

**PRUEBA DE COMPLETITUD DE MERCADOS DE LOS PAÍSES DE LA ALIANZA PACIFICO A
TRAVÉS DE UN PORTAFOLIO OPTIMIZADO POR METAHEURÍSTICA**

Código de campo cambiado



ROBINSON STIFF RUIZ SALAZAR

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA
PEREIRA, RISARALDA
2020

Con formato: Color de fuente:
Automático

**PRUEBA DE COMPLETITUD DE MERCADOS DE LOS PAÍSES DE LA ALIANZA PACIFICO A
TRAVÉS DE UN PORTAFOLIO OPTIMIZADO POR METAHEURÍSTICA**



ROBINSON STIFF RUIZ SALAZAR

Proyecto para optar por el título de:
Magister en Administración Económica y Financiera

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA
PEREIRA, RISARALDA
2020

Con formato: Color de fuente:
Automático

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1088
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1199
1.1. ANTECEDENTES DE LA IDEA	1199
1.1.1. Estado del Arte Internacional	141212
1.2. SITUACIÓN PROBLEMA	161414
1.3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	171515
1.4. HIPÓTESIS O SUPUESTOS	171515
1.5. OBJETIVOS.....	171515
1.5.1. Objetivo General	171515
1.5.2. Objetivos Específicos.....	171515
1.6. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	181616
1.7. BENEFICIOS QUE CONLLEVA	191717
1.8. LIMITACIONES PREVISIBLES	191717
CAPÍTULO II. MARCO REFERENCIAL	211919
2.1. MARCO TEÓRICO	211919
2.1.1. Completitud de Mercados	211919
2.1.2. Mercados eficientes.....	232121
2.1.3. Valoración de acciones	252323
2.1.4. Selección de portafolios.....	262424
2.1.5. Antecedentes	302828
2.2. MARCO CONCEPTUAL	323030
2.2.1. Portafolio de Inversión.....	323030
2.2.2. Tipos de Portafolio de Inversión	323030
2.2.3. Frontera Eficiente.....	333131
2.2.4. Perfil del Inversionista.....	343232
2.2.5. Riesgo	343232
2.3. MARCO NORMATIVO	353233
2.4. MARCO FILOSÓFICO	373535
2.5. MARCO SITUACIONAL	383636
2.6. GLOSARIO.....	403838

Código de campo cambiado

Con formato: No revisar la ortografía ni la gramática

Con formato: No revisar la ortografía ni la gramática

Con formato: No revisar la ortografía ni la gramática

Con formato: No revisar la ortografía ni la gramática

Con formato: No revisar la ortografía ni la gramática

Con formato: No revisar la ortografía ni la gramática

Con formato: No revisar la ortografía ni la gramática

Con formato: No revisar la ortografía ni la gramática

Con formato

Con formato

Con formato

Con formato

Con formato

Con formato

Con formato

Con formato

Con formato

Con formato

Con formato

Con formato

Con formato

Con formato

Con formato

Con formato

Con formato

LISTA DE TABLAS

▲ Tabla 1. Fases de la Investigación	444242	Código de campo cambiado
▲ Tabla 2. Variables	454343	Con formato: No revisar la ortografía ni la gramática
▲ Tabla 3. Variable: rentabilidad	454343	Con formato: No revisar la ortografía ni la gramática
▲ Tabla 4. Variable: riesgo	454343	Con formato: No revisar la ortografía ni la gramática
▲ Tabla 5: Variable: valor en riesgo.....	464444	Con formato: No revisar la ortografía ni la gramática
▲ Tabla 6. Conjunto inicial de activos de la Alianza del Pacífico por país	514949	Con formato: No revisar la ortografía ni la gramática
▲ Tabla 7. Conjunto filtrado de activos de la Alianza del Pacífico por país	525050	Con formato: No revisar la ortografía ni la gramática
▲ Tabla 8. Tabla de asignaciones ponderadas para Colombia	555353	Con formato: No revisar la ortografía ni la gramática
▲ Tabla 9. Tabla de asignaciones ponderadas para Chile	565454	Con formato: No revisar la ortografía ni la gramática
▲ Tabla 10. Tabla de asignaciones ponderadas para Perú.....	565454	Con formato: No revisar la ortografía ni la gramática
▲ Tabla 11. Tabla de asignaciones ponderadas para México	575555	Con formato: No revisar la ortografía ni la gramática
▲ Tabla 12. Métricas de portafolio por algoritmo de optimización.....	625959	Con formato: No revisar la ortografía ni la gramática

LISTA DE FIGURAS

▲ Figura 1. Patrimonio evolutivo según técnica de optimización para Colombia	595656
▲ Figura 2. Patrimonio evolutivo según técnica de optimización para Chile.....	595656
▲ Figura 3. Patrimonio evolutivo según técnica de optimización para Perú	605757
▲ Figura 4. Patrimonio evolutivo según técnica de optimización para México	605757
▲ Figura 5. Volumen diario promedio de negociación según algoritmo	615858

Código de campo cambiado

Con formato: No revisar la ortografía ni la gramática

Con formato: No revisar la ortografía ni la gramática

Con formato: No revisar la ortografía ni la gramática

Con formato: No revisar la ortografía ni la gramática

Con formato: No revisar la ortografía ni la gramática

LISTA DE ANEXOS

<u>Anexo 1: Análisis de portafolio por sectores mediante el uso de algoritmos genéticos: caso aplicado a la Bolsa Mexicana de Valores</u>	<u>7368</u>
<u>Anexo 2: Metaheurística: una visión global</u>	<u>7469</u>
<u>Anexo 3: Estudio y aplicación de metaheurísticas y comparación con métodos exhaustivos</u>	<u>7570</u>
<u>Anexo 4: ¿Existen ganancias por la cobertura de riesgo cambiario en un portafolio de acciones global, desde la perspectiva de un inversionista colombiano?</u>	<u>7671</u>
<u>Anexo 5: Propuesta metodológica para la optimización de su Portafolio.</u>	<u>7873</u>
<u>Anexo 6: Portafolio de Inversión en Acciones Optimizado</u>	<u>8176</u>
<u>Anexo 7: Selección de Portafolios usando optimización bajo incertidumbre.....</u>	<u>8581</u>
<u>Anexo 8: Modelo de selección de portafolio óptimo mediante análisis de Black-Litterman.</u>	<u>8783</u>
<u>Anexo 9: Selección de portafolios de acciones a partir de la línea de mercado de capitales con activos financieros de Colombia</u>	<u>9086</u>
<u>Anexo 10: Una aproximación de la teoría de portafolio a las siefores en México.....</u>	<u>9389</u>
<u>Anexo 11: Optimal portfolio allocation for Latin American stock indices.....</u>	<u>9591</u>
<u>Anexo 12: An Application of the Markowitz Theory to Numismatics</u>	<u>9793</u>
<u>Anexo 13: Portfolio Selection</u>	<u>9894</u>
<u>Anexo 14: Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work</u>	<u>9995</u>
<u>Anexo 15: Do Stock Prices Move Too Much to be Justified by Subsequent Changes in Dividends?</u>	<u>10196</u>
<u>Anexo 16: From Efficient Markets Theory to Behavioral Finance</u>	<u>10398</u>
<u>Anexo 17: Adaptive Markets Hypothesis: market efficiency evolutionary perspective</u>	<u>10499</u>
<u>Anexo 18: Optimización de portafolios de inversión con costos de transacción utilizando un algoritmo genético multiobjetivo: caso aplicado a la Bolsa de Valores de Colombia.</u>	<u>105100</u>
<u>Anexo 19: Fundamentales empresariales y económicos en la valoración de acciones</u>	<u>107102</u>
<u>Anexo 20: Determinantes de riesgo en la valoración de acciones en el mercado colombiano: modelo multifactorial comparativo</u>	<u>108103</u>
<u>Anexo 21: Ejemplo de acción con volatilidad insuficiente</u>	<u>110105</u>
<u>Anexo 22: Resultados de completitud: asignaciones ponderadas.....</u>	<u>111106</u>

Con formato: Fuente: 12 pto

Con formato: Espacio Después: 3 pto

[¡Error! Referencia de hipervínculo no válida.](#) **Anexo 1: Análisis de portafolio por sectores mediante el uso de algoritmos genéticos: caso aplicado a la Bolsa Mexicana de Valores**[¡Error! Marcador no definido.](#)**70**

[¡Error! Referencia de hipervínculo no válida.](#) **Anexo 2: Metaheurística: una visión global**[¡Error! Marcador no definido.](#)**71**

[¡Error! Referencia de hipervínculo no válida.](#) **Anexo 3: Estudio y aplicación de metaheurísticas y comparación con métodos exhaustivos.....**[¡Error! Marcador no definido.](#)**72**

[¡Error! Referencia de hipervínculo no válida.](#) **Anexo 4: ¿Existen ganancias por la cobertura de riesgo cambiario en un portafolio de acciones global, desde la perspectiva de un inversionista colombiano?**[¡Error! Marcador no definido.](#)**73**

[¡Error! Referencia de hipervínculo no válida.](#) **Anexo 5: Una Propuesta Metodológica Para la Optimización de su Portafolio y su Aplicación al Caso Colombiano...**[¡Error! Marcador no definido.](#)**75**

[¡Error! Referencia de hipervínculo no válida.](#) **Anexo 6: Portafolio de Inversión en Acciones Optimizado**[¡Error! Marcador no definido.](#)**78**

[¡Error! Referencia de hipervínculo no válida.](#) **Anexo 7: Selección de Portafolios Usando Simulación y Optimización Bajo Incertidumbre.....**[¡Error! Marcador no definido.](#)**83**

[¡Error! Referencia de hipervínculo no válida.](#) **Anexo 8: Modelo de selección de portafolio óptimo mediante análisis de Black-Litterman.....**[¡Error! Marcador no definido.](#)**85**

[¡Error! Referencia de hipervínculo no válida.](#) **Anexo 9: Selección de portafolios de acciones a partir de la línea de mercado de capitales con activos financieros de Colombia**[¡Error! Marcador no definido.](#)**88**

[¡Error! Referencia de hipervínculo no válida.](#) **Anexo 10: Una aproximación de la teoría de portafolio a las siefores en México**[¡Error! Marcador no definido.](#)**91**

[¡Error! Referencia de hipervínculo no válida.](#) **Anexo 11: Optimal portfolio allocation for Latin American stock indices.....**[¡Error! Marcador no definido.](#)**93**

[¡Error! Referencia de hipervínculo no válida.](#) **Anexo 12: An Application of the Markowitz Theory to Numismatics**[¡Error! Marcador no definido.](#)**95**

[¡Error! Referencia de hipervínculo no válida.](#) **Anexo 13: Portfolio Selection **[¡Error! Marcador no definido.](#)**97**

[¡Error! Referencia de hipervínculo no válida.](#) **Anexo 14: Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work.....**[¡Error! Marcador no definido.](#)**98**

[¡Error! Referencia de hipervínculo no válida.](#) **Anexo 15: Do Stock Prices Move Too Much to be Justified by Subsequent Changes in Dividends?**[¡Error! Marcador no definido.](#)**100**

[¡Error! Referencia de hipervínculo no válida.](#) **Anexo 16: From Efficient Markets Theory to Behavioral Finance**[¡Error! Marcador no definido.](#)**102**

[¡Error! Referencia de hipervínculo no válida.](#) **Anexo 17: Adaptive Markets Hypothesis: market efficiency evolutionary perspective**[¡Error! Marcador no definido.](#)**103**

Con formato: Espacio Después: 3 pto, Interlineado: sencillo

~~[¡Error! Referencia de hipervínculo no válida.](#)~~ ~~[Anexo 18:](#)~~ Optimización de portafolios de inversión con costos de transacción utilizando un algoritmo genético multiobjetivo: caso aplicado a la Bolsa de Valores de Colombia.....~~[¡Error! Marcador no definido.](#)~~104

~~[¡Error! Referencia de hipervínculo no válida.](#)~~ ~~[Anexo 19:](#)~~ Fundamentales empresariales y económicos en la valoración de acciones. el caso de la Bolsa colombiana.~~[¡Error! Marcador no definido.](#)~~106

~~[¡Error! Referencia de hipervínculo no válida.](#)~~ ~~[Anexo 20:](#)~~ Determinantes de riesgo en la valoración de acciones en el mercado colombiano: modelo multifactorial comparativo.....~~[¡Error! Marcador no definido.](#)~~107

~~[¡Error! Referencia de hipervínculo no válida.](#)~~ ~~[Anexo 21:](#)~~ Ejemplo de acción con volatilidad insuficiente.....~~[¡Error! Marcador no definido.](#)~~109

~~[¡Error! Referencia de hipervínculo no válida.](#)~~ ~~[Anexo 22:](#)~~ Resultados de completitud: asignaciones ponderadas.....~~[¡Error! Marcador no definido.](#)~~110

Con formato: Fuente: 12 pto

INTRODUCCIÓN

Históricamente, los académicos financieros han apoyado la completitud de mercados como la práctica de diversificar el portafolio de inversión entre mercados internacionales integrados en preferencia de concentrar la inversión en mercados locales; esto, como una alternativa para reducir el riesgo y potenciar las ganancias.

Pese a ser una teoría ampliamente apoyada, no se tenía un análisis preciso de cómo medir los beneficios de la completitud de mercados, hasta que el economista americano Henry Markowitz (1952) apoyó con argumentos científicos la diversificación de cartera y desarrolló las herramientas para su medición y la construcción de portafolios óptimos de inversión.

Apoyados en la modelación metaheurística propuesta por este proyecto, se busca validar el supuesto de completitud de mercados en los países de la Alianza del Pacífico –México, Chile, Perú y Colombia–mediante la creación de un portafolio optimizado de acciones. Para tal fin, inicialmente se identifica el comportamiento de las acciones en el mercado de la Bolsa de Valores de los países objeto de estudio, en el período 2015-2020; seguidamente se aplica la técnica de optimización metaheurística para la conformación de portafolios de inversión de acuerdo con las opciones que ofrecen las bolsas de valores de los países de la alianza del pacífico; para finalmente validar la hipótesis de completitud del mercado mediante métricas de desempeño aplicadas al portafolio optimizado.

Los hallazgos permitirán ofrecer al inversionista información que permita la toma de decisiones de inversión, de acuerdo con su perfil y las diferentes alternativas que ofrece el mercado, evaluando el riesgo potencial y la ganancia que ofrece dicho portafolio óptimo de inversión. Esto gracias a la evaluación de optimización aplicada al mercado nacional, comparada con el mercado regional, determinado así si existe completitud de mercado.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. ANTECEDENTES DE LA IDEA

La optimización de los portafolios genera un nivel de aceptación por parte de los clientes y reconocimiento a nivel nacional y mundial seguido de posibilidades de crecimiento. La Alianza Pacifico fue creada con el fin de incorporar cuatro países pertenecientes a Latinoamérica (México, Colombia, Perú Y Chile) y así profundizar la integración entre las economías y definir acciones conjuntas para la vinculación comercial.

Dentro de la consecución de algunos estudios que apoyen la realización de la presente propuesta investigativa, se resalta el trabajo de [MartínezMartínez](#), Restrepo y Velázquez (2004) titulado “Selección de Portafolios Usando Simulación y Optimización Bajo Incertidumbre”, el cual presenta un diseño metodológico con miras a elegir en un tiempo reducido lo referente al tema principal de investigación, dicha estrategia parte de realizar un seguimiento a los variados intercambios mercantiles que apoyen la necesidad de hallar algunos itinerarios de inseguridad, el objetivo principal es realizar una simulación bajo incertidumbre con movimientos de la bolsa mercantil Colombiana y de New York, una de las principales fundamentaciones del autor son las que conciernen a estudios hábiles y fundamentales.

Los autores Restrepo, J; Sánchez; Cruz, E, T. (2005), plantean en su trabajo “Portafolio de Inversión en Acciones Optimizado” un desarrollo específico en el que se detalla una propuesta que conlleve a ejecutar diversas acciones inversionistas en lo financiero, permitiendo que se lleve a cabo no solo la actividad de invertir, sino también analizar diferentes variables de inseguridad en cuanto a la propuesta investigativa; todo ello haciendo uso de una metodología que involucra varios procedimientos exclusivos del área y que finalmente le generan algunas conclusiones a los investigadores por cuanto lo que desean alcanzar en la indagatoria.

En la investigación “Una Propuesta Metodológica Para la Optimización de su Portafolio y su Aplicación al Caso Colombiano” desarrollada por los autores Buenaventura y Cuevas

(2005); despliegan el estudio de un exploratorio en el que se realiza por medio de diferentes herramientas un optimizado, permitiendo acceso en la creación de portafolios eficaces valiéndose de la propuesta teórica del portafolio moderno de Markowitz, a la vez que se hace uso de la noción grafica realizada por el mercado de capitales con valores en dicha acción financiera.

Los autores (Cruz T, Restrepo, Medina V, 2007) quienes realizaron la investigación “Selección de portafolios de acciones a partir de la línea de mercado de capitales con activos financieros de Colombia”, plantean la aplicación de diferentes modelos basados en la teoría de optimización de portafolios de Markowitz, con el modelo de varianza/ covarianza para determinar la frontera eficiente.

Los modelos teóricos presentados por (Black, 1972), (Merton, 1973) y más tarde por (Levy & Sarnat, 1982), (Elton & Martin, 1995), (Gruber, 1997), el resumen elaborado por (Sharpe, William, Bailey, & Jeffrey, 2003) permitieron la creación de portafolios mejorados teniendo en cuenta las hipótesis sobre portafolios de renta fija y variable, anexo a ello, la conceptualización respecto a la gráfica de mercado de capitales permitirá que se estime la estructura de acciones basadas en porcentajes y que ayuden a perfeccionar la prima por riesgo en el conjunto eficiente.

Lo anterior con el objetivo principal en orientar a quien invierte a la vez que se logra facilitar el direccionamiento en cuanto a tomar decisiones referentes al mercado y que en muchos casos se evidencia de manera especulativa, generando máximo rendimiento por medio de la prima por el riesgo involucrado.

Para el año 2011, se presentó la investigación “¿Existen ganancias por la cobertura de riesgo cambiario en un portafolio de acciones global, desde la perspectiva de un inversionista colombiano?” (Ochoa, Jaramillo y Montoya, 2011), en la cual se plantea la generación de valorizaciones en grados de eficacia, es decir, una propuesta que interviene con un mínimo de volatilidad en un mejoramiento variado dentro del ámbito internacional, por medio del uso de un desarrollo metodológico que ayude a lograr los valores propicios para

- Con formato: Color de fuente: Automático
- Con formato: Color de fuente: Automático
- Con formato: Color de fuente: Automático
- Con formato: Color de fuente: Automático
- Con formato: Color de fuente: Automático
- Con formato: Color de fuente: Automático
- Con formato: Color de fuente: Automático
- Con formato: Color de fuente: Automático
- Con formato: Color de fuente: Automático
- Con formato: Color de fuente: Automático
- Con formato: Color de fuente: Automático
- Con formato: Color de fuente: Automático
- Con formato: Color de fuente: Automático
- Con formato: Color de fuente: Automático
- Con formato: Color de fuente: Automático

el análisis estadístico partiendo desde la entrega de valores activos de mínima varianza y sí con ésta diversificación se disminuye el impacto de inseguridad en el inversionista local. Para la muestra se eligen acciones mexicanas y colombianas y buscan también identificar si es más recomendable hacer o no coberturas cambiarias con la consecución de un riesgo menor.

En 2014, John Wilmer Escobar planteó el trabajo de investigación “Metodología para la toma de decisiones de inversión en portafolio de acciones utilizando la técnica multicriterio AHP”, dicha investigación parte de proponer un desarrollo metodológico que abarca el mercado de acciones en Colombia y del que se resalta el uso de Analytic Hierarchy Process (AHP), una propuesta de análisis multicriterio, como estrategia para optar y diferenciar en las variadas decisiones que se tomen. El enfoque de esta investigación está basado en los procedimientos y manejo de operaciones de inversión en una cartera de finanzas; el estudio se lleva a cabo con el objeto de minimizar la inseguridad a la hora de llevar a cabo una inversión. De esta manera, la metodología propuesta está relacionada con recomendaciones que generalmente se utilizan en inversiones de valores financieros, en conjunto con determinadas técnicas antes mencionadas, permitiendo así una forma estructurada de verificar diversos escenarios a través de métodos que involucran calidad y rentabilidad.

En 2014, Martha Del Pilar Rodríguez García (Rodríguez, et al, 2014) presentan su propuesta investigativa de “Análisis de portafolio por sectores mediante el uso de algoritmos genéticos: caso aplicado a la Bolsa Mexicana de Valores”. La anterior investigación propone “el uso de la TMP (teoría moderna de portafolio) como método para encontrar la combinación de acciones de empresas que maximice la relación riesgo-rendimiento de un índice compuesto de acciones, así mismo propone determinar si la razón riesgo-rendimiento difiere entre sectores” y para ello se eligieron 30 empresas de seis sectores en donde midieron el adecuado funcionamiento de la carpeta financiera a la vez que se hicieron utilidades de dos particulares ítems: (1) Alfa de Jensen y (2) Ratio de Sharpe. Teniendo en cuenta una dificultad en la propuesta no lineal, se hace necesario el uso de notaciones genéticas que ayuden a propiciar el mejoramiento del portapapeles financiero logrando

Con formato: Color de fuente:
Automático

maximizar las mediciones y poder identificar cuáles aspectos tienen mayores desempeños que los otros.

En el año 2014, los autores Humberto Banda Ortiz, Luis Miguel González García y Denise Gómez Hernández (Banda, González, Gómez, 2014) desarrollan la investigación “Una aproximación de la teoría de portafolio a las Siefors en México”, en este artículo se aplica la teoría de Markowitz a los rendimientos de 5 SIEFORES, las cuales son SOCIEDADES DE INVERSIÓN DE AFORES, a su vez las AFORES son las administradoras para fondos de retiros en México. La investigación toma los precios por acción de cada fondo de inversión para hacer los cálculos e identificar el portafolio óptimo de inversión para las personas que realizarán su ahorro voluntario. De acuerdo con lo anterior los autores, miden el riesgo de las distintas combinaciones de activos calculado a través de la estimación de la varianza del portafolio conformado por las entidades nombradas.

1.1.1. Estado del Arte Internacional

En cuanto a la completitud de los mercados internacionales, el mundo financiero proyecta numerosas opciones y oportunidades de inversión. Según Aldana (2011), El mercado de valores es uno de los mercados más atractivos, pero la inversión en un solo proyecto es limitada, por lo que es importante examinar la opción de diversificación internacional. Esta estrategia de inversión reduce el riesgo y aumenta los rendimientos, esto valiéndose de los altos rendimientos que proporcionan países extranjeros, más provechosamente los mercados emergentes. De este modo, los fondos de inversión fundamentados en índices internacionales también pueden generar grandes beneficios. Por lo tanto, crear una cartera de inversiones diversificada internacionalmente fundamentada en índices bursátiles es una opción extremadamente atractiva

Según lo expresado por Jimenez, Restrepo, & Acevedo (2016), la rentabilidad de la cartera de inversiones se basa primordialmente en los riesgos potenciales relacionados, que se definen como la probabilidad de que los resultados de la inversión difieran de las expectativas. Dado lo anterior, una manera de minimizar los riesgos es mediante la completitud.

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

No obstante, teniendo en cuenta que la diversificación o completitud de portafolios puede reducir los riesgos relacionados, la diversificación internacional de portafolios brinda más oportunidades para la reducción del riesgo.

En cuanto al mercado de capitales, Castro (2016) asegura que las diferentes operaciones bursátiles pueden acoplarse entre sí con la finalidad de crear modelos de portafolios de inversión partiendo de los más rentables y riesgosos a los más conservadores y de rentas fijas; junto a estos procesos, existen instituciones financieras especializadas y encargadas de brindar a los inversionistas, creando carteras o portafolios adecuados para inversiones, estos dependiendo de un tipo específico de inversionista. Para llevar a cabo un análisis de cartera real, los inversores deben comprender y estudiar los principales fundamentos de cualquier inversión, a saber, el rendimiento y el riesgo, los cuales proporcionan los datos importantes para comprender los cambios y la variabilidad del mercado de capitales.

En la actualidad, con la creación de la moneda como medio de intercambio de bienes y servicios en todo el mundo, las transacciones se han diversificado más, la moneda o el papel moneda se incluye en las bolsas de valores, lentamente el intercambio comercial en diferentes naciones era ya más constante y por ello nació la necesidad de llevar a cabo transacciones con monedas distintas. A través de los años, estos métodos de inversión se han vuelto cada vez más importantes en las ciudades más grandes del mundo, como referente esta Nueva York, allí se sitúa la Bolsa con mayor peso a nivel mundial.

En cuanto a la completitud de los portafolios de inversión mundiales Hernández (2019) declara que, las carteras de inversión en acciones y divisas, presenta la incertidumbre de dos mercados con diversas características con activos de bajo riesgo en referencia a las divisas principales y de alto riesgo en acciones de países emergentes, haciendo frente a la actualidad del mercado de inversión, en el cual las inversiones en la bolsa en países no desarrollados es carente y existe un número significativo de inversores en los mercados de países desarrollados ; no es un secreto que la devaluación de las monedas de países no

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

desarrollados frente al dólar ha ido incrementando, esto posiciona a las divisas como más rentables para inversión, en comparación a las acciones.

1.2. SITUACIÓN PROBLEMA

El objetivo principal del mercado de valores es facilitar el acceso a recursos a empresas y/o gobierno para su financiación, y en el caso de personas que participan en este mercado, el objetivo es conservar capital, obtener un flujo de rendimientos periódico, incrementar su capital u otros propósitos, y de esto dependerán las opciones de inversión que elijan.

Al momento de tomar decisiones de inversión, las personas deben tener presente las diferentes condiciones que las llevarán a tomar distintas decisiones, tales como la tolerancia al riesgo, su nivel de ingresos, la confianza en el mercado, el nivel de rentabilidad esperado, entre otros aspectos. Precisamente son las características de una persona que guían sus decisiones de inversión las que conforman el perfil del inversionista, y hay diversos factores que influyen en él: la edad y el tiempo que están dispuestos a esperar para que una inversión de frutos, los ingresos percibidos y los que se espera obtener, las obligaciones financieras presentes, la capacidad de ahorro, la tolerancia al riesgo, el propósito de la inversión, la rentabilidad deseada, entre otros.

Según Nicolás Troillet (Hens, 2016) director de banca privada y director de consultoría de inversiones para Latinoamérica del Credit Suisse debido a que cada individuo tiene su propia aversión al riesgo, los portafolios de inversión se deben armar acorde con las necesidades individuales, sin embargo, señala algunas características que definen el perfil del inversionista, siendo estas el exceso de confianza, elevado apetito al riesgo, el afán por conseguir resultados positivos en el corto plazo y preferencia por los activos conocidos.

Por tanto, se propone la optimización de un portafolio acorde a las personas que invierten en el mercado de valores de la Bolsa de Valores de Alianza Pacífico, evidenciando al mismo como un mercado incompleto. La Alianza del Pacífico se convierte en una alternativa compilando aquellos productos que cuenten con un alto nivel transaccional, estratificado

Código de campo cambiado

además en términos de rendimiento, riesgo y atractivo comercial de los mismos, para el público inversor.

1.3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

¿Existe completitud en el mercado de Valores de los países de la Alianza Pacífico?

En esta investigación empírica, se indaga cómo obtener un portafolio optimizado de acciones en un mercado de valores incompleto como es el nacional. Ello, para contrastar si la completitud de mercados, en las diferentes bolsas de los países que conforman la Alianza del Pacífico, podría ser una mejor opción aplicando un modelo metaheurístico.

1.4. HIPÓTESIS O SUPUESTOS

Se presume que el inversionista colombiano es racional y que, en consecuencia, opta por un portafolio de inversiones optimizado antes que por uno con distribución aleatoria.

Se presume que, bajo la prueba de completitud de mercados, un inversionista racional opta por un portafolio de inversiones optimizado por metaheurística que por uno con distribución aleatoria.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. Objetivo General

Validar el supuesto de completitud de mercados en los países de la Alianza del Pacífico mediante la creación de un portafolio de acciones a través de un método de optimización aplicando metaheurística.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Identificar el comportamiento de las acciones en el mercado de la Bolsa de Valores de los países de la Alianza Pacífico en el período 2015-2020.
- Aplicar la técnica de optimización metaheurística para la conformación de portafolios de inversión de acuerdo con las opciones que ofrecen las bolsas de valores de los países de la alianza del pacífico.

