



Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales  
ICADE

# **LAS POSIBILIDADES DE INVERSIÓN EN ENERGÍAS LIMPIAS.**

Autor: Almudena Pérez – Andújar Marhuenda  
Director: Karin Alejandra Irene Martin Bujack

MADRID | junio 2024

## **RESUMEN**

Este trabajo pretende ofrecer una mayor claridad en relación con la inversión en las energías limpias. La necesidad de acelerar la descarbonización, y buscar nuevas alternativas a las energías fósiles, es uno de los mayores problemas con respecto a la sostenibilidad energética. En este trabajo se ha realizado un análisis de distintas posibilidades de carteras, formadas por empresas de una muestra, partiendo de la cartera del fondo Pictet – Clean energy solution. Siguiendo el modelo de Markowitz y William Sharpe, utilizando el lenguaje de programación Python, se han comparado las rentabilidades esperadas de estas, para analizar las posibilidades de la inversión en energías limpias. Se ha analizado la cartera óptima de toda la muestra, junto con un análisis de cada zona geográfica y sectores. En este trabajo se demuestra que la inversión en empresas dedicadas al desarrollo de energías limpias es rentable, siendo una opción válida para cualquier nivel de riesgo que tenga el inversor, gracias a la dependencia futura que está en auge.

Palabras clave: energías limpias, descarbonización, sostenibilidad inversión, Markowitz, Sharpe, rentabilidad, cartera óptima.

## **ABSTRACT**

This paper aims to provide greater clarity on investment in clean energy. The need to accelerate decarbonisation, and to seek new alternatives to fossil fuels, is one of the biggest issues with regard to energy sustainability. In this paper, an analysis of different portfolio possibilities, consisting of a sample of companies, has been carried out, starting from the portfolio of the Pictet - Clean energy solution fund. Following the Markowitz and William Sharpe model, using the Python programming language, the expected returns of these companies were compared in order to analyse the possibilities of investing in clean energy. The optimal portfolio of the whole sample has been analysed, together with an analysis of each geographical area and sector. This work demonstrates that investment in companies dedicated to the development of clean energy is profitable, being a valid option for any level of risk that the investor may have, thanks to the future dependence that is on the rise.

Key words: clean energy, decarbonisation, sustainability, investment, Markowitz, Sharpe, profitability, optimal portfolio.

# ÍNDICE

1. PROPÓSITO DEL TRABAJO.....	5
2. OBJETIVOS .....	5
3. METODOLOGÍA Y ESQUEMA DEL TRABAJO .....	6
4. ENERGÍAS LIMPIAS .....	7
4.1 La necesidad de la descarbonización .....	7
4.2 Características de las energías limpias .....	8
4.3 Mercado actual y futuro de las energías limpias .....	9
4.4 Recursos financieros dirigidos a las energías limpias .....	10
5. INVERSIÓN SOSTENIBLE Y RESPONSABLE.....	11
5.1 ISR: Inversión Sostenible y Responsable.....	12
5.2 Desarrollo sostenible a través de los fondos temáticos .....	14
6. MARCO TEÓRICO .....	15
6.1 Introducción al modelo teórico .....	15
6.2 Modelo de Markowitz y la frontera eficiente.....	15
6.3 William Sharpe.....	17
7. DATOS Y METODOLOGÍA .....	19
7.1 Muestra de datos .....	19
7.1.1 Selección de las empresas para el análisis.....	21
7.1.2 Activo libre de riesgo.....	22
7.1.3 Tabla de estadísticos de la base de datos .....	22
7.2 Explicación del análisis con Python.....	25
7.2.1 Lenguaje de Programación Python .....	25
7.2.2 Análisis de la base de datos en Python.....	25
8. ANÁLISIS DE CARTERAS ÓPTIMAS .....	28
8.1 Máximo ratio de Sharpe .....	28
8.2 Mínima volatilidad .....	29
8.3 Análisis por zonas geográficas .....	30

8.4	Análisis por sectores .....	33
9.	CONCLUSIONES .....	38
10.	ANEXOS .....	42
11.	BIBLIOGRAFÍA.....	48

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.	La inversión en energías verdes superará a las energías fósiles pasado el 2025 ...	10
Ilustración 2.	Posibilidades de combinación de carteras .....	27
Ilustración 3.	Resumen del análisis geográfico .....	32
Ilustración 4.	Resumen del análisis sectorial.....	38

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Tabla de estadísticos .....	23
Tabla 2.	Cartera óptima con máximo ratio de Sharpe .....	28
Tabla 3.	Cartera óptima con mínima volatilidad. ....	29
Tabla 4.	Cartera de inversión en empresas de Estados Unidos relacionadas con las energías limpias. ....	31
Tabla 5.	<i>Cartera de inversión en empresas de Europa relacionadas con las energías limpias.</i> ..	31
Tabla 6.	Cartera de inversión en empresas de Corea relacionadas con las energías limpias.....	32
Tabla 7.	Cartera óptima de inversión en empresas del sector de semiconductores. ....	33
Tabla 8.	Cartera óptima de inversión en empresas del sector de fabricación. ....	34
Tabla 9.	Cartera óptima de inversión en empresas del sector de Producción energética. ....	35
Tabla 10.	Cartera óptima de inversión en empresas del sector de Software .....	36
Tabla 11.	Cartera óptima de inversión en empresas del sector de la Infraestructura.....	37

## **1. PROPÓSITO DEL TRABAJO**

El consumo de energías contaminantes, como el petróleo o el gas, son fuentes de energía limitadas. Al mismo tiempo, la población mundial está en auge, lo que provocará que se necesiten muchos más recursos energéticos para cubrir toda la demanda, en un futuro próximo. Con todo ello, nace una gran preocupación por lo que ocurrirá cuando una de estas energías, de las que se es totalmente dependientes, se acabe. Además, se debe tener en cuenta que muchos países dependen de otros para el consumo de esta energía, y si a esta limitación le sumamos conflictos geopolíticos que retrasen o impidan el acceso a estos recursos, la situación tiende a empeorar.

Toda esta situación está empezando a causar que empresas, gobiernos e instituciones pongan el foco en este problema, con el objetivo de intentar incentivar nuevas alternativas de energía. Como una de las soluciones planteadas a este problema, surge una movilización por desarrollar nuevas fuentes de energías limpias. Sin embargo, este proceso es altamente costoso, y muchas de estas empresas se encuentran en una posición muy limitada a la hora de encontrar financiación y recursos para destinar a este desarrollo. En el sector financiero, las energías limpias han conseguido encabezar un debate, a la hora de mostrarse como una alternativa de inversión rentable. Han empezado a convertirse en una temática de interés, tanto por parte de los investigadores, como de los inversores.

Los inversores, motivados por encontrar la rentabilidad en esta temática, buscan la oportunidad de participar en una nueva alternativa de inversión, cuyo resultado final incluya causar cierto impacto. Desean encontrar las posibilidades de rentabilidad, de empresas dedicadas al desarrollo de energías limpias, ya sea en la categoría de sector, infraestructura, tecnología, transporte, producción, etc., o incluso en la diversidad geográfica. Por ello, el propósito del presente trabajo consiste en llevar a cabo un análisis de las posibilidades de inversión sobre esta nueva oportunidad. Este análisis, puede interesar tanto a compañías en el sector de las energías limpias como a inversores que deseen participar en el impacto medioambiental.

## **2. OBJETIVOS**

Los objetivos que se desean conseguir a través de este trabajo son los siguientes:

- ✓ Conocer en mayor detalle la importancia del desarrollo de fuentes alternativas de energías limpias, así como las empresas que se dedican a ello.
- ✓ Proporcionar una mayor claridad sobre la necesidad de la descarbonización y la situación del mercado en el sector de las energías limpias.

- ✓ Crear una cartera óptima de empresas dedicadas a las energías limpias, no contaminantes, y entender cómo los modelos de negocio no sólo pueden beneficiarse de la sostenibilidad a largo plazo, sino también impulsarla.
- ✓ Plantear un análisis de rentabilidad según la volatilidad, ratio de Sharpe, geografía y actividades de las empresas que conforman dicha cartera.

El objetivo del trabajo es evaluar las posibilidades de inversión en energías limpias, con un enfoque particular en cómo estas inversiones pueden contribuir a la transición hacia una economía baja en carbono.

### **3. METODOLOGÍA Y ESQUEMA DEL TRABAJO**

El trabajo consta de dos partes principales. La primera de ellas más teórica y de tipo descriptiva. Se ha realizado una búsqueda exhaustiva, para obtener múltiples fuentes de información válidas y relacionadas con la inversión en las energías limpias. Esta búsqueda se ha centrado en la recogida de documentos y estudios realizados con anterioridad, todos ellos enfocados en el tema abordado. Para realizar dicha recopilación, se han utilizado fuentes de información secundarias como Google Scholar o el repositorio de la Universidad Pontificia Comillas, entre otros. Se desea entender el impacto que ha tenido a lo largo de los años esta nueva temática de inversión, el potencial del crecimiento, como las empresas han evolucionado y el peso que tienen en la sociedad.

La segunda parte del trabajo va dirigida a realizar un análisis predictivo. Se analizará un fondo que contenga una cartera compuesta, tanto por empresas conocidas como empresas puras, con peso en todas las regiones, que participan en sectores, relacionado con la temática de las energías limpias. Entre las gestoras de inversión que se enfocan en esta temática, se ha seleccionado Pictet Asset Management. Uno de los productos que ofrece, es el fondo Pictet - Clean Energy Transition. Con este fondo, Pictet lanza una alternativa para participar en la transición energética, hacia una economía con bajas emisiones de carbono. Partiendo de este fondo, el proceso de selección muestral se describe con detalle como parte del análisis del trabajo. Se aplicará el modelo matemático, propuesto por Markowitz y William Sharpe, para obtener la cartera con mayor rentabilidad. Se utilizará un código de Python como herramienta para analizar la base de datos. Con la ayuda de este código, se estudiarán las diversas categorías de la muestra, el sector y la geografía. Todo el proceso se explicará detalladamente, justificado mediante una amplia bibliografía de estudios cercanos a la investigación.

## **4. ENERGÍAS LIMPIAS**

Hoy en día, es necesario reducir las emisiones de carbono debido a su resultado contaminante en el planeta. Esta urgencia no se debe únicamente al impacto negativo que esto conlleva, sino que, además, debido al crecimiento demográfico, se está experimentando un aumento en la demanda energética. Este consumo acelerado de energías es imprescindible para cubrir las necesidades básicas de la población (Oviedo-Ocaña, 2018).

Se espera que, de cara a los próximos años, junto con este crecimiento de la demanda energética, se desarrollen nuevas formas de explotar los recursos naturales de manera más rápida, y se pueda empezar a aumentar las fuentes de energías de las que se depende. Entre estas fuentes, se encuentran las energías limpias, como la energía solar o eólica. Se caracterizan principalmente, por ser extraídas de fuentes naturales e inagotables. Esta alternativa, teniendo una implementación costosa y lenta, es la solución óptima para disminuir el uso de las energías fósiles, y así contribuir en la reducción de emisiones contaminantes (Doussoulin et al., 2018).

En el estudio titulado "Métodos amigables de producción de hidrógeno como fuente de energía limpia", de Diego Venegas, y otros compañeros, publicado en 2016, trata la necesidad de desarrollar energías limpias para reducir la contaminación causada por el carbono, plomo y otros elementos. Se destaca el hidrógeno como una fuente prometedora de energía limpia y se examinan diversas metodologías para una producción amigable con el medio ambiente.

### **4.1 La necesidad de la descarbonización**

El Acuerdo de París fue una de las iniciativas con mayor influencia, a la hora de implementar una solución ante la situación climática actual. Tanto la descarbonización como la búsqueda de nuevas alternativas energéticas han sido resultado de promover un desarrollo económico sostenible.

El Acuerdo de París, establecido el 12 de diciembre de 2015, es un compromiso global para combatir el cambio climático. Tiene como objetivo reducir la emisión de gases de efecto invernadero, para que la temperatura media mundial no aumente más de 2 °C en lo que queda de siglo, respecto a los niveles registrados hasta el 2015. La intención, es continuar para conseguir limitar ese aumento a, al menos, 1.5 °C. Este acuerdo marca un punto de inflexión histórico, al ser el primer pacto, que cuenta con la colaboración de 195 naciones, en la lucha contra el cambio climático (Fernández-Reyes, 2016). Con este acuerdo, se acelera el proceso de descarbonización, para combatir el cambio climático. Se sugiere que, la transición hacia fuentes de energía sostenibles pueda fomentar el desarrollo de nuevos mercados e industrias. Este enfoque en la

sostenibilidad no es únicamente esencial para la salud ambiental, sino que también puede ser un motor para la reinversión y el crecimiento económico sostenible (Di Pietro, 2017).

El acuerdo de París estableció un antes y un después en la transición energética. Por un lado, a partir de esta celebración, se constituye el concepto de descarbonización, haciendo referencia a la eliminación de toda actividad contaminante, causada por el carbono (Arguedas, 2020). Por otro lado, este acuerdo promueve el uso de métodos de gobernanza climática más suaves, en vez de compromisos legales fuertes, como lo fue el Protocolo de Kioto, optando por acuerdos voluntarios y no obligatorios. El objetivo principal, es motivar a los países participantes a implementar sus propios objetivos para reducir la contaminación. Esto también es conocido como Contribuciones Previstas Determinadas a Nivel Nacional (Foyer et al., 2017).

La descarbonización es el proceso de disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, limitando la dependencia de combustibles fósiles (Hansen et al., 2013). A través de esta actividad, se puede conseguir reducir la temperatura media mundial y conseguir el objetivo de limitar la dependencia a dichos combustibles. Por ello, la descarbonización puede considerarse como alternativa para combatir el cambio climático (Peters et al., 2018)

#### **4.2 Características de las energías limpias**

Las energías limpias son aquellas que, al generarse, provocan el mínimo impacto climático, limitando los daños al ecosistema, a diferencia de las energías generadas por combustibles contaminantes (De la Peña et al., 2018). Las energías limpias están en auge, crecimiento derivado del agotamiento de recursos no renovables. Estas energías utilizan métodos de generación, que evitan la emisión de algunos contaminantes, especialmente gases de efecto invernadero como el CO<sub>2</sub>. (Cruz, 2024).

Se debe tener en cuenta que, cuando se habla de las energías limpias o a las energías renovables, se está hablando de dos aspectos diferentes. Las energías limpias son aquellas que al producirse no contaminan el ecosistema, y muchas de ellas provienen de fuentes renovables. Por otro lado, las energías renovables son aquellas que se obtienen a partir de fuentes naturales inagotables, como por ejemplo la luz solar o el viento. Las energías renovables destacan en su diversidad, su abundante disponibilidad y su capacidad para ser explotadas en distintas partes del mundo, a diferencia de los combustibles fósiles. Por ello, las energías renovables son fuentes de donde se producen las energías limpias. Ambos tipos de energías son de uso responsable, que afectan positivamente al cambio climático. Además, el coste de las energías renovables está en proceso de normalizarse, lo que está causando el general aumento de los costes de los combustibles fósiles (Acciona, 2020).



Las energías limpias se pueden clasificar en función de las fuentes renovables de las que se extraen. La energía solar es aquella que se genera a partir de la radiación solar (Lamigueiro, 2013).

La energía eólica, es aquella producida por el viento. Fue una de las primeras energías utilizadas por el hombre y, hoy en día, transforma la energía cinética del viento en energía eléctrica mediante generadores (Espejo Marín, 2004).

La energía hidráulica se obtiene a través de la corriente de los ríos, y supone el 7% del consumo mundial. Como derivada del aprovechamiento del movimiento del agua, nace la energía mareomotriz la cual proviene de las corrientes marinas. Otra segunda derivada, es la energía undimotriz, que se Aprovecha del movimiento y fuerza de las olas (González et al., 2015).

