

# IBEX35



S&P 500

 DOW JONES



**S&P/TSX  
Composite Index**



**FTSE 100**

**EURO STOXX 50**

**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

## Muestra

5 Empresas

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)

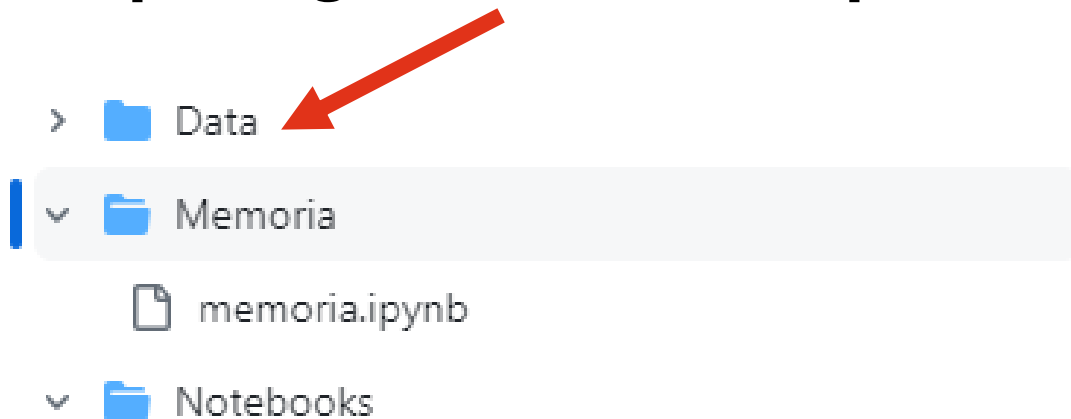
- ¿El uso de PCA para reducir la dimensionalidad del problema puede simplificar la optimización de la cartera sin perder info crucial?

# 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)**



- 0- Extraccion de datos de yahoo finance empr... → **Extracción/ordenación empresas IBEX**
- 1- Extraccion de datos de yf de indices bursati... → **Extracción/ordenación 10 índices**
- 2- Investment Portfolio 5 models.ipynb → **Optimización carteras y 5 modelos**
- README.md

# 02 Cotización y rentabilidad de empresas e índices

## Cotización 35 empresas

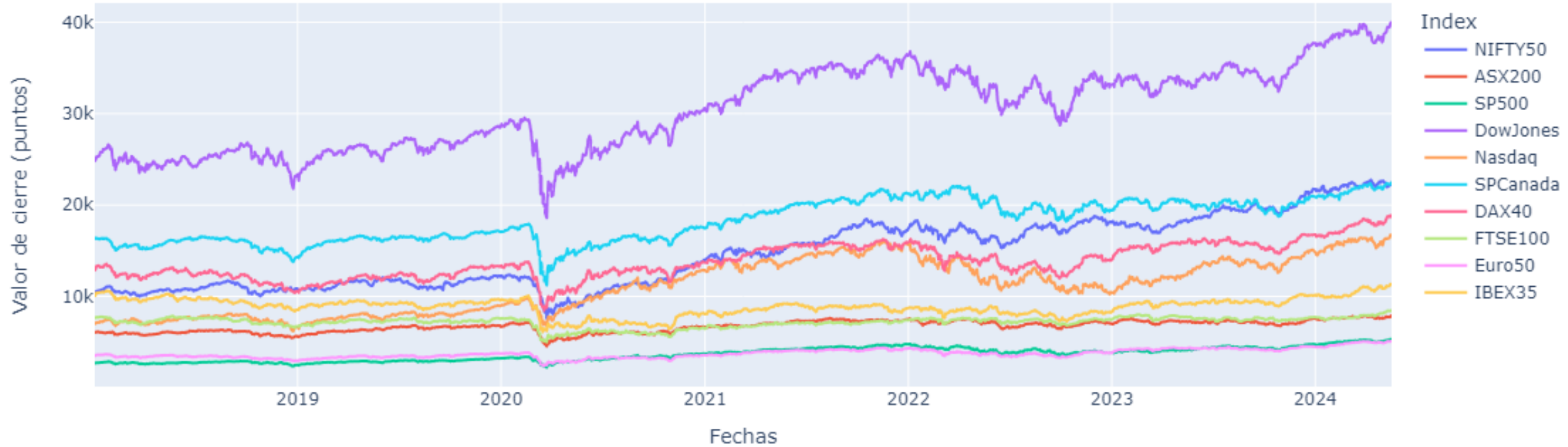
Precio de cierre (Close) en el período 01/01/2018 - 20/05/2024



# 02 Cotización y rentabilidad de empresas e índices

## Cotización 10 índices

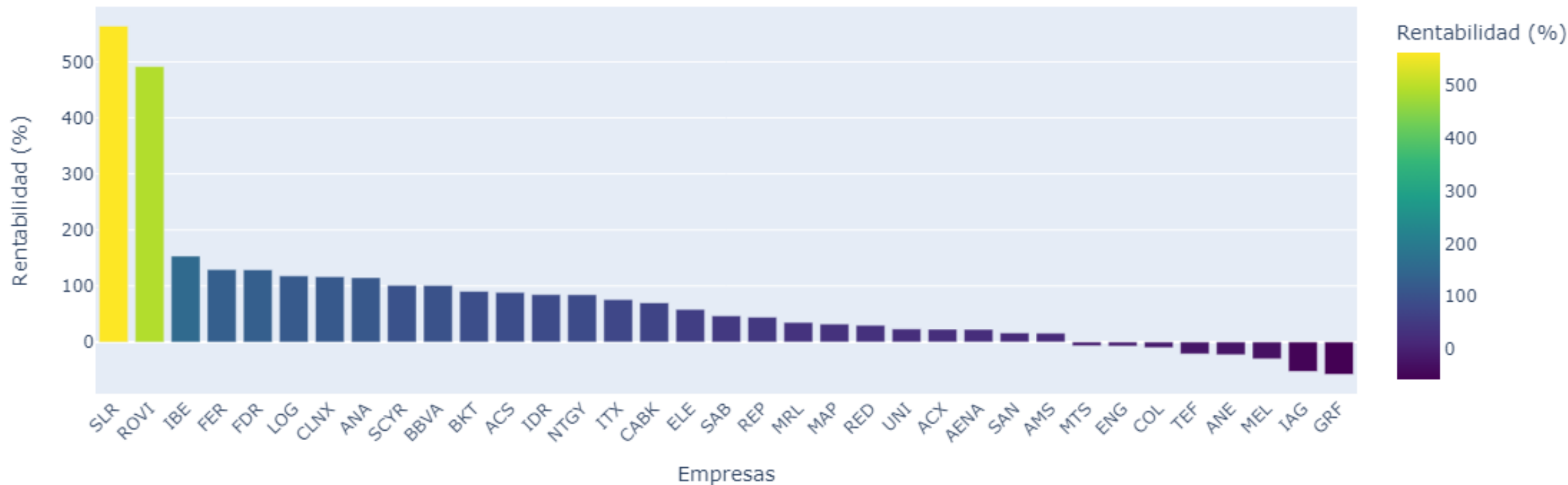
Valor de cierre de los 10 índices entre 01/01/2018 y 20/05/2024



