

**DESEMPEÑO DE LOS FONDOS ESG DURANTE PERIODOS DE INCERTIDUMBRE
ECONÓMICA: EVIDENCIA DEL MERCADO ESTADOUNIDENSE (2008-2023)**

ANDRÉS DAVID VELASCO TELLO

JULIEDT ORDOÑEZ GARZON



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS
MAESTRÍA EN FINANZAS
SANTIAGO DE CALI
2025**

**DESEMPEÑO DE LOS FONDOS ESG DURANTE PERIODOS DE INCERTIDUMBRE
ECONÓMICA: EVIDENCIA DEL MERCADO ESTADOUNIDENSE (2008-2023)**

ANDRÉS DAVID VELASCO TELLO

JULIEDT ORDOÑEZ GARZON

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar por el título
de Magíster en Finanzas**

**Director del trabajo de grado: Víctor Alberto Peña Vargas PhD.
Profesor Departamento de Contabilidad y Finanzas**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS
MAESTRÍA EN FINANZAS
SANTIAGO DE CALI
2025**

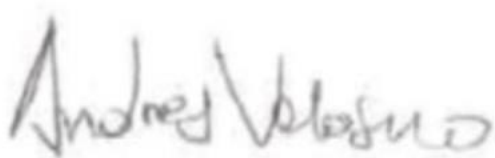
Santiago de Cali, 25 de julio 2025

Doctor
Fabian Fernando Osorio Tinoco
Decano
Facultad De Ciencias Económicas y Administrativas
Pontificia Universidad Javeriana
Cali

Por medio de la presente estamos entregando a usted el Trabajo de Grado cuyo título es “Desempeño de los fondos ESG durante periodos de incertidumbre económica”.

Esperamos que este Trabajo cumpla con los requisitos académicos exigidos y que alcance el propósito para el cual fue elaborado.

Atentamente



Andrés David Velasco Tello
Cédula: 1144046906



Juliedt Ordoñez Garzon
Cédula: 1061791426

Santiago de Cali, 25 de julio 2025

Doctor
Fabian Fernando Osorio Tinoco
Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas
Pontificia Universidad Javeriana
Cali

Por medio de la presente me permito comunicarle, que en mi calidad de director de trabajo de grado he leído detenidamente el informe final del estudio titulado “Desempeño de los fondos ESG durante periodos de incertidumbre económica”, realizado por los estudiantes de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad Javeriana nombres: Andrés David Velasco Tello cédula 1144046906 y Juliet Ordoñez Garzón cédula 1061791426, y considero que cumple con todos los requisitos requeridos para ser presentada a evaluación.

Atentamente

Victor Alberto
Peña Vargas

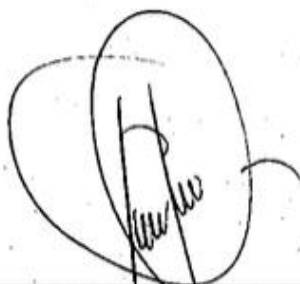
Firmado digitalmente por
Victor Alberto Peña Vargas
Fecha: 2025.07.25 15:27:00
-05'00'

Víctor Alberto Peña Vargas PhD.
Director del Trabajo de Grado


ARTÍCULO 23 de la resolución N° 13 de julio 6 de 1946

“La Universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus trabajos de Tesis. Sólo velará porque no se publique nada contrario al dogma y a la moral católica y porque la Tesis no contenga ataques o polémicas puramente personales; antes bien, se vea en ellas al anhelo de buscar la Verdad y la Justicia”.

“DESEMPEÑO DE LOS FONDOS ESG DURANTE PERIODOS DE INCERTIDUMBRE ECONÓMICA: EVIDENCIA DEL MERCADO ESTADOUNIDENSE (2008-2023).”, Aprobado por el Comité de Trabajos de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Pontificia Universidad Javeriana para optar por el título de Magíster en Finanzas.



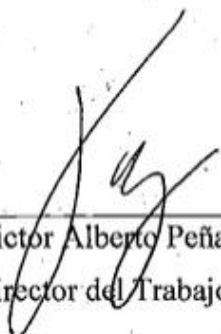
Fabian Fernando Osoorio Tinoco
Decano
Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas



Jessica Gil Saucedo
Directora de Maestría en Finanzas.



Oscar Walduin Orozco Ceron
Jurado



Victor Alberto Peña Vargas
Director del Trabajo de Grado

Santiago de Cali, 17 de julio del 2025

Tabla de contenido

1.	Introducción	15
2.	Objetivos	19
2.1.	Objetivo general.....	19
2.2.	Objetivos específicos	19
3.	Marco teórico	20
3.1.	Conceptualización de los factores ESG	20
3.2.	Relación entre ESG y desempeño financiero.....	22
3.3.	Medición y calificación ESG en fondos de inversión.....	24
3.3.1.	Componente Ambiental	25
3.3.2.	Componente Social	25
3.3.3.	Componente de Gobierno corporativo.....	26
3.3.4.	Controversias ESG.....	26
3.3.5.	Clasificación	27
3.4.	Definición de los periodos de incertidumbre	28
3.5.	Indicadores de medición	30
3.5.1.	Sharpe Ratio.....	30
3.5.2.	Sortino Ratio	31
3.5.3.	Treynor Ratio.....	31
3.5.4.	Alpha Jensen	32
3.6.	Fondos cotizados en bolsa o Exchange-Traded Funds (ETF`s).....	34
3.7.	Métodos de agrupación por clúster	36
3.8.	Modelos de regresión lineal multivariantes	38

4.	Metodología	40
4.1.	Selección periodos de incertidumbre	41
4.2.	Selección fondos de inversión	42
4.3.	Indicadores de desempeño de los ETF durante cada periodo	43
4.4.	Estadística descriptiva del desempeño de los ETF durante cada periodo	45
4.5.	Comparación por clústeres de acuerdo con niveles de puntuación ESG	45
4.5.1.	Algoritmo K-mean	46
4.5.2.	Algoritmo K-medoid.....	47
4.5.3	Interpretación de los resultados	48
4.6.	Modelo de regresión lineal multivariable aplicado a fondos ESG.	48
4.6.1.	Parámetros del modelo de regresión	49
4.6.2.	Resultados del modelo de regresión	51
4.6.3.	Limitaciones del modelo	52
5.	Resultados obtenidos	53
5.1.	Estadística descriptiva de la muestra para los periodos evaluados	53
5.2.	Resultados de correlaciones indicadores y puntuación ESG	55
5.3.	Resultados del desempeño de los fondos agrupados por puntuación ESG.....	56
5.4.	Resultados modelo de regresión lineal	96
5.4.1.	Comprobación de supuestos modelo regresión lineal.....	98
5.4.2.	Prueba de hipótesis relación modelo lineal multivariable	100
5.5.	Discusión de resultados.....	102
5.5.1.	Relación entre calificación ESG y desempeño financiero	103
5.5.2.	Comportamiento diferencial entre tipos de crisis	104

5.5.3. Implicaciones teóricas y prácticas	106
5.5.4. Comparación entre clústeres ESG: desempeño financiero progresivo	106
6. Conclusiones	108
6.1. Limitaciones del estudio	109
6.2. Líneas de investigación futuras	110
7. Agradecimientos.....	112
8. Referencias.....	113
9. Anexos	116

Índice de Tablas

Tabla 1. Clasificación de categorías y rangos de calificación ESG para entidades	28
Tabla 2. Listado de periodos de incertidumbre económica seleccionados	41
Tabla 3. Cantidad de fondos y observaciones seleccionadas para el análisis	43
Tabla 4. Composición de la muestra para el modelo de regresión	50
Tabla 5. Estadística descriptiva indicadores y puntuación ESG total muestra y periodos	54
Tabla 6. Correlación entre indicadores y puntuación ESG del fondo para total periodos	55
Tabla 7. Resultado desempeño fondos agrupados por clúster k-mean para el periodo 2008	57
Tabla 8. Resultado desempeño fondos agrupados por clúster k-medoid para el periodo 2008...	58
Tabla 9. Resultado desempeño fondos agrupados por clúster k-mean para el periodo 2009	60
Tabla 10. Resultado desempeño fondos agrupados por clúster k-medoid para el periodo 2009.	61
Tabla 11. Resultado desempeño fondos agrupados por clúster k-mean para el periodo 2010	63
Tabla 12. Resultado desempeño fondos agrupados por clúster k-medoid para el periodo 2010.	64
Tabla 13. Resultado desempeño fondos agrupados por clúster k-mean para el periodo 2011-1.	66
Tabla 14. Resultado desempeño fondos agrupados por clúster k-medoid para el periodo 2011-1	67
Tabla 15. Resultado desempeño fondos agrupados por clúster k-mean para el periodo 2011-2.	69
Tabla 16. Resultado desempeño fondos agrupados por clúster k-medoid para el periodo 2011-2	70
Tabla 17. Resultado desempeño fondos agrupados por clúster k-mean para el periodo 2011-3.	72
Tabla 18. Resultado desempeño fondos agrupados por clúster k-medoid para el periodo 2011-3	73
Tabla 19. Resultado desempeño fondos agrupados por clúster k-mean para el periodo 2012	75

Tabla 20. Resultado desempeño fondos agrupados por clúster k-medoid para el periodo 2012.	76
Tabla 21. Resultado desempeño fondos agrupados por clúster k-mean para el periodo 2019-1.	78
Tabla 22. Resultado desempeño fondos agrupados por clúster k-medoid para el periodo 2019-1	79
Tabla 23. Resultado desempeño fondos agrupados por clúster k-mean para el periodo 2019-2.	81
Tabla 24. Resultado desempeño fondos agrupados por clúster k-medoid para el periodo 2019-2	83
Tabla 25. Resultado desempeño fondos agrupados por clúster k-mean para el periodo 2020	85
Tabla 26. Resultado desempeño fondos agrupados por clúster k-medoid para el periodo 2020.	87
Tabla 27. Resultado desempeño fondos agrupados por clúster k-mean para el periodo 2022-1.	89
Tabla 28. Resultado desempeño fondos agrupados por clúster k-medoid para el periodo 2022-1	90
Tabla 29. Resultado desempeño fondos agrupados por clúster k-mean para el periodo 2022-2.	92
Tabla 30. Resultado desempeño fondos agrupados por clúster k-medoid para el periodo 2022-2	94
Tabla 31. Resumen cálculo de coeficientes modelo regresión lineal	96
Tabla 32. Comprobación de supuestos modelo de regresión	98
Tabla 33. Resumen resultados método de agrupación y modelo regresión lineal	103

Índice de Figuras

Figura 1. Arquitectura de un fondo de cotización en bolsa o ETF	35
Figura 2. Dispersión volatilidad/retorno vs ESG Score por clúster k-mean periodo 2008	57
Figura 3. Dispersión volatilidad/retorno vs ESG Score por clúster k-medoids periodo 2008	59

Figura 4. Dispersión volatilidad/retorno vs ESG Score por clúster k-mean periodo 2009	60
Figura 5. Dispersión volatilidad/retorno vs ESG Score por clúster k-medoids periodo 2009.....	62
Figura 6. Dispersión volatilidad/retorno vs ESG Score por clúster k-mean periodo 2010	63
Figura 7. Dispersión volatilidad/retorno vs ESG Score por clúster k-medoids periodo 2010.....	65
Figura 8. Dispersión volatilidad/retorno vs ESG Score por clúster k-mean periodo 2011-1	66
Figura 9. Dispersión volatilidad/retorno vs ESG Score por clúster k-medoids periodo 2011-1 .	68
Figura 10. Dispersión volatilidad/retorno vs ESG Score por clúster k-mean periodo 2011-2	69
Figura 11. Dispersión volatilidad/retorno vs ESG Score por clúster k-medoids periodo 2011-2	71
Figura 12. Dispersión volatilidad/retorno vs ESG Score por clúster k-mean periodo 2011-3	72
Figura 13. Dispersión volatilidad/retorno vs ESG Score por clúster k-medoids periodo 2011-3	74
Figura 14. Dispersión volatilidad/retorno vs ESG Score por clúster k-mean periodo 2012	75
Figura 15. Dispersión volatilidad/retorno vs ESG Score por clúster k-medoids periodo 2012...	77
Figura 16. Dispersión volatilidad/retorno vs ESG Score por clúster k-mean periodo 2019-1	78
Figura 17. Dispersión volatilidad/retorno vs ESG Score por clúster k-medoids periodo 2019-1	80
Figura 18. Dispersión volatilidad/retorno vs ESG Score por clúster k-mean periodo 2019-2	82
Figura 19. Dispersión volatilidad/retorno vs ESG Score por clúster k-medoids periodo 2019-2	83
Figura 20. Dispersión volatilidad/retorno vs ESG Score por clúster k-mean periodo 2020	85
Figura 21. Dispersión volatilidad/retorno vs ESG Score por clúster k-medoids periodo 2020...	87
Figura 22. Dispersión volatilidad/retorno vs ESG Score por clúster k-mean periodo 2022-1	89
Figura 23. Dispersión volatilidad/retorno vs ESG Score por clúster k-medoids periodo 2022-1	91
Figura 24. Dispersión volatilidad/retorno vs ESG Score por clúster k-mean periodo 2022-2	93
Figura 25. Dispersión volatilidad/retorno vs ESG Score por clúster k-medoids periodo 2022-2	95
Figura 26. Gráficos de dispersión Sharpe Ratio vs ESG Score	99

Resumen

La inversión sostenible, particularmente a través de los fondos con criterios ambientales, sociales y de gobernanza (ESG), se ha consolidado como un componente fundamental, impulsada por una creciente conciencia sobre la necesidad de integrar valores éticos y la responsabilidad social en las decisiones de inversión. Este estudio se busca evaluar el desempeño de los fondos ESG compuestos por acciones de empresas que cotizan en el mercado estadounidense, durante periodos de incertidumbre económica entre los años 2008 y 2023.

La metodología incluyó la selección de 12 periodos de alta incertidumbre económica utilizando el índice de EPU, y una muestra de ETFs con calificación ESG. Para la evaluación del desempeño, se emplearon indicadores financieros, volatilidad y retornos, comparándolos con el índice S&P 500 y activos refugio. Los métodos de análisis incluyeron estadísticas descriptivas, agrupamiento por clústeres y modelos de regresión lineal multivariable.

Los resultados obtenidos revelan que no es posible determinar que los fondos con mayor puntuación ESG presenten un desempeño financiero superior o una relación directa beneficiosa en términos de riesgo y retorno durante periodos de incertidumbre económica. En conclusión, este estudio sugiere que las puntuaciones ESG deben considerarse una herramienta complementaria de análisis para la gestión de riesgos, más que un predictor automático de rendimientos financieros superiores. Los fondos ESG pueden ofrecer mayor estabilidad en contextos de incertidumbre, pero no están directamente relacionados con retornos superiores.

Palabras claves

ESG, ETF, desempeño de fondos, incertidumbre económica y riesgo.

Abstract

In recent years, sustainable investment, particularly through Environmental, Social, and Governance (ESG) funds, has consolidated as a fundamental component of the global financial architecture, driven by a growing awareness of the need to integrate ethical values and social responsibility into investment decisions. Despite increasing evidence on the link between sustainability and financial performance, uncertainty persists regarding the competitive advantage of ESG funds. This study aimed to evaluate the performance of ESG US funds during periods of economic uncertainty between 2008 and 2023.

The methodology included selecting 12 periods of high economic uncertainty using the EPU index, and a sample of ETFs with ESG ratings. For performance evaluation, financial indicators, volatility, and annualized returns were used, comparing them against the S&P 500 index and assets like gold and short-term treasury bonds. Analysis methods included descriptive statistics and cluster analysis

The results obtained reveal that it is not possible to systematically determine that funds with higher ESG scores exhibit superior financial performance or a direct beneficial relationship in terms of risk and return during periods of economic uncertainty. In conclusion, this study suggests that ESG scores should be considered a complementary analysis tool for long-term risk management and the application of sustainability principles, rather than an automatic predictor of superior financial returns. ESG funds may offer greater stability in contexts of uncertainty, but they are not directly associated with superior returns.

Keywords

ESG, ETF, performance, economic uncertainty, risk-reward.

1. Introducción

En los últimos años, la inversión sostenible ha dejado de ser una tendencia emergente para consolidarse como un componente fundamental de la arquitectura financiera global. Esta evolución ha sido impulsada por una creciente conciencia sobre la necesidad de integrar valores éticos, sostenibilidad ambiental y responsabilidad social en las decisiones adoptadas por inversionistas institucionales y gestores de activos en todo el mundo. Su importancia radica en la creciente evidencia que respalda la relación positiva entre la sostenibilidad y el desempeño financiero.

Dada la relevancia y la creciente evidencia internacional sobre el vínculo entre sostenibilidad y desempeño financiero, persiste una incertidumbre sobre si los fondos ESG, realmente ofrecen una ventaja competitiva. Este trabajo de grado busca cerrar esa brecha aportando conocimiento que mejore la comprensión en la evaluación del desempeño de estos instrumentos durante periodos de incertidumbre económica en Estados Unidos entre los años 2008 y 2023. Se toma este mercado debido a la cantidad de información disponible que permita analizar una muestra considerable de datos durante periodos de tiempo prolongados.

De acuerdo con (Friede et al. 2015) más allá de una tendencia, la orientación hacia la inversión responsable se ha convertido en un aspecto clave para inversionistas de diversos perfiles, permitiéndoles cumplir con sus deberes fiduciarios, al tiempo, que alinean sus decisiones con objetivos sociales y ambientales más amplios. Las empresas que priorizan la sostenibilidad tienen una mayor capacidad para atraer inversionistas a largo plazo, lo que contribuye a la estabilidad financiera y la generación de valor. No obstante, para capitalizar estos

beneficios, es fundamental una integración efectiva de las prácticas ESG en los procesos de inversión, lo que requiere un análisis detallado y una comprensión profunda de su impacto.

En este contexto, han cobrado especial relevancia los criterios ambientales, sociales y de gobierno corporativo (ASG o ESG, por sus siglas en inglés), que permiten evaluar el comportamiento más allá de los indicadores financieros tradicionales. Estos criterios dan origen al concepto de finanzas sostenibles, un enfoque de inversión y financiamiento que incorpora de forma sistemática dichos factores con el objetivo de generar valor no solo en términos financieros, sino también en lo social y lo ambiental.

De acuerdo con la Iniciativa Financiera del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP FI, 2021), las finanzas sostenibles tienen como objetivo canalizar recursos hacia actividades que promuevan el desarrollo sostenible, al mismo tiempo que se gestionan los riesgos financieros derivados de factores ambientales, sociales y de gobierno corporativo (ESG). Este enfoque resulta clave en la transición hacia una economía con mayor equidad, responsable con todos los agentes de interés y con bajas emisiones de carbono. En lugar de basarse exclusivamente en la rentabilidad económica, las finanzas sostenibles equilibran los beneficios financieros con el compromiso social y la protección ambiental.

De acuerdo con la teoría moderna de portafolios, los gestores de inversión evalúan y seleccionan los activos bajo el concepto de diversificación, buscando la maximización de los retornos y reduciendo el riesgo intrínseco de cada uno de los activos (Markowitz, 1952). Sin embargo, también se considera legítimo la inclusión de criterios no financieros, cada vez más

orientados hacia parámetros de sostenibilidad, ESG y responsabilidad social. Bajo esta premisa estos fondos han evolucionado desde una preocupación de nicho hacia un criterio ampliamente aceptado de las finanzas globales (Sun et al., 2024).

Los inversionistas buscan equilibrar retornos financieros con consideraciones éticas, lo que ha incrementado la demanda de fondos alineados con objetivos de sostenibilidad (Fu et al., 2020). Incluso, muchos fondos que anteriormente se catalogaban como inversiones convencionales han comenzado a lograr puntuaciones más altas en categorías de sostenibilidad y ESG (Mercedes Alda, 2021).

En este contexto, la calificación ESG asignada a un fondo se ha convertido más relevante que solo un reflejo del manejo ético del portafolio. Estas calificaciones son evaluadas como indicadores generales de la calidad de los fondos, control de riesgo y viabilidad a largo plazo (Wang, 2024). Los fondos de inversión europeos, que históricamente han atraído capital solamente basado en su rendimiento financiero, ahora están incrementando el escrutinio de como integran factores ESG en sus procesos de inversión (Hasnaoui, 2024).

Durante la crisis financiera (2007-2009), los fondos mutuos verdes alemanes lograron rendimientos ajustados ligeramente más altos que sus pares (Abu-Alkheil et al., 2019). De manera similar, el FTSE4Good, un conjunto de índices bursátiles ESG, tuvo un mejor rendimiento y recuperó su valor más rápido después de la caída financiera de 2008 (Wu et al., 2015).

De acuerdo con estudio realizado (Syed, 2017), los fondos ESG en Francia y el Reino Unido no presentaron diferencias estadísticamente significativas en su desempeño financiero antes y durante la crisis. Sin embargo, se observó que estas carteras tendían a exhibir un menor nivel de riesgo en comparación con sus índices de referencia. El concepto de prima de sostenibilidad ha sido sugerido por diversas investigaciones que analizan cómo estos activos pueden ofrecer protección contra la volatilidad y generar mejores retornos ajustado a riesgo en comparación al mercado. Sin embargo, el desafío sigue siendo la medición y estandarización de métricas ESG que permitan a los inversionistas contar con información confiable y comparable al evaluar el impacto de la descarbonización sobre la rentabilidad (Atz et al., 2023).

Finalmente, (Broadstock et al., 2021) analiza la relevancia de las estrategias de inversión ESG mediante la caracterización de las diferencias en el valor y volumen de negociación de acciones con distintos niveles de desempeño ESG antes y después del brote de COVID-19, así como a través de la construcción de portafolios neutrales por industria en el periodo 2015–2020. Los resultados evidencian que los factores ESG son sistemáticamente valorados durante episodios de crisis, adquiriendo una importancia relativa superior en contextos de alta incertidumbre. Esta hipótesis es validada empíricamente mediante un modelo de valoración multifactorial, que confirma la capacidad de los puntajes ESG, en particular los componentes Ambiental y de Gobernanza, para mitigar el riesgo y mejorar el desempeño en tiempos de crisis.

Con base en este contexto, la estructura de este trabajo se organiza de la siguiente manera, el Capítulo 3 presenta el marco teórico y los antecedentes relevantes sobre ESG y desempeño financiero. El Capítulo 4 detalla la metodología utilizada, incluyendo la selección de

periodos, fondos y herramientas de análisis utilizando indicadores financieros como el Sharpe, Sortino, Treynor, Alpha, Beta, etc. Permitiendo identificar ventajas mediante la agrupación en clústeres en comparación con el resultado del mercado. El Capítulo 5 muestra los resultados obtenidos y se discuten dichos resultados frente a la literatura existente. Finalmente, el Capítulo 6 expone las conclusiones y recomendaciones.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Evaluar el desempeño de los fondos ESG, compuestos por acciones de empresas que cotizan en el mercado estadounidense, durante periodos de incertidumbre económica (2008-2023), mediante indicadores financieros comparativos al índice S&P 500 y activos refugio como el oro y los bonos del tesoro a corto plazo.

2.2. Objetivos específicos

- Seleccionar los periodos de incertidumbre económica y la muestra de los fondos disponibles para estos periodos.
- Evaluar el desempeño de los ETF seleccionados durante cada periodo de incertidumbre, a partir de indicadores financieros previamente definidos.

- Determinar si los ETF con alta puntuación ESG aportan una ventaja competitiva en términos de rentabilidad ajustada al riesgo frente al resto de fondos y activos refugio, desde la perspectiva de gestión de portafolios.

3. Marco teórico

3.1. Conceptualización de los factores ESG

El creciente reconocimiento de los impactos ambientales, sociales y de gobierno corporativo en la sostenibilidad y el valor económico de las empresas ha impulsado la integración de factores ESG (Environmental, Social, and Governance) en los procesos de inversión y financiamiento. Estos factores permiten a los inversionistas ampliar el análisis más allá de los estados financieros tradicionales, incorporando variables que pueden afectar significativamente el desempeño a largo plazo de las organizaciones.

De acuerdo con el Global Reporting Initiative (GRI, 2023), los factores ESG se definen de la siguiente manera, Ambientales que incluyen el impacto de las actividades de la empresa sobre el medio ambiente, abarcando temas como cambio climático, uso de recursos naturales, gestión de residuos y emisiones de carbono; Sociales que se refieren a las prácticas relacionadas con el bienestar de los empleados, el respeto a los derechos humanos, la relación con las comunidades y la responsabilidad sobre productos y servicios y Gobierno corporativo que comprende aspectos como la composición y estructura del consejo de administración, la ética corporativa, la transparencia en la divulgación de información y la gestión de riesgos.

La importancia de los factores ESG no radica únicamente en un criterio ético o reputacional, sino también en su capacidad de generar valor económico sostenible. Según el United Nations Environment Programme Finance Initiative (UNEP FI, 2021), integrar los criterios ESG permite identificar riesgos materiales y oportunidades de mercado que pueden no ser visibles a través de los métodos financieros tradicionales.

Iniciativas globales como los Principios para la Inversión Responsable (PRI), lanzados en 2006 con el respaldo de las Naciones Unidas, establecen lineamientos para que los inversionistas institucionales integren criterios ambientales, sociales y de gobernanza (ESG) en sus procesos de decisión. A través de estos principios, se busca alinear los objetivos financieros de los inversionistas con resultados sostenibles en el mundo real, promoviendo un desarrollo económico inclusivo y responsable (PRI, 2021).

En la actualidad, la adopción de criterios ESG se ha expandido significativamente, convirtiéndose en una práctica estandarizada entre gestores de activos, fondos de pensiones, aseguradoras y bancos de inversión. Este enfoque responde a la creciente evidencia de que la consideración de los factores ESG puede contribuir a una mejor gestión del riesgo, a la preservación de valor en escenarios de alta volatilidad y a la obtención de retornos ajustados al riesgo, más estables en el largo plazo (Atz et al., 2023).

Por tanto, comprender y aplicar los principios ESG constituye un componente esencial para la construcción de portafolios resilientes y para la evaluación integral del desempeño de los

activos financieros, como es el caso de los fondos cotizados en bolsa (ETF), objeto de estudio en esta investigación.

3.2. Relación entre ESG y desempeño financiero

El debate sobre la relación entre la adopción de prácticas ESG y el desempeño financiero ha generado un volumen significativo de literatura en las últimas décadas. El interés principal radica en determinar si la integración de factores ESG contribuye a mejorar la rentabilidad de las inversiones o si, por el contrario, representa una restricción que podría afectar negativamente los retornos.

(Friede et al., 2015) en uno de los metaanálisis más citados sobre el tema, analizaron más de 2.000 estudios empíricos destacando la relación positiva entre componente ESG y desempeño financiero que parece ser estable en el tiempo y para el 90% de los estudios no se encontró relación negativa.

Más recientemente, (Atz et al., 2023) actualizaron la evidencia a través del análisis de 1.141 artículos revisados por pares y 27 meta revisiones (basadas en aproximadamente 1.400 estudios subyacentes) publicados entre 2015 y 2020, que evaluaron la relación entre criterios ESG y desempeño financiero corporativo. A diferencia de otros estudios que solo presentan promedios históricos, los autores aplicaron técnicas estadísticas que les permiten predecir cómo se comportaría un estudio futuro sobre el mismo tema.

Sus resultados indican que existe una probabilidad del 95 % de que un nuevo estudio revele una relación positiva o neutra entre las prácticas ESG y el desempeño financiero. Aunque el efecto promedio tiende a ser moderado, este hallazgo es relevante porque sugiere que la integración de criterios ESG no compromete la rentabilidad financiera y, cuando se aplica de forma adecuada, puede contribuir a la resiliencia y estabilidad de largo plazo de las organizaciones.

La literatura también sugiere que la relevancia de los factores ESG se acentúa durante episodios de alta volatilidad e incertidumbre económica. (Abu-Alkheil et al. 2019) analizaron el desempeño de los fondos verdes en Alemania durante la crisis financiera de 2007–2009 y encontraron que estos fondos lograron rendimientos ajustados al riesgo superiores en comparación con fondos convencionales. Asimismo, estudios sobre el índice FTSE4Good en el mercado de Taiwán muestra que las carteras ESG lograron recuperaciones más rápidas tras la crisis financiera global de 2008 (Wu et al., 2017).

En el contexto de la pandemia de COVID-19, (Broadstock et al., 2021) demostraron que las carteras con mejores puntajes ESG exhibieron un comportamiento más defensivo, mitigando las pérdidas relativas durante los periodos de máxima disrupción del mercado. Estos resultados refuerzan la hipótesis de que las prácticas ESG no solo contribuyen a una gestión más ética, sino que también pueden actuar como un “mecanismo de protección” frente a choques sistémicos. Sin embargo, no toda la evidencia es uniforme. Algunos estudios sugieren que los beneficios financieros derivados de prácticas ESG dependen de factores contextuales, como la calidad de la implementación, la madurez del mercado y las expectativas de los inversionistas (Burki et al.,

2024). En particular, existe consenso en que una integración superficial o meramente declarativa de criterios ESG (fenómeno conocido como "greenwashing") no genera los mismos beneficios que una integración estratégica y genuina (Amel-Zadeh et al., 2017).

