



Vigilada Mineducación

INVERSIÓN EFICIENTE EN EL MERCADO DE RENTA VARIABLE PARA LAS
PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS COLOMBIANAS

SANDRA MILENA GARCÍA MONSALVE

Tipo de trabajo: Investigación completa

Asesor

Oscar Manco

UNIVERSIDAD EAFIT

ESCUELA DE ECONOMÍA Y FINANZAS

MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN FINANCIERA - MAF

MEDELLÍN

2022

Resumen

Las pymes colombianas, a pesar de representar más del 90 % de las empresas, no participan como inversoras del mercado de valores, lo cual obedece, entre otras cosas, a razones culturales, económicas y al desconocimiento de los instrumentos financieros que pueden aprovechar para diversificar sus inversiones y obtener rentabilidades que mejorarían sus condiciones e indicadores. Este trabajo propone la creación de un portafolio óptimo de activos financieros de renta variable dentro del mercado colombiano, diseñado para que las pymes del país puedan generar excedentes económicos con una alternativa diferente y más rentable que los métodos comúnmente utilizados, como son los CDT, considerando que deben asumir un tipo de riesgo.

Palabras clave: activo financiero, renta variable, rentabilidad, riesgo, portafolio, liquidez.

Abstract

Colombian pymes, despite representing more than 90 % of the companies, do not participate as investors in the stock market, which is due, among other things, to cultural and economic reasons and to the lack of knowledge of the financial instruments that they can take advantage of to diversify their investments and obtain returns that would improve their conditions and indicators. This work proposes the creation of an optimal portfolio of variable income financial assets within the Colombian market designed so that the country's PYMEs can generate economic surpluses with a different and more profitable alternative than the commonly used methods, such as CDTs or Trust Accounts. considering that they must assume a type of risk.

Keywords: Financial asset, variable income, profitability, risk, portfolio, liquidity.

Tabla de contenido

Resumen	2
1. Introducción.....	6
2. Definiciones.....	8
3. Situación en estudio-problema	10
4. Objetivo general y específicos.....	13
5. Marco de referencia conceptual	14
6. Revisión de literatura.....	16
7. Método de solución	21
8. Caso de estudio	25
9. Resultados	31
10. Indicadores de desempeño.....	38
11. Conclusiones.....	40
12. Recomendaciones	41
13. Referencias	42

Lista de tablas

Tabla 1. Empresas pymes que tienen potencial para participar en el mercado de renta variable	25
Tabla 2. Rentabilidad vs. riesgo esperado para cada caso de estudio	31
Tabla 3. Variables para el cálculo de los parámetros de inversión del CAPM ..	32
Tabla 4. Análisis de rentabilidad del COLCAP	34
Tabla 5. Análisis de rentabilidad de SQMBCO	34
Tabla 6. Análisis de rentabilidad del JNJ	34
Tabla 7. Análisis de rentabilidad de BCOLOMBIA	35
Tabla 8. Análisis de rentabilidad de GRUPOARGOS	35
Tabla 9. Resultados del indicador APT para los cinco activos financieros	35
Tabla 10. Modelo para valorar activos financieros durante un año	36
Tabla 11. Distribución óptima del portafolio de inversión	36
Tabla 12. Distribución óptima del portafolio de inversión	37

Lista de figuras

Figura 1. Participación por tipo de inversionistas en el mercado de valores de Colombia.....	11
Figura 2. Análisis de escenarios y rentabilidades. Frontera eficiente (Markowitz)	37

1. Introducción

Las pymes colombianas presentan déficit en cuanto a información y capacitación en el área financiera; según Asobancaria (2017):

Las pymes colombianas se caracterizan por tener ciclos de vida sustancialmente cortos, presentando una probabilidad de fracaso del 70 %, que se derivan de unos menores niveles de conocimiento en materia económica y financiera, lo que les impide, a su vez, aprovechar las distintas opciones de financiamiento que les ofrece el mercado (p. 1).

Así mismo, a la hora de aprovechar sus excesos de liquidez, suelen utilizar algún elemento conocido de renta fija, como un CDT o una cuenta de banco con un interés mayor al convencional, aunque insignificante.

Este proyecto de investigación busca evidenciar de manera práctica la potencial ganancia que tendrían las pequeñas y medianas empresas de Colombia si invirtieran sus excedentes de liquidez en activos financieros, mediante simulaciones que lleven a elegir el portafolio óptimo de acuerdo con la relación rentabilidad vs. riesgo que estarían dispuestos a asumir los empresarios, teniendo en cuenta la aversión al riesgo que implica este segmento de la economía, al tratarse de empresas pequeñas y medianas con recursos limitados.

Para el desarrollo del trabajo se crearán tres casos de estudio, cada uno con un portafolio de inversión; el primero estará conformado por fondos de inversión; el segundo por ETF (Exchange Traded Funds) y el tercero por acciones, con el fin de elegir el caso de estudio más rentable para las pymes de la muestra. A continuación, se hará un análisis fundamental que permita evidenciar la situación del mercado y de cada activo que se va a considerar para el portafolio; luego, se aplicarán los modelos CAPM y APT; seguidamente, se analizarán los indicadores financieros más especializados para concluir cuál será el retorno y riesgo esperados del portafolio seleccionado por su viabilidad. Para finalizar, se contrastará con la rentabilidad que ofrecen los instrumentos utilizados de forma convencional.

El modelo utilizado para la asignación del portafolio será la frontera eficiente de Markowitz, mediante la cual se dará un porcentaje de inversión en cada activo financiero, de manera que se encuentre la combinación de mayor rentabilidad al menor riesgo posible.

2. Definiciones

- **Acción:** valor que se negocia en la bolsa de valores. Este título representa el capital de una compañía y da derecho al propietario sobre sus activos.
- **Activo financiero:** es un derecho, normalmente intangible, emitido por una entidad o institución como un instrumento de deuda, que regularmente representa un valor.
- **APT:** Arbitrage Pricing Theory (modelo de preferencia por el arbitraje).
- **CAPM:** Capital Asset Pricing Model (modelo de fijación de precios de activos de capital).
- **COLCAP:** índice de la Bolsa de Valores de Colombia que incluye las acciones más líquidas del mercado local, que, en la actualidad, son: Almacenes Éxito, Banco de Bogotá, Bancolombia, Canacol Energy, Celsia, Cementos Argos, Cemex Latam, Bolsa de Valores de Colombia, Corficolombiana, Davivienda, Ecopetrol, Empresa de Energía de Bogotá, Grupo Argos, Grupo Aval, Grupo Nutresa, Grupo Sura, Interconexión Eléctrica y Frontera Energy.
- **Desviación estándar:** medida matemática que se utiliza en el campo financiero como una medida de riesgo del activo que se está analizando.
- **ETF:** Exchange Traded Funds. Fondo de inversión creado a criterio del emisor que cotiza en bolsa de valores de la misma forma que las acciones.
- **Índice bursátil:** indicador que reúne las acciones más líquidas de la bolsa de valores, lo que permite vigilar el movimiento general de las empresas.
- **Mercado de valores:** es un mecanismo utilizado por compradores y vendedores para financiarse (oferta) y para adquirir un derecho que dé lugar a un beneficio (demanda) de un valor negociable, que pueden ser, por ejemplo, acciones, bonos, derivados, entre otros.
- **Mipyme:** micro, pequeñas y medianas empresas.
- **Pasivo corriente:** son las deudas u obligaciones que debe pagar una compañía en el corto plazo; es decir, en el ciclo normal de la operación, que regularmente es un año o menos.
- **Pyme:** pequeñas y medianas empresas.

- Riesgo sistémico: riesgo causado por factores externos o macroeconómicos, por lo que no es diversificable y existirá en todos los mercados y en todos los portafolios.
- Riesgo no sistémico: este riesgo es inherente al activo, por lo cual es conocido como riesgo diversificable, ya que busca contrarrestarse teniendo un portafolio diverso con activos poco correlacionados entre sí, con el objetivo de salvaguardar el valor de la inversión por medio de diferentes comportamientos de los activos dentro de un mismo periodo de tiempo.
- Sector real: sector de la economía que incluye agricultura, industria y servicios.
- Tes: títulos del tesoro de Estados Unidos (instrumento de renta fija).
- Valor: es un derecho negociable en el mercado de valores que está sujeto a cierto riesgo, el cual varía dependiendo del tipo de valor que se esté adquiriendo.

3. Situación en estudio-problema

El mercado de valores colombiano se ha caracterizado por ser bastante atractivo para inversionistas nacionales e internacionales, lo cual se puede notar en el aumento de un 3,3 % de los inversionistas en el primer semestre del 2021, pasando de 519.650 a 536.889, a pesar de las caídas generalizadas de los precios de las acciones y al panorama internacional que ha llevado a muchos a invertir en activos refugio como el oro y los TES (Bolsa de Valores de Colombia, 2022); esto se debe a la confianza en la recuperación de la economía, la solidez de las empresas emisoras en la Bolsa de Valores de Colombia (BVC), la integración de la BVC con la bolsa de valores de Chile y de Perú, entre otras razones particulares de los inversionistas. No obstante, es considerado un mercado pequeño y existe cierta abstinencia en su participación por parte de las empresas que podrían estar listadas, entre otras cosas, porque no necesitan financiación, no desean ceder control o no están interesadas en iniciar un proceso oneroso, como lo es en Colombia, y listarse en bolsa para “generar confianza entre los inversionistas” (“Guía para listarse en BVC”, 2020, p. 5). Estas circunstancias limitan la oferta y dificultan el crecimiento del mercado local.