## 02 Cotización y rentabilidad de empresas e índices

### Rentabilidad 35 empresas

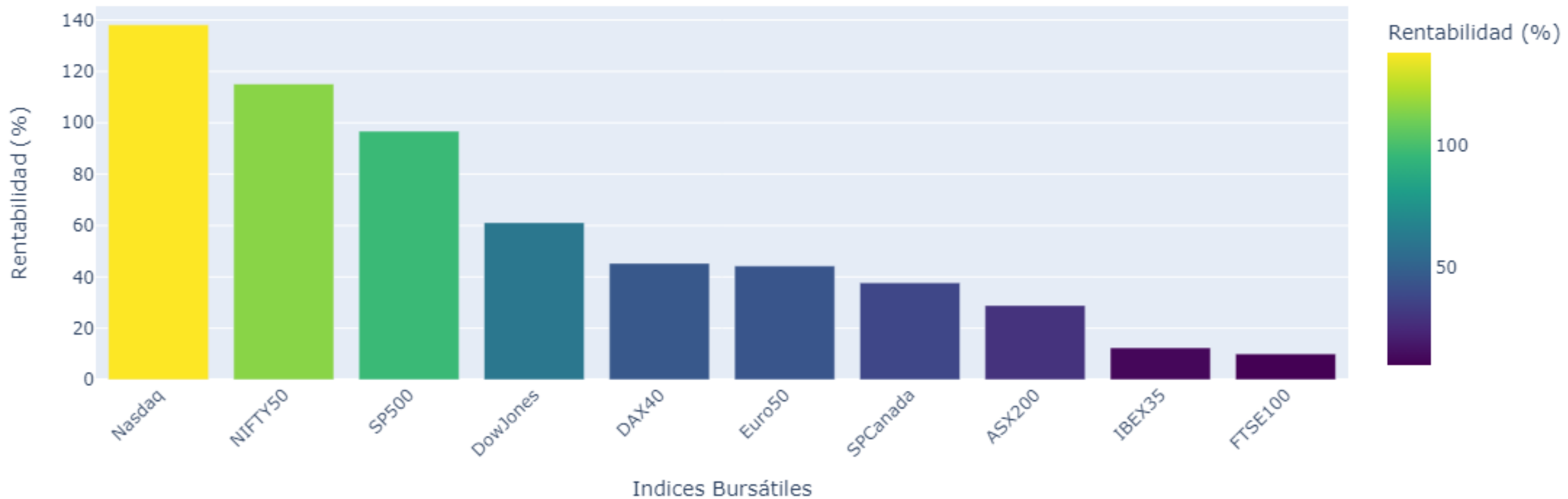
Rentabilidad de 35 empresas del IBEX 35 entre 01/01/2018 y 20/05/2024



## 02 Cotización y rentabilidad de empresas e índices

### Rentabilidad 10 índices

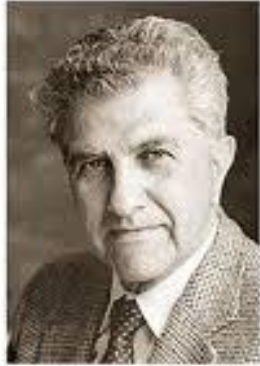
Rentabilidad de 10 índices bursátiles entre 01/01/2018 y 20/05/2024



# 03 Cartera optimizada con Sharpe/Markowitz



Harry Markowitz



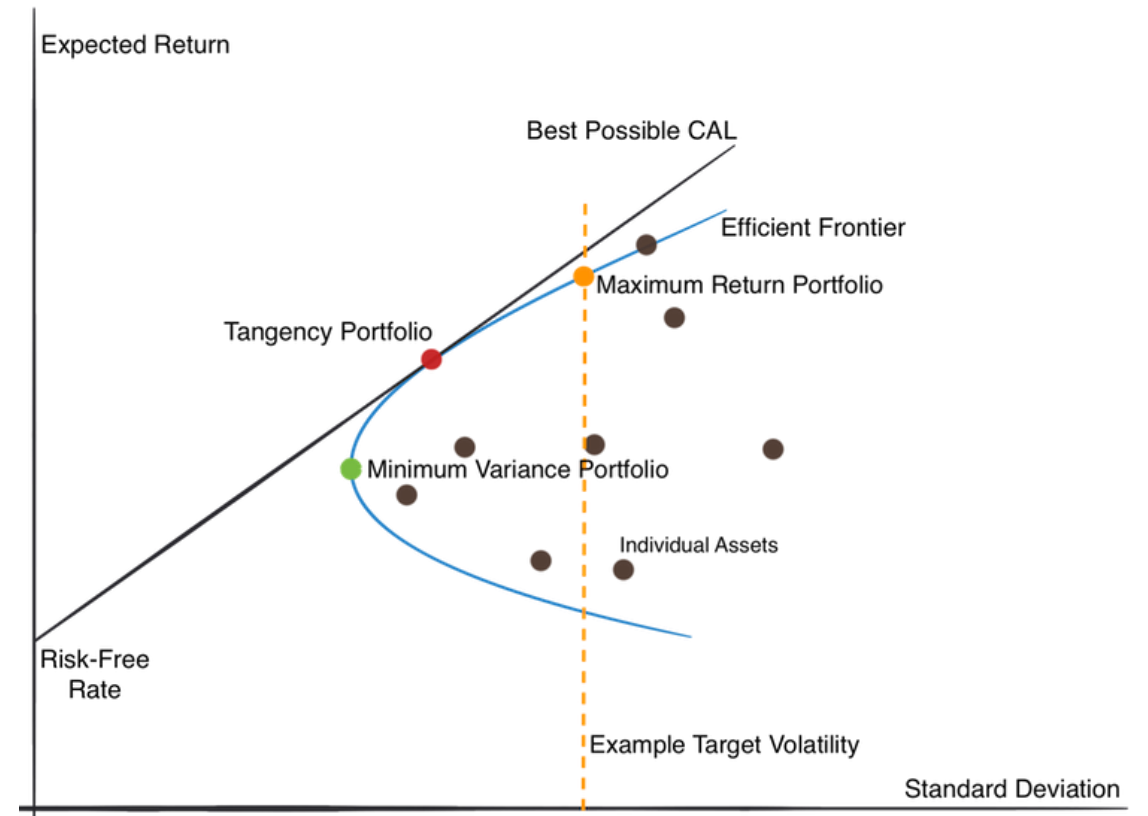
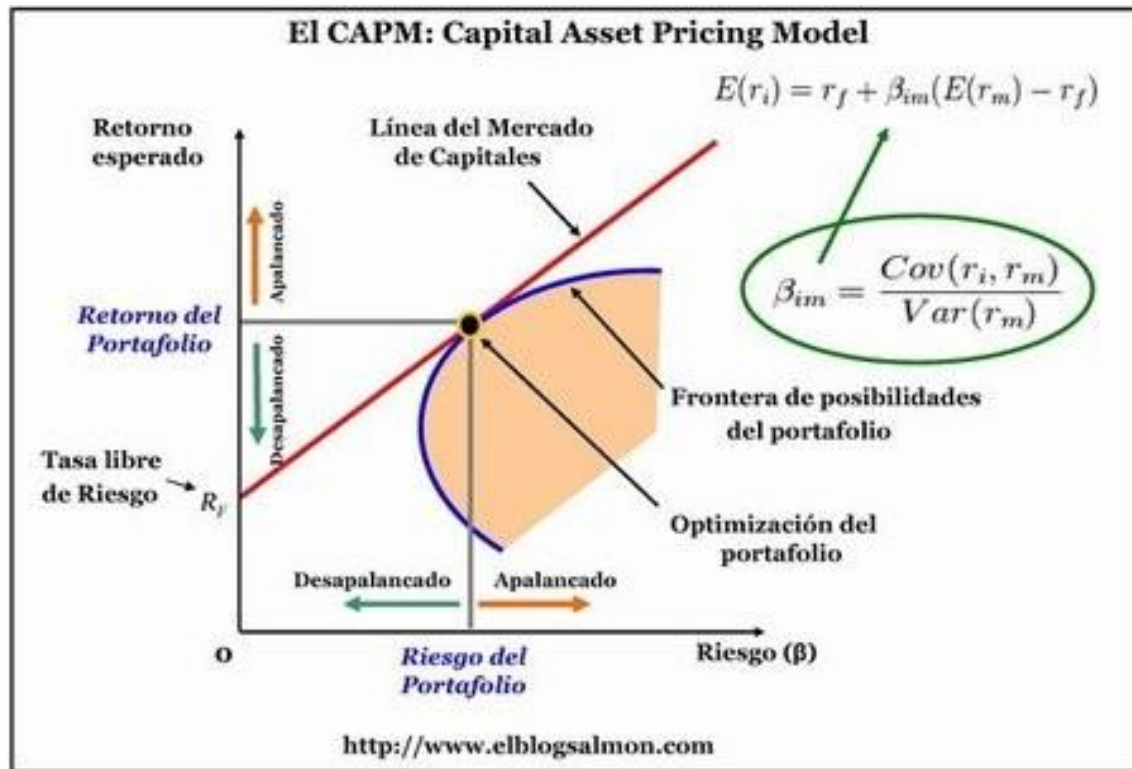
Merton Miller