En resumen, evidencia empírica respalda que, en promedio, la adopción seria y consistente de criterios ESG puede mejorar o al menos no perjudicar el desempeño financiero. Este fundamento teórico resulta clave para el presente estudio, que busca evaluar si los fondos que cotizan en bolsa (ETF) con alta calificación ESG en el mercado estadounidense, ofrecieron un desempeño superior durante los principales periodos de incertidumbre económica entre los años 2008 y 2023.

3.3. Medición y calificación ESG en fondos de inversión

La medición del desempeño en materia ESG se ha convertido en una necesidad crítica para los inversionistas institucionales, gestores de activos y reguladores, a medida que los criterios ambientales, sociales y de gobierno corporativo ganan relevancia en la toma de decisiones financieras. Sin embargo, uno de los principales retos en este ámbito es la falta de estandarización de los métodos de evaluación, lo que genera discrepancias entre las calificaciones otorgadas por diferentes agencias proveedoras de información (Berg et al., 2022).

En el presente estudio, se utiliza la puntuación ESG asignada a cada uno de los fondos cotizados en bolsa (ETF) de los datos proporcionados por LSEG Refinitiv, uno de los principales proveedores globales de información financiera. La metodología de puntuación de Refinitiv

asigna a cada entidad evaluada una puntuación ESG continua entre 0 y 100, basada en la ponderación de cuatro componentes principales: desempeño ambiental, desempeño social, gobierno corporativo y nivel de controversias.

Cada componente se construye a partir de un conjunto detallado de métricas específicas:

3.3.1. Componente Ambiental

Evalúa 48 métricas agrupadas en las siguientes tres categorías, uso de los recursos, emisiones e innovación, y mide la gestión de riesgos y oportunidades ambientales relevantes para el modelo de negocio de la entidad. Algunas métricas importantes son, por ejemplo, emisiones de CO₂ y desperdicios con respecto a la industria, inversiones en sostenibilidad con respecto al total de CapEx, calidad de los proveedores de la cadena de suministro, entre otras.

3.3.2. Componente Social

Considera 62 métricas agrupadas en las siguientes cuatro categorías, fuerza laboral, derechos humanos, relación comunitaria y responsabilidad del producto, evaluando el impacto social de las operaciones de la empresa y su gestión de capital humano. Algunas métricas importantes son, por ejemplo, políticas de diversidad e inclusión medido como porcentaje de colaboradoras mujeres con respecto a la industria, publicación de políticas de privacidad de datos y derechos humanos, horas de entrenamiento a la fuerza laboral, información estadística de seguridad y salud en el trabajo, entre otras.

3.3.3. Componente de Gobierno corporativo

Incluye 56 métricas agrupadas en las siguiente tres categorías, estructura de administración, composición accionaria y responsabilidad social, que reflejan las practica de gobierno corporativo y la transparencia organizacional. Algunas métricas importantes son, por ejemplo, transparencia en la información ESG reportada, políticas de remuneración en la gerencia, estructura de la junta directiva y toma decisiones, derechos de los accionistas, documentos, defensa contra adquisición hostil, entre otras.

3.3.4. Controversias ESG.

Este componente penaliza a las entidades involucradas en escándalos o incidentes relevantes relacionados con cuestiones ambientales, sociales o de gobierno corporativo incluidos en un grupo de 23 métricas, cuando un evento se presenta se penaliza su puntuación global en función de la gravedad y frecuencia de las controversias. Algunas métricas importantes son, por ejemplo, cantidad de huelgas por trabajadores, número de publicaciones en medios por activades no éticas como fraudes, sobornos, prácticas monopólicas, apropiación de propiedad intelectual, lavado de activos, trabajo infantil, engaños publicitarios, entre otras.

A diferencia de otros sistemas de calificación, la metodología de Refinitiv ajusta la ponderación de los factores ambientales y sociales en función de la industria en la que opera la entidad, reconociendo que los riesgos y oportunidades ESG varían entre sectores económicos. En

cambio, el componente de gobierno corporativo se pondera de manera uniforme, dada su importancia transversal para todas las empresas (Davis & Jamie, 2024).

3.3.5. Clasificación

Basándose en la puntuación agregada, Refinitiv categoriza a las entidades evaluadas en una escala alfabética de desempeño que comprende 4 letras y cada una está compuesta por 3 grupos. Inicia con la letra “D” (D-, D, D+) y el rango de puntuación esta de 0 a 25, que indica un desempeño ESG deficiente y bajo nivel de transparencia; la letra “C” (C-, C, C+) rango de puntuación 25-50, indica un desempeño aceptable con moderada divulgación de información; la letra “B” (B-, B, B+) rango de puntuación 50-75, indica un buen desempeño ESG y un sobresaliente nivel de transparencia en la información, por último, la letra “A” (A-, A, A+) rango de puntuación 75-100, indica liderazgo en prácticas ESG y alto nivel de transparencia en la información.

En la Tabla No 1 se realiza el resumen de cada uno de los rangos que componen la calificación y los criterios de clasificación dependiendo de la puntuación obtenida utilizando la base de datos del proveedor de información LSEG Refinitiv.

Tabla 1. Clasificación de categorías y rangos de calificación ESG para entidades

Rango de calificación	Calificación	Descripción
0 <= calificación <= 8.3	D -	Desempeño ESG relativamente pobre y un grado insuficiente de transparencia en la publicación de información
8.3 < calificación <= 16.7	D	
16.7 < calificación <= 25	D +	
25 < calificación <= 33.3	C -	Desempeño ESG relativamente satisfactorio y un grado moderado de transparencia en la publicación de información
33.3 < calificación <= 41.7	C	
41.7 < calificación <= 50	C +	
50 < calificación <= 58.3	B -	Desempeño ESG relativo y un grado superior al promedio de transparencia en la publicación de información
58.3 < calificación <= 66.7	B	
66.7 < calificación <= 75	B +	
75 < calificación <= 83.3	A -	Desempeño ESG relativo y un alto grado de transparencia en la publicación de información
83.3 < calificación <= 91.7	A	
91.7 < calificación <= 100	A +	

Fuente: LSEG Refinitiv

Esta metodología busca proporcionar una medida estandarizada y comparable del compromiso ESG de las entidades, permitiendo a los inversionistas incorporar de manera explícita estos factores en sus análisis de riesgo y rentabilidad esperada. No obstante, cabe señalar que, como advierten (Berg, Koelbel y Rigobon, 2022), la heterogeneidad en las metodologías de calificación ESG puede introducir desafíos para la comparación entre proveedores, subrayando la necesidad de una interpretación cuidadosa de los puntajes asignados.

3.4. Definición de los periodos de incertidumbre

Para la selección de los periodos de incertidumbre económica, se toma el índice de incertidumbre económica elaborado por el grupo de *Economic Policy Uncertainty*, el cual está compuesto por un comité investigador de la *Stanford Institute, National Science Foundation*,

Booth School of Business, entre otras instituciones. Este índice (Baker et al., 2016) este construido a partir de 3 componentes:

- **Cubrimiento de noticias relacionadas:** Es un índice numérico a partir del resultado de búsqueda en los principales 10 portales de noticias como *USA Today*, *Miami Herald*, *Chicago Tribune*, *Washington Post*, *Los Angeles Times*, *Boston Globe*, *San Francisco Chronicle*, *Dallas Morning News*, *New York Times* y *Wall Street Journal* donde mide el volumen de artículos que relacione incertidumbre económica.
- **Reformas tributarias:** Se toma en cuenta el número de leyes previstas a expirar en los próximos 10 años que se encuentra en la oficina de presupuesto del congreso de los Estados Unidos. Para la construcción de este índice se realiza una ponderación por impacto en costes añadiendo cierto grado de incertidumbre por el componente tributario a futuro.
- **Pronósticos económicos:** Para este caso se toma de la base de datos del Banco de la Reserva Federal de Filadelfia los pronósticos económicos elaborados por profesionales. Se utiliza un método de dispersión acerca de los pronósticos sobre los niveles del índice de precios al consumidor, gastos federales, y gastos estatales y locales para la construcción del índice de incertidumbre sobre variables macroeconómicas.

3.5. Indicadores de medición

Para evaluar el desempeño de los fondos cotizados en bolsa (ETF) con alta calificación ESG, se utilizan indicadores financieros que permiten medir la rentabilidad ajustada por el riesgo. Estos indicadores proporcionan herramientas objetivas para comparar el comportamiento de distintos portafolios de inversión, particularmente en contextos de alta incertidumbre económica. Entre los más utilizados destacan el Sharpe Ratio, el Sortino Ratio, el Treynor Ratio y el Alfa de Jensen.

3.5.1. *Sharpe Ratio*

El Sharpe Ratio fue introducido por William Sharpe, profesor asociado en la Universidad de Washington en el año 1966, es uno de los indicadores más reconocidos para evaluar el desempeño de un portafolio en relación con su volatilidad (Sharpe, 1966). Es una medida de eficiencia que busca evaluar el desempeño de los fondos de inversión mutuos mediante la expectativa de un mayor retorno por cada unidad de riesgo asumido. Para ello, define el exceso de retorno como la diferencia entre el rendimiento esperado del fondo y la tasa libre de riesgo. Se asume el inversionista es un agente racional que seleccionará aquel fondo que presente el mayor exceso de retorno por unidad de riesgo.

El Sharpe ratio se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$SR = \frac{E(R_p) - R_F}{\sigma_P}$$

Donde $E(R_p)$ es el retorno esperado del portafolio, R_f corresponde a la tasa libre de riesgo y σ_p es la desviación estándar de los retornos del portafolio.

3.5.2. *Sortino Ratio*

El Sortino Ratio fue propuesto por Frank Sortino, director del instituto de investigación de pensiones en San Francisco y profesor asociado en *San Francisco State University* (Sortino, 1994). A diferencia del Sharpe Ratio, que considera la dispersión total de los retornos (desviación estándar) como medida de riesgo, el Sortino Ratio mide únicamente los retornos negativos. De esta manera, proporciona una evaluación más precisa del riesgo de pérdidas, ofreciendo información adicional no disponible en las formas tradicionales de medición de riesgo. Así, permite evaluar el exceso de retorno por cada unidad de potencial pérdida.

El Sortino Ratio se define de la siguiente forma:

$$SO = \frac{E(R_p) - MAR}{\sigma d_p}$$

Donde $E(R_p)$ es el retorno esperado del portafolio, MAR corresponde a la tasa mínima aceptada de retorno y σd_p es la desviación estándar de los retornos negativos del portafolio.

3.5.3. *Treynor Ratio*

El Treynor Ratio introducido por Jack Treynor, editor de la *Financial Analysts Journal* y profesor visitante de *Harvard Business School* (Treynor, 1965). Esta medida evalúa el desempeño de un fondo de inversión bajo criterios de riesgo sistémico, considerando que los

agentes operan dentro de un mercado expuesto a riesgos de mercado. El índice mide el exceso de retorno obtenido respecto a la tasa libre de riesgo, ajustado por el riesgo de mercado representado por el coeficiente beta.

El Treynor ratio se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$TR = \frac{E(R_p) - R_F}{\beta_P}$$

Donde $E(R_p)$ es el retorno esperado del portafolio, R_F es la tasa libre de riesgo y β_P es el coeficiente beta calculado como:

$$\beta_P = \frac{Cov(r_i, r_m)}{Var(r_m)}$$

Siendo la covarianza de los retornos del activo con respecto al mercado sobre la varianza de los retornos del mercado.

3.5.4. Alpha Jensen

Elaborado por Michael Jensen, cofundador de la *Journal of Financial Economics* y profesor visitante de *Harvard Business School* y *University of Rochester*. Su objetivo es evaluar el desempeño de un fondo de inversión en comparación con su retorno esperado ajustado al riesgo de mercado (Jensen, 1968). Jensen toma parte del modelo de valoración de activos financieros *Capital Asset Pricing Model (CAPM)* desarrollado por Sharpe (Sharpe, 1964), expresado como:

$$E(R_p) = R_F + \beta_P [E(R_m) - R_F]$$

Donde $E(R_p)$ es el retorno esperado del portafolio, R_F es la tasa libre de riesgo y β_P es el coeficiente beta de sensibilidad del portafolio respecto al mercado y $E(R_m)$ es el rendimiento esperado del mercado.

la ecuación mencionada estaba orientada a predecir los rendimientos esperados de un activo. Jensen adapta la siguiente ecuación para medir el desempeño real respecto al esperado, introduciendo el concepto de alfa, definido como:

$$R_p - R_F = \alpha_p + \beta_P [R_m - R_F] + \mu_p$$

Donde R_p es el retorno obtenido del portafolio, R_F es la tasa libre de riesgo y β_P es el factor beta de sensibilidad del mercado indicado anteriormente y R_m es el retorno observado del mercado, α_p representa el exceso de retorno logrado por la gestión activa y μ_p es el factor de error. Se puede notar que tanto R_p , R_m , β_P y R_F corresponden a valores conocidos por lo que se puede despejar el cálculo del valor α_p para evaluar el desempeño entre diferentes activos y capacidad de gestión de portafolios.

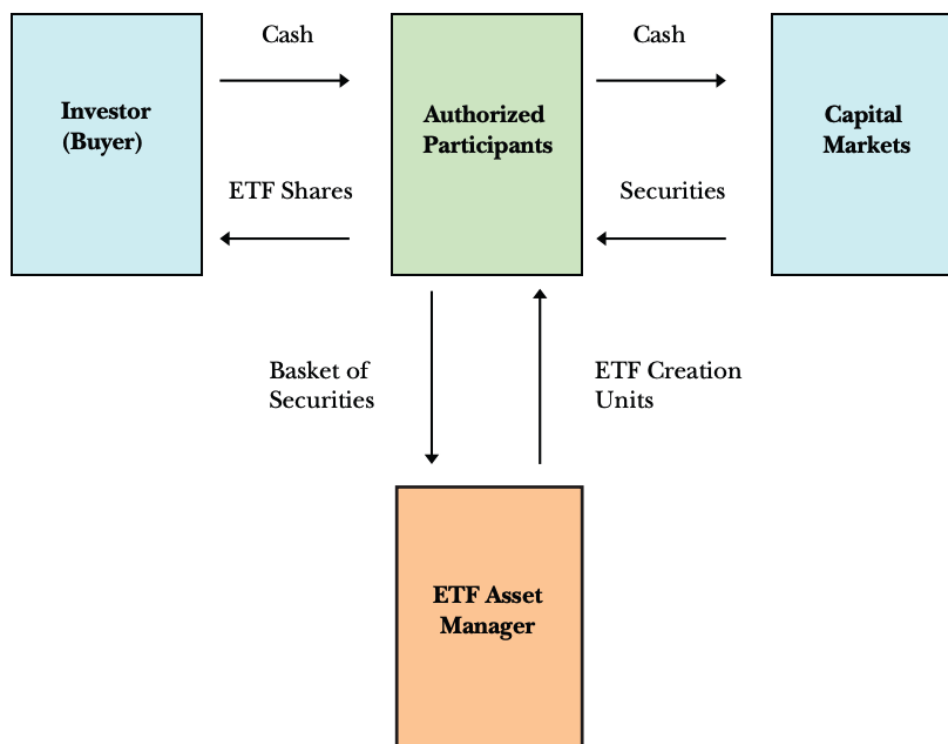
Cuando α_p es positivo, indica que el administrador del portafolio superó el rendimiento esperado ajustado por riesgo de mercado; en cambio, un valor negativo sugiere un desempeño inferior.

3.6. Fondos cotizados en bolsa o Exchange-Traded Funds (ETF`s)

Los fondos cotizados en bolsa o ETFs por sus siglas en ingles que significa *Exchange Traded Funds* es un portafolio de activos financieros, el cual se cotiza en un mercado y puede ser negociado por los agentes en una bolsa de valores. Los inversionistas adquieren una porción del ETF que implícitamente posee un subyacente de activos financieros. De acuerdo con la teoría de portafolios introducida por Markowitz (Markowitz, 1952), estos instrumentos permiten una mayor diversificación el cual ayuda a reducir el riesgo en comparación con la adquisición de los activos individuales.

De acuerdo con JP Morgan los ETF han capturado el interés del mercado con fuertes sumas de capital. Hacia el cierre de mayo de 2024 existen unos 12.000 ETF listados, con activos bajo administración (AUM) de alrededor de \$13 trillones de dólares incrementando desde \$10.1 trillones con respecto al año anterior.

Figura 1. Arquitectura de un fondo de cotización en bolsa o ETF



Fuente: Lettau, M., & Madhavan, A. (2018). *Exchange-Traded Funds 101 for Economists*. *Journal of Economic Perspectives*, 32(1), 136.

Estos instrumentos tienen una arquitectura que combina elementos de los fondos de inversión y acciones, ofreciendo una estructura que permita ser transado en bolsas de valores como las acciones individuales. En la Figura 1 se puede observar cómo interactúan las partes que componen un ETF. Así mismo, rastrean índices, sectores, commodities o cestas de activos, replicando su rendimiento a través de la posesión directa de los activos subyacentes o mediante el uso de derivados. Esta construcción permite a los inversores diversificar sus carteras con una sola transacción, proporcionando liquidez, transparencia en la valoración de activos y eficiencia en costos. Además, la creación y redención de acciones de ETFs se realizan a través de entidades

autorizadas, lo que asegura que el precio del ETF se mantenga cercano al valor neto de los activos (NAV) que representa (Lettau & Madhavan, 2018).

3.7. Métodos de agrupación por clúster

El agrupamiento por clúster es una técnica estadística de clasificación utilizada para organizar observaciones en grupos homogéneos (Clústeres) que presentan alta similitud interna y baja similitud externa. Uno de los métodos bastante adoptados y populares son los algoritmos de k-mean y k-medoid (Soni Madhulatha, 2012).

En el presente estudio, esta técnica se emplea para agrupar fondos cotizados en bolsa (ETF) de acuerdo con su puntuación ESG, con el objetivo de comparar su desempeño financiero durante periodos de incertidumbre económica. Esta estrategia permite evaluar si existen diferencias sistemáticas en los indicadores de rentabilidad y riesgo entre fondos con distintos niveles de sostenibilidad.

Se utilizaron dos algoritmos comúnmente aplicados en el análisis de clústeres:

K-mean: Este método utiliza el promedio iterando los puntos para encontrar en el grupo la media llamada centroide, para la asignación de cada punto de la muestra hacia el centroide más cercano. El centroide es el promedio de todos los puntos del clúster. La limitación de este método es que valores diferentes y con altas variaciones puede distorsionar los resultados (Herman et al., 2022).

Esta expresado por la siguiente expresión matemática (Sinaga & Yang, 2020). Sea $X = \{x_1, \dots, x_n\}$, un conjunto de datos pertenecientes a una dimensional Euclidiana espacial \mathbb{R}^d . Sea $A = \{a_1, \dots, a_n\}$ el centro del clúster c . Sea $z = [z_{ik}]_{n \times c}$, donde z_{ik} es una variable binaria $z_{ik} \in \{0,1\}$, que indica si en los datos los puntos x_i pertenecen al clúster k_{th} , $k = 1, \dots, c$. La función objetivo $J_{(z,A)}$ de la agrupación k-mean esta representada por la siguiente ecuación:

$$J_{(z,A)} = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c z_{ik} \|x_i - a_k\|^2$$

K-medoid: Este método está basado en la clasificación de los puntos en una muestra, tomada de la base de datos para encontrar los puntos núcleos o centro del clúster (medoide), usa la densidad de la relación entre los puntos de la muestra y los núcleos para la asignación de los objetos ubicados cerca del centro de los medoides. Este método es más robusto que el k-mean en presencia de ruidos y altas variaciones (Park & Jun, 2009).

Esta expresado por la siguiente expresión matemática (Park & Jun, 2009). Sea n el número de objetos que tienen variable p el cual deben ser agrupadas en un número de clúster dados representado por k , donde ($k < n$). Sea j_i una variable del objeto i conocida como X_{ij} donde ($i = 1, \dots, n ; j = 1, \dots, p$). Realiza un proceso iterativo del cálculo de la distancia Euclidiana entre el objeto i y j hasta encontrar el punto más cercano y está representado por la siguiente ecuación:

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{a=1}^p (X_{ia} - X_{ja})^2} \quad i = 1, \dots, n ; j = 1, \dots, n$$

Los métodos de agrupación por K-mean y K-medoid son ampliamente usados para aplicaciones de Machine Learning. En este caso, se utilizan para agrupar los ETFs de acuerdo con su puntuación ESG. Esto permite comparar el desempeño de los fondos agrupando en cada clúster distintos niveles de sostenibilidad.

Existen formas para determinar el número de clústeres como el método del codo o índice de Silhouette, sin embargo la interpretación puede ser subjetiva y no siempre funciona adecuadamente para determinar el número de clústeres (Shi et al., 2021).

3.8. Modelos de regresión lineal multivariantes

El análisis por regresión lineal es una técnica para estimar la relación que existe entre variables. El principal enfoque de un modelo de regresión lineal multivariable es analizar la relación entre una variable dependiente y múltiples variables independientes. Permite encontrar correlaciones y realizar predicciones utilizando estas relaciones (Uyanık & Güler, 2013).

En un análisis de regresión lineal multivariable consiste en modelar una ecuación que permita explicar la variación de la variable dependiente con respecto a cada variable independiente sincrónicamente. Se encuentra formulado por la siguiente ecuación:

$$y = \beta_0 + \beta_1 * x_1 + \beta_2 * x_2 + \beta_3 * x_3 \dots \dots + \beta_n * x_n + \varepsilon$$

Donde

y : variable dependiente

χ : variable independiente

β : coeficientes

ε : error

El objetivo es encontrar si existe una relación de linealidad. Por lo general, una sola variable independiente no explica en su totalidad la variación de una variable dependientes, sino que otras variables también pueden afectar la salida. Por esto, se necesita ampliar el modelo adicionando más variables explicativas que puedan complementar el modelo.

La estimación de los coeficientes β_n describen la magnitud y mide el efecto neto que tiene una unidad de cambio de x_n sobre el valor medio y . Para encontrar que tan confiable es esta estimación, se mide por su error estándar. Es decir, en un intervalo de confianza definido, cual es la probabilidad de incluir al valor verdadero del parámetro. Esto se conoce como nivel de significancia, un valor ampliamente utilizado en la literatura es del 5%. Por lo tanto, si el valor del error es menor al nivel de significancia se rechaza H_0 indicando evidencia sobre efecto significativo en la explicación de la variable de salida. Si el valor es mayor no se puede rechazar H_0 , indicando que no hay evidencia de efecto lineal estadístico sobre la variable dependiente.

El coeficiente de determinación R^2 es un valor que se encuentra entre 0 y 1. Si el valor es 1 la línea de regresión ajustada explica el 100% de la variación en y . Por otra parte, si el valor es 0 el modelo no explica nada de la variación de y (Gujarati, 2010). Un coeficiente de

determinación mayor al 0,5 suele ser aceptado y es ampliamente utilizado en la literatura (Alexopoulos EC, 2010).

En un modelo de regresión lineal los siguientes supuestos deben ser considerados. Normalidad en los residuos mediante la prueba Jarque-Bera (Jarque1 & Bera2, 1987). Se estiman los errores y se comparan con el nivel de significancia que en este caso es 5%. Por lo tanto, si el valor del error es menor, se rechaza H_0 indicando existe evidencia de normalidad en los residuos. Si el valor es mayor no se puede rechazar H_0 , indicando que no se puede descartar la presencia de no normalidad en los residuos. Homocedasticidad mediante la prueba de Breusch-Pagan (Breusch & Pagan, 1979). Se estiman los errores y se comparan con el nivel de significancia. Por lo tanto, si el valor del error es menor, se rechaza H_0 indicando no existe evidencia de presencia de heterocedasticidad. Si el valor es mayor no se puede rechazar H_0 , indicando la presencia de heterocedasticidad en las varianzas de los errores. La no presencia de multicolinealidad mediante prueba de factor de inflación de la varianza VIF, la relación debe ser lineal entre la variable dependiente e independiente y no debe existir multicolinealidad entre las variables independientes (Alexopoulos EC, 2010).

4. Metodología

Para el objetivo de la investigación que corresponde a evaluar el desempeño de fondos ESG durante periodos de incertidumbre, se describe el procedimiento utilizado para la selección de los periodos de incertidumbre, la información de series de tiempo recolectadas para los fondos de inversión y los criterios de evaluación para los resultados.

4.1. Selección periodos de incertidumbre

Para la identificación de los periodos de alta incertidumbre económica, se utilizó el índice de incertidumbre económica (Baker et al., 2016). Este índice combina componentes relacionados con noticias económicas, divergencias en pronósticos de analistas, inflación esperada y medidas tributarias previstas, proporcionando un indicador compuesto del nivel de incertidumbre en la economía estadounidense.

Se tomó como ventana de observación un período de 20 años, seleccionando los 12 episodios con los valores más altos del índice principal durante ese lapso. La Tabla 2 presenta el listado de los periodos seleccionados, incluyendo las fechas de inicio y fin, así como el desglose de los componentes del índice.

Tabla 2. Listado de periodos de incertidumbre económica seleccionados

Periodo	Fecha inicio	Fecha final	Principal	Noticias	Analistas	Inflación	Tributario
1	1/09/08	1/11/08	189,9	241,8	60,7	136,0	284,1
2	1/02/09	1/03/09	187,1	202,5	128,4	136,0	771,2
3	1/07/10	1/12/10	182,1	186,7	117,7	114,1	1310,2
4	1/03/11	1/04/11	174,4	153,8	111,1	163,2	1324,2
5	1/07/11	1/10/11	245,1	283,7	134,0	128,6	1324,2
6	1/12/11	1/02/12	189,4	183,1	142,7	136,0	1324,2
7	1/06/12	1/01/13	194,6	197,5	108,3	120,5	1597,3
8	1/01/19	1/02/19	201,0	284,1	51,5	98,4	139,3
9	1/08/19	1/09/19	190,5	282,5	55,0	57,3	139,3
10	1/02/20	1/02/21	350,5	504,0	171,7	99,0	282,3
11	1/03/22	1/04/22	190,0	229,2	111,4	136,0	282,3
12	1/07/22	1/11/22	186,9	222,8	90,5	151,3	282,3

En la Tabla 2, se indica la fecha inicial y final del periodo, también el indicador principal con sus componentes de noticias, analistas económicos, inflación y tributario. Se observa que el valor mínimo del índice principal en la muestra fue de 174,4 (marzo de 2011), mientras que el valor máximo alcanzó los 350,5 puntos en mayo de 2020. Estos periodos corresponden a los de mayor incertidumbre presentados durante los últimos 20 años, fueron seleccionados un total de 12 periodos por su relevancia para evaluar el comportamiento de los instrumentos financieros sostenibles, particularmente fondos ESG, bajo contextos de alta volatilidad e incertidumbre macroeconómica, teniendo en cuenta componentes de noticias, analistas económicos, inflación y tributario.

4.2. Selección fondos de inversión

Para la selección de los fondos cotizados en bolsa (ETF, por sus siglas en inglés) se realizó búsqueda en base de datos del proveedor de información LSEG Refinitiv. El criterio principal fue identificar aquellos fondos cuya canasta de activos subyacentes estuviera compuesta por instrumentos del mercado de valores de los Estados Unidos, y que además contaran con calificación ESG, de acuerdo con la metodología de puntuación desarrollada por LSEG (descrita en el capítulo 2), y disponibilidad de series de tiempo completas para los periodos definidos de análisis.

Dado que la adopción generalizada de prácticas ESG en la industria de fondos cotizados es relativamente reciente, la cobertura histórica de datos presenta limitaciones. En particular, para los años 2008 a 2011 se identificó una menor cantidad de fondos con información completa,

lo que redujo el tamaño muestral disponible. No obstante, a partir de 2019 se observa un crecimiento significativo en la disponibilidad y cobertura de fondos ESG, lo que permite realizar un análisis más representativo en los últimos años.

En la Tabla 3 se muestra la cantidad de fondos disponibles para cada periodo con el número de observaciones para el análisis.

Tabla 3. Cantidad de fondos y observaciones seleccionadas para el análisis

Número	Periodos	Cantidad de fondos	No. Observaciones
1	2008	50	45
2	2009	50	20
3	2010	57	107
4	2011-1	58	24
5	2011-2	59	65
6	2011-3	60	42
7	2012	69	147
8	2019-1	166	22
9	2019-2	176	24
10	2020	184	253
11	2022-1	216	25
12	2022-2	216	87

Este proceso de selección permite que los fondos incluidos en el análisis cumplan con los criterios de representatividad ESG y disponibilidad de datos, realizando una evaluación confiable de su desempeño en diferentes contextos de volatilidad macroeconómica.