A su vez, “en los últimos quince años, América Latina ha sido el principal destino de la inversión de las empresas europeas y norteamericanas. Las empresas españolas se han convertido en las principales inversoras en la región por detrás de las de Estados Unidos” (Jiménez, 2010, p. 3).

En América Latina, más del 99 % de las empresas están dentro de la clasificación de mipymes (“En Colombia las mipymes representan el 80 % del empleo del país y el 90 % del sector productivo nacional”, 2019); mientras en Colombia, más del 99,6 % de las empresas pertenecen a este grupo (ANIF Centro de Estudios Económicos, 2021). De acuerdo con el Decreto 957 de 2019, se consideran pequeñas empresas aquellas con ingresos entre 839.007.741 y 7.299.256.965 para el año 2020; así mismo, las medianas empresas son las que tienen ingresos entre 7.299.256.965 y 61.833.869.955; sin embargo, teniendo en cuenta el informe mensual de renta variable de la BVC, este importante motor de la economía no invierte en este tipo de instrumentos financieros.

Como se puede apreciar en la figura 1, la inversión en el mercado de valores colombiano, en julio de 2021, se distribuye de la siguiente manera: carteras colectivas 1,9 %, compañías de seguros 1,26 %, extranjeros 27,8 %, fondos de pensiones y cesantías 27 %, fiduciarias 2,09%, fondos 1,51 %, personas naturales colombianas 12,41 %, sociedades comisionistas de bolsa 19,31 %, sector real 6,08 % y sociedades de inversión 0,64 %.

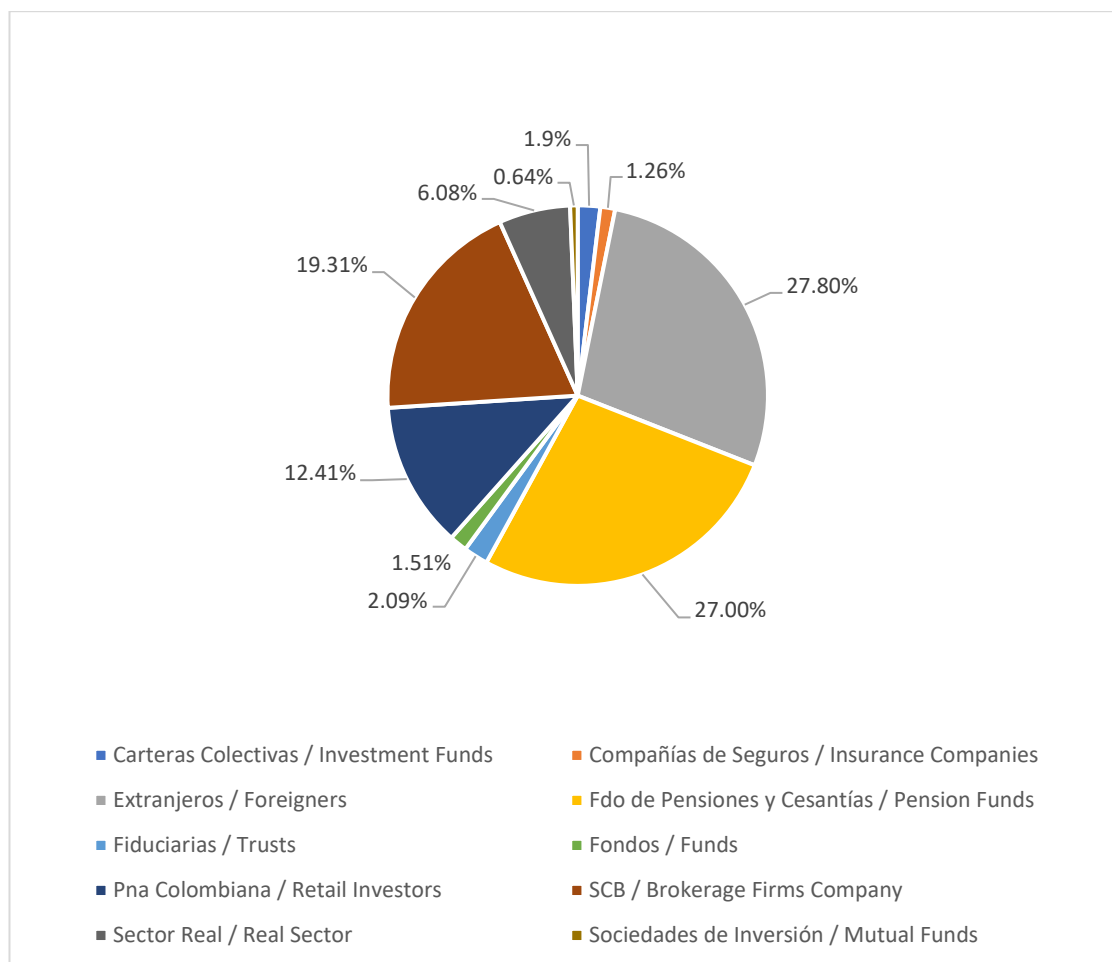


Figura 1. Participación por tipo de inversionistas en el mercado de valores de Colombia

Fuente: elaboración propia con base en “Informe mensual de renta variable” (junio de 2021).

De estas cifras, se puede concluir que las empresas colombianas, independientemente del tamaño, no participan activamente en el mercado de valores, y las que lo hacen mediante un vehículo como sociedades de inversión

o fondos de inversión, no se considera un porcentaje relevante. Las razones de esta situación van desde la falta de conocimiento de la existencia y posibilidad de inversión en instrumentos de renta variable, la aversión al riesgo, el bajo conocimiento respecto a la diversificación entre diferentes tipos de inversión, la falta de personal financiero dentro de las empresas e, incluso, la cultura organizacional con enfoque en el mercado de capitales.

Así mismo, existen plataformas que facilitan la financiación de emprendimientos pequeños, donde pueden invertir las personas naturales o jurídicas que lo deseen, como A2senso, creada para financiar a las pymes. Este mercado también ha presentado un crecimiento extraordinario en los últimos años, sobre todo en el 2021, donde se incrementó el volumen negociado, “así como el tiempo requerido para el cierre de una campaña, con respecto al 2020, teniendo empresas que solo tardaron seis horas en cerrar sus campañas” (“Una historia de ascenso permanente”, 2021). En este tipo de escenarios, igual que en el mercado de valores, la participación de las pymes en la inversión es casi nula, pues el 99 % de los inversores son personas naturales residentes colombianos.

4. Objetivo general y específicos

Objetivo general

Construir un portafolio óptimo para las pymes colombianas con los activos financieros que ofrecen mejores rentabilidades, de acuerdo con el riesgo que estén dispuestos a aceptar dichas compañías.

Objetivos específicos

- Analizar la rentabilidad histórica y la desviación estándar de los activos financieros opcionados para inversión de las microempresas colombianas.
- Calcular la correlación de los activos preseleccionados de acuerdo con su rentabilidad para tener el beneficio de diversificación del portafolio.
- Calcular los indicadores financieros y estimar la rentabilidad por medio de los modelos CAPM y APT.
- Analizar los indicadores de desempeño especializados: ratio de Sharpe, Beta, eficiencia de Treynor, tracking error, Alfa de Jensen y Modigliani y Modigliani.
- Simular el portafolio óptimo para las microempresas colombianas, comparándolo con el rendimiento que obtendrían si invirtieran en títulos de renta fija y su impacto en las utilidades de la organización.

5. Marco de referencia conceptual

Establecer un portafolio óptimo de inversión requiere un estudio previo del mercado de valores, para lo cual es común utilizar una clasificación en análisis técnico y análisis fundamental, siendo el primero, según Murphy (2000), “el estudio de los movimientos del mercado, principalmente mediante el uso de gráficos” (p. 27), por lo que aquí se incluyen los análisis de conos de volatilidad, la revisión de las fronteras eficientes y el seguimiento a las tendencias de los precios, entre otros, mientras que el análisis fundamental se enfoca en el estudio de “las fuerzas económicas de la oferta y la demanda que hacen que los precios suban, bajen o queden igual” (Murphy, 2000, p. 31), entendiendo este como una revisión más compleja de los factores microeconómicos y macroeconómicos involucrados en el valor final de los activos financieros. En este trabajo, se utilizará el análisis fundamental, dada su importancia a la hora de concluir cuáles activos conformarán el portafolio óptimo, basándolo en el análisis de modelos matemáticos e indicadores financieros.