Y finalmente, la geotermia es la energía obtenida del calor que produce la Tierra, a través de la desintegración de las sustancias radiactivas, que se transmite por condición térmica hacia la superficie. Sin embargo, es una energía muy nueva de difícil aprovechamiento, pero de alta disponibilidad (Núñez et al., 2013).

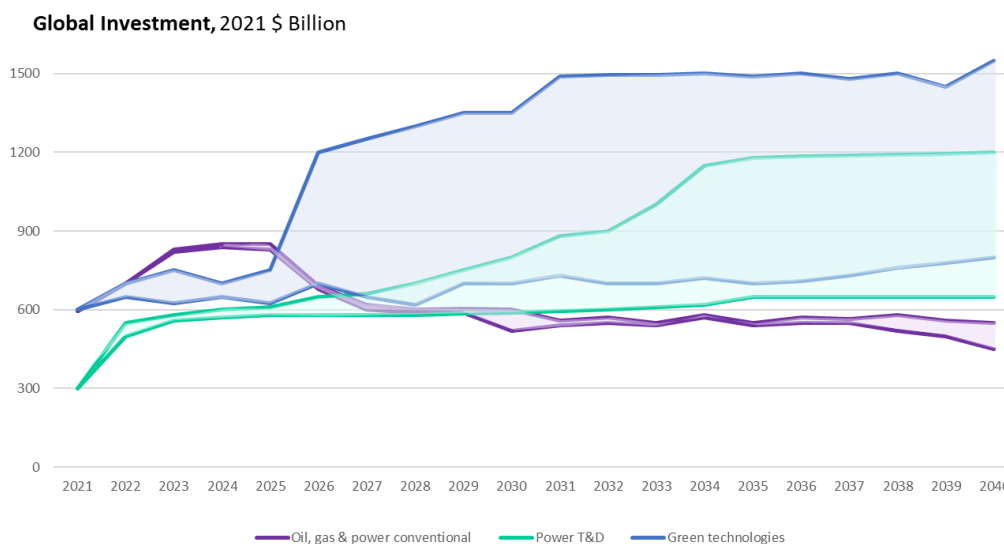
### **4.3 Mercado actual y futuro de las energías limpias**

El impulso de la transición energética se puso de manifiesto recientemente en el Consenso de los EAU, presentado en la COP28 el 13 de diciembre de 2023, en el que se pedía a las Partes que aplicaran varias medidas clave: triplicar la capacidad de energía renovable en todo el mundo y duplicar la tasa media anual mundial de mejora de la eficiencia energética para 2030; acelerar los esfuerzos hacia la eliminación progresiva de la energía de carbón; acelerar los esfuerzos a nivel mundial hacia sistemas energéticos de emisiones cero, mediante la utilización de combustibles de bajas emisiones de carbono a mediados de siglo; y la transición para abandonar los combustibles fósiles en los sistemas energéticos de una manera justa y ordenada, acelerando la acción en esta década para lograr cero emisiones netas para 2050 (Flores, 2023).

Como se puede apreciar en el gráfico 1, se espera que para el año 2040, las energías renovables se establezcan como la principal fuente de ingresos antes de intereses e impuestos en casi todas las regiones. Sin embargo, en Medio Oriente y África y en la Comunidad de Estados Independientes, se anticipa que los combustibles fósiles sigan dominando el mercado energético, representando aproximadamente el 85% y el 60% del total, respectivamente. Las inversiones en tecnologías con bajas emisiones de carbono tenderán a superar a las de los combustibles fósiles antes del final de la década, aprovechando el impulso actual, el apetito de los inversores y el apoyo de los gobiernos a medida que se acercan los objetivos para 2030. A medida que se

estabilice el crecimiento de la demanda, se prevé que la inversión global en combustibles fósiles disminuya gradualmente a partir de la segunda mitad de esta década, aunque se espera que los combustibles fósiles sigan formando parte de la combinación energética (Bevilacqua, 2024).

*Ilustración 1. La inversión en energías verdes superará a las energías fósiles pasado el 2025*



*Fuente: Figura obtenida del informe publicado en 2024 por McKinsey and Company, en un estudio realizado acerca de la perspectiva global de la energía en 2023.*

Desde la Revolución Industrial, la demanda de energía ha seguido el ritmo del crecimiento poblacional y económico. Sin embargo, existen proyecciones que anticipan un futuro donde esta correlación podría no ser tan directa, motivado en gran medida por la urgencia de minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero. Se espera que la demanda de energía en 2050 sea superior a la de 2020. No obstante, el incremento en la demanda energética sostenible global no está garantizado, especialmente en contextos donde políticas gubernamentales o avances tecnológicos podrían transformar el sistema energético mundial (Raimi et al., 2022).

#### **4.4 Recursos financieros dirigidos a las energías limpias**

Para impulsar este desarrollo de las energía renovables, se necesitan elaborar fuentes de financiación. Gobiernos y empresas están adoptando nuevas políticas para facilitar la transición hacia sistemas energéticos que contaminen menos al planeta. Actualmente, se está redirigiendo los recursos financieros a los sectores más sostenibles, que favorecen el ecosistema y el medio ambiente (Fankhauser et al., 2020).

Tanto bancos como empresas privadas son órganos fundamentales en este proceso de recaudación. Existen muchas oportunidades de inversión en el sector de las energías renovables a diferentes escalas y magnitudes. El mercado de las energías renovables está en auge, por lo que las oportunidades de inversión continúan aumentando, ofreciendo a los inversores diversas formas de contribuir a la transición hacia un sistema energético sostenible. Además, como se va a argumentar a continuación, las empresas están apoyando este proceso al integrar la sostenibilidad en sus operaciones y cadenas de suministro, incorporando los principios ASG en sus actividades y operaciones empresariales (Burret et al., 2009).

Muchos organismos contribuyen en la financiación de capital para vehículos dirigidos a la eficiencia energética. Entre ellos, se encuentran bancos dedicados al desarrollo regional, como European Bank for Reconstruction y Development; empresas privadas de energía, como por ejemplo Kansai Power y Tokyo Electric Power; empresas de comercialización internacional, como Marubeni o Sumitomo; bancos privados y entidades financieras. Un ejemplo donde todos ello invierten colectivamente es en los fondos de FondElec Clean Energy Service. Estos fondos son vehículos de inversión administrados por la empresa FondElec. Esta empresa realiza inversiones enfocadas en proyectos centrados en la distribución de energía eléctrica, en países como Argentina y Brasil, o el transporte de gas en Bolivia, entre otros. Es una empresa especializada en el ámbito de las energías limpias y en su eficiencia, creando una división específica para manejar estas operaciones. Otra iniciativa para ayudar en la inversión en energías limpias, son las líneas de crédito especiales. Algunos ejemplos de organismos, que han impulsado el uso de estos productos, son El Banco Japonés de Cooperación Internacional o El Banco Interamericano de Desarrollo. Estas instituciones crearon las líneas de crédito para proyectos que se centren en la mejorar la situación ambiental. Estos créditos se pactaron con bancos de desarrollo nacionales (como en Brasil y México) y son gestionados por bancos privados. (Gomelsky, 2023). Todas estas entidades financieras, desempeñan un papel crucial en la mitigación del cambio climático y, de manera implícita, en la transición hacia las energías renovables (Liu et al., 2021).

Gracias a iniciativas como estas, la concienciación sobre la importancia de avanzar hacia la eficiencia energética sigue creciendo, como consecuencia del respaldo que reciben por parte de organismos e instituciones como las mencionadas (González-Eguino et al., 2022).

## **5. INVERSIÓN SOSTENIBLE Y RESPONSABLE**

## 5.1 ISR: Inversión Sostenible y Responsable

La inversión socialmente responsable (ISR) es un método de inversión que considera aspectos sociales, ambientales y éticos al tomar decisiones financieras. A diferencia de las inversiones tradicionales, la ISR emplea criterios específicos para elegir o descartar activos basándose en factores ecológicos, sociales, de gobernanza corporativa o éticos. Este enfoque también implica un compromiso activo con las comunidades locales y la contribución de los accionistas para promover objetivos corporativos alineados con estas consideraciones (Renneboog et al., 2008).

La Inversión social responsable se impulsó en los años 1960 y 1970, época en la que los inversores empezaban a considerar la responsabilidad social frente a problemas como el maltrato a grupos minoritarios, la inequidad de género, la depredación medioambiental y el insuficiente respeto a los derechos humanos (Rojas et al., 2009). Fue en 1972, cuando se celebró la primera Conferencia de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) sobre Medio Ambiente Humano, también conocida como “Cumbre de la Tierra”, durante la cual fue creado el Programa de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente (PNUMA) (Porto-Gonçalves, 2011).

Los Principios de Inversión Responsable (PRI) nacieron en abril de 2006, impulsados por la sociedad civil y con el apoyo de las Naciones Unidas, a través del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y el Pacto Global. Los PRI representan criterios y recomendaciones diseñados para los inversores, para incorporar estrategias responsables y sostenibles en sus inversiones. La misión de los PRI es fomentar un sistema financiero global que sea económicamente eficiente y sostenible. Para ello, los PRI promueven la adopción de unos principios con los que se busca mejorar el gobierno corporativo, la integridad y la rendición de cuentas en el sector financiero (PRI Association, 2015). Estos seis principios fueron desarrollados por profesionales de la inversión y cuentan con el respaldo de las Naciones Unidas. Además, cuentan con más de 2.000 signatarios de más de 60 países que representan casi 90 billones de dólares en activos bajo gestión (Ballesteros et al., 2021).

A continuación, se presenta el compromiso acordado por estos signatarios, dando lugar a los 6 principios en cuestión (UN PRI, 2016):

1. *Incorporar las cuestiones ASG a nuestros procesos de análisis y de toma de decisiones en lo que se refiere a inversiones.*
2. *Ser pioneros en incorporar las cuestiones ASG a nuestras prácticas y políticas de propiedad.*
3. *Buscar una divulgación transparente de las cuestiones ASG por parte de las entidades en las que invertamos.*

4. *Promover la aceptación y aplicación de los Principios en el sector de las inversiones.*
5. *Trabajar en conjunto para mejorar nuestra eficacia en la aplicación de los Principios.*
6. *Reportar nuestra actividad y progreso en la aplicación 6 de los Principios.*

La ISR y PRI representan fundamentos clave en la promoción de prácticas de inversión que integran consideraciones ambientales, sociales y de gobernanza. No solo se busca generar retorno, sino que, además, se desea provocar una inversión más sostenible. Ambos enfoques están interconectados en su objetivo común de realinear el sector financiero hacia una mayor responsabilidad social y ambiental (PRI Association, 2015).

Otro factor muy importante son las calificaciones ASG, que significa Ambiente (A), Social (S) y Gobernanza (G). Estos tres factores no económicos se utilizan para estudiar y analizar el rendimiento de una empresa en términos de responsabilidad social, establecimiento de un modelo de desarrollo sostenible y aplicación de un estilo de gestión moderno. Sirven de referencia para los inversores que desean realizar inversiones socialmente responsables. (Dong, 2023).

El objetivo principal de medir el desempeño ASG, consiste en asignar una calificación a una organización por un periodo determinado de tiempo, como la transparencia en su revelación al público. Esta evaluación se realiza para valorar y gestionar las empresas adecuadamente. Así, es necesario identificar variables ASG con cierto peso empírico, con el fin de definir criterios y fórmulas de cálculo que permitan realizar un análisis y evaluación objetiva, poder realizar seguimientos y llevar a cabo análisis comparativos entre organizaciones, sectores y países (Zanker, 2017).

Según la revista Harvard Business Review, un artículo escrito por Porter M. E., en 2011, se explican las oportunidades que ofrece este nuevo paradigma, para todas aquellas empresas que deseen convertirse en agentes económicos de cambio social y medioambiental. A continuación, se presentan algunos ejemplos por los que los beneficios de la integración de los principios ASG son atractivos y rentables para las compañías. Por un lado, si una empresa quiere alcanzar el éxito de inversión con su cartera, debe crear una propuesta de valor diferencial que satisfaga las necesidades del cliente a través del desarrollo de una ventaja competitiva. En este ejercicio orientado a la definición de una solución única, la gran mayoría de las empresas han pasado por alto las oportunidades que ofrece el mercado a través de las necesidades fundamentales de la sociedad y el planeta. Una correcta interpretación de estas puede llevar a descubrir nuevos nichos en los que diversificar y ampliar la cuota de mercado, captar nuevos clientes e incrementar el número de ventas mientras, se abordan problemáticas sociales, medioambientales y de gobierno.

Según Ban Ki.Moon, secretario General de la ONU, estipuló que un sistema económicamente eficiente y financieramente sostenible a escala global es una necesidad para la creación de valor a largo plazo. Tal sistema recompensará la inversión responsable y beneficiará al medio ambiente y a la sociedad en su conjunto. El PRI trabaja para lograr este sistema financiero global sostenible, promoviendo la buena gobernanza, la integridad y la rendición de cuentas, basado en prácticas de mercado, estructuras y regulación (UN PRI, 2016).

## **5.2 Desarrollo sostenible a través de los fondos temáticos**

La inversión temática es una estrategia que se centra en identificar tendencias y temas emergentes, a través de una investigación detallada de un tema en particular. Estas temáticas surgen a través de transformaciones económicas, tecnológicas, climáticas o sociales. Este enfoque se distingue de métodos tradicionales de inversión, permitiendo a los inversores aprovechar nuevas oportunidades, más allá de las clasificaciones convencionales como el tamaño de la empresa, el sector o la localización geográfica (Bai et al., 2023).

La inversión dirigida hacia la temática de sostenibilidad y la integración de criterios ASG representa un cambio radical en las estrategias financieras. La necesidad de adoptar prácticas de inversión sostenible y responsable se ha convertido en un imperativo para las empresas que buscan alinearse con los objetivos de desarrollo sostenible y responder a las expectativas crecientes de los inversores. Este enfoque no solo mejora la imagen corporativa, sino que también se asocia con beneficios financieros tangibles, como la reducción de costos de capital y la mejora de las valoraciones de la empresa. Las compañías se enfrentan al desafío de cómo comunicar efectivamente sus esfuerzos ASG y cómo estas prácticas se traducen en diferenciación estratégica y ventajas competitivas (Serafeim, 2020).

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible establece los llamados Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que son un llamamiento mundial para erradicar la pobreza, proteger el medio ambiente, perseguir la paz y el desarrollo de las economías. Para ello, cada objetivo establece varias metas a alcanzar para 2030. La consecución de estos objetivos puede provocar la recaudación de grandes cantidades de capital, que se obtendrán de diferentes instrumentos financieros, como son los fondos de inversión. Fruto de la preocupación social por el planeta y la humanidad en general, ha crecido el desarrollo de los llamados fondos de inversión temáticos, que tienen entre su política de inversión la contribución a los ODS. Existen varias formas de contribuir a los ODS, como la financiación con bonos, la inversión de impacto o la inversión

temática. Este tipo de inversión puede considerarse una inversión sostenible, por lo que la contribución a los ODS podría considerarse una motivación no financiera (Sanahuja et al., 2017)

## **6. MARCO TEÓRICO**

### **6.1 Introducción al modelo teórico**

La atención hacia las inversiones ha aumentado en la sociedad debido al acelerado desarrollo del sector económico. Este rápido crecimiento ha inducido a las personas a reflexionar sobre sus necesidades futuras, percibiendo la inversión como una necesidad imperante. Motivados por diversas razones, los inversores asignan sus recursos disponibles a diferentes activos utilizando estrategias de inversión específicas para maximizar el valor de sus fondos invertidos, buscan minimizar el riesgo de pérdidas. Se pueden emplear diversos modelos de valoración de activos que explican la relación entre el riesgo y el rendimiento de una inversión particular para guiar la toma de decisiones en inversión. (Adi Swara Putra et al., 2020).

