

# IBEX35



**Proyecto EDA (Exploratory Data Analysis)**  
**Optimización de carteras mediante diferentes modelos a partir de empresas del IBEX 35 y 10 índices bursátiles**

**Profesores:** - Miguel La Cruz  
- David Pernas  
**Alumno:** Adolfo Gutierrez Campos

# ¿De qué va este proyecto?

- Este EDA se centra en las 35 empresas que conforman el IBEX 35 y 10 índices bursátiles globales
- De entre las 35 firmas y 10 índices, se tomará 5 empresas y 5 índices para desarrollar carteras optimizadas con 10 valores de muestra

5 Empresas



Muestra

5 índices bursátiles



S&P 500



S&P/TSX  
Composite Index

# ¿De qué va este proyecto?

## OBJETIVOS

**01**

Optimizar carteras de inversión mediante 5 modelos, evaluando su rendimiento en términos de retorno, volatilidad y ratio Sharpe (máximo)

**02**

Hallar los pesos de la cartera óptima según cada uno de los 5 modelos

**03**

Comparar de entre los 5 modelos, el que mejor resultado haya tenido

# ¿Cuáles son las hipótesis de este EDA?

01

## Diversificación

- ¿Puede una cartera diversificada reducir la volatilidad general y mejorar el ratio de Sharpe?

02

## Eficiencia de Mercado

- ¿Cómo impacta la inclusión de valores de distintos mercados globales en la estabilidad y el rendimiento de las carteras?

03

## Simulaciones de Monte Carlo

- ¿Generar múltiples combinaciones de pesos aleatorios puede proporcionar combinaciones óptimas sin un modelo de ML?

04

## Modelos Supervisados ML

- ¿Pueden los Modelos Supervisados (Gradient Boosting y XGBoost) mejorar la optimización de las carteras?

05

## Reducción de dimensionalidad con PCA (ML No Supervisado)

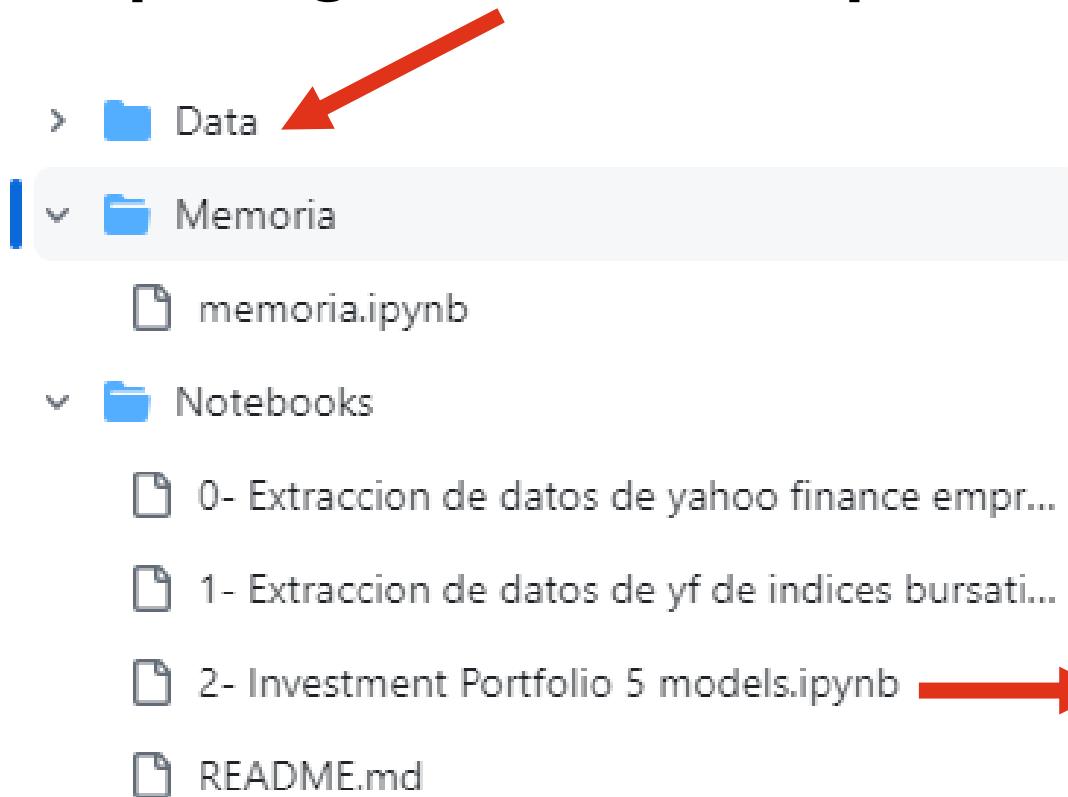
- ¿El uso de PCA para reducir la dimensionalidad del problema puede simplificar la optimización de la cartera sin perder info crucial?

# Desarrollo del proyecto

- 01** Fuente de datos y organización de documentos
- 02** Cotización y rentabilidad de empresas e índices
- 03** Cartera optimizada con Sharpe/Markowitz
- 04** 5 modelos de optimización de carteras
- 05** Comparación de 5 modelos

# 01 Fuente de datos y organización de docs

- **Extracción de datos financieros: Biblioteca Yahoo Finance**
- **Se ha recogido los datos de entre 01/01/2018 – 20/05/2024**
- **Se ha generado un CSV por cada una de las 35 empresas y 10 índices (de cara a poder generar carteras optimizadas diferentes)**



→ **Extracción/ordenación empresas IBEX**

→ **Extracción/ordenación 10 índices**

→ **Optimización carteras y 5 modelos**

# 02 Cotización y rentabilidad de empresas e índices

## Cotización 35 empresas

Precio de cierre (Close) en el período 01/01/2018 - 20/05/2024



# 02 Cotización y rentabilidad de empresas e índices

## Cotización 10 índices

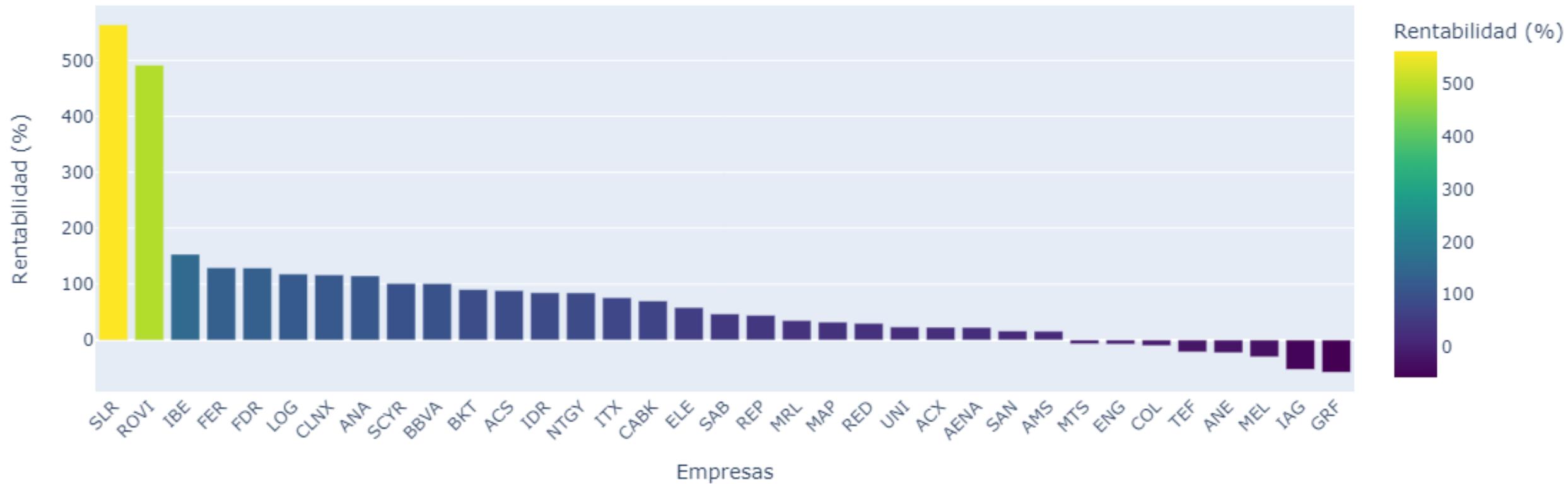
Valor de cierre de los 10 índices entre 01/01/2018 y 20/05/2024