Una vez realizado el análisis anterior, se deberá valorar el portafolio mediante los modelos seleccionados; en este caso, se han elegido dos: el modelo CAPM y el APT. El modelo CAPM es uno de los más utilizados en el mundo de las finanzas, el cual desarrolla una teoría para estimar “el precio de los activos en condiciones de riesgo para un mercado en equilibrio” (Sharpe, 2010, p. 442), siendo este último supuesto altamente criticado, según lo explican García Padrón y García Boza (2005), al comprender que los modelos basados en “mercados de competencia perfecta son poco realistas” (p.). Wong y Chirinos concluyen que el modelo CAPM desestima los emprendimientos, aun cuando estos son aceptables; no obstante, el mismo estudio determina la “racionalidad económica” (Wong y Chirinos, 2016) de este modelo en lo que se refiere a diversificación y riesgo. Entendiendo que ningún modelo se adapta perfecto a los casos particulares de inversión, en este trabajo se usará el CAPM por demostrar su eficiencia y coherencia con las teorías de diversificación, riesgo y rentabilidad.

Por su parte, el modelo APT, o preferencia por el arbitraje, considera, para la estimación del precio de los activos financieros, múltiples variables que intervienen en las decisiones del mercado y que se eligen, en la mayoría de los

casos, a partir de la experiencia del gestor del portafolio; adicionalmente, según Leyva (2017), este modelo “postula varios tipos de riesgos que podrían influir en las rentabilidades esperadas de los activos” (p. 27), utilizando para su análisis variables como la inflación, las tasas de interés y el riesgo de confianza (Leyva, 2017) para evaluar las rentabilidades de fondos de cobertura mexicanos, donde concluye la importancia de este modelo, siempre y cuando se combine con otras técnicas que permitan llegar a un análisis más específico, pues el modelo se aleja de los resultados esperados en varios casos. A su vez, Londoño, Lopera y Restrepo (2010) utilizan un modelo APT basado en fundamentales macroeconómicas y un modelo APT modificado, que toma estos fundamentales y les adiciona un indicador de las bolsas del mundo, concluyendo que “se da una dominancia del modelo APT en relación con el APT modificado, tales resultados son vistos a través del análisis de sensibilidad y el esquema Rolling de pronósticos” (p. 63). Debido a la viabilidad de este modelo, será uno de los utilizados en este trabajo de investigación.

6. Revisión de literatura

La adecuada elección de un portafolio de inversión en activos financieros es un tema que se ha estudiado bastante, tanto en lo referente a los modelos de asignación como desde el análisis de los indicadores de desempeño. En el presente trabajo, se estudia la creación de un portafolio de inversión óptimo para las pymes con activos financieros del mercado de valores colombiano, utilizando los modelos CAPM y APT, así como el análisis de los indicadores Beta, ratio de Sharpe, eficiencia de Treynor, tracking error, Alfa de Jensen y Modigliani y Modigliani.

El CAPM es un modelo de valoración de activos financieros que permite conocer su rentabilidad y su riesgo asociado, el cual tiene fundamentos de la teoría de Markowitz, que considera ciertos principios como la eficiencia de los mercados, la aversión al riesgo, el equilibrio de los mercados, la no oportunidad de arbitraje en dichos mercados y la racionalidad del inversionista; premisas que son cuestionadas por muchos dadas las imperfecciones del mercado, no obstante, es un modelo clásico frecuentemente utilizado por su consistencia; por ejemplo, Contreras, Stein y Vecino (2015) demuestran que la aplicación de modelos teóricos como la maximización del ratio de Sharpe y la frontera eficiente de Markowitz generan mejores resultados que invertir en el índice bursátil del mercado de valores colombiano (IGBC), como argumento para desvirtuar la presunción de que ese índice hace parte de la frontera eficiente, para lo cual utilizan el programa R para hacer una simulación del rendimiento de diez acciones seleccionadas por su relación riesgo-rendimiento, que luego se comparan con el rendimiento del IGBC; sin embargo, señalan la debilidad del indicador al usar como medida de riesgo la desviación estándar, aun para activos asimétricos, lo cual no es apropiado, y la inconsistencia que presenta cuando el portafolio tiene rendimientos negativos. No obstante, concluyen que el uso de estos indicadores para la elección del portafolio genera mejores rendimientos, con un menor riesgo, que invertir en el IGBC, lo que demuestra así la eficiencia de los modelos teóricos.

Otros autores como De Greiff y Rivera (2018) han optado por incluir en su análisis de optimización de portafolios situaciones más reales, como “proyectos con exceso de liquidez, costos de transacción, presupuesto limitado y horizontes de tiempo corto, es decir, con flujos de caja no convencionales” (p. 2); el autor propone hacer uso de los mercados financieros, específicamente la BVC para contrarrestar los costos de oportunidad de los excesos de liquidez del proyecto, para lo cual usa un algoritmo evolutivo multiobjetivo basado en el NSGA-II, contrastado con el modelo de media varianza de Markowitz (combinación riesgo-rentabilidad), incluyendo los costos de transacción. Al aumentar el presupuesto, el algoritmo tiende a diversificar, disminuyendo el riesgo. Al ignorar costos de transacción, Markowitz propone invertir en muchas acciones, eso eleva los costos del portafolio por las comisiones en la vida real, sin embargo, cuando se invierten altos montos, no hay diferencia significativa entre los resultados entregados por el algoritmo evolutivo y el modelo tradicional de Markowitz, ya que las comisiones no resultan relevantes en ese caso. En las tres soluciones propuestas se obtiene una TIR superior a la que se tendría si no se invierte el exceso de liquidez.

A pesar de las “fallas” que puede presentar el modelo CAPM, es utilizado tanto en Colombia como en el resto del mundo, lo cual se ha evidenciado en la literatura de análisis de portafolios estudiada, como es el caso de Arriaga, Castro y Sosa (2019), quienes comparan estrategias de diversificación usando acciones y ETF de Alemania, Reino Unido, Estados Unidos y México, implementando la metodología de Markowitz para la obtención de la frontera eficiente y la estimación del VAR de cada portafolio; para esto, se simula la inversión en las cinco acciones más importantes de dichos países y se contrasta con la inversión en los ETF más representativos de dichas economías, como son S&P 500, DAX, IPC México y FTSE 100. Se concluyó que los ETF de Estados Unidos y Alemania tienen rendimientos positivos, mientras los de México y Reino Unido no, lo cual explican por factores macroeconómicos que, con respecto a las acciones, presentan comportamientos diversos. Finalmente, los resultados señalan que es más rentable, durante el periodo de estudio, invertir en acciones tradicionales que en ETF; esto se atribuye al poder de la diversificación en el caso del

portafolio conformado por acciones y a las condiciones de alta volatilidad que se dieron por factores macroeconómicos.

Asimismo, Yamim, Borges y Neto (2021) incluyen Betas para el portafolio en el algoritmo Online Gradient Descent (OGD) usando el modelo CAPM para construir un portafolio óptimo teniendo en cuenta el riesgo, encontrando como resultado que, aumentar el Beta en mercados agresivos (Bull) o disminuirlo en mercados pasivos (Bear) mejora la rentabilidad del portafolio de inversión analizado en el mercado de valores de Brasil.

A nivel nacional, como modelo alternativo al CAPM, encontramos el estudio de Delgado y Durango (2018), que analiza la inversión en fondos de inversión colectiva colombianos usando el indicador Modigliani y Modigliani para mejorar la rentabilidad, modificando la cantidad de efectivo para igualar la varianza del COLCAP, utilizando la herramienta solver de Excel. Se concluye que inicialmente el único fondo con rentabilidad mayor y riesgo menor al COLCAP fue el Daviplus, por lo que se iguala la desviación estándar a la del COLCAP con el método propuesto, obteniendo mayor rentabilidad media con dos de los tres fondos de inversión. También concluye que “los FIC constituyen buenas alternativas para que las personas naturales inversionistas en Colombia dispongan su dinero en inversiones, pues les da la posibilidad de diversificar el riesgo, participar con bajos montos y delegar las decisiones de compra en expertos” (Delgado y Dirango, 2018, p. 181). Como problema encuentran que el mercado es poco profundo, ya que los tres fondos invierten prácticamente en las mismas acciones, variando básicamente los montos invertidos.

El otro modelo que se utiliza en el presente trabajo es el APT, para lo cual se halló un estudio de Chávez-Muñoz, Ríos-Hernández y Carmona-Muñoz (2020), quienes evaluaron la aplicabilidad del modelo a los portafolios de inversión de los países miembros de la Alianza del Pacífico, conformada por Colombia, Chile, México y Perú, como modelo alternativo al CAPM; sin embargo, encontraron que no se da tal aplicación, ya que muchas de las carteras analizadas no se explican por ninguna variable macroeconómica. Igualmente, Leyva (2017) demuestra que en el caso de los hedge fund en México, los impactos de factores macroeconómicos no explican los comportamientos de los portafolios.

Por otro lado, Willmer Escobar (2015) utiliza la técnica Analytic Hierarchy Process (AHP) para la selección de un portafolio eficiente por su combinación rentabilidad-riesgo en el mercado de valores colombiano; no obstante, concluye que esta técnica no garantiza una elección óptima de portafolio, a pesar de proveer ciertos criterios analíticos, de lo cual se puede inferir que los modelos presentan fallos por diferentes razones y que es preciso la elección y combinación de los diferentes modelos dependiendo del contexto macroeconómico y de la particularidad del caso objeto de estudio.

Partiendo del anterior análisis, se decide utilizar tanto el modelo CAPM como el APT, entendiendo que son consistentes con el objeto de estudio y que tienen aplicabilidad en el caso colombiano, sin desconocer que todos los modelos presentan un margen de error por la imperfección de los mercados y las particularidades que influyen en la gestión del portafolio.