- Validar la hipótesis de completitud del mercado mediante métricas de desempeño aplicadas al portafolio optimizado.

1.6. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

La actividad inversionista a través de portafolios de acciones cobra importancia a nivel de finanzas personales y empresariales en la medida en que toda acción de inversión, genera para los participantes rendimientos que les permite mejorar sus flujos de caja, en ese sentido, el diseño de un portafolio de inversión optimizado de acuerdo a las características, necesidades de quien invierte y del conocimiento del mercado de tal forma que las opciones que se ofrezcan generen rendimientos positivos para las personas.

En Colombia existen limitantes, como la poca cantidad de acciones las cuales impiden diversificar en el mercado de valores. Seguido también se evidencia un problema de completitud de mercados en Latinoamérica. La alianza del pacífico nace la unión de 4 países (Chile, Colombia, México y Perú) pertenecientes a Latinoamérica.

Por medio de esta unión, lo que se pretende dentro de este trabajo investigativo es generar de cada mercado una selección de activos, específicamente los de mayor capitalización bursátil y de mayor liquidez, que permitan hacer énfasis en los que tengan buen nivel de rotación. Seguido se desea buscar una optimización con la información suministrada.

La economía mundial se encuentra en constante crecimiento y los países pertenecientes a la Alianza del Pacífico deben facilitar el acceso de recursos a empresas y/o gobierno para su financiación. A través de un portafolio optimizado bajo la implementación de métodos como la metaheurística y aportar a la solución de la problemática evidenciada.

De acuerdo con lo anterior, según (Sharpe, 2000) la principal herramienta que existe para controlar el riesgo es la diversificación de las inversiones, condición importante para esta investigación, toda vez que, por medio de un proceso, el inversionista podrá contrarrestar la incertidumbre generada por condiciones del mercado y volatilidad de precios gracias a la selección controlada de los activos de renta variable participantes en su inversión.

Por ello, aun cuando existen diferentes referencias teóricas y modelados sobre la preferencia de portafolios en la actualidad, se ampliará este modelo mediante la técnica de optimización metaheurística, que permita establecer un portafolio optimizado de renta variable acorde a cierta característica diferencial de acuerdo con otros modelos.

1.7. BENEFICIOS QUE CONLLEVA

Una vez finalizado el estudio los principales beneficiados serán los inversionistas en el mercado de valores de renta variable, quienes podrán planear, dirigir y controlar los recursos de capital, que permita la toma de decisiones financieras y de inversión.

Resulta útil en tanto que se proporcionarán alternativas al inversionista fundamentado en el estudio y análisis de diferentes mercados de valores cómo los son los países de la Alianza del Pacífico correlacionando no sólo el mercado nacional, sino el internacional.

Se plantea como beneficio social y económico la identificación de productos asociados a mercados diferenciados, que en consecuencia pueda llevar al aprovechamiento de su capital y emplearlo en los productos que se adhieran a sus necesidades y expectativas.

Se hace necesario llevar a cabo la investigación como instrumento para incentivar la visión global del inversionista en los países que conforman las diferentes Bolsas de Valores de la Alianza Pacífico, mostrando a los inversionistas diferentes alternativas que les permitan suavizar el consumo en el largo plazo, puesto que a través del tiempo pierden su capacidad productiva y los ingresos generados no son los adecuados para garantizar un buen nivel de vida.

Se obtendrá con el estudio definido, mejores prácticas a nivel de investigación en los temas que relacionan el ámbito económico y financiero.

1.8. LIMITACIONES PREVISIBLES

- Incorporación de nuevos portafolios que generen desajustes en los parámetros de riesgos ya contemplados para los demás derivados financieros de las diferentes bolsas de los países que conforman la Alianza del Pacífico.

- Incorporación de nuevos portafolios con similitudes al planteado, que generen desajustes en los parámetros de riesgos ya contemplados para los demás derivados financieros de las diferentes bolsas de los países que conforman la Alianza Pacifico.
- La volatilidad de variables macroeconómicas que influyen en las decisiones de inversión de los inversionistas, ocasionando cambios importantes en las características de los portafolios de inversión disponibles en el mercado.
- Existen también limitaciones desde la óptica del tratamiento de datos. Los rendimientos de las acciones tienden a sufrir de colas robustas, es decir, de una densidad no normalizada de rendimientos atípicos.
- Asimismo, en las series de tiempo de precios, e incluso de sus rendimientos, tienden a presentarse componentes de raíz unitaria lo cual anularía incluir tal acción en el portafolio optimizado por no cumplirse el supuesto econométrico de estacionariedad.
- Otra limitación frecuente, son las series de tiempo discontinuas o con *gaps*: que son periodos sin cotización del precio debido a la ausencia de transacciones. O lo que es equivalente, acciones con precios muy variantes durante periodos significativos de tiempo.

Con formato: Color de fuente:
Automático

CAPÍTULO II. MARCO REFERENCIAL

2.1. MARCO TEÓRICO

El problema de investigación planteado se encuentra enfocado en las diferentes bolsas de valores y que son conformadas por los países de la Alianza del Pacífico. Se busca optimizar un portafolio diferencial con cualidades presentes en la bolsa de valores, acorde a las necesidades de los accionistas y sus riesgos inherentes calculables, respecto a la proyección de rentabilidad esperada. Esto con el fin de verificar si existe completitud en el mercado regional de la Alianza.

Con formato: Color de fuente:
Automático

2.1.1. Completitud de Mercados

La completitud de mercados, o la práctica de dividir el capital entre mercados internacionales integrados en vez de concentrarse en mercados locales, tiene como objetivo reducir el riesgo al tiempo que potencia las ganancias. Esta filosofía, se defiende ampliamente en la literatura no financiera. En El Mercader de Venecia de William Shakespeare (1598), el personaje principal Antonio dice: *“Mis empresas no están en un único fondo, ni en un solo lugar; ni todo mi patrimonio depende de la fortuna de un solo año”*.

En Finanzas, el primer intento oficial de introducir la completitud de la cartera se remonta al siglo XVIII y al desarrollo de los fondos mutuos en los Países Bajos. El objetivo era crear conjuntos diversificados de valores diseñados específicamente para ciudadanos de escasos recursos.

Por ejemplo, el fondo organizado por Abraham van-Ketwich (1774) procuró mantener una cartera con la misma ponderación posible de bonos emitidos por extranjeros, gobiernos y préstamos para plantaciones en las Indias Occidentales. Estos incluían bonos del Banco de Viena, bonos del gobierno ruso, préstamos del gobierno de Sajonia, préstamos del canal español, valores coloniales ingleses, préstamos de plantaciones sudamericanas, así como otros valores de varias empresas danesas estadounidenses. Todos ellos se negociaron en el mercado de Ámsterdam.

Argumentos más formales sobre la completitud de mercados, iniciaron con Leroy-Beaulieu (1867) y su idea de “división del capital”. Lo describió como *“diez, quince o veinte valores, especialmente valores que no son de similar naturaleza y que fueron emitidos por diferentes países”*.

Respecto a la internacionalización de la inversión, formalmente Henry Lowenfeld (1909) afirmó que el único medio para asegurar el éxito permanente consiste en la adopción de un método “verdadero y sistemático” de promediar los riesgos e introdujo la idea de una “distribución geográfica del capital”. Utilizando datos de precios de valores globales negociados en la Bolsa de Londres, Lowenfeld llevó a cabo estudios cuantitativos del rendimiento ajustado al riesgo de carteras internacionales neutrales de la industria igualmente ponderadas.

Código de campo cambiado

Posteriormente, Alfred Neymarck (1913) sugirió que una cartera debe estar compuesta por acciones de diferente tipo que no se verán influenciadas de la misma manera por un evento dado y para las cuales, por el contrario, la caída del precio de ciertas acciones sería, en la medida de lo posible, contrarrestado por la subida simultánea del precio de otras acciones. También introdujo la noción de riesgos a escala general: que afectan a todas las acciones; y riesgos a escala interna: que afectan a una sola empresa.

Hasta ese momento, no se había realizado ningún análisis sobre cómo medir los beneficios de la completitud de mercados. Fue entonces, cuando el economista americano Henry Markowitz proporcionó no solo los argumentos científicos para apoyar la diversificación de la cartera, sino también las herramientas para medirla y construir mejores portafolios (Markowitz, 1952). Desde entonces, múltiples otros autores se han basado en estos fundamentos y la mayoría de los paradigmas de construcción de carteras se basan en la idea de que es necesaria la completitud.

Código de campo cambiado

Los teóricos modernos coinciden en que es necesario reducir el riesgo sistemático, a medida que se maximizan las ganancias (Driessen & Laeven, 2007) y se integran mercados con ubicaciones geográficas diversas: tanto de mercados desarrollados como emergentes.

Código de campo cambiado

Código de campo cambiado

(Huynh, Hille, & Nasir, 2020). En efecto, la evidencia estadística sugiere que esta filosofía completitud debería producir siempre beneficios.

En este proyecto investigativo, se contrastará la ventaja de la completitud en el mercado latinoamericano de la Alianza del Pacífico. Con ayuda de algoritmos tradicionales y con algoritmia metaheurística se calcula, primero, la rentabilidad de portafolios optimizados en cada mercado nacional y luego la rentabilidad en el mercado integrado regional.

2.1.2. Mercados eficientes

Uno de los mayores aportes sobre la teoría de mercados eficientes es la investigación de Eugene Fama (1970), quien define un mercado de capitales eficiente como uno en el cual los activos siempre reflejan a plenitud de la información disponible, al ser un mercado eficiente sugiere que los mercados especulativos como la bolsa, juegan un papel fundamental y positivo en la asignación de los recursos. Según este aporte, la función principal del mercado de capitales es la asignación de la propiedad del capital disponible en la economía, un mercado ideal es donde los precios indican exactamente cómo debe ser la asignación de los recursos, y en este escenario las empresas pueden tomar decisiones de financiación, producción e inversión basadas en el supuesto de que los precios de los activos muestran fielmente en todo momento toda la información disponible, a esto se refiere con un mercado eficiente. Para la construcción del modelo que propone el autor, se parte del postulado que las condiciones de equilibrio de mercado pueden ser establecidas en función de rendimientos esperados.

En comparación con los mercados financieros completos, los mercados incompletos tienen ciertos impedimentos que no les permiten a los agentes transferir de manera perfecta el riesgo, es decir, los choques a los que puede estar expuesto un individuo no son totalmente asegurables, pues no existe un conjunto completo de activos contingentes que les permita hacerlo, por lo cual el resultado final es un equilibrio que no es Pareto eficiente (Hernández Ortega, 2017).

Otro aporte importante sobre mercados ~~eficientes,eficientes~~ es el estudio académico de

Código de campo cambiado

Código de campo cambiado

Robert Shiller (1980) en donde el autor desarrolla un modelo de mercados eficientes que hoy es ampliamente utilizado para interpretar el comportamiento de acciones comunes. Según este modelo, los índices muestran que los precios reales de las acciones son el equivalente al valor presente de los rendimientos futuros racionalmente esperados o pronosticados por una tasa de descuento real constante. Este modelo es apropiado para describir el comportamiento de los índices de mercado agregado y proporciona información para explicar un movimiento repentino en los índices de precios de acciones, y estos se tribuyen a nueva información sobre rendimientos futuros, todo esto basado en la volatilidad de los precios de los activos financieros.

Años más tarde, el mismo autor Robert Shiller (2003), retoma el estudio, realizado en la década de 1980, como una importante discusión académica sobre la coherencia del modelo de mercados eficientes para el mercado de valores con evidencia econométrica sobre las propiedades de series temporales de precios, rendimientos y ganancias. Si estas acciones muestran un exceso de volatilidad en relación con lo que predeciría el modelo de mercados eficientes representa gran preocupación. El autor, trae a contexto su postulado y el de otros, según el cual la estabilidad del valor presente a lo largo del tiempo sugiere que existe un exceso de volatilidad en el mercado de valores agregado, en relación con el valor presente que implica el modelo de mercados eficientes.

Sin embargo, el autor reconoce que el principal problema con respecto a su trabajo original sobre el exceso de la volatilidad fue en relación con la estacionariedad de los rendimientos y los precios de las acciones, al señalar que los rendimientos fluctuaban en torno a una tendencia conocida. En contraste, también se podría argumentar que los rendimientos no necesitan mantenerse cerca de una tendencia y que incluso si las ganancias siguen una tendencia, la emisión o recompra de acciones podría hacer que los rendimientos se aparten indefinidamente de una tendencia. Ante este panorama, el desafío fue cómo construir una prueba de volatilidad esperada que modelara los rendimientos y los precios de las acciones de una manera más general. A medida que se desarrollaban las pruebas, tendían a confirmar la hipótesis general de que los precios de las acciones tenían más vo-

latitud de lo que podría explicar una hipótesis de mercados eficientes.

De acuerdo con esta nueva posición de Shiller, Andrew W-Lo, (2004) señala como una de las ideas más influyentes en las últimas décadas la teoría de mercados eficientes fundamentada en la idea de que los precios de mercado incorporan toda la información de manera racional e instantánea, sin embargo, se enfoca también en cómo la disciplina emergente de la economía y las finanzas del comportamiento ha desafiado esta hipótesis, argumentando que los mercados no son racionales, sino que están impulsados por el miedo y la codicia. Es así como en este trabajo el autor propone un nuevo marco que concilia la eficiencia del mercado con las alternativas de comportamiento mediante la aplicación de los principios de evolución (competencia, adaptación y selección natural) a las interacciones financieras.

Código de campo cambiado

Bajo esta teoría de los mercados adaptativos, lo que comúnmente los autores han denominado contraejemplos de racionalidad económica: exceso de confianza, aversión a la pérdida, reacción exagerada y otros sesgos conductuales, son consistentes con un modelo evolutivo de individuos que se adaptan a un entorno cambiante a través de heurísticas simples.

2.1.3. Valoración de acciones

César Attilio-Ferrari y Alex Amalfi-González (2007) desarrollaron un modelo basado en el comportamiento de los inversionistas que no logran diversificar sus riesgos en la bolsa de valores local, esto debido en mayor medida a la poca profundidad del mercado, y es por esto por lo que optan por comprar divisas como instrumentos alternativos para invertir.

Código de campo cambiado

Uno de los principales hallazgos de estos investigadores, es que los fuertes incrementos en el precio de las acciones que tuvieron lugar en un período de tiempo de terminado en la Bolsa colombiana no son explicados plenamente por el desempeño de las empresas medido en términos de sus dividendos ni por la percepción de riesgo medido por la tasa de descuento; la aplicación de este modelo arrojó que las fluctuaciones en el mercado cambiario y el comportamiento monetario son altamente importantes en la determina-

ción del precio de las acciones; esto se apoya también en los hallazgos sobre burbujas racionales en el mercado nacional de renta variable cuando se tienen políticas monetarias expansivas o altas expectativas a la revaluación del peso.

Otro importante aporte para conocer el mercado accionario colombiano es su comportamiento y los factores que influyen en los rendimientos de las acciones. Respecto a ello, destaca el artículo publicado por Diana Carmona y Cielo Criollo (2015), cuyo objetivo es identificar las posibles fuentes de riesgo de mercado que pueden llegar a influir de forma particular en los rendimientos de las acciones que se cotizan en la Bolsa de valores colombiana, para tal fin se abordan modelos de múltiples factores que permiten caracterizar estos comportamientos mediante la metodología de componentes principales asintóticos ACP. Se implementan modelos multifactoriales y unifactoriales bajo dos escenarios diferentes, en primer lugar, se realizan estimaciones con base en una tasa libre de riesgo a corto plazo y el segundo a largo plazo. Lo que se concluyó de esta investigación fue que los modelos son más eficientes y arrojan un mejor pronóstico en escenarios de corto plazo, siendo el mejor modelo para predecir retornos de activos de renta variable el de un solo factor representado por el riesgo de mercado.

Código de campo cambiado

2.1.4. Selección de portafolios

Una investigación que demuestra la importancia del perfeccionamiento de la carpeta accionaria en las empresas, es el proyecto propuesto por Borge-Vergara y Cervantes-Luna (2012), donde plantean la importancia para la empresa en invertir los excesos de dinero, con el fin de generar mayor riqueza dentro de la organización –EVA– o mayor rentabilidad para los propietarios, es de resaltar que en esta investigación, se buscó demostrar la importancia de la generación de liquidez y/o capital de trabajo para la empresa, pues así continuará creciendo como organización, y mantendrá una buena salud financiera en sus operaciones. Una de las formas para alcanzar estos costosos paralelismos de generación de capital de trabajo, se demuestra en esta investigación mencionada, que se logra con una correcta y optima alteración en el mercado de capitales.

Código de campo cambiado

Lo anteriormente descrito pone en evidencia la importancia de la inversión óptima en portafolios de acciones, lo cual es trascendente para la actual investigación teniendo en cuenta que impacta sustancialmente las organizaciones que quieren tener diferentes opciones de rentabilidad; es allí donde radica la importancia de las metodologías de optimización de portafolios, toda vez que una nefasta inversión puede generar grandes pérdidas. Aunque se ha trabajado con anterioridad este tema a través de diferentes métodos de optimización de los portafolios, la mayoría de las investigaciones lo han abordado desde un punto de vista matemático, y poco se ha tenido en cuenta el diseño de una carpeta acondicionada a los requerimientos de cada persona que invierte en el mercado.

Acorde con lo mencionado anteriormente, en un estudio sobre la teoría de Markowitz, con metodología de medias ponderadas exponenciales, se estima un modelo econométrico como apoyo al mejoramiento de las carpetas de acciones que se basa solo en los precios y la variación de estos; pero no se evidencia la importancia del perfil del inversionista. (García-Díaz, Betancourt-Bejarano, & Lozano-Riaño, 2013)

En la selección de portafolios Harry Markowitz (1952) ha sido un referente teórico. En su publicación *Portfolio Selection* establece los fundamentos de la teoría de la cartera moderna, al definir un marco de inversión para la selección y construcción de portafolios de inversión basados en la maximización de los rendimientos esperados y la minimización simultánea del riesgo de inversión, en su teoría, este autor ilustra geoméricamente la relación entre las expectativas y la elección de portafolio de inversión de acuerdo con la regla rentabilidad esperada – varianza de la rentabilidad, se basa en el comportamiento racional del inversor, según el cual el inversor desea la rentabilidad y rechaza el riesgo, es así como establece que una cartera es eficiente en la medida que proporcione la máxima rentabilidad posible determinando un riesgo o por el contrario que presente el menor riesgo posible ante determinada rentabilidad.

Otro aporte basado en la teoría de Markowitz, es la investigación llevada a cabo por Alcázar *et al.* (2015), cuyo objetivo es analizar la rentabilidad de las inversiones en activos al-

Código de campo cambiado

Código de campo cambiado

Código de campo cambiado

ternativos durante un período prolongado de tiempo con el propósito de conocer y demostrar la evolución positiva del rendimiento de estas inversiones. Su metodología se basa en la aplicación de la teoría de la cartera de Markowitz a las inversiones en activos tangibles para obtener el mayor rendimiento con el menor riesgo posible, aplicado al caso particular de la moneda. Entre sus hallazgos demuestran que la teoría de Markowitz ofrece la posibilidad de gestionar el posible riesgo de inversión de una mejor manera a través de la diversificación.

De otro lado, en la investigación denominada “Portafolio de Inversión para la empresa objeto de estudio con base en la Gestión de Riesgo” presentada por Catalina Pérez y David Alejandro Ramírez, se estudia un portafolio óptimo de inversión aplicado a una empresa particular, para lo cual se consideran aspectos como cuantías o excedentes de liquidez, horizontes de inversión, selección de estructura de capital y financiación ideal y los riesgos asociados a estas decisiones, y se hace especial énfasis en el perfil del inversionista identificado para la empresa, de tal forma que la construcción del portafolio y políticas de inversión se encaminaron hacia el perfil del inversionista identificado.

En el trabajo investigativo de Daniel Contreras-Huertas (2018), se lleva a cabo una recopilación de teorías y herramientas que se consideran actualmente para la selección de un portafolio de inversión óptimo para determinada organización, en este estudio, se considera el perfil del inversionista como un factor determinante en tanto se debe identificar la relación entre riesgo y rendimiento sobre un portafolio de inversión, siendo este un aspecto que evalúan las personas al momento de tomar decisiones de inversión.

Arcos, Benavides y Berggrun (2010), realizan un importante aporte con su publicación *Optimal portfolio allocation for Latin American stock indices*, en la cual aplican cuatro métodos para la derivación de portafolios óptimos en los mercados accionarios más representativos de Latinoamérica, estudiando su composición y estabilidad en el tiempo, los métodos aplicados son: una matriz de varianza y covarianza histórica, una matriz de semivarianza y semicovarianza, un promedio móvil con ponderaciones exponenciales y un re-

Código de campo cambiado

Código de campo cambiado

muestreo. Luego de comparar el desempeño de portafolios óptimos frente a portafolios equitativamente diversificados, las diferencias no fueron estadísticamente significativas en la razón de Sharpe, pero hubo inclinación por el remuestreo en tanto los retornos obtenidos en el período de tiempo estudiado presentaron dominancia estocástica sobre los retornos de portafolios analizados con metodologías tradicionales.

En cuanto a estudios que han optado por la aplicación de técnicas metaheurísticas en la elección de portafolios de inversión, Cruz *et al.* (2007) presentan “Negociación de portafolios de acciones usando la metaheurística recocido simulado”, mediante el cual exponen esta metodología para conformar portafolios de inversión en acciones de la Bolsa de Valores de Colombia a través de la negociación (transacciones de compra y venta) en el corto plazo logrando excedentes de rentabilidad. El modelo es validado con la comparación de resultados obtenidos con la información de las cotizaciones en el intervalo de días del 21 al 25 de febrero de 2005 del mercado bursátil colombiano. Los autores fundamentan que la aplicación de esta técnica no requiere un riguroso análisis formal, sino de conocimiento experto sobre la materia; su principal beneficio es que trata de aportar soluciones a un problema con un buen rendimiento, en lo relacionado con la calidad de soluciones y los recursos empleados.

Asimismo, los autores estudian diferentes métodos de análisis y herramientas para la conformación y selección de portafolios de inversión, tales como: análisis fundamental, análisis técnico, análisis de osciladores, modelo de activos de capital a precios de mercado (CAPM), modelo de fijación de precios por arbitraje (APM), modelo de Markowitz; llegando a la conclusión de que ninguno de ellos muestra cómo negociar acciones para maximizar la rentabilidad de un portafolio de inversión a corto plazo, es así como proponen la meta-heurística como metodología para la conformación de un portafolio de inversión en acciones de la Bolsa de Valores de Colombia que alcance un nivel óptimo de rentabilidad en el corto plazo.

Otro importante aporte en la optimización de portafolios de inversión es el trabajo reali-

Código de campo cambiado

zado por de Greiff y Rivera (2018), la principal variable de este trabajo es que formula un modelo matemático e implementa un algoritmo genético multiobjetivo para formar portafolios óptimos en la Bolsa de Valores de Colombia, esto teniendo en cuenta restricciones existentes en el mercado financiero y condiciones como exceso de liquidez, costos de transacción, horizontes de tiempo cortos y presupuesto limitado.

Código de campo cambiado

Los autores argumentan que bajo estas condiciones se ha identificado que los modelos convencionales pueden generar portafolios ineficientes, de ahí que el objetivo del modelo propuesto es minimizar los riesgos y maximizar la rentabilidad, esto sustentado en la presentación de portafolios, resultado de la aplicación del modelo propuesto y el modelo de media-covarianza para mostrar la importancia del presupuesto y los costos de transacción para tomar decisiones de inversión.

2.1.5. Antecedentes

Los estudios revisados son importantes dentro del diseño de un portafolio, además serán abordados y referenciados, en mayor grado, en el momento de ejecución de esta propuesta de indagación, puesto que éste busca dar solución al problema de la disyuntiva rentabilidad vs riesgo en el mercado de acciones de acuerdo con el perfil del inversionista.

Seleccionar acciones para un portafolio resulta complejo, ya que aun contando con herramientas de programación de Gaspero, de Tollo y Schaerf (2011) que brindan soporte para resolver formulaciones básicas (Xu, Lam, & Li, 2011), los ordenadores de programación no cuentan con la capacidad para desarrollar formulaciones complejas, lo que obliga a la implementación de alternativas como la heurística y la metaheurística, acompañada de otros componentes, para el planteamiento de estas.

Código de campo cambiado

Estas herramientas de programación son diseñadas considerando no solo el uso de la metaheurística, sino también parte de modelos como el de Markowitz, donde se incorpora esta última, pero que incorpora otros componentes al algoritmo de solución, ejemplo de esto el DE y el SDE: diferencial evolutivo y diferencial evolutivo estocástico (Maringer & Parpas, 2009) y que también ha sido tomado desde la perspectiva del MSPPSP (problema

Código de campo cambiado

de planificación de cartera de proyectos multidisciplinarios) en su configuración desde la solución con la contribución de habilidades humanas (Kazemipoor, Tavakkoli-Moghaddam, Shahnazari-Shahrezaei, & Azaron, 2013)

Código de campo cambiado

El anterior problema mencionado es un nuevo paradigma al cual se enfrentan las empresas, puesto que, dada la viabilidad parcial de diferentes proyectos de carteras, se presenta una saturación que usan los algoritmos (para formulación de propuestas) que afecta su rendimiento. Esto ha llevado que se empleen métodos para la solución de problemas SCO: optimización combinatoria estocástica (Gutjahr, Katzensteiner, & Reiter, 2007). Además, este enfoque hacia los proyectos de carteras ha tenido un buen rendimiento en cuanto a la proposición de combinaciones optimas de estos, (Carazo, y otros, 2010)

Código de campo cambiado

Código de campo cambiado

El estudio de los proyectos de carteras de acciones ha visto en la naturaleza (Chen, Liang, & Liu, 2013) una solución alternativa para el planteamiento de métodos que permitan tomar la mejor decisión con base en modelos de optimización que manejen problemas complejos, lo cual hace comprensible que otros como (Woodside-Oriakhi, Lucas, & Beasley, 2011) incorporen herramientas como el algoritmo genético para conseguir la optimización de la cartera financiera.

Código de campo cambiado

Código de campo cambiado

Complementario a ello, cabe incluir otro modelo adicional que también incorpora un patrón natural como el de las colonias de hormigas de Pareto (Stummer & Sun, 2005), al modelo ya planteado de Markowitz, y se busca integrar los diferentes componentes para que el proceso de planificación de inversión de capital sea óptimo. Los planteamientos con base en proyectos son bastante abundantes en términos de investigación, pero resaltando el enfoque con base en la naturaleza de Crawford, et al, (2014) (Crawford, 2014) en donde también toma como aliada a la naturaleza, esta vez como objeto de planteamiento de patrones algorítmicos de solución a las luciérnagas y la codificación en binario, la cual mostro resultados positivos en relación con los problemas de cobertura conjunta de cartera.

Código de campo cambiado

Código de campo cambiado

Con formato: Color de fuente: Automático

Con respecto a lo anterior no se debe olvidar que la optimización de la cartera es un problema importante basado en la teoría moderna de la cartera (MPT) en el campo de las finanzas (Cui, Cheng, & Bai, 2014) y que existe riesgo inherente en la selección de los algoritmos de optimización (Peng, Tang, Chen, & Yao, 2010), puesto que se muestran resultados positivos, pero bajo modelos diferentes, lo cual hace más prudente, el combinar diferentes métodos que articulen un conjunto de variables amplio, y que puedan generar combinaciones óptimas con resultados similares; considerando en paralelo los problemas de la articulación de portafolio de proyectos de inversión) (Doerner, Gutjahr, Hartl, Strauss, & Stummer, 2004) puesto que si bien se buscan buenos rendimientos y resultados de cada portafolio, esto debe coincidir con objetivos dispuestos en la planeación de estos, como se refleja en los información de los artículos hasta ahora mencionados, siendo constantes el tiempo, la viabilidad y otras consideraciones que varían según cada autor y modelo algorítmico empleado para formulación de portafolios de carteras optimizados.

Código de campo cambiado

Código de campo cambiado

Código de campo cambiado

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. Portafolio de Inversión

Un portafolio de inversión se presenta como una recopilación de valores cotizables a los que puede acceder una persona o una empresa con intención de invertir en él y que a su vez se estructura con depósitos a plazo, divisas, unidades dentro de los bancos, commodities y derivados, los anteriores, comprometen un capital del que se espera obtener un cierto rendimiento.