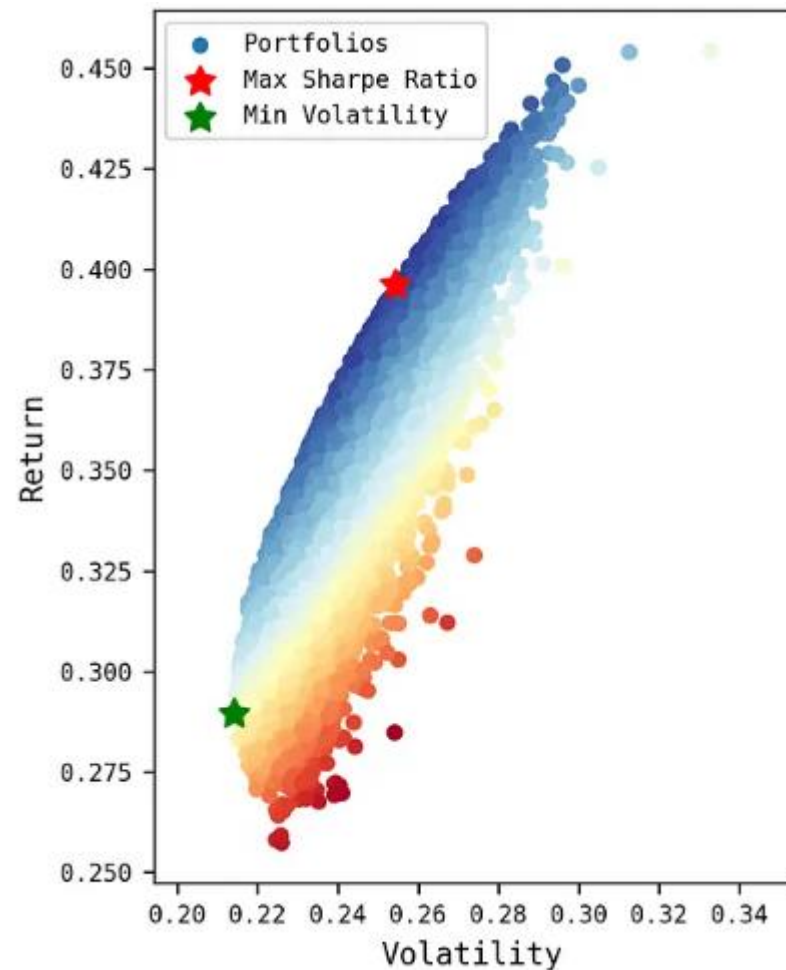
William Sharpe

■ Premio Nobel Economía 1990

## Selección y optimización de carteras



# 03 Cartera optimizada con Sharpe/Markowitz



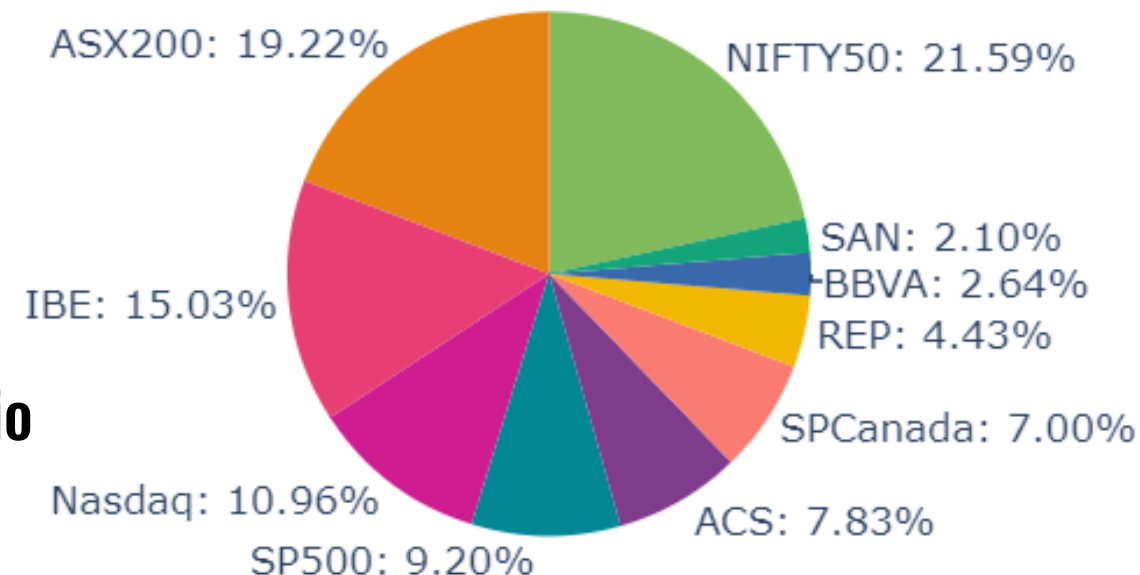
- Consiste en encontrar la cartera más adecuada, respetando la elección de activos, para cada inversor en función del riesgo que esté dispuesto a asumir
- Con este modelo, se permite obtener los pesos óptimos de esos activos/valores, en base a maximizar individualmente una serie de valores:

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

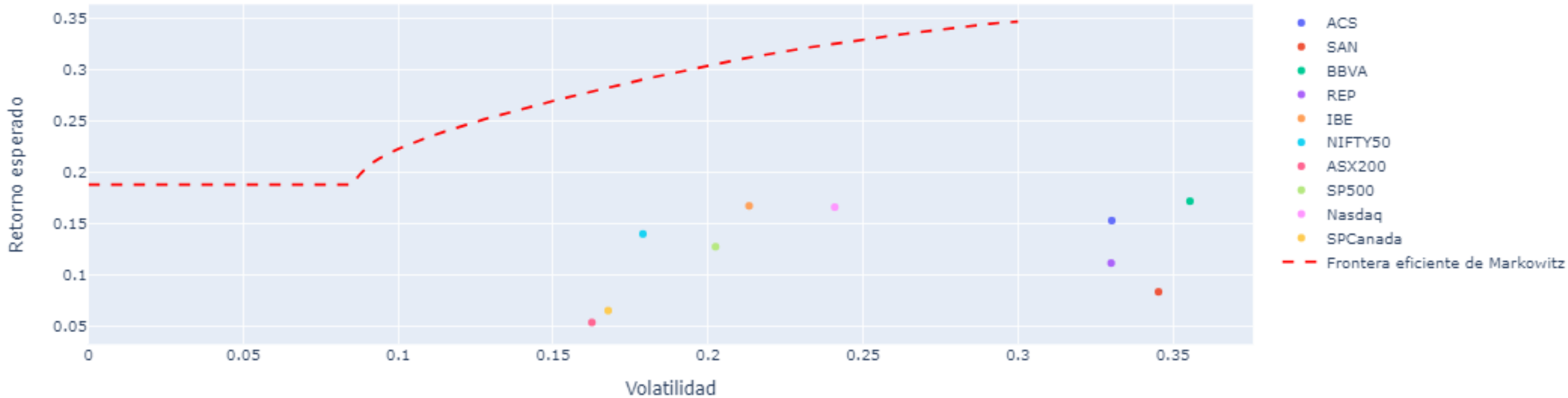
## Modelo 1: Optimización de cartera básica

- 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

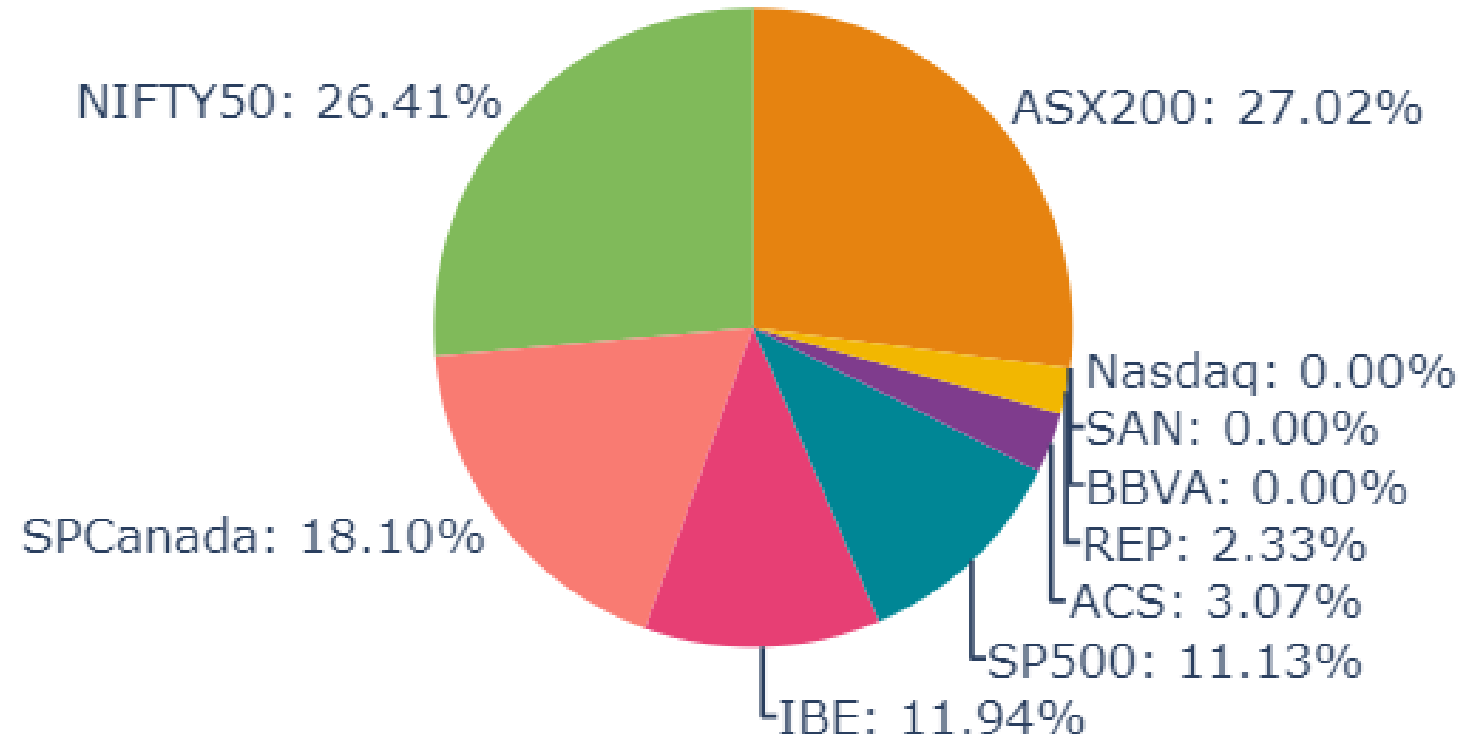
Frontera eficiente de Markowitz



## 04 5 modelos de optimización de carteras

### Modelo 1: Optimización de cartera básica

- 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 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**