Respecto a los indicadores de desempeño, se aborda como uno de los más importantes el ratio de Sharpe, entendido como “una medida del exceso de rendimiento por unidad de riesgo en el desempeño de fondos de inversión” (Bernstein y Fabozzi, 1998, p. 14), por lo que es usado en diferentes estudios para evaluar la relación rentabilidad-riesgo. Medina y Iturrioz (2018), así como Contreras, Stein y Vecino (2015), evidencian la efectividad del indicador, y Valer (2015) introduce una metodología llamada V-OPTIMIZER que utiliza tres maneras de optimizar el portafolio: “primero minimizando el riesgo, segundo maximizando el rendimiento y tercero maximizando el ratio de Sharpe, eligiendo el último por ser el que retorna el mejor rendimiento por unidad de riesgo” (p. 2).

Otro indicador de gran relevancia es el Beta del portafolio, que “proporciona el nivel de riesgo que se tiene al seleccionar una cartera de inversión partiendo de una base [...] que no representa riesgo para el inversionista ” (Vivanco, 2019, p. 42); el Beta es un indicador confiable y se considera, según Kristjanpoller y García (2014), como “una buena medida para determinar qué tan riesgosa puede ser la inversión” (p. 127), como resultado de una investigación que tiene como objetivo determinar el riesgo sistemático de los fondos de pensiones chilenos, calculando el Beta a partir de los métodos de mínimos cuadrados generalizados, Blume y Vasicek. Para comprobar la fiabilidad del indicador, se contrastaron los

resultados de los tres métodos y se utilizó la herramienta CUSUM para evaluar la banda de confianza, obteniendo niveles de confianza superiores al 95 %, concluyendo que “el coeficiente Beta muestra una estabilidad que hace posible su utilización como predictor para una tendencia de riesgo, esto es, para definir si un fondo es agresivo o defensivo” (Kristjanpoller y García, 2014, p. 142).

Igualmente, Trejo y Gallegos (2021) utilizaron este indicador para “medir el riesgo de mercado de portafolios de acciones en periodos de alta volatilidad” (p. 1), concluyendo que es una metodología consistente para estos periodos al contrastarlo con las demás metodologías utilizadas: VAR histórico, VAR normal y VAR simulación Montecarlo; no obstante, se hallaron resultados relativamente menores usando el Beta que con el uso del VAR, únicamente en estos periodos de alta volatilidad, por lo que podría subestimarse ligeramente el riesgo en estos casos, sin embargo, sigue siendo un resultado consistente.

Por su parte, Banda, González y Gómez (2014) utilizan el indicador de eficiencia de Treynor para “medir el desempeño de administración de las carteras” analizadas en su estudio de inversiones realizadas por trabajadores en México, en la media que permite “dictaminar si el portafolio evaluado es una buena selección” al comparar el rendimiento del portafolio con el del mercado, probando así la validez y utilidad de este en el análisis de portafolios.

A su vez, el Alfa de Jensen es un indicador valioso, definido como “una medida del grado en el cual el rendimiento promedio del portafolio excede el rendimiento del portafolio del mercado” (Rodríguez *et al.*, 2015, p. 95), el cual, según Monsalvea y Arango (2016), se interpreta según su signo, dado que un resultado positivo demuestra la eficiente administración del portafolio al tener mejores rendimientos de los que tendría en el mercado con un nivel de riesgo (Beta del portafolio) determinado, y si es negativo, evidencia una administración deficiente.

Finalmente, el índice Modigliani y Modigliani es utilizado para medir la rentabilidad de la inversión ajustada al riesgo de mercado por medio del cálculo del diferencial de rentabilidad del portafolio con el mercado, o con un benchmark para un mismo nivel de riesgo (Delgado y Durango, 2018).

7. Método de solución

Para resolver el problema de investigación, se plantea crear un portafolio de inversión óptimo que permita a las pymes obtener una rentabilidad significativa que refleje los beneficios de diversificar e invertir en el mercado de renta variable.

El procedimiento se realizará analizando las compañías listadas en la BVC a partir de las condiciones de mercado, utilizando un análisis fundamental que permita ver cómo se están perfilando las firmas.

Inicialmente, se consultará el histórico de las rentabilidades de los diferentes activos, para hallar la rentabilidad esperada y la volatilidad, y, posteriormente, su desviación estándar; luego se calculará el Value At Risk del portafolio (VAR), para deducir la máxima pérdida que podría tener la empresa al invertir en ese portafolio en un periodo determinado con un nivel de confianza establecido. De acuerdo con el riesgo que esté dispuesta a asumir la pyme, decidiremos si tomamos una decisión agresiva, defensiva o neutra, para lo cual se usará el análisis del Beta.

A continuación, se calcularán los retornos esperados del portafolio mediante los modelos CAPM y APT. Con el modelo CAPM se compara el rendimiento del activo con el rendimiento del mercado, considerando dos tipos de riesgos: el sistémico y el diversificable, que se corrige con el análisis de correlación, aquí se usará como primer criterio elegir activos con rentabilidades superiores a la libre de riesgo. El modelo APT, o preferencia por el arbitraje, busca ganarle al mercado aprovechando sus ineficiencias, entendiendo que hay diferentes variables que afectan el desempeño del activo, las cuales se establecen de acuerdo con la experiencia del gestor del portafolio.

Después se calcularán los siguientes indicadores de desempeño:

- Sharpe: este indicador se utiliza para medir cuál es el cambio exigido de la prima del retorno en función de los cambios del riesgo del portafolio, que se determina mediante la siguiente fórmula:

Fórmula 1:

$$sharpe = \frac{E(rp) - Rf}{\sigma p}$$

Donde:

E(rp) = rentabilidad esperada del portafolio

Rf = tasa libre de riesgo

σp = desviación estándar del portafolio

Si el riesgo del portafolio aumenta, el inversionista le exigirá más rentabilidad al mismo.

- Beta: que resulta del análisis de regresión a partir de los indicadores del mercado frente a los de los activos; indica el riesgo del portafolio y está dado por la siguiente fórmula:

Fórmula 2:

$$\beta = \frac{cov(rm,ri)}{\sigma m^2}$$

Donde:

Cov = covarianza

Rm = rentabilidad del mercado

Ri = rentabilidad del activo

m = pendiente

Cabe mencionar que un Beta menor a 1 es defensivo, es decir, tiene un riesgo menor que el del mercado, mientras que un Beta mayor a 1 es agresivo, por lo que se espera mayor rentabilidad, pero se corre por lo tanto un mayor riesgo.

- Eficiencia de Treynor: este indicador determina cuál es el diferencial de rentabilidad en la prima frente a cambios en el riesgo sistemático del activo, es decir, la exigencia al diferencial de la prima del portafolio solo cuando aumenta el riesgo sistémico del activo. La fórmula que permite el cálculo de este indicador es la siguiente:

Fórmula 3:

$$Treydor = \frac{(E(rp) - rf)}{\beta p}$$

Donde:

Bp = Beta del portafolio

E(rp) = rentabilidad esperada del portafolio

Rf = tasa libre de riesgo

- Tracking error: es un seguimiento frente al mercado para establecer la relación rentabilidad/riesgo con respecto al mismo.

Para evaluar este indicador se tendrán en cuenta las siguientes medidas:

- Si está entre el 0 y el 2 %, la gestión es activa, por lo tanto, no se asume tanto riesgo.
- Si está entre el 2 y el 5 % la gestión es controlada.
- Si es mayor al 5 % la gestión es pasiva, se asume mucho riesgo.

La fórmula para este indicador es la siguiente:

Fórmula 4:

$$Tracking\ error = \sigma p * (E(rp) - rm)$$

Un tracking error muy alto significa que para lograr la rentabilidad del mercado se ha tenido que asumir mucho riesgo.

Donde:

σp = desviación del portafolio

E (rp) = rentabilidad esperada del portafolio

rm = rentabilidad del mercado

- Modigliani y Modigliani (M²): este indicador se utiliza para evaluar el rendimiento que el portafolio hubiera tenido si hubiera compartido el mismo riesgo que el mercado, mediante la siguiente fórmula:

Fórmula 5:

$$M^2 = E(rp) + Rs * (\sigma m - \sigma p)$$

Donde:

σ_p = desviación del portafolio

σ_m = desviación del mercado

$E(r_p)$ = rentabilidad esperada del portafolio

R_s = ratio de Sharpe

- Alfa de Jensen: es un índice que mide la capacidad del gestor del portafolio para superar el nivel de eficiencia del mercado. En tal sentido, la interpretación del resultado se analiza de la siguiente manera:
 - Un Alfa mayor a 0 es ideal, porque significa que el gestor del portafolio lo está haciendo mejor que el mercado.
 - Un Alfa igual a 0 significa que se está replicando la rentabilidad del mercado.
 - Un Alfa menor a 0 es un mal escenario, porque indica que el mercado supera al gestor del portafolio.