Figuras como Markowitz (1952), Sharpe (1994), Linter (1965) y Mossin (1966) transformaron radicalmente el enfoque hacia la gestión de inversiones. Aunque la idea de diversificar ya era conocida por los inversores antes de la era de Markowitz y sus sucesores, fue este grupo de académicos quien le otorgó un fundamento estadístico y aplicado. La Teoría Moderna de Portafolios (TMP) revolucionó el modo en que los inversores abordan las discusiones sobre inversión (Benninga, 2014).

La relevancia de esta teoría se magnificó con el reconocimiento del Premio Nobel de Economía en 1990, otorgado a Harry Markowitz junto a Merton Miller y William Sharpe, por sus contribuciones fundamentales a la teoría financiera (Gimeno Torres, 2014).

Markowitz, propuso el modelo de la cartera eficiente de media-varianza. A raíz de esta teoría, se desarrollaron muchas otras que se complementan entre sí, derivando en la teoría del ratio de Sharpe, que se explicará a continuación. El ratio de Sharpe es una medida utilizada como criterio de selección, para escoger aquel portafolio que maximice dicho ratio. (Estrada, 2010).

### **6.2 Modelo de Markowitz y la frontera eficiente**

La teoría de Markowitz, sobre la selección óptima de portafolios, sugiere que el inversor debe tener entre sus prioridades tanto diversificar, como maximizar el rendimiento esperado. Según esta norma, el inversor debería distribuir sus recursos entre todos aquellos activos que ofrezcan la máxima rentabilidad esperada. Este marco conceptual rechaza la idea de maximizar simplemente

los retornos esperados sin considerar el riesgo, y promueve en cambio la diversificación como estrategia clave para alcanzar un equilibrio óptimo. El análisis de Markowitz muestra cómo, a través de la combinación adecuada de activos, los inversores pueden construir carteras que les permitan alcanzar el máximo retorno para un nivel de riesgo dado, o minimizar el riesgo para un nivel de retorno esperado, ilustrando la relación fundamental entre el riesgo y el retorno en la inversión. (Markowitz, 1952).

El modelo de Markowitz es empleado por inversores para desarrollar carteras óptimas, definidas como combinaciones estratégicas de activos que buscan maximizar la rentabilidad o minimizar el riesgo. No obstante, identificar la mezcla adecuada de activos para alcanzar estos objetivos puede resultar en un análisis exhaustivo y continuo, sin lograr una solución definitiva, según plantea (Antwi, 2012).

La selección de una cartera se puede desglosar en dos fases. La primera se centra con la observación y la experiencia, culminando en las expectativas sobre el rendimiento futuro de los valores disponibles. La segunda se desarrolla con las expectativas sobre los rendimientos futuros y concluye con la elección concreta de la cartera. Por lo tanto, Markowitz presenta un modelo con una estructura de optimización de carteras, diseñado para facilitar la elección de la cartera más eficiente. Con ello, se logra el análisis de diversas combinaciones de activos dados, o propuestos por el inversor. Este modelo asiste a los inversores en la eliminación o ajuste de riesgos, para poder alcanzar el propósito de inversión (Chen, 2022).

La explicación teórica de Markowitz comienza planteando un portafolio con un número de  $N$  activos de riesgo, donde el vector de rendimiento del activo  $i$  es  $R_i = \{r_1, r_2, \dots, r_T\}$ . Define  $\mu_i$  como el rendimiento medio de  $R_i$ ,  $\sigma_i^2$  como la varianza de  $R_i$ , y  $\sigma_{ij}$  como la covarianza entre  $R_i$  y  $R_j$ . Por otro lado, el peso, o la proporción invertida en el activo de alto riesgo número  $i$  es  $x_i$ . (Tan, 2023).

Estas ideas se expresan a continuación, como modelos de programación cuadrática, donde se maximice el retorno o rendimiento, y se minimice la volatilidad de la cartera (Tan, 2023).

$$(1) \text{ Maximizar: } \mu = E(R) = \sum_{i=1}^N \mu_i x_i$$

*s.a.*

$$\sum_{i=1}^N x_i = 1$$

$$x_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, N$$



$$(2) \text{ Minimizar: } \sigma^2 = V(R) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \sigma_{ij} x_i x_j$$

s.a.

$$\sum_{i=1}^N x_i = 1$$

$$x_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, N$$

Donde:

$N$  = Número de activos de la cartera.

$R_i$  = Rendimiento de los activos  $i$  de la cartera.

$\mu_i$  = Rendimiento medio de los activos.

$x_i$  = Peso destinado a cada activo de la cartera.

$\sigma_{ij}$  = Covarianza de la cartera.

$\sigma_i^2$  = Varianza de  $R_i$ .

$E(R)$  = Retorno Esperado de la cartera.

Para diversas combinaciones de ponderaciones de cartera, se puede obtener el conjunto alcanzable de  $(\sigma^2, \mu)$ , en el cual se encuentran los niveles mínimos de riesgo de cartera para un objetivo de rendimiento, o los  $(\sigma^2, \mu)$  con el nivel máximo de rendimiento de cartera para un objetivo de riesgo dado en la frontera eficiente.

### 6.3 William Sharpe

El desarrollo y la aplicación de métricas financieras para evaluar el rendimiento de las inversiones han sido fundamentales en la teoría y práctica de la gestión de portafolios. En este contexto, el Ratio de Sharpe, desarrollado por William Sharpe en 1966, se destaca como una herramienta esencial para medir la eficiencia de una inversión (Sharpe, 1966). Sin embargo, en 1994 William Sharpe publica una nueva versión del ratio, que es la que se usa actualmente. Este ratio mide el exceso de rentabilidad de un portafolio en relación con su volatilidad, proporcionando un indicador claro del rendimiento ajustado al riesgo (Sharpe, 1994). A pesar del derivado desarrollo de múltiples modelos de valoración y análisis de carteras, el ratio de Sharpe sigue siendo una de las medidas más utilizadas para medir el rendimiento de los fondos. (Vidal-García, 2016).

La relevancia del Ratio de Sharpe radica en su capacidad para alcanzar dos objetivos de inversión críticos. En primer lugar, este ratio permite evaluar el rendimiento de un portafolio ajustado por el riesgo, proporcionando así una medida integral de la eficacia de una inversión. En segundo

lugar, facilita la combinación efectiva de distintos activos dentro de un mismo portafolio. El ratio de Sharpe ofrece la ventaja de poder clasificar fondos de inversión, ya que ofrece una cifra única que captura tanto el rendimiento como el nivel de riesgo asociado. (Benhamou et al, 2019). Este ratio nace de un modelo con ideas derivadas del Modelo de Markowitz, establecido por William Sharpe (1966), con el que se mide la relación entre el rendimiento y la desviación típica de la estrategia, el cual mide el impacto para un nivel determinado de volatilidad, que actúa como un indicador de riesgo (Bailey et al., 2012).

Aunque sea un ratio con gran peso teórico, el resultado es un único número, fácil e intuitivo, que calcula la relación entre el exceso de rentabilidad en base a un nivel de riesgo. (Benhamou et al., 2021).

A continuación, se presenta la fórmula tradicional del cálculo del ratio de William Sharpe:

$$(3) \quad SR = \frac{E(R) - R_f}{\sigma_p}$$

Donde:

$SR$  = *Ratio de Sharpe*

$E(R)$  = *Retorno Esperado*

$R_f$  = *Activo libre de riesgo*

$\sigma_p$  = *Volatilidad de la cartera*

Un Ratio de Sharpe alto indica que una inversión está generando buenos retornos ajustados al riesgo que implica, mientras que un ratio bajo sugiere que los retornos son bajos en relación al riesgo. La desviación estándar, usada en el cálculo de este ratio, mide qué tan volátiles o variables son los retornos de una inversión en torno a su media, reflejando así el riesgo total. Este riesgo incluye el riesgo de mercado y el riesgo no sistemático, el que no se puede eliminar diversificando. Los inversores prefieren fondos con menor desviación estándar porque esto implica menos incertidumbre en los retornos. (Vidal-García, 2016).

Desde su creación, este ratio fue aceptado rápidamente por los profesionales del sector financiero, y a día de hoy continua siendo un referente para medir la rentabilidad (McLeod et al., 2004). Al aplicar la distribución estadística correcta para medir el rendimiento de cada registro de ganancias, el ratio de Sharpe puede ofrecer un entendimiento más detallado de los riesgos y beneficios asociados con un amplio espectro de opciones de inversión. (Lo, 2002). Entre los múltiples estudios realizados por autores secundarios, se demuestra, que el ratio de Sharpe es,

posiblemente, la medida financiera más utilizada para medir el rendimiento de los fondos e inversiones (Christie, 2005). El portafolio que maximiza el ratio de Sharpe es también conocido como el portafolio tangente (Elton et al., 1997).

Es por ello, que en este trabajo se ha considerado este índice como medida de rentabilidad, para comparar las diferentes empresas y cómo se comportan con respecto al resto de la cartera. Se desea ver cuáles de todas las empresas tienen un ratio de Sharpe alto, cuyo resultado será la recomendación por parte del modelo. Se desea ver, a través de un análisis del horizonte temporal, la evolución y empresas que puedan maximizar el retorno, desde el origen de la recogida de datos.

## **7. DATOS Y METODOLOGÍA**

### **7.1 Muestra de datos**

Una de las posibilidades para contribuir en el desarrollo y explotación de las energías limpias, es que se invierta en las empresas dedicadas a estas. Para ello, el mercado debe transmitir señales de estabilidad, crecimiento y liquidez para atraer flujos de capital. Si, además se presentan alternativas que no provoquen costes altos y una rentabilidad atractiva, hay mayor probabilidad de aumentar la demanda por invertir en energías limpias (Wüstenhagen et al., 2012).

Antes de seleccionar un activo de inversión, los inversores deben conocer la gestora que está detrás de dicho vehículo. Para ello, se debe tener una comprensión sólida de las creencias de inversión de dicha gestora como justificación adicional, ante la naturaleza incierta y joven de la disciplina financiera. Las teorías financieras no ofrecen un nivel de confianza tan alto como se esperaría, ya que son una disciplina que solo tiene alrededor de 50 años y sus teorías aún están en proceso de validación. Esto no significa que no se usen a la hora de seleccionar o construir carteras, simplemente remarca que los inversores deben apoyarse también en las creencias de inversión de la gestora en la que vayan a invertir (Raymond, 2008). Las creencias de inversión son fundamentos y supuestos que guían a los gestores a la hora de entender cómo operan los mercados financieros y cómo deben gestionar los activos para generar rendimientos. Estas creencias ayudan a los gestores a formular estrategias que se alinean con sus perspectivas del mercado y objetivos organizacionales (Ambachtsheer, 2007).

Según el artículo académico titulado “Investment Beliefs”, publicado en 2007 por Alfred Slager y Kees Koedijk, sobre las creencias de inversión de las gestoras, implementar creencias de inversión claras y bien definidas es crucial no sólo para mejorar la gobernanza de los interesados y reducir conflictos de interés, sino también para aumentar la capacidad de innovación y

adaptación de una organización. En este estudio, se realiza un análisis donde se seleccionaron los 16 gestores de activos financieros más grandes del mundo. Las creencias en materia de inversión se recogieron los sitios web de los 30 mayores planes de pensiones y de las 30 mayores gestoras de activos en busca de creencias en materia de inversión publicadas. De todas ellas, se analizaron ocho creencias de inversión, entre las se encontraba como categoría la inversión sostenible. Pocas gestoras tienen posturas explícitas sobre las inversiones sostenibles, y si las tienen, generalmente no las publican junto con sus creencias de inversión.

Utilizando este estudio como punto de partida, se establece como rango de selección las 16 empresas, de las cuales 11 son gestoras de activos. De todas ellas, 9 son firmantes oficiales del PRI. Además, se requiere que la gestora tenga algún factor diferencial, aparte de sus productos y buenas rentabilidades. Se busca que la gestora tenga una iniciativa propia, que impulse la concienciación por la sociedad, el planeta o las enfermedades, y que se le pueda atribuir otros méritos, no solo de inversión. Tras analizar cada una de las empresas, ha coincidido que UBS y Pictet otorgan anualmente un premio de la casa, enfocado en ámbitos diferentes, pero ambos con el objetivo de causar un impacto. Por un lado, UBS tiene el premio Visionaris al emprendedor social, el cual fue creado en 2004 como iniciativa de colaboración con la ONG Ashoka. Mediante Visionaris, los emprendedores sociales adquieren cuatro tipos de capital, cuya combinación puede servir como catalizador de sus actividades de cambio social (UBS, 2024). Por otro lado, Pictet otorga el premio Prix Pictet, creado en 2008, el cual se ha convertido en el premio más importante del mundo dedicado a fotografía y sostenibilidad. El objetivo de Prix Pictet se quiere impulsar la acción de sensibilizar y promover la concienciación sobre la sostenibilidad a través de la fotografía (Pictet, 2024).

Ambas gestoras contienen fondos enfocados en la inversión de energías limpias. Sin embargo, de cara a actividades fuera de la inversión, la gestora Pictet está más enfocada en el sector de la sostenibilidad. Por ello, entre los fondos que se ofertan para la inversión en energías limpias, se ha decidido utilizar el fondo Pictet - Clean Energy Transition. Este fondo tiene como objetivo invertir en empresas que se dediquen a aquellas actividades que contribuyen al desarrollo de energía limpia, en sus procesos de producción. Se desea promover una economía de bajas emisiones de carbono, centrándose en energías renovables, eficiencia energética, infraestructura y tecnologías (Pictet, 2024).

La cartera del fondo cuenta con 43 empresas de alrededor del mundo, que están desarrollando proyectos relacionados con las energías limpias. Entre estas empresas se encuentran algunas exclusivamente dedicadas a las energías limpias, así como otras especializadas en algunas de las

fases del proceso del desarrollo de estas. Las funciones de estas empresas se clasifican en distintos sectores, los cuales se analizarán más adelante en base a la cartera óptima.

Cabe mencionar, que esta cartera es creada por Pictet Asset Management, pero se utiliza como punto de partida para crear la muestra con la que se realiza el análisis. La clasificación de las distintas categorías de las empresas y la recopilación de los precios de cada una de ellas ha sido realizada por elaboración propia. Como herramienta se ha utilizado a la Facset, para obtener todos los datos necesarios.

### ***7.1.1 Selección de las empresas para el análisis***

De la base de datos recopilada, compuesta por 43 empresas, se ha realizado un proceso de selección de aquellas que se ajustan a las características específicas necesarias para el análisis de cartera óptima. Todas las empresas de la base de datos cotizan en bolsa, por lo que, por ese ámbito, no se ha eliminado ninguna empresa. Interesa que coticen en bolsa para poder tener en cuenta el registro de precios por el que han pasado cada una de ellas, para poder calcular el retorno y realizar el análisis correctamente.

Se ha establecido un periodo de tiempo para el análisis, en el que todas las empresas hayan cotizado en bolsa los últimos nueve años y 4 meses. Por ello, toda aquella empresa que no tenga registro desde el 2 de enero de 2015, han sido eliminadas. Entre estas, se han eliminado Ox2 AB, Sunnova Energy International Company, Nextracker Inc., Neoenergia SA, Shoals Technologies Group Inc., Array Technologies Inc., Evgo Inc., Altair Engineering Inc. y Topbuild Corp.