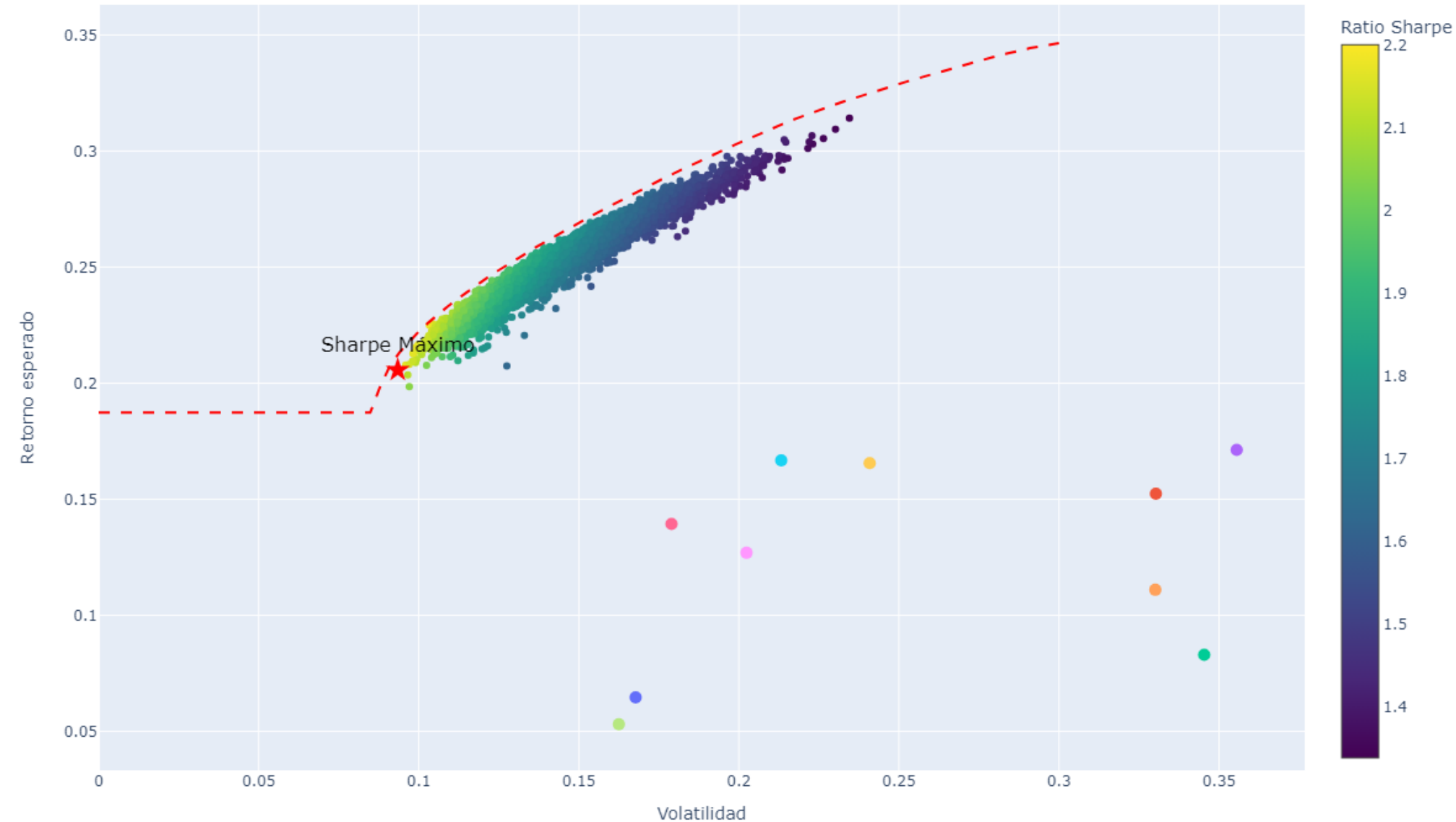
# 04 5 modelos de optimización de carteras