A continuación, se indica la fórmula para calcular el indicador:

Fórmula 6:

$$\text{Alfa de Jensen} = (E(r_p) - r_f) - (r_m - r_f)$$

Donde:

$E(r_p)$ = rentabilidad esperada del portafolio

r_m = rentabilidad del mercado

r_f = tasa libre de riesgo

Una vez se complete este análisis, se evaluarán la rentabilidad y el riesgo del portafolio, y serán comparados con la rentabilidad de un instrumento de renta fija cuyo uso sea común entre las pymes para concluir sobre las ventajas y proyecciones de la inversión.

8. Caso de estudio

Para la elección del portafolio de inversión óptimo para las pymes en el mercado de valores colombiano, se eligió una muestra de doce empresas colombianas seleccionadas de la base de datos de la Superintendencia de Sociedades de Colombia, después de revisar el estado de resultados de estas, por tener ingresos en el año 2020 entre 839.007.741 y 61.833.869.955, como se relaciona en la tabla 1:

Tabla 1. Empresas pymes que tienen potencial para participar en el mercado de renta variable

Razón social de la sociedad	Ingresos	Efectivo y equivalentes al efectivo final del periodo	Patrimonio	Relación caja/patrimonio
PROACOR S. A. S.	1.655.810.000	284.346.000,00	1.682.508.000,00	16,90 %
INVERSIONES ACGR S. A. S.	1.098.119.551	188.497.954,00	1.100.507.545,00	17,1 %
AVANADE CAPITAL HOLDINGS S. A. S.	1.184.112.851	34.755.821,00	519.305.682,00	6,69 %
ALPAAR S. A. S	1.177.420.938	8.382.184,00	91.176.838,00	9,19 %
COMPAÑÍA DE SERVICIOS Y ADMINISTRACIÓN S. A. SERDAN S. A.	1.209.975.000	36.828.000,00	229.792.000,00	16,03 %
CAR BOYACÁ S. C. A.	903.920.443	98.625.275,00	264.563.171,00	37,28 %
INVERSIONES HERRERA CURE S. A. S	895.014.351	22.071.610,00	784.893.987,00	2,81 %
AVIDESA MAC POLLO S. A.	1.735.451.331	8.009.281,00	444.885.831,00	1,80 %
LIBRERÍA NACIONAL S. A.	56.019.424.000	26.506.762.000,00	42.317.922.000,00	62,64 %
MINCIVIL S. A.	944.309.567	155.325.312,00	855.971.635,00	18,15 %
INVERSIONES TROPI COLOMBIA S. A. S.	1.028.471.770	24.286.200,00	64.725.857,00	37,52 %
ORGANIZACIÓN VIHONCO IPS S. A. S.	45.405.457.629	2.359.443.115,00	22.970.015.093,00	10,27 %

Fuente: elaboración propia.

Las compañías mencionadas, de acuerdo con sus ingresos, cumplen con los montos para estar clasificadas como pequeñas y medianas, no obstante, el monto a invertir será determinado por cada empresa dependiendo de sus requerimientos de capital de trabajo, por lo que se sugiere que se destine la diferencia entre la caja y el pasivo corriente, de manera que asegure los recursos necesarios para la operación y compromisos en el corto plazo antes de realizar la inversión.

Una vez seleccionada la muestra, se procedió a elegir los activos financieros que conformarían el portafolio de inversión de la siguiente manera:

Se simularon tres portafolios de inversión así:

Caso 1

Se eligió un portafolio que incluye el índice accionario del mercado de valores de Colombia (MSCI COLCAP), un fondo inmobiliario y un fondo de inversión privada. Con estos activos se construyó un portafolio representativo del mercado de valores colombiano, con un nivel de riesgo aceptable (medio-bajo) que puede ajustarse al perfil de las compañías seleccionadas en la muestra.

La información presentada se obtuvo de las siguientes fuentes: en el caso de las rentabilidades del COLCAP, se descargó la serie de datos con los precios del índice de los últimos cinco años (2017 a 2021) de la BVC. Para los fondos, tanto inmobiliario como el fondo privado de inversión, se recurrió al “Reporte de las rentabilidades de fondos de inversión colectiva” de la Superintendencia Financiera de Colombia.

Caso 2

Se construyó un portafolio con los ETF más líquidos que ingresaron a la BVC, con una historia de seis meses por tratarse de una incursión nueva en un mercado que se empieza a expandir, para lo cual se tomaron el índice COLCAP, y los ETF: AMZN, ENELAMCO, IB01 y AAPL, utilizando para su elección el criterio de mayor liquidez, puesto que fueron los que presentaron mayor volumen

en pesos durante el periodo seleccionado. A continuación, se describe cada uno de los activos:

AMZN: su emisor es Amazon.com, Inc., de origen estadounidense, listado en bolsa el 14 de diciembre de 2010, dedicado a la venta en línea de todo tipo de productos, a la venta de alimentos en físico, producción de series de televisión, transmisiones deportivas en vivo y almacenamiento de datos en la nube.

ENELAMCO: su emisor es Enel Americas S. A., de origen chileno, listado en bolsa de valores el 26 de mayo de 2021, cuyo objeto social es el suministro de energía a países como Argentina, Brasil, Colombia, Perú, Costa Rica, Guatemala y Panamá.

IB01: su emisor es de Irlanda, listado en bolsa el 13 de septiembre de 2021, provee el servicio de intermediación para inversión en ETF.

AAPL: su emisor es Apple Inc., de origen estadounidense, listado en bolsa el 14 de diciembre de 2010, dedicado a la producción de equipos electrónicos, software y servicios en línea.

Caso 3

Se diseñó un portafolio conformado por acciones, teniendo como criterios para su elección la diversificación por país, por lo que se escogieron acciones de Chile, Estados Unidos y Colombia, diversidad de sector y rentabilidad. Al igual que en el portafolio de ETF, se tiene una historia de seis meses debido a la reciente incursión de las acciones extranjeras en la BVC; así mismo, se seleccionaron cuatro activos financieros que son: SQM, JNJ, BCOLOM y GRUPOARGOS, que se describen a continuación:

SQM: compañía chilena, listada en bolsa el 26 de mayo de 2021, dedicada a la minería. Cuenta con cinco líneas de negocio: nutrición vegetal, yodo y derivados, litio y derivados, potasio y sales solares. Se enfoca en la innovación y el desarrollo tecnológico.

JNJ: Johnson y Johnson, empresa estadounidense listada en bolsa el 14 de diciembre de 2010; tiene más de 130 años de historia. Se dedica a la producción de productos farmacéuticos, dispositivos médicos y productos de consumo.

BCOLOM: Bancolombia es una empresa colombiana listada en la BVC el 18 de diciembre de 1981; cuenta con 146 años en el mercado como proveedores de productos financieros y no financieros.

GRUPOARGOS: es un grupo colombiano listado en la BVC el 21 de septiembre de 1981. Pertenece al sector industrial, líder en la producción de cemento y concreto, con presencia nacional e internacional.

Procedimientos

Para cada portafolio se realizó el siguiente procedimiento:

Se calcularon las rentabilidades continuas de los tres activos, para proceder con la predicción del precio del activo bajo el modelo CAPM y el modelo APT.

Después de recopilar la información, se procesó mediante la herramienta de Excel para calcular la matriz de correlación de los activos, la cual genera valores entre -1 y 1, indicando qué tan relacionados están entre sí, es decir, si uno sube o baja, y cómo se comportarán los demás activos. Es ideal que estos valores estén muy cerca de cero, garantizando de esa manera la diversificación, pues si los activos están muy correlacionados el riesgo no sistemático es mayor, de manera que si el precio de uno cae los otros harán lo mismo y el inversionista perderá más.

El siguiente paso fue obtener las rentabilidades y el riesgo del portafolio; la primera se obtuvo por medio de la función Logaritmo natural = $\ln(X_2/X_1)$ y el último mediante la fórmula Cov/Var

Donde:

Cov = la covarianza entre la rentabilidad continua del fondo inmobiliario con respecto a la rentabilidad continua del COLCAP; de igual forma se realizó con el fondo de inversión privado.

Var = varianza de la rentabilidad continua del índice COLCAP.

Seguidamente, se calculó la rentabilidad esperada $E(r_i)$ del fondo inmobiliario y el fondo de inversión privado de la siguiente manera:

Fórmula 7:

$$E(ri) = Rf + \beta * (rm - Rf)$$

Donde:

Rf = tasa libre de riesgo

β = Beta del portafolio

rm = rentabilidad del mercado (en este caso es la rentabilidad anual del COLCAP)

Después de tener toda la información mencionada, se utiliza la rentabilidad esperada para calcular cuál será el valor del activo en el periodo que se desea mediante el modelo CAPM; en nuestro caso, en un año, al multiplicar el valor del activo el último día observado * (1+E(ri)).

Para calcular el valor de la rentabilidad esperada del portafolio mediante el modelo APT, se eligieron las variables futuro del petróleo, TRM y tasa de interés, por el gran impacto que generan en la economía colombiana, teniendo en cuenta que el petróleo pertenece al sector de industrias extractivas y que “participó con un 60,8 % del valor FOB total de las exportaciones de lo corrido de 2022 y tuvo un crecimiento en abril de 2022 del 33,9 % con respecto a abril de 2021” (“Exportaciones”, 2022); la TRM es fundamental en la economía y tiene un papel dinámico en el país, pues las exportaciones se incrementaron en un 14,2 % y las exportaciones en un 27,5 % en 2021, representando el 1,9 % y 5,6% del PIB respectivamente (“Exportaciones”, 2022); así mismo, la tasa de interés es una de las variables macroeconómicas más relevantes de la economía colombiana, ya que “es el principal instrumento de intervención de política monetaria utilizado por el BanRep para afectar la cantidad de dinero que circula en la economía” (“Tasas de interés de política monetaria”, 2022) y, por lo tanto, controlar la inflación. De esta manera, se considera, a partir de la experiencia, que esas tres variables tienen influencia en el comportamiento del portafolio de inversión.