2.2.2. Tipos de Portafolio de Inversión

Los portafolios de inversión se pueden clasificar según las expectativas y tolerancia al riesgo de inversión en los siguientes:

- **Conservador (Cauteloso):** Su finalidad consiste en la preservación del Capital y máxima seguridad. Sin abrir la posibilidad de algún tipo de inflexión antes los riesgos que implica la inversión y estimando cada valor que se invierte y los resultados que genera.

- Moderado (Balanceado): Se trata de una conjunción entre lo que implica la rentabilidad y el aumento de esta, teniendo en cuenta la variación de valores mercantiles y la necesidad de minimizar el impacto. Cabe cierta posibilidad de permitir un grado de inseguridad ante las diferentes maneras de adquirirse los valores y llevar a cabo las inversiones.
- Crecimiento: Consiste en la mayor inversión dentro del mercado con intenciones de ampliar el sector financiero y ~~los~~ valores particulares. ~~En mayor medida s~~Se trata de acciones y fondos.
- Crecimiento Agresivo: Se presenta como el mayor riesgo que puede asumir un accionista inversionista, aun ante las dificultades y la inseguridad que presenta el mercado, se trata de generar impacto y mejorar el mercado particular. Son portafolios conformados por inversiones de renta 100% variable.
- Portafolio Especulativo: Parte de un análisis breve en el que se invierte según lo que se vaya conociendo y/o analizando en el mercado.
- Portafolio Optimizado o Portafolio Eficiente: Harry Markowitz, presenta un enfoque sobre lo que concierne a la clasificación de portafolios de inversión, generando una revolución en el ámbito de la economía y la financiación, otorgando algunos aspectos particulares, en el que se resalta el manejo de portafolios eficientes, los cuales hacen parte de la mayoría de los esquemas de generación de carteras, sin modificar lo que a la esencia corresponde. Para Markowitz un portafolio eficiente, se convierte en una propuesta que involucra un riesgo menor, permite una devolución y se adapta a un tipo de riesgo establecido.

2.2.3. Frontera Eficiente

El fin último del esquema de mejoramiento de la llamada frontera eficiente “teoría media varianza”, consiste en hallar aquellas variaciones preferibles en lo que respecta al rendimiento y volatilidad con mínimo de diferenciación; llevando a cabo la aplicación de las ecuaciones que se abordaron en apartado anterior y lo que se logra obtener se grafica en

los cuadrantes I y II del plano cartesiano. Por medio de una gráfica, obtenida con la unión de los diferentes puntos hallados en el paso anterior, se puede lograr evidenciar mucho más la frontera eficiente de portafolio.

2.2.4. Perfil del Inversionista

La propuesta teórica de Markowitz se basa en la hipótesis de que la forma de ser de un inversor se caracteriza por el grado de aceptación del riesgo que tenga y el grado de maximización de utilidades que espera obtener con la inversión, por lo anterior, en la teoría general de portafolios se determinan tres posiciones de los inversionistas frente al proceso, que son muy importantes en la consecución de la propuesta, dichas posiciones son:

- Aversión al Riesgo: Hace referencia a la decisión por parte del inversor del menor grado de riesgo frente a otras alternativas con la misma propuesta de renta planificada.
- Propenso al Riesgo: El inversor elegiría aquella propuesta que genere mayor inseguridad frente a alternativas con la misma propuesta de renta planificada.
- Neutral al riesgo: En esta situación, el inversor se mantendría indiferente si tuviera que elegir entre dos alternativas con la misma propuesta de renta planificada.

2.2.5. Riesgo

Posibilidad en la cual se pueden presentar inseguridades, ataques o dificultades de tipo económico, causado por el desconocimiento en cuanto a la variación de diversos ítems en materia de economía para la posteridad. Además, califica la sensibilidad del portafolio ante variaciones de la tasa de interés, tipo de cambio, liquidez y, de forma total a cualquier modificación en las principales variables de la economía local o de la estabilidad financiera que pudieran afectarlo.

Además, el riesgo influye en diversos aspectos que conciernen al ente económico desde su medición, hasta la validación de los resultados obtenidos y que pueden generar ciertas predicciones frente a lo que está evaluando.

2.3. MARCO NORMATIVO

La reglamentación para las transacciones en mercado accionario está estipulada bajo las leyes que rigen las transacciones de mercados de valores de cada país; por otro lado, se describe desde dos aristas, la primera, tiene relación con Mercado Global, siendo éste el sistema transaccional de cotización de Valores Extranjeros, el cual permite a las Sociedades Comisionistas de Bolsa, la compraventa de contado sobre valores extranjeros listados en Bolsa y la divulgación de información al mercado sobre tales operaciones; lo anterior, si bien contribuye a la organización jurídica y normativa, teniendo en cuenta que los activos financieros a tener en cuenta en el modelo serán acciones cotizadas en la Bolsa de Valores de Alianza Pacífico.

En primer lugar, la ley colombiana que rige las transacciones del mercado de valores es la (Ley 964, 2005); en la cual se estipulan normas generales y se señalan los objetivos y criterios a los cuales debe sujetarse el Gobierno Nacional para regular las actividades de manejo, aprovechamiento e inversión de recursos obtenidos del público que opera en este ámbito.

En segundo lugar, la Ley 21276 de Chile, creada el 21 de octubre del año 1981; esta ley ha sido actualizada en varias ocasiones con el paso de los años, su última actualización fue el 19 de octubre del 2020. En esta ley se somete la oferta pública de valores y sus respectivos mercados e intermediarios, los que comprenden las bolsas de valores, los corredores de bolsa y los agentes de valores; las sociedades anónimas abiertas; los emisores e instrumentos de oferta pública y los mercados secundarios de dichos valores dentro y fuera de las bolsas.

En tercer lugar, la Ley 26702 publicada el 09 de diciembre del 96, ley del mercado de valores decreto legislativo N.º 861 del Perú, también ha sido actualizada en repetidas ocasiones, sin embargo, su principio radica en que los objetivos en la regulación de dicho mercado son: uno, la transparencia en el mercado y dos, la protección del inversionista.

Y, por último, la ley mexicana publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de di-

Con formato: Color de fuente:
Automático

ciembre de 2005, su última reforma fue publicada el 09 de enero del 2019, cuyo objeto es desarrollar el mercado de valores en forma equitativa, eficiente y transparente, proteger los intereses del público inversionista, minimizar el riesgo sistémico y fomentar una sana competencia.

El informe *Financial integration in the Pacific Alliance*, del Banco Interamericano de Desarrollo (2016), aborda la actual situación de la Bolsa de Valores de Alianza Pacífico examinando su historia y desarrollando prospectivas financieras. El informe nace de la colaboración entre la investigación el Sector de Integración y Comercio (INT), la División de Instituciones Financieras y Mercados de Capitales (CMF) del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), en colaboración con el Centro Internacional Woodrow Wilson.

Si bien no se encuentra como norma taxativa de todos los países de la alianza (siendo Colombia quien reporta decretos sobre el establecimiento), se encuentra el protocolo adicional al acuerdo, marco de la Bolsa de Valores de Alianza Pacífico, el cual compendia los objetivos establecidos por este marco, acuerdos establecidos, definiciones de términos necesarios y también algunas normas anexas sobre otros términos acuñados a las leyes de cada país.

Respecto al mercado de valores, el capítulo 10 del Protocolo de la Alianza del Pacífico (OEA, 2014) define lo que se entenderá por inversión: todo activo de propiedad de un inversionista o controlado por el mismo, directa o indirectamente, que tenga las características de una inversión, incluyendo características tales como el compromiso de capitales u otros recursos, la expectativa de obtener ganancias o utilidades, o la asunción de riesgo.

Además, dicho Protocolo contempla a quienes aplicará la decisión de inversión, en la cual está comprendida la de valores o mercado bursátil:

- Empresas.
- Acciones, capital y otras formas de participación en el patrimonio de una empresa.
- Bonos, obligaciones u otros instrumentos de deuda de una empresa, pero no incluye

Código de campo cambiado

Código de campo cambiado

Con formato: Color de fuente:
Automático

un instrumento de deuda emitido por una Parte o una empresa del Estado, o un préstamo a una Parte o a una empresa del Estado, independientemente de la fecha original de vencimiento.

- Futuros, opciones y otros derivados.
- Contratos de llave en mano, de construcción, de gestión, de producción, de concesión, de participación en los ingresos y otros contratos similares, incluyendo aquellos que involucran la presencia de la propiedad de un inversionista en el territorio de las Partes.
- Derechos de propiedad intelectual.
- Licencias, autorizaciones, permisos y derechos similares otorgados de conformidad con la legislación interna.
- Otros derechos de propiedad tangibles o intangibles, muebles o inmuebles y los derechos relacionados con la propiedad, tales como arrendamientos, hipotecas, gravámenes y garantías en prenda.

Además, en numerales subsiguientes se detalla desde disposiciones, excepciones, entidades vigilantes y con capacidad de intervención en el mercado inversor y regularlo para los países que estén en la Alianza: Colombia, Chile, México y Perú.

2.4. MARCO FILOSÓFICO

Para Harry Markowitz (1952) un portafolio optimizado o eficiente se trata del que proporciona al inversionista una posibilidad que ante la inseguridad que pueda presentar la inversión, pueda tener un punto de retorno que le permita evaluar la actividad económica realizada. Es el área de las finanzas y sus aplicaciones las que permiten que los estudiosos del tema y de sus herramientas se centren en la identificación de opciones de inversión generadoras de flujos de efectivo que maximizan la utilidad y son minimizadoras del riesgo.

Teniendo en cuenta lo antes mencionado, el estudio, aplicación y adaptación de la teoría

Código de campo cambiado

de portafolio desarrollada por Markowitz en 1952 genera en aquellos aprendices de ciencias económicas y administrativas intereses por maximizar la utilidad de la teoría de portafolio, con la intención de que se pueda lograr en los individuos y los entes empresariales, la necesidad de hacer uso de los conceptos teóricos propuestos por éste autor y decantando en la posibilidad de que las dificultades presentes sobre lo que concierne a una inversión se opaquen en un alto grado de diferencia.

2.5. MARCO SITUACIONAL

Partiendo del punto en que la investigación se centra, el cual consiste en diseñar una carpeta financiera mejorada para el mercado volátil de las diferentes bolsas de valores en los países pertenecientes a la Alianza Pacífico, es necesario conocer inicialmente qué es una bolsa de valores, dichas entidades son organizaciones privadas donde se comercia con instrumentos financieros. La mayoría de los países albergan bolsas de valores, pero no todas tienen la misma importancia en el mercado mundial. Este mercado funciona por la necesidad de las empresas y gobiernos de financiar sus operaciones mediante captación de recursos del público, lo que hacen es emitir instrumentos denominados valores, y en el mercado de valores interactúan personas interesadas en vender y comprar estos instrumentos que representan un derecho. En este entorno, las bolsas de valores son el lugar o mecanismo donde las personas que compran y venden valores interactúan.

Durante los últimos tiempos, se ha presentado dentro de la propuesta mercantil una variación y cambios basados en la globalización, internacionalización y la interrelación por cuanto exportación e importación de productos lo que genera la necesidad de cambiarla manera en que se otorgan y manejan los productos dentro de la bolsa, esto incluye las ofertas y demandas de los mismos, así como su valor cambiario en el transcurso de los años; resultando en que muchas personas que invierten, se decanten por otro tipo de propuestas más factibles.

Debido a esta dificultad, la Bolsa de Valores de Colombia S.A. (BVC) y el Depósito Centralizado de Valores S.A. (Deceval) desarrollaron una propuesta basada en la cotización de

valores extranjeros denominado Mercado Global Colombiano -MGC, que busca el acceso de manera más factible a la consecución de productos, títulos y valores internacionales, teniendo como referencia la misma estructuración del mercado colombiano.

El Mercado Global Colombiano (MGC), Es el Sistema de transacción de lo referente a acciones y valores externos direccionado por la Bolsa, es decir, quien se encarga de la actividad de ventas y compras de valores extranjeros para diversificar en los inversionistas y sin afectar el mercado nacional.

La Bolsa de Valores de Colombia (BVC) es la entidad propicia para lo concerniente a los movimientos financieros y bancarios en cuanto a las diferentes ofertas que implican desarrollo tecnológico, acceso informativo, compensación y liquidación. Esta entidad se caracteriza por generar espacios de múltiples productos y mercadeo, logrando la administración de variados planes de convenio y anotación de los valores accionarios, renta fija, derivados, divisas, OTC y servicios de emisores. También provee soluciones tecnológicas especializadas para el sector financiero, suscita comunicación al respecto de las valorizaciones y las acciones de manera centralizada. Además, hace parte en cuanto al grupo financiero e industria económica del país por medio de intermediaciones de tipo inversionista en el Depósito Centralizado de Valores (Deceval), la Cámara de Riesgo Central de Contraparte (CRCC) y en la Cámara de Compensación de Divisas (CCDC).

Siendo que la propuesta de investigación parte de diseñar un portafolio de acciones optimizado de acuerdo con el perfil del inversionista es importante visualizar de forma amplia el sector inversionista en el cual operan las acciones a las cuales se realizará la integración de la estrategia, por lo anterior es importante mencionar que la investigación se realizará para el mercado de renta variable de acciones cotizadas en los diferentes mercados de valores de los países pertenecientes a la de Alianza del Pacífico.

En las bolsas de valores se compran y venden títulos de renta fija, variable y derivados. Los de renta variable hacen referencia a aquellos cuya rentabilidad es incierta y no está garantizada, puesto que depende de diversos factores como la evolución de las empresas que

emiten los títulos, la situación económica y el comportamiento de los mercados.

Respecto a las entidades propicias para la realización de las transacciones en materia de inversiones dentro del país, se resalta las Sociedades Comisionistas de Bolsa. De igual manera se menciona que las diferentes empresas que hacen parte de este tipo de propuestas se ven permeadas por la obligatoriedad en la proporción de información cada cierto tiempo y que ayude a fortalecer los procesos de estas y permitir que quienes realizan algún tipo de inversión obtengan valores necesarios para la consecución de las transferencias.

Sociedades Comisionistas de Bolsa (SCB), son los encargados de poner en obra las transacciones de venta o compra de título, a la vez que realiza un acercamiento a las personas que deseen acercarse más al negocio o en su caso ofertar por algún producto en particular y que este se haya inscrito en el Registro Nacional de Valores y Emisores, sea que tales operaciones se realicen por cuenta propia o ajena, en el mercado bursátil o en el mercado mostrador, primario o secundario.

2.6. GLOSARIO

Activo financiero: Un activo financiero es un instrumento financiero que otorga a su comprador el derecho a recibir ingresos futuros por parte del vendedor, es decir, es un derecho sobre los activos reales del emisor y el efectivo que generen. Pueden ser emitidas por cualquier unidad económica (empresa, Gobierno, etcétera). Al contrario que los activos tangibles (un coche o una casa por ejemplo), los activos financieros no suelen tener un valor físico. El comprador de un activo financiero posee un derecho (un activo) y el vendedor una obligación (un pasivo).

Acciones: Son instrumentos que representan parte de la propiedad del patrimonio de una compañía.

Análisis cuantitativo: Consiste en realizar análisis matemático y estadístico a las acciones financieras con el objetivo de valorizar cada una de las variables resultantes en la indagación que se realice, pudiendo asignar datos cuantificables y de esta manera realizar un

Código de campo cambiado

Código de campo cambiado

Código de campo cambiado

Código de campo cambiado

modelo que ayude a la comprensión de los sucesos.

Análisis financiero: Es un conglomerado de técnicas, principios y/o estrategias que ayudan a comprender mejor lo concerniente a la variabilidad financiera, el mercado y la economía.

Análisis fundamental: Consiste en un estudio donde se hace relevante las diferentes variables que interactúan con el mercado financiero y las inversiones para evaluar y validar la mejor opción que conlleve a mejorar la economía.

Análisis técnico: Se trata de la recolección de variables que permitan realizar un estudio e interpretación de diversos aspectos concernientes al mercado financiero y los cuales apoyaran los procesos de inversión o desinversión. Dicha revisión técnica permite obtener una serie de esquemas que ayuden a determinar el costo de los objetos y las finanzas.

Comisionista de bolsa: Es la persona que se encarga de realizar variadas actividades concernientes al mercado financiero.

COLCAP: Se trata de una entidad que se encarga de evaluar, organizar, valorizar y presentar a las entidades inversionistas las condiciones de las diferentes acciones que hacen parte del referente económico del mercado financiero. Tiene un índice asociado.

Diversificación financiera: Se trata de una estrategia donde los encargados de realizar las inversiones con el fin de minimizar la inseguridad generan títulos variados con características diferentes.

Instrumento financiero: Un instrumento financiero se refiere a un contrato entre dos partes, que estipula los activos financieros de una de las partes y los pasivos financieros de la otra, así también refleja en un documento o instrumento los términos y condiciones de dicha transacción.

Mercado de acciones: Es el ámbito en el cual se llevan a cabo las diferentes transacciones no solo por las compañías inversoras sino también los diferentes entes particulares y en los cuales se pueden encontrar todos los valores que conciernen a cierta actividad eco-

Con formato: Color de fuente:
Automático

nómica.

Portafolio de inversión: Se puede considerar como una carpeta en la cual se encuentra consignado todas las posibles herramientas útiles para la consecución de acciones dentro del mercado financiero y las cuales pueden ser, del mercado de renta fija, divisas, renta variable, derivados y otros, que buscan generar una rentabilidad futura bajo un nivel de riesgo determinado.

Rendimiento: Es la ganancia, beneficio, retorno entre otros que genera una inversión en un período de tiempo determinado.

Con formato: Color de fuente:
Automático

Rentabilidad: Se trata de un cálculo que se realiza tomando en cuenta la inversión realizada y la utilidad generada luego de un periodo. ~~largo.~~

Riesgo: Se trata de la posibilidad que tiene una transacción de efectuarse con éxito o de retornar, de esta manera se considera que una buena inversión presenta mayor riesgo. Existen varias clases de riesgo, de mercado, solvencia, jurídico, de liquidez, de tasa de cambio, riesgo de tasa de interés.

Riesgo de mercado: Consiste en la variación de inseguridad que se asume ante la propuesta del mercado.

Riesgo financiero: Está relacionado con la probabilidad que tiene un inversionista de perder dinero o de no obtener el rendimiento esperado como consecuencia de variaciones adversas en los riesgos de mercados, de crédito, operacionales entre otros en un período de tiempo.

Volatilidad: La volatilidad es la variación de la renta de un valor accionario en cuestión de su promedio en un periodo de tiempo determinado. A la razón de esa volatilidad comparada con la volatilidad del mercado se le denomina beta (β).

Código de campo cambiado

CAPÍTULO III. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. UNIVERSO

La optimización y validación de completitud va dirigida todo aquel que esté interesado en el mercado de acciones disponibles para negociación en los países que ~~la~~ conforman la Bolsa de Valores de la ~~convenio~~ Alianza Pacífico. Se consideran las acciones cotizadas en el mercado pertenecientes a los países que integran la Alianza pacifico los cuales son: México, Chile, Perú y Colombia, de las cuales se pueda conocer su valor nominal al inicio y cierre del mercado. los datos se extraen según la categoría de empresas que coticen en la Bolsa de Valores Colombiana, (las categorías corresponden a empresas de grupo 1 y 2). El tipo de acciones son las cotizadas en mercados de valores regulados, no se incluirán derivados financieros, ni acciones tipo OTC.

Con formato: Color de fuente:
Automático

3.2. POBLACIÓN O MUESTRA

A partir de la población anterior, se hace el muestreo al conjunto de precios de acciones cotizadas en la bolsa de valores de los países de la Alianza del Pacífico, durante el periodo 2015-2020. Se propone para la realización un muestreo estratificado, teniendo como condición para elegir un elemento de una muestra la afijación óptima, con la cual se considera el tamaño de cada estrato (entiéndase estrato como el conjunto de un tipo de acciones determinado, como acciones de alto, medio o bajo riesgo, o de mayor, estable, o bajo precio de transado).

3.3. DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO

- Espacial: El estudio se realizará definiendo un portafolio de renta variable optimizado con acciones cotizadas en la bolsa de valores de los países que hacen parte de la Alianza del Pacífico (México, Chile, Perú y Colombia).
- Temporal: Se requiere el comportamiento de las acciones de la bolsa de valores en el periodo 2015-2020.
- Demográfica: Se tendrá en cuenta el comportamiento de los inversionistas.

3.4. ETAPAS O FASES DE LA INVESTIGACIÓN

Tabla 1. Fases de la Investigación

Código de campo cambiado

Etapa	Descripción	Actividades	Productos
<p>Etapa 1:</p> <p>Comportamiento de las acciones en el mercado de valores de los países pertenecientes a la Alianza del Pacífico en el período 2015-2020.</p>	<p>En esta se identificarán las diferentes alternativas de inversión que ofrece el mercado de valores en renta variable, sus condiciones y comportamiento. Con el fin de identificar las posibles combinaciones de portafolios de inversión.</p>	<p>Desde lo práctico.</p> <p>Observación del comportamiento de las acciones en la bolsa de valores identificando las acciones con alta bursatilidad en el periodo 2015 – 2020.</p>	<p>Informe de análisis respecto al comportamiento de las acciones cotizadas en la bolsa de valores de (México, Chile, Perú y Colombia) durante el periodo 2015-2020.</p>
<p>Etapa 2:</p> <p>Aplicación de técnica metaheurística para la selección de portafolio optimizado para un inversionista.</p>	<p>En esta etapa se validará el modelo de optimización previo análisis de muestra (acciones cotizadas en el mercado de valores en los diferentes países de la Alianza del Pacífico durante 2015-2020)</p>	<p>Desde lo práctico aplicará la técnica metaheurística definida posterior a la revisión bibliográfica realizada en la etapa 1 a las acciones cotizadas en los países de la Alianza del Pacífico.</p>	<p>Modelo de portafolio de acciones optimizado con acciones cotizadas en las Bolsas de Valores de los países de la Alianza del Pacífico.</p>
<p>Etapa 3:</p> <p>Validación de la completitud de mercados a través de la optimización por metaheurística.</p>	<p>En esta etapa se Validar la hipótesis de completitud del mercado mediante métricas de desempeño aplicadas al portafolio optimizado</p>	<p>Desde lo práctico se ejecutan los algoritmos de optimización sobre el conjunto de 232 activos de los mercados de valores de la Alianza del Pacífico e identificar o no completitud de mercados.</p>	<p>Obtención de resultados en la existencia o no de completitud de mercados de los países de la alianza pacifico a través de un portafolio optimizado por metaheurística.</p>

Fuente: elaboración propia

3.5. VARIABLES E INDICADORES

Tabla 2. Variables

Variable	Descripción	Clasificación	Escala	Indicador	Subvariable
Rentabilidad	Rendimiento generado por la inversión	Cuantitativa intervalar	Real	Número real	
Riesgo	Nivel de riesgo de las acciones cotizadas en la BVC	Cuantitativa Intervalar	Porcentaje	Número real	Valor en riesgo
Valor en Riesgo	Aproximación al nivel de riesgo de un activo	Cuantitativa Intervalar	Porcentaje	Var	

Código de campo cambiado

Fuente: elaboración propia

Tabla 3. Variable: rentabilidad

Variable rentabilidad	
Definición variable conceptual	Definición variable teórica
Ganancia, rendimiento, beneficio, retorno que genera una inversión en un periodo de tiempo determinado.	Nivel óptimo en la selección de portafolio que repercute en ganancia.
Datos que se extraerán de la base de datos Tabla: Detalle de las Acciones cotizadas en los países que pertenecen a la Bolsa de Valores de Alianza Pacífico Columna: Precio de cierre Origen: Bolsa de Valores de países que conforman la Alianza del Pacífico	

Código de campo cambiado

Fuente: elaboración propia

Tabla 4. Variable: riesgo

Variable riesgo	
Definición variable conceptual	Definición variable teórica
Posibilidad de que se sufra afectación de carácter económico ocasionado por la incertidumbre del comportamiento de variables económicas y financieras en futuro.	Posibilidad de pérdida en la inversión de portafolio.

Código de campo cambiado

Datos que se extraerán de la base de datos
 Tabla: Detalle de las Acciones cotizadas Alianza del Pacífico
 Columna: Precio de cierre
 Origen: Bolsa de Valores de los diferentes países de la Alianza del Pacífico

Fuente: elaboración propia

Tabla 5: Variable: valor en riesgo

Variable VAR	
Definición variable conceptual	Definición variable teórica
Aproximación al nivel de riesgo de un activo de una cartera.	Perdida máxima esperada en un día para un determinado nivel de confianza (95%)
Datos que se extraerán de la base de datos Tabla: Resumen Columna: Var Origen: Cálculo de los autores	

Fuente: elaboración propia

Código de campo cambiado

3.6. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Inicialmente se deben seleccionar las acciones del portafolio y para ello se toman aquellas con mayor grado de bursatilidad en el periodo al realizar el análisis.

Posteriormente se diligencia la tabla “detalle de las acciones cotizadas en Bolsa de Valores de los países pertenecientes a la Alianza del Pacífico”, ésta tabla será la base de los cálculos matemáticos, inicialmente se deberá hacer un análisis de correlación con la manera en que se comportan las actividades de inversión para eliminar del análisis aquellos activos con correlaciones altas.

Los datos que se obtengan desde la evolución de la manera en que se comportan las actividades de inversión la bolsa de valores de los países pertenecientes a la Alianza del Pacífico permitirá cumplir uno de los objetivos específicos propuestos en la presente indagación, toda vez que se pretende lustrar la manera en que se comportan los activos de renta variable cotizados en el periodo comprendido entre el 2015 y 2020. Estos datos se obtuvieron [desde el laboratorio financiero de la Universidad Tecnológica y descargaron la información](#) desde la plataforma Bloomberg® Terminal.

Con formato: Color de fuente: Automático

3.7. METAHEURÍSTICA EN LA OPTIMIZACIÓN DE PORTAFOLIOS

Dentro de la propuesta que se requiere para efectos de este trabajo surge la connotación de indagar por dos conceptos relevantes, la metaheurística como estrategia, modelo y/o método para la resolución de ciertas dificultades; así como también el portafolio de acciones y la necesidad de lograr una adecuada optimización de este para efectos de variación de datos y obtención de algunos resultados.

Por lo anterior, se parte de mencionar inicialmente que es la metaheurística, como se concibe y que relación podría tener con los diferentes aspectos que conciernen al área financiera; así como también las principales características de mejoramiento en cuanto al portafolio de optimización.

3.7.1. Metaheurística

Para los autores, Melian, Pérez y Vega (2003) “La heurística se aborda como el concepto para referirse a una técnica, método o procedimiento inteligente de realizar una tarea que no es producto de un riguroso análisis formal, sino de conocimiento experto sobre la tarea. En especial, se usa el termino para referirse a un procedimiento que trata de aportar soluciones a un problema con un buen rendimiento, en lo referente a la calidad de las soluciones y a los recursos empleados”.

No ~~obstante~~obstante, los autores Paredes y Granados (2016) concuerdan en lo dicho anteriormente, por lo cual las metaheurísticas, como su propio nombre parece indicar, se encuentran a un nivel más alto que las heurísticas, pues son una forma más inteligente de resolución de problemas, dando lugar a algoritmos que deben proporcionar soluciones muy cercanas a las óptimas, incluso pudiendo lograrlo.

En otros términos, se trata de un método diseñado para resolver problemas complejos de optimización combinatoria, lo que equivale a encontrar la mejor solución posible a un problema formulado en lenguaje matemático cuya solución es cuantitativa. De acuerdo con esto, este método resulta apto para el objetivo propuesto puesto que posibilita encontrar alternativas de inversión que generen rentabilidad con un nivel de riesgo atractivo

Código de campo cambiado

Código de campo cambiado

para el inversionista, entre diferentes opciones que ofrece el mercado.