## 02 Cotización y rentabilidad de empresas e índices

### Rentabilidad 35 empresas

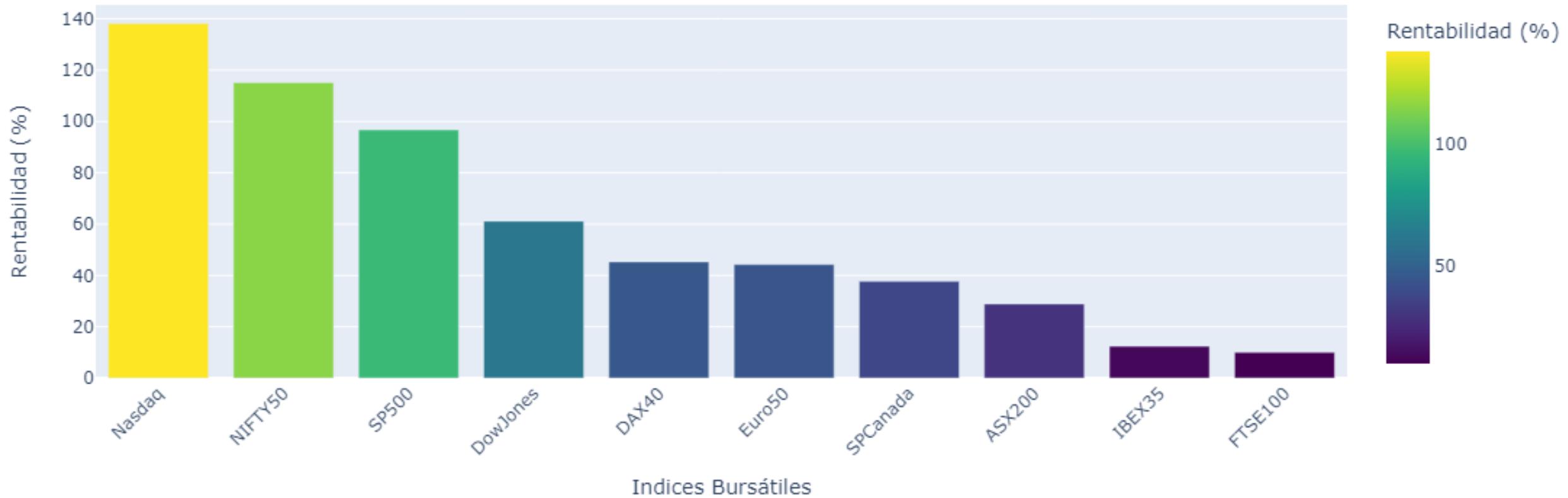
Rentabilidad de 35 empresas del IBEX 35 entre 01/01/2018 y 20/05/2024



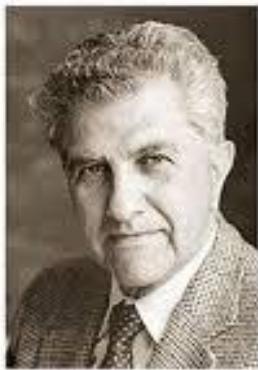
# 02 Cotización y rentabilidad de empresas e índices

## Rentabilidad 10 índices

Rentabilidad de 10 índices bursátiles entre 01/01/2018 y 20/05/2024



# 03 Cartera optimizada con Sharpe/Markowitz



Harry Markowitz



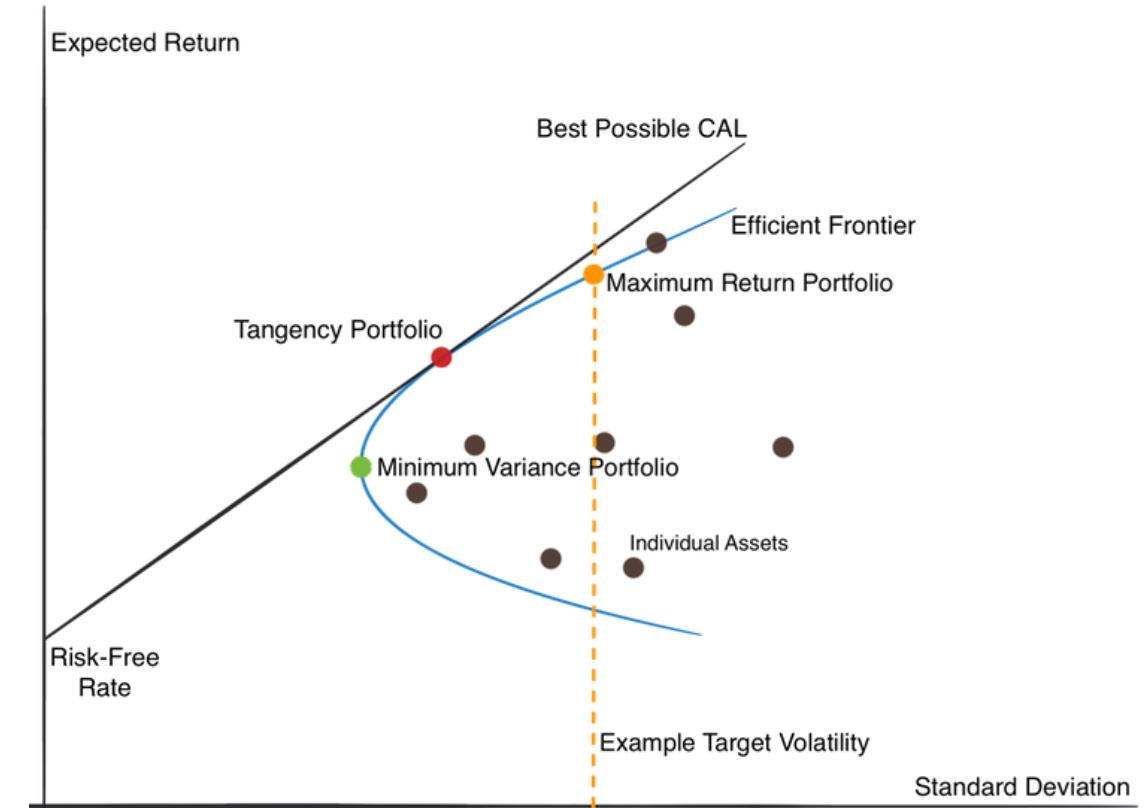
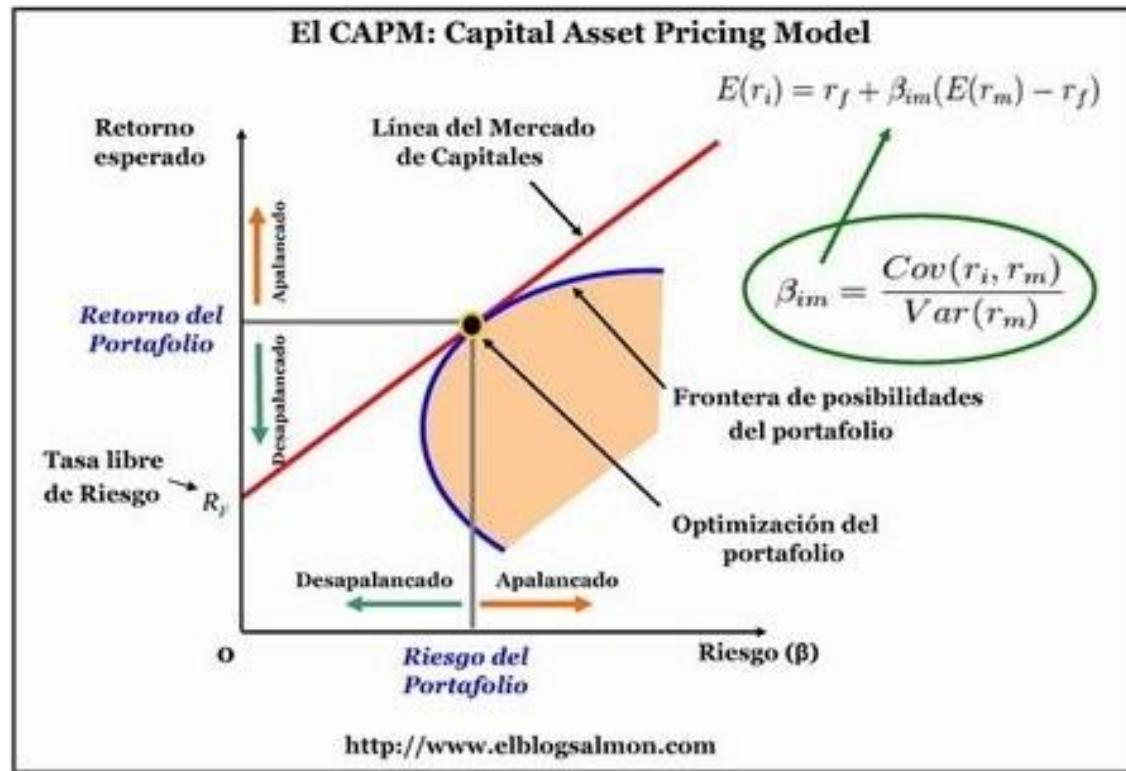
Merton Miller