4.3. Indicadores de desempeño de los ETF durante cada periodo

Para la evaluación del desempeño financiero de los fondos cotizados en bolsa (ETF), se utilizó la plataforma Jupyter Notebook junto con el lenguaje de programación Python (versión

3.12.7). El análisis se enfocó en medir la rentabilidad ajustada por riesgo durante los distintos periodos de incertidumbre económica definidos previamente, mediante la aplicación de los siguientes indicadores:

- Sharpe Ratio, Sortino Ratio, Treynor, Alpha Jensen, factor beta, volatilidad, retorno anualizado.

Cada uno de estos indicadores fue calculado para cada fondo en cada periodo, a fin de analizar su comportamiento relativo bajo condiciones de estrés económico. Para la estimación de los indicadores mencionados, se utilizaron las siguientes variables de referencia:

- Tasa libre de riesgo: rendimiento (Yield) de los bonos del tesoro de EE. UU. a 10 años.
- Mercado de referencia: Índice Standard and Poor S&P 500, que representa las 500 principales empresas cotizadas en el mercado estadounidense.

Con el objetivo de realizar comparación con otros instrumentos y proporcionar una perspectiva contextual sobre el desempeño de los fondos ESG. También se incluyeron otros activos comúnmente considerados como instrumentos de cobertura o refugio durante periodos de crisis, tales como, el índice del Oro spot cotizado con el ticket “XAU” históricamente vinculado a la preservación de valor y un ETF BIL (iShares Short Treasury Bond ETF) gestionado por Bloomberg que rastrea los bonos del tesoro con vencimientos de 1 a 3 meses y cotiza con el ticket “BIL”, considerado un proxy de seguridad y liquidez en escenarios de incertidumbre.

Las series de tiempo históricas para todos estos instrumentos fueron obtenidas mediante la plataforma LSEG Refinitiv, permitiendo la consistencia en las fuentes de datos y facilitando la comparabilidad entre activos.

4.4. Estadística descriptiva del desempeño de los ETF durante cada periodo

Se realizará un análisis con estadística descriptiva con las principales componentes como promedio, desviación estándar, valor máximo, mínimo, tamaño de la muestra y la organización por cuartiles de los indicadores de desempeño obtenidos en el procedimiento anterior.

Posteriormente, se calcula la matriz de correlaciones entre los siguientes indicadores: Sharpe Ratio, Sortino Ratio, Treynor, Alpha Jensen, factor beta, volatilidad y retorno anualizado en comparación con la calificación ESG. El objetivo es evaluar si existe correlación entre la variación de la calificación con cada uno de los indicadores.

4.5. Comparación por clústeres de acuerdo con niveles de puntuación ESG

Una vez calculados los indicadores de desempeño para todos los fondos que componen la muestra en cada uno de los periodos de incertidumbre económica definidos. Se consolida una base de datos donde se encuentra el nombre del fondo, los ratios Sharpe, Sortino, Treynor, Jensen, factor beta, volatilidad, retorno y la puntuación ESG para cada periodo tomada de Refinitiv. Posteriormente, se procede con una agrupación por clústeres que permita una comparación en el desempeño de los fondos. Esto con el objetivo realizar una evaluación entre los distintos niveles de puntuación ESG de cada fondo con los indicadores financieros.

Se utiliza el agrupamiento particional por clústeres debido a que se cuenta con un Número específico de grupos e iterativamente se reubican los objetos de acuerdo con su convergencia, los más utilizados son los métodos de k-mean y k-medoid. En este caso se aplica una partición en cuatro categorías como aproximación en la clasificación de los fondos de acuerdo con su puntuación ESG mencionados en la Tabla 1, esto también permitiría realizar una evaluación por cuartiles de clústeres con información representativa de cada grupo de fondos.

Se utiliza la herramienta computacional Python versión 3.12.7 y el uso de librerías como Pandas, Numpy, Matplotlib y Scikit-learn. A continuación, se describe el algoritmo ejecutado para la agrupación de los fondos por los métodos de k-mean y k-medoid (Park & Jun, 2009).

4.5.1. Algoritmo K-mean

- Paso 1: Se escoge el número de clústeres para dividir la muestra, que para este caso corresponde a 4.
- Paso 2: Selección del vector de agrupamiento para los 4 clústeres definidos, que corresponde a la puntuación ESG de cada fondo.
- Paso 3: Transformación para estandarizar los datos en una distribución normal con promedio de 0 y varianza 1.
- Paso 4: Inicia con un vector de referencia para cada clúster y calcula la distancia entre cada uno de los puntos.

- Paso. 5: Realiza 10 iteraciones para el paso 4 hasta encontrar los objetos más cercanos entre cada clúster. Las cuales son suficientes para el cálculo debido a que los datos son simples y regulares.

4.5.2. Algoritmo K-medoid

- Paso 1: Se escoge el número de clústeres para dividir la muestra, que para este caso corresponde a 4.
- Paso 2: Selección del vector de agrupamiento para los 4 clústeres definidos, que corresponde a la puntuación ESG de cada fondo.
- Paso 3: Transformación para estandarizar los datos en una distribución normal con promedio de 0 y varianza 1.
- Paso 4: Inicia con un vector de referencia para cada clúster y calcula la distancia entre cada uno de los puntos.
- Paso 5: En orden ascendente, selecciona los objetos con menor valor y los asigna como medoide inicial.
- Paso 6: Obtiene un clúster inicial, asignando cada objeto al medoide más cercano.
- Paso 7: Calcula la distancia de todos los objetos al medoide.
- Paso 8: Encuentra un nuevo medoide en cada clúster y realiza la asignación de los objetivos más cercanos, reemplazando el anterior medoide.
- Paso 9: Calcula la distancia de todos los objetos al nuevo medoide.
- Paso 10: Evalúa hasta que la suma de la distancia de todos los objetos hacia sus medoides sea igual que el anterior, de lo contrario salta al paso 8.

El método por k-mean suele ser el más utilizado en la agrupación de clústeres por su bajo requerimiento de capacidad de procesamiento computación. Sin embargo, es sensible ante la presencia de datos atípicos, inicialización aleatoria y escalabilidad (Park & Jun, 2009). Debido a esto, se incluye k-medoid que es un método más robusto que el k-mean en presencia de ruido y menos influenciado por datos atípicos o valores extremos del promedio (Herman et al., 2022b).

4.5.3 Interpretación de los resultados

Se analizan los desempeños financieros promedio por cada grupo como el Sharpe Ratio, Sortino, Treynor, Jensen, factor beta, Volatilidad y retornos. Se identifica los resultados de los clústeres con mejor desempeño y se presentaran mediante gráficos que ilustren la relación entre la puntuación ESG con la volatilidad y retornos.

4.6. Modelo de regresión lineal multivariable aplicado a fondos ESG.

La hipótesis que se pretende evaluar corresponde es, si el desempeño de los fondos presenta relación en comparación con la puntuación ESG. El objetivo es realizar un acercamiento inicial mediante un modelo de regresión lineal multivariable empleando mínimos cuadrados ordinarios. Se busca encontrar patrones o características que permitan identificar la relación que existe entre estas variables.

El modelo de regresión lineal multivariable por mínimos cuadrados ordinarios es una herramienta que ofrece un acercamiento para la estimación de la relación entre una variable

dependiente en función de variables independientes. Se utiliza como punto de partida para el análisis multivariable (Greene, 2003).

4.6.1. Parámetros del modelo de regresión

Como medida de desempeño financiero, se eligió el Sharpe Ratio como variable dependiente del modelo, esta métrica captura la rentabilidad ajustada por la volatilidad asumida del portafolio, siendo un indicador ampliamente utilizado en la literatura financiera para la evaluación de portafolios o fondos de inversión (Syed, 2017). Los sistemas de información financiera frecuentemente publican estas ratios para recomendar a los inversionistas cuales son los fondos que mayor rendimiento presentan por la misma cantidad de riesgo (Auer & Schuhmacher, 2013).

Se plantea un modelo de regresión lineal con una ecuación donde se ubica como variable dependiente la ratio de Sharpe y como variables independientes se tiene la puntuación ESG, la volatilidad y el factor beta. Se puede apreciar el modelo a utilizar en la siguiente ecuación:

$$SP = \beta_0 + \beta_1 * ESG \text{ Score} + \beta_2 * Volatilidad + \beta_3 * Beta + \varepsilon$$

Donde:

SP: Sharpe Ratio (variable dependiente),

ESG Score: puntuación ESG del fondo (variable independiente),

Volatilidad: desviación estándar de los retornos (variable independiente),

Beta: sensibilidad del fondo respecto al mercado (variable independiente),

ε : término de error aleatorio.

Los supuestos serán verificados mediante las siguientes pruebas:

Normalidad en los residuos: Jarque-Bera (Jarque1 & Bera2, 1987)

Homocedasticidad: Breusch-Pagan (Breusch & Pagan, 1979)

Multicolinealidad: Factor inflación de varianza VIF ($VIF < 20$) (Greene, 2003) pág. 58.

Linealidad: análisis por gráficos de dispersión

El modelo será estimado independiente para cada uno de los periodos de incertidumbre económica seleccionados. En la base de datos consolidados no se evidencia datos faltantes y en la Tabla 4 se muestra la composición de la cantidad de fondos por cada periodo para el modelo de regresión lineal multivariable.

Tabla 4. *Composición de la muestra para el modelo de regresión*

Número	Periodos	Muestra de fondos
1	2008	50
2	2009	50
3	2010	57
4	2011-1	58
5	2011-2	59
6	2011-3	60
7	2012	69
8	2019-1	166
9	2019-2	176
10	2020	184
11	2022-1	216
12	2022-2	216

4.6.2. Resultados del modelo de regresión

Se asumirá un nivel de significancia del 5% para las pruebas estadísticas de los errores de los supuestos y se considerará como un modelo aceptable explicativo un coeficiente de determinación mayor a 0.50, debido a que corresponden a unos valores ampliamente aceptados para el análisis de estos modelos (Alexopoulos EC, 2010). En caso de ser aceptable, indicaría que el modelo explica al menos la mitad de la variabilidad en el desempeño de los fondos.

Este enfoque permite evaluar empíricamente si existe una relación positiva robusta y significativa entre la puntuación ESG y el desempeño financiero de un fondo. Se estimarán los resultados para el cálculo de los coeficientes de cada variable de entrada, los errores y los factores representativos que expliquen la aplicabilidad del modelo. Se evaluarán los supuestos, los niveles de significancia y el coeficiente de determinación.

Para abordar los resultados, se plantean 2 hipótesis para comprobar la relación de las variables de puntuación ESG y el desempeño de los fondos. H_0 representa la hipótesis nula, es decir, no existe relación entre las dos variables y H_1 que representa la hipótesis alternativa es la opuesta a la nula donde las variables de entrada pueden afectar el resultado de la salida.

$$H_0: \beta = 0$$

$$H_1: \beta \neq 0$$

Se identificarán los coeficientes obtenidos para cada periodo de incertidumbre económica, un valor positivo indicaría que existe una relación directa entre el desempeño del fondo medido por el Sharpe Ratio y la puntuación ESG. La magnitud del coeficiente indica la fuerza del movimiento y la amplitud en la variación entre las variables. Es decir, puede determinarse un patrón que identifique que la inclusión de estos activos en los portafolios de inversión no solo brinda criterios de sostenibilidad, sino que se perciben beneficios tangibles en la mejora de los indicadores financieros en análisis de retorno y riesgo. Un coeficiente negativo por el contrario podría desincentivar la inclusión de estos activos para el caso de gestores de portafolio que valoren una mayor ponderación en los indicadores financieros.

4.6.3. Limitaciones del modelo

El modelo presenta limitaciones de acuerdo con la información recopilada, el contexto de los periodos, los supuestos establecidos y los resultados obtenidos. A continuación, se indican las limitaciones en el desarrollo de este trabajo de investigación:

- Dependencia en el uso de bases de información de terceros, en este caso los datos recopilados de la plataforma Refinitiv para las series de tiempo de los fondos y los periodos de incertidumbre económica tomados de *Economic Policy Uncertainty*.
- Sesgo de selección de los fondos, debido a que se analizan diferentes periodos de tiempo. Los fondos pueden ser distintos en el transcurso del análisis y la cantidad aumenta en una mayor proporción en los periodos recientes.

- Sesgo por omisión de variables, en el desarrollo del modelo de regresión lineal no se tienen en cuenta variables representativas como el volumen de transacciones, el tamaño de los activos bajo administración del fondo, la liquidez, algunos fondos requieren que la composición de sus posiciones no supere el 25% del promedio de volumen en transacciones diarias (Yan, 2008). Los cuales pueden ser representativos en la explicación del desempeño.
- Cumplimiento de los supuestos del modelo, puede presentarse que para algunos periodos no se identifique una relación de linealidad entre las variables de desempeño y la puntuación ESG.

5. Resultados obtenidos

5.1. Estadística descriptiva de la muestra para los periodos evaluados

Con base en las series de tiempo recopiladas para cada fondo cotizado en bolsa (ETF) incluidos en la muestra, se procedió al cálculo de los indicadores de desempeño bajo parámetros de rentabilidad y riesgo de cada uno de los periodos de incertidumbre económica seleccionados.

Posteriormente, se elaboró un análisis de estadística descriptiva para todos los periodos, de los indicadores clave, Sharpe Ratio, Sortino Ratio, Treynor Ratio, Alpha de Jensen, factor

Beta, volatilidad, retornos anualizados y calificación ESG, con el objetivo de caracterizar la muestra y validar el desempeño general de los fondos.

Como referencias comparativas se incluyeron tres instrumentos representativos, el índice del mercado Standard and Poor 500 (S&P500) mercado de referencia y activos denominados tipo refugio como el precio del oro en spot y un fondo ETF BIL cuyos activos subyacentes son bonos del tesoro de Estados Unidos a corto plazo.

La Tabla 5 resume los valores estadísticos obtenidos a lo largo de toda la muestra y los periodos analizados.

Tabla 5. Estadística descriptiva indicadores y puntuación ESG total muestra y periodos

Estadística	Sharpe Ratio	Sortino Ratio	Treynor Ratio	Alpha de Jensen	Beta	Volatilidad	Retornos	ESG Score
count	113	113	113	113	113	113	113	113
mean	0,389	0,776	-0,021	-0,015	0,934	0,264	0,139	68,481
std	0,616	1,164	0,167	0,149	0,157	0,038	0,147	7,933
min	-7,513	-10,467	-22,200	-1,172	-0,153	0,006	-0,973	0,000
25%	0,054	0,096	-0,017	-0,102	0,859	0,245	0,058	67,241
50%	0,360	0,640	-0,011	-0,016	0,956	0,263	0,126	69,979
75%	0,678	1,274	-0,005	0,069	1,011	0,279	0,200	72,315
max	10,254	32,149	1,472	0,911	1,746	0,915	3,358	76,559
SP500	0,349	0,550			1	0,269	0,125	NA
GOLD	1,021	2,412	-0,006	0,038	0,013	0,202	0,270	NA
US_T_3M	-7,288	-11,497	2,220	-0,031	-0,003	0,006	-0,002	NA

Se puede observar que la media de los rendimientos y volatilidad total de la muestra de los fondos esta cercano al índice del mercado de referencia. Sin embargo, se encuentra rezagados en activos como el oro, el cual tuvo un desempeño superior en promedio durante todos los

periodos de incertidumbre económica. Adicionalmente existes rangos amplios entre mínimos y máximos para cada uno de los indicadores.

El rango de puntuación ESG va desde 0 hasta 76,559 con un promedio de 68,481. Los cuales cubren un buen número de categorías para el análisis de la muestra. En los periodos de análisis recientes se cuenta con mayor número de fondos en la muestra debido al aumento de popularidad y masificación de inversiones que incluyan factores de sostenibilidad y ESG.

5.2. Resultados de correlaciones indicadores y puntuación ESG

En la Tabla 6 se describe el resumen de los cálculos de correlaciones de Pearson obtenidos entre las variables de cada uno de los indicadores de evaluación de los fondos en comparación con la puntuación ESG de cada fondo para todos los periodos de análisis.

Tabla 6. *Correlación entre indicadores y puntuación ESG del fondo para total periodos*

Periodos	Sharpe Ratio	Sortino Ratio	Treynor Ratio	Alpha de Jensen	Beta	Volatilidad	Retornos	ESG Score
2008	0,399	0,348	0,434	0,483	0,122	-0,066	0,455	1
2009	-0,279	-0,419	-0,090	-0,093	0,055	-0,162	-0,182	1
2010	-0,256	-0,166	-0,414	-0,411	-0,068	-0,354	-0,415	1
2011-1	-0,774	-0,731	-0,784	-0,798	0,107	-0,074	-0,806	1
2011-2	0,218	0,236	0,252	0,250	-0,040	-0,109	0,191	1
2011-3	0,124	0,030	0,038	0,049	0,042	-0,013	0,073	1
2012	-0,243	-0,109	-0,516	-0,447	0,132	-0,222	-0,281	1
2019-1	-0,257	-0,167	0,000	-0,309	0,058	0,066	-0,251	1
2019-2	0,115	0,116	0,106	0,130	-0,017	-0,026	0,098	1
2020	0,006	0,015	-0,019	-0,016	-0,038	-0,118	-0,039	1
2022-1	0,116	0,135	0,016	0,146	-0,020	-0,071	0,169	1
2022-2	-0,221	-0,240	-0,024	-0,288	0,063	0,000	-0,284	1

Estadística	Sharpe Ratio	Sortino Ratio	Treynor Ratio	Alpha de Jensen	Beta	Volatilidad	Retornos
Max	0,399	0,348	0,434	0,483	0,132	0,066	0,455
Min	-0,774	-0,731	-0,784	-0,798	-0,068	-0,354	-0,806
Promedio	-0,088	-0,079	-0,083	-0,109	0,033	-0,096	-0,106
Media	-0,107	-0,047	-0,009	-0,055	0,048	-0,072	-0,110
Desv std	0,312	0,297	0,336	0,355	0,068	0,112	0,335

De acuerdo con los resultados obtenidos no es posible determinar patrones de correlaciones fuertes entre los indicadores y la puntuación ESG. Sin embargo, se puede observar en el caso de la volatilidad que para 10 periodos de análisis se ubica en valores negativos. Lo cual puede sugerir una baja correlación negativa entre la volatilidad y la puntuación ESG. No ocurre lo mismo para el caso de los retornos, el rango de movimiento es muy amplio lo cual no es posible concluir alguna correlación.

5.3. Resultados del desempeño de los fondos agrupados por puntuación ESG

Con la base de datos de los indicadores cálculos de cada uno de los fondos para los periodos de incertidumbre económica, se procede a organizarlos en 4 clústeres representativos agrupados por la puntuación ESG por los métodos de k-mean y k-medoids. Una vez ejecutado este proceso se tiene 4 fondos en total que representan la muestra dependiendo de la calificación ESG para el análisis en comparación con el índice de mercado de referencia y activos refugios.

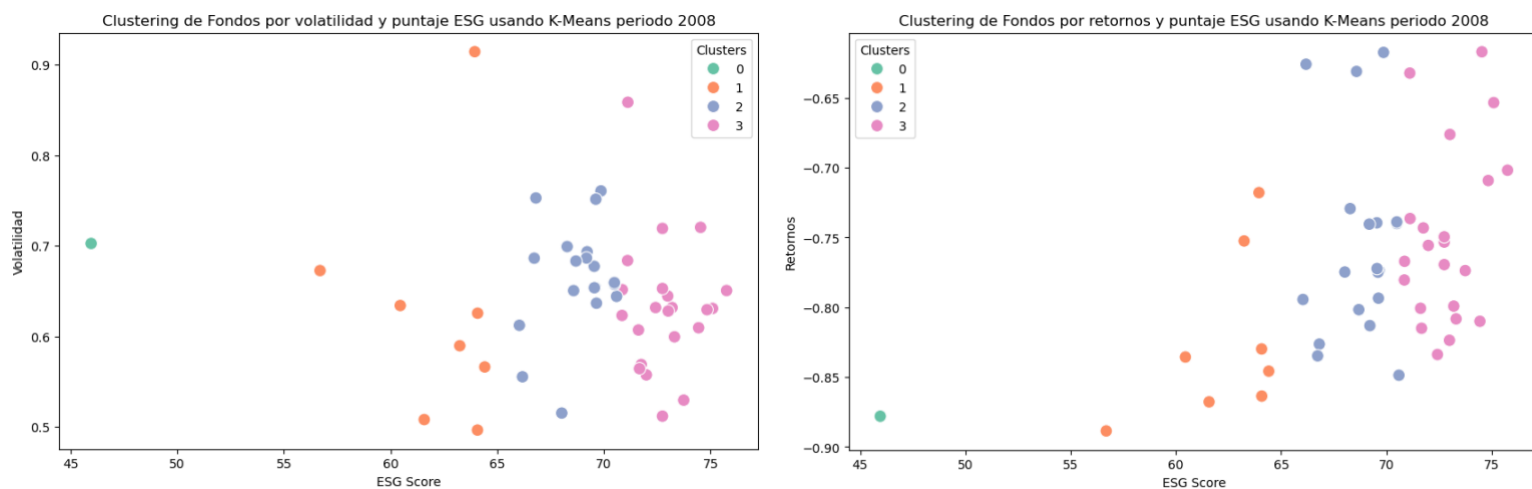
En la Tabla 7 se muestra el resultado de agrupación obtenido por el método de k-mean durante el periodo de incertidumbre económica del 2008 en comparación con el índice de mercados y activos refugio.

Tabla 7. Resultado desempeño fondos agrupados por clúster *k*-mean para el periodo 2008

Clúster	Sharpe Ratio	Sortino Ratio	Treynor Ratio	Alpha de Jensen	Beta	Volatilidad	Retornos	ESG Score	No. Fondos
0	-3,03	-5,09	-0,16	-0,92	0,86	0,70	-0,88	45,96	1
1	-3,04	-4,90	-0,16	-0,75	0,76	0,63	-0,83	62,31	8
2	-2,24	-3,65	-0,11	-0,20	0,90	0,66	-0,76	68,80	19
3	-2,33	-3,99	-0,11	-0,26	0,84	0,63	-0,75	72,84	22
SP500	-2,05	-3,39				0,69	-0,75		
GOLD	-1,46	-2,45	0,28	-0,93	-	0,49	-0,49		
US T 3M	-1,28	-1,86	0,13	-0,06	-	0,03	0,00		

En la Figura 2 se muestra un gráfico de dispersión de volatilidad y retorno sobre el eje de la variable dependiente versus la puntuación ESG de cada fondo como variable independiente. Se clasifica por colores los clústeres de la agrupación por fondos de acuerdo con su puntuación.

Figura 2. Dispersión volatilidad/retorno vs ESG Score por clúster *k*-mean periodo 2008



Los resultados muestran que ninguno de los clústeres agrupados por el método *k*-mean logró superar en desempeño al índice de mercado y activos refugio. Sin embargo, se encuentra

un patrón interesante y es que las ratios de Sharpe, Sortino, Treynor y Jensen mejoran levemente en la medida que aumenta la puntuación ESG promedio. Adicionalmente, la volatilidad se reduce ligeramente para los clústeres más altos que también en el análisis de retornos termina igualando al índice del mercado.

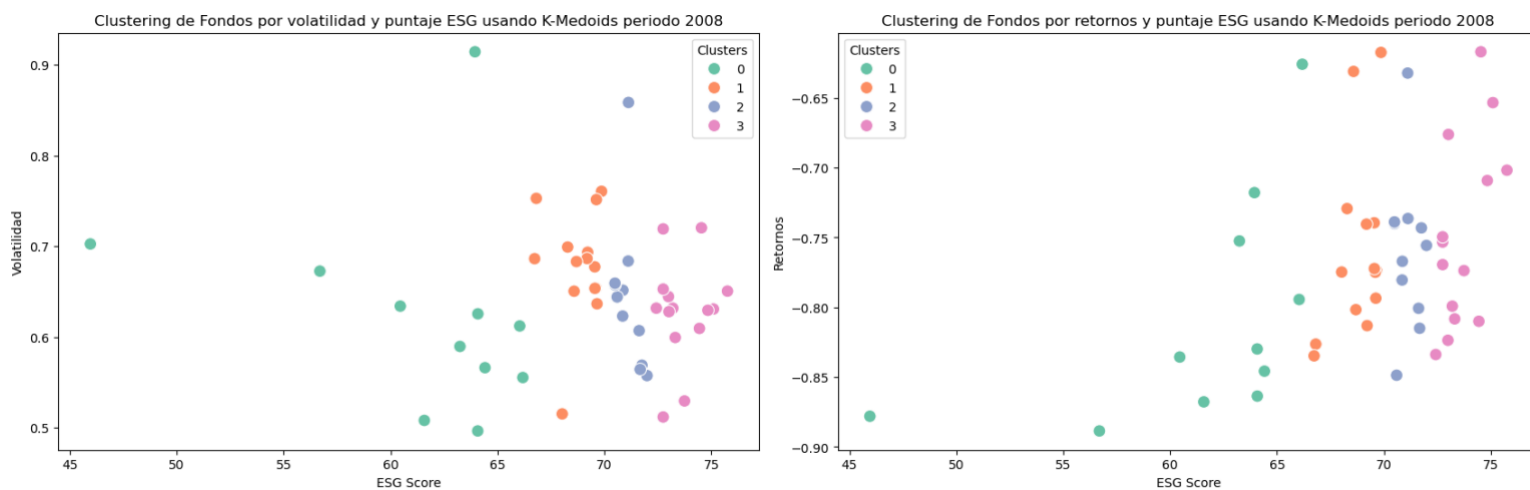
En la Tabla 8 se muestra el resultado de agrupación obtenido por el método de k-medoid durante el periodo de incertidumbre económica del 2008 en comparación con el índice de mercados y activos refugio.

Tabla 8. Resultado desempeño fondos agrupados por clúster k-medoid para el periodo 2008

Clúster	Sharpe Ratio	Sortino Ratio	Treynor Ratio	Alpha de Jensen	Beta	Volatilidad	Retornos	ESG Score	No. de Fondos
0	-2,89	-4,60	-0,15	-0,68	0,76	0,63	-0,81	61,51	11
1	-2,21	-3,66	-0,10	-0,17	0,93	0,68	-0,76	68,81	14
2	-2,35	-3,95	-0,11	-0,31	0,83	0,64	-0,76	71,14	11
3	-2,33	-4,01	-0,11	-0,23	0,86	0,63	-0,75	73,68	14
SP500	-2,05	-3,39				0,69	-0,75		
GOLD	-1,46	-2,45	0,28	-0,93	-0,16	0,49	-0,49		
US_T_3M	-1,28	-1,86	0,13	-0,06	-0,02	0,03	0,00		

En la Figura 3 se muestra un gráfico de dispersión de volatilidad y retorno sobre el eje de la variable dependiente versus la puntuación ESG de cada fondo como variable independiente. Se clasifica por colores los clústeres de la agrupación por fondos de acuerdo con su puntuación.

Figura 3. *Dispersión volatilidad/retorno vs ESG Score por clúster k-medoids periodo 2008*



Para este método de agrupación se observa que los fondos se reparten más equitativamente obteniendo una muestra más homogénea entre los clústeres. En la volatilidad se puede observar algo de concentración entre los clústeres 2 y 3 que disminuye frente al resto de grupos, todos los grupos lograron una menor volatilidad que el mercado. En el caso de los retornos se observa un mejor desempeño en general en el clúster 3 el cual agrupa los fondos de mayor puntuación ESG. Sin embargo, todavía no se observa un patrón claro. Ninguno de los clústeres logró superar al mercado, ni a los activos refugio en los indicadores de análisis de retorno y riesgo.

En la Tabla 9 se muestra el resultado de agrupación obtenido por el método de k-mean durante el periodo de incertidumbre económica del 2009 en comparación con el índice de mercados y activos refugio.

Tabla 9. Resultado desempeño fondos agrupados por clúster k-mean para el periodo 2009

Clúster	Sharpe Ratio	Sortino Ratio	Treynor Ratio	Alpha de Jensen	Beta	Volatilidad	Retornos	ESG Score	No. Fondos
0	-3,420	-3,970	-0,100	0,370	0,790	0,380	-0,720	45,960	1
1	-4,610	-5,990	-0,130	0,090	0,950	0,420	-0,840	62,310	8
2	-5,740	-8,050	-0,150	-0,180	1,010	0,410	-0,890	68,800	19
3	-5,060	-7,220	-0,130	0,080	0,930	0,380	-0,840	72,840	22
SP500	-5,436	-7,781				0,389	-0,877		
GOLD	1,391	2,402	-0,113	-0,066	-0,201	0,258	0,471		
US T 3M	-2,866	-4,150	0,169	-0,053	-0,011	0,010	-0,003		

En la Figura 4 se muestra un gráfico de dispersión de volatilidad y retorno sobre el eje de la variable dependiente versus la puntuación ESG de cada fondo como variable independiente. Se clasifica por colores los clústeres de la agrupación por fondos de acuerdo con su puntuación.