De acuerdo con sus aplicaciones, los autores abordan la clasificación de lo que se conoce como metaheurística y sus características principales:

- Metaheurística de búsqueda: Recorren el espacio de soluciones. Exploran las estructuras del problema valiéndose de transformaciones y movimientos.
- Metaheurísticas de relajación: son heurísticas que toman versiones relajadas, menos restrictivas y más fáciles de resolver que las del problema de optimización original para obtener una solución.
- Metaheurísticas constructivas: para alcanzar una solución al problema, analizan y seleccionan minuciosamente las componentes de esta.
- Metaheurísticas evolutivas: hacen evolucionar de forma simultánea a los valores de un conjunto de soluciones, de modo que en cada nueva iteración se van acercando cada vez más al óptimo del problema.

Con esto se pretende abordar un poco lo concerniente a la metaheurística ya que por su parte, Glover y Laguna (1997) entienden las metaheurísticas como estrategias que guían y modifican heurísticas, para producir soluciones que van más allá de aquellas generadas normalmente, es decir, a partir de una solución de optimalidad local se puede llegar a óptimos globales. Citados por (Urzúa, Galvez, Eltit, & Reinoso, 2017)

Por otra parte, los autores mencionan aquellas metaheurística denominadas como bioinspiradas, que replican la forma en que la naturaleza se enfrenta a problemas de optimización, emulando la evolución natural de las especies y la respuesta de sistemas sociales a sus desafíos.

Partiendo de lo anterior, se genera una propuesta de optimización de portafolio a través de la comunicación, organización y demás aspectos propios de la colmena de abejas, lo que decanta en la consecución del objetivo del trabajo propuesto por los autores y los cuales se logran por medio de la interpretación de las características particulares de la

Código de campo cambiado

colmena de abejas y su relación con la economía y el mercado financiero.

De igual manera como se ha mencionado previamente en lo concerniente al portafolio de inversión, vale la pena redundar un poco en el concepto, por el cual Rodríguez (2018) menciona que un portafolio de inversión o también llamado cartera de inversión, es una selección de documentos o valores que se cotizan en el mercado bursátil, y en los que una persona natural o jurídica, decide colocar o invertir su dinero.

Código de campo cambiado

Teniendo en cuenta la validación de los conceptos abordados, es importante resaltar el uso de estrategias metaheurísticas dentro de la optimización de un portafolio de acciones, por el cual según (Rodríguez O. C., 2018) la aplicación más común de los algoritmos genéticos y modelos metaheurísticos ha sido la solución de problemas de optimización, en donde han mostrado ser muy eficientes y confiables. Sin embargo, no todos los problemas pudieran ser apropiados para la técnica, y se recomienda en general tomar en cuenta las siguientes características del mismo antes de intentar usarla:

Código de campo cambiado

- Su espacio de búsqueda (i.e., sus posibles soluciones) debe estar delimitado dentro de un cierto rango.
- Debe poderse definir una función de aptitud que nos indique qué tan buena o mala es una cierta respuesta.
- Las soluciones deben codificarse de una forma que resulte relativamente fácil de implementar en la computadora.

Teniendo en cuenta esto, es importante mencionar que las características propuestas pueden variar según el estudio, la propuesta y la aplicación de la estrategia, no obstante, de forma general cabe resaltar la primera de las opciones por cuanto es la más importante y permite el normal desarrollo de la propuesta metaheurística.

3.7.2. ~~Sistema de Ecuaciones a Optimizar~~ Sistema de Ecuaciones para Optimizar

El algoritmo metaheurístico, empleado de este proyecto, optimiza los pesos asignados a cada acción de la Alianza en un vector $\vec{\omega}$ [1]. Este es un vector exhaustivo, es decir incluye

probabilidades excluyentes que suman todo el espacio muestral.

La optimización es heurística porque busca un doble objetivo no un coeficiente fijo: maximiza los retornos \vec{r} [2] y, en paralelo, minimiza la norma de la matriz de covarianzas Q .

$$\vec{\omega} = \operatorname{argmax}_{\omega} \left[\frac{\vec{r}'\omega}{\sqrt{\omega'Q\omega}} \right] \quad [1]$$

$$S(\vec{r}) = \{r \mid (r - r_0)' \Sigma^{-1} (r - r_0) \leq \kappa^2\} \quad [2]$$

Donde,

κ es el coeficiente de aversión al riesgo, define la amplitud de la región de incertidumbre.

Σ^{-1} es la matriz de errores de estimación.

\vec{r} corresponde al vector de rendimientos esperados \vec{r} .

\vec{r}_0 es el vector inicial de retornos que son calculados al inicio del entrenamiento.

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

CAPÍTULO IV. DIAGNÓSTICO OBTENIDO

4.1. IDENTIFICACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LAS ACCIONES

4.1.1. Conjunto de Activos

A saber, se optimizará un portafolio construido con las acciones de los mercados de valores de la Alianza del Pacífico. Esta alianza bursátil está constituida por cuatro países: Colombia, Chile, Perú y México.

Como es debido, inicialmente se ingresaron todas las 755 acciones cotizantes de la Alianza al conjunto de activos (Tabla 6). Luego, fue necesario filtrar aquellas de baja liquidez, o sea aquellas que tuvieron precios invariantes durante el horizonte temporal. También, fue necesario filtrar acciones *OTC* las cuales copian el precio de otros activos con mayor liquidez: esto sucede concretamente con México, que tiene 335 acciones, pero solo 35 cotizan en su índice bursátil; los datos presentes que dan paso al análisis fueron extraídos del (Portal Web Bloomberg, 2020)

Tabla 6. Conjunto inicial de activos de la Alianza del Pacífico por país

País	Número de acciones
Colombia	56
Chile	178
Perú	176
México	335
Total	755

4.1.2. Prueba de Raíz Unitaria

En principio, para que una acción en específico pueda incluirse en un portafolio, se requiere que la serie temporal de sus rendimientos diarios sea estacionaria, es decir no sufra de raíz unitaria y en consecuencia de tendencia. Porque, de otro modo, las inferencias que se hagan con los rendimientos de tal acción serían espurias y estarían en función de la inflación y no de los rendimientos intrínsecos.

Económicamente, entiéndase a la raíz unitaria como una característica de los procesos

Código de campo cambiado

Con formato: Color de fuente: Automático

Código de campo cambiado

estocásticos temporales que causa problemas de inferencia. Si la raíz de la ecuación característica del proceso es igual a 1 éste tiene raíz unitaria y no es estacionario.

Para ello, se diseñó la prueba econométrica de Dick-Fuller, la cual contrasta la hipótesis nula de que existe raíz grado uno en la ecuación característica de las series temporales. Dicha prueba se ejecutó con un 95% de confiabilidad en todas las acciones de los cuatro países. A modo de ejemplo, el Anexo 21 representa el precio de una acción con volatilidad insuficiente como para considerarse una opción válida de inversión.

4.1.3. Volatilidad insuficiente del Precio

Entonces, eliminando las acciones de precio invariante (que no pasan la prueba raíz unitaria); y también aquellas de baja liquidez correlacionadas en su cotización a las acciones principales, se obtuvo el conjunto final de activos de la [Tabla 7](#).

Tabla 7. Conjunto filtrado de activos de la Alianza del Pacífico por país

País	Número de acciones
Colombia	23
Chile	64
Perú	42
México	103
Total	232

Código de campo cambiado

Código de campo cambiado

4.2. APLICACIÓN DE LA OPTIMIZACIÓN METAHEURÍSTICA

4.2.1. Algoritmos de Optimización

Para distribuir un capital determinado en una cartera de activos existen múltiples algoritmos, o estrategias, de optimización. Los algoritmos empleados en este proyecto capturan la lógica utilizada para la asignación de activos al tiempo que ejecuta un *backtesting*.

En efecto, a medida que se ejecuta el *backtesting*, se le permite a cada estrategia actualizar la asignación de su cartera en función de las condiciones del mercado final: esto lo hace estableciendo un vector de ponderaciones (pesos).

Las ponderaciones de los activos representan el porcentaje de capital disponible invertido

en cada activo, y cada elemento del vector de ponderaciones corresponde a una columna respectiva de la matriz de precios. Si la suma del vector de ponderaciones es 1, entonces la cartera está totalmente invertida.

Se contrastaron los cuatro algoritmos tradicionales, de optimización de portafolios, más un algoritmo heurístico doble objetivo. Se describen a continuación en orden de complejidad:

4.2.1.1. Ponderación equitativa

Esta es la estrategia de inversión más básica: a todos los N activos de la cartera se les asigna igual participación porcentual.

$$\vec{\omega} = \langle \omega_1, \omega_2, \omega_3, \dots, \omega_N \rangle$$

$$\omega_i = \frac{1}{N}$$

4.2.1.2. Varianza inversa

Esta segunda estrategia opta por la aversión al riesgo, de modo que el valor porcentual asignado a una acción está en función indirecta de la volatilidad: la cual es medida a través de las covarianzas. Concretamente, σ_{ii} son los elementos de la diagonal principal de la matriz de covarianzas de retornos.

$$\vec{\omega} = \langle \omega_1, \omega_2, \omega_3, \dots, \omega_N \rangle$$

$$\omega_i = \frac{\sigma_{ii}^{-1}}{\sum_N (\sigma_{ii}^{-1})}$$

4.2.1.3. Optimización de Markowitz

Este algoritmo supera al anterior porque, no solo minimiza la volatilidad, sino que máxima los retornos. Lo hace con fijando un coeficiente fijo de aversión (λ) y el vector determinístico de retornos \vec{r} .

$$R_{\text{Mkwtz}} = \max_{\omega} \{ \vec{r}'\omega - \lambda \omega' Q \omega \mid \omega \geq 0, \sum_N \omega_i = 1 \} \quad 0 \leq \omega_i \leq 1$$

4.2.1.4. Optimización Robusta

Esta estrategia de optimización pretende mejorar al anterior algoritmo de Markowitz al considerar que hay incertidumbre en los rendimientos esperados.

La estrategia robusta, a diferencia con la formulación determinista de Markowitz, toma en consideración los rendimientos esperados por la incertidumbre de los activos y sus variaciones y covarianzas. En lugar de modelar valores desconocidos (por ejemplo, rendimientos esperados) como un punto, típicamente representado por el valor medio calculado a partir del pasado, las incógnitas se especifican como un conjunto de valores que contienen las realizaciones más probables posibles.

De hecho, los retornos esperados ya no quedan definidos por el vector determinístico \vec{r}_0 , sino por la región $S(\vec{r}_0)$ alrededor del vector. Específicamente, la región de incertidumbre $S(\vec{r}_0)$ es especificada como un elipsoide:

$$S(\vec{r}_0) = \{r \mid (r - r_0)' \Sigma_r^{-1} (r - r_0) \leq \kappa^2\}$$

Donde, κ es el coeficiente de aversión al riesgo que define qué tan amplia es la región de incertidumbre, y Σ^{-1} es la matriz de errores de estimación en los rendimientos esperados \vec{r} . Entonces, añadiendo la región de incertidumbre al modelo de Markowitz, la optimización robusta reformula así:

$$R_{\text{robust}} = \max_{\omega} \left\{ \begin{array}{l} \vec{r}'\omega - \lambda\omega'Q\omega - \kappa, \quad \omega \geq 0, z \geq 0, \quad \omega'\Sigma_r\omega - z^2 \geq 0 \\ \sum_N \omega_i = 1, \quad 0 \leq \omega_i \leq 1 \end{array} \right\}$$

4.2.1.5. Optimización Metaheurística

Finalmente, el algoritmo metaheurístico optimiza un doble objetivo, no un coeficiente fijo: maximiza el vector de retornos \vec{r} y minimiza la norma de la matriz de covarianzas Q .

$$\vec{\omega} = \operatorname{argmax}_{\omega} \left[\begin{array}{l} \frac{\vec{r}'\omega}{\sqrt{\omega'Q\omega}} \\ \omega \geq 0, \sum_N \omega_i = 1, \quad 0 \leq \omega_i \leq 1 \end{array} \right]$$

4.2.2. Asignaciones Iniciales

La optimización comienza calculando los pesos iniciales de cada estrategia. El establecer las ponderaciones iniciales es importante porque, de lo contrario, se comienzan el *backtest* con 100% en efectivo, ganando la tasa libre de riesgo, hasta la fecha del primer reequilibrio.

La asignación ponderada se representa con un mapa de calor, de azul a amarillo, en donde los tonos amarillos representan a las acciones con más peso en el portafolio. A continuación, se representan los mapas de asignación para cada país.

Tabla 8. Tabla de asignaciones ponderadas para Colombia

CBECO	0.04348	6.669e-19	0.01386	0.0004589	0.01436
CBEXI	0.04348	6.827e-19	0.01802	0.0003013	0.01781
CBBOG	0.04348	0.05378	0.05979	0.002478	0.06859
CBBIC	0.04348	0.02373	0.03053	0.09563	0.03669
CBCLI	0.04348	8.311e-19	0.02018	0.001774	0.02309
CBCCB	0.04348	0.03894	0.02895	0.09913	0.0366
CBVAL	0.04348	0.02918	0.06616	0.0007924	0.07362
CBGPO	0.04348	5.172e-18	0.03136	0.0007747	0.03491
CBSUR	0.04348	2.989e-18	0.0378	0.09387	0.04525
CBEEB	0.04348	0.1	0.04034	0.04578	0.04751
CBCHO	0.04348	0.1	0.06416	0.09948	0.08496
CBISA	0.04348	0.1	0.04122	0.09999	0.0607
CBARG	0.04348	1.233e-18	0.02549	0.07734	0.03021
CBPRM	0.04348	0.1	0.07016	0.001686	0.0797
CBSOB	0.04348	2.366e-18	0.2415	0.0001002	0.09983
CBVVC	0.04348	0.1	0.04133	0.09916	0.05165
CBCLH	0.04348	0.1	0.03163	0.09949	0.0421
CBCRN	0.04348	2.257e-18	0.02621	0.0003165	0.02598
CBELC	0.04348	0.1	0.0324	0.08027	0.0384
CBETB	0.04348	0.07045	0.03288	0.001172	0.03718
CBMIN	0.04348	0.08392	0.02074	0.09931	0.02708
CBTPL	0.04348	3.954e-19	0.009826	5.594e-05	0.006678
CBFAB	0.04348	6.979e-18	0.01549	0.0006538	0.01689

Código de campo cambiado

Colombia es un mercado relativamente pequeño, en consecuencia, pocas acciones tienen la liquidez suficiente para entrar al portafolio. Destaca, que la optimización de varianza inversa es la que más recarga capital de inversión sobre una acción, en tanto que las estrategias Heurística y de Markowitz son más balanceadas.

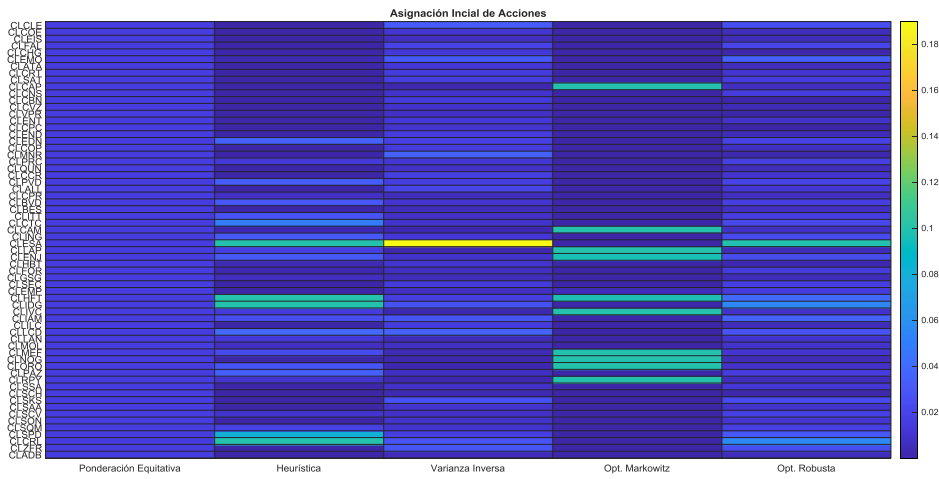
Chile tiene un mercado de valores líquido y diversificado. Su mapa de asignación es similar al de Colombia, solo que con mayor densidad de activos.

A diferencia de Colombia y Chile, para el mercado de Perú los algoritmos encuentran acciones atípicamente extremas: muy rentables o muy riesgosas; se trata de un mercado

menos homogéneo que sus pares.

Dentro de la Alianza, el mercado mexicano es el más maduro: tiene la mayor cantidad de empresas altamente capitalizadas. Por ello, las ponderaciones iniciales que arrojan los algoritmos son las más homogéneas: con menos sobrecargas.

Tabla 9. Tabla de asignaciones ponderadas para Chile



Código de campo cambiado

Tabla 10. Tabla de asignaciones ponderadas para Perú

Código de campo cambiado

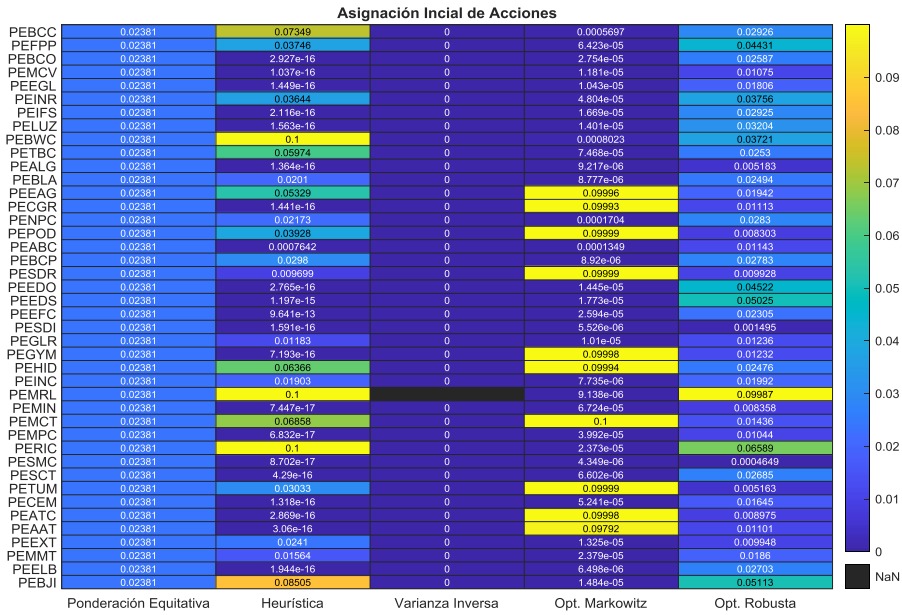
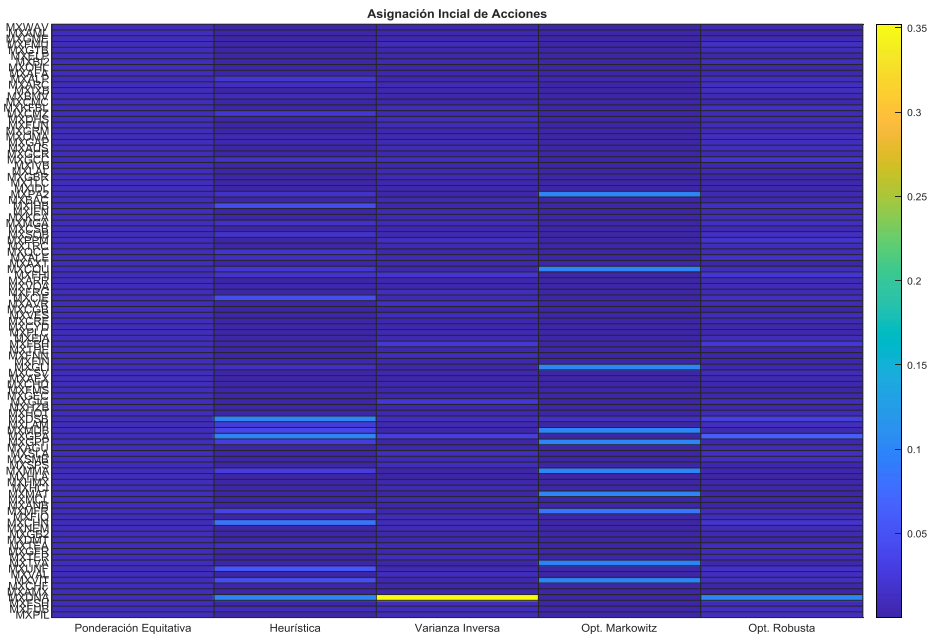


Tabla 11. Tabla de asignaciones ponderadas para México

Código de campo cambiado



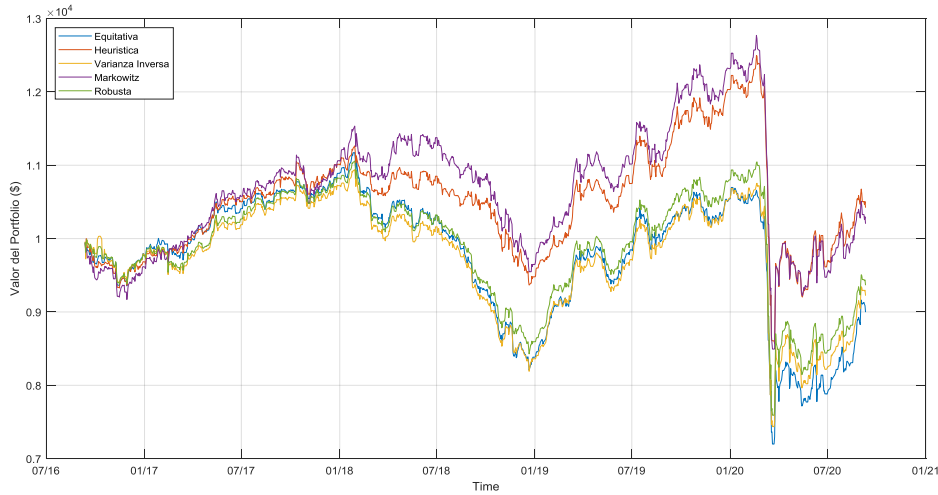
4.2.3. Curvas Evolutivas de Patrimonio

Después de la asignación inicial, los algoritmos de optimización se van adaptando al rendimiento de las acciones de forma evolutiva: pues a medida que transcurren los días se reajustan las ponderaciones por *backtesting*.

Ahora bien, la eficiencia de los algoritmos varía según la liquidez y diversidad de los mercados nacionales; no obstante, los mejores resultados se obtuvieron con la optimización heurística y la de Markowitz. Las siguientes curvas representan el valor de un portafolio con \$10 mil dólares de inversión inicial.

Para el mercado de valores de Colombia, la optimización evolutiva es más bien constante en el tiempo: no se sobreponen las curvas de patrimonio. Y los mejores resultados se obtienen con los algoritmos Markowitz y Heurístico.

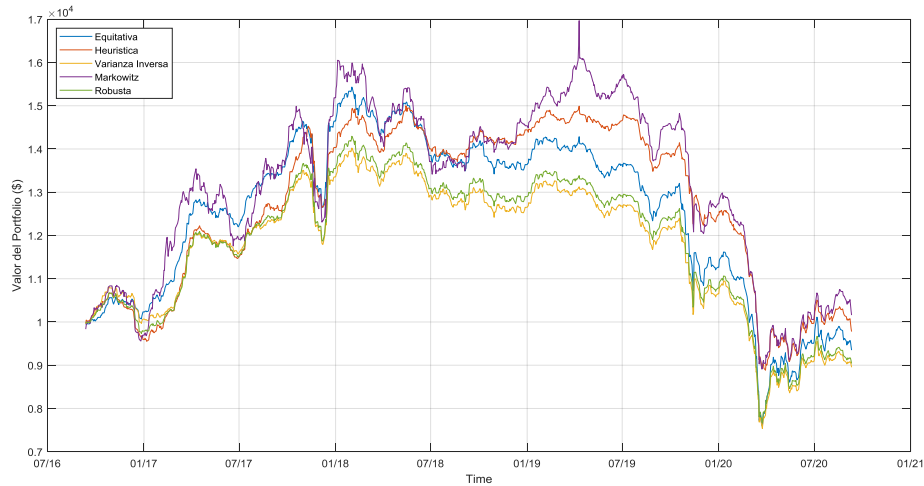
Figura 1. Patrimonio evolutivo según técnica de optimización para Colombia



Código de campo cambiado

Análogamente a Colombia, las curvas de Chile no se superponen y los mejores resultados se obtienen con optimizaciones de Markowitz y Heurística.

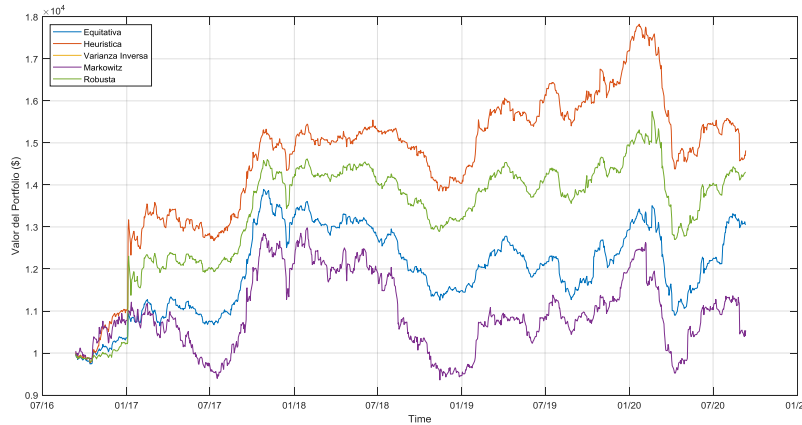
Figura 2. Patrimonio evolutivo según técnica de optimización para Chile



Código de campo cambiado

Para el mercado de Perú, que es más irregular que sus pares, claramente la optimización heurística es la que arroja los mejores resultados.

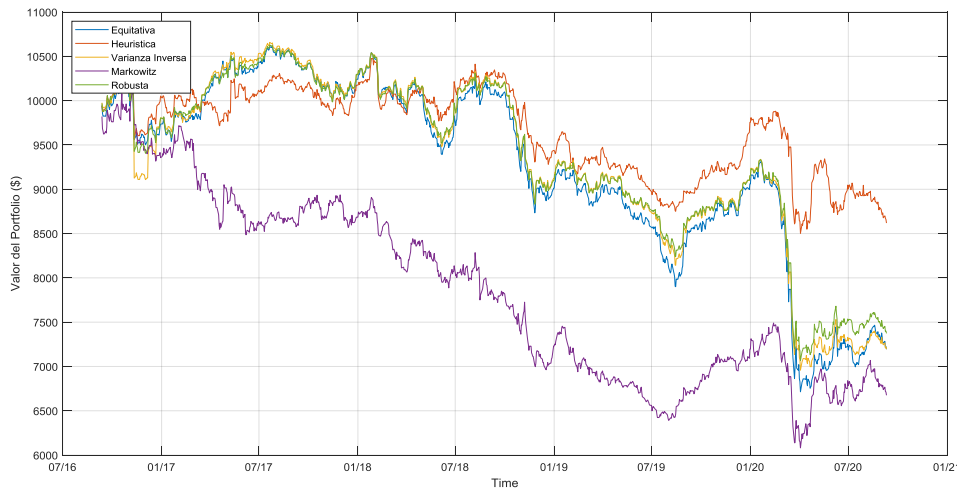
Figura 3. Patrimonio evolutivo según técnica de optimización para Perú



Código de campo cambiado

Para el mercado más líquido: México, el algoritmo metaheurístico supera ampliamente a Markowitz, toda vez que logra la ponderación más eficiente a través del tiempo.