William Sharpe

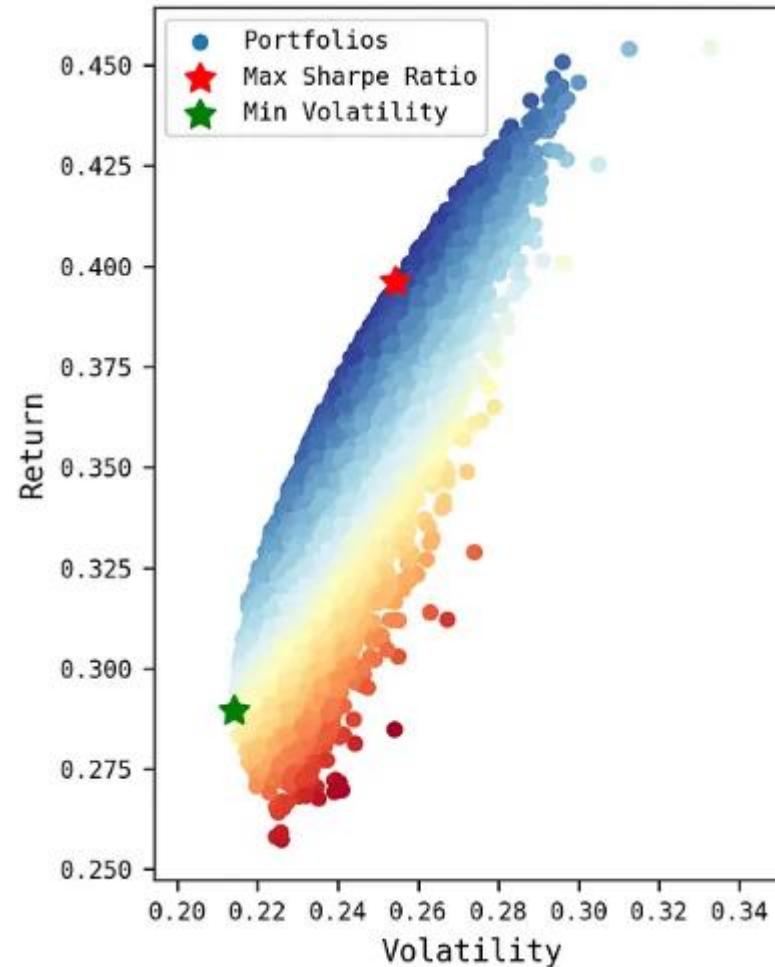
- Premio Nobel Economía 1990

## Selección y optimización de carteras



## 03 Cartera optimizada con Sharpe/Markowitz

- Consiste en encontrar la cartera más adecuada, respetando la elección de activos, para cada inversor en función del riesgo que este dispuesto a asumir
- Con este modelo, se permite obtener los pesos óptimos de esos activos/valores, en base a maximizar individualmente una serie de valores:

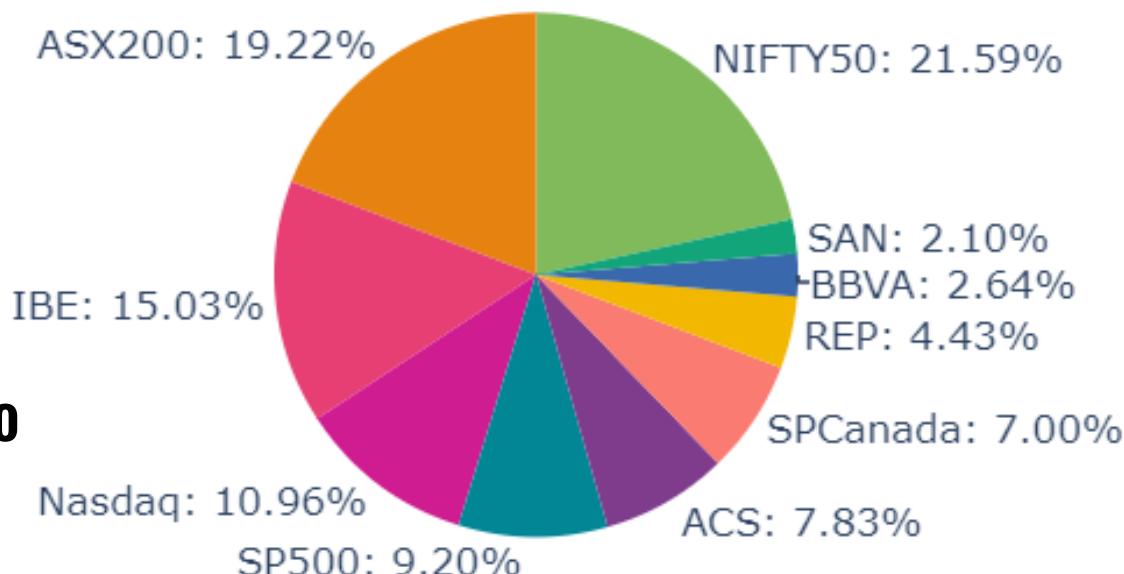


**Volatilidad**

**Retorno ó Rendimiento  
ó Rentabilidad**

**Ratio Sharpe  
(máximo)**

- Cuanto mayor sea el ratio Sharpe, mayor será la rentabilidad de la cartera en comparación con la Q de riesgo asumido



**OBJETIVO**  
De cada modelo, y de entre todos los 5 modelos, encontrar el portfolio con mayor ratio Sharpe y ver su cartera

# 04 5 modelos de optimización de carteras

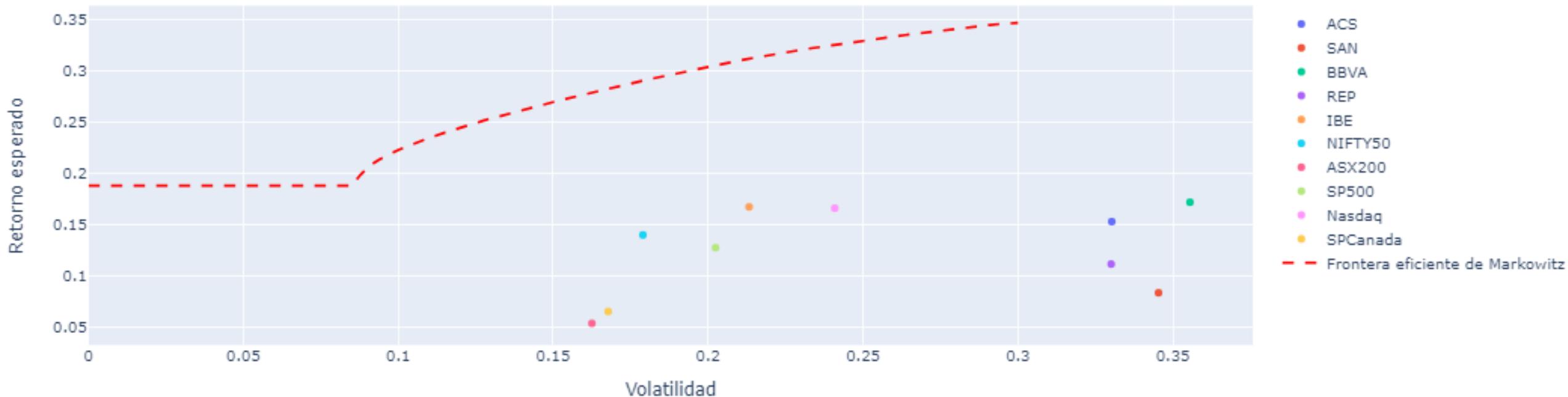
## Modelo 1: Optimización de cartera básica

- Se emplea métodos tradicionales de optimización de carteras sin utilizar ML
- Método de optimización SLSQP (Sequential Least Squares Programming)