De las 34 empresas restantes, se deben seleccionar aquellas cuya actividad se centra en promover las energías limpias, o cualquier actividad que aporte al proceso de desarrollo de estas. Se ha decidido seleccionar aquellas empresas que tienen al menos uno de sus servicios enfocados en el desarrollo de actividades que promuevan el mantenimiento y la mejora del planeta. Para ello, se ha investigado en cada una de las páginas web de estas empresas, en la sección de actividades, productos o servicios, se ha analizado si la empresa informa sobre estos y si se presentan como contribuyentes al proceso o desarrollo de las energías limpias. De todas ellas, las siguientes empresas se han descartado por no proporcionar de manera clara cómo sus productos contribuyen en dicho proceso. Autodesk Inc. es una empresa de software donde ninguna de sus servicios se vende como parte del desarrollo de energías. Monolithic Power System y Lattice Semiconductor Corporation son empresas que desarrollan semiconductores, pero no especifican que los fabriquen para promover el desarrollo de estas energías. Broadcom Inc. ofrece muchos servicios de conectividad, red, ciberseguridad, entre otras, pero no presenta ninguna de ellas como contribuyente al desarrollo de energías limpias. Y finalmente, Keyence Corporation, es una

empresa de servicios y productos de automatización que, de la misma manera, no especifica que sus productos estén orientados al desarrollo de estas energías.

El periodo de tiempo elegido para realizar el análisis de la base de datos se ha establecido desde el 2 de enero de 2015 a el 30 de abril de 2024. Se ha seleccionado el año 2015, debido a que fue el año en el que se marcó el inicio de la implementación de medidas oficiales, enfocadas en la necesidad de continuar el desarrollo de fuentes de energías limpias. Específicamente, este impulso surgió a raíz del Acuerdo de París, firmado el 12 de diciembre de 2015, como se ha mencionado anteriormente.

Por lo tanto, de las 43 empresas que componían la cartera del fondo, se han seleccionado 29, las cuales todas cotizan en bolsa desde el 2 de enero de 2015.

### ***7.1.2 Activo libre de riesgo***

El activo libre de riesgo es aquel activo que tiene un retorno futuro conocido y sin riesgo de pérdida, presenta una volatilidad muy reducida o nula. Este activo hace referencia a la deuda emitida por cada Estado. El horizonte temporal del activo de riesgo dependerá del tiempo que se desee mantener este activo en la cartera (Eaton et al., 2001).

Se utilizarán los mínimos y máximos de las últimas 52 semanas de la rentabilidad de los bonos a 5 años de Estados Unidos, Corea del Sur y Europa, las geografías más repetidas de la cartera. Las cifras varían significativamente, debido a la alta volatilidad del mercado. En estados Unidos, el valor mínimo es de 3,17% y máximo 5%. En Corea del Sur el mínimo es de 0,594% el máximo es 0,92%. Y en Europa 1,84% y 2,91% (FactSet, 2024).

El objetivo de este trabajo es comparar empresas en una misma cartera, que se encuentran en distintas situaciones, geografías, expuestas a diversas influencias políticas y distintas recesiones y conflictos geopolíticos. Por ello, para simplificar los cálculos y poder completar el objetivo del trabajo, se utilizará la rentabilidad mínima de Europa de 1,84%, debido a que más de la mitad de la cartera pertenece a esta geografía. Se escoge el valor mínimo para establecer una rentabilidad moderada y conservadora.

### ***7.1.3 Tabla de estadísticos de la base de datos***

Una vez realizado la selección muestral para el estudio, se presenta una tabla con todas las empresas y las categorías de información que se van a usar para el análisis. Esta tabla contiene un análisis estadístico que recoge información de los retornos de las empresas. En primer lugar, se presenta el sector en el que se recoge cada una de las empresas, en base a su actividad. Para la

clasificación de los sectores en los que se encuentran las empresas de la muestra, se ha utilizado la herramienta Facset. Una vez extraída toda la información, se han establecido cinco categorías de sectores. En segundo lugar, se incluye la localidad en la que se encuentra la sucursal de la empresa. En tercer lugar, se incluye la rentabilidad media anual de cada una de las empresas. Además, se incluye el retorno máximo y mínimo alcanzado en el período de tiempo analizado. Ambos valores pueden ser útil para entender el mejor y peor escenario posible que ha tenido la acción en un período determinado. Finalmente, se incluye la volatilidad media anual, cuyo valor mide el nivel de riesgo de los rendimientos de las acciones de la empresa. Una desviación estándar alta indica mayor variabilidad en los rendimientos, lo cual implica un mayor riesgo.

Con estos valores se pretende aportar un resumen sobre la volatilidad y los retornos anuales de cada una de las compañías de la muestra.

*Tabla 1. Tabla de estadísticos*

*Empresas que componen la muestra para realizar el análisis, junto con los estadísticos descriptivos. El periodo de tiempo es desde el 2 de enero de 2015 al 30 de abril de 2024.*

<b>Símbolo</b>	<b>Nombre</b>	<b>Sector</b>	<b>Geografía</b>	<b>Rentabilidad Media anual (%)</b>	<b>Rentabilidad máxima anual (%)</b>	<b>Rentabilidad mínima anual (%)</b>	<b>Desviación típica media anual (%)</b>
AMAT	Applied Materials	Semiconductor	Estados Unidos	0,22	32,60	- 57,36	0,40
NEE	NextEra Energy	Producción energética	Estados Unidos	0,10	32,33	- 36,30	0,24
TT	Trane Technologies	Fabricación	Estados Unidos	0,20	28,98	- 29,21	0,27
NXPI	NXP Semiconductors	Semiconductor	Estados Unidos	0,13	41,51	- 55,32	0,40
LIN	Linde	Producción energética	Alemania	0,16	70,77	- 44,56	0,44
ON	On Semiconductor	Semiconductor	Estados Unidos	0,21	54,98	- 78,75	0,48
ETN	Eaton Corporation	Fabricación	Irlanda	0,17	52,71	- 32,12	0,28
SNPS	Synopsys	Software	Estados Unidos	0,27	26,75	- 35,64	0,29
ASML	Asml Holding	Semiconductor	Holanda	0,23	30,35	- 36,25	0,33
ADI	Analog Devices	Semiconductor	Estados Unidos	0,14	34,56	- 45,79	0,31
PTC	PTC	Software	Estados Unidos	0,17	39,95	- 57,54	0,33
IBE	Iberdrola	Producción energética	España	0,06	20,41	- 42,61	0,22
CDNS	Cadence Design System	Software	Estados Unidos	0,29	36,02	- 33,93	0,31
RWE	RWE	Producción energética	Alemania	0,03	39,74	- 52,28	0,35
ASM	ASM International	Semiconductor	Holanda	0,29	38,21	- 52,05	0,40
IFX	Infineon Technologies	Semiconductor	Alemania	0,12	33,82	- 46,11	0,38
SU	Schneider Electric	Producción energética	Francia	0,11	29,45	- 42,48	0,28
ANSS	Ansys	Software	Estados Unidos	0,15	41,89	- 33,21	0,30
SIKA	Sika	Infraestructura	Suiza	0,19	29,68	- 33,87	0,28
ENEL	Enel Group	Producción energética	Italia	0,04	19,35	- 60,17	0,26
ALB	Albemarle	Fabricación	Estados Unidos	0,07	32,44	- 55,95	0,44
EQIX	Equinix	Infraestructura	Estados Unidos	0,12	27,66	- 34,13	0,27
TSLA	Tesla	Producción energética	Estados Unidos	0,27	45,72	- 59,60	0,56
EDPR	Edp Renovaveis	Producción energética	Portugal	0,08	23,85	- 35,49	0,29
DSY	Dassault Systemes	Software	Francia	0,11	33,45	- 28,33	0,28
NEM	Nemetschek	Software	Alemania	0,25	40,68	- 38,02	0,40
SAMSDI	Samsung Sdi	Fabricación	Corea del Sur	0,12	49,94	- 56,10	0,43
LGCHEM	LG Chemical	Fabricación	Corea del Sur	0,03	50,31	- 57,56	0,44
VWS	Vestas Wind Systems	Infraestructura	Dinamarca	0,13	37,98	- 52,55	0,41



## 7.2 Explicación del análisis con Python

### 7.2.1 Lenguaje de Programación Python

Para la realización de este trabajo, se ha escogido el lenguaje de programación Python para poder desarrollar un análisis más técnico y extenso de la base de datos.

El lenguaje de Programación Python es aquella herramienta técnica de fácil entendimiento, flexible y versátil. Este programa permite procesar todo tipo de información, aportando al usuario gran versatilidad, a la hora de obtener unos objetivos concretos. Se caracteriza por ser una herramienta de código abierto, es decir, se puede usar de forma libre y gratuita. La herramienta de Python presenta una serie de características que facilitan el análisis práctico y dinámico de bases de datos. El entorno interactivo facilita la resolución de pruebas y su simpleza permite la interpretación de las características del lenguaje. Además, el entorno en el que se ejecuta el código facilita la detección de errores en el código con el que se programa, y proporciona un análisis de los errores que se han cometido. Además, tiende a proporcionar correcciones, en caso de ser errores sencillos. Esta herramienta es aplicable a cualquier tipo de sector, y ha sido de gran uso en la historia. Entre estos hitos, se destaca el desarrollo de Google, uno de los buscadores más relevantes del mundo (Marzal Varó et al., 2009).

### 7.2.2 Análisis de la base de datos en Python

Luego se realizará un análisis cuantitativo de la base de datos, usando como el lenguaje de Programación Python. Este análisis trata la base de datos como una cartera inicial. Una vez realizado dicho análisis, se derivará en un segundo análisis más detallado en busca de la máxima rentabilidad anual y mínimo riesgo anual.

La primera fase del análisis es definir las variables que se van a utilizar y sus retornos diarios. Por ello, creamos la variable *prices*. En esta, se recoge el registro de precios establecidos en el periodo seleccionado, que abarca del 2 de enero de 2015 al 30 de abril de 2024. De la misma manera, se recogen todos estos precios junto con los precios del fondo *Pictet - Clean Energy Transition* en una variable denominada *all\_prices*.

La siguiente fase es calcular los retornos de la base de datos. Para ello, se ha realizado tanto el cálculo de los retornos discretos, como los retornos continuos diarios. Para este ejercicio se utilizará prioritariamente el cálculo de los retornos continuos diarios, siguiendo la siguiente fórmula:

$$R_t = \log\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right)$$

Donde R recoge el valor del retorno diario para cada empresa, en el periodo de tiempo t. P se refiere al precio diario de las empresas, siendo t-1 el del día anterior. Todos los retornos diarios de las empresas se recogen en la variable *daily\_continuous\_returns*.

La segunda fase del análisis se centra en calcular las variables necesarias para llevar a cabo el modelo de Markowitz, estudiar tanto las rentabilidades esperadas como las volatilidades, como se ha explicado previamente. Primero, se calcula las rentabilidades esperadas anuales, ajustando las soluciones diarias que se han obtenido previamente. Para ello, se calculan los retornos esperados:

$$E(R_i) = \mu = \left(\frac{1}{T}\right) \sum_{t=1}^T R_{it}$$

y después se transforman los valores diarios en retornos esperados anuales:

$$E(R_{year}) = 252 * E(R_{day})$$

Ambos cálculos se realizan utilizando la función *.mean()*, la cual incorpora el uso de la media de dichos retornos para obtener el cálculo correcto.

Seguidamente, se calcula la volatilidad, también conocida como desviación típica. Tanto la varianza como la desviación típica son dos conceptos interrelacionados, donde el primero es el cuadrado del segundo, respectivamente. Lo importante a la hora de incorporar estas variables es que siempre se comparen las mismas y no una de cada, para obtener conclusiones que tengan sentido. Para obtener la volatilidad anual se utiliza la siguiente fórmula:

$$\sigma_{year} = \sqrt{252} * \sigma_{day}$$

Donde  $\sigma_{day}$  es la desviación estándar de los retornos diarios obtenidos anteriormente. Para obtener dicho valor, se utiliza la función *.std()*.

Una vez obtenidos todas las variables explicadas, se calcula la matriz de covarianzas con los datos de las rentabilidades anuales de cada uno de los activos en la base de datos. Para obtenerla, se utiliza la siguiente fórmula, multiplicando por 252. Con los retornos continuos diarios se utiliza la función *.cov()*:

$$\sigma_{ij} = \rho_{ij} * \sigma_i * \sigma_j$$

Junto con la matriz de covarianza, se crea la matriz de correlaciones, utilizando los retornos diarios continuos. Para ello, se aplica la función *.corr()*, con la que se obtendrán todas las correlaciones de la base datos.

Para no saturar la matriz, se imprimirán los datos utilizando 3 decimales en ambas matrices.

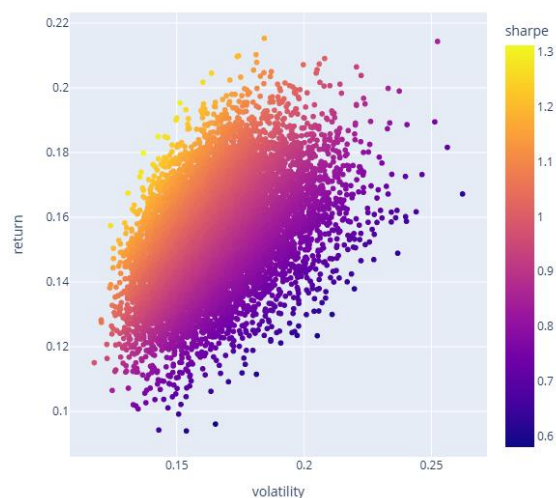
La tercera fase de este análisis se centra en obtener las últimas variables para analizar las construcciones de los portafolios óptimos. Para ello, se necesita establecer una distribución de pesos. Como condiciones para esta variable, se ha de entender que, para un portafolio, el sumatorio del peso de todos los activos incluidos debe ser igual a 1 o al 100%, si se refiere a términos en porcentaje. Además, el peso individual de cada activo debe ser mayor o igual a 0, pero siempre siendo igual o menor a 1.

$$0 \leq w_i \leq 1$$
$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

Una vez realizados todos los cálculos necesarios para obtener, las variables de cada una de las empresas, se procede a obtener la cartera óptima con máxima rentabilidad anual y con mínimo riesgo anual.

Se deben analizar todas las combinaciones posibles de la muestra, definidas por los pesos que pueden tener cada una de las empresas. Esto provoca que existan miles de carteras a analizar. Por ello, se utiliza la función *create\_random\_portfolios*, con la que el modelo asignará distintos pesos a todas las empresas de manera aleatoria, para obtener todas las combinaciones de pesos posibles. Para cada uno de estos portafolios, se utiliza la función *calculate\_metrics*, donde el modelo calcula el retorno, volatilidad y el ratio de Sharpe. Una vez hecho este análisis, se obtiene la ilustración 2, con la que se puede ver todas las carteras que ha creado el modelo.

*Ilustración 2. Posibilidades de combinación de carteras*



Elaborada en Python siguiendo la teoría de Markowitz y del ratio de Sharpe, con las 27 empresas, extraídas de la cartera del fondo Pictet – Clean Energy Transition. Como horizonte temporal se ha escogido del 2 de enero de 2015 al 30 de abril de 2024. Fuente: elaboración propia.

Tras analizar todas las posibilidades de carteras, usando la función *maximize\_sharpe\_ratio*, se obtiene aquel portafolio que maximiza el ratio de Sharpe. Seguidamente, para obtener el portafolio de mínima varianza se utiliza la función *minimize\_risk*.

## 8. ANÁLISIS DE CARTERAS ÓPTIMAS

### 8.1 Máximo ratio de Sharpe

Entre los posibles portafolios, el modelo presenta la cartera óptima que maximiza el ratio de Sharpe. Para ello, de las 29 empresas en la muestra, el modelo selecciona únicamente 12 empresas. Esta selección se debe a varios factores.