Con la función “pendiente” de Excel, se calculó un β para la rentabilidad continua de cada variable macroeconómica con respecto a cada activo que compone el portafolio, luego se calculó la rentabilidad promedio anual de cada una y se

relacionó mediante la función suma producto con cada Beta. De esta manera, se obtuvo la medida APT que sería el factor para el cálculo del precio de cada activo al cabo de un año.

Con los resultados obtenidos, se recomienda invertir en el portafolio conformado por acciones, para lo cual se procedió con la asignación del porcentaje que se debe invertir en cada uno de ellos utilizando la frontera eficiente de Markowitz. El procedimiento realizado para este cálculo fue hallar la media y la desviación anual de cada activo, y darle, en primer lugar, un peso igual a cada activo, es decir, dividir la inversión en tres partes iguales para obtener una rentabilidad esperada y una desviación del portafolio; no obstante, esa no es la asignación definitiva, pues esta última se realizó mediante el uso de la herramienta Solver, con los parámetros de maximizar rentabilidad y minimizar riesgo; se analizaron varios escenarios y se graficaron para hallar la frontera eficiente y elegir la alternativa que mejor se ajustara al perfil de los inversionistas. En este caso, es fundamental tener una inversión con un riesgo bajo que genere tranquilidad a los empresarios de las pymes colombianas y produzca utilidades superiores a una inversión en un instrumento de renta fija.

Finalmente, se calcularon los indicadores de desempeño para evaluar el comportamiento y la gestión del portafolio de inversión, lo que será utilizado como una herramienta para la toma de decisiones, el análisis y seguimiento del mismo.

9. Resultados

Después de aplicar los modelos mencionados, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 2. Rentabilidad vs. riesgo esperado para cada caso de estudio

	FONDOS DE INVERSIÓN	ETF	ACCIONES
Esperanza (rp)	14,61 %	-6,04 %	21,75 %
Desviación	6,37 %	14,22 %	11,96 %

Fuente: elaboración propia.

En el caso de los fondos de inversión (Caso 1), a pesar de tener rentabilidad positiva no es significativa, además, según el modelo CAPM, al término de un año el valor del fondo inmobiliario crecería en un 8,955 %, pasando de 67.590 el 30 de diciembre de 2021 a 73.642,66 el 30 de diciembre de 2022, y el fondo de inversión privada crecería un 8,894 %, pasando de 55.827 a 60.792,22 en los mismos periodos, resultados muy similares a la tasa libre de riesgo; así mismo, se requiere concentrar gran parte de la inversión en un solo activo, que sería en el fondo de inversión privada con un 72 %, lo cual no se ajusta mucho al principio de diversificación. Este resultado se da principalmente porque el riesgo del fondo inmobiliario y el de inversión privada es muy bajo, incluso la Beta del inmobiliario es negativa, razón por la cual, la rentabilidad es muy baja. En ese sentido, se decidió descartar este portafolio.

Se rechazó el portafolio de ETF (Caso 2) a pesar de que el CAPM se ubicó en 10,43 % para AMZN, 9,05 % para ENELAMCO, 9,04 % para IB01 y 9,31 para AAPL, y según el modelo APT, 70 %, -11,56 %, 25,47 % y 38,38 % respectivamente, dado que, una vez se realizó el Allocation, los resultados indican un portafolio inviable, ya que se obtiene la mayor rentabilidad correspondiente al 11,15 % si se invirtiera solo en un índice que es el MSCI COLCAP; pero con una desviación muy alta, correspondiente al 22,27 %; así mismo, al generar un escenario para disminuir el riesgo a un 14,22 %, se obtiene una rentabilidad esperada negativa de -6,04 %; esto se da porque de los ETF seleccionados solo IB01 tuvo una media positiva, por lo que la esperanza

matemática del portafolio general fue menor a cero. En este sentido, la decisión es no invertir en este portafolio.

El Caso 3 tuvo un mejor desempeño, con una rentabilidad mucho más atractiva a un riesgo moderado, por supuesto, mayor que el Caso 1, pero con un Beta del portafolio menor a uno, por lo que sigue siendo un escenario conservador con una inversión defensiva. Por esta razón, se eligió este portafolio como el óptimo para las pymes colombianas. A continuación, se describen detalladamente los resultados de este caso de estudio.

Para el cálculo del precio de la acción de acuerdo con el modelo CAPM se utilizó como referente el COLCAP al resumir el mercado colombiano; así mismo, se consultó la tasa libre de riesgo en la BVC, usando el TES de mayor volumen transado el 25 de febrero de 2022; esta se ubicó en un 8,95 %. Una vez hallada la covarianza y la varianza de las rentabilidades históricas del COLCAP, se pudo obtener el Beta, que en este caso fue de 0,21, -0,22, 1,47 y 0,5 para SQM, JNJ, BCOLOM y GRUPOARGOS respectivamente, lo cual significa que se tomará una posición defensiva, es decir, tendrá más riesgo el mercado que el portafolio analizado, lo que es consistente con el objetivo de mantener una inversión prudente para una empresa pequeña o mediana. Con este procedimiento se obtuvo que, al término de un año, el valor del MSCI COLCAP crecería en un 11,15 %, pasando de 1.454 el 17 de junio de 2022 a 1.616 el 17 de junio de 2023; SQM crecería un 9,411 %, pasando de 351.740 a 384.844; JNJ en un 8,47 % pasando de 690.460 a 748.915; BCOLOM en un 12,18 % pasando de 39.600 a 44.423 y GRUPOARGOS en un 10,06 %, pasando de 16.200 a 17.830 en los mismos periodos.

En la tabla 3 se resume el cálculo mencionado anteriormente:

Tabla 3. Variables para el cálculo de los parámetros de inversión del CAPM

	Rentabilidad diaria	Rentabilidad anual
COLCAP	0,0420 %	11,149 %

	SQM	JNJ	BCOLOMBIA	GRUPOARG
COV	0,00413 %	-0,00433 %	0,02890 %	0,00993 %
CORREL	0,0875	-0,2428	0,75350564	0,26714728
VAR	0,020 %	0,020 %	0,020 %	0,020 %
BETA	0,20982	-0,22002	1,46799	0,50457
E(ri) CAPM	9,411 %	8,466 %	12,178 %	10,060 %
Plusvalía día	0,357 %	0,021%	0,131%	0,156 %
Plusvalía anual	145,512 %	5,422 %	39,141 %	48,150 %

Fuente: elaboración propia.

De este modelo se puede concluir que, con un riesgo sistémico bajo, una pyme podría tener una rentabilidad atractiva si realizara la inversión a un año, evidenciando así la viabilidad de considerar esta como una alternativa en lugar de ahorrar dicho recurso en un instrumento de renta fija, como un CDT.

El modelo APT basa su predicción en la influencia de otros activos sobre el portafolio en cuestión, por lo que se eligió el futuro del petróleo, la TRM y la tasa de interés del Banco de la República, al ser activos representativos del mercado de valores colombiano; seguidamente, se calculó la rentabilidad continua anual, así como el Beta con la función pendiente de los activos relacionados, para luego definir el porcentaje estimado de variación del precio de cada activo, obteniendo los siguientes resultados:

El valor del MSCI COLCAP crecería en un 26 %, pasando de 1.454 el 17 de junio de 2022 a 1.830 el 17 de junio de 2023; SQM crecería un 1,4 %, pasando de 351.740 a 356.490; JNJ en un 25 %, pasando de 690.460 a 863.139; BCOLOM en un 27 %, pasando de 39.600 a 50.331, y GRUPOARGOS en un 16 %, pasando de 16.200 a 18.719 en los mismos periodos.

A continuación, se presenta la información obtenida para el modelo APT:

Tabla 4. Análisis de rentabilidad del COLCAP

COLCAP	Beta (pendiente)		Impacto (promedio rentabilidad)		Retornos anuales
	Beta 1	Beta 2	Beta 3	Beta 4	
(COLCAP vs. futuro petróleo)	Beta 1	0,047	Impacto 1	0,373 %	155,37 %
(COLCAP vs. TRM)	Beta 2	-0,047	Impacto 2	-0,018 %	-4,44 %
(COLCAP vs. tasa interés)	Beta 3	0,030	Impacto 3	0,56 %	312,11 %

Fuente: elaboración propia.

Tabla 5. Análisis de rentabilidad de SQMBCO

SQMBCO	Beta (pendiente)		Impacto (promedio rentabilidad)		Retornos anuales
	Beta 1	Beta 2	Beta 3	Beta 4	
(SQMBCO vs. futuro petróleo)	Beta 1	5,245 %	Impacto 1	0,373 %	155,37 %
(SQMBCO vs. TRM)	Beta 2	-18,537 %	Impacto 2	-0,018 %	-4,44 %
(SQMBCO vs. tasa interés)	Beta 3	-5,310 %	Impacto 3	0,56 %	312,11 %

Fuente: elaboración propia.