# 04 5 modelos de optimización de carteras

## Modelo 1: Optimización de cartera básica

Frontera eficiente de Markowitz



# 04 5 modelos de optimización de carteras

- Retorno de la cartera

**18,73 %**

- Volatilidad de la cartera

**8,64 %**

- Ratio Sharpe de la cartera

**2,166**

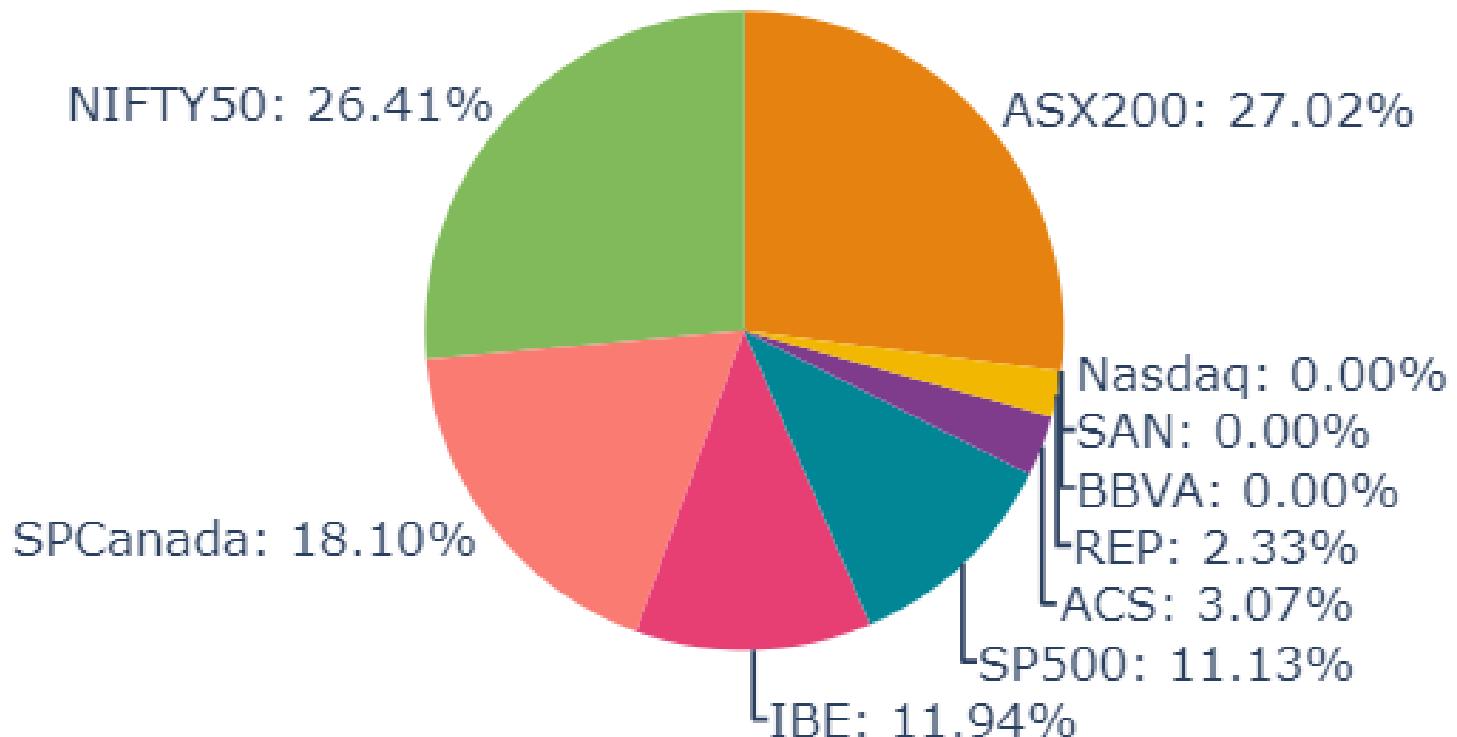


Para determinar si este ratio Sharpe es el máximo posible, se debe realizar una comparación con otras posibles carteras!



**Necesidad de modelos generadores de múltiples carteras y modelos ML**

## Modelo 1: Optimización de cartera básica

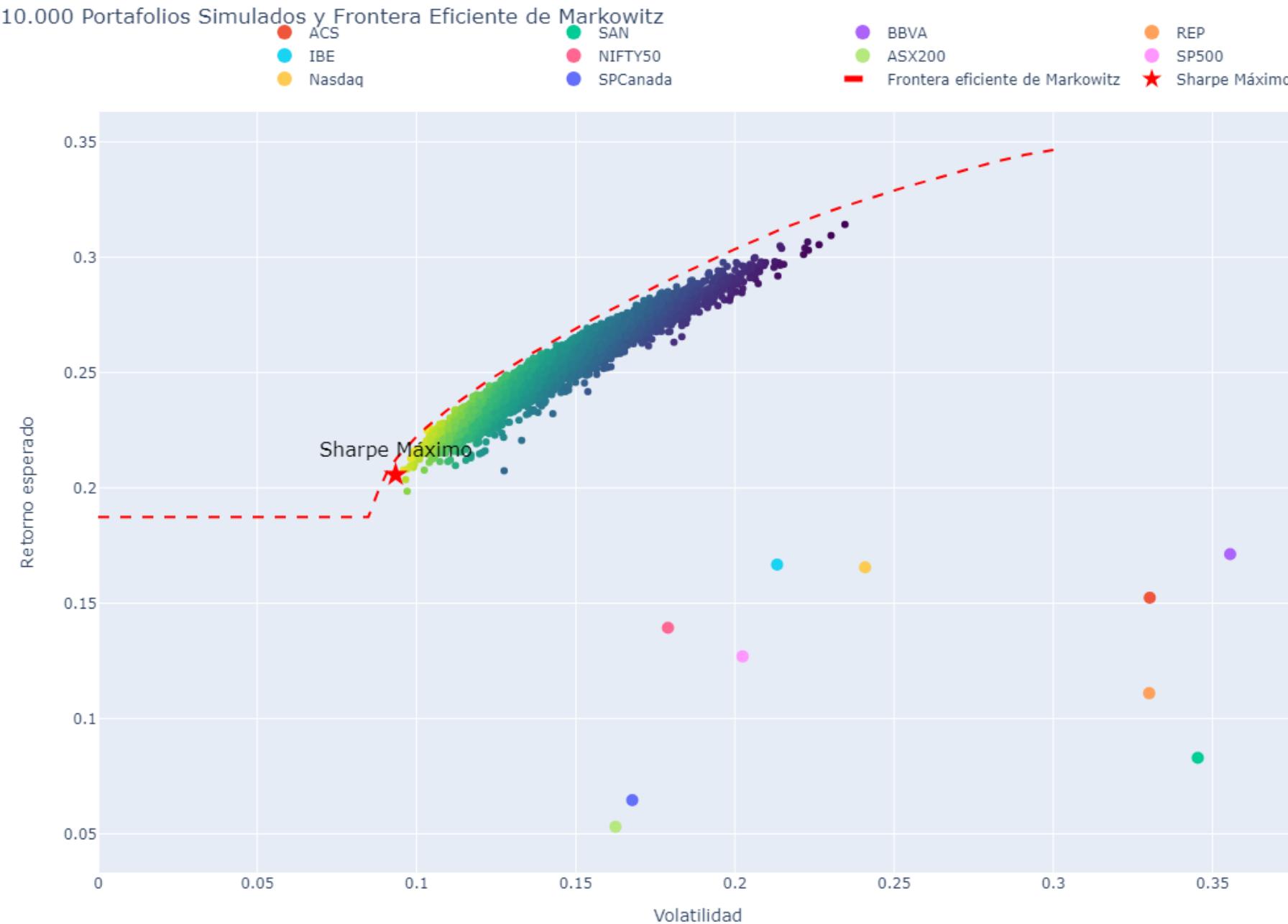


## 04 5 modelos de optimización de carteras

### Modelo 2: Optimización de cartera con simulación de Monte Carlo

- Técnica de simulación de Monte Carlo para optimizar selección de activos/valores y maximizar el rendimiento ajustado por el riesgo
- Generación de 10.000 carteras aleatorias mediante combinaciones aleatorias de pesos de los 10 valores

# 04 5 modelos de optimización de carteras



**Modelo 2: Optimización de cartera con simulación de Monte Carlo**

## 04 5 modelos de optimización de carteras

### Modelo 2: Optimización de cartera con simulación de Monte Carlo

- Retorno de la cartera (cart Sharpe max)

**20,56 %**

- Volatilidad de la cartera (cart Sharpe max)