Por un lado, las empresas seleccionadas tienen distintas rentabilidades anuales, desde relativamente bajas como Iberdrola y ENEL Group, hasta altas como Cadence Design System y ASM International. La combinación de altas rentabilidades con algunas moderadas contribuye a un aumento del retorno esperado del portafolio. Aunque con rentabilidades más bajas por parte de las empresas como Iberdrola y ENEL, pueden ofrecer estabilidad y reducir la volatilidad del portafolio, mejorando así el ratio de Sharpe durante periodos de turbulencia en sectores más volátiles. Además, el modelo utiliza las matrices de covarianza (anexo 1) y correlación (anexo 2) de toda la muestra, para la selección de las empresas que influyen por sus bajos niveles de correlación mutua, lo cual es ideal para diversificar. Empresas como Iberdrola y Vestas Wind Systems, que tienen menor rentabilidad, pero también baja correlación debido a que pertenecen a sectores diferentes, producción energética e infraestructura, respectivamente, ayudan a reducir el riesgo global del portafolio.

Este portafolio se presenta en la Tabla 2. Esta cartera presenta un ratio de Sharpe de 1,52. La rentabilidad esperada anual es del 21,10% y tiene una volatilidad de 13,80%.

Tabla 2. Cartera óptima con máximo ratio de Sharpe

Empresa	Peso en cartera	Rentabilidad anual
Sika	19,10%	18,95%
Trane Technologies	11,80%	20,05%
Cadence Design System	11,70%	28,83%

Nemetschek	10,80%	25,34%
Synopsys	10,50%	26,97%
ASM International	10,20%	29,17%
ASML Holding	5,60%	22,67%
Iberdrola	5,50%	6,45%
Vestas Wind Systems	5,30%	12,93%
Samsung SDI	5,20%	11,96%
ENEL group	3,70%	4,36%
Tesla	0,60%	27,16%

*Elaborada en Python siguiendo la teoría de Markowitz y del ratio de Sharpe, con las 27 empresas, extraídas de la cartera del fondo Pictet – Clean Energy Transition, con objetivo de maximizar el ratio de Sharpe. Como horizonte temporal se ha escogido del 2 de enero de 2015 al 30 de abril de 2024. Fuente: elaboración propia.*

## 8.2 Mínima volatilidad

En este segundo escenario, se busca la cartera óptima que minimice la volatilidad. De las 29 empresas en la muestra, el modelo recomienda una cartera compuesta por 19 empresas, las cuales se han seleccionado en base a varios factores.

Empresas con volatilidades más altas como Samsung SDI y LG Chemical tienen asignaciones de peso menores, lo que mitiga su impacto en la volatilidad total del portafolio. Esta estrategia de asignación ponderada, junto con la diversificación sectorial, ayuda a reducir el riesgo específico del sector y la volatilidad global del portafolio. Por otro lado, empresas como Sika (Sika, 2024) y NextEra Energy (NextEra Energy, 2024) son consideradas relativamente estables para sus sectores, los cuales son infraestructura y producción energética, respectivamente, lo que ayuda a balancear las inversiones más volátiles dentro de la cartera. Estas empresas tienden a tener valores de covarianza (anexo 1) y correlación (anexo 2) relativamente bajos entre sí, lo que indica que, aunque algunas coincidan en el mismo sector, sus retornos no se mueven igual, lo que es positivo para la diversificación entre todas ellas.

La tabla 3, refleja la cartera óptima con la que minimizar el riesgo. Esta cartera tiene una rentabilidad esperada anual es del 11,00% y tiene una volatilidad anual de 10,40%.

*Tabla 3. Cartera óptima con mínima volatilidad.*

<b>Empresa</b>	<b>Peso en cartera</b>	<b>Volatilidad anual</b>
Iberdrola	16.0%	22,43%
Enel group	13.7%	26,43%
Sika	12.0%	27,53%
NextEra Energy	8.5%	24,30%
Dassault Systemes	6.2%	27,89%
Scheiner Electric	6.1%	28,32%

Vestas Wind Systems	4.6%	40,86%
Eaton Corporation	4.4%	27,90%
Equinix	4.3%	26,99%
Samsung SDI	4.0%	43,41%
RWE	3.8%	34,63%
Trane Technologies	3.7%	26,64%
EDP Renovaveis	3.5%	29,30%
Synopsys	2.8%	29,09%
LG Chemical	2.7%	43,81%
Infineon technologies	1.7%	37,72%
PTC	0.9%	32,64%
Nemetschek	0.6%	40,20%
Analog Devices	0.4%	31,22%

*Elaborada en Python siguiendo la teoría de Markowitz, con las 27 empresas, extraídas de la cartera del fondo Pictet – Clean Energy Transition, con objetivo de minimizar la volatilidad. Como horizonte temporal se ha escogido del 2 de enero de 2015 al 30 de abril de 2024. Fuente: elaboración propia.*

### **8.3 Análisis por zonas geográficas**

Se desea analizar qué regiones del planeta presentan una mayor rentabilidad, con respecto a la muestra de datos. Por ello, se ha categorizado las empresas por zona geográfica y se presentan las carteras óptimas de cada una de ellas.

De las 29 empresas en la muestra, 13 son empresas estadounidenses. De todas ellas, el modelo recomienda una cartera con 4 empresas, con los pesos indicados en la tabla 4. Esto se debe por varios motivos. En primer lugar, esta asignación de pesos está diseñada para maximizar la rentabilidad global de la cartera mientras se mantiene un nivel de riesgo aceptable. Empresas como Tesla, con alta volatilidad, se ponderan menos para evitar un impacto negativo excesivo debido a su mayor incertidumbre en el rendimiento. Las otras tres empresas, aunque también tienen volatilidades relativamente altas, ofrecen una compensación más favorable entre rentabilidad y riesgo, justificando así su mayor peso. Su inclusión en la cartera se justifica por su capacidad para aportar un crecimiento significativo del capital, manteniendo un nivel de riesgo moderado. Por otro lado, en base a las matrices de covarianza (anexo 3) y correlación (anexo 4), es normal que estas empresas tengan bajas correlaciones entre sí, lo que es ideal para la diversificación del portafolio. La inclusión de empresas con baja correlación ayuda a reducir el riesgo sistemático y a estabilizar los rendimientos del portafolio durante diferentes ciclos económicos. Esta baja correlación se debe a que Trane Technologies (Trane Technologies, 2024), Cadence D.Y. (Cadence Design System, 2024), Synopsys (Synopsys, 2024) y Tesla (Tesla, 2024) representan diferentes sectores, fabricación, software y producción energética, respectivamente.

Esta cartera presenta un retorno esperado del 25,2%, con un nivel de volatilidad alto del 24,6%. El ratio de Sharpe obtenido ha sido de 1,024.

*Tabla 4. Cartera de inversión en empresas de Estados Unidos relacionadas con las energías limpias.*

<b>Empresa</b>	<b>Rentabilidad Anual</b>	<b>Volatilidad anual</b>	<b>Peso</b>
Trane Technologies	20,05%	26,64%	34,90%
Cadence Design System	28,83%	31,09%	33,10%
Synopsys	26,97%	29,09%	29,90%
Tesla	27,16%	56,44%	2,10%

*Elaborada en Python siguiendo la teoría de Markowitz y William Sharpe con las empresas de Estados Unidos pertenecientes a las 29 empresas de la base de datos con el objetivo de obtener la máxima rentabilidad. El horizonte temporal del análisis comienza el 2 de enero de 2015 hasta el 30 de abril de 2024. Fuente: Elaboración propia.*

En la categoría de Europa se han recogido distintos países, a los que pertenecen las empresas de la muestra. Entre estos países se encuentran, España, Alemania, Irlanda, Italia, Francia, Holanda, Suiza, Portugal y Dinamarca. Debido a que algunos de estos países aparecían una única vez, se ha decidido evaluar todos ellos conjuntamente.

Empresas como Sika y Eaton Corporation, con asignaciones de peso significativas y volatilidades controladas con respecto al resto, son seleccionadas por su capacidad para estabilizar el portafolio, mientras que empresas como Nemetschek y ASM International, aunque son más volátiles, tienen pesos moderados que limitan su impacto en el riesgo total. Este balance se logra mediante el uso de matrices de covarianza (anexo 5) para asegurar que la inclusión de cada empresa contribuya positivamente al objetivo de reducir la varianza global del portafolio. Aunque las correlaciones (anexo 6) entre algunas empresas son altas, su impacto se mitiga por la distribución estratégica de los pesos en la cartera. Esta estrategia subraya la importancia de combinar sectores y actividades de las empresas para mitigar riesgos específicos del mercado y garantizar una gestión de inversión robusta y prudente.

La cartera de Europa presenta un nivel más bajo tanto de rentabilidad como de riesgo, con respecto a la cartera norteamericana. Se obtienen una rentabilidad anual de 18,7%, junto a una volatilidad anual de 14,5%. Sin embargo, en términos de Sharpe, el ratio es superior la de la cartera anterior, con un valor de 1,286.

*Tabla 5. Cartera de inversión en empresas de Europa relacionadas con las energías limpias.*

<b>Empresa</b>	<b>Rentabilidad Anual</b>	<b>Volatilidad anual</b>	<b>Peso</b>
Sika	18,95%	27,53%	26.4%

Eaton Corporation	16,59%	27,90%	19.3%
Nemetschek	25,34%	40,20%	13.5%
ASM International	29,17%	40,38%	12.1%
Iberdrola	6,45%	22,43%	7.5%
ASM Holding	22,67%	33,33%	7.0%
Vestas Wind Systems	12,93%	40,86%	6.8%
Enel Group	4,36%	26,43%	4.9%
Linde	16,25%	44,47%	2.4%

*Elaborada en Python siguiendo la teoría de Markowitz y William Sharpe con las empresas de Europa pertenecientes a las 29 empresas de la base de datos con el objetivo de obtener la máxima rentabilidad. El horizonte temporal del análisis comienza el 2 de enero de 2015 hasta el 30 de abril de 2024. Fuente: Elaboración propia.*

La última geografía es Corea del Sur. Aunque únicamente aparecen dos empresas en toda la muestra, pertenecientes a esta región, se ha decidido analizar la rentabilidad y volatilidad. Para obtener la cartera óptima únicamente se incluye la empresa Samsung SDI, la cual tiene una rentabilidad anual de 11,97% y una volatilidad anual alta del 43,4%. Debido a estas cifras, el ratio de Sharpe alcanza un resultado muy bajo de 0,275.

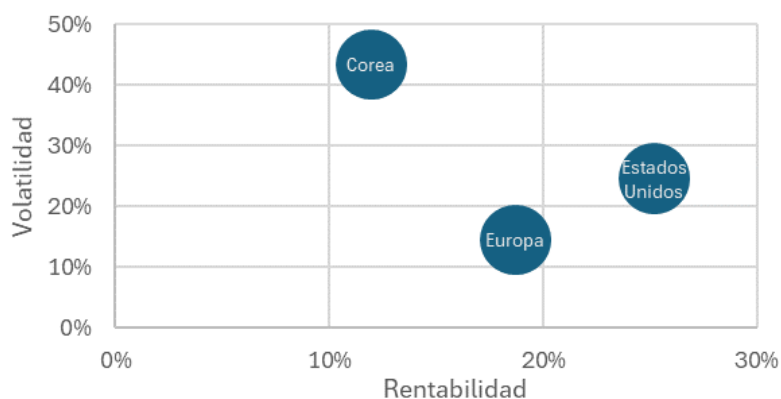
*Tabla 6. Cartera de inversión en empresas de Corea relacionadas con las energías limpias.*

<b>Empresa</b>	<b>Rentabilidad Anual</b>	<b>Volatilidad anual</b>	<b>Peso</b>
Samsung SDI	11,97%	43,41%	100,00%

*Elaborada en Python siguiendo la teoría de Markowitz y William Sharpe con las empresas de Corea del Sur pertenecientes a las 29 empresas de la base de datos con el objetivo de obtener la máxima rentabilidad. El horizonte temporal del análisis comienza el 2 de enero de 2015 hasta el 30 de abril de 2024. Fuente: Elaboración propia.*

Tras la realizar el análisis por geografías se puede concluir que la región de Europa proporciona mayor rentabilidad en proporción al riesgo asumido. Sin embargo, inversiones en Corea ofrecer el peor retorno debido al alto riesgo.

*Ilustración 3. Resumen del análisis geográfico*





*Elaborada en Excel siguiendo la teoría de Markowitz y del ratio de Sharpe, extraídas de la cartera del fondo Pictet – Clean Energy Transition. Como horizonte temporal se ha escogido del 2 de enero de 2015 al 30 de abril de 2024. Fuente: elaboración propia.*

## 8.4 Análisis por sectores

La primera es el sector de los semiconductores, donde se recogen las empresas que se dedican al diseño y fabricación de estos productos. El sector de semiconductores se está convirtiendo en un campo emergente, en el ámbito de materiales y tecnologías energéticas. Entre los productos desarrollados para las energías limpias, están las membranas semiconductoras y las pilas de combustible, ambos usados para transformar de forma directa la energía química en eléctrica. Un sector en auge puede tener mucho riesgo, pero también rentabilidad al haber mucha demanda de producto (Zhu et al., 2021).

Para la cartera óptima del sector de semiconductores, se han escogido 6 empresas. Uno de los factores para tener en cuenta, es la correlación entre las empresas para obtener la mayor rentabilidad, con respecto al riesgo. Empresas de mayor peso en la cartera óptima, como son Applied Materials y ASM International, tienen una correlación (anexo 10) baja, indicando que sus retornos son bastante independientes el uno del otro. Esto se debe a que, aparte de encontrarse en Estados Unidos y Suiza, respectivamente, Applied Materials (Applied Materials, 2024) está enfocado en el desarrollo de semiconductores dirigido a software y tecnologías, mientras que ASM International (ASM International, 2024) está centrando en el ámbito más general del sector. Esto es favorable para la diversificación, ya que la baja correlación ayuda a reducir el riesgo no diversificable del portafolio. ON Semiconductor muestra rentabilidades atractivas, pero también acompañadas de volatilidades significativas.

La cartera óptima, representada en la tabla 7, del sector de los semiconductores tiene una rentabilidad anual de 22,9%, junto a una volatilidad anual de 24,1%. Aun teniendo una rentabilidad alta, el ratio de Sharpe con valor 0,948, no alcanza el valor 1, y esto se debe al alto nivel de riesgo de la cartera.

*Tabla 7. Cartera óptima de inversión en empresas del sector de semiconductores.*

<b>Empresa</b>	<b>Rentabilidad Anual</b>	<b>Volatilidad anual</b>	<b>Peso</b>
Applied Materials	22,28%	40,03%	31,40%
ASM International	29,17%	40,38%	29,70%
ASM Holdings	22,67%	33,33%	21,40%
Infineon Technologies	12,15%	37,72%	10,80%
Analog Devices	13,80%	31,22%	4,30%

On Semiconductor	20,71%	48,47%	2,40%
------------------	--------	--------	-------

*Elaborada en Python siguiendo la teoría de Markowitz y del ratio de Sharpe, con las 27 empresas, extraídas de la cartera del fondo Pictet – Clean Energy Transition. Como horizonte temporal se ha escogido del 2 de enero de 2015 al 30 de abril de 2024. Fuente: elaboración propia.*

El siguiente sector es el de fabricación. Las energías limpias tienen involucrados distintas industrias de fabricación, dependiendo del tipo de energía, como la energía eólica, la energía solar o fotovoltaica, entre otras. Estas industrias de fabricación facilitan el impulso de la innovación en energías limpias aportando conocimientos, activos suplementarios y desarrollando nuevas tecnologías emergentes. Sin embargo, este sector tan longevo, necesita políticas industriales que promuevan las interacciones entre este sector y el de las energías limpias (Zhang et al., 2020).