Figura 4. Dispersión volatilidad/retorno vs ESG Score por clúster k-mean periodo 2009



En el análisis del periodo 2009, no se observa un mejor desempeño en los grupos de los fondos con mejor puntuación ESG. Ocurre un caso contrario y es que los clústeres con puntuación más baja finalizaron con mejores indicadores. La mayoría de los grupos superó el

desempeño del mercado. Sin embargo, ninguno pudo superar los rendimientos que obtuvo un activo refugio como el oro. Un patrón interesante es que se evidencia una concentración del grupo que tiene la puntuación más alta, presentaron una menor volatilidad que los grupos comparativos.

En la Tabla 10 se muestra el resultado de agrupación obtenido por el método de k-medoid durante el periodo de incertidumbre económica del 2009 en comparación con el índice de mercados y activos refugio.

Tabla 10. Resultado desempeño fondos agrupados por clúster k-medoid para el periodo 2009

Clúster	Sharpe Ratio	Sortino Ratio	Treynor Ratio	Alpha de Jensen	Beta	Volatilidad	Retornos	ESG Score	No. Fondos
0	-4,710	-6,170	-0,130	0,070	0,960	0,420	-0,840	61,510	11
1	-5,590	-7,850	-0,140	-0,140	1,020	0,410	-0,890	68,810	14
2	-5,540	-7,910	-0,140	-0,090	0,950	0,380	-0,870	71,140	11
3	-4,960	-7,070	-0,130	0,110	0,910	0,370	-0,830	73,680	14
SP500	-5,436	-7,781				0,389	-0,877		
GOLD	1,391	2,402	-0,113	-0,066	-0,201	0,258	0,471		
US_T_3M	-2,866	-4,150	0,169	-0,053	-0,011	0,010	-0,003		

En la Figura 5 se muestra un gráfico de dispersión de volatilidad y retorno sobre el eje de la variable dependiente versus la puntuación ESG de cada fondo como variable independiente. Se clasifica por colores los clústeres de la agrupación por fondos de acuerdo con su puntuación.

Figura 5. *Dispersión volatilidad/retorno vs ESG Score por clúster k-medoids periodo 2009*



Para el análisis utilizando el método de agrupación por k-medoids, se confirma la concentración del grupo que representa la puntuación más alta ESG, presentó una menor volatilidad que los grupos comparativos. Para la evaluación del desempeño, se compara los indicadores y el resultado es que supera el mercado de referencia igualmente que el resultado del clúster más bajos. Por lo tanto, no es posible confirmar una tendencia que permita inferir que en el resultado desempeño se pueda asociar a la puntuación de los fondos.

Para este periodo de análisis se presenta que ninguno de los clústeres logra superar el desempeño de los activos refugios. Se observa a través del factor beta, que mide la sensibilidad de variación de retornos con respecto al mercado de referencia, se encuentra bastante cerca de la unidad, con unos más próximos que otro. Ninguno presenta un factor beta negativo, lo cual indicaría un desligamiento del comportamiento del mercado como se puede observar en el caso de los activos refugio.

En la Tabla 11 se muestra el resultado de agrupación obtenido por el método de k-mean durante el periodo de incertidumbre económica del 2010 en comparación con el índice de mercados y activos refugio.

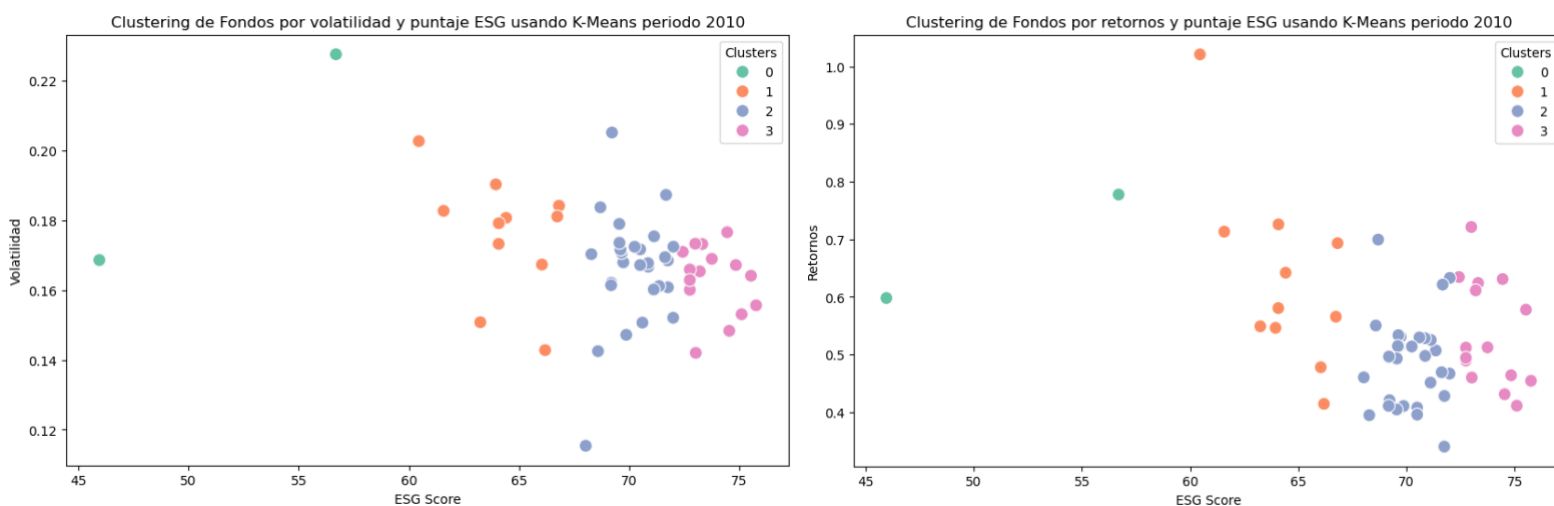
Tabla 11. Resultado desempeño fondos agrupados por clúster k-mean para el periodo 2010

Clúster	Sharpe Ratio	Sortino Ratio	Treynor Ratio	Alpha de Jensen	Beta	Volatilidad	Retornos	ESG Score	No. Fondos
0	2,510	3,660	0,030	0,120	1,020	0,200	0,690	51,32	2
1	2,580	4,150	0,030	0,090	0,990	0,180	0,630	64,32	11
2	2,230	3,620	0,020	0,010	0,980	0,170	0,490	70,23	29
3	2,440	3,980	0,030	0,050	0,960	0,160	0,540	73,81	15
SP500	2,212	3,471				0,166	0,484		
GOLD	2,251	3,116	0,074	0,226	0,280	0,146	0,429		
US T 3M	-11,829	-31,507	0,896	-0,029	-	0,002	-0,001		

En la Figura 6 se muestra un gráfico de dispersión de volatilidad y retorno sobre el eje de la variable dependiente versus la puntuación ESG de cada fondo como variable independiente.

Se clasifica por colores los clústeres de la agrupación por fondos de acuerdo con su puntuación.

Figura 6. Dispersión volatilidad/retorno vs ESG Score por clúster k-mean periodo 2010



En la Figura 6 se evidencia que el clúster no. 3 el cual se encuentra con la puntuación ESG más alta presenta una concentración en el cuadrante de baja volatilidad. Sin embargo, no ocurre el mismo caso con la gráfica de retornos. El cual no presentó la misma relación, esto se puede confirmar en el análisis de los indicadores de retornos y riesgo. Un aspecto relevante es que todos los clústeres lograron superar el desempeño del índice del mercado y solamente un clúster no logró superar un activo refugio como el oro.

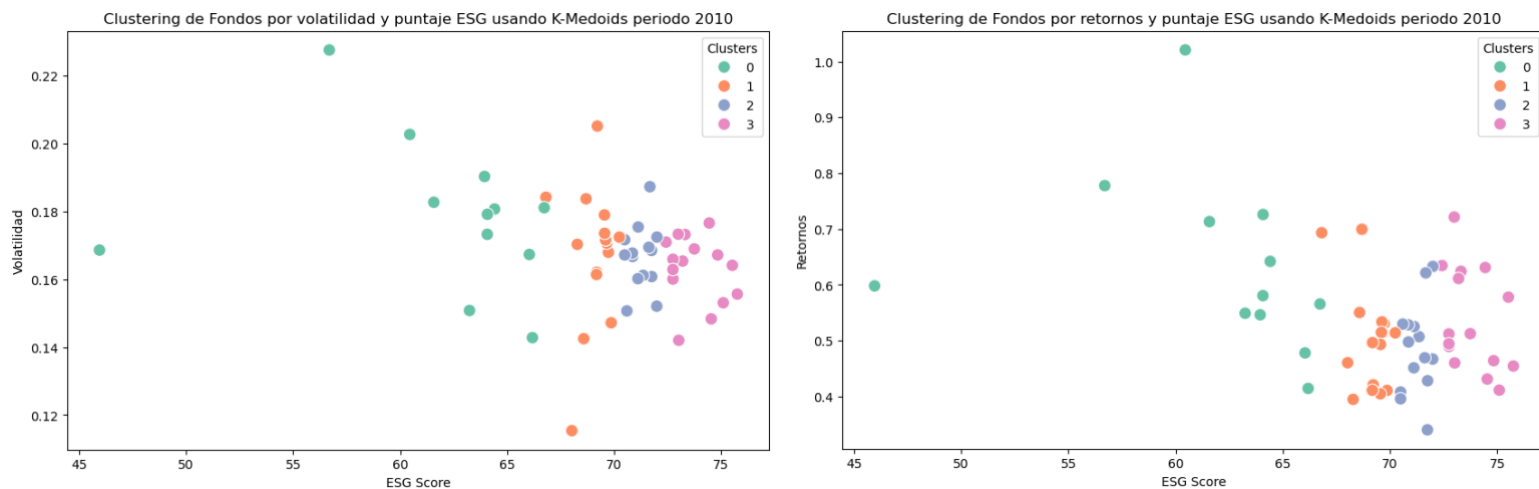
En la Tabla 12 se muestra el resultado de agrupación obtenido por el método de k-medoid durante el periodo de incertidumbre económica del 2010 en comparación con el índice de mercados y activos refugio.

Tabla 12. Resultado desempeño fondos agrupados por clúster k-medoid para el periodo 2010

Clúster	Sharpe Ratio	Sortino Ratio	Treynor Ratio	Alpha de Jensen	Beta	Volatilidad	Retornos	ESG Score	No. Fondos
0	2,550	4,050	0,030	0,100	0,990	0,180	0,630	61,95	12
1	2,280	3,720	0,020	0,020	0,980	0,170	0,500	69,11	16
2	2,200	3,570	0,020	0,010	0,980	0,170	0,490	71,26	14
3	2,440	3,980	0,030	0,050	0,960	0,160	0,540	73,81	15
SP500	2,212	3,471				0,166	0,484		
GOLD	2,251	3,116	0,074	0,226	0,280	0,146	0,429		
US_T_3M	-11,829	-31,507	0,896	-0,029	-0,002	0,002	-0,001		

En la Figura 7 se muestra un gráfico de dispersión de volatilidad y retorno sobre el eje de la variable dependiente versus la puntuación ESG de cada fondo como variable independiente. Se clasifica por colores los clústeres de la agrupación por fondos de acuerdo con su puntuación.

Figura 7. *Dispersión volatilidad/retorno vs ESG Score por clúster k-medoids periodo 2010*



Se observa que todos en todos los clústeres el indicador Jensen es positivo, con mayor valor en el clúster no. 0. Lo cual indica que todos los grupos generaron un alfa con respecto al retorno del mercado. Para el caso de Sharpe y Sortino se presenta el mayor valor en clúster no. 0 y seguido por el clúster no. 4, el cual es que presenta la mayor puntuación ESG. Esto indica un mejor desempeño sobre el exceso de retorno por unidad de riesgo adicionando los retornos negativos, en comparación con el resto de los clústeres, el índice de mercado y activos refugio. Se presenta un menor factor beta en el clúster no. 3 indicando una menor sensibilidad a los retornos del mercado. Se evidencia que la volatilidad se reduce en los clústeres más altos, pero no logran superar en ese aspecto los resultados de los activos refugio.

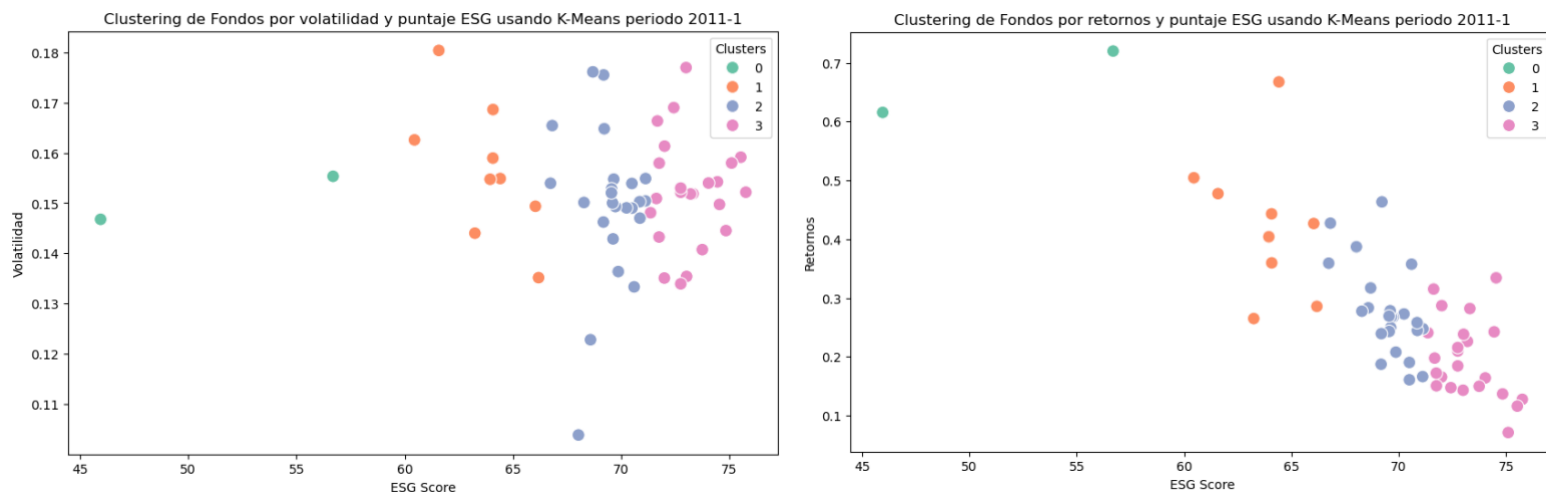
En la Tabla 13 se muestra el resultado de agrupación obtenido por el método de k-mean durante el periodo de incertidumbre económica del 2011-1 en comparación con el índice de mercados y activos refugio.

Tabla 13. Resultado desempeño fondos agrupados por clúster k-mean para el periodo 2011-1

Clúster	Sharpe Ratio	Sortino Ratio	Treynor Ratio	Alpha de Jensen	Beta	Volatilidad	Retornos	ESG Score	No. Fondos
0	3,160	5,170	0,030	0,300	0,910	0,150	0,670	51,32	2
1	2,030	3,680	0,020	0,140	0,930	0,160	0,430	63,78	9
2	1,420	2,250	0,010	0,030	0,930	0,150	0,280	69,50	24
3	0,960	1,420	0,010	-0,040	0,950	0,150	0,200	73,19	23
SP500	1,254	1,856				0,155	0,256		
GOLD	-0,571	-0,594	-0,051	-0,086	0,085	0,122	-0,035		
US T 3M	-11,945	-19,734	1,032	-0,033	-0,002	0,003	0,000		

En la Figura 8 se muestra un gráfico de dispersión de volatilidad y retorno sobre el eje de la variable dependiente versus la puntuación ESG de cada fondo como variable independiente. Se clasifica por colores los clústeres de la agrupación por fondos de acuerdo con su puntuación.

Figura 8. Dispersión volatilidad/retorno vs ESG Score por clúster k-mean periodo 2011-1



En los resultados correspondiente a este periodo se evidencia que un mejor desempeño en todos los indicadores en los clústeres de menor puntuación ESG. No se observa un mejor comportamiento en la volatilidad en el clúster más alto con respecto al resto. Solamente los

clústeres no. 0 y 1 logran superar el desempeño del mercado y todos los clústeres superaron los indicadores de los activos refugio. Se destaca que el clúster no. 0 logra superar con bastante distancia los resultados del resto. Para este caso, no se logra identificar que la hipótesis se cumpla para los fondos con mayor puntuación presenten un mejor desempeño. A diferencia, ocurre el escenario contrario.

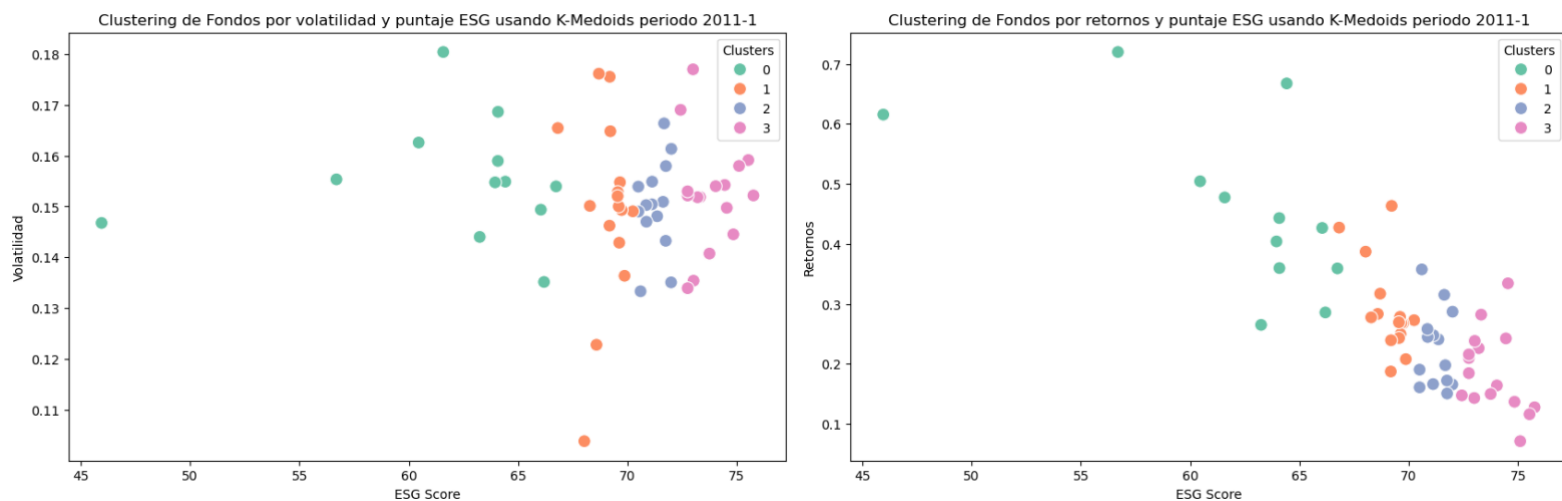
En la Tabla 14 se muestra el resultado de agrupación obtenido por el método de k-medoid durante el periodo de incertidumbre económica del 2011-1 en comparación con el índice de mercados y activos refugio.

Tabla 14. Resultado desempeño fondos agrupados por clúster k-medoid para el periodo 2011-1

Clúster	Sharpe Ratio	Sortino Ratio	Treynor Ratio	Alpha de Jensen	Beta	Volatilidad	Retornos	ESG Score	No. Fondos
0	2,200	3,860	0,020	0,160	0,930	0,160	0,460	61,95	12
1	1,490	2,350	0,020	0,040	0,930	0,150	0,290	69,11	16
2	1,130	1,760	0,010	-0,010	0,940	0,150	0,230	71,26	14
3	0,910	1,340	0,010	-0,050	0,950	0,150	0,190	73,82	16
SP500	1,254	1,856				0,155	0,256		
GOLD	-0,571	-0,594	-0,051	-0,086	0,085	0,122	-0,035		
US T 3M	-11,945	-19,734	1,032	-0,033	-0,002	0,003	0,000		

En la Figura 9 se muestra un gráfico de dispersión de volatilidad y retorno sobre el eje de la variable dependiente versus la puntuación ESG de cada fondo como variable independiente. Se clasifica por colores los clústeres de la agrupación por fondos de acuerdo con su puntuación.

Figura 9. *Dispersión volatilidad/retorno vs ESG Score por clúster k-medoids periodo 2011-1*



Se confirma el escenario realizado por el método de k-mean. En el cual los clústeres de menor puntuación ESG presentan los mejores desempeños. En la Figura 9 se puede identificar incluso una relación inversa en el eje de puntuación ESG y retornos para cada uno de los fondos del clúster. Para el caso del indicador Sortino que evalúa el exceso de retornos con el riesgo de pérdidas, el clúster no. 0 sigue presentando el mejor resultado.

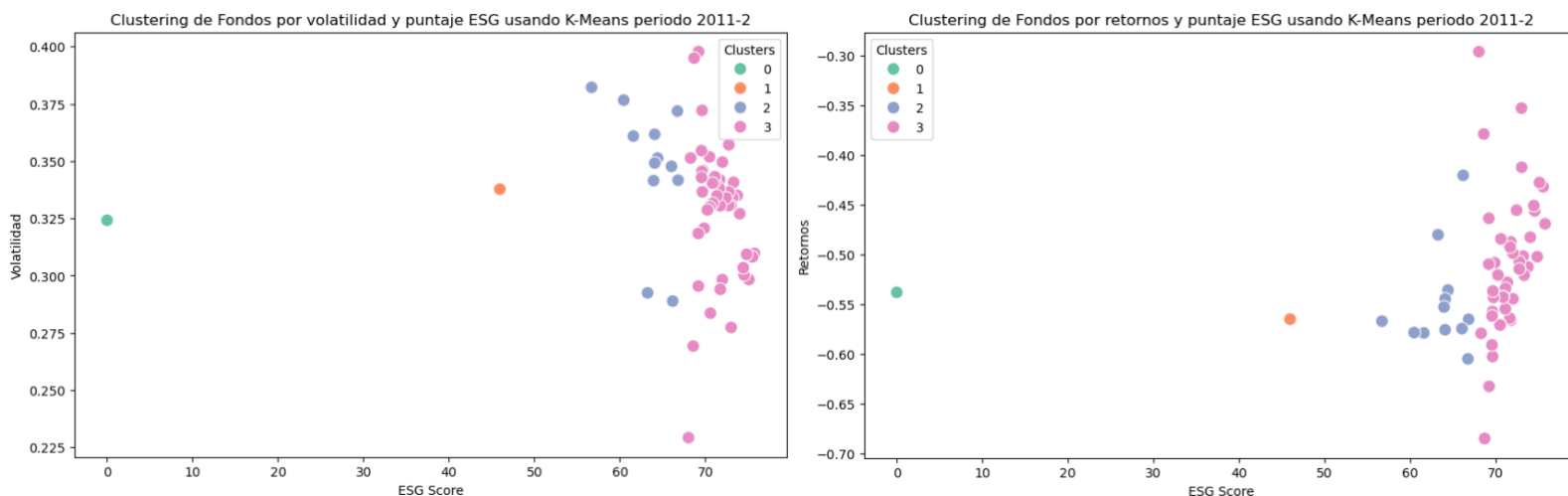
En la Tabla 15 se muestra el resultado de agrupación obtenido por el método de k-mean durante el periodo de incertidumbre económica del 2011-2 en comparación con el índice de mercados y activos refugio.

Tabla 15. Resultado desempeño fondos agrupados por clúster k-mean para el periodo 2011-2

Clúster	Sharpe Ratio	Sortino Ratio	Treynor Ratio	Alpha de Jensen	Beta	Volatilidad	Retornos	ESG Score	No. Fondos
0	-2,480	-3,310	-0,050	-0,090	0,940	0,320	-0,540	0,00	1
1	-2,550	-3,550	-0,060	-0,190	0,890	0,340	-0,570	45,96	1
2	-2,380	-3,240	-0,050	-0,080	0,990	0,350	-0,550	63,69	12
3	-2,290	-3,070	-0,050	-0,040	0,950	0,330	-0,510	71,51	45
SP500	-2,252	-3,009				0,335	-0,515		
GOLD	1,568	2,302	-0,092	0,219	-0,307	0,287	0,617		
US T 3M	-11,552	-16,944	-1,454	-0,030	0,001	0,003	0,000		

En la Figura 10 se muestra un gráfico de dispersión de volatilidad y retorno sobre el eje de la variable dependiente versus la puntuación ESG de cada fondo como variable independiente. Se clasifica por colores los clústeres de la agrupación por fondos de acuerdo con su puntuación.

Figura 10. Dispersión volatilidad/retorno vs ESG Score por clúster k-mean periodo 2011-2



En esta metodología el clúster no. 3 logra conseguir los mejores resultados en los indicadores de Sharpe, Sortino, Treynor y Jensen. Sin embargo, no logra superar al mercado de referencia y al activo refugio como el oro. Adicional, en la Figura # se puede observar una alta variación en los rangos de volatilidad y retornos de los fondos que componen el clúster no. 3.

Como en otros periodos que se podía observar una concentración más alta en los clústeres más altos en la Figura de volatilidad.

Otro aspecto importante, es la agrupación de los clústeres. En esta metodología asigna por su puntuación más fondos a los clústeres no. 2 y 3 debido a que son los de mayor representación en la muestra.

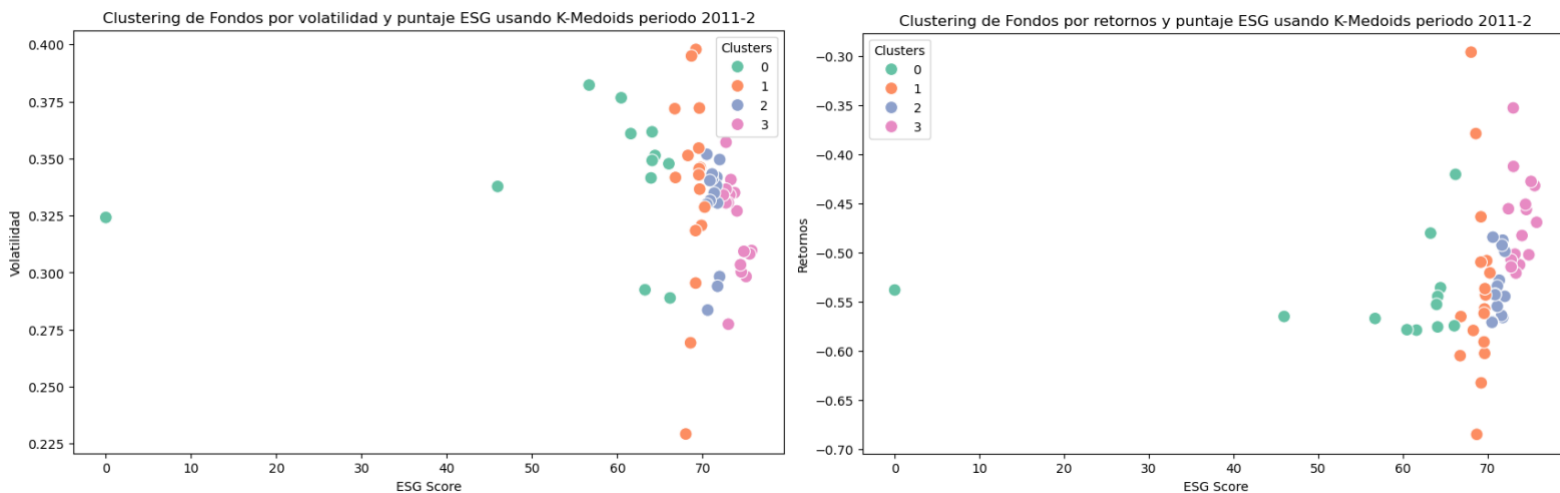
En la Tabla 16 se muestra el resultado de agrupación obtenido por el método de k-medoid durante el periodo de incertidumbre económica del 2011-2 en comparación con el índice de mercados y activos refugio.

Tabla 16. Resultado desempeño fondos agrupados por clúster k-medoid para el periodo 2011-2

Clúster	Sharpe Ratio	Sortino Ratio	Treynor Ratio	Alpha de Jensen	Beta	Volatilidad	Retornos	ESG Score	No. Fondos
0	-2,380	-3,240	-0,050	-0,090	0,970	0,340	-0,540	56,39	12
1	-2,400	-3,250	-0,050	-0,080	0,980	0,340	-0,540	68,97	17
2	-2,420	-3,230	-0,050	-0,070	0,960	0,330	-0,530	71,26	14
3	-2,080	-2,780	-0,050	0,030	0,930	0,320	-0,470	73,82	16
SP500	-2,252	-3,009				0,335	-0,515		
GOLD	1,568	2,302	-0,092	0,219	-0,307	0,287	0,617		
US_T_3M	-11,552	-16,944	-1,454	-0,030	0,001	0,003	0,000		

En la Figura 11 se muestra un gráfico de dispersión de volatilidad y retorno sobre el eje de la variable dependiente versus la puntuación ESG de cada fondo como variable independiente. Se clasifica por colores los clústeres de la agrupación por fondos de acuerdo con su puntuación.