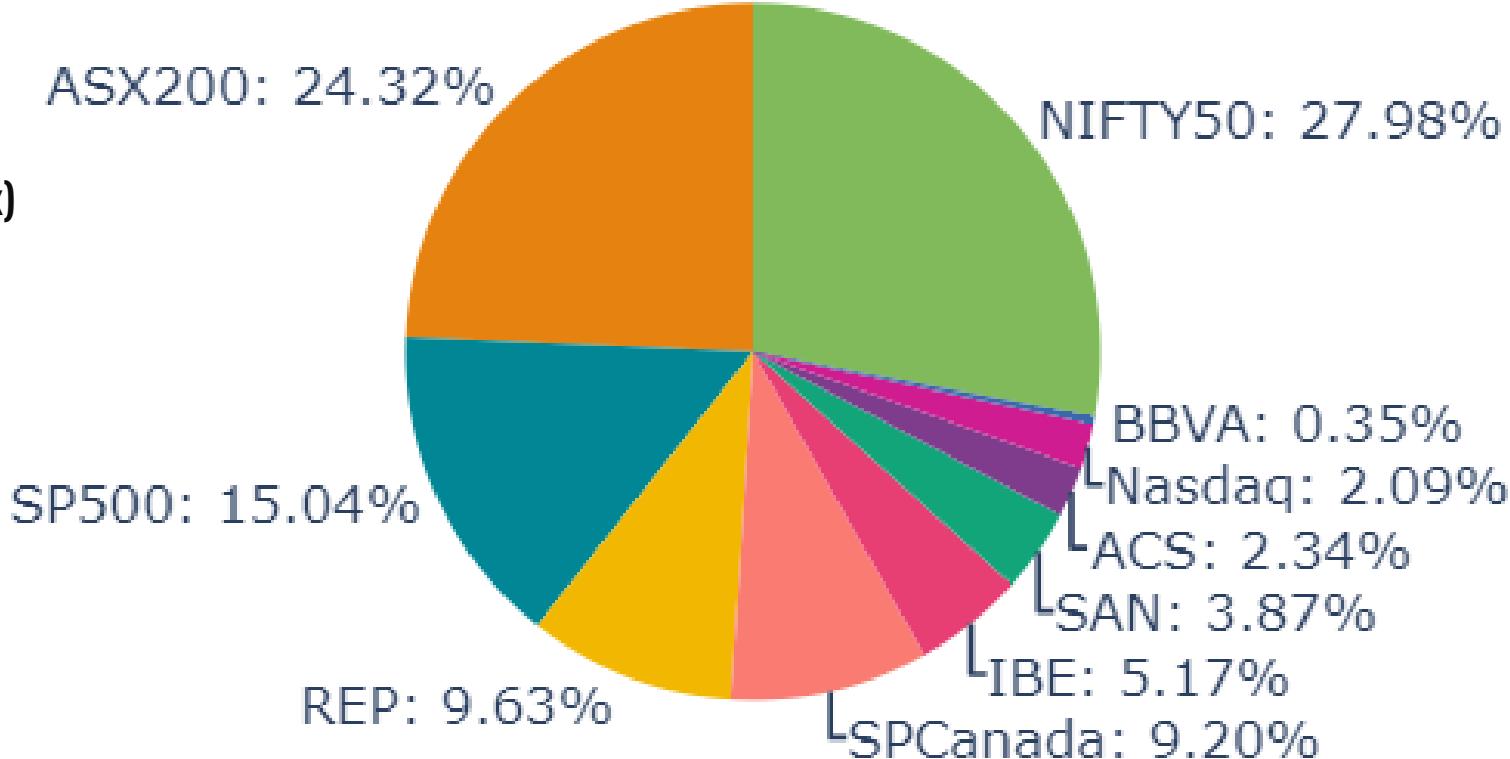
**9,34 %**

- Ratio Sharpe máximo

**2,200**



Ahora sí tenemos el ratio Sharpe máximo, sobre una simulación de 10.000 carteras



## 04 5 modelos de optimización de carteras

### Modelo 3: Optimización de cartera con Gradient Boosting (modelo supervisado)

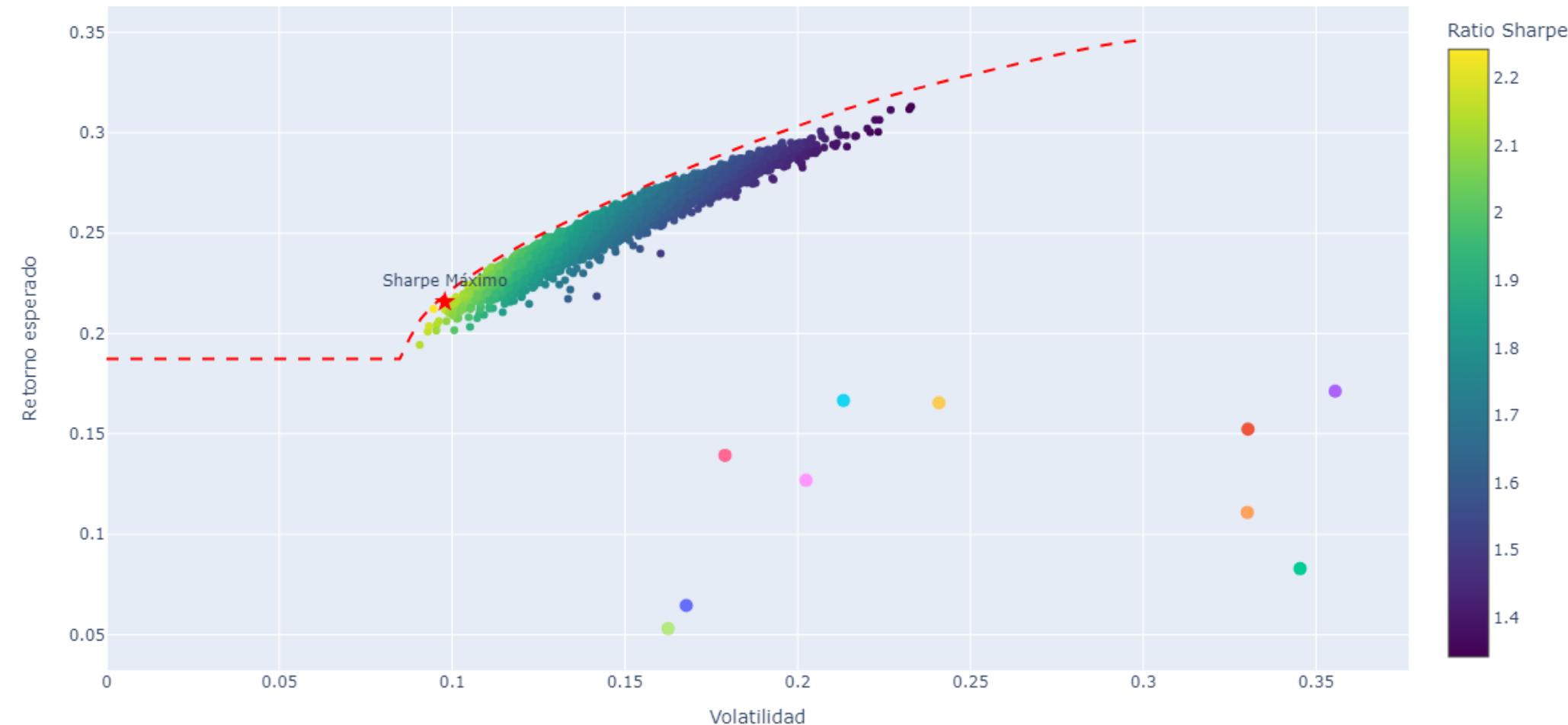
- Generación de 10.000 combinaciones aleatorias
- Con estos datos, se entrena un modelo de Gradient Boosting para predecir el ratio Sharpe de las carteras

# 04 5 modelos de optimización de carteras

- Portafolios
  - ACS
  - SAN
  - BBVA
  - REP
  - IBE
  - NIFTY50
  - ASX200
  - SP500
  - Nasdaq
  - SPCanada
- Frontera eficiente de Markowitz
- ★ Sharpe Máximo

Portafolios Simulados y Frontera Eficiente de Markowitz

**Modelo 3: Optimización de cartera con Gradient Boosting (modelo supervisado)**



# 04 5 modelos de optimización de carteras

## Modelo 3: Optimización de cartera con Gradient Boosting (modelo supervisado)

- Retorno de la cartera (Sharpe max)