Figura 4. Patrimonio evolutivo según técnica de optimización para México



Código de campo cambiado

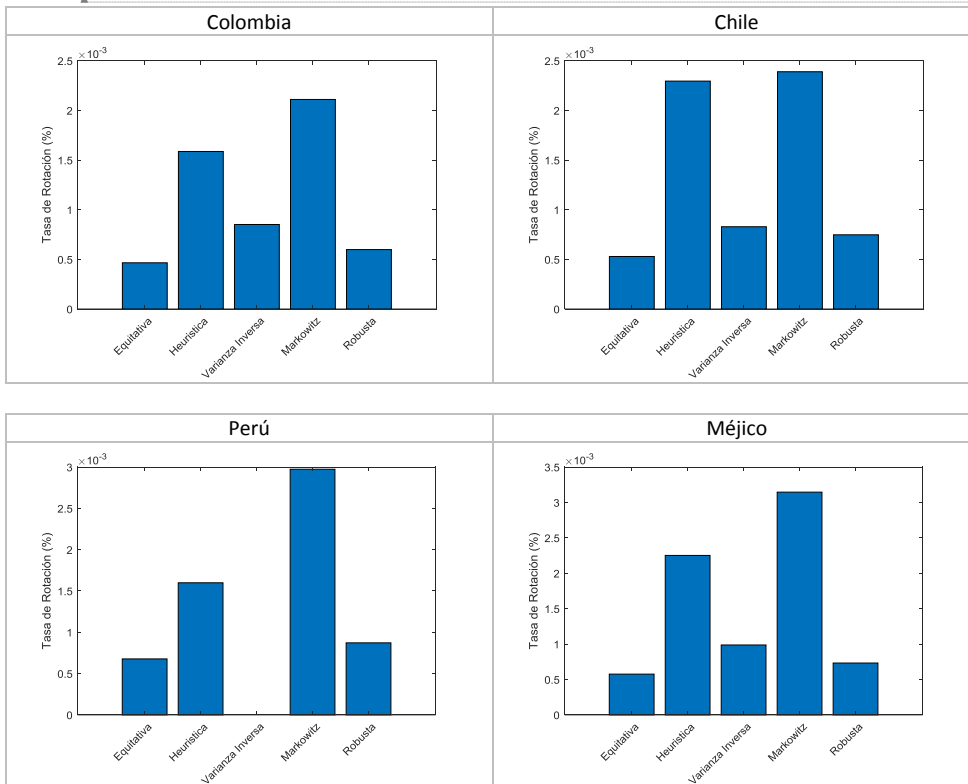
4.2.4. Volumen de Negociación

Una vez calculados los valores del portafolio, a un inversionista de la Alianza le interesará también el volumen de negociación, *i.e.* la cantidad de transacciones de compra-venta que se ejecutan en el mercado para obtener dicha rentabilidad potencial.

Como es de esperarse, las estrategias más rentables –Heurística y Markowitz– conllevan mayores costos transaccionales. Sin embargo, es crucial destacar que el algoritmo metaheurístico tuvo siempre menor rotación que Markowitz, constituyéndose en el más eficiente.

Figura 5. Volumen diario promedio de negociación según algoritmo

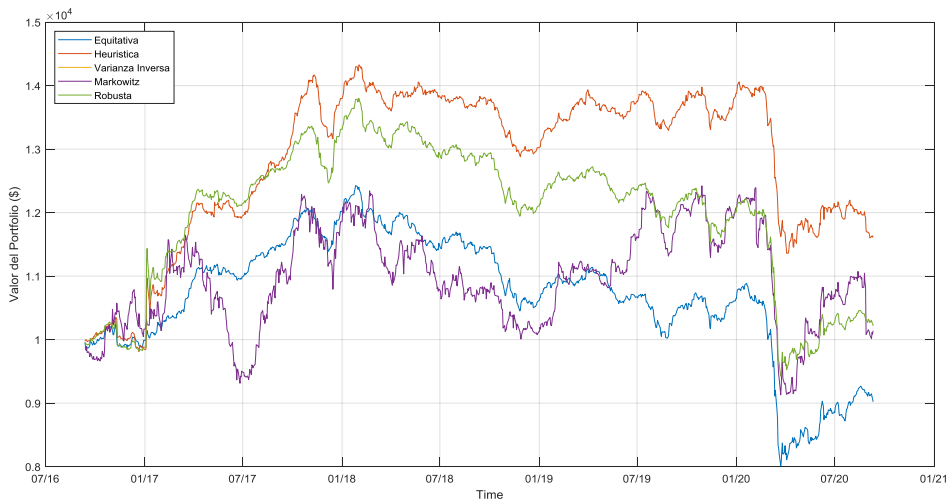
Código de campo cambiado



CAPÍTULO V. PROPUESTA

Para verificar la hipótesis de completitud de mercado se ejecutan los algoritmos de optimización sobre el conjunto de **232 activos** de los mercados de valores de la Alianza del Pacífico.

Las curvas de equidad, para este gran conjunto de activos, se sobreponen en el tiempo. Por ejemplo, al inicio el algoritmo Robusto puntúa, pero a partir de 2019 pierde eficiencia. Con todo, el algoritmo ganador en el mercado completo es el Heurístico, lo cual es evidencia estadística de la ventaja de la completitud y de la optimización moderna.



Con el mercado completo, nuevamente el algoritmo heurístico supera a sus contrapartes no solo en rentabilidad sino en eficiencia relativa. Pues requiere de menos operaciones que su par Markowitz. Las asignaciones específicas se tabulan en el

Código de campo cambiado

Con formato: Fuente: Sin Negrita

Anexo 22 Anexo 22.

El resumen de métricas de los algoritmos, para el mercado completo, se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 12. Métricas de portafolio por algoritmo de optimización

Métrica	Optimización Heurística	Ponderación Equitativa	Optimización Markowitz	Optimización Robusta
<i>Rendimiento total</i>	16.37%	-9.79%	1.40%	2.16%
<i>Sharpe-Ratio</i>	2.22%	-2.39%	0.23%	0.04%
<i>Volatilidad</i>	0.0054	0.0052	0.0100	0.0067
<i>Rotación promedio</i>	0.0025	0.0006	0.0032	0.0011
<i>Rotación promedio</i>	0.3985	0.0928	0.5440	0.2769
<i>Retorno promedio</i>	0.0002	-0.0001	0.0001	0.0000
<i>Reducción máxima</i>	0.2071	0.3554	0.2649	0.3170

Código de campo cambiado

6. CONCLUSIONES

6.1. Conclusión General

En esta investigación empírica se optimizaron, con múltiples algoritmos tradicionales y con un algoritmo metaheurístico, portafolios de acciones para cuatro países de la Alianza del Pacífico. Se hizo la optimización para cada mercado nacional y luego para el mercado regional.

Con el mercado regional completo se obtuvieron mejores resultados que con los mercados nacional. En virtud de ello, se valida que existe completitud del mercado y que la optimización moderna de portafolios ofrece ventajas frente a las tradicionales. La ventaja se evidencia por las métricas de portafolio en el mercado completo: con optimización metaheurística el rendimiento fue de 16.37%, mientras que con las otras optimizaciones fue de 2.16% máximo; además, la medida de volatilidad con el algoritmo heurístico fue de 0.0054, en contraste con la volatilidad de 0.0067 obtenida con la optimización robusta, que es el algoritmo que ocupó el segundo lugar en rentabilidad.

6.2. Comportamiento de las Acciones

En principio, el conjunto de precios de los mercados de la Alianza presentó múltiples obstáculos a la hora de verificar la completitud y optimizar un potencial capital invertido.

A pesar de contar con un número elevado de emisores en el mercado estudiado, al revisar la gestión de las acciones se observa una gran cantidad de emisores ilíquidos, con problemas de transaccionalidad; estas condiciones impiden que estas acciones sean emitidas dentro de un portafolio optimizado. Este hallazgo es coherente con los aportes de autores anteriormente citados como Banda, González y Gómez (2014), Cruz, Restrepo y Medina (2007) quienes en sus aplicaciones de métodos para la optimización de portafolios de inversión señalan las implicaciones de incluir en los modelos acciones de baja capitalización porque pueden reducir la propiedad de diversificación a causa de su alta multicolinealidad.

6.3. Optimización Heurística

Respecto a la ventaja algorítmica, se evidencia que el uso de herramientas heurísticas otorga una ventaja adicional a la completitud de mercados porque permite generar optimizaciones en los casos en que se tienen restricciones no lineales y no convexas o donde los mercados no son completamente eficientes.

La heurística ofrece una buena alternativa para determinar la completitud de mercados, puesto que al hacer esta evaluación con una optimización lineal no se obtendría una posibilidad de diversificación muy extensa, mientras que con la heurística se incorporan métodos alternos que permiten generar una optimización mas amplia y precisa.

6.4. Validación de la Completitud del Mercado Integrado

La primera evidencia de la existencia de completitud, en el mercado integrado, fue **la reducción del riesgo sistemático** general. En efecto, la curva de patrimonio que se obtuvo con el algoritmo metaheurístico en el mercado completo fue la menos volátil, es decir, la que implicó menos periodos con continuidades alcistas o bajistas. Esto se traduce en un menor riesgo sistemático para el inversionista.

Asimismo, una de las ventajas más interesantes logradas con el mercado completo es la **“amortiguación” de la reducción de equidad en tiempos de crisis**. Concretamente, debido a la pandemia de COVID-19, los cuatros mercados de la Alianza experimentan la pérdida más drástica de toda su historia. Pero, al integrar las acciones y optimizar la distribución de una inversión entre ellas, se evidencia que la exposición del patrimonio internacional, durante esta crisis, es menor que para cualquiera de los mercados nacionales en particular.

Finalmente, además de las ventajas de disminuir el riesgo y la exposición relativa durante la crisis, la cartera con el mercado completo internacionalizado permite un **rendimiento más uniforme** que con las carteras nacionales más concentradas: presenta una curva más “plana”. Ello se constituye en un capital invertido más estable.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Alcázar, A., Coca, J., Prado, M., & Álvarez, J. (2015). An Application of the Markowitz Theory to Numismatics (The Walking Liberty). *Revue Gestion 2000*, 32(2), 21-31. Obtenido de <https://www.cairn.info/revue-gestion-2000-2015-2-page-21.htm>
- Aldana, A. (2011). "Diversificación internacional de un portafolio de inversión con índices bursátiles bajo el modelo Markowitz y VaR". tesis, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, México, D.F. Obtenido de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/4658/tesis.pdf?sequence=1>
- Arcos, M., Benavides, J., & Berggrun, L. (2010). Optimal portfolio allocation for Latin American stock indices. *Cuadernos de Administración*, 23(40), 191-214. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-35922010000100009
- Banda, H., Gonzalez, L., & Gomez, D. (2014). Una aproximación de la teoría de portafolio a las siefores en México. *Pensamiento & Gestión*(36), 28-55.
- Black, F. (1972). *Capital Market Equilibrium with Restricted Borrowing*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Bolsa de Valores de Colombia . (13 de Febrero de 2018). *Mercado de Renta Variable en Colombia*. Obtenido de <https://www.bvc.com.co/pps/tibco/portalbvc/Home/Mercados/descripciongeneral/acciones>
- Borge-Vergara, J., & Cervantes-Luna, M. N. (2012). Portafolios de inversión : una alternativa para el aprovechamiento de los recursos remanentes de tesorería. *Universidad del Rosario*.
- Buenaventura, G., & Cuevas, A. (Abril de 2005). Una Propuesta Metodológica Para la Optimización de su Portafolio y su Aplicación al Caso Colombiano. *Estudios Gerenciales*(95).
- Carazo, Gómez, Molina, Hernández-Díaz, Guerrero, & Caballero. (2010). Solving a comprehensive model for multiobjective project portfolio selection. *Computers and Operations Research*, 630–639.
- Cárdenas, L., Diaz, J., Arboleda, S., Galarcio, C., Lotero, J., & Isaza, F. (2015). Modelo de selección de portafolio óptimo de acciones mediante el análisis de Black- litterman. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 14(27), 111-130.
- Carmona, D., & Criollo, C. (2015). Determinantes de riesgo en la valoración de acciones en el mercado colombiano: modelo multifactorial comparativo. *Cuadernos de Administración*, 31(53), 68-84. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-46452015000100007&script=sci_abstract&tlng=es

Código de campo cambiado

- Castro, R. (2016). *ADMINISTRACIÓN DE PORTAFOLIOS DE INVERSIÓN EN FUNCIÓN DE LOS PERFILES DE UN INVERSOR*. tesis, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, CIUDAD UNIVERSITARIA, EL SALVADOR,. Obtenido de <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/11128/1/TGMAFUES%20PORTAFOLIO%20DE%20INVERSION.pdf>
- Chen, Liang, & Liu, &. (2013). Portfolio optimization using improved artificial bee colony approach. 60–67.
- Contrera-Huertas, D. (2018). Evaluación de un portafolio de inversión en la Bolsa de Valores de Colombia para una pyme de la ciudad de Bogotá: Caso de Estudio Iberchem S.A.S. *Universidad Santo Tomás*.
- Crawford, B. S.-S. (2014). A binary coded firefly algorithm that solves the set covering problem. 252–264.
- Cruz, E., Restrepo, J., & Medina, P. (Agosto de 2007). Selección de portafolios de acciones a partir de la línea de mercado de capitales con activos financieros de Colombia. *Scientia et Technica Año XIII*(35).
- Cui, Cheng, & Bai. (2014). A combinatorial algorithm for the cardinality constrained portfolio optimization problem. 491–498.
- De Greiff, S., & Rivera, J. (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. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-59232018000100074&script=sci_abstract&lng=es
- Doerner, Gutjahr, Hartl, Strauss, & Stummer. (2004). Pareto ant colony optimization: A metaheuristic approach to multiobjective portfolio selection. 79-99.
- Driessen, J., & Laeven, L. (2007). International Portfolio Diversification Benefits: Cross-Country Evidence From a Local Perspective. *Journal Of Banking & Finance*, 1693-1712.
- Elton, E., & Martin, J. (1995). *Modern portfolio theory and investment analysis*. Wiley.
- Fama, E. (1970). Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. *The Journal of Finance*, 28-30. Obtenido de <http://www.jstor.org/stable/2975974>
- Ferrari, C., & Amalfi, A. (2007). Fundamentales empresariales y económicos en la valoración de acciones. el caso de la Bolsa colombiana. *Cuadernos de Administración*, 20(33), 11-48. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-35922007000100002
- Forbes. (2018). “The world’s biggest stock exchanges”. Obtenido de <https://www.forbes.com/pictures/eddk45igh/new-york-stock-exchange/?sh=6ccd7f0f44bb>

- García-Díaz, C. M., Betancourt-Bejarano, K., & Lozano-Riaño, V. (2013). Teoría de Markowitz con metodología EWMA para la toma de decisión sobre cómo invertir su dinero. *Atlantic Review of Economics*.
- Gaspero, d., Tollo, d., & Schaerf, R. &. (2011). Hybrid metaheuristics for constrained portfolio selection problems. *Quantitative Finance*, 1473–1487.
- Gruber, J. (1997). *The Consumption Smoothing Benefits of Unemployment Insurance*. The American Economic Review.
- Gutjahr, Katzensteiner, & Reiter, &. (2007). A VNS algorithm for noisy problems and its application to project portfolio analysis. 93–104.
- Hens, T. (29 de noviembre de 2016). *Finanzas conductuales: la psicología de la inversión*. Zurich: Credit Suisse AG.
- Hernández Ortega, R. E. (2017). *Universidad del Rosario*. Obtenido de Política monetaria optima bajo mercados incompletos de activos. Una aplicación para Brasil, Chile, Colombia, México y Perú.:
<https://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/13594/HernandezOrtega-RamonEduardo-2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hernández, L. (2019). *“Elaboración de un portafolio de inversión conformado por las divisas más representativas del mercado y de acciones de empresas en países emergentes del 2016 a 2018”*. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MEXICO, TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO. Obtenido de
<http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/105297/TESIS%20COMPLETA.pdf;jsessionid=C63839F124D3C70D2D071D93D3D64C8F?sequence=1>
- Huerta, G. (30 de Abril de 2020). *Nicolás Troillet es nombrado CEO de Credit Suisse en México*. Obtenido de Funds Society :
<https://www.fundssociety.com/es/noticias/nombramientos/nicolas-troillet-es-nombrado-ceo-de-credit-suisse-en-mexico>
- Huynh, T., Hille, E., & Nasir, M. (2020). Diversification in the age of the 4th industrial revolution: The role of artificial intelligence, green bonds and cryptocurrencies. *Technological Forecasting and Social Change*, 159. doi:<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120188>
- IDB. (2016). *Integración financiera en la Alianza del Pacífico*. Obtenido de
<https://conexionintal.iadb.org/2016/11/01/integracion-financiera-en-la-alianza-del-pacifico/>
- Jimenez, L., Restrepo, F., & Acevedo, N. (2016). *Diversificación Internacional de Portafolios en Colombia por Medio de ETF*. Medellín, Colombia.

- Kazemipoor, Tavakkoli-Moghaddam, Shahnazari-Shahrezaei, & Azaron. (2013). A differential evolution algorithm to solve multi-skilled project portfolio scheduling problems. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 1099–1111.
- Levy, H., & Sarnat, M. (1982). *Capital Investment and Financial Decisions* (Vol. segunda edición). Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- Lowenfeld, H. (1909). *Investment: An Exact Science*. Ohio: The Ohio State University.
- Maringer, & Parpas. (2009). Global optimization of higher order moments in portfolio selection. *Journal of Global Optimization*, 219–230.
- Markowitz, H. (1952). *Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments* (Vol. 7). New York: John Wiley & Sons. Obtenido de <https://www.jstor.org/stable/2975974?seq=1>
- Martínez, C., Restrepo, J., & Velásquez, J. (Marzo de 2004). Selección de Portafolios Usando Simulación y Optimización Bajo Incertidumbre. *Dyna*, 71(141), 35-57.
- Melian, B., Perez, J. A., & Vega, J. M. (2003). Metaheuristics: A Global View. *Inteligencia artificial. Revista iberoamericana de inteligencia artificial, año/vol 7, No. 9, 7 - 28*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/925/92571901.pdf>
- Merton, R. (1973). *An Intertemporal Capital Asset Pricing Model*. The Econometric Society.
- Ochoa, C., Jaramillo, C., & Montoya, L. (2011). ¿Existen ganancias por la cobertura de riesgo cambiario en un portafolio de acciones global, desde la perspectiva de un inversionista colombiano? *Estudios gerenciales*, 27(120).
- OEA. (2014). *Protocolo Adicional al Acuerdo Marco de la Alianza del Pacífico*. Obtenido de SICE: http://www.sice.oas.org/Trade/PAC_ALL/Pacific_Alliance_Text_s.asp
- Paredes, J. V., & Granado, V. P. (2016). *Estudio y aplicación de metaheurísticas y comparación con métodos exhaustivos*. Madrid, España: Universidad Complutense. Obtenido de <https://eprints.ucm.es/39844/1/MEMORIA.pdf>
- Peng, Tang, Chen, & Yao. (2010). Population-based algorithm portfolios for numerical optimization. 782–800.
- Restrepo, J., & Cruz, E. (2005). Portafolio de Inversión en Acciones Optimizado. *Scientia et Technica*(27).
- Rodriguez, M., Cortez, K., Méndez, A., & 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), 87-1112.
- Rodriguez, O. C. (2018). *OPTIMIZACION DE PORTAFOLIOS DE INVERSION EN RENTA VARIABLE A TRAVÉS DE ALGORITMO GENÉTICO*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira. Obtenido de

<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/9455/T332.632%20C957.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Sharpe, G. A., William, Bailey, & Jeffrey. (2003). *Fundamentos de inversiones, teoría y práctica*. Mexico: Prentice Hall.
- Shiller, R. (1981). Do Stock Prices Move Too Much to be Justified by Subsequent Changes in Dividends? *American Economic Review*, 71(3), 421-436. Obtenido de <https://www.jstor.org/stable/1802789?seq=1>
- Shiller, R. (2003). From Efficient Markets Theory to Behavioral Finance. *Journal of Economic Perspectives*, 17(1), 83-104. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=322772>
- Shiller, R. J. (Junio de 1980). *Do Stock Prices Move Too Much to be Justified by Subsequent Changes in Dividends?* Obtenido de NBER Working Paper: <https://www.nber.org/papers/w0456>
- Shiller, R. J. (Agosto de 2003). *From Efficient Markets Theory to Behavioral Finance*. Obtenido de Journal of economics perspectives: <https://pubs.aeaweb.org/doi/pdfplus/10.1257/089533003321164967>
- Stummer, & Sun. (2005). New multiobjective metaheuristic solution procedures for capital investment planning. *Journal of Heuristics*, 183–199.
- Superfinanciera . (13 de Febrero de 2018). *Conceptos Básicos del Mercado de Valores*. Obtenido de <https://www.superfinanciera.gov.co/SFCant/ConsumidorFinanciero/conceptosbasicosmv.pdf>
- Urzúa, M. I., Galvez, P. G., Eltit, B., & Reinoso, H. (2017). Resolución del problema de carteras de inversión utilizando la heurística de colonia artificial de abejas. *Revista de estudios gerenciales*, Vol. 33, No. 145, 391 - 399. Obtenido de https://www.icesi.edu.co/revistas/index.php/estudios_gerenciales/article/view/2720/3377
- W-Lo, A. (2004). The Adaptive Markets Hypothesis. Market efficiency from an evolutionary perspective. *Journal of Portfolio Management*, *Forthcoming*, 1-30. Obtenido de <https://jpm.pm-research.com/content/30/5/15.abstract>
- Woodside-Oriakhi, Lucas, & Beasley. (2011). Heuristic algorithms for the cardinality constrained efficient frontier. *European Journal of Operational Research*, 538–550.
- Xu, Lam, & Li, &. (2011). Stock portfolio selection using chemical reaction optimization. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 458–463.

8. ANEXOS

Anexo 1: Análisis de portafolio por sectores mediante el uso de algoritmos genéticos: caso aplicado a la Bolsa Mexicana de Valores.

Autores: Martha del Pilar Rodríguez García, 2014.

Objetivo: Se trata de realizar un trabajo teniendo en cuenta la Teoría Moderna de Portafolio (TMP) la cual se compone por la teoría de selección de portafolio de Markowitz de 1972 y los aportes tomados desde la propuesta en torno a la generación de valores de los activos financieros introducida por Sharpe en 1964 para la bolsa de valores mexicana.

Código de campo cambiado

Con formato: Fuente: 11 pto, Sin Negrita

Con formato: Español (Colombia)

Modelo presentado en el artículo	Modelo presentado en esta investigación
<p>El proceso base para iniciar un algoritmo genético es:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar un grupo poblacional de manera aleatoria. 2. Validación de las diferentes aptitudes de los integrantes de la población. 3. Realizar por medio de un proceso reproductivo una adecuada selección. 4. A partir del punto anterior, realizar un cambio en la población. 5. En caso de cumplirse con las condiciones y el resultado es favorable se detiene el proceso, de lo contrario retomar desde el punto 2 <p>Frontera eficiente:</p> $\text{Min } S_p^2$ $\text{s.a.: } \bar{R}_p = r; \quad 0 \leq x \leq 1; \quad \sum_{i=1}^T x_i$ <p>donde:</p> $r = r_j^{\min}, \dots, r_k^{\max}$ <p>r_j^{\min} = valor de la acción con mínimo rendimiento r_k^{\max} = valor de la acción con máximo rendimiento.</p> $\text{Max: } \frac{R_p - [R_F + \beta(R_m - R_f)]}{3} + \frac{R_p - R_f}{3\sigma_p} + \frac{\sum_{i=1}^N v_i}{3N}$ <p>s.a</p> $p\text{-valor}(\) \leq 0.1$ $\sum_{i=1}^N x_i = 1$ $0.01 \leq x_i \leq 1$	<p>Acorde con lo mencionado, la indagatoria de los autores propone “el uso de la TMP como método para encontrar la combinación de acciones de empresas que maximice la relación riesgo-rendimiento de un índice compuesto de acciones y, por otra parte, determinar si la razón riesgo-rendimiento difiere entre sectores”. (Rodríguez et al, 2014, p. 8).</p> <p>Los aportes anteriormente expuestos permitirán tener un punto de referencia para la realización de la investigación propuesta, teniendo en cuenta que se podrá incluir como variable relevante el sector y de esta manera establecer su nivel de impacto en la elección de portafolio óptimo que maximice las utilidades del inversionista.</p> <p>Es así como este artículo hace parte de la consecución del objetivo que se pretende alcanzar con la investigación en curso, pues el sector al que corresponde el activo financiero que hará parte de un portafolio es un factor determinante a la hora de hacer la elección.</p>

Criterio de búsqueda

- **Meta-buscador:** Science Direct
- **Frase:** “Portafolio de inversiones en acciones”
- **Dirección URL:** https://ac.els-cdn.com/s0186104215721480/1-s2.0-s0186104215721480-main.pdf?_tid=39596928-cf23-11e7-b724-00000aacb35f&acdnat=1511313765_f065db15f50f63b9a3760ab2339dccb8

Código de campo cambiado

Anexo 2: Metaheurística: una visión global

Autores: Jose Belén Melián, Marcos Moreno Vega, 2003

Objetivo: Fundamentar el concepto de metaheurística desde diferentes teorías. Describir las principales metaheurísticas para métodos de relajación, procesos constructivos, búsquedas por entornos y procedimientos evolutivos, se hace especial énfasis en metaheurísticas de búsqueda las cuales constituyen el paradigma central en la resolución de problemas de optimización. Finalmente, proponer y analizar características deseables para esta técnica desde el punto de vista de su aplicación práctica y de su estudio teórico.

Modelo presentado en el artículo	Modelo presentado en esta investigación
<p>Enfocado en el problema de optimización se refiere a encontrar la alternativa que mejor satisface unos objetivos entre un conjunto de soluciones posibles.</p> <p>El problema se compone del espacio de soluciones S y la función objetivo f. Resolver el problema de optimización (S, f) consiste en determinar una solución óptima tal</p> <p style="text-align: center;">que:</p> $x^* \in S$ $f(x^*) \leq f(x), \text{ para cualquier } x \in S.$	<p>Son interesantes los hallazgos encontrados con la implementación de herramientas econométricas las cuales proporcionan un nivel de análisis importante al momento de realizar algún tipo de propuesta inversionista. Dichas herramientas serán tomadas como referencia para el desarrollo de la actual investigación.</p> <p>El modelo de optimización en su fundamentación teórica será tenido en cuenta cómo referencia en esta investigación, toda vez que el propósito es encontrar la mejor alternativa de inversión entre diferentes opciones.</p>

Criterio de búsqueda:

- **Metabuscador:** Science Direct
- **Frase:** “aplicación de metaheurística”
- **Dirección URL:** <https://www.redalyc.org/pdf/925/92571901.pdf>

Con formato: Español (alfab. internacional)

Código de campo cambiado

Con formato: Español (Colombia)

Con formato: Español (alfab. internacional)

Código de campo cambiado

Anexo 3: Estudio y aplicación de metaheurísticas y comparación con métodos exhaustivos

Autores: Johnny Vargas Paredes, Víctor Penit Granado, 2016

Objetivo: estudiar diferentes métodos metaheurísticos, los cuales son comparados al implementarlos para la resolución de una serie de problemas NP completos. Para poder realizar la comparación se hace un estudio de estos problemas y se eligen aquellos que puedan tener aplicaciones prácticas más evidentes en el mundo real, y son modelados para poder resolverlos. Para optimizar y comparar en los casos que se requiere saber una solución óptima se lleva a cabo un estudio de algunas heurísticas y algoritmos exactos, que puedan resolver los problemas NP completos elegidos.

Código de campo cambiado

Con formato: Español (alfab. internacional)

Con formato: Español (Colombia)

Modelo presentado en el artículo	Modelo presentado en esta investigación
<p>El trabajo aborda la metaheurística inicialmente desde lo conceptual, haciendo énfasis en su complejidad y utilidad para la optimización.</p> <p>Seguido de un trabajo aplicativo donde presentan los problemas elegidos, su modelización matemática y resultados.</p> <p>Los métodos estudiados son:</p> <ul style="list-style-type: none">• Métodos exactos: Fuerza bruta, Vuelta atrás, ramificación y poda, programación dinámica, métodos voraces.• Métodos aleatorios• Metaheurísticas: evolutivas (algoritmos genéticos, generacionales, estacionarios, codificación de la solución, funciones de <i>fitness</i>, poblaciones, operadores de selección, operadores de cruce), metaheurísticas inspiradas en colonias de hormigas, enfriamiento simulado, GRASP.	<p>Si bien en este trabajo de investigación no se abordan otros métodos diferentes a la metaheurística, ha sido importante conocerlos y sus aplicaciones.</p> <p>Este artículo es aplicado en tanto permite conocer las diferentes aplicaciones de la metaheurística, tanto desde lo teórico como aplicado para dar solución a problemas específicos, algunos de ellos relacionados con la optimización, problema tratado en este trabajo de investigación.</p>

Con formato: Español (Colombia)

Con formato: Español (alfab. internacional)

Criterio de búsqueda:

- **Meta-buscador:** Science Direct
- **Frase:** “Metaheurística Aplicada Para Optimización”
- **Dirección URL:** <https://eprints.ucm.es/39844/1/MEMORIA.pdf>

Código de campo cambiado

Anexo 4: ¿Existen ganancias por la cobertura de riesgo cambiario en un portafolio de acciones global, desde la perspectiva de un inversionista colombiano?