Figura 11. *Dispersión volatilidad/retorno vs ESG Score por clúster k-medoids periodo 2011-2*



Para el caso de la metodología k-medoid, en la agrupación se asigna una mayor representación de fondos en cada clúster. Los resultados en los todos los indicadores de desempeño de retorno y riesgo favorecen al clúster no. 3, el cual presenta la mayor puntuación ESG de la muestra, por encima de resto de clústeres y superando en resultados al mercado de referencia. La volatilidad se reduce levemente en la medida que se escala la puntuación, acompañado de un mayor retorno en los clústeres más altos a un ritmo bajo. Donde las variaciones entre clústeres son muy bajas y todos los retornos son negativos. Sin embargo, no se logra superar el desempeño de un activo refugio como el oro.

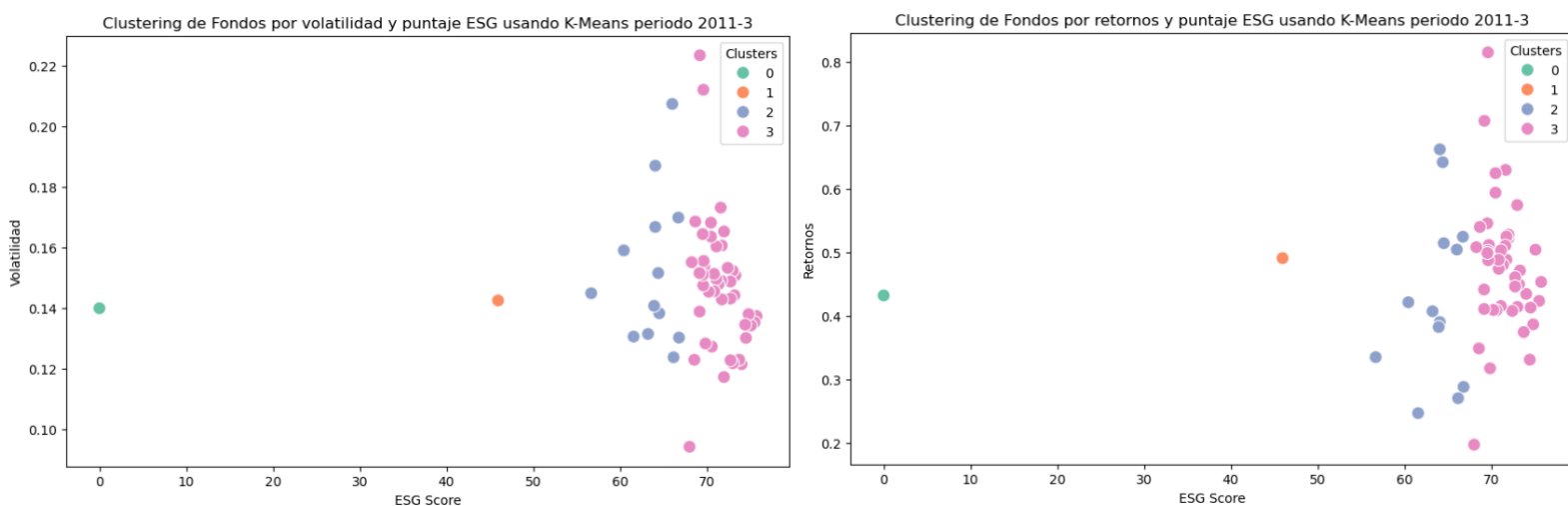
En la Tabla 17 se muestra el resultado de agrupación obtenido por el método de k-mean durante el periodo de incertidumbre económica del 2011-3 en comparación con el índice de mercados y activos refugio.

Tabla 17. Resultado desempeño fondos agrupados por clúster k-mean para el periodo 2011-3

Clúster	Sharpe Ratio	Sortino Ratio	Treynor Ratio	Alpha de Jensen	Beta	Volatilidad	Retornos	ESG Score	No. Fondos
0	2,420	3,920	0,020	0,000	0,910	0,140	0,430	0,00	1
1	2,660	3,730	0,030	0,110	0,740	0,140	0,490	45,96	1
2	2,170	3,610	0,020	-0,020	0,960	0,150	0,430	63,75	13
3	2,490	3,740	0,020	0,010	0,950	0,150	0,480	71,51	45
SP500	2,532	3,738				0,146	0,478		
GOLD	-0,032	-0,040	0,000	-0,313	0,828	0,203	0,015		
US T 3M	-12,575	-24,877	0,622	-0,021	-0,002	0,002	-0,001		

En la Figura 12 se muestra un gráfico de dispersión de volatilidad y retorno sobre el eje de la variable dependiente versus la puntuación ESG de cada fondo como variable independiente. Se clasifica por colores los clústeres de la agrupación por fondos de acuerdo con su puntuación.

Figura 12. Dispersión volatilidad/retorno vs ESG Score por clúster k-mean periodo 2011-3



Los resultados muestran que el clúster no. 1 fue el que mejor desempeño bajo el indicador de Sharpe, seguido del clúster no. 3, 0 y 2. Para el caso de Sortino fue el no. 0. Se evidencia que no existe una relación clara entre la puntuación ESG frente a los indicadores de

rentabilidad y riesgo. No es posible identificar una señal que indique mejoras en los indicadores en la medida en que sube la puntuación. Cabe mencionar que con esta metodología la agrupación de los fondos de la muestra en los diferentes clústeres, para el caso de menor puntuación es mínima.

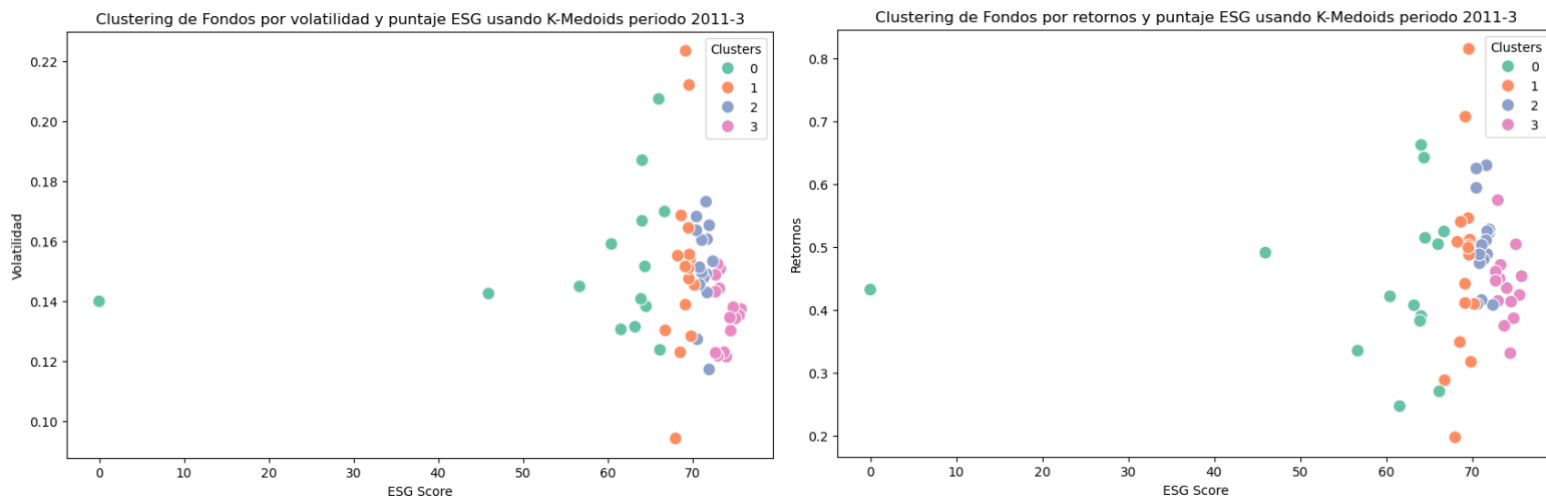
En la Tabla 18 se muestra el resultado de agrupación obtenido por el método de k-medoid durante el periodo de incertidumbre económica del 2011-3 en comparación con el índice de mercados y activos refugio.

Tabla 18. Resultado desempeño fondos agrupados por clúster k-medoid para el periodo 2011-3

Clúster	Sharpe Ratio	Sortino Ratio	Treynor Ratio	Alpha de Jensen	Beta	Volatilidad	Retornos	ESG Score	No. Fondos
0	2,250	3,700	0,020	-0,010	0,950	0,150	0,440	57,71	14
1	2,320	3,460	0,020	0,000	0,980	0,150	0,470	69,11	16
2	2,580	3,830	0,030	0,020	0,990	0,150	0,510	71,34	15
3	2,520	3,880	0,020	0,020	0,880	0,140	0,440	73,91	15
SP500	2,532	3,738				0,146	0,478		
GOLD	-0,032	-0,040	0,000	-0,313	0,828	0,203	0,015		
US T 3M	-12,575	-24,877	0,622	-0,021	-0,002	0,002	-0,001		

En la Figura 13 se muestra un gráfico de dispersión de volatilidad y retorno sobre el eje de la variable dependiente versus la puntuación ESG de cada fondo como variable independiente. Se clasifica por colores los clústeres de la agrupación por fondos de acuerdo con su puntuación.

Figura 13. *Dispersión volatilidad/retorno vs ESG Score por clúster k-medoids periodo 2011-3*



En este escenario ocurre algo interesante y es que empiezan a destacar con mejor desempeño en los clústeres no. 2 y 3. El indicador de Sortino es superior en el clúster no. 3, el cual habla de una mejor relación de riesgo y retorno sobre las pérdidas durante el periodo de evaluación, añadiendo que presentó el factor beta más bajo reduciendo la sensibilidad a las variaciones del mercado. Sin embargo, si se compara con el indicador Treynor el clúster no. 3 no logra superar en exceso de retorno al no. 2.

El clúster no. 3 no logra superar el retorno del mercado, solamente el clúster no. 2. En el componente de volatilidad se observa una reducción leve hacia los clústeres de mejor puntuación ESG. Todos los grupos lograron superar los retornos de los activos refugio y estuvieron bastante alineados con el mercado, el cual se logra ubicar en el indicador de Jensen.

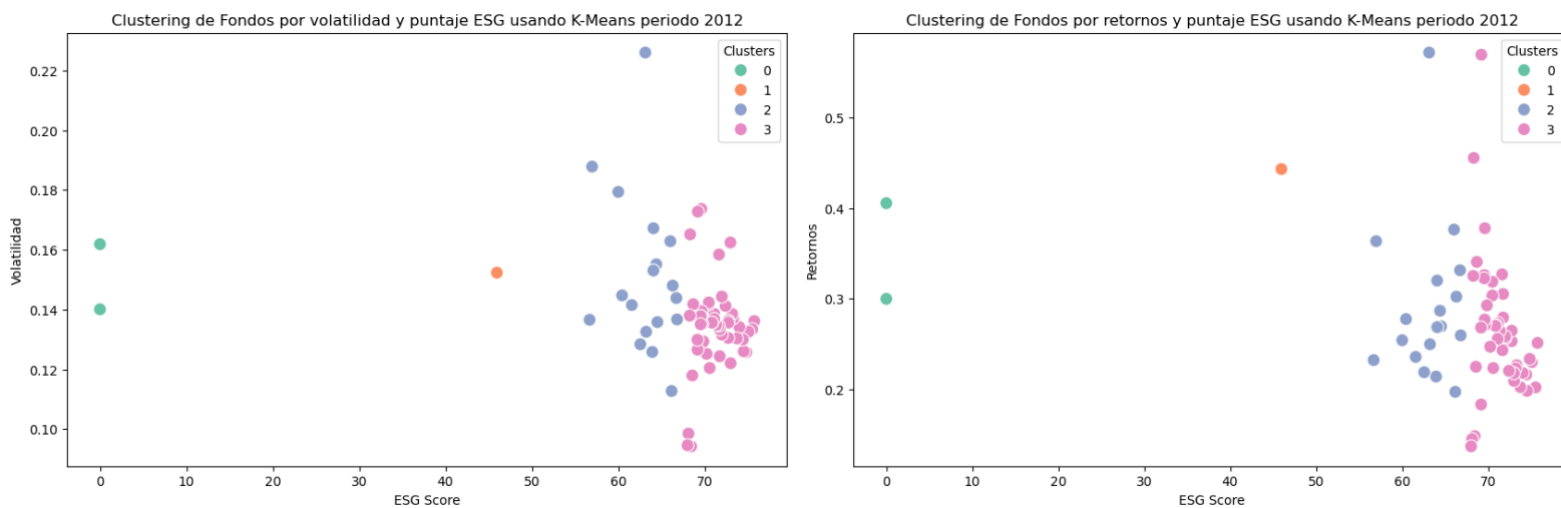
En la Tabla 19 se muestra el resultado de agrupación obtenido por el método de k-mean durante el periodo de incertidumbre económica del 2012 en comparación con el índice de mercados y activos refugio.

Tabla 19. Resultado desempeño fondos agrupados por clúster k-mean para el periodo 2012

Clúster	Sharpe Ratio	Sortino Ratio	Treynor Ratio	Alpha de Jensen	Beta	Volatilidad	Retornos	ESG Score	No. Fondos
0	1,890	2,870	0,020	0,100	0,830	0,150	0,350	0,00	2
1	2,310	3,870	0,020	0,150	0,900	0,150	0,440	45,96	1
2	1,570	2,500	0,020	0,020	0,940	0,150	0,290	63,21	18
3	1,610	2,690	0,010	0,010	0,930	0,130	0,260	71,30	48
SP500	1,680	2,739				0,135	0,273		
GOLD	0,446	0,675	0,008	-0,039	0,422	0,127	0,074		
US_T_3M	-7,179	-10,136	0,315	-0,015	-0,003	0,002	-0,001		

En la Figura 14 se muestra un gráfico de dispersión de volatilidad y retorno sobre el eje de la variable dependiente versus la puntuación ESG de cada fondo como variable independiente. Se clasifica por colores los clústeres de la agrupación por fondos de acuerdo con su puntuación.

Figura 14. Dispersión volatilidad/retorno vs ESG Score por clúster k-mean periodo 2012



Para este periodo de análisis se presenta un mejor desempeño por indicadores Sharpe, Sortino, Treynor y Jensen en los clústeres no. 1 y 0 superando al resto de grupo y al mercado de referencia. Por lo tanto, no se evidencia relación directa entre los clústeres de mejor puntuación ESG con mejor desempeño en retorno y riesgo. Un aspecto interesante y que se repite en varios periodos de incertidumbre es la reducción de la volatilidad para los clústeres con puntuación más alta. Debido a que el factor beta en todos los grupos es menor a 1, se presenta un indicador Jensen positivo para todos los clústeres. Adicionalmente, superan el desempeño de los activos refugio como el oro y los bonos del tesoro a corto plazo.

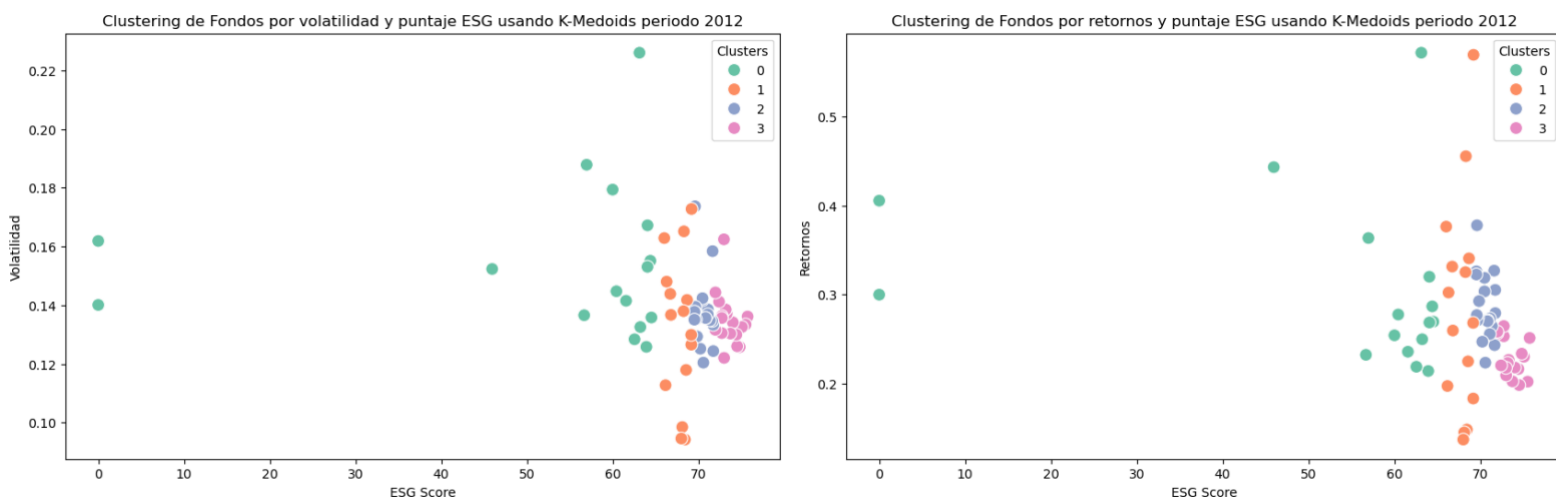
En la Tabla 20 se muestra el resultado de agrupación obtenido por el método de k-medoid durante el periodo de incertidumbre económica del 2012 en comparación con el índice de mercados y activos refugio.

Tabla 20. Resultado desempeño fondos agrupados por clúster k-medoid para el periodo 2012

Clúster	Sharpe Ratio	Sortino Ratio	Treynor Ratio	Alpha de Jensen	Beta	Volatilidad	Retornos	ESG Score	No. Fondos
0	1,620	2,560	0,020	0,040	0,910	0,150	0,310	53,23	16
1	1,690	2,840	0,020	0,030	0,890	0,130	0,280	67,87	15
2	1,720	2,870	0,020	0,020	0,960	0,140	0,290	70,57	20
3	1,430	2,370	0,010	-0,020	0,950	0,130	0,230	73,62	18
SP500	1,680	2,739				0,135	0,273		
GOLD	0,446	0,675	0,008	-0,039	0,422	0,127	0,074		
US T 3M	-7,179	-10,136	0,315	-0,015	-0,003	0,002	-0,001		

En la Figura 15 se muestra un gráfico de dispersión de volatilidad y retorno sobre el eje de la variable dependiente versus la puntuación ESG de cada fondo como variable independiente. Se clasifica por colores los clústeres de la agrupación por fondos de acuerdo con su puntuación.

Figura 15. *Dispersión volatilidad/retorno vs ESG Score por clúster k-medoids periodo 2012*



Para este periodo de análisis se presenta un mejor desempeño por indicadores Sharpe, Sortino, Treynor y Jensen en los clústeres no. 2 y 1 superando al resto de grupo y al mercado de referencia. Por lo tanto, se continua sin evidencia de relación directa entre los clústeres de mejor puntuación ESG con mejor desempeño en retorno y riesgo. Incluso el indicador Jensen es negativo solamente para el clúster no. 3 que corresponde al de mejor puntuación.

En el componente de volatilidad, el rango de variación entre los diferentes clústeres es mínimo. El de menor valor corresponde a los clústeres no. 3 y 1. Para el caso de los retornos durante el periodo los mejores clústeres son el no. 0 y 2. Un aspecto relevante es que en la Figura # se observa que los fondos que componen el clúster no. 3, con mayor puntuación y agrupados por el método de k-medoid, tienden a presentar una mayor concentración en los ejes de volatilidad y riesgo. Este escenario se ha repetido en otros periodos de incertidumbre.

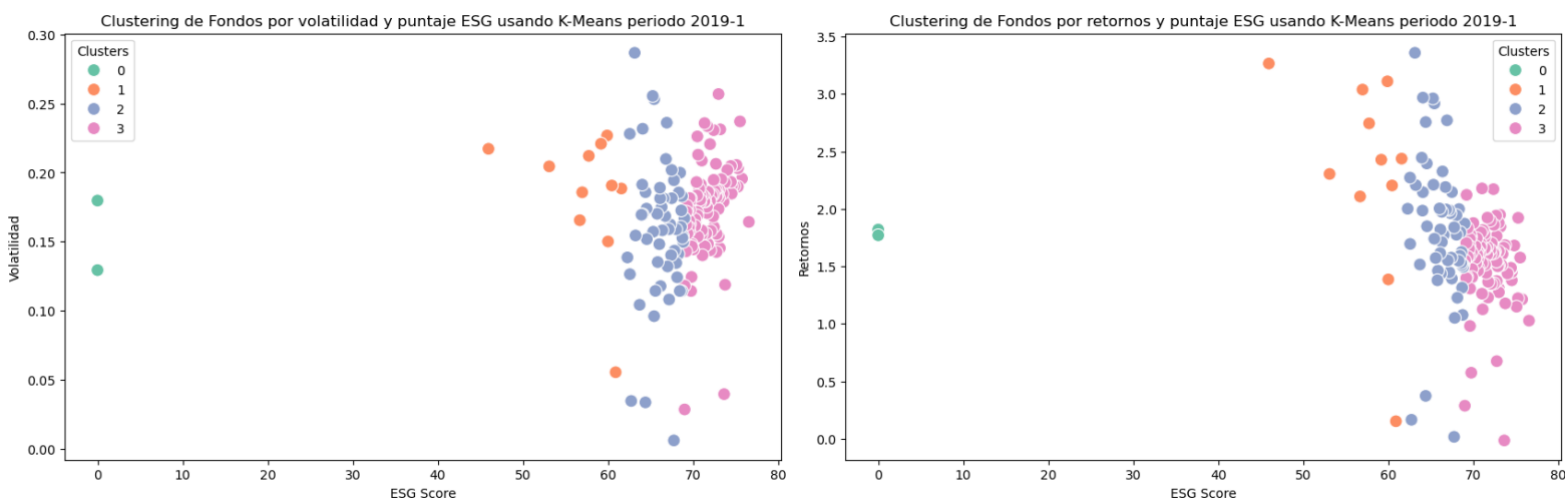
En la Tabla 21 se muestra el resultado de agrupación obtenido por el método de k-mean durante el periodo de incertidumbre económica del 2019-1 en comparación con el índice de mercados y activos refugio.

Tabla 21. Resultado desempeño fondos agrupados por clúster k-mean para el periodo 2019-1

Clúster	Sharpe Ratio	Sortino Ratio	Treynor Ratio	Alpha de Jensen	Beta	Volatilidad	Retornos	ESG Score	No. Fondos
0	6,660	9,740	0,080	0,280	0,810	0,150	1,800	0,00	2
1	5,840	9,650	0,080	0,290	0,920	0,180	2,290	57,50	11
2	6,210	9,960	-0,300	0,260	0,800	0,160	1,810	66,30	58
3	5,180	7,970	0,070	0,100	0,890	0,170	1,540	71,76	95
SP500	4,834	6,119				0,185	1,511		
GOLD	3,154	7,133	-0,106	0,435	-0,169	0,090	0,363		
US T 3M	-3,728	-1,639	20,662	-0,026	0,000	0,007	0,000		

En la Figura 16 se muestra un gráfico de dispersión de volatilidad y retorno sobre el eje de la variable dependiente versus la puntuación ESG de cada fondo como variable independiente. Se clasifica por colores los clústeres de la agrupación por fondos de acuerdo con su puntuación.

Figura 16. Dispersión volatilidad/retorno vs ESG Score por clúster k-mean periodo 2019-1



Para este escenario no se evidencia un mejor desempeño para los clústeres compuestos por los fondos de mayor puntuación ESG en comparación con el resto de los grupos. Sin embargo, todos consiguieron un mejor desempeño por indicadores de riesgo y retorno que el mercado de referencia e incluso que los activos refugios como el oro y bonos del tesoro a corto plazo. Se comprueba por medio del indicador Jensen el cual, los valores son positivos generando un alfa al mercado durante ese periodo. El indicador Treynor para el clúster no. 2 corresponde a un dato atípico de un fondo que presentó un factor beta cercano a 0 y el exceso de retorno fue negativo. Por lo tanto, disparó el indicador hacia un valor no común en la muestra. En la Figura # se observa una concentración fuerte de fondos en el clúster no. 3 particularmente en el eje de retornos exceptuando unos pocos que se alejan de la muestra por lo que su comportamiento es más homogéneo que el resto.

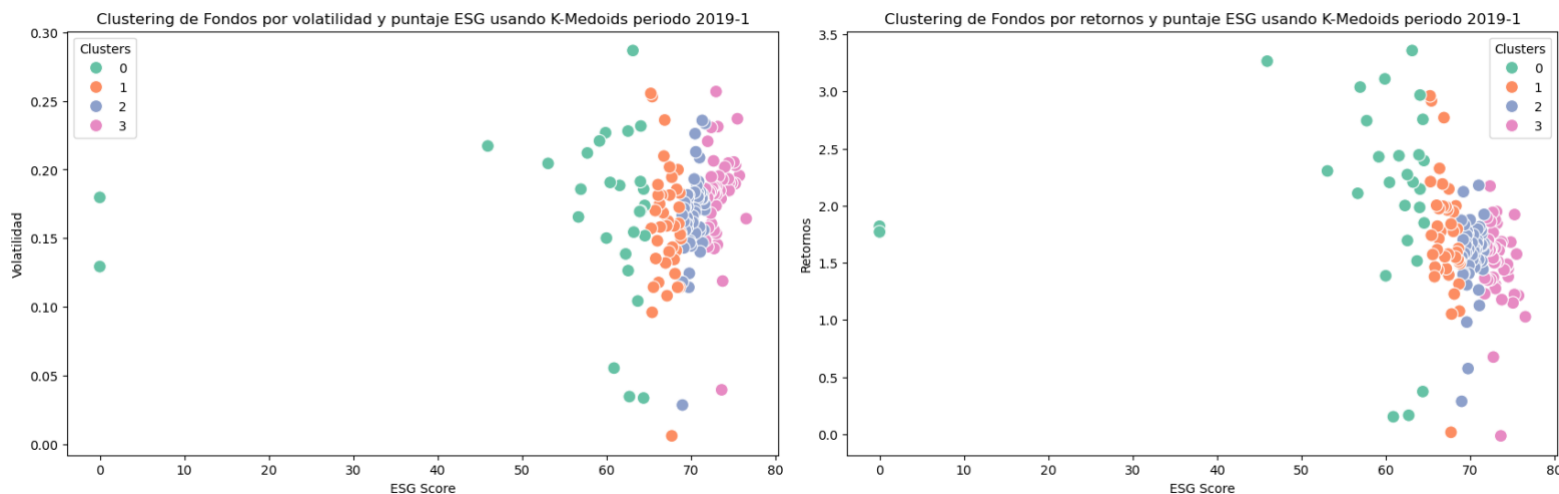
En la Tabla 22 se muestra el resultado de agrupación obtenido por el método de k-medoid durante el periodo de incertidumbre económica del 2019-1 en comparación con el índice de mercados y activos refugio.

Tabla 22. Resultado desempeño fondos agrupados por clúster k-medoid para el periodo 2019-1

Clúster	Sharpe Ratio	Sortino Ratio	Treynor Ratio	Alpha de Jensen	Beta	Volatilidad	Retornos	ESG Score	No. Fondos
0	6,340	10,390	0,080	0,300	0,850	0,170	2,100	56,67	28
1	6,050	9,620	-0,450	0,250	0,800	0,160	1,730	67,19	42
2	5,550	8,970	0,080	0,150	0,850	0,170	1,580	70,31	51
3	4,790	6,880	0,060	0,040	0,940	0,180	1,500	73,35	45
SP500	4,834	6,119				0,185	1,511		
GOLD	3,154	7,133	-0,106	0,435	-0,169	0,090	0,363		
US T 3M	-3,728	-1,639	20,662	-0,026	0,000	0,007	0,000		

En la Figura 17 se muestra un gráfico de dispersión de volatilidad y retorno sobre el eje de la variable dependiente versus la puntuación ESG de cada fondo como variable independiente. Se clasifica por colores los clústeres de la agrupación por fondos de acuerdo con su puntuación.

Figura 17. *Dispersión volatilidad/retorno vs ESG Score por clúster k-medoids periodo 2019-1*



Por el método de agrupación k-medoid se confirma el resultado, el mejor desempeño corresponde a los clústeres 0, 1 y 2 respectivamente que terminaron superando en indicadores de riesgo y retorno al mercado de referencia y activos refugio como el oro y bonos del tesoro a corto plazo. Todos los clústeres lograron un indicador Jensen positivo generando un factor alfa sobre el mercado de referencia. Para el caso del clúster no. 3 se puede analizar que corresponde a un menor resultado el factor beta de sensibilidad frente la variación del mercado. Lo cual le permitió que alcanzara un mejor retorno por riesgo al mercado, más que si se compara con el retorno y volatilidad obtenido.