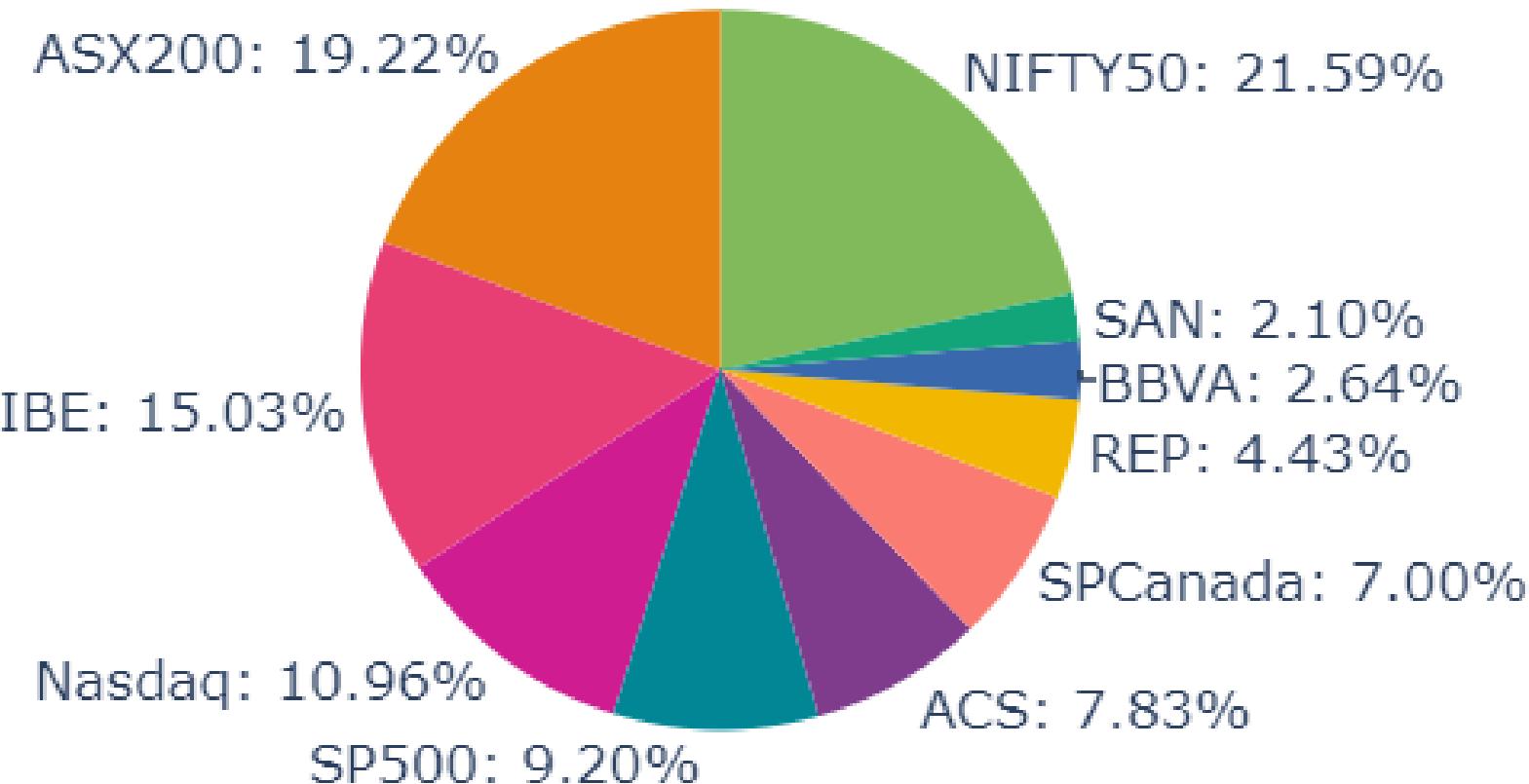
**21,58 %**

- Volatilidad de la cartera (Sharpe max)

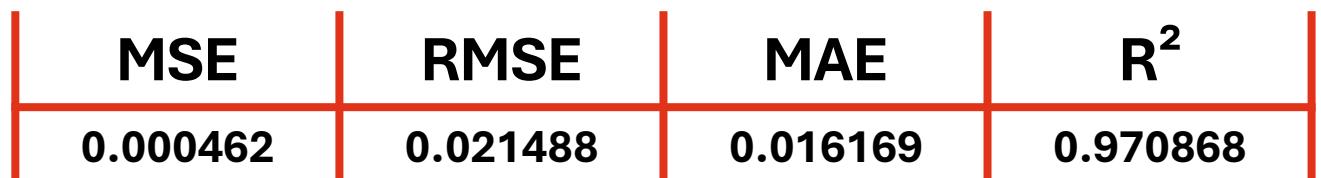
**9,79 %**

- Ratio Sharpe de la cartera

**2,204**



Sobre 10.000 combinaciones y  
Gradient Boosting la cartera con  
mayor Sharpe



## 04 5 modelos de optimización de carteras

### Modelo 4: Optimización de cartera con XGBoost (modelo supervisado)

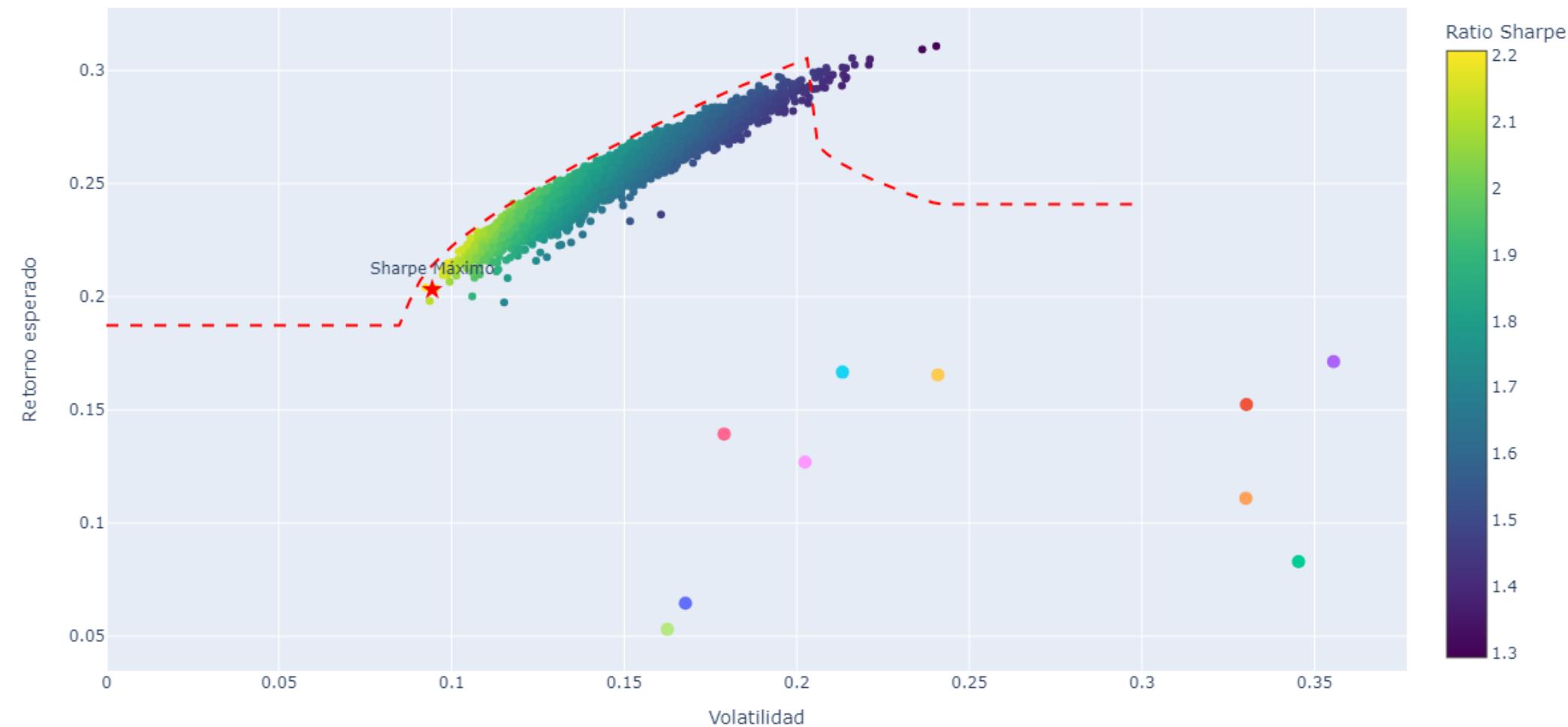
- Generación de 10.000 combinaciones aleatorias
- Con estos datos, se entrena un modelo de XGBoost para predecir el ratio Sharpe de las carteras

# 04 5 modelos de optimización de carteras

Portafolios Simulados y Frontera Eficiente de Markowitz

- Portafolios
  - ACS
  - SAN
  - BBVA
  - REP
  - IBE
  - NIFTY50
  - ASX200
  - SP500
  - Nasdaq
  - SPCanada
- Frontera eficiente de Markowitz ★ Sharpe Máximo

## Modelo 4: Optimización de cartera con XGBoost (modelo supervisado)



## 04 5 modelos de optimización de carteras

### Modelo 4: Optimización de cartera con XGBoost (modelo supervisado)

- Retorno de la cartera (Sharpe max)

**20,31 %**

- Volatilidad de la cartera (Sharpe max)