De las 4 empresas en el sector de fabricación, 3 conforman la cartera óptima. Estas han sido seleccionadas por sus distintivas contribuciones en términos de rendimiento ajustado al riesgo, diversificación y rentabilidad, que colectivamente buscan maximizar la eficiencia del portafolio. Trane Technologies tiene la mejor proporción rentabilidad-riesgo de las 3 empresas en cartera, por lo que el mayor peso está asignado a ella. La inclusión de Samsung SDI se justifica por su capacidad para ofrecer crecimiento a largo plazo y diversificación tecnológica en el portafolio. Por otro lado, la presencia global y la diversificación de productos ayudan a Eaton Corporation (Eaton Corporation, 2024) a mitigar los riesgos específicos del sector y a aprovechar oportunidades en múltiples mercados, y su posición líder en la industria de la calefacción-refrigeración y soluciones de control ambiental le permite beneficiarse de tendencias sostenibles y crecimiento en eficiencia energética. Además, la correlación (anexo 12) baja entre estas empresas muestra un equilibrio que permite una diversificación eficaz, reduciendo el riesgo general mientras se mejora el potencial de rendimiento ajustado al riesgo.

La rentabilidad anual de la cartera de la tabla 8, es del 18,2%, con una volatilidad anual del 22,8%. Como ocurre con la cartera invertida en el sector de semiconductores, el ratio de Sharpe no alcanza un valor de 1, quedándose en un 0,798.

*Tabla 8. Cartera óptima de inversión en empresas del sector de fabricación.*

<b>Empresa</b>	<b>Rentabilidad Anual</b>	<b>Volatilidad anual</b>	<b>Peso</b>
Trane Technologies	20,05%	26,64%	70,20%
Samsung SDI	11,96%	43,41%	16,90%
Eaton Corporation	16,59%	27,90%	13,00%

*Elaborada en Python siguiendo la teoría de Markowitz y William Sharpe con las empresas del sector de la fabricación, pertenecientes a las 29 empresas de la base de datos con el objetivo de obtener la máxima rentabilidad. El horizonte temporal del análisis comienza el 2 de enero de 2015 hasta el 30 de abril de 2024. Fuente: Elaboración propia.*

El tercer sector es el de la producción energética. Este es uno de los sectores que refleja un rápido crecimiento, debido al moderado pero creciente proceso de recaudación y financiación. Las empresas en este sector renovables suelen categorizarse como las empresas de mayor riesgo en la industria de las energías (Sadorsky, 2012). La actividad de estas empresas incluye la generación, transporte, distribución y comercialización de las energías que producen (Sanz Rodríguez, 2019).

De las 8 empresas en el sector de la producción energética, 7 han sido seleccionadas para formar la cartera óptima. Esto se debe a la proporción rentabilidad-riesgo que tiene cada empresa, y al factor de correlación (anexo 14) y varianza entre ellas. NextEra Energy y Iberdrola ofrecen rentabilidades más conservadoras con volatilidades relativamente bajas con respecto al resto de la cartera, lo que las hace ideales para proporcionar estabilidad al portafolio. Por otro lado, empresas como Tesla, conocida por su alta volatilidad, también tiene la mayor rentabilidad, justificando su inclusión por su potencial de alto rendimiento a pesar de su mayor riesgo. Con respecto a la correlación, todas las empresas tienden a ser relativamente bajas, menos entre Tesla (Tesla, 2024) y Linde (Linde, 2024), y esto se debe a que ambas están profundamente involucradas en tecnologías que promueven la sostenibilidad, y por ello se ven afectadas por las mismas tendencias macroeconómicas y políticas regulatorias.

La cartera que invierte en estas empresas obtiene una rentabilidad anual del 11,6%, junto a una volatilidad anual del 14,9%. Como ha ocurrido anteriormente, el ratio de Sharpe es de 0,775, y no alcanza el valor 1.

*Tabla 9. Cartera óptima de inversión en empresas del sector de Producción energética.*

<b>Empresa</b>	<b>Rentabilidad Anual</b>	<b>Volatilidad anual</b>	<b>Peso</b>
SchneiderElectric	11,49%	28,32%	24,90%
NextEra Energy	9,89%	24,30%	22,30%
Iberdrola	6,45%	22,43%	17,90%
Tesla	27,16%	56,44%	12,60%
Enel group	4,36%	26,43%	11,30%
Linde	16,25%	44,47%	7,20%
EDP Renovaveis	7,74%	29,30%	3,90%

*Elaborada en Python siguiendo la teoría de Markowitz y William Sharpe con las empresas del sector de la producción energética pertenecientes a las 29 empresas de la base de datos con el objetivo de obtener la máxima rentabilidad. El horizonte temporal del análisis comienza el 2 de enero de 2015 hasta el 30 de abril de 2024. Fuente: Elaboración propia.*

El cuarto sector es el del software. Debido a la rápida digitalización, las soluciones de software son primordiales para facilitar la transición energética. Estas soluciones aceleran el desarrollo y reducen costes del proceso de generación de energías, logrando niveles de estabilidad y seguridad. Concretamente, el producto de software de código abierto facilita la digitalización de los sistemas energéticos y los productos de red. Con este, se fomenta el libre intercambio de información, con el que se pueden favorecer las empresas de este sector (Klimt et al., 2023).

De las 6 empresas del sector del software, sólo 4 están incluidas en la cartera óptima. Synopsys y Cadence Design System tienen las rentabilidades más altas y volatilidades controladas, lo que las hace muy atractivas para maximizar el retorno ajustado al riesgo. Además, ambas empresas tienen una correlación (anexo 16) alta, lo que sugiere que responden a factores del mercado parecidos. Sin embargo, Nemtschek con su alta rentabilidad, pero mayor volatilidad diversifica la cartera. Synopsys (Synopsys, 2024) y Dassault Systemes (Dassault Systemes, 2024) tienen una correlación muy baja debido a que su producto va dirigido a cubrir distintas demandas y a distintos clientes: Synopsys atiende principalmente a fabricantes de semiconductores y diseñadores de sistemas electrónicos y Dassault Systemes (Dassault Systemes, 2024) tiene un enfoque más amplio y diversificado, atendiendo a industrias que incluyen aviación, arquitectura y salud entre otros.

De todos los sectores mencionados, el sector del software está en auge por lo que, en términos de Sharpe es la cartera con mejor rendimiento, con un valor de 1,17. Tiene una rentabilidad anual de 24,5% y una volatilidad anual de 20,9%.

*Tabla 10. Cartera óptima de inversión en empresas del sector de Software*

<b>Empresa</b>	<b>Rentabilidad Anual</b>	<b>Volatilidad anual</b>	<b>Peso</b>
Synopsys	26,97%	29,09%	30,70%
Cadence Design System	28,83%	31,09%	28,10%
Nemetschek	25,34%	40,20%	24,30%
Dassault Systemes	11,34%	27,89%	16,80%

*Elaborada en Python siguiendo la teoría de Markowitz y William Sharpe con las empresas del sector de software pertenecientes a las 29 empresas de la base de datos con el objetivo de obtener la máxima rentabilidad. El horizonte temporal del análisis comienza el 2 de enero de 2015 hasta el 30 de abril de 2024. Fuente: Elaboración propia.*

Finalmente, el último sector es el de Infraestructura. El sector de las infraestructuras actúa como intermediario para todas aquellas actividades relacionadas con el consumo de recursos medioambientales (Knoeri et al., 2016). La infraestructura dirigida a la energía limpia es el principal motor del desarrollo económico. El desarrollo tecnológico, derivado de otros sectores,

provoca un impacto importante en el estado de la infraestructura energética, aumentando la inversión y el mantenimiento de estas. Es un sector necesario para la economía, especialmente para el desarrollo de energías limpias. Sin la infraestructura, la extracción y transformación de los recursos naturales no sería posible (Shabalov et al., 2021).

La cartera óptima del sector de la infraestructura está caracterizada por tener correlaciones (anexo 18) relativamente bajas entre las acciones de estas empresas. Esto significa que los movimientos de precios de estas acciones no están fuertemente correlacionados, lo cual reduce el riesgo sistemático del portafolio, indicando reacciones muy independientes a cambios en el mercado. Las 3 empresas tienen una covarianza (anexo 17) baja, ya que en el sector de la infraestructura su producto está focalizado a diferentes servicios: Sika está ligada en la industria química de construcción, dependiendo directamente del ciclo de construcción y desarrollo inmobiliario, Equinix (Equinix, 2024) proporciona servicios de construcción de data center y conectividad, y Vestas Wind Systems (Vestas Wind Systems, 2024) se especializa en la energía eólica y renovable, alineando su rendimiento con el avance de las energías renovables y las políticas ambientales.

La rentabilidad anual de la cartera óptima, invertida en este sector, es de 15,9%, junto a una volatilidad anual el 18,9%. El ratio de Sharpe es 0,84.

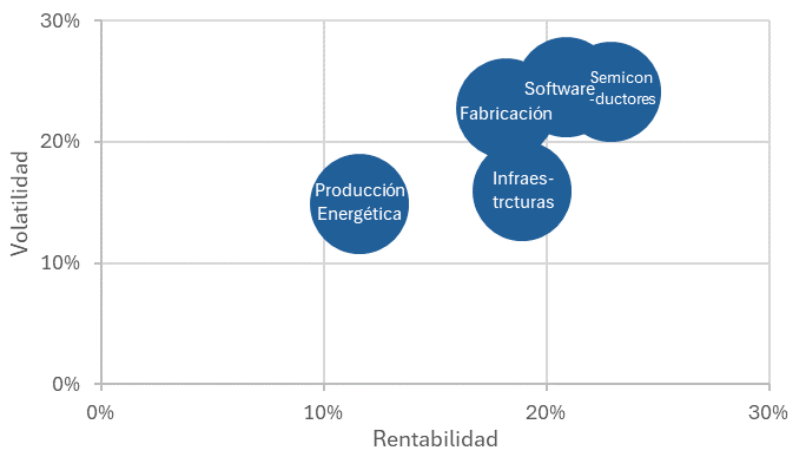
*Tabla 11. Cartera óptima de inversión en empresas del sector de la Infraestructura*

<b>Empresa</b>	<b>Rentabilidad Anual</b>	<b>Volatilidad Anual</b>	<b>Peso</b>
Sika	18,95%	27,53%	53,00%
Equinix	12,28%	26,98%	33,20%
Vestas Wind Systems	12,93%	40,96%	13,90%

*Elaborada en Python siguiendo la teoría de Markowitz y William Sharpe con las empresas del sector de Infraestructura, pertenecientes a las 29 empresas de la base de datos con el objetivo de obtener la máxima rentabilidad. El horizonte temporal del análisis comienza el 2 de enero de 2015 hasta el 30 de abril de 2024. Fuente: Elaboración propia.*

Tras la realización de este análisis por sectores, se puede concluir que el sector de Software es el que proporciona la mayor rentabilidad en equilibrio con el riesgo asumido. En términos de ratio de Sharpe es el que más valor alcanza, debido a su equilibrio de rentabilidad y riesgo.

Ilustración 4. Resumen del análisis sectorial



Elaborada en Excel siguiendo la teoría de Markowitz y del ratio de Sharpe, extraídas de la cartera del fondo Pictet – Clean Energy Transition. Como horizonte temporal se ha escogido del 2 de enero de 2015 al 30 de abril de 2024. Fuente: elaboración propia

## 9. CONCLUSIONES

La transición hacia las energías limpias emerge como una estrategia esencial para enfrentar la creciente demanda mundial de energía, combatir el agotamiento de los recursos fósiles y reducir la dependencia de los países productores de petróleo y gas. Estas fuentes de energía no sólo contribuyen a disminuir la huella de carbono debido a que generan mínimos residuos, sino que también representan una solución sostenible y de largo plazo frente a los desafíos ambientales actuales. En este contexto, resulta crucial que tanto los gobiernos como las instituciones fomenten y faciliten las inversiones en las energías limpias. Impulsar estas energías no sólo es necesario para un desarrollo sostenible, sino que es imperativo para asegurar un futuro energético duradero y económicamente viable para las próximas generaciones.

Tras el análisis realizado, se demuestra que se puede obtener una rentabilidad positiva con una cartera compuesta de empresas de energías limpias. Esto se ha conseguido tanto en la cartera diseñada para obtener máxima rentabilidad como en la cartera de mínima volatilidad. En ambos escenarios, se demuestra que el sector de las energías limpias es interesante para cualquier tipo

de inversor, independientemente del nivel de riesgo que esté dispuesto a asumir, alcanzado niveles de retorno favorables.

En un segundo análisis por geografías, se concluye que Europa es la región más interesante en la que invertir en términos de Sharpe con un valor de 1,28. El nivel de rentabilidad-riesgo es el más atractivo, comparado con el resto de las geografías. Esto se debe a que, tanto las correlaciones como las covarianzas entre las empresas europeas son bajas, indicando su diferencia en sectores, y aunque incluidas en la misma categoría, también diferencia en países. Esto puede provocar que tanto regulaciones como influencias económicas nacionales como europeas, para cada una de ellas, provoque reaccionar a las empresas de distinta manera, haciéndolas independientes y buenas para obtener una cartera diversificada. Estados Unidos es una opción de inversión menos atractiva por la relación rentabilidad-riesgo. Por último, debido a que Corea del Sur no está suficientemente bien representado al contar sólo con dos compañías, la rentabilidad para esta geografía no es la más fiable.

En el tercer análisis sectorial, se deduce que las empresas dedicadas al desarrollo de software son las que conforman la cartera con mayor rentabilidad en términos de Sharpe con un valor de 1,17. Este sector está en auge, y debido a los niveles bajos de covarianza, se puede ver que es un sector donde los retornos de las empresas no se ven afectadas o relacionadas unos con otros, dando lugar a que dichas empresas, aun siendo del mismo sector, se centran en desarrollar productos para distintas industrias, actividades y clientes, limitando que se parezcan entre ellas, dando lugar a empresas totalmente diferentes. Se observa que, para el resto de los sectores, generación, infraestructura, semiconductores, entre otros, son opciones menos atractivas para invertir.

En segundo lugar, durante la investigación llevada a cabo, ha sido difícil en ocasiones identificar qué productos o servicios de algunas de estas empresas incluidas en la muestra, estaban relacionados con el desarrollo de las energías limpias. En base a la información pública presentada por estas, no facilitaba el entendimiento de cómo contribuyen a dichos procesos. Por ello, se considera necesario que las empresas desarrollen una mayor y mejor comunicación y presentación de los productos y servicios, involucrados en estos procesos. Esta comunicación debería estar orientada a posibles futuros inversores, que deseen analizar la involucración de estas empresas en el desarrollo de las energías.

A pesar de haber realizado numerosos avances para conseguir avances para combatir el cambio climático, es necesario que se continúen los esfuerzos para lograr los objetivos establecidos en el Acuerdo de París. Queda para futuros estudios implementar nuevas acciones y medidas puestas en práctica, para alcanzar los niveles de descarbonización deseados. Otra posible línea de

investigación sería qué nuevos productos financieros pueden ser atractivos para que el inversor particular o institucional participe en esta industria. Finalmente, se requieren definir nuevas y mejores políticas por parte de los gobiernos e instituciones para lograr los objetivos establecidos en el Acuerdo de París, para reducir la huella de carbono y seguir apoyando la inversión en energías limpias.