Como se menciona en el análisis por el método k-mean, el indicador Treynor para el clúster no. 1 corresponde a un dato atípico de un fondo que presento un factor beta cercano a 0 y

el exceso de retorno fue negativo. Por lo tanto, disparo el indicador hacia un valor no común en la muestra.

Para este caso se continua con los resultados sin lograr encontrar un mejor desempeño en los clústeres con mejor puntuación ESG. Incluso no se observa para este caso reducción en la volatilidad. Se observa en la Figura # una concentración mayor en los clústeres 2 y 3 en los ejes de volatilidad y retorno. Sin embargo, no parece existir una relación que permita asociar a un mejor desempeño que el resto de los clústeres que presentan una menor puntuación.

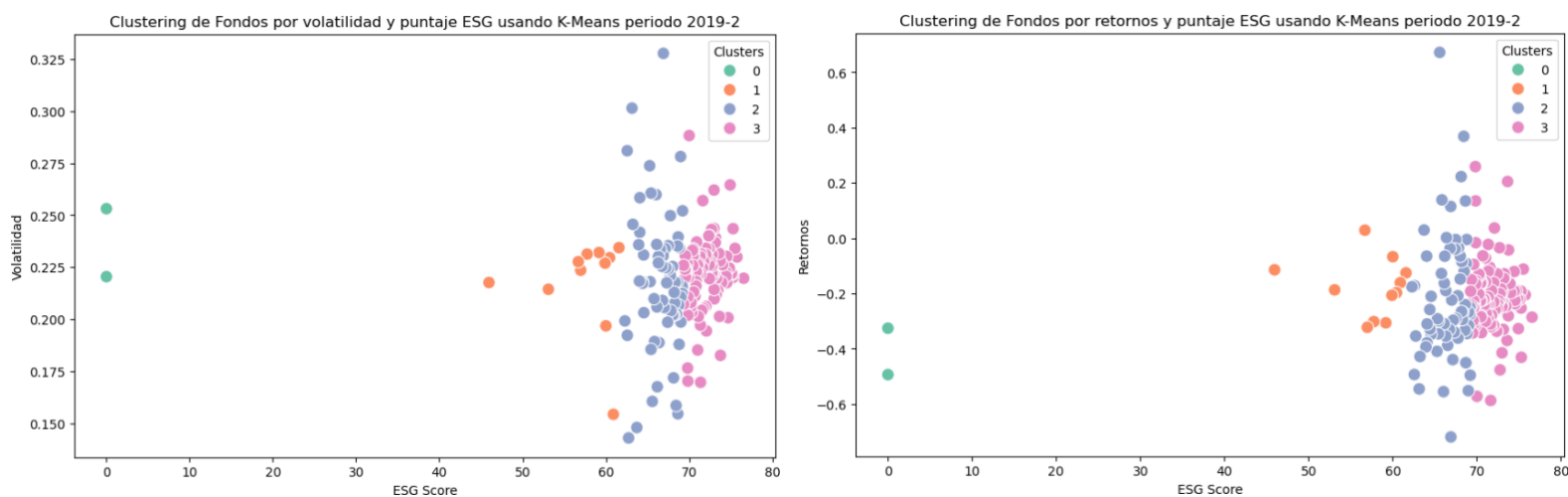
En la Tabla 23 se muestra el resultado de agrupación obtenido por el método de k-mean durante el periodo de incertidumbre económica del 2019-2 en comparación con el índice de mercados y activos refugio.

Tabla 23. Resultado desempeño fondos agrupados por clúster k-mean para el periodo 2019-2

Clúster	Sharpe Ratio	Sortino Ratio	Treynor Ratio	Alpha de Jensen	Beta	Volatilidad	Retornos	ESG Score	No. Fondos
0	-2,310	-3,190	-0,030	-0,270	1,040	0,240	-0,410	0,00	2
1	-1,020	-1,430	-0,010	0,030	0,950	0,220	-0,180	57,50	11
2	-1,280	-1,790	-0,020	-0,050	0,960	0,220	-0,220	66,58	66
3	-1,180	-1,620	-0,020	-0,010	0,980	0,220	-0,210	72,00	97
SP500	-1,215	-1,611				0,223	-0,223		
GOLD	6,234	17,893	-0,133	0,855	-0,466	0,157	1,713		
US T 3M	-4,760	-3,680	-0,281	-0,034	0,008	0,008	-0,018		

En la Figura 18 se muestra un gráfico de dispersión de volatilidad y retorno sobre el eje de la variable dependiente versus la puntuación ESG de cada fondo como variable independiente. Se clasifica por colores los clústeres de la agrupación por fondos de acuerdo con su puntuación.

Figura 18. *Dispersión volatilidad/retorno vs ESG Score por clúster k-mean periodo 2019-2*



Los resultados obtenidos por medio del método de agrupación k-mean arrojan un mejor desempeño por los indicadores Sharpe, Sortino y Treynor y para los clústeres no. 1 y 3 superando al mercado de referencia y bonos del tesoro a corto plazo, pero quedando bastante rezagados frente al activo refugio como el oro. En el componente de volatilidad se presentaron bajas variaciones entre los clústeres, pero presentando un menor valor en los clústeres con puntuación ESG más altos. En los retornos no parece existir un patrón que pueda mostrar un mejor resultado para los clústeres con mejor puntuación. Sin embargo, los 3 clústeres de puntuación más alta lograron superar los retornos del mercado. El clúster no. 1 fue el único que arrojó un Jensen positivo, lo cual supera bajo ese criterio por riesgo y retorno al mercado de referencia, pero no se encuentra todavía relación en la mejora de desempeño en los de mayor puntuación.

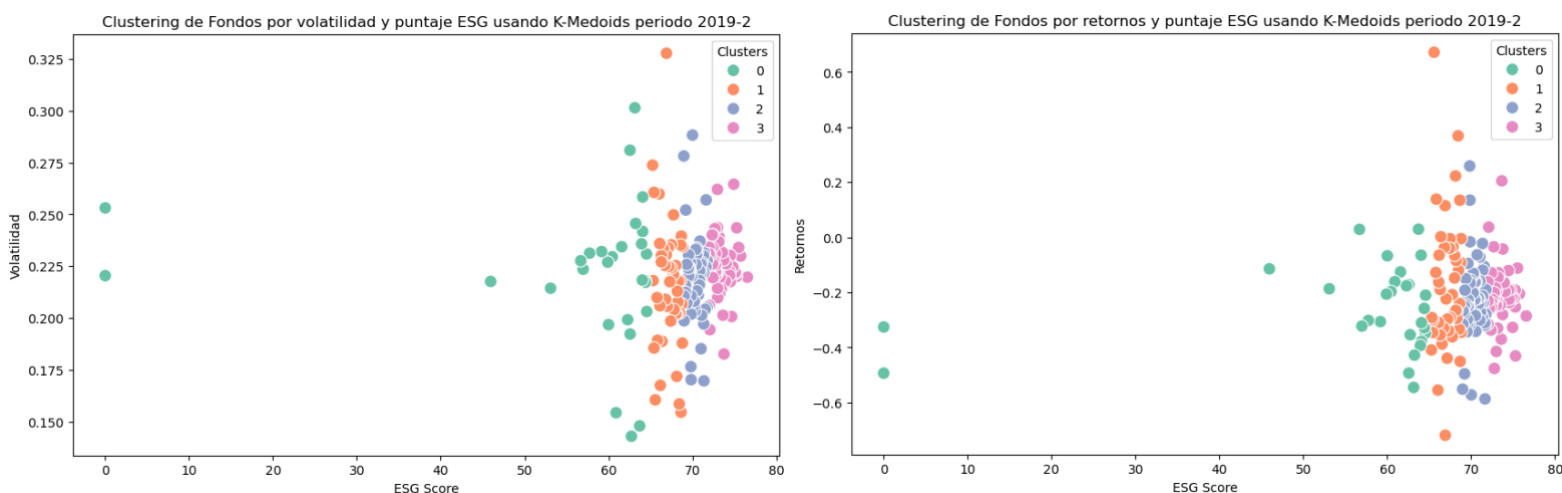
En la Tabla 24 se muestra el resultado de agrupación obtenido por el método de k-medoid durante el periodo de incertidumbre económica del 2019-2 en comparación con el índice de mercados y activos refugio.

Tabla 24. Resultado desempeño fondos agrupados por clúster k-medoid para el periodo 2019-2

Clúster	Sharpe Ratio	Sortino Ratio	Treynor Ratio	Alpha de Jensen	Beta	Volatilidad	Retornos	ESG Score	No. Fondos
0	-1,480	-2,040	-0,020	-0,070	0,970	0,220	-0,260	56,67	28
1	-1,030	-1,460	-0,010	0,000	0,940	0,220	-0,180	67,23	45
2	-1,270	-1,780	-0,020	-0,030	0,970	0,220	-0,230	70,34	55
3	-1,190	-1,600	-0,020	0,000	0,990	0,230	-0,220	73,53	48
SP500	-1,215	-1,611				0,223	-0,223		
GOLD	6,234	17,893	-0,133	0,855	-0,466	0,157	1,713		
US T 3M	-4,760	-3,680	-0,281	-0,034	0,008	0,008	-0,018		

En la Figura 19 se muestra un gráfico de dispersión de volatilidad y retorno sobre el eje de la variable dependiente versus la puntuación ESG de cada fondo como variable independiente. Se clasifica por colores los clústeres de la agrupación por fondos de acuerdo con su puntuación.

Figura 19. Dispersión volatilidad/retorno vs ESG Score por clúster k-medoids periodo 2019-2



En los resultados por el método de k-medoid para este periodo se observa como aumenta el factor beta de sensibilidad hacia las variaciones del mercado de referencia en el clúster no. 3 llegando casi a 1 y en términos de desempeño supera ligeramente en indicadores de riesgo y retorno al mercado. Sin embargo, el clúster de mejor desempeño fue el no. 1 el cual presenta una puntuación ESG promedio de 67,23. Cuando en el clúster más alto, la puntuación es de 73,53. Estos dos clústeres bajo el indicador Jensen, no tuvieron un exceso de retorno por riesgo superior al mercado. Alineado con el resto de los clústeres que no sufrieron mayores variaciones en los indicadores. En el componente de volatilidad no se evidencia relación directa con la puntuación ESG y el retorno tampoco parece seguir un patrón establecido.

En la Figura 19 se observa una característica que se ha estado identificando para otros periodos, que corresponde a una mayor concentración de fondos en el clúster no. 3 con respecto al resto. Lo cual permite inferir un atributo de cierta homogeneidad hacia los fondos de mayor puntuación ESG.

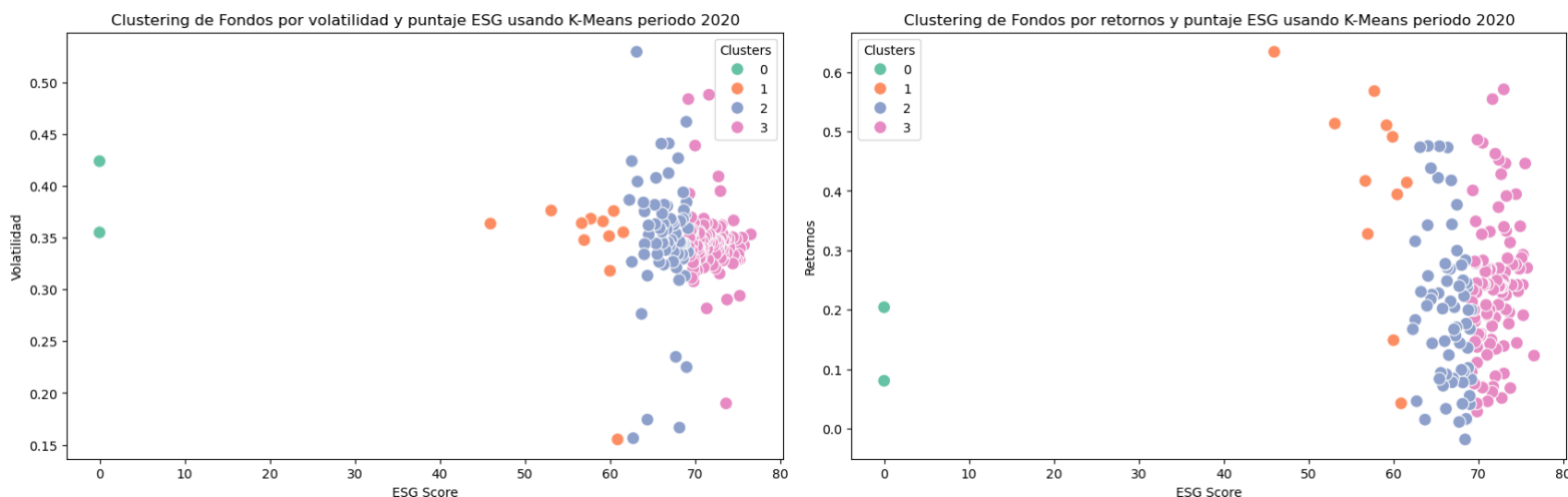
En la Tabla 25 se muestra el resultado de agrupación obtenido por el método de k-mean durante el periodo de incertidumbre económica del 2020 en comparación con el índice de mercados y activos refugio.

Tabla 25. Resultado desempeño fondos agrupados por clúster k-mean para el periodo 2020

Clúster	Sharpe Ratio	Sortino Ratio	Treynor Ratio	Alpha de Jensen	Beta	Volatilidad	Retornos	ESG Score	No. Fondos
0	0,310	0,360	0,010	-0,100	1,060	0,390	0,140	0,00	2
1	0,890	1,000	0,020	0,140	0,890	0,340	0,410	57,50	11
2	0,460	0,530	0,010	-0,030	0,930	0,350	0,200	66,57	68
3	0,570	0,660	0,010	0,000	0,960	0,340	0,240	71,93	103
SP500	0,584	0,665				0,347	0,243		
GOLD	0,825	0,995	0,132	0,146	0,077	0,195	0,193		
US_T_3M	-6,547	-5,884	3,265	-0,015	0,000	0,002	0,000		

En la Figura 20 se muestra un gráfico de dispersión de volatilidad y retorno sobre el eje de la variable dependiente versus la puntuación ESG de cada fondo como variable independiente. Se clasifica por colores los clústeres de la agrupación por fondos de acuerdo con su puntuación.

Figura 20. Dispersión volatilidad/retorno vs ESG Score por clúster k-mean periodo 2020



Los resultados obtenidos por el método de agrupamiento k-mean arroja un mejor desempeño para los clústeres no. 1 y 3 respectivamente. Con una diferencia entre el uno y el otro en los indicadores de Sharpe y Sortino de alrededor de 3 puntos. Solamente el clúster no. 1 logró

superar el desempeño del mercado de referencia y los activos refugio como el oro y bonos del tesoro a corto plazo; se observa mejor revisando que el valor del indicador Jensen es positivo. Este clúster tiene una puntuación ESG de 57,5 frente al clúster de mayor puntuación con un valor de 71,93. Los clústeres no. 3 y 2 si presentaron un mejor desempeño frente al no. 0 que no presenta calificación ESG. Sin embargo, ninguno de estos logro superar el desempeño del mercado de referencia y un activo refugio como el oro.

En la Figura 20 se observa que la muestra de los fondos que pertenecen al clúster no. 0 y 1 es poco representativa con el resto de los clústeres. En el componente de volatilidad un grupo de fondos logra ubicarse por debajo del 20%, bastante destacable para un periodo de incertidumbre y en cuanto a los retornos los fondos del clúster no. 1 lograron ubicarse en un mayor valor.

En la Tabla 26 se muestra el resultado de agrupación obtenido por el método de k-medoid durante el periodo de incertidumbre económica del 2020 en comparación con el índice de mercados y activos refugio.

Tabla 26. Resultado desempeño fondos agrupados por clúster k-medoid para el periodo 2020

Clúster	Sharpe Ratio	Sortino Ratio	Treynor Ratio	Alpha de Jensen	Beta	Volatilidad	Retornos	ESG Score	No. Fondos
0	0,700	0,800	0,020	0,060	0,920	0,340	0,310	56,38	27
1	0,460	0,530	0,010	-0,030	0,930	0,350	0,200	66,75	38
2	0,460	0,540	0,010	-0,030	0,950	0,350	0,200	69,86	62
3	0,620	0,720	0,010	0,020	0,960	0,340	0,260	73,29	57
SP500	0,584	0,665				0,347	0,243		
GOLD	0,825	0,995	0,132	0,146	0,077	0,195	0,193		
US T 3M	-6,547	-5,884	3,265	-0,015	0,000	0,002	0,000		

En la Figura 21 se muestra un gráfico de dispersión de volatilidad y retorno sobre el eje de la variable dependiente versus la puntuación ESG de cada fondo como variable independiente. Se clasifica por colores los clústeres de la agrupación por fondos de acuerdo con su puntuación.

Figura 21. Dispersión volatilidad/retorno vs ESG Score por clúster k-medoids periodo 2020



En los resultados de agrupación por el método k-medoid se observa que los clústeres con mejor desempeño son el no. 0 y 3. El cual presenta un cambio con respecto al método k-mean. Permite evidenciar que los fondos con menor puntuación ESG logran empujar los resultados hacia un mejor desempeño del clúster no. 0. Superan al mercado de referencia lo cual se

corroborar con un valor positivo del indicador Jensen, pero no les alcanza para igualar el activo refugio como el oro.

Si se extrae el clúster no. 0 del análisis. Se puede observar un mejor desempeño del clúster No. 3 con respecto al no. 2 y 1 mediante la comparación de los indicadores de riesgo y retornos. Adicional, se evidencia una reducción de la volatilidad hacia el clúster de mayor puntuación y mejora en los retornos obtenidos.

En la Figura 21 se observa que el clúster no. 0 presenta un mayor rango de variación en el componente de volatilidad y retornos con respecto al resto de clústeres. Descartando unos pocos valores atípicos se encuentra que existe una alta concentración en la gráfica de volatilidad entre los rangos de 30% y 40% en los clústeres no. 1, 2 y 3. Para el caso de los retornos la variación es mucho mayor y se puede observar cómo fondos con puntuaciones entre 40 y 60 obtuvieron los valores más altos mejorando los resultados del clúster no. 0.

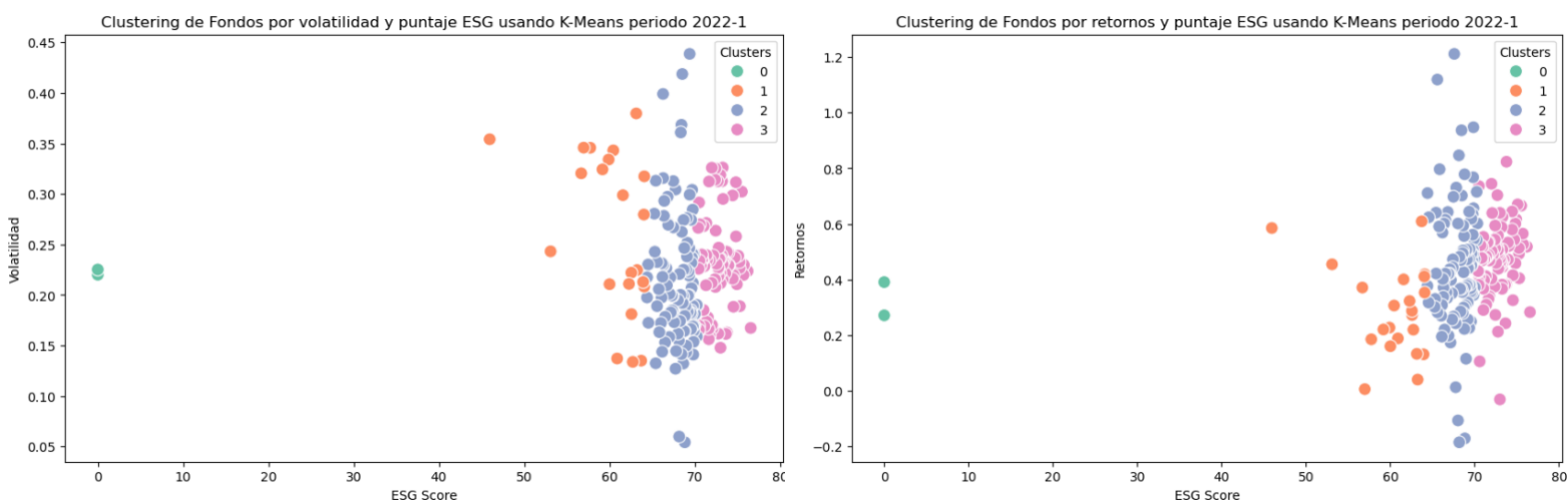
En la Tabla 27 se muestra el resultado de agrupación obtenido por el método de k-mean durante el periodo de incertidumbre económica del 2022-1 en comparación con el índice de mercados y activos refugio.

Tabla 27. Resultado desempeño fondos agrupados por clúster k-mean para el periodo 2022-1

Clúster	Sharpe Ratio	Sortino Ratio	Treynor Ratio	Alpha de Jensen	Beta	Volatilidad	Retornos	ESG Score	No. Fondos
0	1,210	2,000	0,020	-0,100	0,900	0,220	0,330	0,00	2
1	0,980	1,830	0,020	-0,220	1,080	0,260	0,290	60,40	22
2	1,680	3,110	0,020	-0,020	0,880	0,210	0,450	68,03	107
3	1,620	3,120	0,020	-0,040	0,990	0,230	0,470	72,77	85
SP500	1,821	3,426				0,227	0,536		
GOLD	0,445	0,696	-0,011	0,315	-0,535	0,212	0,118		
US T 3M	-8,275	-14,593	0,657	-0,014	-0,001	0,002	0,002		

En la Figura 22 se muestra un gráfico de dispersión de volatilidad y retorno sobre el eje de la variable dependiente versus la puntuación ESG de cada fondo como variable independiente. Se clasifica por colores los clústeres de la agrupación por fondos de acuerdo con su puntuación.

Figura 22. Dispersión volatilidad/retorno vs ESG Score por clúster k-mean periodo 2022-1



Los resultados obtenidos con el método de agrupación k-mean arroja que ninguno de los clústeres logra superar el desempeño del mercado de referencia, evaluando los indicadores de Share y Sortino, se puede corroborar revisando que todos los valores del indicador Jensen son

negativos. Sin embargo, para este caso todos si superaron a los activos refugios. Los clústeres con mejor desempeño con la ratio de Sharpe fue el no. 2 y 3, pero para la ratio Sortino se invierte el resultado. En el componente de retornos si se evidencia una ligera relación entre los valores con la puntuación ESG, por ejemplo, el clúster no. 3 presento el mayor retorno y tiene una puntuación de 72,77, mientras que el no. 1 fue el retorno más bajo con una puntuación de 60,40. Sin embargo el clúster no. 0 que no tiene puntuación superó al no. 1. Para el caso de la volatilidad si no presenta ninguna relación con respecto a la puntuación.

En la Figura 22 se puede observar un evento que se ha repetido en periodos anteriores y que es que los fondos que componen el clúster no. 3, los cuales presenta una mayor puntuación ESG, se ubica en la gráfica con una mayor concentración en retorno y volatilidad que el no. 2, infiriendo una característica de homogeneidad.

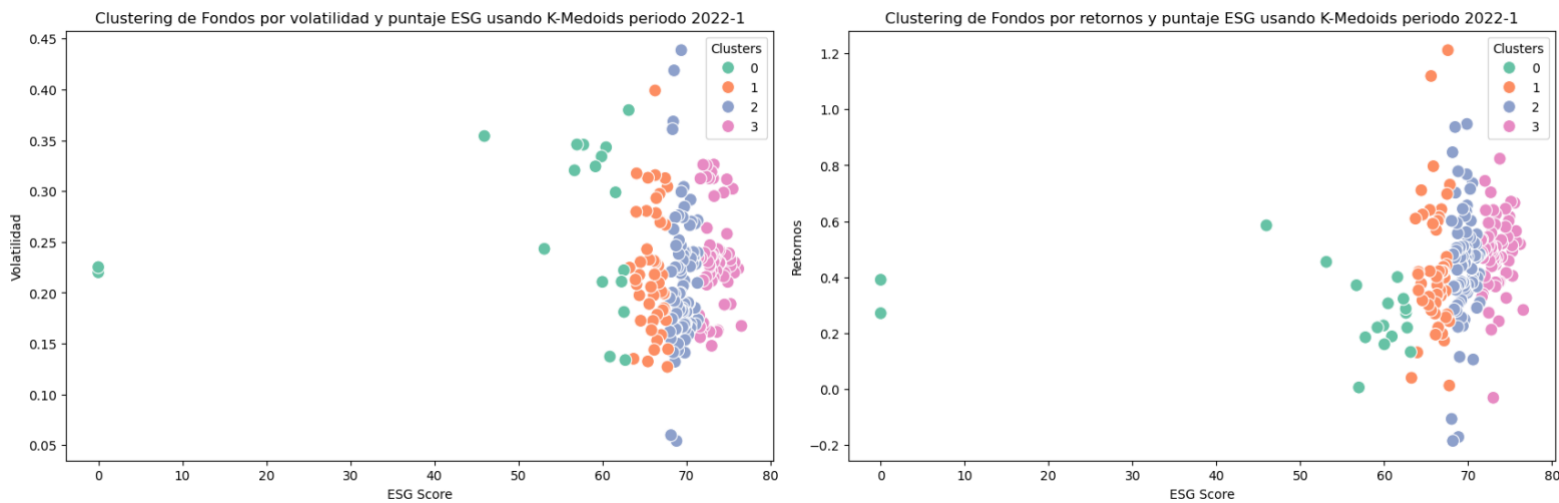
En la Tabla 28 se muestra el resultado de agrupación obtenido por el método de k-medoid durante el periodo de incertidumbre económica del 2022-1 en comparación con el índice de mercados y activos refugio.

Tabla 28. Resultado desempeño fondos agrupados por clúster k-medoid para el periodo 2022-1

Clúster	Sharpe Ratio	Sortino Ratio	Treynor Ratio	Alpha de Jensen	Beta	Volatilidad	Retornos	ESG Score	No. Fondos
0	0,910	1,680	0,020	-0,230	1,090	0,270	0,280	52,54	18
1	1,650	3,190	0,030	-0,050	0,910	0,220	0,430	66,09	50
2	1,640	2,940	0,010	-0,030	0,890	0,210	0,440	69,59	84
3	1,650	3,200	0,020	-0,040	1,000	0,230	0,490	73,40	64
SP500	1,821	3,426				0,227	0,536		
GOLD	0,445	0,696	-0,011	0,315	-0,535	0,212	0,118		
US T 3M	-8,275	-14,593	0,657	-0,014	-0,001	0,002	0,002		

En la Figura 23 se muestra un gráfico de dispersión de volatilidad y retorno sobre el eje de la variable dependiente versus la puntuación ESG de cada fondo como variable independiente. Se clasifica por colores los clústeres de la agrupación por fondos de acuerdo con su puntuación.

Figura 23. *Dispersión volatilidad/retorno vs ESG Score por clúster k-medoids periodo 2022-1*



Los resultados obtenidos por el método de agrupación k-medoid son similares a los del método k-mean. Se confirma que ninguno de los clústeres logra superar el desempeño del mercado de referencia, pero todos superan a los activos refugio como el oro y bonos del tesoro a corto plazo. Los clústeres no. 3, 2, 1 presentan resultados en los indicadores de riesgo y retorno muy similar. Por ejemplo, el clúster no. 3 presentó el mejor retorno, pero el indicador Jensen del no. 2 fue mayor debido a que presentó una menor volatilidad. Revisando la ratio de Treynor el mejor desempeño fue para el clúster no. 1 que indica un exceso de retorno con baja sensibilidad de variación con el mercado con respecto al resto de clústeres. Si se analiza el componente de retornos individualmente, se puede identificar una relación proporcional con la puntuación ESG.

Por ejemplo, el clúster no. 3 con una puntuación de 73,40 presento el retorno más alto mientras que el no. 0 con una puntuación de 52,54 fue el menor valor.

En la Figura 23 se puede observar el comportamiento de concentración de los fondos que pertenecen al clúster no. 3 con respecto al 2 y 1. Con una mayor fuerza en el componente de volatilidad, y presencia robusta de fondos entre los valores de 15% y 35%. Un aspecto relevante es que en el clúster no. 3 presenta pocos valores atípicos por fuera de los rangos de concentración. Se puede asociar que está bastante alineado con el movimiento del mercado, el cual se puede confirmar revisando el factor beta muy cercano a 1.