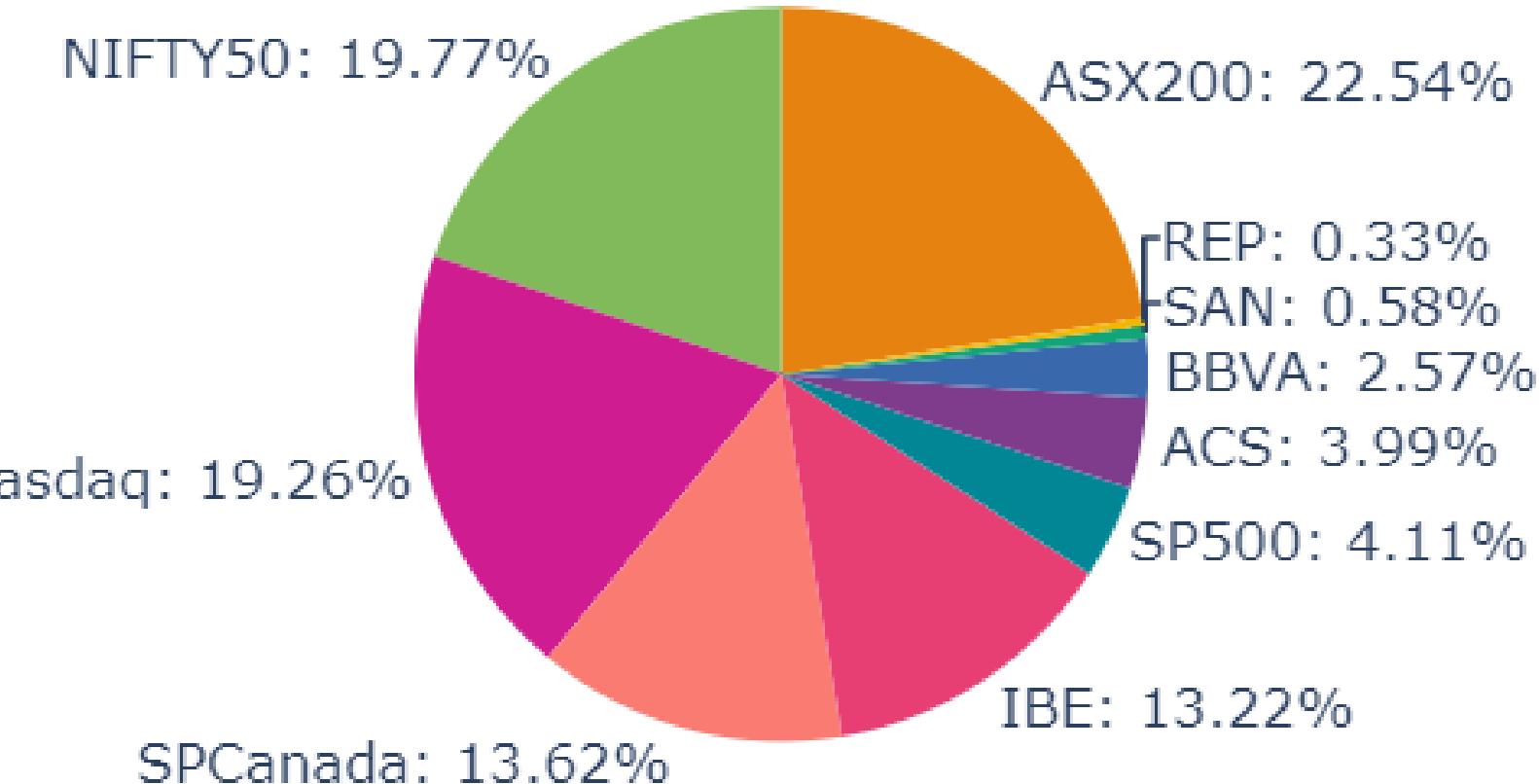
**9,43 %**

- Ratio Sharpe de la cartera

**2,152**



Sobre 10.000 combinaciones y  
XGBoost la cartera con mayor Sharpe



MSE	RMSE	MAE	R <sup>2</sup>
0.000479	0.021876	0.016270	0.969710

## 04 5 modelos de optimización de carteras

### Modelo 5: Optimización de cartera con PCA (Principal Component Analysis) (modelo no supervisado)

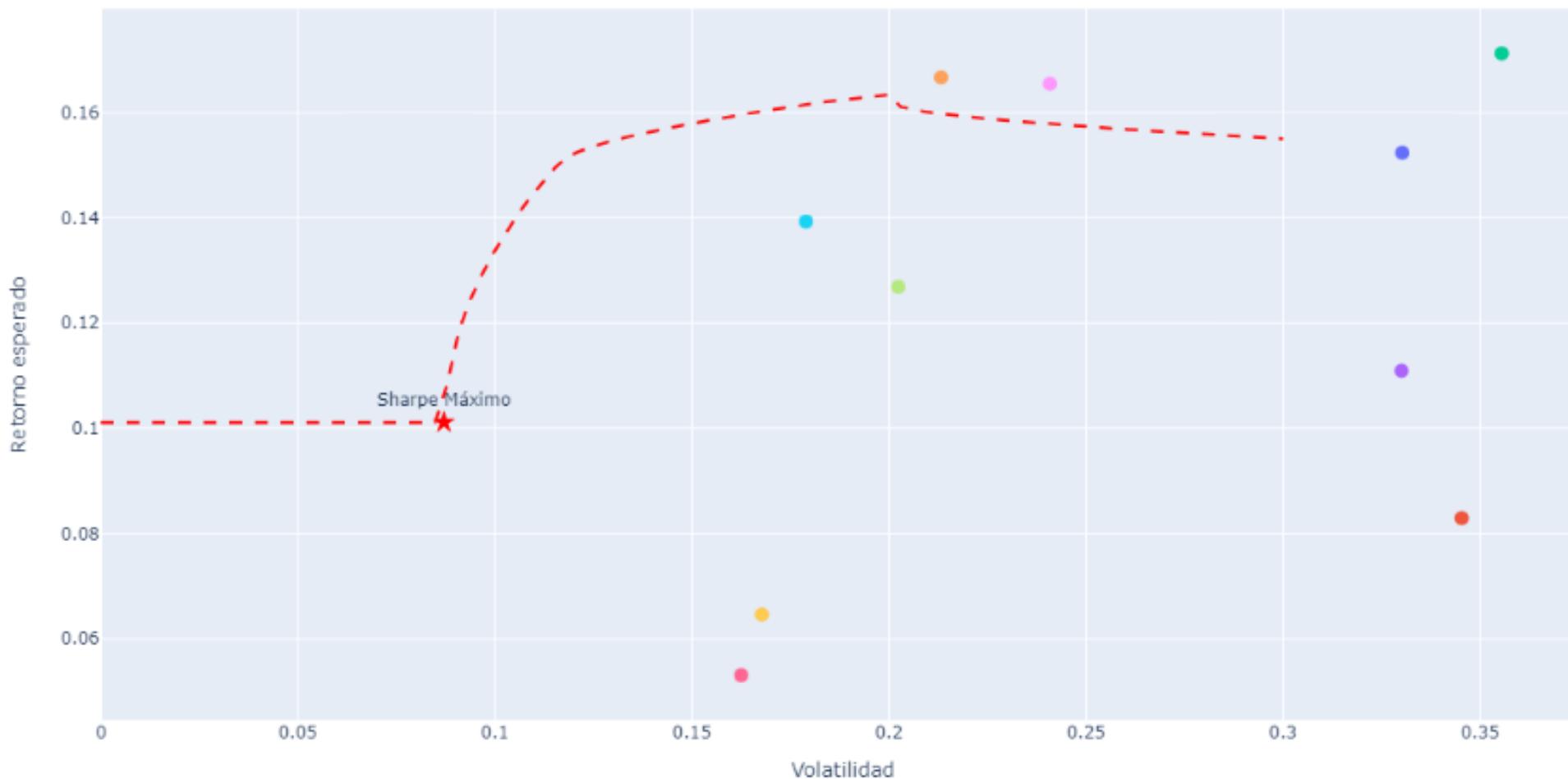
- Se aplica PCA para reducir la dimensionalidad de los datos, identificando los componentes principales que explican la mayor parte de la variabilidad en los retornos
- Con estos componentes, se reconstruyen los retornos de los valores
- Con los datos reducidos, se optimiza la cartera buscando minimizar volatilidad y maximizar el ratio Sharpe

# 04 5 modelos de optimización de carteras

Frontera Eficiente de Markowitz y Valores Individuales

- ACS
  - SAN
  - BBVA
  - REP
  - IBE
  - NIFTY50
  - ASX200
  - SP500
  - Nasdaq
  - SPCanada
- Frontera eficiente de Markowitz ★ Sharpe Máximo

**Modelo 5: Optimización de cartera con PCA (Principal Component Analysis) (modelo no supervisado)**



## 04 5 modelos de optimización de carteras

### Modelo 5: Optimización de cartera con PCA (Principal Component Analysis) (modelo no supervisado)

- Retorno de la cartera (Sharpe max)