Autores: Cecilia Maya Ochoa, Catalina Maria Jaramillo Ospina, Lina María Montoya Madrigal, 2011

Objetivo: La propuesta objetiva que involucra esta investigación consiste en buscar si hay algún tipo de generación de activos basados en la eficacia, dicho de otra forma, que exista un mínimo de volatilidad en un portafolio que presenta diversificaciones en ámbito internacional teniendo en cuenta la cobertura del riesgo cambiario inherente, por medio de la propuesta de desarrollo metodológico en la que se obtienen una serie de valores óptimos de asignación de activos de mínima varianza y que a la vez permita realizar algún tipo de análisis estadístico.

Código de campo cambiado

Con formato: Español (alfab. internacional)

Con formato: Español (Colombia)

Modelo presentado en el artículo	Modelo presentado en esta investigación
<p>Los autores después de muchas pruebas optaron por seguir “el modelo robusto de estimación del portafolio global de mínima varianza” propuesto por KEMPF y MEMMEL (2003).</p> <p>Por ello, a continuación, se realiza una recopilación de lo propuesto por los autores, buscando la finalidad de estimar el portafolio global mínima varianza descubierto y cubierto, se realizó estimación de los retornos logarítmicos de las series de valores en dólares estadounidenses de los índices mencionados anteriormente, convertidos a pesos colombianos, haciendo uso de la tasa spot (COP\$/USD\$) para el portafolio descubierto y la prima forward (f) para el portafolio cubierto. En el caso de las series descubiertas, el retorno diario en pesos se obtuvo de la siguiente manera:</p> $R_{d(cop)} = r + e$ <p>Según lo anterior, r es el retorno logarítmico de los índices MSCI de cada región en dólares y e consiste en el retorno logarítmico del precio spot peso colombiano por dólar americano. En cuanto al portafolio cubierto, el retorno diario en pesos fue:</p> $R_{d(cubierto)} = r + f$ <p>Donde r es el retorno logarítmico de los índices MSCI de cada región en dólares y f es la prima forward diaria.</p> <p>Los valores mejorados de cada portafolio se estimaron por mínimos cuadrados ordinarios usando el software econométrico E-views a partir de la ecuación propuesta por Kempf y Memmel (2003, p. 6):</p>	<p>Para el trabajo en curso la cobertura de riesgo cambiario probablemente no sea relevante en su contexto general, sin embargo, teóricamente es interesante conocer la manera en que se comportan los rendimientos financieros para los inversionistas al implementar coberturas de riesgo cambiario.</p> <p>La investigación en curso se enfocará en buscar la metodología que ajuste de una mejor manera los análisis clásicos para la optimización de portafolios de acciones haciendo mayor énfasis en los análisis fundamentales, por lo cual, tener conocimiento sobre el comportamiento de los rendimientos de acuerdo a operaciones como la presentada por el autor robustece aún más la información disponible para la toma de decisiones de los inversionistas.</p>

$r_{i,t} = \alpha + \beta_1(r_{i,t-1} - r_{i,t-1}) + \dots + \beta_{N-1}(r_{i,t} - r_{i,t-1}) + \varepsilon_t, \quad t = 1, \dots, T > N \quad (5)$	
---	--

Criterio de búsqueda

- ~~Meta-buscador~~**Metabusca**ador: Science Direct
- **Frase:** “portafolio de inversiones en acciones”
- **Dirección URL:** https://ac.els-cdn.com/s012359231170170x/1-s2.0-s012359231170170x-main.pdf?_tid=7c95f76a-cf28-11e7-a9b5-00000aab0f27&acdnat=1511316025_77c104fadd506b1f788623b65956e717

Código de campo cambiado

Anexo 5: Una Propuesta Metodológica para la Optimización de su Portafolio y su Aplicación al Caso Colombiano.

Autores: Guillermo Buenaventura Vera, **Andrés** Felipe Cuevas Ulloa, 2005

Objetivo: La propuesta investigativa propone la implementación de un esquema de optimización en el programa de Excel, el cual va a permitir la creación de portafolios eficientes haciendo uso de la teoría del portafolio moderno de Markowitz.

Modelo presentado en el artículo	Modelo presentado en esta investigación
<p>A continuación, teniendo en cuenta lo analizado en la investigación, se presenta el esquema que se propone como inicio de generación de portafolios eficientes:</p> <p>1. Rendimiento promedio de cada activo:</p> $E(R_i) = \frac{\sum_{t=1}^T R_t}{T}$ <p>2. Riesgo de cada activo, medido por la desviación típica o varianza de la rentabilidad; está dada por:</p> $S^2 = \frac{1}{T-1} \sum_{t=1}^T (R_t - E(R_i))^2$ <p>3. La covarianza entre los diferentes activos, tomados por parejas.</p> $E(R_p) = \sum_{i=1}^n W_i E(R_i)$ <p>4. La rentabilidad esperada del portafolio P se obtiene así:</p> $\sigma_p = \left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_i W_j COV_{ij} \right)^{1/2}$ <p>Donde W_i es el peso de cada activo en el portafolio, y n es el número de activos que participan en el portafolio.</p> <p>5. El riesgo de un portafolio P con múltiples alternativas de inversión se logra mediante el cálculo de su desviación típica:</p> $E(R_p) = \sum_{i=1}^n W_i E(R_i),$ <p>Donde σ_p es el riesgo del portafolio. Si bien anteriormente se ha mencionado el constructo de un único portafolio, a continuación, se menciona como realizar</p>	<p>Se tiene en cuenta el artículo de Buenaventura y Cuevas porque ilustran a través de su explicación la manera como se aplica la Teoría Moderna de Portafolio en el caso colombiano; es así como encontramos será útil para el tema que se trabajará en la actual investigación, dicho modelo se incluirá en la metodología a proponer una vez se identifiquen los pasos claves para la elección de las acciones que conformarán el portafolio.</p> <p>Como se mencionó anteriormente, es importante para los investigadores del trabajo de investigación en curso poder identificar con la implementación de diferentes herramientas estadísticas y metodológicas la manera óptima de selección de las acciones que conformarán la cartera y posteriormente agregar análisis de optimización lo cual complementa el objetivo a alcanzar.</p>

esta variación con diversos portafolios.

Dado:

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^n W_i E(R_i),$$

Calcular las proporciones W_i que hacen:

$$\sigma_p = \left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_i W_j COV_{ij} \right)^{1/2}$$

Teniendo una restricción presupuestaria:

$$\sum_{i=1}^n W_i = 1$$

Se hace importante la determinación del punto que concierne al portafolio de mínimo riesgo, ya que el mismo divide el subconjunto ineficiente de la frontera eficiente que se planea construir. De manera análoga a la matemática, el desarrollo solutivo se puede plantear desde el proceso de analizar la siguiente función de Lagrange:

$$F = \left(\sum_{i=1}^T W_i^2 COV_{ii} + 2 \sum_{i=1}^T \sum_{j>1}^T W_i W_j COV_{ij} + 2\lambda \left(\sum_{i=1}^T W_i - 1 \right) \right)$$

La recta del mercado de capitales.

Un portafolio mejorado en cuanto a la frontera eficiente puede ser obtenido a través de operaciones propias del cálculo de la recta del mercado de capitales, en la cual dicho portafolio está considerado dentro del punto en que se toca la línea de mercado y la frontera.

El teorema de separación es aquel en el que se evidencia la determinación del portafolio M óptimo, lo cual requiere maximizar la inclinación de la línea:

$$m = \frac{R_p - r}{\sigma_p}$$

Sujeto a la restricción presupuestaria:

$$\sum_{i=1}^n W_i = 1$$

Criterio De Búsqueda

- **Metabuscador:** <http://www.scielo.org.co>
- **Frase:** “portafolio de inversiones en acciones”
- **Dirección URL:** <http://www.scielo.org.co/pdf/eg/v21n95/v21n95a01.pdf>

Código de campo cambiado

Código de campo cambiado

Anexo 6: Portafolio de Inversión en Acciones Optimizado

Autores: Jorge ~~Hernan~~Hernán Restrepo, Eduardo Arturo Cruz, 2005

Objetivo: Presenta un desarrollo metodológico que ayuda en la realización de inversiones optimas con instrumentos de Renta Variable como las acciones, haciendo uso del procedimiento de Varianza - Covarianza en el esquema numérico de Programación Cuadrática el cual se presenta por medio del manejo del programa Excel, con la intención de establecer la frontera eficiente del portafolio de inversión.

Modelo presentado en el artículo	Modelo presentado en esta investigación
<p>De esta manera, el artículo presenta una propuesta metodológica que conlleva a la apreciación de diversos esquemas que son presentados a continuación:</p> <p>Análisis técnico de la inversión en una acción.</p> <p>La Rentabilidad La rentabilidad R_t, se calcula mediante la expresión (1) conformada por los siguientes componentes</p> $R_t = \frac{P_t - P_{t-1} + D_t + C_t}{P_{t-1}} \quad (1)$ <p>La rentabilidad: $R_t = \frac{P_t - P_{t-1} + D_t + C_t}{P_{t-1}}$</p> <p>Donde: $\frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}}$ Es la variación del precio de la acción en el mercado accionario P_t = Es el precio de la acción en el momento "t" P_{t-1} = Es el precio de la acción en el mercado en un período anterior. D_t : Es el pago de dividendos por cada acción C_t Es la prima por nueva emisión de acciones. Si se asume que la decisión de inversión no incluye la prima por emisión de acciones ni se tiene en cuenta los dividendos (D_t y C_t tienden a cero).</p> $R_t = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}} \quad (2)$ <p>El precio de la acción</p> $PPP = \frac{\sum V_i P_i}{N \sum V_i} \quad (3)$ <p>Dónde: V_i = Volumen de acciones transadas en la ronda "i" de negociación en el día.</p>	<p>El modelo propuesto por los autores del artículo en los puntos dos y tres, se centran en el análisis técnico de las acciones, lo cual no se identifica con el objetivo que tiene la investigación en curso, por tal motivo lo planteado en los ítems nombrados no será tenido en cuenta.</p>

Pi = Precio de la acción transada en la ronda "i" de negociación.

"i" = 1, 2, 3, ..., N número de rondas de negociación.

La rentabilidad esperada de una acción. Se calculan las variaciones de los precios, con respecto a los precios inmediatamente anteriores de acuerdo con la ecuación (4):

$$\text{Variación de Precio} = \text{VARPPP} = \frac{\text{PPP}_t - \text{PPP}_{t-1}}{\text{PPP}_{t-1}} \quad (4)$$

Siendo PPPt: El precio en la semana Actual
 PPPt -1 El precio en la semana Anterior

$$\text{RENTABILIDAD ESPERADA} = \text{VARPRECIO}_{\text{promedio}} = \frac{1}{N} \sum (\text{VARIACION DE PPP}_T) \quad (5)$$

$$\text{VARPRECIO}_{\text{promedio}} = \frac{1}{N} \sum ((\text{PPP}_T - \text{PPP}_{T-1}) / \text{PPP}_{T-1}) \quad (6)$$

El riesgo de una acción. El riesgo en que se incurre con respecto a la rentabilidad esperada de una acción se determina por el método de Varianza / Covarianza.

$$\text{VARIANZA} = \frac{1}{N-1} \sum (\text{VARPPP}_i - \text{VARPRECIO}_{\text{promedio}})^2 \quad (7)$$

Siendo "i" el número de variaciones tomadas.
 VARPPPi la variación del precio promedio ponderado

$$\text{DESVIACION ESTANDAR} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum (\text{VARPPP}_i - \text{VARPRECIO}_{\text{promedio}})^2} \quad (8)$$

Posibilidad de pérdida de una acción. Se mide la posibilidad de pérdida de una acción o la posibilidad de alcanzar determinado nivel de rentabilidad

La normalización. Se utiliza la media de la variación de los precios como punto de referencia y su desviación estándar.

$$Z = \frac{\text{Valor experimental} - \text{promedio}}{\text{Desviación estándar}}$$

Rentabilidad del portafolio. Es la sumatoria ponderada de las rentabilidades esperadas de cada una de las acciones.

$$RP = \sum R_J * A_J \quad (10)$$

Dónde: RP = La rentabilidad esperada del portafolio

RJ = Es el rendimiento esperado de la acción "J"

AJ = Es la proporción del total de fondos invertidos en el título "J"

La ecuación (10) expresa, que el rendimiento esperado del portafolio es un promedio ponderado de los rendimientos esperados para los valores que comprenden ese portafolio.

Riesgo del portafolio. Depende del riesgo de los valores individuales que constituyen el portafolio y de la relación existente entre los mismos.

$$\text{RIESGO} = \sqrt{\sum \sum A_j A_k \text{COVAR}_{jk}} \quad (11)$$

<p>Optimización del portafolio. Modelo matemático de programación cuadrática propuesto por Markowitz – Tobón – Takayama y Batterham, adaptado en hoja electrónica Excel. [3]</p> <p>MAX RENTABILIDAD = $\sum A_i$ VARPPPI (12) Sujeto a las siguientes restricciones: $(\sum \sum A_i A_j \text{ COVAR}_{ij}) / 2 \leq B$</p> <p>$\sum A_i = 100\%$ $A_i \geq 0$</p> <p>Dónde: A_i porcentaje de inversión en la acción “i”.</p> <p>VARPPPI Variación de los precios ponderados de las acciones COVAR_{ij} Covarianza entre cada par de acciones del portafolio B Nivel deseado de riesgo</p> <p>Coefficiente de correlación (r). El coeficiente de correlación, ver expresión (14), Indica el grado de relación entre las dos acciones.</p> $r = \frac{\text{COVARIANZA (A1,A2)}}{\text{RIESGO A1} * \text{RIESGO A2}} \quad (14)$ <p>Dónde: R = -1, Si la correlación es perfecta e inversa R = 1, si la correlación es perfecta y directa. R = 0, quiere decir que las dos acciones no están correlacionadas</p>	<p>Con el fin de cumplir uno de los objetivos propuestos en la presente investigación, se tendrá como referencia la metodología utilizada por los autores a partir del punto cuatro, teniendo en cuenta que su base principal es la programación cuadrática empleada por Markowitz utilizando la hoja de Excel.</p> <p>Lo anterior se utilizará como guía para plantear una propuesta metodológica de selección y optimización de portafolios de inversión, con enfoque fundamental.</p>
--	--

Criterio de Búsqueda

- Metabuscador: <http://www.scielo.org.co>
- Frase: “optimización de portafolios en acciones”
- URL: <http://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/viewFile/6929/4105>

Código de campo cambiado

Código de campo cambiado

Anexo 7: Selección de Portafolios Usando Simulación y Optimización Bajo Incertidumbre.

Autores: Claudia Lorena Martínez Torres, Jorge Andres Restrepo Munera, Juan David Velásquez Henao, 2004.

Objetivo: Establecer una propuesta metodológica que sea exclusiva para la recopilación de portafolios en el plazo mínimo, en la cual se mencionen la variación de los movimientos realizados con la intención de mejorar en cuanto a la renta y la optimización de unos cuantos indicadores de inseguridad en la inversión.

Modelo presentado en el artículo	Modelo presentado en esta investigación
<p>El artículo inicialmente presenta la fundamentación teórica que se requiere para entender los criterios base de la conformación de portafolios de acciones, en ese sentido los autores realizan una recopilación de las diferentes críticas que históricamente diferentes teóricos de la economía y las finanzas han hecho respecto del análisis técnico y el análisis fundamental.</p> <p>“La metodología propuesta en este artículo busca estructurar un proceso de decisión para la selección de portafolios, que permitan la especulación en el corto plazo, de tal forma que se puedan controlar los riesgos, y realizar una optimización bajo incertidumbre del portafolio de acciones”.</p> <p>Dicha metodología propone tres pasos fundamentales:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Elección de aquellos particulares que conformaran el portafolio. 2. Mención particular en cuanto a la generación de esquemas de indicadores de valores y creación de series sintéticas. 3. Optimización del portafolio. 	<p>El modelo propuesto en el artículo es general para cualquier activo financiero, a diferencia del modelo que se trabajará en la presente investigación, toda vez que se centra en el diseño de una metodología que permita optimizar la inversión en portafolios de acciones resaltando el análisis técnico y fundamental, éste último es poco relevante en el modelo matemático que proponen los autores del artículo, pues los juicios de discriminación de portafolio se basan en los efectos derivados después de la aplicación de una cadena de tratamiento de la información matemáticos ajustados a las peculiaridades oportunas de la indagación.</p> <p>Lo anterior difiere ampliamente de los criterios de selección propuestos en este trabajo de investigación, teniendo en cuenta que a pesar de algunas debilidades que estructuralmente se han identificado en el análisis fundamental se considera como pieza clave para la adquisición de disposiciones de cambio y minimización de riesgos en los mercados monetarios.</p> <p>Así mismo, se encuentra convergencia en las ideas de exploración en la forma como se calculan los precios futuros de la acción, ya es de beneficio para la indagación en curso lograr estimar el proceder de los costos de los activos financieros de una forma disímil al pronóstico por medio de la regresión lineal hasta ahora conocida por los investigadores.</p>
<p>Pronósticos y optimización de portafolio</p> <p>Los autores aclaran que un esquema cualquiera de pronóstico estima el valor futuro de las acciones, pero hacen la precisión que estos valores no reflejan la unidad de probables variaciones que puede presentar el valor del activo financiero a partir del precio último que haya tenido, por lo tanto, se puede pensar en desconocer las acciones pasadas que hayan generado validaciones externas.</p> <p>Todo ello se aborda de la manera en la cual no se puede indicar en el esquema el repunte principal del valor, equivalencia que se hace con otros esquemas, de lo contrario se debe presentar una variación representativa de los cambios, los cuales</p>	

pueden obtenerse como series sintéticas.

Teniendo en cuenta lo anterior, el autor propone lo siguiente para lograr lo propuesto:

“Se hace necesario entonces el ajuste de un modelo matemático a una serie de tiempo, $\{x_t\}$, que representa la evolución histórica del precio de la acción x , independientemente que sea un modelo econométrico o de Redes Neuronales Artificiales, existe una porción de la varianza de la serie que solo puede ser explicada como un ruido o error, que representa otros factores endógenos o exógenos que afectan la serie y el cual se representa dentro del modelo como un número aleatorio normal con media cero y desviación estándar, es decir:

$$x_t = F(x_{t-1}, x_{t-2}, \dots, x_{t-n}) + N(0, \sigma)$$

Donde x_{t-1} es el último valor histórico de la serie.

Cada serie sintética se genera punto por punto, generando para cada valor de x un número aleatorio normalmente distribuido con media cero y desviación estándar σ , a partir del último dato

Conocido de la serie.”

Criterio De Búsqueda

- Metabuscador: <http://www.redalyc.org>
- Frase: Optimización de portafolios en acciones

Código de campo cambiado

Anexo 8: Modelo de selección de portafolio óptimo mediante análisis de Black-Litterman.

Autores: Laura Giraldo Cárdenas, John Malver Díaz Zapata, Sandra Milena Arboleda Ríos, Cindy Lucía Galarcio Padilla, Jorge Enrique Lotero Botero, Felipe Isaza Cuervo, 2015

Objetivo: Presentar el diseño investigativo de Black-Litterman como una propuesta que conlleva a establecer mejoras en cuanto a la elección adecuada de portafolios, además de convertirse en una pieza clave de mejoramiento en la construcción de estos, por medio del modelo clásico propuesto por Markowitz.

Modelo presentado en el artículo	Modelo presentado en esta investigación
<p>La investigación propuesta, resalta apartes y referentes a la teoría del esquema de Black-Litterman, en el cual se hace un análisis de caso, estableciendo estructuras propias del portafolio óptimo teniendo en cuenta el índice COLCAP del mercado de valores colombiano.</p> $W_i = \frac{M_i}{\sum_{i=1}^n M_i}$ <p>El coeficiente de aversión al riesgo del inversionista (δ), el cual es constante, se determina de la siguiente forma:</p> $\delta = \frac{R_M - R_f}{\sigma_M^2}$ <p>Donde es el retorno esperado del mercado, R_f es la tasa libre de riesgo y σ_M^2 es la varianza del retorno del mercado, el exceso de retornos implícitos de equilibrio se puede expresar como sigue:</p> $\Pi \Sigma = \delta W$ <p>Lo mencionado anteriormente conocen como <i>Retornos Implícitos de Equilibrio</i>, puesto que, si los valores de los activos se acomodan hasta los retornos esperados, estos serán equivalentes a lo que esperan los inversionistas, de tal manera que se puede hacer la suposición de que en global se tiene igual expectativa de mercado; dichos cambios permiten que la demanda iguale la oferta.</p> <p>El retorno de los activos en su totalidad se asume que presentan una distribución normal con parámetros μ y Σ; así</p> $r \sim N(\mu, \Sigma)$ <p>Donde r es el vector de los rendimientos de los acti-</p>	<p>Si bien el modelo de Markowitz es el que se toma en las investigaciones como base para el establecimiento de metodologías de diseño de portafolio de inversión, en la presente investigación quizás se tendrá en cuenta el modelo de Blak – Litterman toda vez que posee conceptos teóricos de avanzadas que recientemente benefician las investigaciones en finanzas y específicamente en portafolios de inversión.</p> <p>Es así como éste paper servirá de referente teórico para evaluar la posibilidad de involucrar el modelo de Litterman en la metodología a proponer para el diseño de portafolio de inversión con enfoque en análisis fundamental.</p>

vos.

$$\Pi = \delta \Sigma \mathcal{W}_{eq}$$

El esquema bayesiano previo implica que los retornos esperados μ se ubiquen en los valores de equilibrio, distribuyéndose normalmente con la media de Π :

$$\mu = \Pi + \varepsilon^{(e)}$$

Donde $\varepsilon^{(e)}$ es un vector aleatorio con distribución normal con media cero y ~~matriz de~~ matriz de covarianza, $\tau \Sigma$ donde τ es una escala que indica la incertidumbre del portafolio inicial.

De esta manera P es una matriz que selecciona los instrumentos del portafolio sobre los cuales se forma una opinión o expectativa, y Q es el vector de opiniones sobre los retornos:

$$P' = (p_1, p_2, \dots, p_k)$$

$$Q' = (q_1, q_2, \dots, q_k)$$

Los puntos de vista de los inversionistas se pueden expresar como:

Donde $\varepsilon^{(v)}$ es una inferencia no observable, normalmente distribuida con un vector aleatorio igual a cero y una matriz de covarianza diagonal Ω .

La matriz U representa la matriz de la confianza en las opiniones o expectativas, y dependen de la matriz de covarianza inicial Σ , el parámetro de incertidumbre τ y la matriz P :

$$\Omega = \text{diagonal}(P(\tau \Sigma)P^T)$$

Se supone, además, que tanto ε^e como ε^v son independientes.

$$\begin{pmatrix} \varepsilon^e \\ \varepsilon^v \end{pmatrix} \sim N \left(\mathbf{0}, \begin{bmatrix} \tau \Sigma & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \Omega \end{bmatrix} \right)$$

Teniendo en cuenta la percepción de quienes invierten y el cual se expresa por medio de las matrices anteriores, se mezclan con el portafolio inicial, o de equilibrio (resultados del modelo CAPM, definición inicial del portafolio o un modelo de Markowitz). De esta manera, los *rendimientos esperados* del modelo Black-Litterman se dispersan como una normal $N M(\mu_{BL}, -1)$ donde la media μ_{BL} , está dada por:

$$\bar{\mu}_{BL} = [(\tau\Sigma)^{-1} + P'\Omega^{-1}P]^{-1} [(\tau\Sigma)^{-1}\Pi + P'\Omega^{-1}Q]$$

Y la matriz de covarianza M^{-1} es dada por:

$$\bar{M}^{-1} = [(\tau\Sigma)^{-1} + P'\Omega^{-1}P]^{-1}$$

Teniendo en cuenta el punto de partida, en el cual se establece un portafolio inicial y por medio del esquema BL descrito previamente, es viable la construcción de un portafolio mejorado que tenga en cuenta las percepciones y aportes que se puedan encontrar respecto a los valores financieros que hacen parte de él; la elección de los valores posteriores del portafolio se obtiene como:

$$W_{BL} = (\delta\Sigma P)^{-1} \mu_{BL}$$

Una vez se establecen los valores relativos de los diferentes activos se integra la entrega óptima de recursos, acorde con el punto de vista de quien invierte, dando como resultado la determinación del portafolio óptimo acorde con el modelo BL.

Anexo 9: Selección de portafolios de acciones a partir de la línea de mercado de capitales con activos financieros de Colombia

Autores: Eduardo Arturo Cruz T. Jorge Hernán Restrepo, Pedro Daniel Medina V., 2007

Objetivo: Se resalta en el trabajo la necesidad de proponer varios esquemas de optimización, con funciones dentro del programa Excel y que a la vez logra la creación de portafolios optimizados con base en los supuestos de portafolios de renta fija, de renta variable de Markowitz.

Modelo presentado en el artículo	Modelo presentado en esta investigación
<p>Modelo de portafolio de renta fija optimo</p> <p>Para determinar la tasa de retorno del portafolio de instrumentos financieros de renta fija se recurre al método de programación lineal, la definición de variables es la siguiente:</p> <p>A_i = Tasa de interés ofrecida por el título "i".</p> <p>C_j = Cantidad de dinero requerido en el periodo "j"</p> <p>D_j = Tasa de impuestos en el periodo "j"</p> <p>Q_j = Cantidad de dinero de seguridad en el periodo "j"</p> <p>S_j = Saldo inicial en cada periodo "j"</p> <p>R_j = Valor de maduración de los títulos en el periodo "j".</p> <p>X_{ij} = Dinero para invertir en el título "i", en el tiempo "j".</p> <p>Z_{k1} = Valor de los títulos en el momento de invertir.</p> <p>Encuentre los valores de $X_{11}, X_{12}, X_{13}, \dots, X_{MN}$ tales que maximicen:</p> $\Sigma (A_1 X_{11} + A_2 X_{12} + \dots + A_M X_{MN})$ <p>que cumplan con todas las siguientes restricciones:</p> $S_1 + \Sigma R_j + \Sigma (R_j * A_j) - X_{M1} - C_1 - D_1 - Z_{K1} \leq Q_1$ $S_2 + \Sigma R_j + \Sigma (R_j * A_j) - X_{M2} - C_2 - D_2 - Z_{K2} \leq Q_2$ $S_N + \Sigma R_j + \Sigma (R_j * A_j) - X_{MN} - C_N - D_N - Z_{KN} \leq Q_N$ $X_i \geq 0, Y_j \geq 0, Z_j \geq 0$	<p>Lo propuesto por los autores en el artículo muestra una alternativa interesante en cuanto a la diferenciación de los modelos para optimizar carteras ya sea de acciones de renta fija o de renta variable.</p> <p>La alternativa expuesta en el párrafo anterior proporciona al trabajo de investigación en curso opciones metodológicas para el desarrollo de la propuesta de optimización de portafolios de inversión toda vez que en el desarrollo de la investigación se establecerá que tipo de activos harán parte de la cartera a diseñar, puesto que hasta el momento nos encontramos en la fase de identificación de escenarios posibles así como por ejemplo, el establecimiento de modelos econométricos que tributarán al diseño de la metodología la cual tendrá como base el análisis fundamentales para la selección de portafolios de inversión.</p>
<p>Modelo de portafolio de renta variable (acciones)</p>	

ordinarias) óptimo

La configuración de portafolios es una propuesta para minimizar el riesgo, es decir, el riesgo del portafolio debe ser mínima ante la suma de los riesgos de las acciones que lo conforman. Para construir portafolios eficientes se emplean las siguientes modelaciones:

El rendimiento de un activo para un solo período es:

$$R_i = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}} \text{ donde, } R_i \text{ es la rentabilidad del activo } i.$$

P_t es el precio de mercado del activo en el período t y P_{t-1} es el precio en el período inmediatamente anterior. El rendimiento promedio de cada activo es:

$$E(R_i) = \frac{\sum_{t=1}^T R_t}{T}$$

Donde R_i es el rendimiento del activo i en un período dado: t y T es el número de periodos que se analizan.