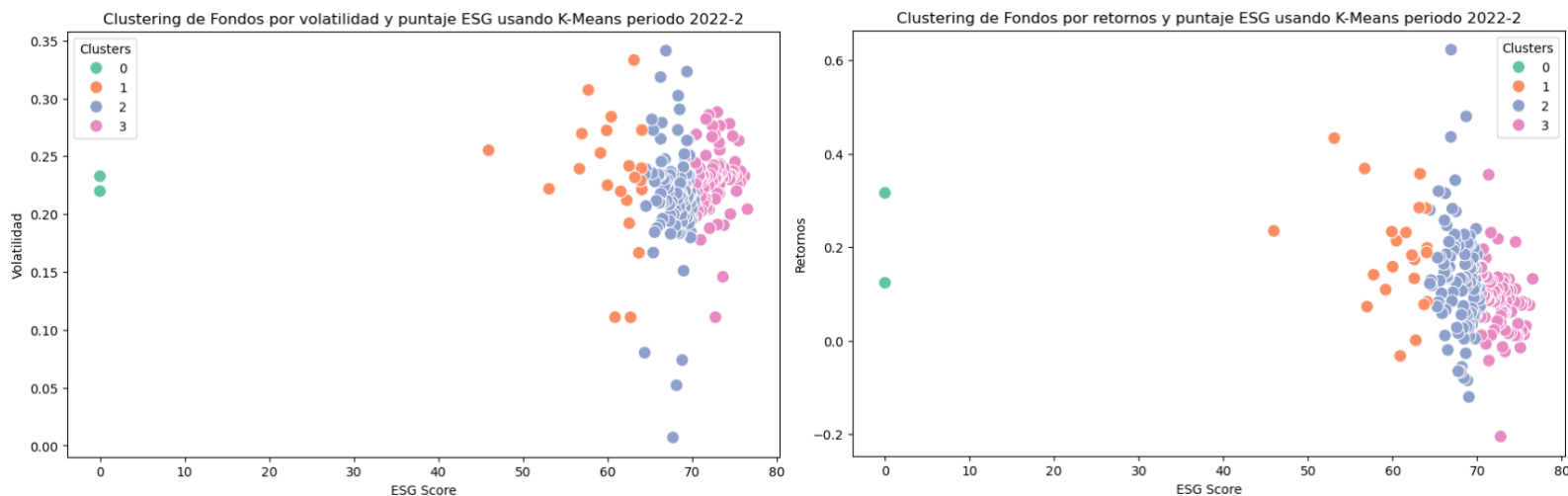
En la Tabla 29 se muestra el resultado de agrupación obtenido por el método de k-mean durante el periodo de incertidumbre económica del 2022-2 en comparación con el índice de mercados y activos refugio.

Tabla 29. Resultado desempeño fondos agrupados por clúster k-mean para el periodo 2022-2

Clúster	Sharpe Ratio	Sortino Ratio	Treynor Ratio	Alpha de Jensen	Beta	Volatilidad	Retornos	ESG Score	No. Fondos
0	0,750	1,300	0,010	0,120	0,920	0,230	0,220	0,00	2
1	0,560	0,970	0,010	0,090	0,930	0,230	0,190	60,40	22
2	0,370	0,650	0,020	0,040	0,890	0,220	0,130	68,03	107
3	0,210	0,370	0,000	0,000	0,970	0,230	0,080	72,77	85
SP500	0,226	0,382				0,231	0,084		
GOLD	-2,001	-3,182	-0,062	-0,304	0,295	0,144	-0,229		
US T 3M	-4,921	-2,958	0,625	-0,031	-0,003	0,006	-0,003		

En la Figura 24 se muestra un gráfico de dispersión de volatilidad y retorno sobre el eje de la variable dependiente versus la puntuación ESG de cada fondo como variable independiente. Se clasifica por colores los clústeres de la agrupación por fondos de acuerdo con su puntuación.

Figura 24. *Dispersión volatilidad/retorno vs ESG Score por clúster k-mean periodo 2022-2*



Los resultados obtenidos por el método de agrupación k-mean muestra un mejor desempeño por indicadores riesgo y retorno para el clúster no. 0. El cual no tiene puntuación ESG. Por lo tanto, no es posible asociar un mejor desempeño de los fondos que presenten mayor puntuación. Para este escenario, se presenta una relación inversa entre el desempeño por riesgo y retornos con la puntuación. Para este periodo, el clúster no. 3 fue el único que no logró superar al mercado de referencia, el cual se corrobora en el indicador Jensen, todos los clústeres superaron los activos refugio como el oro y bonos del tesoro a corto plazo. Los indicadores Sharpe, Sortino y Treynor son positivos para todos los clústeres lo cual muestra que se superó la tasa libre de riesgo.

En la Figura 24 se observa el comportamiento en los componentes de volatilidad y retornos de una concentración más marcada para el clúster no. 3, el cual presenta una mayor puntuación ESG. Si se analiza los indicadores en comparación con el mercado de referencia, se evidencia una alta asociación, la cual se puede observar con el factor beta cercano a 1 y un Jensen con un valor de 0. Se puede inferir que el desempeño de los fondos que componen el

clúster no. 3 fue bastante similar muy alineado con la canasta de compañías que componen el índice del mercado de referencia.

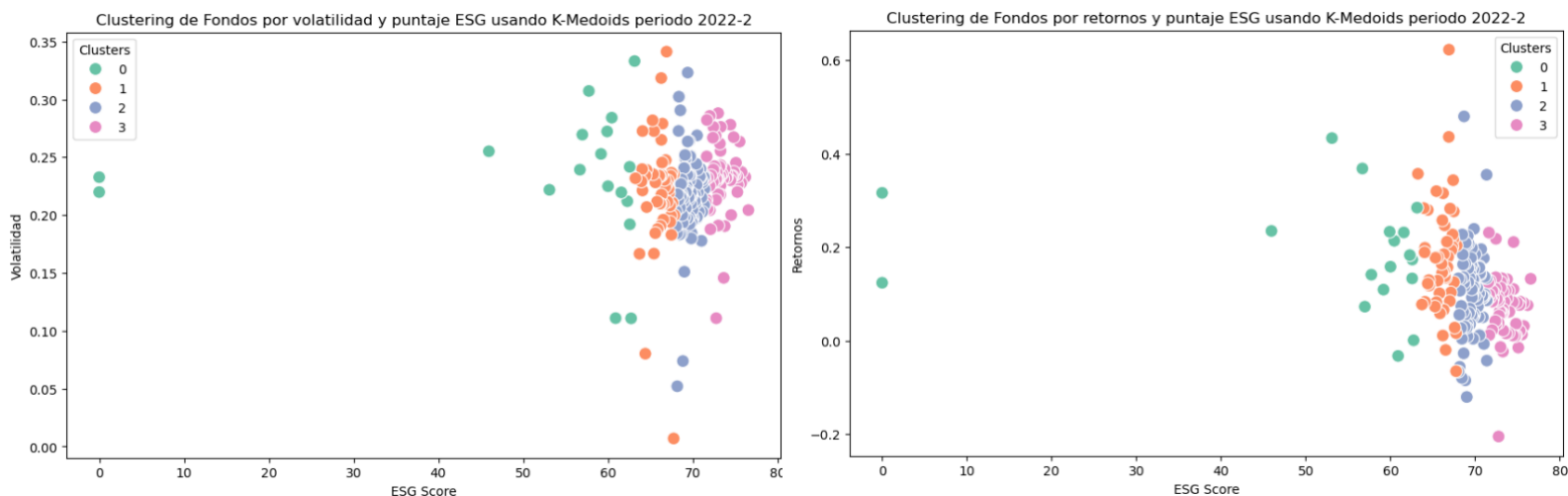
En la Tabla 30 se muestra el resultado de agrupación obtenido por el método de k-mean durante el periodo de incertidumbre económica del 2022-2 en comparación con el índice de mercados y activos refugio.

Tabla 30. Resultado desempeño fondos agrupados por clúster k-medoid para el periodo 2022-2

Clúster	Sharpe Ratio	Sortino Ratio	Treynor Ratio	Alpha de Jensen	Beta	Volatilidad	Retornos	ESG Score	No. Fondos
0	0,550	0,950	0,010	0,090	0,930	0,230	0,190	52,54	18
1	0,550	0,940	0,040	0,080	0,890	0,220	0,170	66,09	50
2	0,280	0,500	0,000	0,020	0,900	0,220	0,100	69,59	84
3	0,160	0,300	0,000	-0,010	0,980	0,230	0,070	73,40	64
SP500	0,226	0,382				0,231	0,084		
GOLD	-2,001	-3,182	-0,062	-0,304	0,295	0,144	-0,229		
US T 3M	-4,921	-2,958	0,625	-0,031	-0,003	0,006	-0,003		

En la Figura 25 se muestra un gráfico de dispersión de volatilidad y retorno sobre el eje de la variable dependiente versus la puntuación ESG de cada fondo como variable independiente. Se clasifica por colores los clústeres de la agrupación por fondos de acuerdo con su puntuación.

Figura 25. *Dispersión volatilidad/retorno vs ESG Score por clúster k-medoids periodo 2022-2*



Los resultados obtenidos por el método de k-medoid se encuentra similar al método k-mean, un aspecto que muestra este método de agrupación es que los fondos que no tienen puntuación mejoran el promedio cuando se incluyen a los clústeres con puntuación más baja. En el componente de retorno se continúa con relación inversa con los valores de puntuación de los clústeres. Por la ratio de Treynor el mejor desempeño fue el clúster no. 1, el cual se puede identificar con el factor beta de sensibilidad con el mercado de referencia más bajo de los grupos de la muestra. Si se analiza los indicadores de Sharpe, Sortino y Jensen el clúster no. 0 presentó el mejor desempeño, lo cual comprueba que no existe relación para este periodo con la puntuación ESG de los fondos. Solo los clústeres no. 0, 1 y 2 lograron superar los resultados del mercado de referencia. Sin embargo, si se compara con la tasa libre de riesgo y activos refugio como el oro y bonos del tesoro a corto plazo, todos los clústeres se desempeñaron mejor.

En la Figura 25 se identifica el comportamiento de concentración de los fondos con menor variación en los componentes de volatilidad y retorno. Otro aspecto es que se observa

pocos valores atípicos que se ubiquen fuera de las zonas de concentración. Durante este periodo de incertidumbre se puede observar como el clúster no. 3 que presenta la mayor puntuación ESG, está bastante alineado con el mercado de referencia debido a que el factor beta es el valor más alto entre todos los clústeres y cercano a 1. Se puede estimar que los gestores de los fondos con mayor puntuación seleccionan activos similares a los que componen el mercado de referencia. Sin embargo, no se encuentra una relación directa con un mejor desempeño bajo criterios de riesgo y retorno para este periodo de incertidumbre con los clústeres de mayor puntuación ESG.

5.4. Resultados modelo de regresión lineal

Se plantea un modelo de regresión lineal multivariable donde la variable de salida será el Sharpe Ratio y las entradas serán la puntuación ESG, volatilidad y factor beta. Los resultados obtenidos se pueden apreciar en la Tabla 31 donde se muestra los coeficientes de las entradas para los diferentes periodos de incertidumbre económica calculados.

Tabla 31. Resumen cálculo de coeficientes modelo regresión lineal

Periodo	const	ESG Score	Error	Volatilidad	Beta	p (f-stat)	R-2	R2 adj
2008	-9,0731	0,0488	0,011	4,5031	0,4392	0,0000*	0,604	0,578
2009	-4,3511	-0,0188	0,025	10,0521	-3,6669	0,0568	0,150	0,094
2010	4,3027	-0,0202	0,012	-1,4563	-0,3032	0,1870	0,086	0,034
2011-1	10,0652	-0,1027	0,012	-9,1919	-0,1613	0,0000*	0,640	0,620
2011-2	-1,0660	0,0042	0,003	-3,3067	-0,4554	0,0000*	0,356	0,321
2011-3	1,8604	0,0055	0,005	8,4951	-1,1272	0,4430	0,046	-0,005
2012	1,3478	-0,0061	0,003	0,5681	0,6394	0,0014*	0,212	0,176
2019-1	9,2749	-0,0396	0,012	-12,7086	1,3665	0,0010*	0,095	0,078
2019-2	2,9166	0,0104	0,006	-26,2910	0,9864	0,0000*	0,395	0,385
2020	0,6575	-0,0008	0,003	-2,2626	0,7703	0,0851	0,036	0,020
2022-1	1,9812	0,0110	0,008	-5,8687	0,1840	0,0000*	0,115	0,103
2022-2	0,6798	-0,0150	0,004	-0,6067	0,8753	0,0000*	0,123	0,111

Se puede observar que en los periodos de 2011-1, 2008, 2019-2 y 2011-2 el coeficiente de determinación presenta los valores más altos. Lo cual indica que en los modelos obtenidos para esos periodos, parte de la variación del Sharpe Ratio está representada por las variables seleccionadas. Un aspecto relevante son los resultados de los coeficientes estimados de la puntuación ESG en el modelo de regresión lineal, se encuentra que para 7 de los 12 periodos observados los coeficientes presentan valores negativos. Esto significa que por cada incremento en la puntuación ESG presenta relación inversa frente a la variable de salida, es decir, se relaciona con un decrecimiento en el desempeño de los fondos medido por el Sharpe Ratio. Este comportamiento se identifica en más de la mitad de los periodos de la muestra. Sin embargo, no es posible atribuir esta relación debido a que solamente para el periodo 2011-1 el coeficiente de determinación fue mayor a 0,5. Esto se traduce que para el resto de los 6 periodos el desempeño de los fondos presenta una baja explicación por la variación en la puntuación ESG. Esto se puede observar mejor en la Figura 26 en los gráficos de dispersión por cada periodo.

Durante la crisis financiera de 2008, los fondos sostenibles en Alemania presentaron mejores desempeños frente a sus pares en el estudio elaborado por (Abu-Alkheil et al. 2019). Este hallazgo estuvo acorde con los resultados del modelo de regresión lineal. Donde el coeficiente estimado para ese periodo correspondiente a la puntuación ESG presenta un valor positivo, acompañado de un coeficiente de determinación de 0,604. Lo cual sugiere una ventaja competitiva en el desempeño de los fondos con mayor puntuación ESG para este tipo de crisis.

5.4.1. Comprobación de supuestos modelo regresión lineal

En la Tabla 32 se presentan los supuestos considerados para el modelo de regresión, para la comprobación de normalidad en los residuos se utilizó la prueba de Jarque-Bera, en la homocedasticidad la prueba de Breusch-Pagan y en la multicolinealidad la prueba de factor de inflación de la varianza VIF.

Tabla 32. Comprobación de supuestos modelo de regresión

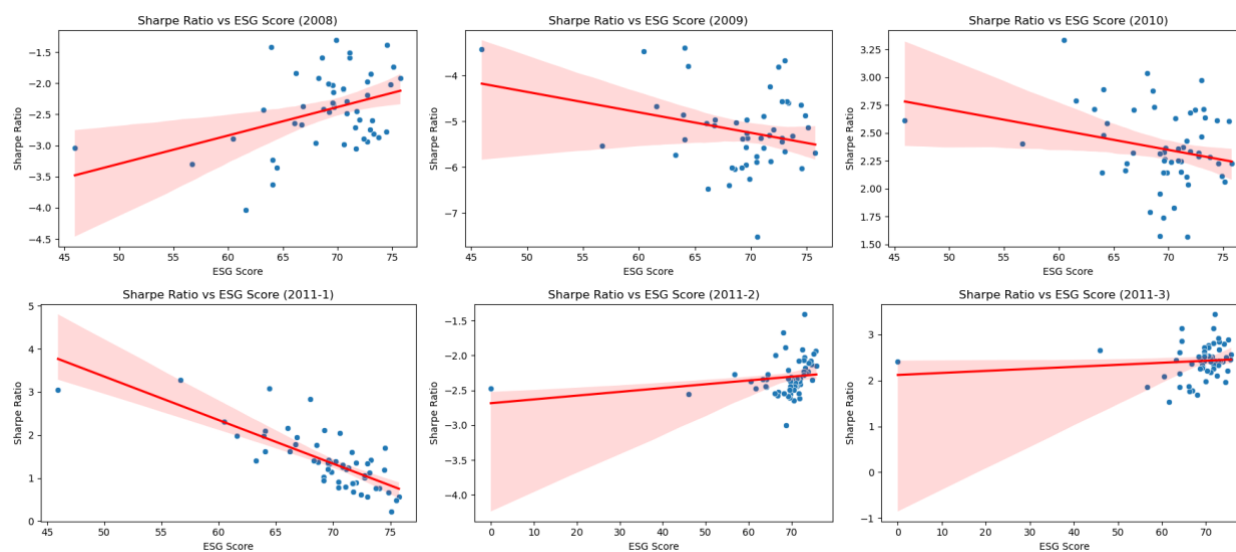
Periodo	J-B test	B-P value	VIF
2008	0,11	0,58	51,10
2009	0,26	0,02	33,40
2010	0,93	0,24	65,30
2011-1	0,05	0,04	82,90
2011-2	0,00	0,90	30,60
2011-3	0,79	0,02	23,10
2012	0,18	0,06	19,10
2019-1	0,00	0,00	15,80
2019-2	0,00	0,00	34,50
2020	0,13	0,03	28,60
2022-1	0,00	0,00	12,30
2022-2	0,00	0,00	22,50

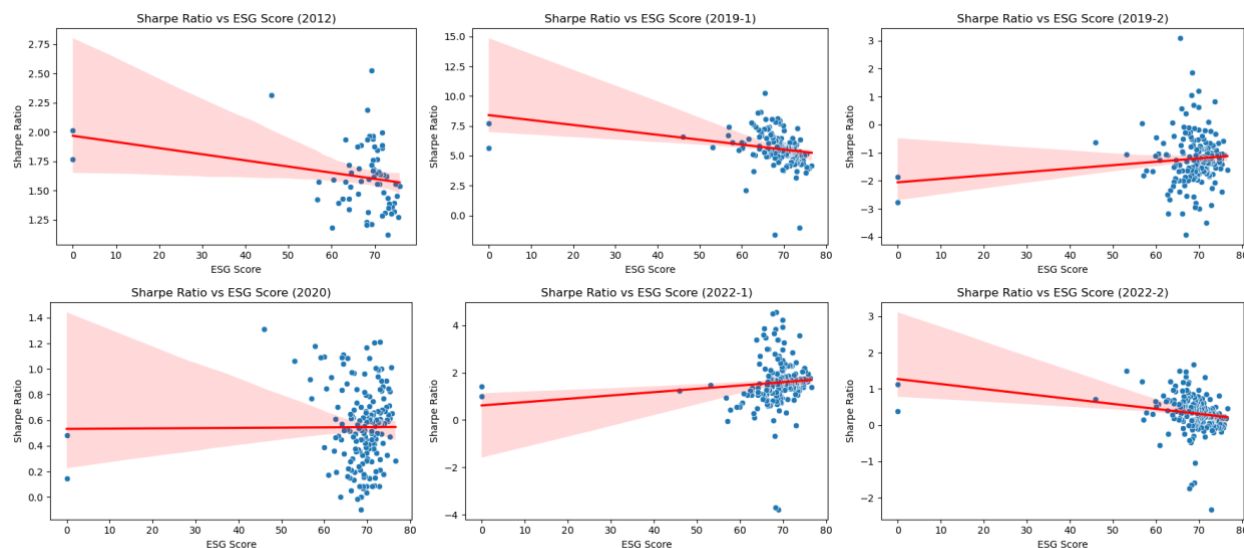
En la Tabla 32 se puede observar que en la comprobación de los supuestos de normalidad por el método de Jarque-Bera (Jarque1 & Bera2, 1987), en los periodos de 2011-1, 2011-2, 2019-1, 2019-2, 2022-1 y 2022-2 los valores son inferiores al nivel de significancia 0,05, lo cual se rechaza la hipótesis nula indicando que existe evidencia que de los residuos no se distribuyen normalmente. Para la comprobación de homocedasticidad los valores de la prueba de Breusch-Pagan (Breusch & Pagan, 1979), muestra que para los periodos 2009, 2011-1, 2011-3, 2019-1, 2019-2, 2020, 2022-1 y 2022-2 se rechaza la hipótesis nula indicando que existe evidencia de

presencia de heterocedasticidad en el modelo. En la comprobación de multicolinealidad un valor VIF superior a 20 sugiere problemas en el modelo (Greene, 2003), los periodos que cumplen con esta condición son 2008, 2009, 2010, 2011-1, 2011-2, 2011-3, 2019-2 y 2022-2. Esto indica que existe presencia de multicolinealidad en las variables seleccionadas. En caso de no tener en cuenta alguna variable en el modelo, entonces la estimación de los siguientes coeficientes será sesgada (Greene, 2003). El modelo que cumple con los supuestos corresponde al periodo 2012. Sin embargo, es previsible la multicolinealidad en las variables teniendo en cuenta que la volatilidad y factor beta están relacionadas por la desviación estándar de los retornos.

En la Figura 26 se ilustra los gráficos de dispersión de arrojados por el modelo para cada uno de los periodos seleccionados entre el Sharpe Ratio y la puntuación ESG.

Figura 26. Gráficos de dispersión Sharpe Ratio vs ESG Score





Los gráficos presentados en la Figura 26 permiten identificar que no existe tendencia definida entre el desempeño del fondo medidos por el Sharpe Ratio y la puntuación ESG, en algunos periodos la dispersión sugiere una relación negativa. Existen periodos que parecen no presentar ninguna relación lineal como 2011-2, 2011-3, 2019-1, 2019-2, 2020, 2022-1 y 202-2.

5.4.2. Prueba de hipótesis relación modelo lineal multivariable

Se plantean 2 hipótesis para comprobar la relación de las variables de puntuación ESG y el desempeño de los fondos. H_0 representa la hipótesis nula, es decir, no existe relación entre las dos variables y H_1 que representa la hipótesis alternativa es la opuesta a la nula donde las variables de entrada pueden afectar el resultado de la salida.

$$H_0: \beta = 0$$

$$H_1: \beta \neq 0$$

En la Tabla 31 se puede observar en la validación del valor p del modelo (asumiendo un valor de significancia $\alpha = 5\%$) que, para los periodos de 2009, 2010, 2011-3 y 2020 no es posible rechazar la hipótesis nula. Por lo tanto, existe probabilidad de que las variables como la puntuación ESG no afecten la variable de salida, para este caso el Sharpe Ratio. Nótese que los coeficientes de determinación son muy bajos para los periodos analizados ($R^2 < 0.50$), exceptuando los periodos de 2011-1 y 2008. Lo cual infiere que en los modelos en su mayoría no explican en gran proporción la variabilidad en el Sharpe Ratio. Esto se puede observar en la Figura 26, donde varios de los periodos no presentan relación de linealidad.

En la Tabla 31 se muestra los valores de errores obtenidos para los coeficientes de la puntuación ESG en el modelo de regresión lineal para cada uno de los periodos. Esto permite identificar que las magnitudes de los errores se amplían en los periodos donde no se cumple el nivel de significancia de las variables. Por lo tanto, se reduce la robustez en la explicación del modelo.

Se asume un valor de $\alpha = 5\%$ para considerar nivel de significancia en la variable de entrada del modelo. En la Tabla 31 se puede observar que el valor p se encuentra significativo por debajo de este nivel en 5 ocasiones, se resalta con un (*). Sin embargo, si se revisa el coeficiente de determinación no es representativo, excepto para los periodos de 2011-1 y 2008.

Si se revisa estos dos periodos se puede observar para un caso el coeficiente es positivo y para el otro negativo. Es decir, para el primero influye en la mejora y el otro en el decrecimiento

del indicador de desempeño ejecutando variaciones en la entrada de puntuación ESG. Esto produce un resultado disperso en el que no es posible identificar una tendencia.

El modelo obtenido para cada uno de los periodos de incertidumbre económica parece inferir que no existe una relación fuerte entre la puntuación ESG y el desempeño de los fondos ESG. No se observa que sea una variable de entrada influyente que afecte la salida del modelo. En algunos casos puede encontrarse evidencia en los datos de la relación, pero no es posible afirmar la existencia de un patrón que pueda sugerir que los fondos con puntuación ESG alta puedan influir en la mejora de desempeño medido bajo riesgo y retorno.

5.5. Discusión de resultados

En la Tabla 33 se presenta un resumen de los resultados obtenidos por los métodos de agrupación y modelos de regresión lineal. En las filas se encuentran los periodos de incertidumbre económica analizados, en las columnas se indica el mejor clúster (donde 0 es el clúster con la puntuación ESG más baja y el 3 con la más alta) y su Sharpe Ratio al igual que el de benchmark comparativo que corresponde al SP500, volatilidad, retorno y puntuación ESG del mejor clúster. Se presenta el coeficiente del ESG estimado con el modelo de regresión lineal multivariantes con su valor de significancia, los coeficientes de las demás variables independientes como volatilidad y factor beta. Por último el coeficiente de determinación del modelo.

Tabla 33. Resumen resultados método de agrupación y modelo regresión lineal

Periodo	Agrupación por clústeres					Modelos de regresión lineal					
	Mejor clúster	Sharpe Ratio	Sharpe Ratio Benchmark	Volatilidad	Retorno	ESG Score	Coef. ESG Score	p-valor	Coef. Volatilidad	Coef. Beta	R2
2008	0	-2,89	-2,05	0,63	-0,81	61,51	0,0488	0,000*	4,5031	0,4392	0,604
2009	0	-4,71	-5,44	0,42	-0,84	61,51	-0,0188	0,463	10,0521	-3,6669	0,150
2010	0	2,55	2,21	0,18	0,63	61,95	-0,0202	0,085	-1,4563	-0,3032	0,086
2011-1	0	2,2	1,25	0,16	0,46	61,95	-0,1027	0,000*	-9,1919	-0,1613	0,640
2011-2	3	-2,08	-2,25	0,32	-0,47	73,82	0,0042	0,131	-3,3067	-0,4554	0,356
2011-3	2	2,58	2,53	0,15	0,44	57,71	0,0055	0,252	8,4951	-1,1272	0,046
2012	2	1,72	1,68	0,14	0,29	70,57	-0,0061	0,023*	0,5681	0,6394	0,212
2019-1	0	6,34	4,83	0,17	2,1	56,67	-0,0396	0,001*	-12,7086	1,3665	0,095
2019-2	1	-1,03	-1,21	0,22	-0,18	67,23	0,0104	0,099	-26,2910	0,9864	0,395
2020	0	0,7	0,58	0,34	0,31	56,38	-0,0008	0,758	-2,2626	0,7703	0,036
2022-1	1/3	1,65	1,82	0,27	0,28	52,54	0,0110	0,174	-5,8687	0,1840	0,115
2022-2	0/1	0,55	0,23	0,23	0,19	52,54	-0,0150	0,000*	-0,6067	0,8753	0,123

5.5.1. Relación entre calificación ESG y desempeño financiero

Los resultados del estudio muestran que los fondos con calificaciones ESG más altas no presentan consistentemente un desempeño superior al del mercado, ni en términos absolutos ni ajustados por riesgo. En la Tabla 33 se muestra que aunque periodos como el 2011-2 y 2022-1, se observaron señales de resiliencia por parte de los fondos con mejor puntuación ESG, esta ventaja no fue sistemática ni universal en la muestra. Esta situación plantea una reflexión crítica sobre el verdadero rol de los factores ESG: si bien pueden aportar valor, no deben interpretarse como predictores automáticos de indicadores financieros. Esto se puede observar en los modelos de regresión lineal multivariable, donde no se evidencia una relación establecida entre los coeficientes de la puntuación ESG y el desempeño de los fondos.

Una posible explicación se encuentra en las características estructurales de los portafolios ESG, que tienden a excluir industrias controvertidas (como petróleo, armas, tabaco o minería) y, por tanto, restringen su capacidad de diversificación. Asimismo, muchas compañías con altas puntuaciones ESG operan bajo esquemas más conservadores, con foco en el largo plazo, lo que puede limitar su respuesta en mercados especulativos o en fases expansivas. Esto concuerda con los hallazgos de Atz et al. (2023), quienes argumentan que, aunque el efecto ESG sobre el desempeño financiero tiende a ser positivo o neutro, su magnitud es moderada y depende fuertemente del contexto.

Este comportamiento también está alineado con el metaanálisis de Friede et al. (2015), que recopiló más de 2.000 estudios empíricos y encontró una relación predominantemente positiva entre desempeño ESG y financiero, pero con alta heterogeneidad según el sector, tipo de activo, y método de medición. Por tanto, el presente análisis presenta la idea de que una calificación ESG alta puede asociarse a una señal de resiliencia o buena gobernanza, pero no debe considerarse un criterio suficiente para evaluar el desempeño de un fondo. La Figura 26 ilustra en los gráficos de dispersión del modelo de regresión, que una relación positiva depende fuertemente del contexto y del periodo.