10.000 Portafolios Simulados y Frontera Eficiente de Markowitz

- ACS
- IBE
- Nasdaq
- SAN
- NIFTY50
- SPCanada

- BBVA
- ASX200
- Frontera eficiente de Markowitz
- REP
- SP500
- Sharpe Máximo

Modelo 2: Optimización de cartera con simulación de Monte Carlo

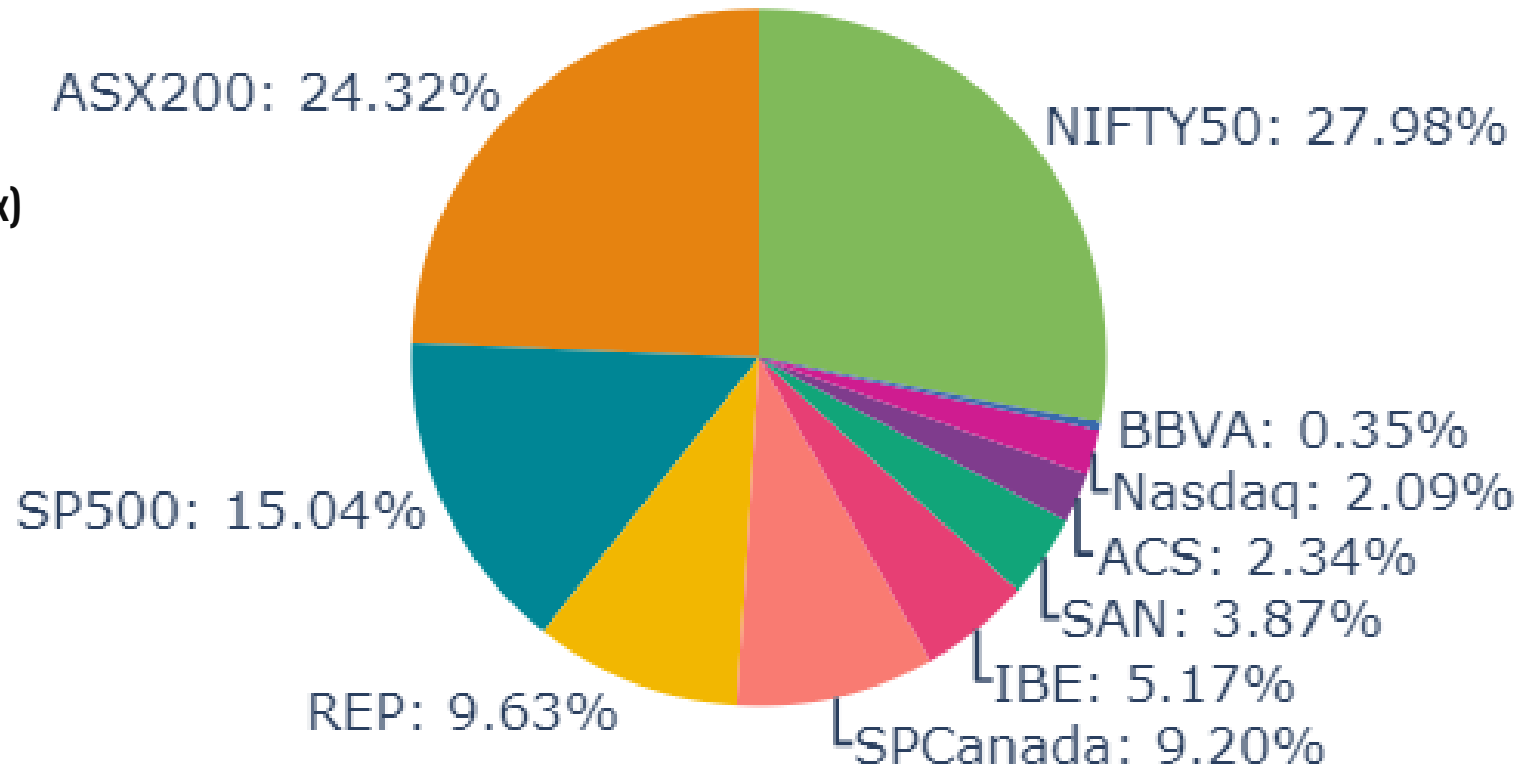


## 04 5 modelos de optimización de carteras

### 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)

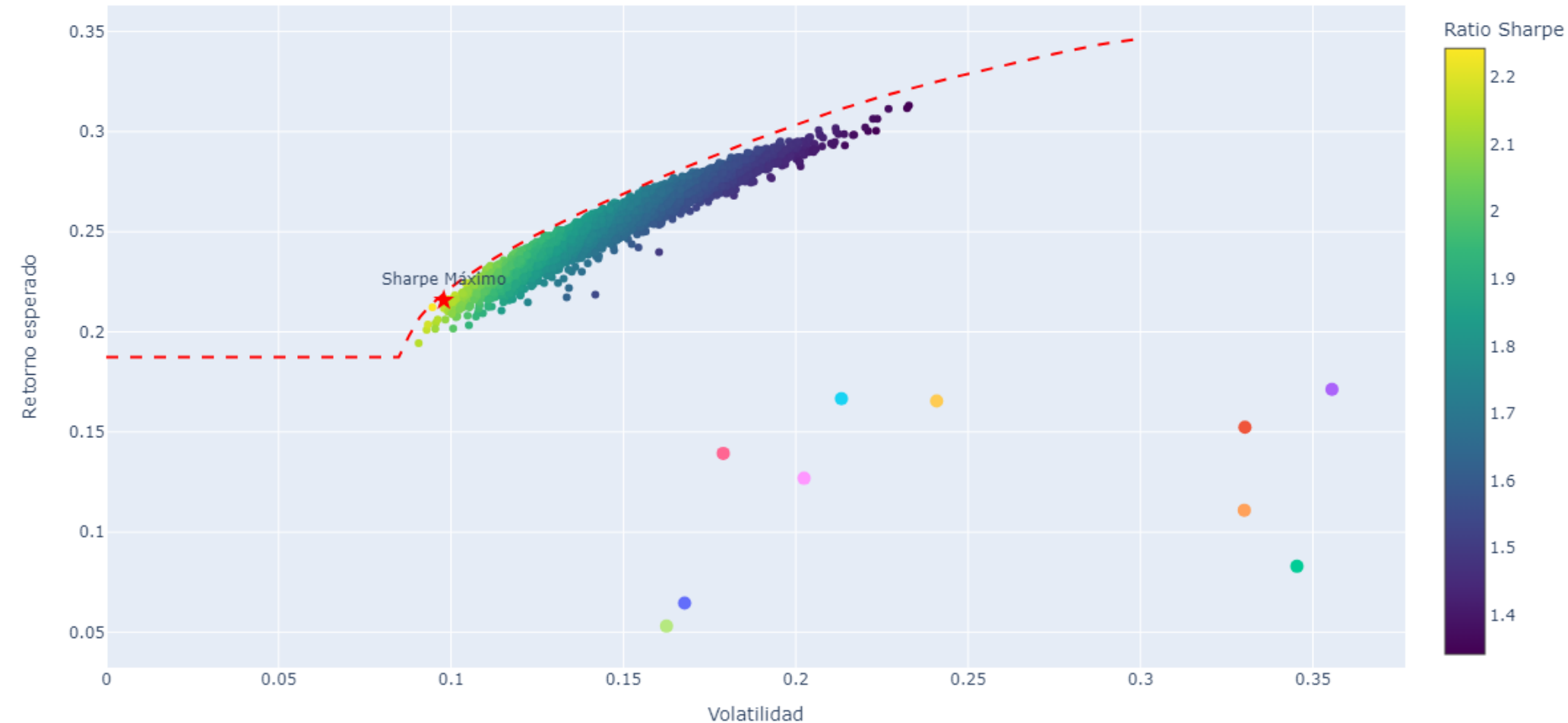
- Generación de 10.000 combinaciones aleatorias
- Con estos datos, se entrena un modelo de Gradient Boosting para predecir el ratio Sharpe de las carteras

# 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)



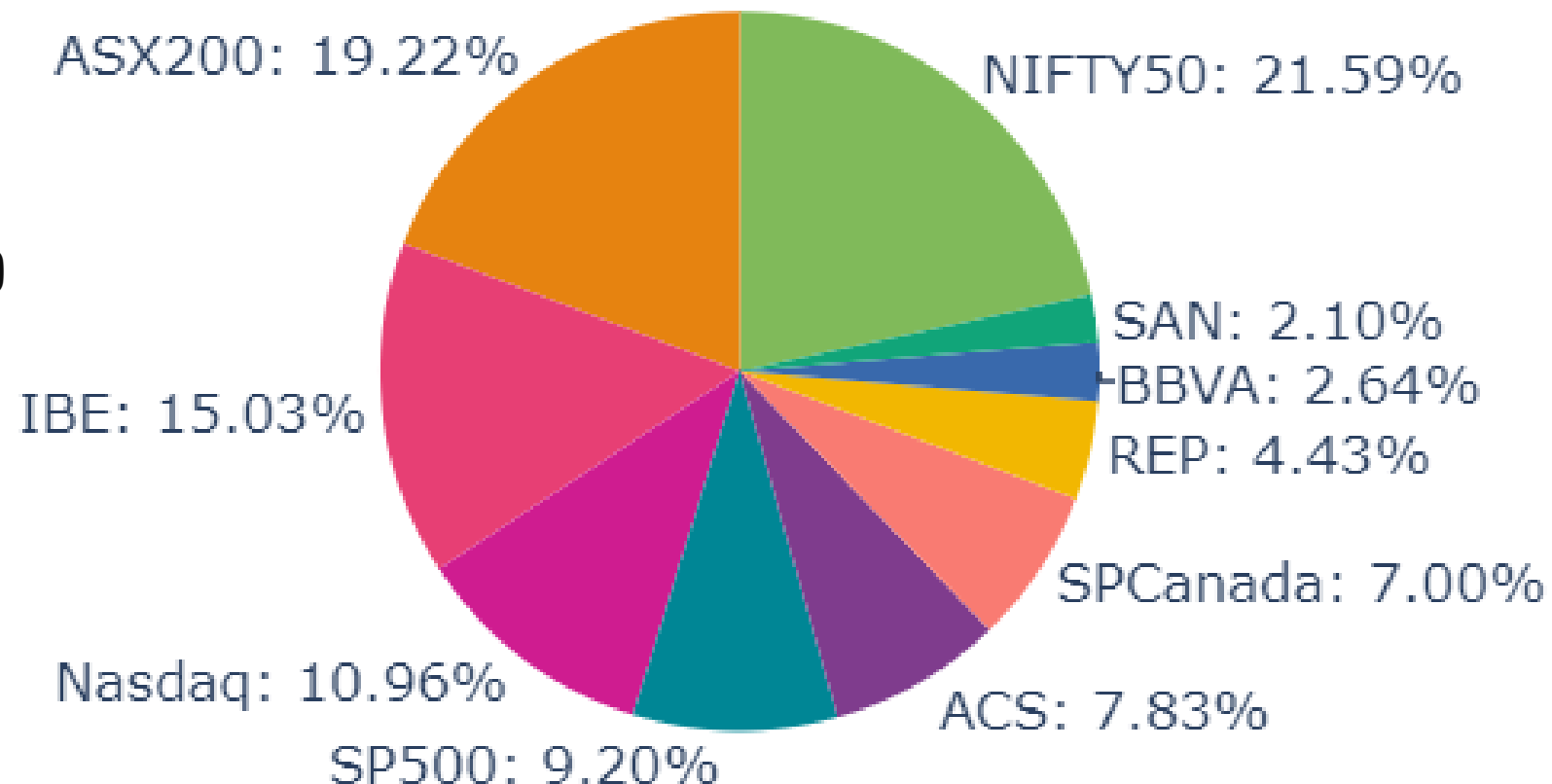
# 04 5 modelos de optimización de carteras