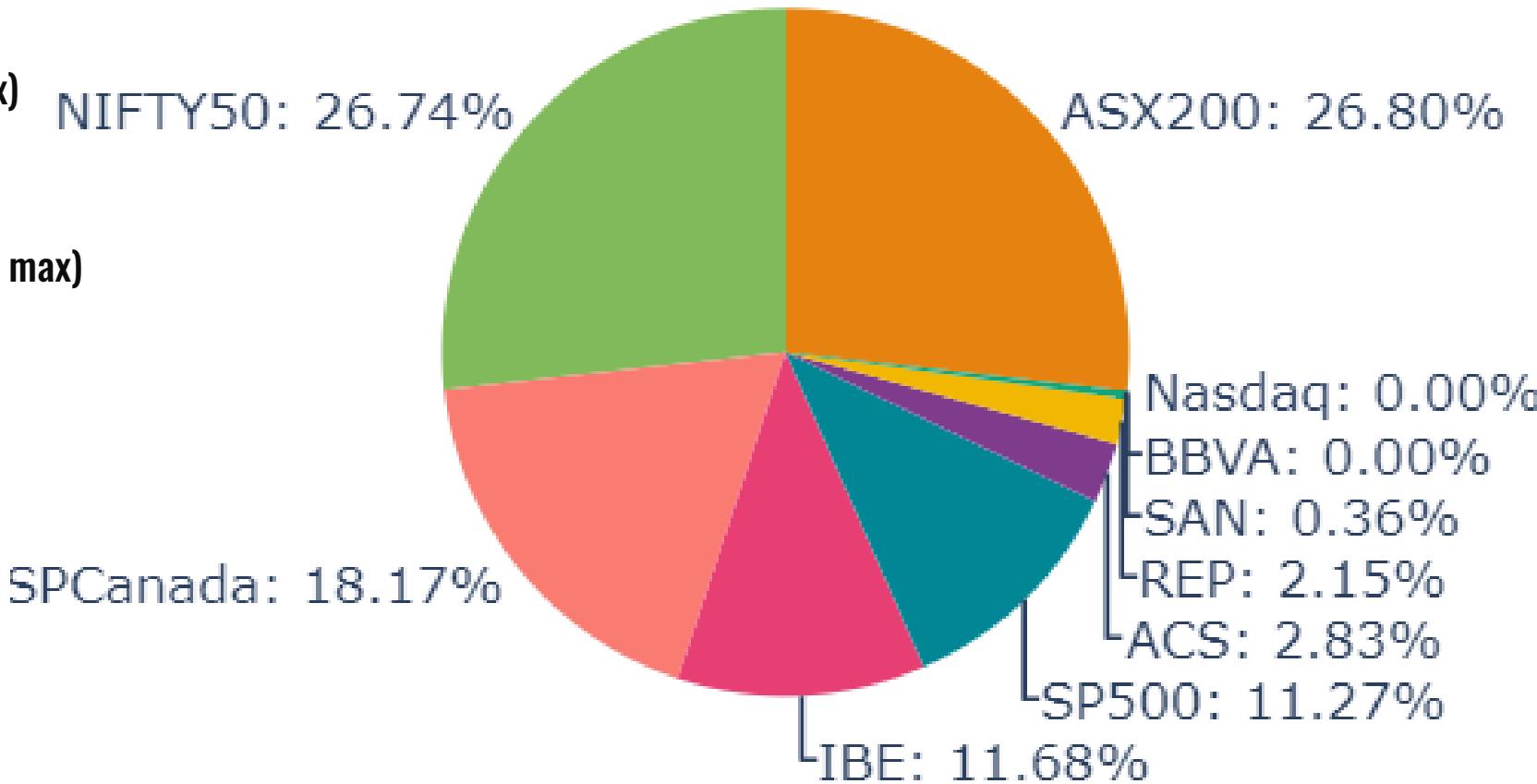
**10.11 %**

- Volatilidad de la cartera (Sharpe max)

**8.7 %**

- Ratio Sharpe de la cartera

**1,161**



MSE	RMSE	MAE	R <sup>2</sup>
0.000479	0.021876	0.016270	0.969710

# 05 Comparación de 5 modelos

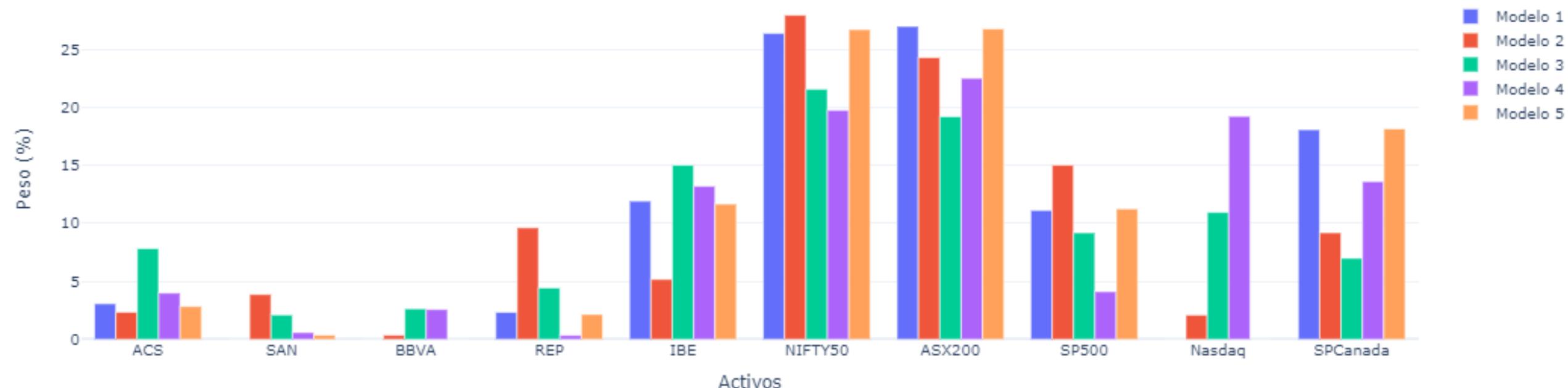
## Comparación de indicadores entre modelos con ML

	MSE (Mean Squared Error)	RMSE (Root Mean Squared Error)	MAE (Mean Absolute Error)	R <sup>2</sup> (%) (Coeficiente de Determinación)
Modelo 3 – Opt. ML Gradient Boosting	<b>0.000462</b>	<b>0.021488</b>	<b>0.016169</b>	<b>0.970868</b>
Modelo 4 – Opt. ML XGBoost	0.000479	0.021876	0.016270	0.969710
Modelo 5 – Opt. ML PCA (Principal Component Analysis)	0.000479	0.021876	0.016270	0.969710

El modelo 3 demuestra ser el más efectivo y preciso en todos los indicadores evaluados

# 05 Comparación de 5 modelos

## Comparación de peso de carteras entre los 5 modelos

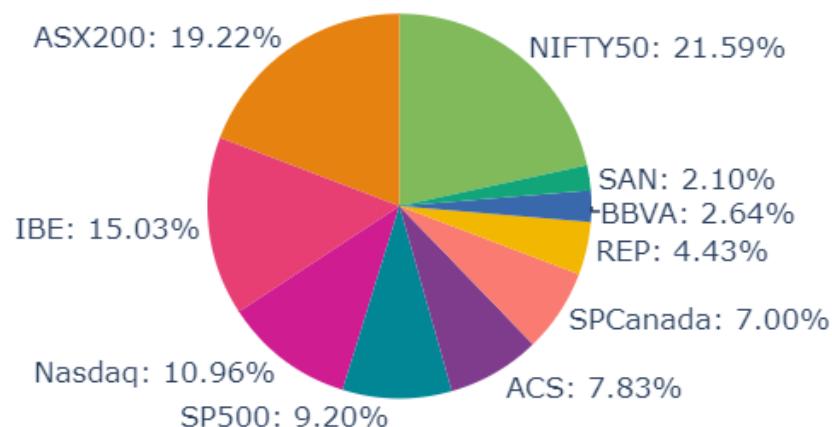


# 05 Comparación de 5 modelos

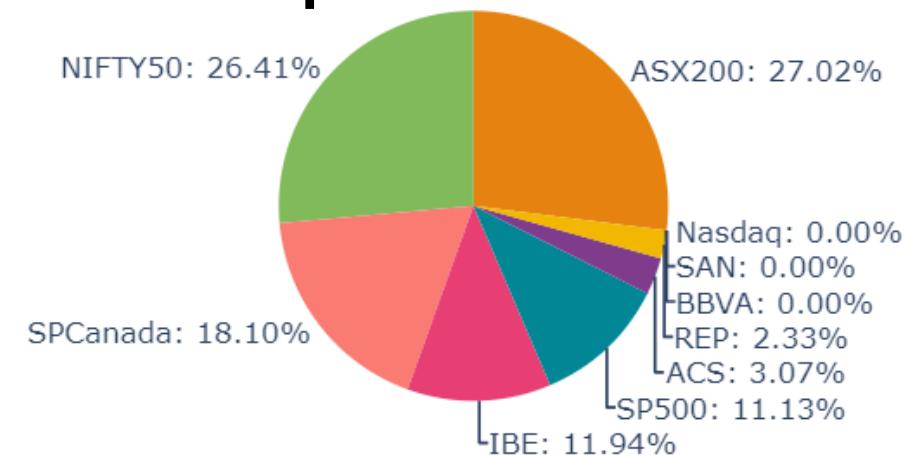
	Retorno	Volatilidad	Ratio Sharpe (máximo)
Modelo 1 – Optimización básica de cartera	18,73 %	8,64 %	2,166
Modelo 2 – Opt. Simulación Monte Carlo	20,56 %	9,34 %	2,200
Modelo 3 – Opt. ML Gradient Boosting	21,58 %	9,79 %	2,204
Modelo 4 – Opt. ML XGBoost	20,31 %	9,43 %	2,152
Modelo 5 – Opt. ML PCA (Principal Component Analysis)	10,11 %	8,70 %	1,161

## Conclusiones

Para maximizar el rendimiento ajustado por riesgo, el **Modelo 3** sería la elección óptima



Para inversores más conservadores, el **Modelo 1** ofrece una buena opción con menor volatilidad



The End