## **Declaración de Uso de Herramientas de Inteligencia Artificial Generativa en Trabajos Fin de Grado**

**ADVERTENCIA:** Desde la Universidad consideramos que ChatGPT u otras herramientas similares son herramientas muy útiles en la vida académica, aunque su uso queda siempre bajo la responsabilidad del alumno, puesto que las respuestas que proporciona pueden no ser veraces. En este sentido, NO está permitido su uso en la elaboración del Trabajo fin de Grado para generar código porque estas herramientas no son fiables en esa tarea. Aunque el código funcione, no hay garantías de que metodológicamente sea correcto, y es altamente probable que no lo sea.

Por la presente, yo, Almudena Pérez-Andújar, estudiante de 5ºB E2 Business Analytics, de la Universidad Pontificia Comillas al presentar mi Trabajo Fin de Grado titulado "LAS POSIBILIDADES DE INVERSIÓN EN ENERGÍAS LIMPIAS", declaro que he utilizado la herramienta de Inteligencia Artificial Generativa ChatGPT u otras similares de IAG de código sólo en el contexto de las actividades descritas a continuación:

1. **Interpretador de código:** Para realizar análisis de datos preliminares.
2. **Estudios multidisciplinares:** Para comprender perspectivas de otras comunidades sobre temas de naturaleza multidisciplinar.
3. **Constructor de plantillas:** Para diseñar formatos específicos para secciones del trabajo.
4. **Corrector de estilo literario y de lenguaje:** Para mejorar la calidad lingüística y estilística del texto.

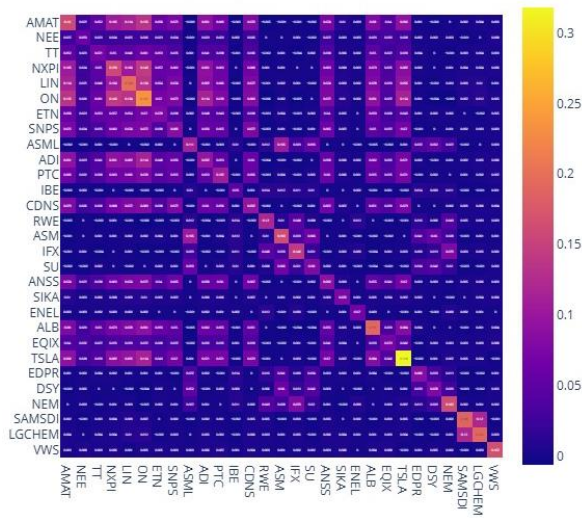
Afirmo que toda la información y contenido presentados en este trabajo son producto de mi investigación y esfuerzo individual, excepto donde se ha indicado lo contrario y se han dado los créditos correspondientes (he incluido las referencias adecuadas en el TFG y he explicitado para que se ha usado ChatGPT u otras herramientas similares). Soy consciente de las implicaciones académicas y éticas de presentar un trabajo no original y acepto las consecuencias de cualquier violación a esta declaración.

Fecha: 05/06/2024

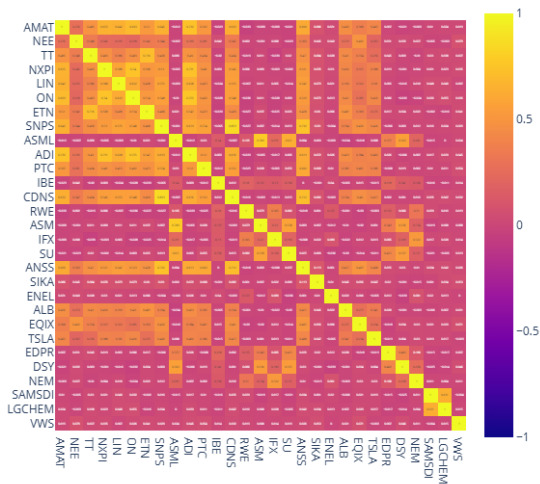
Firma: \_\_\_\_\_

## 10. ANEXOS

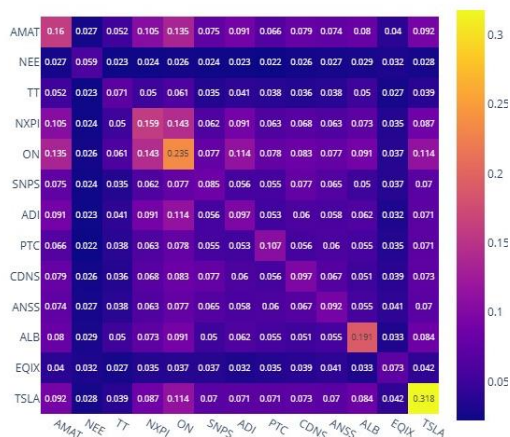
Anexo 1. Matriz de covarianza de la muestra



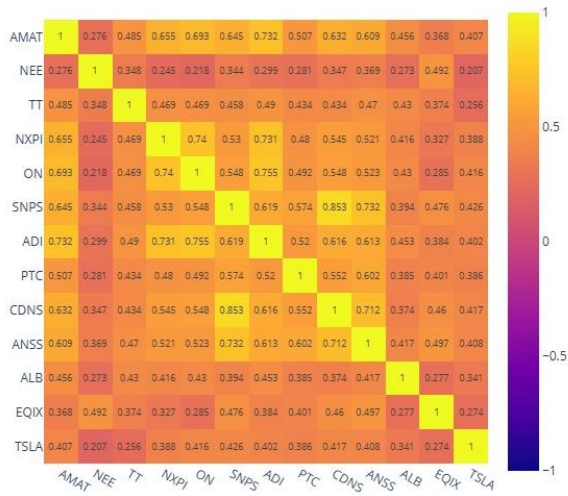
Anexo 2. Matriz de correlación de la muestra



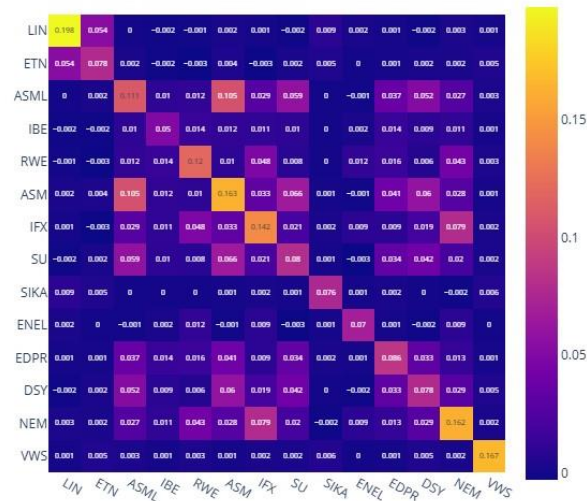
Anexo 3. Matriz de covarianza de las empresas estadounidenses



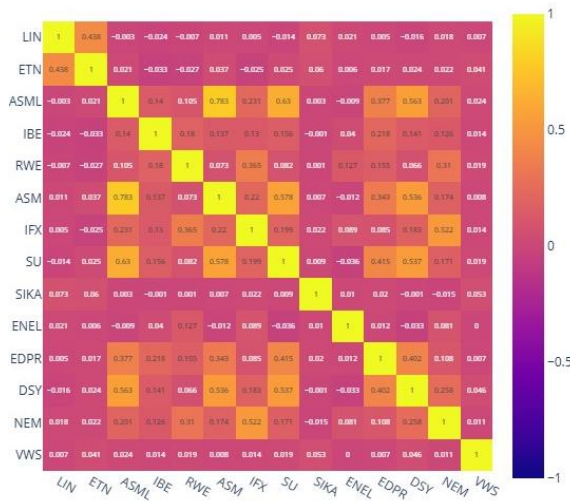
### Anexo 4. Matriz de correlación de las empresas estadounidenses



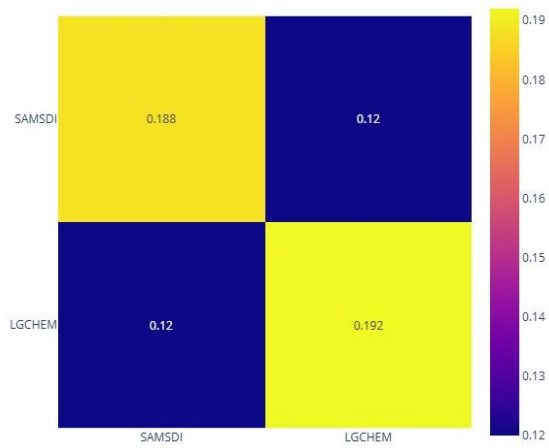
### Anexo 5. Matriz de covarianza de las empresas europeas



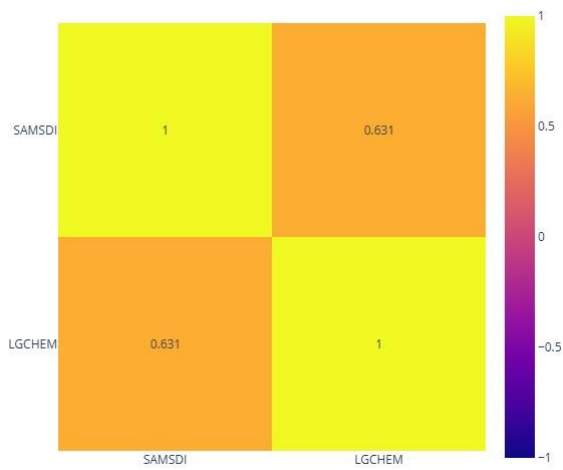
### Anexo 6. Matriz de correlación de las empresas europeas



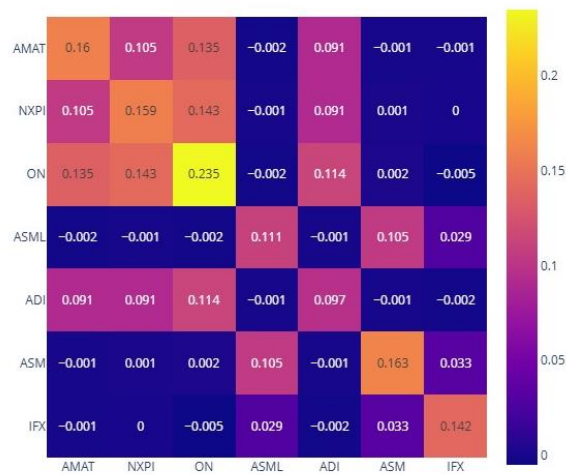
### Anexo 7. Matriz de covarianza de las empresas coreanas



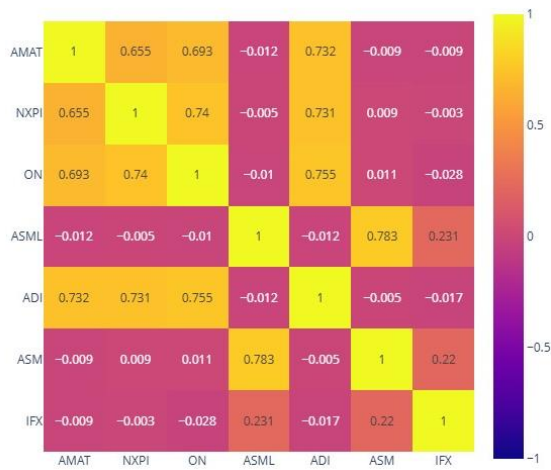
### Anexo 8. Matriz de correlación de las empresas coreanas



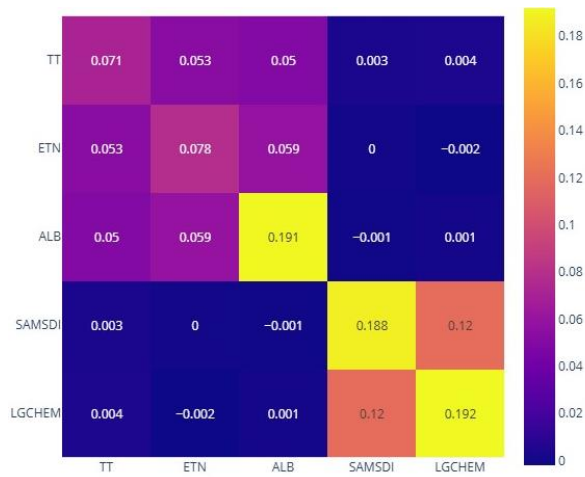
### Anexo 9. Matriz de covarianza de las empresas en el sector de los semiconductores



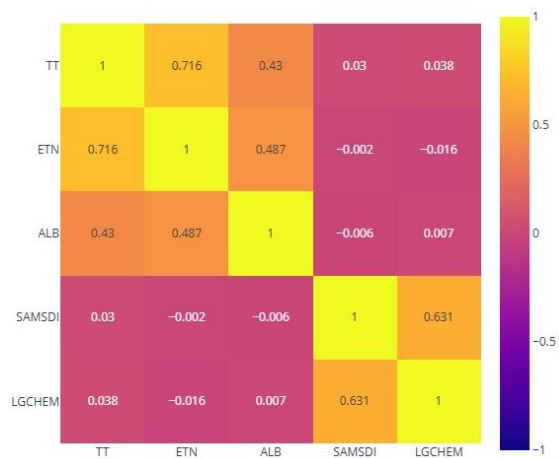
### Anexo 10. Matriz de correlación de las empresas en el sector de los semiconductores



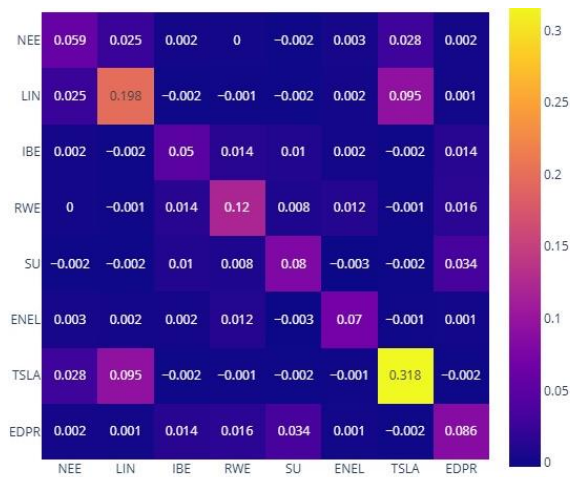
### Anexo 11. Matriz de covarianza de las empresas en el sector de fabricación



### Anexo 12. Matriz de correlación de las empresas en el sector de fabricación



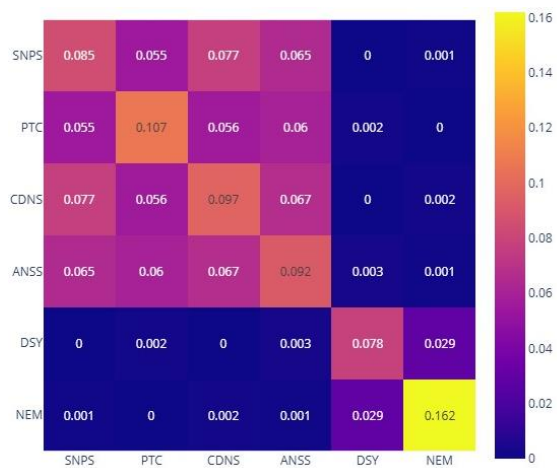
### Anexo 13. Matriz de covarianza de las empresas en el sector de producción energética



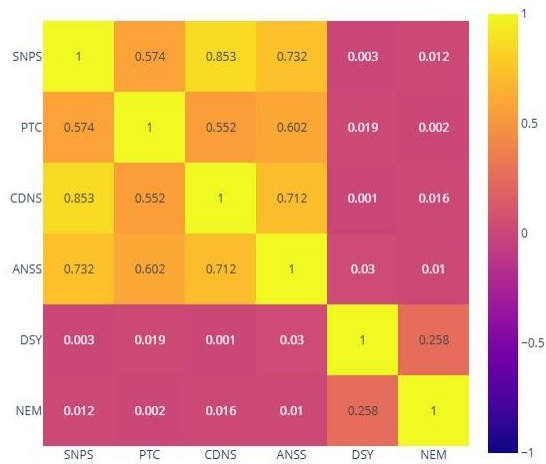
### Anexo 14. Matriz de correlación de las empresas en el sector de producción energética



