grandes riesgos nos puede proporcionar enormes rentabilidades y que es muy importante saber elegir bien el momento oportuno para invertir en una empresa. En cuanto a la rentabilidad esperada de nuestra cartera, pienso que puede tener un gran recorrido a largo plazo teniendo en cuenta el gran potencial de las empresas que la componen y el nivel de riesgo tan bajo que hemos logrado a partir de la optimización del modelo.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERENCIAS:

Banco BBVA (2021). *¿Qué entendemos por Inversión Socialmente Responsable (ISR)?* Recuperado el 1 de mayo de 2021, de <https://www.bbva.es/finanzas-vistazo/ef/fondos-inversion/inversion-socialmente-responsable.html>

Brealey, R.A. (1983). *Introduction to Risk and Return from Common Stocks*. Blackwell Publishers (2ª versión revisada)

Credit Suisse (2020). *Summary Edition Credit Suisse Global Investment Returns Yearbook 2020*. <https://www.credit-suisse.com/media/assets/corporate/docs/about-us/research/publications/credit-suisse-global-investment-returns-yearbook-2020-summary-edition.pdf>

Del Valle, J. y Ruiz de Velasco, F. (2017). *Conviértete en un inversor ganador*. Ebook: <https://jfparters.net/librogratis/>

Dorsey, P. (2016). *El pequeño libro que genera riqueza: La fórmula definitiva para encontrar inversiones rentables*. Deusto

elEconomista. (2019). *Cuidar el medio ambiente, la principal preocupación de las empresas que apuestan por la economía circular*. Editorial Ecoprensa, S.A. Recuperado el 1 de mayo de 2021, de <https://www.economista.es/gestion-empresarial/noticias/9949863/06/19/Cuidar-el-medio-ambiente-la-principal-preocupacion-de-las-empresas-que-apuestan-por-la-economia-circular-.html>

Gedesco (2021). *La Bolsa de Valores: historia y función*. Recuperado el 1 de abril de 2021, de [https://www.gedesco.es/blog/la-bolsa-de-valores-historia-y-funcion-2/#:~:text=La%20instituci%C3%B3n%20de%20la%20Bolsa,la%20de%20Madrid%20\(1831\)](https://www.gedesco.es/blog/la-bolsa-de-valores-historia-y-funcion-2/#:~:text=La%20instituci%C3%B3n%20de%20la%20Bolsa,la%20de%20Madrid%20(1831))

Graham, B. (2012). *El inversor inteligente*. Deusto

Greenblatt, J. (2016). *El pequeño libro que aún vence al mercado: Descubre la fórmula más rentable para invertir en bolsa*. Deusto

Invertir en ti (29 de agosto de 2020). *Encuentra las mejores acciones con este método (demostrado)*. [Vídeo] Visto el 15 de febrero de 2021. <https://www.youtube.com/watch?v=tvK7JJsJh5k&list=PL4sCDi2SXCOoLCMxVjvVejFhQkAkBcpS7&index=5>

Javier, E. (2020). Rankia: *Historia y orígenes de la Bolsa*. Recuperado el 1 de abril de 2021, de <https://www.rankia.com/blog/bolsa-desde-cero/3349076-historia-origenes-bolsa>

La Vanguardia (2020). *Las empresas aceleran su apuesta por las políticas de sostenibilidad*. Foros la Vanguardia. Recuperado el 1 de mayo de 2021, de <https://www.lavanguardia.com/economia/20201005/483838489584/las-empresas-aceleran-su-apuesta-por-las-politicas-de-sostenibilidad.html>

Markowitz, Harry (1952). *Portfolio Selection*. The Journal of Finance 7 (1): 77-91

Murphy, J.J. (2016). *Análisis técnico de los mercados financieros*. Gestión 2000

Napoletano, E. y Curry, B. (2021). *Environmental, Social and Governance: What Is ESG Investing?* *Revista Forbes*. Recuperado el 1 de mayo de 2021, de <https://www.forbes.com/advisor/investing/esg-investing/>

Wikipedia. (2021). *Bolsa de valores*. Recuperado el 1 de abril de 2021, de https://es.wikipedia.org/wiki/Bolsa_de_valores

OTROS RECURSOS ELECTRÓNICOS Y REFERENCIAS ONLINE:

<https://www.morningstar.es/es/> Visitado por última vez: 10 de mayo de 2021

<https://www.msci.com/> Visitado por última vez: 14 de junio de 2021

<https://es.finance.yahoo.com/> Visitado por última vez: 20 de junio de 2021

<https://www.investing.com/> Visitado por última vez: 25 de mayo de 2021

<https://es.rankipro.com/> Visitado por última vez: 1 de mayo de 2021

<https://www.marketscreener.com/> Visitado por última vez: 20 de mayo de 2021

<https://app.koyfin.com/> Visitado por última vez: 15 de mayo de 2021

<https://www.expansion.com/diccionario-economico/economia/ratios.html> Visitado por última vez: 5 de Junio de 2021

TRABAJOS DE FIN DE GRADO:

Grandes Núñez, T. (2016). *Algoritmo basado en optimización mediante nubes de partículas para el diseño de bonos soberanos*. [Trabajo de Fin de Grado, Universidad de Sevilla]. <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/90808/fichero/TFG+TERESA+GRANDES.pdf>

Puentes Pérez, F.J. (2015). *La Bolsa, principios y técnicas*. [Trabajo de Fin de Grado, Universidad Politécnica de Cartagena]. <https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/4493/tfg485.pdf?sequence=1&isAllowed=y>