Tabla 6. Análisis de rentabilidad del JNJ

JNJ	Beta (pendiente)		Impacto (promedio rentabilidad)		Retornos anuales
	Beta 1	Beta 2	Beta 3	Beta 4	
(JNJ vs. futuro petróleo)	Beta 1	-4,219 %	Impacto 1	0,373 %	155,37 %
(JNJ vs. TRM)	Beta 2	23,883 %	Impacto 2	-0,018 %	-4,44 %
(JNJ vs. tasa interés)	Beta 3	7,585 %	Impacto 3	0,56 %	312,11 %

Fuente: elaboración propia.

Tabla 7. Análisis de rentabilidad de BCOLOMBIA

BCOLOMBIA	Beta (pendiente)		Impacto (promedio rentabilidad)		Retornos anuales
	Beta 1	Beta 2	Impacto 1	Impacto 2	
(BCOLOMBIA vs. futuro petróleo)	Beta 1	-1,195 %	Impacto 1	0,373 %	155,37 %
(BCOLOMBIA vs. TRM)	Beta 2	-12,072 %	Impacto 2	-0,018 %	-4,44 %
(BCOLOMBIA vs. tasa interés)	Beta 3	6,238 %	Impacto 3	0,56 %	312,11 %

Fuente: elaboración propia.

Tabla 8. Análisis de rentabilidad de GRUPOARGOS

GRUPOARGOS	Beta (pendiente)		Impacto (promedio rentabilidad)		Retornos anuales
	Beta 1	Beta 2	Impacto 1	Impacto 2	
(GRUPOARGOS vs. futuro petróleo)	Beta 1	0,629 %	Impacto 1	0,373 %	155,37 %
(GRUPOARGOS vs. TRM)	Beta 2	77,578 %	Impacto 2	-0,018 %	-4,44 %
(GRUPOARGOS vs. tasa interés)	Beta 3	2,905 %	Impacto 3	0,56 %	312,11 %

Fuente: elaboración propia.

Tabla 9. Resultados del indicador APT para los cinco activos financieros

Activo financiero	APT
COLCAP	26 %
SQM	1,4 %
JNJ	25 %
BCOLOMBIA	27 %
GRUPOARGO	16 %

Fuente: elaboración propia.

Después de analizar la información de los modelos, se decidió incluir los cinco activos considerados, que son: COLCAP, SQM, JNJ, BCOLOMB y GRUPOARGOS dentro del portafolio, ya que, en ambos casos, se obtiene una rentabilidad atractiva teniendo en cuenta que se trata de inversiones defensivas por el bajo nivel de riesgo.

Para ponderar la participación que se le daría a cada activo, se utilizó la herramienta Solver, parametrizada para maximizar la utilidad, minimizar el riesgo y asignar participación a todos los activos, garantizando el principio de diversificación del portafolio. En este sentido, y analizando el gráfico de frontera eficiente, se dio una participación del 53 % a COLCAP, del 2 % a SQM, del 29% a JNJ, del 11 % a BCOLOMB y del 4 % a GRUPOARGOS. Con esta asignación se obtuvo un portafolio con una rentabilidad esperada de 21,75 % y una desviación (riesgo) de 11,96 %, lo cual es viable, teniendo en cuenta que la tasa libre de riesgo es de 8,9 % y que el Beta del portafolio es de 0,65x, como se muestra a continuación:

Tabla 10. Modelo para valorar activos financieros durante un año

	COLCAP	SQMBCO	JNJ	BCOLOMBIA	GRUPOARGOS
Media	0,042 %	0,357 %	0,021 %	0,131 %	0,156 %
Desviación	1,403 %	3,390 %	1,282 %	2,756 %	2,672 %
Media año	11,149 %	145,512%	5,422 %	39,141 %	48,150 %
Desviación año	22,273 %	53,817 %	20,344 %	43,749 %	42,413 %

Fuente: elaboración propia.

Tabla 11. Distribución óptima del portafolio de inversión

w(allocation)	0,53	0,02	0,29	0,11	0,04
w*sigma	0,118	0,012	0,060	0,050	0,016

Esperanza (rp)	21,75 %
Desviación	11,96 %
Sharpe	107,07 %

Fuente: elaboración propia.

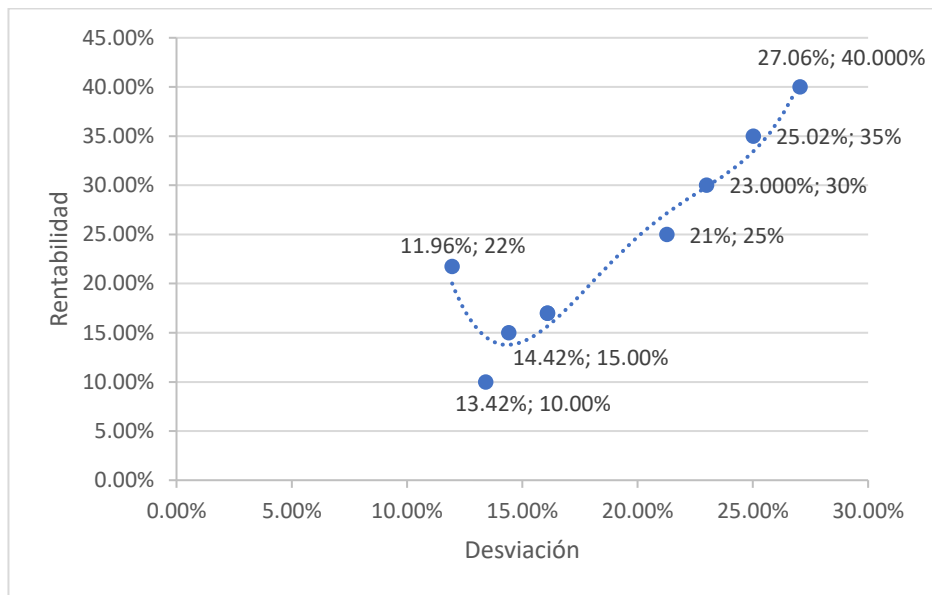


Figura 2. Análisis de escenarios y rentabilidades. Frontera eficiente (Markowitz)

Fuente: elaboración propia.

Tabla 12. Distribución óptima del portafolio de inversión

Escenarios	rent 10 %	rent 12 %	menor riesgo	rent 15 %	rent 17 %	Mayor rent
Esperanza	10,00 %	17,00 %	21,75 %	15,00 %	17,00 %	145,51 %
Desviación	13,42 %	16,10 %	11,96 %	14,42 %	16,10 %	53,82 %
Sharpe	7,82 %	50,00 %	107,07 %	41,97 %	50,00 %	253,75 %

Fuente: elaboración propia.

En la figura 2 se aprecia que son viables los escenarios con rentabilidades del 15 %, del 17 %, 25 %, 30 %, 35 % y 40 %; no obstante, se elige la del 21,75 % por la relación riesgo rentabilidad, porque se busca una inversión prudente que sigue siendo atractiva y representa una decisión defensiva. Esta combinación representa la mejor rentabilidad al menor riesgo posible.

10. Indicadores de desempeño

Como herramienta complementaria al análisis de los modelos de elección y asignación de los activos, se calcularon los indicadores que se describen a continuación:

- Sharpe: si el riesgo del portafolio aumenta en un 1 %, la expectativa de rentabilidad del portafolio se incrementa en un 13,71 %.
- Beta del portafolio: el Beta del portafolio es de 0,1269, lo cual es un valor prudente y reducido, esto significa que la inversión sería defensiva al tener un riesgo menor al riesgo del mercado, ideal para una persona natural o jurídica que sea aversa al riesgo.
- Eficiencia de Treynor: este indicador analiza la exigencia del gestor del portafolio ante cambios únicamente en el riesgo sistemático del portafolio, y no ante la desviación generalizada del mismo, es decir, que, en este caso, si el riesgo idiosincrático (el Beta) del portafolio se incrementa en un 1 %, la expectativa de rentabilidad del portafolio se incrementa en un 12,91 %.
- Tracking error: para alcanzar una rentabilidad buena, no se tiene que asumir mucho riesgo en este portafolio, ya que el valor de este indicador es del 1,27 %, por debajo del 2 %, lo que muestra una gestión activa por parte del gestor del portafolio.
- Alfa de Jensen: este indicador mide la habilidad del gestor para administrar el portafolio, ya que evalúa la capacidad de este para ganarle al mercado; en el presente caso, el gestor tiene gran habilidad, pues tiene un 12,52 % para este indicador, configurando una administración ideal.
- Modigliani y Modigliani: si el portafolio hubiera adquirido el mismo riesgo del mercado, tendría una rentabilidad esperada del 32,8 %, no obstante, por las condiciones de las empresas objeto de estudio, como son las pymes colombianas, se considera oportuno tener la rentabilidad calculada, ya que se toman posiciones defensivas con riesgo menor al del mercado.