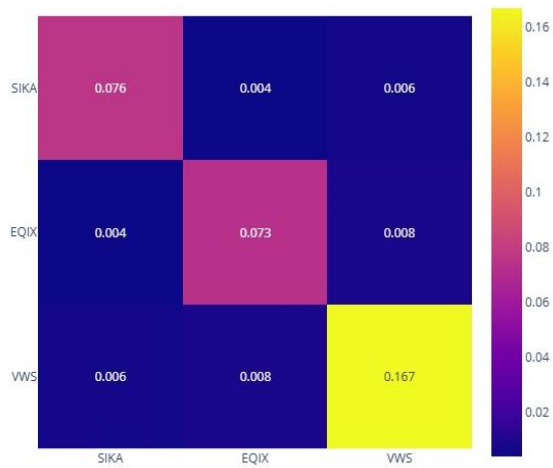
### Anexo 15. Matriz de covarianza de las empresas en el sector de software



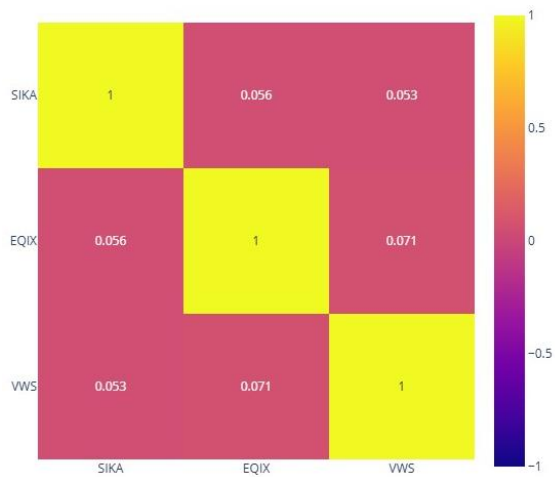
### Anexo 16. Matriz de correlación de las empresas en el sector de software



### Anexo 17. Matriz de covarianza de las empresas en el sector de infraestructuras



### Anexo 18. Matriz de correlación de las empresas en el sector de infraestructuras



## 11. BIBLIOGRAFÍA

Acciona. (2020). Energías renovables.

Adi Swara Putra, I. K. A., & Dana, I. M. (2020). Study of Optimal Portfolio Performance Comparison: Single Index Model and Markowitz Model on LQ45 Stocks in Indonesia Stock Exchange. *American Journal of Humanities and Social Sciences Research (AJHSSR)*, Volume-4(Issue-12), pp-237-244.

Ambachtsheer, K. (2007). Should (could) you manage your fund like Harvard or Ontario Teachers. *Pension Revolution. A Solution to the Pension Crisis*. Chapter 15. John Wiley & Sons.

Antwi, E. B. (2012). *Risk–Return Analysis of Optimal Portfolio using the Sharpe Ratio* (Doctoral dissertation).

Applied Materials (2024). Recuperado el 4 de junio de 2024 de Applied Materials: <https://www.appliedmaterials.com/>

ASM International (2024). Recuperado el 4 de junio de 2024 de ASM international: <https://www.asminternational.org/>

Arguedas, A. G. (2020). Capitalismo verde y energías “limpias”/renovables: Costa Rica como laboratorio mundial de descarbonización. *Anuario Centro de Investigación y Estudios Políticos*, (11), 195-228.

Bai, J., Tang, Y., Wan, C., & Yuksel, H. Z. (2023). Thematic Investing in Mutual Funds. *Northeastern U. D’Amore-McKim School of Business Research Paper* (No. 4164823).

Bailey, D.H., & López de Prado, M.M. (2012). The Sharpe Ratio Efficient Frontier. *Journal of Risk*.

Ballesteros García, C., Díaz-Noriega, S., Elola, J. M., & Ramos García, D. (2021). Principios ESG y cadena de valor: del reporting al impacto social.

Benninga, S. (2014). *Efficient Portfolios Without Short Sales*. In *Financial Modeling*. The MIT Press

Benhamou, E., Saltiel, D., Guez, B., & Paris, N. (2019). Testing Sharpe Ratio: Luck or Skill? *Capital Markets: Market Efficiency eJournal*.

Benhamou, E., & Guez, B. (2021). Computation of the marginal contribution of Sharpe ratio and other performance ratios. *SSRN Electronic Journal*.



Bevilacqua, M. (2024). Global Energy Perspective 2023: Energy value pools Outlook.

Burrett, R., Clini, C., Dixon, R., Eckhart, M., El-Ashry, M., Gupta, D., ... & Ballesteros, A. R. (2009). Renewable energy policy network for the 21st century. *REN21 Renewables Global Status Report*.

Cadence Design System (2024). Recuperado el 4 de junio de 2024 de Candance: [https://www.cadence.com/en\\_US/home.html](https://www.cadence.com/en_US/home.html)

Chen, Y. (2022). Optimal Metaverse Stock Portfolio Through Markowitz Model and Full Index Model. *Proceedings of the 2022 7th International Conference on Social Sciences and Economic Development (ICSSED 2022)*.

Christie, S. (2005). Is the Sharpe ratio useful in asset allocation? *Macquarie Applied Finance Centre Research Paper*.

Cruz Elizondo, E. (2024). Inversión en fuentes de energías limpias renovables en Costa Rica: Un horizonte verde que tiene mucho por aportar a la economía.

Dassault Systemes (2024). Recuperado el 4 de junio de 2024 de Dassault Systemes : <https://www.3ds.com/>

De Carlos Fraile, L., Crespo-Cebada, E., (2023). Is investor behavior on sustainable products heterogeneous? The case of Spanish investors on investment in SGDs. *Economics and Business Letters*.

De la Peña, Y., Bordeth, G., Campo, H., & Murillo, U. (2018). Energías limpias una oportunidad para salvar el Planeta. *IJMSOR: International Journal of Management Science & Operation Research*, 3(1), 21-25.

Di Pietro, S. (2017). Acuerdo de París: ¿nuevos compromisos con el medio ambiente o nuevas oportunidades de negocio? *Cooperativismo & Desarrollo*, 25(111), 43-51.

Dong, Y. (2023). ESG Scoring System Construction: Portfolio Investment Based on Machine Learning. *Advances in Economics, Management and Political Sciences*.

Doussoulin E., Chalco Y. (2018). El potencial de la energía solar: promesa de futuro para la región de Arica y Parinacota, Chile. *Interciencia*, 43(8):541-543.

Eaton (2024). Recuperado el 4 de junio de 2024 de Eaton: <https://www.eaton.com/us/en-us.html>

Equinix (2024). Recuperado el 4 de junio de 2024 de Equinix: <https://www.equinix.com/>

Eaton, D., & Conover, J. (2001). Stock and bond sharpe ratios and long-horizon asset allocation. *The journal of Investing*, 10(1), 35-42.

Elton, E. J., & Gruber, M. J. (1997). Modern portfolio theory, 1950 to date. *Journal of banking & finance*, 21(11-12), 1743-1759.

Espejo Marín, C. (2004). La energía eólica en España. *Investigaciones geográficas*, n° 35, 2004; pp. 45-65.

Estrada, J. (2010). Geometric mean maximization: an overlooked portfolio approach?. *The Journal of Investing*, 19(4), 134-147.

FactSet. (2024). Bonos. Recuperado el 30 de abril de 2024, <https://www.factset.com/>

Fankhauser, S., & Jotzo, F. (2020). Economic growth and development with low-carbon energy. *Nature Energy*, 5(1), 12-14

Fernández-Reyes, R. (2016). El Acuerdo de París y el cambio transformacional. *Relaciones Ecosociales y Cambio Global*, (132), 101-114.

Foyer, J., Aykut, S. C., & Morena, E. (2017). Introduction: COP21 and the “climatisation” of Global Debates. In *Globalising the Climate* (pp. 1-17). Routledge.

Flores, A. S. (2023). El régimen internacional del cambio climático y las agendas de negociación: Compromisos internacionales y de Argentina frente a la COP28.

Gimeno Torres, M. (2014). Evolución del modelo CAMP a lo largo de la historia de la economía financiera.

Gomelsky, R. (2003). Energía y desarrollo sostenible: posibilidades de financiamiento de las tecnologías limpias y eficiencia energética en el Mercosur.

González, J. R. Q., & González, L. E. Q. (2015). Energía mareomotriz: potencial energético y medio ambiente. *Gestión y ambiente*, 18(2), 121-134.

González-Eguino, M., Sampedro, J., & Arto, I. (2022). The role of public finance in the transition to a low-carbon economy: A review of the literature. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 153, 111912.

Hansen, J., Sato, M., & Kharecha, P. (2013). Assessing “dangerous climate change”: Required reduction of carbon emissions to protect young people, future generations and nature.

Klimt, J., Eiling, N., Wege, F., Baude, J., & Monti, A. (2023). The Role of Open-Source Software in the Energy Sector. *Energies*, 16(16), 5855.

Knoeri, C., Steinberger, J. K., & Roelich, K. (2016). End-user centred infrastructure operation: towards integrated end-use service delivery. *Journal of Cleaner Production*, 132, 229-239.

- Lamigueiro, O. P. (2013). Energía solar fotovoltaica. *Creative Commons ebook. España. 192pp.*
- Linde (2024). Recuperado el 4 de junio de 2024 de Linde: <https://www.linde.com/>
- Linter, J. (1965). The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets. *Review of Economics and Statistics*, 47(1), 13-37.
- Liu, G., Chen, J., & Zhang, C. (2021). Environmental regulatory pressures and corporate environmental management strategies: The moderating effect of corporate governance quality. *Journal of Business Research*, 123, 132-143.
- Lo, A. W. (2002). The statistics of Sharpe ratios. *Financial analysts journal*, 58(4), 36-52.
- Marzal Varó, A., & Gracia Luengo, I. (2009). *Introducción a la programación con Python*. Universitat Jaume I.
- Markowitz, H. (1952). *The Journal of Finance*, Vol. 7, No. 1., pp. 77-91.
- McLeod, W., & van Vuuren, G. J. I. A. J. (2004). Interpreting the Sharpe ratio when excess returns are negative. *Investment Analysts Journal*, 33(59), 15-20.
- Mossin, J. (1966). Equilibrium in Capital Asset Market. *Econometrica*, 768–783. Reinganum, M. (1981). A new empirical perspective on the CAPM. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 16(4), 439-462.
- NextEra Energy (2024). Recuperado de NextEra Energy: <https://www.nexteraenergy.com/>
- Núñez, P., Sáez, D. D., & Espinoza, P. V. (2013). Geotermia.
- Oviedo-Ocaña, E.R. (2018). Las Hidroeléctricas: efectos en los ecosistemas y en la salud ambiental. *Revista Salud UIS*, 50(3): 191-192.
- Peters, G. P., & Geden, O. (2018). Catalysing a political shift from low to negative carbon. *Nature Climate Change*, 8(8), 686-689.
- Pictet (2024). Recuperado de Pictet Asset Management: <https://am.pictet/en/us/our-company/about-us>
- Porter M.E. (2011). Shared Value. *Harvard Business Review*.
- Porto-Gonçalves, C.W. (2011). La globalización de la naturaleza y la naturaleza de la globalización (2ª ed.) Río de Janeiro: Civilización Brasileña.
- PRI Association (2015). What are the Principles for Responsible Investment?

- Raymond, D. M. (2008). Investment beliefs. *Handbook of Finance*, 2
- Raimi, D., Campbell, E., Newell, R. G., Prest, B., Villanueva, S., & Wingenroth, J. (2022). Global energy outlook 2022: turning points and tension in the energy transition. *Resources for the Future: Washington, DC, USA*.
- Renneboog, L., Ter Horst, J., & Zhang, C. (2008). Socially responsible investments: Institutional aspects, performance, and investor behavior. *Journal of banking & finance*, 32(9), 1723-1742.
- Rojas, M., M'zali, B., Turcotte, M., & Merrigan, P. (2009). Bringing about changes to corporate social policy through shareholder activism: Filers, issues, targets, and success. *Business and Society Review*, 114(2), 217-252.
- Sanahuja, J. A., & Tezanos Vázquez, S. (2017). Del milenio a la sostenibilidad: retos y perspectivas de la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible.
- Sadorsky, P. (2012). Modeling renewable energy company risk. *Energy Policy*, 40, 39-48.
- Sanz Rodríguez, A. (2019). Iberdrola en el sistema eléctrico español.
- Serafeim G. (2020). Social-Impact efforts that create real value. *Harvard Business Review*.
- Shabalov, M. Y., Zhukovskiy, Y. L., Buldysko, A. D., Gil, B., & Starshaia, V. V. (2021). The influence of technological changes in energy efficiency on the infrastructure deterioration in the energy sector. *Energy Reports*, 7, 2664-2680.
- Sharpe, W. (1966). Mutual Fund Performance. *The Journal of Business*, 39(1), pp. 119-138.
- Sharpe, W. F. (1994). The sharpe ratio, the journal of portfolio management. *Stanford University, Fall*.
- Sika Group (2024). Recuperado de Sika Group: <https://www.sika.com/>
- Silvola, H., & Landau, T. (2021). Sustainable investing: Beating the market with ESG. Palgrave Macmillan.
- Slager, A., & Koedijk, K. (2007). Investment beliefs. *Journal of Portfolio Management*, 33(3), 77.
- Synopsys (2024). Recuperado el 4 de junio de 2024 de Synopsys: <https://www.synopsys.com/>
- Tan, H. (2023). An Empirical Study on the Markowitz portfolio. *BCP Business & Management*.

Trane Technologies (2024). Recuperado el 4 de junio de 202 de Trane Technologies: <https://www.tranetechnologies.com/en/index.html>

Tesla (2024). Recuperado el 4 de junio de 2024 de Tesla: <https://www.tesla.com/>

UBS, 2024. Recuperado de UBS Wealth Management: <https://www.ubs.com/mx/es/wealth-management/about-us/visionaris.html>

UN PRI (2016). Principios para la inversión Responsable.

Venegas, D., Meléndrez, M., Celi, S., & Ayabaca, C. (2016). Métodos amigables de producción de hidrógeno como fuente de energía limpia. *MTL 2016* (p. 95).

Vestas Wind Systems (2024). Recuperado el 4 de junio de 2024 de Vestas Wind Systems : <https://www.vestas.com/>

Vidal-García, J., & Vidal, M. (2016). Sharpe Ratio: International Evidence. *Econometric Modeling: Capital Markets - Portfolio Theory eJournal*.

Wüstenhagen, R., & Menichetti, E. (2012). Strategic choices for renewable energy investment: Conceptual framework and opportunities for further research. *Energy policy*, 40, 1-10.

Zanker, A. (2017). The Performance of Sustainable Investments – An Overview of Academic Studies. En: Handbook on Sustainable Investments, chapter 4, p. 17-24. CFA Institute Research Foundation.

Zhang, F., Tang, T., Su, J., & Huang, K. (2020). Inter-sector network and clean energy innovation: Evidence from the wind power sector. *Journal of cleaner production*, 263, 121287.

Zhu, B., Fan, L., Mushtaq, N., Raza, R., Sajid, M., Wu, Y., ... & Yun, S. (2021). Semiconductor electrochemistry for clean energy conversion and storage. *Electrochemical Energy Reviews*, 1-36.