## 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**



MSE	RMSE	MAE	R <sup>2</sup>
0.000462	0.021488	0.016169	0.970868

# 04 5 modelos de optimización de carteras

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

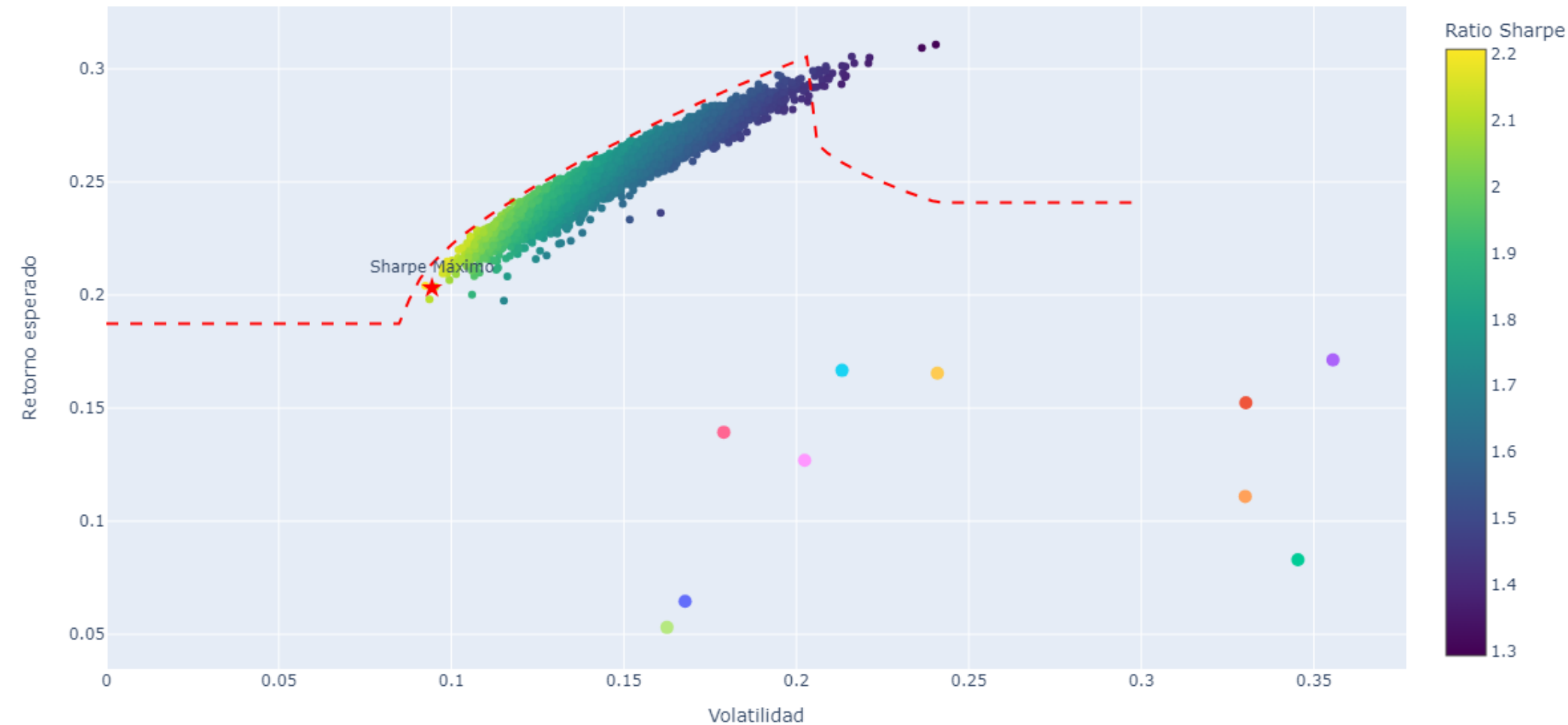
- Generación de 10.000 combinaciones aleatorias
- Con estos datos, se entrena un modelo de XGBoost para predecir el ratio Sharpe de las carteras