La lectura de estos indicadores refleja una administración óptima, así como un rendimiento ideal para niveles de riesgo bajos, por lo que se considera que el portafolio está bien distribuido, que se realiza una gestión hábil y activa por parte de su administrador y que se optimizan los recursos invertidos por las entidades interesadas en su adquisición.

11. Conclusiones

- Los modelos clásicos como el CAPM y el modelo APT siguen siendo consistentes y funcionales en la mayoría de los casos, sin embargo, es recomendable evaluar el contexto y las particularidades de la situación para revisar su viabilidad y hacer ajustes o combinaciones con otras técnicas que permitan obtener resultados más confiables.
- Los indicadores de desempeño son herramientas muy valiosas en el análisis de portafolios de inversión en activos financieros, ya que permiten evaluar el comportamiento y la gestión de este, razón por la cual fueron aplicados al presente trabajo.
- A pesar del tamaño del mercado de valores en Colombia, es una alternativa atractiva para inversión de personas naturales y jurídicas; sin embargo, las empresas del país no utilizan esta opción, lo cual aplica tanto para las pymes como para las grandes empresas.
- De acuerdo con los resultados obtenidos, es más rentable para las pymes colombianas invertir en el mercado de valores con el portafolio de acciones seleccionado que en un instrumento de renta fija convencional como son los CDT o las cuentas de ahorro, dado que se obtiene mayor rentabilidad con un nivel de riesgo bajo, configurando así una posición defensiva, lo que se traduce en inversiones prudentes para este tipo de compañías.
- El portafolio conformado por ETF en el periodo analizado fue inviable dado que las rentabilidades fueron negativas; así como el portafolio de fondos de inversión resultó poco atractivo por el bajo nivel de riesgo, que se traduce en baja rentabilidad, muy similar a la libre de riesgo.
- De los tres casos de estudio analizados solo es atractivo, y por lo tanto recomendable, el portafolio conformado por acciones, ya que genera una rentabilidad muy superior a la libre de riesgo, con una desviación moderada.

12.Recomendaciones

- Para futuros trabajos se recomienda considerar en los modelos los costos de transacción para obtener mayor confiabilidad en los resultados, especialmente, en la rentabilidad esperada del portafolio.
- Un posible desarrollo interesante para el tema de investigación en el futuro sería la combinación de los modelos CAPM y APT con un algoritmo más moderno que permita contrastar y evaluar la fiabilidad de los mismos.

13. Referencias

- ANIF Centro de Estudios Económicos (2021). Mipymes: el pilar para la reactivación económica. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.anif.com.co/wp-content/uploads/2021/05/carlos-prada-anif.pdf](https://www.anif.com.co/wp-content/uploads/2021/05/carlos-prada-anif.pdf).
- Arriaga, R., Castro, J. y Sosa, M. (2019). Análisis de estrategias de inversión de diversificación internacional: portafolios tradicionales vs. ETFs. *Revista Análisis Económico*, 34(87), 41-70.
- ASOBANCARIA (2017). La educación financiera como motor de las mipymes en Colombia. *Semana Económica*. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.asobancaria.com/wp-content/uploads/2018/02/1094.pdf](https://www.asobancaria.com/wp-content/uploads/2018/02/1094.pdf).
- Banda, H., González, L. M. y Gómez, D. (2014). Una aproximación de la teoría de portafolio a las siefres en México. *Pensamiento y Gestión*, (36), 28-55.
- Bernstein, P. y Fabozzi, F. (Eds.). (1998). *Streetwise: The best of the journal of portfolio management*. Princeton University Press.
- Bolsa de Valores de Colombia (30 de mayo de 2022). *Bolsa de Valores de Colombia*. <https://bvc.co/noticias?tab=noticias-del-mercado>.
- Chávez-Muñoz, M., Ríos-Hernández, H. y Carmona-Muñoz, D. (2020). Determinantes macroeconómicos de la valoración de acciones: caso Alianza del Pacífico. *Dimensión Empresarial*, 18(1).
- Contreras, O. E., Stein, R. y Vecino, C. E. (2015). Estrategia de inversión optimizando la relación rentabilidad-riesgo: evidencia en el mercado accionario colombiano. *Estudios Gerenciales*, 31(137), 383-392.
- De Greiff, S. y Rivera, J. C. (2018). Optimización de portafolios de inversión con costos de transacción utilizando un algoritmo genético multiobjetivo: caso

aplicado a la Bolsa de Valores de Colombia. *Estudios Gerenciales*, 34(146), 74-87.

Delgado, L. y Durango, M. (2018). Estructuración de un portafolio de inversión con acciones colombianas. *Semestre Económico*, 21(46), 167-183.

En Colombia las mipymes representan el 80 % del empleo del país y el 90 % del sector productivo nacional (2019). *ACIS*. <https://acis.org.co/portal/content/noticiasdeinteres/en-colombia-las-mipymes-representan-el-80-del-empleo-del-pa%C3%ADs-y-el-90-del-sector-productivo>.

Exportaciones (2022). DANE. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/comercio-internacional/exportaciones>.

García, Y. y García, J. (2005). El Modelo CAPM a través de los tiempos. Revisión de la evidencia empírica. *Ciencia y Sociedad*, 30(3), 411-437.

Guía para listarse en BVC (2020). https://www.bvc.com.co/pps/tibco/portalbvc/Home/Empresas/Empresas/Ser_Emisor_BVC?com.tibco.ps.pagesvc.action=updateRenderState&rp.currentDocumentID=8342134_13f338c14c8_-20250a0a600b&rp.revisionNumber=2&rp.attachmentPropertyName=Attachment&com.tibco.ps.pag.

Informe mensual de renta variable (2021). *BVC*. <https://www.bvc.com.co/pps/tibco/portalbvc/Home/Mercados/informesbursatiles?action=dummy>.

Jiménez, L. (2010). *Latibex. El mercado latinoamericano de valores*. Universidad Internacional de Andalucía.

Kristjanpoller, W. y García, M. (2014). El riesgo Beta de los fondos de pensiones en Chile. *Semestre Económico*, 17(35), 127-148.

Leyva, E. (2017). Modelo multifactorial APT para el análisis de los factores de riesgo macroeconómico a los que se exponen los hedge funds. *EconoQuantum*, 14(1), 7-33.

- Londoño, C., Lopera, M. y Restrepo, S. (2010). Teoría de precios de arbitraje. Evidencia empírica para Colombia a través de redes neuronales. *Revista de Economía del Rosario*, 13(1), 41-73.
- Medina, A. & Iturrioz, J. (2018). Analisis del impacto del valor añadido del gestor sobre el binomio rentabilidad-riesgo, medido mediante el ratio de Sharpe, en los Fondos de Inversión Socialmente Responsables. *REVESCO. Revista de Estudios Cooperativos*, 127, 181-203.
- Monsalvea, J. D. y Arango, N. (2016). ¿Crean valor los fondos de inversión colectiva colombianos enfocados en acciones? *Ecos de Economía*, 20(42), 90-110.
- Murphy, J. J. (2000). *Análisis técnico de los mercados financieros*. Novoprint.
- Rodríguez, M., Cortez, K., Méndez, A. y Garza, H. (2015). Análisis de portafolio por sectores mediante el uso de algoritmos genéticos: caso aplicado a la bolsa mexicana de valores. *Contaduría y Administración*, 60(1), 87-112.
- Sharpe, W. F. (2010). Capital Asset Prices: A Theory of market equilibrium under conditions of risk. *The Journal of Finance*, 19(3), 425-442.
- Tasas de interés de política monetaria (2022). *Banco de la República*. <https://www.banrep.gov.co/es/estadisticas/tasas-interes-politica-monetaria>.
- Trejo, B. y Gallegos, A. (2021). Estimación del riesgo de mercado utilizando el VaR y la Beta del CAPM. *Revista Mexicana de Economía y Finanzas*, 16(2).
- Una historia de ascenso permanente (2021). *BVC*. https://www.bvc.com.co/pps/tibco/portalbvc/Home/NoticiasDetalle?com.tibco.ps.pagesvc.renderParams.sub5d9e2b27_11de9ed172b_-783b7f000001=rp.docURI%3Dpof%253A%252Fcom.tibco.psx.model.cp.Document%252F-3274c458_17af1ebd65b_1f0fc0a84ca9%26rp.currentDocumentID%3D-3274c458_17af1ebd65b_1f0fc0a84ca9%26action%3DopenDocument%26addDefaultTarget%3Dfalse%26.

- Valer, J. R. (2015). *V-Optimezer: una propuesta metodológica para optimizar portafolios de inversión utilizando economática, RISK Simulator y Bloomberg* [tesis de grado]. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- Vivanco, J. S. (2019). El índice Beta como base de predicción de riesgos en carteras de inversión. *Trascender, Contabilidad y Gestión*, (4), 42-51.
- Willmer Escobar, J. (2015). Metodología para la toma de decisiones de inversión en portafolio de acciones utilizando la técnica multicriterio AHP. *Contaduría y Administración*, 60(2), 346-366.
- Wong, D. y Chirinos, M. (2016). ¿Los modelos basados en el CAPM valoran adecuadamnete los emprendimientos familiares? *Innovar*, 26(61), 65-81.
- Yamim, J., Borges, C. y Neto, R. (2021). Online portfolio optimization with risk control. *Trends in Computational and Applied Mathematics*, 22(3).