5.5.2. Comportamiento diferencial entre tipos de crisis

Al observar los resultados en distintos periodos, se evidencian variaciones importantes en la relación ESG-desempeño dependiendo del tipo de crisis. En eventos como la pandemia de COVID-19 (2020), los fondos con calificaciones ESG más elevadas presentaron un mejor

desempeño en comparación con el mercado de referencia (ver Tabla 26). Este hallazgo es en parte consistente con Broadstock et al. (2021), quienes encontraron que durante la pandemia, los inversionistas valoraron más los factores ESG como señales de solidez operativa y responsabilidad social, lo que incrementó su atractivo relativo.

En los periodos de 2011-2 y 2022-1 se destaca el desempeño de los fondos con mayor puntuación ESG, en la Tabla 2 se identifica que estos periodos de incertidumbre económica presentaron una ponderación alta de eventos como inflación y componente tributario. Sugiriendo una posible señal que muestra que bajo estos tipos de escenarios, se ven favorecidos los fondos sostenibles.

En contraste, durante los periodos de 2011-1, 2012, 2019-1 y 2022-2, la relación estimada en los modelos de regresión lineal entre la puntuación ESG y desempeño financiero fue inversa tomando en cuenta el nivel de significancia (ver Tabla 33, coeficientes ESG Score). Sin embargo, en los resultados obtenidos por los métodos de agrupación sugieren que los fondos con mayor puntuación ESG presentaron unos valores de volatilidad bajos con respecto al resto de fondo. Esto apoya el hallazgo de Atz et al. (2023), indicando que muchas compañías con altas puntuaciones ESG operan bajo esquemas más conservadores lo cual puede verse reflejado en la volatilidad de los fondos.

5.5.3. Implicaciones teóricas y prácticas

Los resultados obtenidos aportan evidencia relevante tanto para la práctica financiera como para la literatura académica en sostenibilidad. Para los gestores de inversión, estos hallazgos indican que la adquisición de fondos con alta puntuación ESG pueden presentar una menor volatilidad, pero su desempeño depende del ciclo económico y del tipo de crisis enfrentada. En este sentido, la puntuación ESG debe interpretarse como una herramienta complementaria de gestión del riesgo, más que como un sustituto de los análisis fundamentales tradicionales.

Desde el punto de vista teórico, el estudio respalda la idea de que las finanzas sostenibles no solo buscan optimizar rentabilidad, sino también equilibrar objetivos financieros, sociales y ambientales, generando valor en múltiples dimensiones. El análisis empírico aquí presentado valida la necesidad de seguir desarrollando modelos de valoración que integren los factores ESG con rigor técnico, especialmente en un entorno donde la sostenibilidad se ha convertido en una exigencia creciente por parte de los inversionistas institucionales y los marcos regulatorios internacionales.

5.5.4. Comparación entre clústeres ESG: desempeño financiero progresivo

El análisis de agrupación por clústeres basado en las puntuaciones ESG permitió organizar los fondos en cuatro grupos según su nivel de sostenibilidad, utilizando algoritmos K-means y K-medoids. Al comparar los resultados promedio de indicadores financieros entre estos

clústeres, se evaluó si una mayor calificación ESG está asociada a un mejor desempeño ajustado por riesgo, particularmente a través del Sharpe Ratio, Sortino, Treynor y Jensen.

En algunos periodos de incertidumbre, especialmente aquellos asociados con eventos no financieros como la crisis sanitaria de 2020, se observa en las Tablas 25 y 26 una progresión moderada y consistente del Sharpe Ratio conforme aumentan las puntuaciones ESG. En estos casos, los clústeres con mayores calificaciones no solo presentaron mejor relación retorno-riesgo, sino también una menor volatilidad y valores positivos en el Alpha de Jensen, lo cual refuerza la percepción de resiliencia. Sin embargo, esta relación no fue sostenida ni significativa en todos los periodos.

Durante episodios de crisis financieras clásicas, como en 2008 o 2011, la distribución de los Sharpe Ratios fue más dispersa entre los clústeres, e incluso algunos fondos con puntuaciones ESG altas presentaron desempeños inferiores a los de clústeres intermedios. Este comportamiento se puede observar en la Figura 25 y sugiere que el efecto de la sostenibilidad sobre el desempeño financiero no necesariamente es lineal, ni universal, y que puede estar influido por otros factores como la composición sectorial, la sensibilidad al mercado (beta) y la aversión al riesgo generalizada durante crisis sistémicas.

Por tanto, si bien los clústeres con mayor ESG Score presentan un perfil más favorable en promedio durante ciertas crisis, no puede afirmarse que exista una mejora sostenida del desempeño financiero conforme aumenta el nivel ESG en todos los contextos. Esto refuerza la

necesidad de un análisis multidimensional y contextualizado al interpretar la relación entre sostenibilidad y rentabilidad financiera.

6. Conclusiones

Los resultados obtenidos en el desarrollo de este estudio y bajo la metodología descrita anteriormente, permite inferir que no es posible determinar que los fondos con mayor puntuación ESG presenten sistemáticamente un mejor desempeño financiero en periodos de incertidumbre económica, incluso que presente alguna relación directa que beneficie el comportamiento de los fondos bajo indicadores de riesgo y retorno. A pesar de que en algunos periodos se logró identificar esta relación con un error relativamente bajo, no es una situación que se replique para el resto de los periodos de forma consistente en todos los periodos y en algunos casos no alcanzó significancia en los modelos estadísticos.

Una observación relevante que se logra identificar en varios de los periodos cuando se elabora los gráficos de dispersión de los fondos que componen la muestra con su puntuación ESG, riesgo y retorno. Es que los fondos con mayor puntuación presentan una menor dispersión, es decir, se observa una menor variabilidad en los componentes de la volatilidad y retorno. Puede sugerir, que los fondos con mayor puntuación se comportan de manera parcialmente homogénea en periodos de incertidumbre económica. Sin embargo, esta estabilidad no se traduce necesariamente en una ventaja competitiva en rentabilidad ajustada por riesgo, en comparación con fondos con menores puntuaciones ESG.

Asimismo, en los resultados de los modelos de regresión lineal multivariable aplicados periodos a periodo mostraron que, aunque en algunos casos la puntuación ESG se asoció con el desempeño (positiva o negativamente), la significancia estadística y económica fue limitada y en muchos casos no se cumplieron los supuestos de linealidad, la cual estaba condicionada por falta de normalidad en los residuos, heterocedasticidad y multicolinealidad excesiva con otras variables como el beta y la volatilidad.

Para los gestores de portafolio e inversionistas institucionales, estos hallazgos sugieren que las puntuaciones ESG deben considerarse como una herramienta complementaria de análisis, más enfocada en la gestión de riesgos a largo plazo y en la aplicación de principios con criterios de sostenibilidad, que como una medida que influya en el desempeño del portafolio. En contextos de incertidumbre económica, los fondos ESG podrían ofrecer mayor estabilidad, pero no está relacionado con retornos superiores.

6.1. Limitaciones del estudio

- Dependencia de fuentes secundarias: En este caso, las puntuaciones ESG son obtenidas con base en la metodología de Refintiv.
- Resultados condicionados a los periodos seleccionados: La definición de periodos de incertidumbre económica está basada en el índice elaborado por Economic Policy Uncertainty, donde se pueden omitir otras fuentes y/o periodos relevantes de volatilidad.

- Sesgo por omisión de variables: No se tienen en cuenta variables relevantes que influyen para el análisis de los fondos, como es el tamaño, liquidez y criterios de gestión del administrador del portafolio.
- No se analiza causalidad, solo correlación: Los modelos y los métodos de agrupación empleados permiten detectar asociaciones, pero no probar que la puntuación ESG produzca un mejor o peor desempeño.

6.2. Líneas de investigación futuras

Ampliación geográfica del análisis: replicar este estudio para mercados financieros ubicados en otras zonas geográficas como Europa, Asia o mercados emergentes, permitiría contrastar si los resultados obtenidos en el contexto estadounidense se mantienen o varían según el entorno normativo y económico en cada región.

- Exploración de métodos de agrupamiento alternativos: Evaluar técnicas diferentes a los modelos de K-means y K-medoids, como el clustering jerárquico, agrupamiento difuso o modelos basados en densidad (DBSCAN), podría ofrecer una clasificación más precisa de los fondos según el perfil ESG.
- Uso de múltiples fuentes de calificación ESG: Utilizar otras fuentes de información como Standard & Poors o Bloomberg para evaluar la similitud de los resultados.

- Exploración de nuevas variables: evaluar el desarrollo del análisis incluyendo variables relevantes de los fondos como el tamaño y la liquidez, en los modelos de regresión lineal.

7. Agradecimientos

A nuestra familia, parejas y amigos por su apoyo incondicional y paciencia durante este proceso. Muchas gracias

8. Referencias

- Abu-Alkheil, A., Khartabiel, G. M., & Fernández, M. S. (2019a). Do German Green Mutual Funds Perform Better Than Their Peers. *Business and Economics Research Journal*, 10(2), 297–312. <https://doi.org/10.20409/berj.2019.169>
- Abu-Alkheil, A., Khartabiel, G. M., & Fernández, M. S. (2019b). Do German Green Mutual Funds Perform Better Than Their Peers. *Business and Economics Research Journal*, 10(2), 297–312. <https://doi.org/10.20409/berj.2019.169>
- Alexopoulos EC. (2010). *Introduction to Multivariate Regression Analysis*.
- Amel-Zadeh, A., Serafeim, G., & School, H. B. (2017). *Why and How Investors Use ESG Information: Evidence from a Global Survey*. <https://ssrn.com/abstract=2925310>Electroniccopyavailableat:<https://ssrn.com/abstract=2925310>Electroniccopyavailableat:<https://ssrn.com/abstract=2925310>
- Atz, U., Van Holt, T., Liu, Z. Z., & Bruno, C. C. (2023). Does sustainability generate better financial performance? review, meta-analysis, and propositions. *Journal of Sustainable Finance and Investment*, 13(1), 802–825. <https://doi.org/10.1080/20430795.2022.2106934>
- Auer, B. R., & Schuhmacher, F. (2013). Performance hypothesis testing with the Sharpe ratio: The case of hedge funds. *Finance Research Letters*, 10(4), 196–208. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2013.08.001>
- Baker, S. R., Bloom, N., Davis, S. J., Jorring, A., Kost, K., Al-Kuwari, A., Biffar, S., Boehnke, J., Dashkeyev, V., Deriy, O., Dinh, E., Ezure, Y., Gong, R., Jindal, S., Kim, R., Klosin, S., Koh, J., Lajewski, P., Nebiyu, D., ... Katz, L. (2016a). *Measuring Economic Policy Uncertainty*. www.policyuncertainty.com
- Baker, S. R., Bloom, N., Davis, S. J., Jorring, A., Kost, K., Al-Kuwari, A., Biffar, S., Boehnke, J., Dashkeyev, V., Deriy, O., Dinh, E., Ezure, Y., Gong, R., Jindal, S., Kim, R., Klosin, S., Koh, J., Lajewski, P., Nebiyu, D., ... Katz, L. (2016b). *Measuring Economic Policy Uncertainty*. www.policyuncertainty.com
- Berg, F., Kölbel, J. F., & Rigobon, R. (2022). Aggregate Confusion: The Divergence of ESG Ratings*. *Review of Finance*, 26(6), 1315–1344. <https://doi.org/10.1093/rof/rfac033>
- Breusch, T. S., & Pagan, A. R. (1979). A Simple Test for Heteroscedasticity and Random Coefficient Variation. In *Source: Econometrica* (Vol. 47, Issue 5).
- Broadstock, D. C., Chan, K., Cheng, L. T. W., & Wang, X. (2021a). The role of ESG performance during times of financial crisis: Evidence from COVID-19 in China. *Finance Research Letters*, 38. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101716>
- Broadstock, D. C., Chan, K., Cheng, L. T. W., & Wang, X. (2021b). The role of ESG performance during times of financial crisis: Evidence from COVID-19 in China. *Finance Research Letters*, 38. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101716>
- Burki, A. K., Ahamed Mafaz, M. N., Ahmad, Z., Zulfaka, A., & Al-Amatullah, I. (2024). The Impact of ESG Disclosures on Financial Performance: Evidence from ASEAN-Listed Companies. *American Journal of Economic and Management Business (AJEMB)*, 3(10), 357–368. <https://doi.org/10.58631/ajemb.v3i10.120>
- Davis, & Jamie. (2024). *Environmental, Social and Governance scores from LSEG Environmental, social and governance scores from LSEG 2*.

- Friede, G., Busch, T., & Bassen, A. (2015). ESG and financial performance: aggregated evidence from more than 2000 empirical studies. *Journal of Sustainable Finance & Investment*, 5(4), 210–233. <https://doi.org/10.1080/20430795.2015.1118917>
- Fu, Y., Wright, D., & Blazenko, G. (2020). Ethical Investing Has No Portfolio Performance Cost. *Research in International Business and Finance*, 52, 101117. <https://doi.org/10.1016/J.RIBAF.2019.101117>
- Greene, W. H. . (2003). *Econometric analysis*. Prentice Hall.
- GRI. (2023). *GRI 1: Fundamentos 2021 Estándar Universal*.
- Gujarati. (2010). *Econometria quinta edición*.
- Hasnaoui, A. (2024). *ESG ratings and investment performance: evidence from tech-heavy mutual funds*. <https://doi.org/10.1108/RAF-02-2024-0069>
- Herman, E., Zsido, K. E., & Fenyves, V. (2022a). Cluster Analysis with K-Mean versus K-Medoid in Financial Performance Evaluation. *Applied Sciences (Switzerland)*, 12(16). <https://doi.org/10.3390/app12167985>
- Herman, E., Zsido, K. E., & Fenyves, V. (2022b). Cluster Analysis with K-Mean versus K-Medoid in Financial Performance Evaluation. *Applied Sciences (Switzerland)*, 12(16). <https://doi.org/10.3390/app12167985>
- Jarque1, C. M., & Bera2, A. K. (1987). A Test for Normality of Observations and Regression Residuals Author(s): Carlos M. Jarque and Anil K. Bera Reviewed work(s): Source: International Statistical Review / Revue Internationale de Statistique Normality of Observations and Regression Residuals. In *International Statistical Review* (Vol. 55, Issue 2).
- Jensen, M. C. (1968). THE PERFORMANCE OF MUTUAL FUNDS IN THE PERIOD 1945–1964. *The Journal of Finance*, 23(2), 389–416. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1968.tb00815.x>
- Lettau, M., & Madhavan, A. (2018). Exchange-Traded funds 101 for economists. In *Journal of Economic Perspectives* (Vol. 32, Issue 1, pp. 135–153). American Economic Association. <https://doi.org/10.1257/jep.32.1.135>
- Markowitz, H. (1952a). Portfolio selection. *Harry Markowitz: Selected Works*, 15–30. <https://doi.org/10.2307/2975974>
- Markowitz, H. (1952b). Portfolio Selection. In *Source: The Journal of Finance* (Vol. 7, Issue 1).
- Mercedes Alda. (2021). *The environmental, social, and governance (ESG) dimension*.
- Park, H. S., & Jun, C. H. (2009). A simple and fast algorithm for K-medoids clustering. *Expert Systems with Applications*, 36(2 PART 2), 3336–3341. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2008.01.039>
- PRI. (2021). *PRINCIPLES FOR RESPONSIBLE INVESTMENT An investor initiative in partnership with UNEP Finance Initiative and UN Global Compact*.
- Sharpe, W. F. (1964). CAPITAL ASSET PRICES: A THEORY OF MARKET EQUILIBRIUM UNDER CONDITIONS OF RISK. *The Journal of Finance*, 19(3), 425–442. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1964.tb02865.x>
- Sharpe, W. F. (1966). Mutual Fund Performance MUTUAL FUND PERFORMANCE*. In *Source: The Journal of Business* (Vol. 39, Issue 1).
- Shi, C., Wei, B., Wei, S., Wang, W., Liu, H., & Liu, J. (2021). A quantitative discriminant method of elbow point for the optimal number of clusters in clustering algorithm. *Eurasip Journal on Wireless Communications and Networking*, 2021(1). <https://doi.org/10.1186/s13638-021-01910-w>

- Sinaga, K. P., & Yang, M. S. (2020). Unsupervised K-means clustering algorithm. *IEEE Access*, 8, 80716–80727. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988796>
- Soni Madhulatha, T. (2012). *AN OVERVIEW ON CLUSTERING METHODS*. 2(4), 719–725. www.iosrjen.org
- Sortino, F. A. (1994). *PERFORMANCE MEASUREMENT IN A DOWNSIDE RISK FRAMEWORK*. www.ijournals.com
- Sun, T., Mirza, N., Umar, M., & Ktaish, F. (2024). When interest rates rise, ESG is still relevant – The case of banking firms. *Finance Research Letters*, 69, 106128. <https://doi.org/10.1016/J.FRL.2024.106128>
- Syed, A. M. (2017). Socially responsible: Are they profitable? *Research in International Business and Finance*, 42, 1504–1515. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2017.07.090>
- Treynor, J. L. (1965). *How to Rate Management of Investment Funds*.
- UNEP FI. (2021). *Creating a financial industry that positively impacts and serves people and planet*.
- Uyanık, G. K., & Güler, N. (2013). A Study on Multiple Linear Regression Analysis. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 106, 234–240. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.12.027>
- Wang, H. (2024). ESG investment preference and fund vulnerability. *International Review of Financial Analysis*, 91, 103002. <https://doi.org/10.1016/J.IRFA.2023.103002>
- Wu, J., Lodorfos, G., Dean, A., & Gioulmpaxiotis, G. (2015). The Market Performance of Socially Responsible Investment during Periods of the Economic Cycle – Illustrated Using the Case of FTSE. *Managerial and Decision Economics*, 38(2), 238–251. <https://doi.org/10.1002/mde.2772>
- Wu, J., Lodorfos, G., Dean, A., & Gioulmpaxiotis, G. (2017). The Market Performance of Socially Responsible Investment during Periods of the Economic Cycle – Illustrated Using the Case of FTSE. *Managerial and Decision Economics*, 38(2), 238–251. <https://doi.org/10.1002/mde.2772>
- Yan, X. (2008). Liquidity, Investment Style, and the Relation between Fund Size and Fund Performance. In *JOURNAL OF FINANCIAL AND QUANTITATIVE ANALYSIS* (Vol. 43, Issue 3).

9. Anexos

Estadística descriptiva de la muestra de fondos para el periodo 2008

Estadística	Sharpe Ratio	Sortino Ratio	Treynor Ratio	Alpha de Jensen	Beta	Volatilidad	Retornos	ESG Score
count	50	50	50	50	50	50	50	50
mean	-2,424	-4,030	-0,118	-0,333	0,851	0,645	-0,767	69,082
std	0,598	0,939	0,034	0,382	0,133	0,081	0,069	5,239
min	-4,040	-6,677	-0,207	-1,172	0,485	0,496	-0,889	45,956
25%	-2,854	-4,744	-0,135	-0,561	0,776	0,607	-0,815	67,115
50%	-2,420	-3,868	-0,113	-0,309	0,883	0,644	-0,774	70,177
75%	-2,014	-3,409	-0,093	-0,064	0,939	0,684	-0,739	72,665
max	-1,310	-2,025	-0,058	0,525	1,078	0,915	-0,617	75,753

Estadística descriptiva de la muestra de fondos para el periodo 2009

Estadística	Sharpe Ratio	Sortino Ratio	Treynor Ratio	Alpha de Jensen	Beta	Volatilidad	Retornos	ESG Score
count	50	50	50	50	50	50	50	50
mean	-5,210	-7,276	-0,135	-0,013	0,962	0,395	-0,857	69,082
std	0,836	1,303	0,022	0,282	0,158	0,064	0,057	5,239
min	-7,513	-10,467	-0,223	-0,800	0,563	0,265	-0,973	45,956
25%	-5,728	-8,244	-0,146	-0,213	0,878	0,358	-0,899	67,115
50%	-5,343	-7,467	-0,132	0,020	0,956	0,381	-0,864	70,177
75%	-4,861	-6,356	-0,125	0,130	1,032	0,417	-0,832	72,665
max	-3,392	-3,973	-0,090	0,691	1,556	0,670	-0,715	75,753

Estadística descriptiva de la muestra de fondos para el periodo 2010

Estadística	Sharpe Ratio	Sortino Ratio	Treynor Ratio	Alpha de Jensen	Beta	Volatilidad	Retornos	ESG Score
count	57	57	57	57	57	57	57	57
mean	2,359	3,820	0,026	0,040	0,975	0,169	0,535	69,366
std	0,355	0,657	0,004	0,068	0,096	0,017	0,118	5,007
min	1,568	2,399	0,017	-0,115	0,623	0,115	0,340	45,956
25%	2,147	3,461	0,023	0,002	0,932	0,161	0,460	68,277
50%	2,318	3,732	0,025	0,027	0,991	0,169	0,514	70,492
75%	2,612	4,248	0,029	0,089	1,018	0,174	0,598	72,424
max	3,333	5,831	0,037	0,249	1,195	0,228	1,021	75,753

Estadística descriptiva de la muestra de fondos para el periodo 2011-1

Estadística	Sharpe Ratio	Sortino Ratio	Treynor Ratio	Alpha de Jensen	Beta	Volatilidad	Retornos	ESG Score
count	58	58	58	58	58	58	58	58
mean	1,389	2,242	0,014	0,027	0,938	0,152	0,281	69,447
std	0,654	1,265	0,007	0,101	0,088	0,013	0,133	5,001
min	0,223	0,290	0,002	-0,158	0,631	0,104	0,071	45,956
25%	0,923	1,405	0,009	-0,041	0,891	0,147	0,188	68,353
50%	1,322	1,942	0,013	0,012	0,958	0,152	0,254	70,492
75%	1,683	2,665	0,017	0,070	0,982	0,157	0,330	72,665
max	3,278	6,167	0,034	0,326	1,108	0,180	0,720	75,753

Estadística descriptiva de la muestra de fondos para el periodo 2011-2

Estadística	Sharpe Ratio	Sortino Ratio	Treynor Ratio	Alpha de Jensen	Beta	Volatilidad	Retornos	ESG Score
count	59	59	59	59	59	59	59	59
mean	-2,314	-3,117	-0,051	-0,049	0,960	0,332	-0,519	68,270
std	0,257	0,363	0,006	0,091	0,102	0,031	0,067	10,311
min	-2,997	-3,972	-0,069	-0,310	0,633	0,229	-0,685	0,000
25%	-2,477	-3,348	-0,054	-0,101	0,890	0,314	-0,565	68,150
50%	-2,342	-3,177	-0,051	-0,053	0,987	0,337	-0,534	70,492
75%	-2,194	-2,924	-0,048	-0,001	1,022	0,348	-0,486	72,585
max	-1,410	-1,948	-0,031	0,252	1,160	0,398	-0,296	75,753

Estadística descriptiva de la muestra de fondos para el periodo 2011-3

Estadística	Sharpe Ratio	Sortino Ratio	Treynor Ratio	Alpha de Jensen	Beta	Volatilidad	Retornos	ESG Score
count	60	60	60	60	60	60	60	60
mean	2,420	3,713	0,024	0,007	0,950	0,148	0,466	68,207
std	0,365	0,711	0,004	0,059	0,172	0,022	0,108	10,235
min	1,528	2,564	0,015	-0,124	0,444	0,094	0,197	0,000
25%	2,251	3,224	0,022	-0,022	0,834	0,135	0,409	67,721
50%	2,428	3,665	0,023	0,000	0,968	0,147	0,466	70,366
75%	2,610	3,919	0,025	0,034	1,041	0,156	0,512	72,504
max	3,439	5,928	0,039	0,160	1,407	0,224	0,815	75,753

Estadística descriptiva de la muestra de fondos para el periodo 2012

Estadística	Sharpe Ratio	Sortino Ratio	Treynor Ratio	Alpha de Jensen	Beta	Volatilidad	Retornos	ESG Score
count	69	69	69	69	69	69	69	69
mean	1,616	2,660	0,015	0,016	0,932	0,140	0,276	66,759
std	0,274	0,506	0,004	0,049	0,157	0,020	0,080	12,685
min	1,123	1,821	0,010	-0,071	0,567	0,094	0,137	0,000
25%	1,423	2,319	0,013	-0,017	0,882	0,130	0,225	66,182
50%	1,607	2,625	0,014	0,003	0,950	0,136	0,265	69,621
75%	1,768	2,893	0,017	0,040	0,998	0,144	0,303	71,990
max	2,526	4,301	0,030	0,171	1,547	0,226	0,572	75,753

Estadística descriptiva de la muestra de fondos para el periodo 2019-1

Estadística	Sharpe Ratio	Sortino Ratio	Treynor Ratio	Alpha de Jensen	Beta	Volatilidad	Retornos	ESG Score
count	166	165	166	166	166	166	166	166
mean	5,601	8,807	-0,059	0,169	0,861	0,170	1,684	68,045
std	1,405	4,050	1,729	0,188	0,263	0,042	0,535	8,773
min	-1,612	-3,888	-22,200	-0,263	-0,153	0,006	-0,014	0,000
25%	4,990	6,595	0,060	0,052	0,767	0,153	1,466	66,420
50%	5,546	7,816	0,067	0,152	0,911	0,174	1,634	69,607
75%	6,234	9,961	0,080	0,291	1,001	0,190	1,879	71,997
max	10,254	32,149	0,291	0,911	1,462	0,287	3,358	76,559

Estadística descriptiva de la muestra de fondos para el periodo 2019-2

Estadística	Sharpe Ratio	Sortino Ratio	Treynor Ratio	Alpha de Jensen	Beta	Volatilidad	Retornos	ESG Score
count	176	176	176	176	176	176	176	176
mean	-1,222	-1,690	-0,018	-0,022	0,968	0,221	-0,215	68,241
std	0,909	1,317	0,014	0,200	0,120	0,025	0,171	8,587
min	-3,922	-6,115	-0,065	-0,945	0,425	0,143	-0,719	0,000
25%	-1,676	-2,368	-0,024	-0,109	0,923	0,209	-0,310	66,793
50%	-1,244	-1,656	-0,018	-0,010	0,989	0,222	-0,226	69,636
75%	-0,803	-1,092	-0,012	0,086	1,028	0,231	-0,145	72,107
max	3,086	4,876	0,053	0,655	1,319	0,328	0,672	76,559

Estadística descriptiva de la muestra de fondos para el periodo 2020

Estadística	Sharpe Ratio	Sortino Ratio	Treynor Ratio	Alpha de Jensen	Beta	Volatilidad	Retornos	ESG Score
count	184	184	184	184	184	184	184	184
mean	0,545	0,631	0,013	-0,003	0,945	0,347	0,232	68,301
std	0,296	0,346	0,007	0,102	0,138	0,047	0,131	8,418
min	-0,097	-0,110	-0,002	-0,222	0,205	0,155	-0,018	0,000
25%	0,345	0,394	0,008	-0,068	0,925	0,334	0,144	66,793
50%	0,557	0,639	0,013	-0,003	0,969	0,346	0,230	69,636
75%	0,703	0,810	0,016	0,048	0,999	0,362	0,283	72,107
max	1,311	1,445	0,033	0,291	1,297	0,529	0,634	76,559

Estadística descriptiva de la muestra de fondos para el periodo 2022-1

Estadística	Sharpe Ratio	Sortino Ratio	Treynor Ratio	Alpha de Jensen	Beta	Volatilidad	Retornos	ESG Score
count	216	216	216	216	216	216	216	216
mean	1,583	2,973	0,020	-0,051	0,944	0,226	0,440	68,488
std	0,957	1,754	0,072	0,177	0,277	0,061	0,191	7,854
min	-3,783	-7,139	-1,012	-0,582	0,013	0,054	-0,185	0,000
25%	1,171	2,231	0,018	-0,130	0,755	0,183	0,337	66,986
50%	1,566	2,871	0,023	-0,052	0,960	0,223	0,445	69,525
75%	1,824	3,580	0,028	0,023	1,063	0,248	0,534	72,033
max	4,560	11,602	0,103	0,483	1,746	0,439	1,212	76,559

Estadística descriptiva de la muestra de fondos para el periodo 2022-2

Estadística	Sharpe Ratio	Sortino Ratio	Treynor Ratio	Alpha de Jensen	Beta	Volatilidad	Retornos	ESG Score
count	216	216	216	216	216	216	216	216
mean	0,331	0,579	0,012	0,031	0,927	0,224	0,118	68,488
std	0,488	0,762	0,100	0,089	0,180	0,041	0,103	7,854
min	-2,321	-2,911	-0,050	-0,274	-0,001	0,007	-0,205	0,000
25%	0,135	0,227	0,002	-0,020	0,858	0,209	0,059	66,986
50%	0,323	0,553	0,005	0,023	0,951	0,228	0,107	69,525
75%	0,573	0,995	0,009	0,076	1,013	0,239	0,163	72,033
max	1,666	2,869	1,472	0,398	1,352	0,341	0,622	76,559