El riesgo de cada activo, medido como la desviación típica de la rentabilidad; está dada por:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^T (R_t - E(R_i))^2}{T-1}}$$

Infinidad de portafolios, se toman variaciones comprendidas entre los dos extremos presentados anteriormente: Máxima rentabilidad hasta el mínimo riesgo, con un nivel de rendimiento determinado, se optimiza el riesgo. [2]

La recta del mercado de capitales. Con la función lineal del mercado de capitales se puede calcular un portafolio de frontera eficiente, el cuál es óptimo en el punto de tangencia de la recta de mercado y la curva de portafolios. (frontera eficiente) [3].

Por otra parte, esta función lineal se expresa análogamente acorde a la expresión matemática de la línea recta: donde Y es la rentabilidad, A es la rentabilidad libre de riesgo, M es la pendiente de la recta y X representa el riesgo. La pendiente M se puede expresar así:

$$M = \frac{Y_P - Y_L}{X_P - X_L}$$

Donde Y_P es la rentabilidad del portafolio de acciones, Y_L es la rentabilidad del portafolio libre de riesgo, X_P es el riesgo del portafolio de acciones y X_L es el riesgo del portafolio de renta fija (Son títulos libres de riesgo: $X_L = 0$).

$$M = \frac{R_P - R_L}{\sigma_P}$$

Donde R_P es la rentabilidad del portafolio, R_L es la rentabilidad libre de riesgo y σ_P es el riesgo del portafolio.

El punto de toque entre la rentabilidad y la frontera eficiente debe estar superpuesto en la línea con inclinación máxima.

El modelo para optimizar es del tipo de programación lineal con las siguientes características:

Sujeto a las siguientes condiciones:

$$\sum_{i=1}^N A_i = 100\%$$

$$A_i \geq 0$$

El total de las inversiones = 100%

Criterio de búsqueda

- ~~Meta-buscador~~ [Metabuscador](https://scholar.google.com): scholar.google.com
- **Frase**: "optimización de portafolios en acciones"

Anexo 10: Una aproximación de la teoría de portafolio a las siefores en México

Autores: Humberto Banda Ortiz, Luis Miguel González García, Denise Gomez Hernández, 2017

Objetivo: Aplicar la propuesta metodológica diseñada por Markowitz para llevar a cabo el análisis en cuanto a determinación, de los portafolios creados por la Siefores, en México además de insinuar la composición más acorde sobre la inversión de recursos.

Modelo presentado en el artículo	Modelo presentado en esta investigación
<p>Por lo anterior, se aborda la aplicación de la teoría de portafolio de Markowitz a variados portafolios configurados por las SIEFORES.</p> <p>En base a las observaciones de las cinco SIEFORES se computo el rendimiento promedio simple de cada una ellas, como también el riesgo; permitiendo obtener datos que ayuden a establecer la frontera eficiente con la cual se determina el portafolio de mínima varianza.</p> <p>Por otra parte, respecto al cálculo del rendimiento esperado del portafolio para activos, los autores se basan en la siguiente ecuación:</p> $E(R_p) = w_1 E(R_1) + w_2 E(R_2) + w_3 E(R_3) \dots + w_k E(R_k) \quad (6)$ <p>Sujeto a:</p> $\sum_{i=1}^n w_i = 1$ <p>Donde</p> <p>w = Proporción de la inversión</p> <p>$E(R_1)$ = Rendimiento esperado del activo</p> <p>$E(R_2)$ = Rendimiento esperado del activo</p> <p>$E(R_k)$ = Rendimiento esperado del activo</p> <p>La ecuación (6) puede ser expresada como</p> $E(R_p) = \sum_{i=1}^n p_i R_i \quad (7)$ <p>Otra particular característica en la optimización de los portafolios es la medida del riesgo de las varias combinaciones de activos; para lo cual se establece la varianza del portafolio en cuestión. Para el cálculo de la varianza se</p>	<p>El artículo de Ortiz, García y Hernández aplica la teoría de Markowitz a los rendimientos de 5 SIEFORES, las cuales son SOCIEDADES DE INVERSIÓN DE AFORES, a su vez las AFORES son las administradoras para fondos de retiros en México. La investigación toma los precios por acción de cada fondo de inversión para hacer los cálculos e identificar el portafolio óptimo de inversión para las personas que realizarán su ahorro voluntario.</p> <p>De acuerdo a lo anterior los autores, miden el riesgo de las distintas combinaciones de activos calculado a través de la estimación de la varianza del portafolio conformado por las entidades nombradas.</p> <p>De acuerdo a lo anterior, este artículo nos brinda mayor comprensión respecto a la aplicabilidad de la teoría moderna de portafolio teniendo en cuenta que no solo es útil para acciones sino también para diferentes tipos de activos financieros.</p>

utiliza la siguiente ecuación:

$$\sigma_i^2 = \sum_{k=1}^N \sum_{l=1}^N W_k W_l \rho_{ik} \sigma_i \sigma_k \quad (9)$$

Donde

w = Proporción de la inversión

σ_i = Varianza de i

σ_j = Varianza de j

$\rho_{xy} \sigma_x \sigma_y$ = Covarianza de los activos i y j

A medida que el número de activos aumenta se vuelve más difícil seguir todos los términos de covarianza; debido a lo cual la ecuación (9) debe de ser transformada utilizando la notación matricial, quedando de la siguiente manera:

$$\sigma_i^2 = [W_1 \dots W_N] \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} & \sigma_{13} & \dots & \sigma_{1N} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \sigma_{23} & \dots & \sigma_{2N} \\ \sigma_{31} & \sigma_{32} & \sigma_{33} & \dots & \sigma_{3N} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{N1} & \sigma_{N2} & \sigma_{N3} & \dots & \sigma_{N^2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} W_1 \\ \vdots \\ W_N \end{bmatrix} \quad (10)$$

Donde

σ_i^2 = Varianza de la cartera

σ_i^2 = Varianza de un activo en específico

W_n = Proporción del activo invertido

σ_{in} = Covarianza de dos activos

▼ Criterio de búsqueda

- **Metabuscador:** <http://www.scielo.org.co>
- **Frase:** “optimización de portafolios en acciones”
- **Dirección URL:** <http://www.scielo.org.co/pdf/pege/n36/n36a02.pdf>

Con formato: Fuente: 11 pto

Anexo 11: Optimal portfolio allocation for Latin American stock indices

Autores: Mauricio Arcos Mora, Julián Benavides Franco, Luis Berggrun Preciado, 2010

Objetivo: Derivar portafolios óptimos con inversiones en los mercados accionarios más representativos de Latinoamérica, estudiar su composición y estabilidad temporal, mediante la aplicación de cuatro métodos.

Modelo presentado en el artículo	Modelo presentado en esta investigación
<p>Este trabajo plantea que el problema de encontrar la cartera óptima está relacionado con la búsqueda de la composición de la cartera T. La rentabilidad esperada de una cartera se puede calcular como $W^T r$ y que la varianza en los rendimientos de la cartera será dada por $W^T V W$, donde r y w representan vectores de columna $(n-1)$ de rendimientos y pesos esperados respectivamente, T significa transposición, n representa el número de activos en la cartera y V representa la matriz de covarianza.</p> <p>Para facilitar los cálculos, se trabaja con la función $\log \frac{r}{\delta}$</p> $L = \log(w^T r) - \frac{1}{2} \log(w^T V w) - l(w^T l - 1) \quad (1)$ <p>El objetivo de la función es maximizar la relación retorno-riesgo, entonces se obtiene la siguiente expresión para estimar la composición de w</p> $w_{opt} = \frac{V^{-1} r}{l^T V^{-1} r} \quad (2)$ <p>Cuando hay activos de libre riesgo, el problema de optimización cambia ligeramente, en este caso la cartera óptima está dada por</p> $w_{opt} = \frac{V^{-1}(r - r_f l)}{l^T V^{-1}(r - r_f l)} \quad (3)$ <p>r_f Significa tasa libre de riesgo</p>	<p>Si bien en esta investigación se planea un único modelo para establecer metodologías de diseño de portafolios de inversión, se resalta de este trabajo de referencia la aplicación de diferentes modelos para determinar un portafolio óptimo de inversión y más que eso es que haya sido aplicado a inversiones en los mercados accionarios más representativos de Latinoamérica, de ahí que sus hallazgos en cuanto a comportamiento del mercado accionario y la comparación entre diferentes portafolios sea una referencia importante para el caso colombiano.</p>

Los autores señalan que estas ecuaciones también requieren una estimación de los rendimientos esperados, y para el efecto toman la media de la muestra como tal estimación, aunque reconocen la existencia de otros métodos para pronosticar los rendimientos esperados y los posibles problemas relacionados con este enfoque.

Partiendo de este postulado, los métodos que se aplican en esta investigación son: matriz de varianza y covarianza histórica, matriz de semivarianza y semicovarianza, promedio móvil con ponderaciones exponenciales y remuestreo.

A continuación, se presente el modelo para la matriz de varianza y covarianza histórica

La varianza de la muestra de los rendimientos será dada por

$$\sigma_i^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (r_i - \bar{r})^2 \quad (4)$$

Don r representa la expectativa de retorno en la muestra y n representa el número de observaciones.

La covarianza de la muestra será determinada por

$$\sigma_{ij,t} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (r_{it} - \bar{r}_i)(r_{jt} - \bar{r}_j) \quad (5)$$

La covarianza mide el co-movimiento entre dos series (i y j). Como en el caso de la varianza, esta estimación considera tanto los rendimientos por debajo como por encima de la media y da el mismo peso a todas las observaciones de la muestra utilizadas.

Criterio de búsqueda

- **Metabuscador:** <http://www.scielo.org.co>
- **Frase:** “optimización de portafolios en acciones”
- **Dirección URL:** <http://www.scielo.org.co/pdf/cadm/v23n40/v23n40a09.pdf>

Código de campo cambiado

Código de campo cambiado

Código de campo cambiado

Con formato: Justificado, Espacio Después: 6 pto

Anexo 12: An Application of the Markowitz Theory to Numismatics

Código de campo cambiado

- **Autores:** Antonio Alcázar Blanco, José Luis Coca Pérez, Miguel Prado Román, José Álvarez García, 2015
- **Objetivo:** analizar la rentabilidad de las inversiones en activos alternativos durante un período prolongado de tiempo con el objetivo de conocer su evolución y demostrar la evolución positiva de los rendimientos de estas inversiones, y reafirmar la relevancia de estas inversiones.

Con formato: Normal, Justificado, Espacio Después: 6 pto, Sin viñetas ni numeración

Modelo presentado en el artículo	Modelo presentado en esta investigación
La metodología de este artículo se fundamenta en la teoría de Marcowitz, este modelo presenta dos escenarios: Para maximizar el rendimiento esperado de la cartera a través de un nivel constante de riesgo: $\text{Max } R_p = X_1 E (R_1) + X_2 E (R_2) + \dots + X_N E (R_N)$ $\sigma^2_p = \sum_i \sum_j X_i \cdot X_j \cdot \sigma_{ij} = \text{cte}$ Para minimizar el riesgo de la cartera a través del rendimiento constante de una cartera: $\text{Min } \sigma^2_p = \sum_i \sum_j X_i \cdot X_j \cdot \sigma_{ij}$ $R_p = X_1 E (R_1) + X_2 E (R_2) + \dots + X_N E (R_N) = \text{CTE}$	Tanto en el artículo de referencia como en esta investigación el modelo que se aplica es el propuesto por Marcowitz. El mayor aporte de este artículo es que si bien se aplica a un portafolio de inversión diferente, como es un activo diferente de acciones, uno de sus principales hallazgos es la oportunidad que ofrece este modelo de gestionar el posible riesgo de inversión de una mejor manera a través de la diversificación, y este es precisamente el propósito de esta investigación.

Criterio de búsqueda

- **Meta-buscador:** scholar.google.com
- **Frase:** “aplicación de teoría de Markowits”
- **Dirección URL:** <https://www.cairn.info/revue-gestion-2000-2015-2-page21.htm?contenu=article>

Con formato: Fuente: 11 pto

Con formato: Fuente: 11 pto

Con formato: Fuente: 11 pto

Con formato: Fuente: 11 pto

Con formato: Espacio Después: 6 pto

Anexo 1313: Portfolio Selection

Autores: Harry Markowitz, 1952

Objetivo: Modelo desarrollado por el autor para determinar la selección de un portafolio eficiente basado en el comportamiento racional del inversor, el objetivo es maximizar la rentabilidad para un riesgo dado o presentar el menor riesgo posible ante una rentabilidad dada.

Con formato: Fuente: Negrita

Con formato: Fuente: Negrita

Modelo presentado en el artículo	Modelo presentado en esta investigación
<p>El modelo planteado por el autor propone determinar un portafolio óptimo de inversión mediante el siguiente juego cuadrático paramétrico:</p> $\text{Min } \sigma^2(R_p) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i \cdot x_j \sigma_{ij}$ <p>sujeto a:</p> $E(R_p) = \sum_{i=1}^n x_i \cdot E(R_i) = V^*$ $\sum_{i=1}^n x_i = 1$ $x_i \geq 0 \quad (i = 1, \dots, n)$	<p>Tanto en el artículo de referencia como en esta investigación el modelo que se aplica es el propuesto por Marcowitz.</p> <p>El artículo de referencia presenta este modelo desde su utilidad hasta la fundamentación teórica y matemática de su construcción y aplicación, es de gran utilidad para este trabajo porque constituye el fundamento principal</p>
<p>Donde x_i es la proporción que el inversor destina a invertir en el activo financiero i, es la incógnita de la ecuación, $\sigma^2(R_p)$, la varianza de la cartera p, y σ_{ij}, la covarianza entre los rendimientos de los valores i y j. $E(R_p)$, es la rentabilidad o rendimiento esperado de la cartera p, de tal forma que al variar el parámetro V^* se obtiene en cada caso, al resolver el juego de ecuaciones, el conjunto de proporciones x_i que minimizan el riesgo de la cartera, así como su valor correspondiente. El conjunto de pares $\sigma^2(R_p)$, $E(R_p)$ o combinaciones rentabilidad-riesgo de todas las carteras eficientes es denominado <i>frontera eficiente</i>. Una vez conocida, el inversor, de acuerdo con sus preferencias, elegirá su cartera óptima.</p>	

Con formato

Criterio de búsqueda

- **Meta-buscador:** scholar.google.com
- **Frase:** Selección de portafolio
- **Dirección URL:** <http://www.jstor.org/stable/2975974>

Con formato: Fuente: 11 pto

Con formato: Fuente: 11 pto

Anexo 14: Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work

Autores: Eugene F. Fama, 1969

• **Objetivo:** Este artículo desarrolla la teoría propuesta por el autor y su postura sobre lo que es un mercado de capitales eficiente, fundamentado en términos teóricos y mediante un modelo matemático.

Código de campo cambiado

Con formato: Normal, Espacio Después: 6 pto, Sin viñetas ni numeración

Modelo presentado en el artículo	Modelo presentado en esta investigación
<p>El modelo planteado por el autor parte del postulado que las condiciones de equilibrio o de eficiencia de un mercado puede ser explicado en términos de rendimientos esperados, y lo expresa con la siguiente relación:</p> $E(\tilde{p}_{j,t+1} \Phi_t) = [1 + E(\tilde{r}_{j,t+1} \Phi_t)]p_{jt}$ <p>Donde E es el valor esperado en determinado tiempo (en t, para t+1), y Φ_t denota un conjunto de información que se supone está plenamente reflejada en el precio en t. $x_{j,t+1}$ es la diferencia entre el precio real en t+1 y el precio previsto en t, para t+1, sea</p> $x_{j,t+1} = p_{j,t+1} - E(p_{j,t+1} \Phi_t)$ $E(x_{j,t+1} \Phi_t) = 0.$ <p>Esto significa que la serie de información x_{jt} es equitativa con respecto a la información ϕ_t</p>	<p>Si bien el comportamiento racional del inversor juega un papel determinante en el establecimiento de un portafolio óptimo de inversión, y en esto se fundamenta la teoría de Markowitz. Este artículo proporciona otra perspectiva desde la cual el mercado por sí solo, siendo eficiente, dirige la inversor hacia ciertas decisiones, sin embargo otro aporte importante de este autor y que se asemeja al propuesto por Markowitz es que finalmente las condiciones de equilibrio o eficiencia del mercado están basados en los rendimientos esperados.</p>

Con formato

Criterio de búsqueda

- **Meta-buscador:** scholar.google.com
- **Frase:** Mercados eficientes
- **Dirección URL:** <http://www.jstor.org/stable/2975974>

Código de campo cambiado

Código de campo cambiado

|

Anexo 15: Do Stock Prices Move Too Much to be Justified by Subsequent Changes in Dividends?

- **Autores:** Robert J. Shiller
- **Objetivo:** Este artículo desarrolla un modelo de mercados eficientes útil para describir el comportamiento de los precios de las acciones y explicar variaciones de índices de precios inesperados, partiendo de que los precios reales de las de las acciones equivalen al valor presente de los rendimientos reales futuros racionalmente esperados o pronosticados por una tasa de descuento real constante.

Código de campo cambiado

Con formato: Normal, Espacio Después: 6 pto, Sin viñetas ni numeración

Modelo presentado en el artículo	Modelo presentado en esta investigación
<p>Este modelo parte estableciendo la desviación p estándar como la medida de volatilidad, así el modelo de mercados eficientes puede describirse como</p> $p_t = E_t(p_t^*), \text{ i.e.,}$ <p>Donde p_t es la expectativa matemática condicional a toda la información disponible en el momento t de p_t^*, en otras palabras p_t es el pronóstico óptimo de p_t^*. El error de pronóstico se puede definir como</p> $u_t = p_t^* - p_t.$ <p>Un principio fundamental de los pronósticos óptimos es que el error de pronóstico u_t, no debe estar correlacionado con el pronóstico; es decir, la covarianza entre p_t y u_t debe ser cero. Si un error de pronóstico mostró una correlación consistente con el pronóstico en sí mismo, eso implicaría que el pronóstico podría mejorarse. Matemáticamente, se puede demostrar a partir de la teoría de las expectativas condicionales que u_t, no debe estar correlacionado con p_t. Siguiendo esta premisa se tiene que</p> $\sigma(p) \leq \sigma(p^*)$ <p>Según el modelo simple de mercados eficientes, el precio real p_t de una acción al comienzo del período de tiempo t viene dado por</p>	<p>El modelo propuesto por el autor puede ser un complemento importante para la aplicación del modelo de Markowitz propuesto en esta investigación, en tanto que para determinar un portafolio óptimo de inversión resulta fundamental conocer el comportamiento del precio de las acciones en el tiempo, por qué tienen lugar ciertas variaciones inesperadas y la evolución futura, es precisamente esta información la que proporciona el modelo de mercados eficientes propuesto por Shiller.</p>

Con formato

$$P_t = \sum_{k=0}^{\infty} \gamma^{k+1} E_t D_{t+k} \quad 0 < \gamma < 1$$

Donde D_t es el dividendo real pagado en (digamos, el final del tiempo) t , E_t denota la expectativa matemática condicional a la información disponible en el tiempo t , γ es el factor de descuento real constante. r es la tasa de interés real constante para que $\gamma = 1/(1+r)$.

El rendimiento de tenencia de un período $H_t = (\Delta P_{t+1} + D_{t+1})/P_t$ es el rendimiento de comprar la acción en el momento t y venderla en el momento $t + 1$. El primer término en el numerador es la ganancia de capital, el segundo término es el rendimiento recibido al final del tiempo t . Se dividen por P_t , para proporcionar una tasa de rendimiento.

▲ Criterio de búsqueda

- ~~Meta buscador~~ **Metabuscador**: scholar.google.com
- **Frase**: Mercados eficientes
- **Dirección URL**: <https://www.jstor.org/stable/1802789?seq=1>

Con formato: Fuente: 11 pto

Con formato: Fuente: 11 pto

Anexo 16: From Efficient Markets Theory to Behavioral Finance

- **Autores:** Robert J. Shiller, 2003
- **Objetivo:** Este artículo es un contraste al trabajo realizado anteriormente por el mismo autor, el objetivo es mostrar las falencias en la teoría de mercados eficientes y orientar la mirada hacia las finanzas conductuales como una forma más realista de explicar el comportamiento de los mercados financieros.

Código de campo cambiado

Con formato: Normal, Espacio
Después: 6 pto, Sin viñetas ni numeración

Modelo presentado en el artículo	Modelo presentado en esta investigación
<p>En este artículo el autor expone las debilidades y limitaciones que tiene la teoría de mercados eficientes y su modelo años atrás propuestos, señala que si bien los modelos teóricos de mercados eficientes tienen su lugar como ilustraciones o caracterizaciones de un mundo ideal, no se puede mantenerlos en su forma pura como precisos descriptores de mercados reales, de hecho es necesario alejarse de la presunción de que los mercados siempre funcionan bien y los cambios en los precios siempre reflejan información genuina.</p> <p>De otro lado, las finanzas conductuales aportan evidencia para comprender que tras un auge bursátil mundial se de un colapso tiene sus orígenes en debilidades humanas y relaciones de retroalimentación arbitrarias y debe haber generado una mala asignación sustancial de recursos.</p>	<p>Si bien en este artículo el autor expone algunos argumentos sobre las falencias de su modelo de mercados eficientes anteriormente propuesto al no abarcar completamente la realidad del mercado financiero frente a la volatilidad del precio de sus acciones, se considera importante para efectos de esta investigación conocer diferentes puntos de vista que nutran y fundamenten los argumentos de este trabajo.</p> <p>Reconocer que gran parte de la volatilidad de los mercados depende de factores humanos, que las acciones en masa desencadenan resultados que pueden no estar previstos es también parte de este estudio, el cómo la conducta humana influye en el mercado financiero.</p>

Criterio de búsqueda

- ~~Meta-buscador~~ **Metabusca**dor: scholar.google.com
- **Frase:** Mercados eficientes
- **Dirección URL:** <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=322772>

Con formato: Fuente: 11 pto

Con formato: Fuente: 11 pto

Con formato: Fuente: 11 pto

Con formato: Fuente: 11 pto

Con formato: Fuente: 11 pto

Con formato: Fuente: 11 pto

Anexo 17: Adaptive Markets Hypothesis: market efficiency evolutionary perspective

Autores: Andrew W. Lo, 2004

Código de campo cambiado

Objetivo: Este artículo plantea un nuevo modelo que concilia la eficiencia del mercado con la teoría conductual denominado hipótesis de los mercados adaptativos.

Modelo presentado en el artículo	Modelo presentado en esta investigación
<p>La hipótesis de los mercados adaptativos ofrece una mirada que combina la teoría de la eficiencia de mercados con las teorías que se inclinan por el comportamiento y que argumentan que los mercados no son racionales, si no que están impulsados por emociones de las personas.</p> <p>Pese a la naturaleza abstracta y cualitativa de este modelo, ofrece una serie de implicaciones bastante concretas. En primero lugar, en la medida en que exista una relación entre riesgo y recompensa, es poco probable que sea estable en el tiempo, dicha relación está determinada por los tamaños relativos y las preferencias de varias poblaciones en la ecología del mercado, así como por aspectos institucionales como el entorno regulatorio y las leyes fiscales. A medida que estos factores cambian con el tiempo, es probable que cualquier relación riesgo / recompensa se vea afectada.</p> <p>Una consecuencia lógica de esta implicación es que la prima de riesgo de equidad también varía en el tiempo y depende de la ruta. Incluso en el contexto de un modelo de equilibrio de expectativas racionales, si las preferencias de riesgo cambian con el tiempo, entonces la prima de riesgo de equidad también debe variar.</p> <p>La visión incremental de la hipótesis de los mercados adaptativos es que las preferencias de riesgo agregado no son constantes universales, sino que están formadas por las fuerzas de la selección natural.</p> <p>Otra implicación de este modelo es que implica una dinámica de mercado considerablemente más compleja, con ciclos y tendencias, y pánicos, manías, burbujas, choques y otros fenómenos que se observan en las ecologías naturales del mercado. Estas dinámicas proporcionan motivación para el manejo activo.</p>	<p>Este modelo representa una mirada cualitativa al objeto de estudio en esta investigación, puesto que se fundamenta en la realidad cambiante del mercado, en el comportamiento de las personas que ocasionan fluctuaciones importantes en el mercado.</p> <p>Podría ser un complemento importante para esta investigación toda vez que analiza la relación riesgo – rentabilidad como una consecuencia de las decisiones y preferencias de una población en conjunto, de tal forma que la variación de esta relación es una consecuencia lógica del comportamiento de las personas.</p>

Criterio de búsqueda

- **Metabuscador:** scholar.google.com
- **Frase:** Mercados eficientes
- **Dirección URL:** <https://ipm.pm-research.com/content/30/5/15.abstract>

Código de campo cambiado

Código de campo cambiado

Anexo 18: Optimización de portafolios de inversión con costos de transacción utilizando un algoritmo genético multiobjetivo: caso aplicado a la Bolsa de Valores de Colombia.

Autores: Samuel De Greiff, Juan Carlos Rivera, 2018

Objetivo: Formular un modelo matemático e implementar un algoritmo genético multiobjetivo para hallar portafolios eficientes en la Bolsa de Valores de Colombia, minimizando el riesgo y maximizando la rentabilidad.

Modelo presentado en el artículo	Modelo presentado en esta investigación
<p>El problema de selección de portafolios puede ser expresado de la siguiente forma: Dado un conjunto de n acciones y un presupuesto limitado B, se desea conocer la cantidad de acciones a comprar de cada tipo de acción en el mercado.</p> <p>Cada tipo de acción $i \in N$ tiene una rentabilidad esperada r_i, un precio p_i y costo de transacción v_i. Se asume, sin pérdida de generalidad, que todos los valores r_i, p_i y v_i son estrictamente positivos. Por otro lado, para cada par de acciones (i,j), donde $i, j \in N$, $\sigma_{ij} = \sigma_{ji}$ representa la covarianza entre ambos tipos de acciones. Nótese que σ_{ii}^2 representa la varianza de la acción i. Cada vez que se invierte en una acción i, se deben tener en cuenta dos tipos de costos: el costo de compra de la acción, el cual es variable, y el costo total de transacción, que puede ser fijo o variable.</p> <p>Para cualquier inversión, el costo de transacción debe ser mayor que un valor fijo t_m. Sin embargo, para inversiones superiores a cierto monto c_m, toma la forma $v_i \cdot x_i$, donde v_i representa una comisión en porcentaje para una inversión x_i en la acción i. Así, el costo de transacción t_i puede ser expresado como el máximo entre ambos: $t_i = \max \{t_m, v_i \cdot x_i\}$.</p> <p>La siguiente ecuación es una representación matemática de la función</p>	<p>Una de las principales variantes del modelo propuesto por los autores con el de Markowitz aquí aplicado es que el problema de maximizar la rentabilidad y minimizar el riesgo no está expresado en términos de la cantidad de dinero invertido en cada acción sino en el número de acciones adquiridas.</p> <p>Además, incluye la condición de exceso de liquidez o necesidad de liquidez del accionista como una variable, que, aunque no se expresa matemáticamente, se limita a la selección de aquellas acciones con mayor liquidez en el mercado, de acuerdo con las necesidades del inversionista.</p>

$$t_i = \begin{cases} t_m & \text{si } x_i < C_m \\ v_i \cdot x_i & \text{si } x_i \geq C_m \end{cases}$$

Adicionalmente, se puede notar que, como cada acción i tiene asociado un precio p_i , el problema no está definido en términos de la cantidad de dinero x_i invertido en cada acción, como en el problema original en Markowitz, sino del número de acciones n_i adquiridas.

El problema descrito en este trabajo tiene dos funciones objetivo. La primera consiste en maximizar la rentabilidad total del portafolio R_p , mientras que la segunda busca minimizar el riesgo de este. En este modelo, se utiliza la varianza del portafolio V_p para representar el riesgo del portafolio. Un tercer objetivo es maximizar la liquidez, en este modelo dicho objetivo no es formulado explícitamente ya que puede ser tenido en cuenta limitando las acciones disponibles a aquellas con mayor liquidez en el mercado. El modelo completo propuesto por los autores se describe en las siguientes ecuaciones.

$$\max R_p = \sum_{i \in N} (r_i \cdot p_i \cdot n_i - t_i)$$

$$\min V_p = \sum_{i \in N} \sum_{j \in N} \sigma_{ij} \cdot p_i \cdot p_j \cdot n_i \cdot n_j + \sum_{i \in N} \sigma_{ii} \cdot p_i^2 \cdot n_i^2$$

$$n_i \leq \frac{B}{p_i} \cdot y_i \quad \forall i \in N$$

▲ Criterio de búsqueda

- **Metabuscador:** scholar.google.com
- **Frase:** Optimización de portafolios de inversión
- **Dirección URL:** http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-59232018000100074&script=sci_abstract&tlng=es

Con formato: Fuente: 11 pto

Con formato: Fuente: 11 pto

Con formato: Fuente: 11 pto

Con formato: Fuente: 11 pto

Con formato: Fuente: 11 pto

Con formato: Fuente: 11 pto

Anexo 19: Fundamentales empresariales y económicos en la valoración de acciones. ~~el caso de la Bolsa colombiana~~

Código de campo cambiado

Autores: César Attilio Ferrari, Alex Amalfi González, 2007

Objetivo: Desarrollar un modelo basado en el comportamiento adoptado por los inversionistas de la Bolsa colombiana que no logran diversificar sus riesgos.

Modelo presentado en el artículo	Modelo presentado en esta investigación
<p>El modelo propuesto por los autores está representado por las ecuaciones de demanda de acciones T_0 y moneda extranjera D_0 en función de las expectativas de rentabilidad.</p> $T_0 = \begin{cases} E[Racc] \geq 1 \Rightarrow M_0 \frac{\left(\frac{E[Racc]}{E[Rdol]} (1 + \beta) - 1\right)}{\left(\frac{E[Racc]}{E[Rdol]} \gamma - 1\right)} \\ E[Racc] < 1 \Rightarrow 0 \end{cases}$ $D_0 = \begin{cases} E[Rdol] \geq 1 \Rightarrow \frac{E[Racc] M_0 \left(P_0 \left(\frac{E[Racc]}{E[Rdol]} - 1\right) - \beta\right)}{E[Rdol] F_0 \left(\frac{E[Racc]}{E[Rdol]} \gamma - P_0\right)} \\ E[Rdol] < 1 \Rightarrow 0 \end{cases}$ <p>Las ecuaciones muestran que las expectativas de rentabilidad de las acciones T_0 y de la moneda extranjera D_0 están dadas por las expectativas de los precios de mercado de las acciones P, de los dividendos d, de la tasa de cambio F y de la rentabilidad de la inversión en moneda extranjera r</p>	<p>Si bien esta investigación se enfoca en el diseño de un portafolio óptimo de inversión, y su alcance no llega hasta los factores que afectan el precio de las acciones en el mercado financiero colombiano, sí es de gran utilidad conocer las variables que definen estos precios, los principales aspectos en los que se debe enfocar el inversionista al momento de tomar decisiones de inversión, y esta información es proporcionada por el artículo que se toma como referencia.</p>

Criterio de búsqueda

- **Metabuscaador:** scholar.google.com
- **Frase:** Valoración de acciones
- **Dirección URL:** http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-35922007000100002

Con formato: Fuente: 11 pto

Con formato: Fuente: 11 pto

Con formato: Fuente: 11 pto

Con formato: Fuente: 11 pto

Con formato: Fuente: 11 pto

Con formato: Fuente: 11 pto

Anexo 20: Determinantes de riesgo en la valoración de acciones en el mercado colombiano: modelo multifactorial comparativo

Autores: Diana Carmona Muñoz, Cielo Criollo Obando, 2015

Objetivo: Identificar posibles fuentes de riesgo de mercado que afecten los rendimientos de las acciones listadas en la Bolsa de valores de Colombia, mediante una evaluación con la implementación de modelos unifactoriales y multifactoriales aplicados en el corto y largo plazo.

Modelo presentado en el artículo	Modelo presentado en esta investigación
<p>Los autores aplican dos modelos en su investigación, el modelo unifactorial seleccionado es el CAPM, el cual permite medir la relación entre el riesgo y la rentabilidad de los activos. Este modelo está estructurado para que el rendimiento esperado de cualquier activo esté dado por la tasa libre de riesgo (R_f) y por una prima de riesgo que para este caso específico está determinada por la Beta del activo. El modelo se expresa a continuación:</p> $E(R_i) = R_f + [E(R_m) - R_f] \beta_i, i = 1, \dots, N.$ <p>Donde R_i es el rendimiento esperado del i-ésimo activo, R_f es el rendimiento del activo libre de riesgo, $E(R_m)$ es el riesgo del mercado y β_i representa la relación entre la covarianza del rendimiento del i-ésimo activo y el rendimiento del mercado (riesgo sistemático).</p> <p>El modelo multifactorial que aplican es Arbitrage Pricing Theory APT, el cual tiene en cuenta además del riesgo de mercado, factores como tasas de cambio, inflación, cambios en la percepción de riesgo, crecimiento económico.</p> $R_j = a_j + \beta_{j1} F_1 + \beta_{j2} F_2 + \dots + \beta_{jk} F_k + \varepsilon_j,$ <p>F_1, F_2, \dots, F_k son considerados en el modelo los factores de riesgo sistemático comunes a los activos, en donde sus valores esperados son iguales a cero y las covarianzas entre dos factores son también cero. $\beta_{j1},$</p>	<p>Una importante relación entre el modelo unifactorial CAPM utilizado en el artículo de referencia y el modelo de Markowitz aquí empleado es que el modelo CAPM se basa en el planteamiento de selección de portafolios eficientes propuesto por Markowitz, aunque luego otros autores agregan otros supuestos a este modelo.</p> <p>Estos modelos son útiles para esta investigación en la medida que proporcionan una forma de analizar los riesgos de mercado que afectan el precio y rendimiento de las acciones en el mercado local y que consecuentemente influyen en la selección de portafolios óptimos de inversión.</p>

$\beta_{j2}, \dots, \beta_{jk}$ son denominados betas de los factores, que son las sensibilidades de los rendimientos del activo j a los diversos k .	
---	--

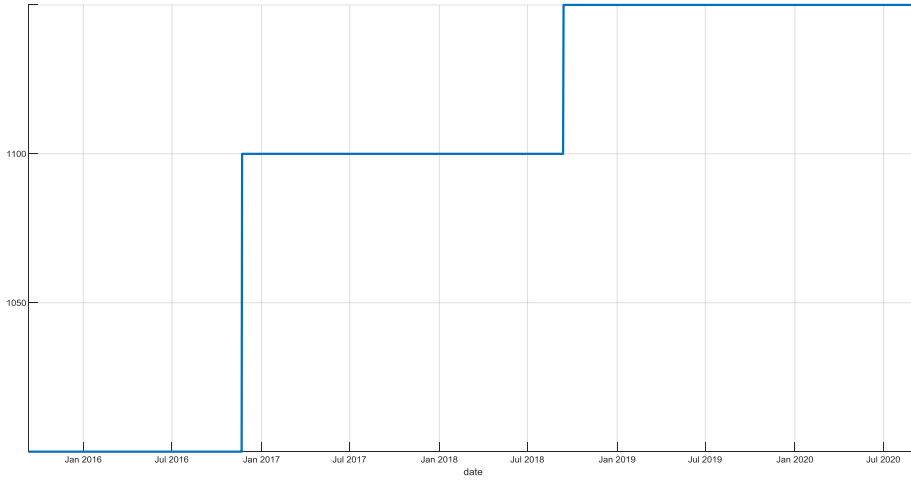
Criterio de búsqueda

- **Metabuscadore:** scholar.google.com
- **Frase:** Valoración de acciones
- **Dirección URL:** <http://www.scielo.org.co/pdf/cuadm/v31n53/v31n53a07.pdf>

Código de campo cambiado

Código de campo cambiado

Anexo 21: Ejemplo de acción con volatilidad insuficiente



Código de campo cambiado

Anexo 22: Resultados de completitud: asignaciones ponderadas.

A continuación, se tabulan las asignaciones ponderadas de cada una de las 232 acciones del mercado completo según algoritmo de optimización. Concretamente, se removió la técnica de varianza inversa porque no produjo resultados significativos.

Acción	Metaheurística	Equitativa	Markowitz	Robusta
CBECO	0.0000%	0.4310%	0.0013%	0.4309%
CBEXI	0.0000%	0.4310%	0.0013%	0.4309%
CBBOG	0.0000%	0.4310%	0.0015%	0.4311%
CBBIC	0.0000%	0.4310%	0.0015%	0.4312%
CBCLI	0.0000%	0.4310%	0.0014%	0.4311%
CBCCB	0.0000%	0.4310%	0.0016%	0.4313%
CBVAL	0.0000%	0.4310%	0.0014%	0.4311%
CBGPO	0.0000%	0.4310%	0.0014%	0.4311%
CBSUR	0.0000%	0.4310%	0.0015%	0.4312%
CBEEB	0.4155%	0.4310%	0.0015%	0.4312%
CBCHO	0.0000%	0.4310%	0.0017%	0.4314%
CBISA	0.0000%	0.4310%	0.0021%	0.4316%
CBARG	0.0000%	0.4310%	0.0015%	0.4311%
CBPRM	1.2108%	0.4310%	0.0014%	0.4311%
CBSOB	0.0000%	0.4310%	0.0012%	0.4308%
CBVVC	0.8029%	0.4310%	0.0016%	0.4313%
CBCLH	0.9444%	0.4310%	0.0017%	0.4314%
CBCRN	0.0000%	0.4310%	0.0013%	0.4309%
CBELC	1.3425%	0.4310%	0.0015%	0.4312%
CBETB	0.0000%	0.4310%	0.0014%	0.4311%
CBMIN	0.2336%	0.4310%	0.0017%	0.4313%
CBTPL	0.0000%	0.4310%	0.0010%	0.4304%
CBFAB	1.1662%	0.4310%	0.0014%	0.4310%
CLCLE	0.0000%	0.4310%	0.0014%	0.4311%
CLCOE	0.0000%	0.4310%	0.0012%	0.4308%
CLEIS	0.0000%	0.4310%	0.0014%	0.4310%
CLFAL	0.0000%	0.4310%	0.0015%	0.4312%
CLCHG	0.0000%	0.4310%	0.0010%	0.4305%
CLEMO	0.0000%	0.4310%	0.0016%	0.4313%
CLATA	0.0000%	0.4310%	0.0012%	0.4308%
CLCRT	0.0000%	0.4310%	0.0014%	0.4310%
CLSAT	0.0000%	0.4310%	0.0014%	0.4311%
CLCAP	0.0000%	0.4310%	0.0058%	0.4321%
CLCNS	0.0000%	0.4310%	0.0019%	0.4315%
CLCBN	0.0000%	0.4310%	0.0010%	0.4306%
CLCVZ	0.0000%	0.4310%	0.0012%	0.4308%

Código de campo cambiado

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

CLVPR	0.0000%	0.4310%	0.0008%	0.4300%
CLENT	0.0000%	0.4310%	0.0013%	0.4310%
CLCPC	0.0000%	0.4310%	0.0010%	0.4305%
CLEND	0.0000%	0.4310%	0.0012%	0.4308%
CLEDN	▲0.0603%	0.4310%	0.0015%	0.4312%
CLCOP	0.0000%	0.4310%	0.0012%	0.4309%
CLMNR	0.0000%	0.4310%	0.0010%	0.4306%
CLPRC	0.0000%	0.4310%	0.0018%	0.4314%
CLQUN	0.0000%	0.4310%	0.0013%	0.4309%
CLCCR	0.0000%	0.4310%	0.0013%	0.4309%
CLPVD	▲0.1643%	0.4310%	0.0016%	0.4313%
CLALL	0.0000%	0.4310%	0.0013%	0.4309%
CLCPR	▲0.3053%	0.4310%	0.0016%	0.4313%
CLBVD	▲1.4623%	0.4310%	0.0018%	0.4314%
CLBES	0.0000%	0.4310%	0.0018%	0.4313%
CLITT	0.0000%	0.4310%	0.0023%	0.4317%
CLCTC	▲1.7561%	0.4310%	0.0028%	0.4319%
CLCAM	0.0000%	0.4310%	0.0038%	0.4320%
CLING	▲0.6911%	0.4310%	0.0021%	0.4316%
CLESA	▲4.8735%	0.4310%	0.0014%	0.4311%
CLLAP	▲1.3530%	0.4310%	0.0037%	0.4320%
CLENJ	0.0000%	0.4310%	0.0033%	0.4320%
CLHBT	▲0.2052%	0.4310%	0.0011%	0.4307%
CLFOR	0.0000%	0.4310%	0.0024%	0.4317%
CLGSG	▲0.3920%	0.4310%	0.0014%	0.4311%
CLSEC	0.0000%	0.4310%	0.0016%	0.4312%
CLEMP	0.0000%	0.4310%	0.0030%	0.4319%
CLHFT	▲4.0489%	0.4310%	0.0032%	0.4320%
CLIDG	▲4.8394%	0.4310%	0.0027%	0.4318%
CLIVC	▲0.3021%	0.4310%	9.9847%	0.4326%
CLIAM	0.0000%	0.4310%	0.0017%	0.4313%
CLILC	0.0000%	0.4310%	0.0012%	0.4308%
CLLCD	▲1.5344%	0.4310%	0.0014%	0.4310%
CLLAN	0.0000%	0.4310%	0.0025%	0.4317%
CLMOL	0.0000%	0.4310%	0.0017%	0.4314%
CLMEF	▲2.2866%	0.4310%	9.2475%	0.4324%
CLNOG	▲0.0356%	0.4310%	0.0104%	0.4322%
CLORO	▲1.5531%	0.4310%	9.9803%	0.4327%
CLPAZ	▲1.6308%	0.4310%	0.0025%	0.4317%
CLRPY	▲0.3204%	0.4310%	0.0038%	0.4320%
CLSSA	0.0000%	0.4310%	0.0020%	0.4315%

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

CLSCH	0.0000%	0.4310%	0.0013%	0.4309%
CLSKS	0.0000%	0.4310%	0.0014%	0.4311%
CLSAA	0.0000%	0.4310%	0.0015%	0.4311%
CLSCV	0.0000%	0.4310%	0.0024%	0.4317%
CLSON	0.0000%	0.4310%	0.0016%	0.4313%
CLSQM	0.5457%	0.4310%	0.0022%	0.4316%
CLSPD	2.9301%	0.4310%	0.0023%	0.4317%
CLCRL	8.8003%	0.4310%	0.0025%	0.4318%
CLZFR	0.0000%	0.4310%	0.0014%	0.4311%
CLADB	0.0000%	0.4310%	0.0016%	0.4312%
PEBCC	0.7471%	0.4310%	0.0031%	0.4319%
PEFPP	1.0255%	0.4310%	0.0027%	0.4318%
PEBCO	0.0000%	0.4310%	0.0022%	0.4316%
PEMCV	0.0000%	0.4310%	0.0015%	0.4311%
PEEGL	0.0000%	0.4310%	0.0014%	0.4311%
PEINR	0.0000%	0.4310%	0.0025%	0.4317%
PEIFS	0.0000%	0.4310%	0.0018%	0.4314%
PELUZ	0.0000%	0.4310%	0.0016%	0.4313%
PEBWC	1.0441%	0.4310%	0.0031%	0.4319%
PETBC	1.0917%	0.4310%	0.0027%	0.4318%
PEALG	0.0000%	0.4310%	0.0013%	0.4308%
PEBLA	0.0000%	0.4310%	0.0013%	0.4309%
PEEAG	0.5741%	0.4310%	0.0043%	0.4321%
PECGR	0.0000%	0.4310%	0.0038%	0.4319%
PENPC	0.0000%	0.4310%	0.0030%	0.4319%
PEPOD	0.4274%	0.4310%	9.9874%	0.4325%
PEABC	0.3466%	0.4310%	0.0029%	0.4318%
PEBCP	0.4130%	0.4310%	0.0013%	0.4309%
PESDR	0.0000%	0.4310%	9.9974%	0.4333%
PEEDO	0.0000%	0.4310%	0.0017%	0.4313%
PEEDS	0.0000%	0.4310%	0.0018%	0.4314%
PEEFC	0.0000%	0.4310%	0.0021%	0.4316%
PESDI	0.0000%	0.4310%	0.0009%	0.4302%
PEGLR	0.0000%	0.4310%	0.0014%	0.4310%
PEGYM	0.0000%	0.4310%	9.3390%	0.4323%
PEHID	0.3040%	0.4310%	0.0038%	0.4320%
PEINC	0.0000%	0.4310%	0.0012%	0.4308%
PEMRL	8.6249%	0.4310%	0.0013%	0.4310%
PEMIN	0.0000%	0.4310%	0.0027%	0.4316%
PEMCT	1.2666%	0.4310%	9.9988%	0.4343%
PEMPC	0.0000%	0.4310%	0.0024%	0.4316%

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

Con formato: Color de fuente: Automático

<i>PERIC</i>	3.6212%	0.4310%	0.0021%	0.4316%	Con formato: Color de fuente: Automático
<i>PESMC</i>	0.0000%	0.4310%	0.0008%	0.4298%	
<i>PESCT</i>	0.0000%	0.4310%	0.0010%	0.4306%	Con formato: Color de fuente: Automático
<i>PETUM</i>	0.9433%	0.4310%	9.9939%	0.4327%	
<i>PECEM</i>	0.0000%	0.4310%	0.0026%	0.4317%	Con formato: Color de fuente: Automático
<i>PEATC</i>	0.0000%	0.4310%	9.9722%	0.4323%	
<i>PEAAT</i>	0.0000%	0.4310%	0.0032%	0.4318%	
<i>PEEXT</i>	0.0000%	0.4310%	0.0016%	0.4312%	
<i>PEMMT</i>	0.0000%	0.4310%	0.0021%	0.4315%	
<i>PEELB</i>	0.0000%	0.4310%	0.0010%	0.4306%	
<i>PEBJI</i>	0.2616%	0.4310%	0.0017%	0.4313%	Con formato: Color de fuente: Automático
<i>MXWAV</i>	0.0000%	0.4310%	0.0014%	0.4311%	
<i>MXAML</i>	0.0000%	0.4310%	0.0011%	0.4306%	
<i>MXGME</i>	0.0000%	0.4310%	0.0014%	0.4311%	
<i>MXFMU</i>	0.0000%	0.4310%	0.0016%	0.4313%	
<i>MXGTB</i>	0.0000%	0.4310%	0.0020%	0.4315%	
<i>MXELP</i>	0.0000%	0.4310%	0.0012%	0.4308%	
<i>MXBI2</i>	0.8863%	0.4310%	0.0018%	0.4314%	Con formato: Color de fuente: Automático
<i>MXOHL</i>	0.0000%	0.4310%	0.0018%	0.4313%	
<i>MXAFA</i>	0.0000%	0.4310%	0.0012%	0.4308%	
<i>MXALP</i>	0.0000%	0.4310%	0.0024%	0.4317%	
<i>MXARC</i>	0.0000%	0.4310%	0.0017%	0.4313%	
<i>MXIXB</i>	0.0000%	0.4310%	0.0021%	0.4316%	
<i>MXBMV</i>	0.3937%	0.4310%	0.0019%	0.4314%	Con formato: Color de fuente: Automático
<i>MXCMC</i>	0.0000%	0.4310%	0.0018%	0.4313%	
<i>MXKFBL</i>	0.0000%	0.4310%	0.0016%	0.4313%	
<i>MXCMZ</i>	0.5523%	0.4310%	0.0014%	0.4311%	Con formato: Color de fuente: Automático
<i>MXDHS</i>	0.0000%	0.4310%	0.0013%	0.4309%	
<i>MXFUN</i>	0.0000%	0.4310%	0.0013%	0.4310%	
<i>MXGRM</i>	0.7110%	0.4310%	0.0015%	0.4311%	Con formato: Color de fuente: Automático
<i>MXOMA</i>	0.0000%	0.4310%	0.0021%	0.4316%	
<i>MXGAP</i>	0.0000%	0.4310%	0.0018%	0.4314%	
<i>MXAUS</i>	0.0000%	0.4310%	0.0015%	0.4312%	
<i>MXGCR</i>	0.0000%	0.4310%	0.0014%	0.4311%	
<i>MXGCC</i>	0.0000%	0.4310%	0.0015%	0.4312%	
<i>MXIVB</i>	0.0000%	0.4310%	0.0012%	0.4309%	
<i>MXLAL</i>	0.0000%	0.4310%	0.0013%	0.4310%	
<i>MXGBR</i>	0.0000%	0.4310%	0.0011%	0.4307%	
<i>MXTLC</i>	0.0000%	0.4310%	0.0013%	0.4310%	
<i>MXIDL</i>	0.0000%	0.4310%	0.0012%	0.4309%	
<i>MXPA2</i>	0.3226%	0.4310%	0.0040%	0.4320%	Con formato: Color de fuente: Automático

<i>MXBAC</i>	0.0000%	0.4310%	0.0013%	0.4309%
<i>MXIHB</i>	0.4379%	0.4310%	0.0023%	0.4317%
<i>MXIEN</i>	0.0000%	0.4310%	0.0014%	0.4311%
<i>MXKCA</i>	0.0000%	0.4310%	0.0016%	0.4313%
<i>MXMGA</i>	0.0000%	0.4310%	0.0016%	0.4312%
<i>MXCSB</i>	0.0000%	0.4310%	0.0014%	0.4311%
<i>MXSOB</i>	0.0000%	0.4310%	0.0019%	0.4315%
<i>MXPPM</i>	0.0000%	0.4310%	0.0015%	0.4312%
<i>MXTRC</i>	0.0000%	0.4310%	0.0016%	0.4313%
<i>MXQCC</i>	0.0000%	0.4310%	0.0019%	0.4315%
<i>MXALE</i>	0.0000%	0.4310%	0.0019%	0.4315%
<i>MXAXT</i>	0.0000%	0.4310%	0.0009%	0.4303%
<i>MXCOU</i>	0.2343%	0.4310%	0.0026%	0.4318%
<i>MXFHI</i>	0.0000%	0.4310%	0.0013%	0.4310%
<i>MXARR</i>	0.0000%	0.4310%	0.0016%	0.4313%
<i>MXVOA</i>	0.7497%	0.4310%	0.0021%	0.4316%
<i>MXFRG</i>	0.0000%	0.4310%	0.0012%	0.4308%
<i>MXCIE</i>	0.3350%	0.4310%	0.0019%	0.4315%
<i>MXAVR</i>	0.0000%	0.4310%	0.0012%	0.4308%
<i>MXCGB</i>	0.0000%	0.4310%	0.0008%	0.4293%
<i>MXVES</i>	0.0000%	0.4310%	0.0013%	0.4310%
<i>MXCRE</i>	0.0000%	0.4310%	0.0015%	0.4312%
<i>MXCYD</i>	0.0000%	0.4310%	0.0012%	0.4309%
<i>MXPLC</i>	0.0000%	0.4310%	0.0013%	0.4309%
<i>MXEIA</i>	0.0000%	0.4310%	0.0017%	0.4313%
<i>MXFBH</i>	0.0000%	0.4310%	0.0013%	0.4310%
<i>MXTHE</i>	0.0000%	0.4310%	0.0011%	0.4307%
<i>MXFNN</i>	0.0000%	0.4310%	0.0011%	0.4306%
<i>MXFIN</i>	0.3430%	0.4310%	0.0014%	0.4310%
<i>MXGLI</i>	0.4536%	0.4310%	0.0025%	0.4317%
<i>MXCSV</i>	0.0000%	0.4310%	0.0018%	0.4314%
<i>MXAEX</i>	0.0000%	0.4310%	0.0022%	0.4316%
<i>MXCHD</i>	0.0000%	0.4310%	0.0013%	0.4310%
<i>MXFMS</i>	0.0000%	0.4310%	0.0011%	0.4306%
<i>MXGEC</i>	0.0000%	0.4310%	0.0012%	0.4308%
<i>MXGIG</i>	0.0000%	0.4310%	0.0012%	0.4308%
<i>MXHZB</i>	0.0000%	0.4310%	0.0013%	0.4309%
<i>MXHOT</i>	0.0000%	0.4310%	0.0017%	0.4314%
<i>MXDSB</i>	5.9824%	0.4310%	0.0024%	0.4317%
<i>MXLAM</i>	1.8604%	0.4310%	0.0018%	0.4314%
<i>MXMDB</i>	1.5170%	0.4310%	0.0049%	0.4321%

Con formato: Color de fuente:
Automático

Con formato: Color de fuente:
Automático

Con formato: Color de fuente:
Automático

Con formato: Color de fuente:
Automático

Con formato: Color de fuente:
Automático

Con formato: Color de fuente:
Automático

Con formato: Color de fuente:
Automático

Con formato: Color de fuente:
Automático

Con formato: Color de fuente:
Automático

<i>MXGPA</i>	2.7906%	0.4310%	0.0019%	0.4315%	Con formato: Color de fuente: Automático
<i>MXGPP</i>	0.0000%	0.4310%	0.0032%	0.4319%	Con formato: Color de fuente: Automático
<i>MXAGU</i>	0.0000%	0.4310%	0.0018%	0.4314%	Con formato: Color de fuente: Automático
<i>MXSLA</i>	0.0000%	0.4310%	0.0014%	0.4310%	Con formato: Color de fuente: Automático
<i>MXSMB</i>	0.0000%	0.4310%	0.0019%	0.4315%	Con formato: Color de fuente: Automático
<i>MXSPS</i>	0.0000%	0.4310%	0.0011%	0.4307%	Con formato: Color de fuente: Automático
<i>MXMMA</i>	0.7093%	0.4310%	1.1022%	0.4323%	Con formato: Color de fuente: Automático
<i>MXHLA</i>	0.0000%	0.4310%	0.0012%	0.4306%	Con formato: Color de fuente: Automático
<i>MXHMX</i>	0.0000%	0.4310%	0.0013%	0.4309%	Con formato: Color de fuente: Automático
<i>MXHCI</i>	0.0000%	0.4310%	0.0011%	0.4307%	Con formato: Color de fuente: Automático
<i>MXMAT</i>	0.0160%	0.4310%	9.9999%	0.3757%	Con formato: Color de fuente: Automático
<i>MXMCL</i>	0.0000%	0.4310%	0.0011%	0.4307%	Con formato: Color de fuente: Automático
<i>MXANB</i>	0.0000%	0.4310%	0.0010%	0.4304%	Con formato: Color de fuente: Automático
<i>MXMFR</i>	0.3524%	0.4310%	0.0024%	0.4317%	Con formato: Color de fuente: Automático
<i>MXFIQ</i>	0.0000%	0.4310%	0.0014%	0.4311%	Con formato: Color de fuente: Automático
<i>MXCHN</i>	3.7809%	0.4310%	0.0021%	0.4316%	Con formato: Color de fuente: Automático
<i>MXNEM</i>	0.0000%	0.4310%	0.0014%	0.4310%	Con formato: Color de fuente: Automático
<i>MXGB2</i>	0.0000%	0.4310%	0.0015%	0.4312%	Con formato: Color de fuente: Automático
<i>MXDMT</i>	0.0000%	0.4310%	0.0010%	0.4304%	Con formato: Color de fuente: Automático
<i>MXTEA</i>	0.0000%	0.4310%	0.0015%	0.4312%	Con formato: Color de fuente: Automático
<i>MXGFR</i>	0.0000%	0.4310%	0.0017%	0.4313%	Con formato: Color de fuente: Automático
<i>MXTER</i>	0.0000%	0.4310%	0.0013%	0.4310%	Con formato: Color de fuente: Automático
<i>MXTVA</i>	0.0000%	0.4310%	0.0025%	0.4317%	Con formato: Color de fuente: Automático
<i>MXUNF</i>	0.0449%	0.4310%	0.0023%	0.4317%	Con formato: Color de fuente: Automático
<i>MXVAL</i>	0.0000%	0.4310%	0.0014%	0.4310%	Con formato: Color de fuente: Automático
<i>MXVIT</i>	1.0984%	0.4310%	0.0027%	0.4318%	Con formato: Color de fuente: Automático
<i>MXCHF</i>	0.0000%	0.4310%	0.0013%	0.4309%	Con formato: Color de fuente: Automático
<i>MXAMX</i>	0.0000%	0.4310%	0.0010%	0.4305%	Con formato: Color de fuente: Automático
<i>MXDNA</i>	8.5322%	0.4310%	0.0014%	0.4311%	Con formato: Color de fuente: Automático
<i>MXFSH</i>	0.0000%	0.4310%	0.0013%	0.4309%	Con formato: Color de fuente: Automático
<i>MXFUB</i>	0.9987%	0.4310%	0.0015%	0.4311%	Con formato: Color de fuente: Automático
<i>MXPIL</i>	0.0000%	0.4310%	0.0014%	0.4311%	Con formato: Color de fuente: Automático