# 04 5 modelos de optimización de carteras

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

Portafolios Simulados y Frontera Eficiente de Markowitz

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



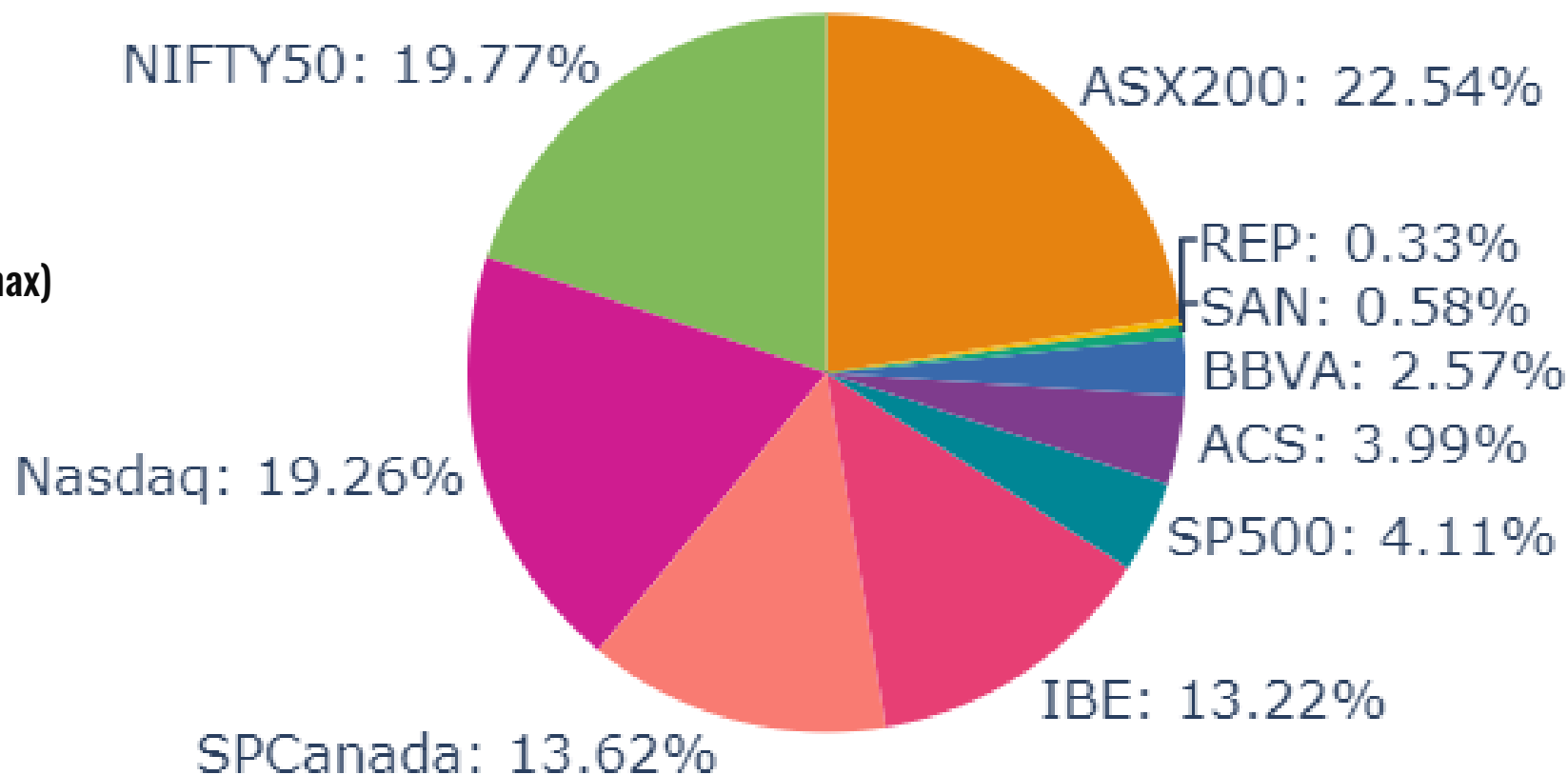
# 04 5 modelos de optimización de carteras

## 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

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

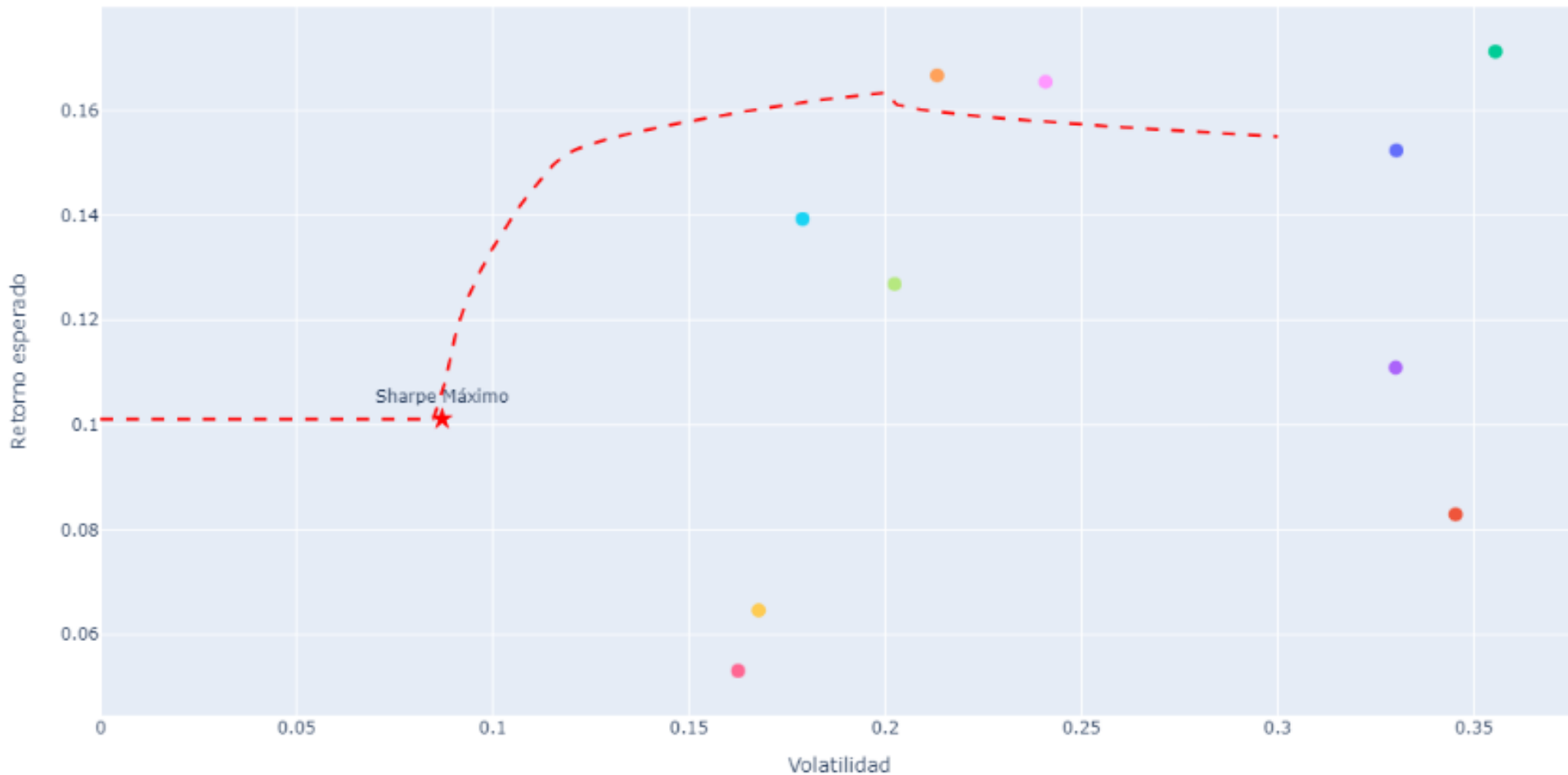
- Se aplica PCA para reducir la dimensionalidad de los datos, identificando los componentes principales que explican la mayor parte de la variabilidad en los retornos
- Con estos componentes, se reconstruyen los retornos de los valores
- Con los datos reducidos, se optimiza la cartera buscando minimizar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

# 04 5 modelos de optimización de carteras

Frontera Eficiente de Markowitz y Valores Individuales



**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)

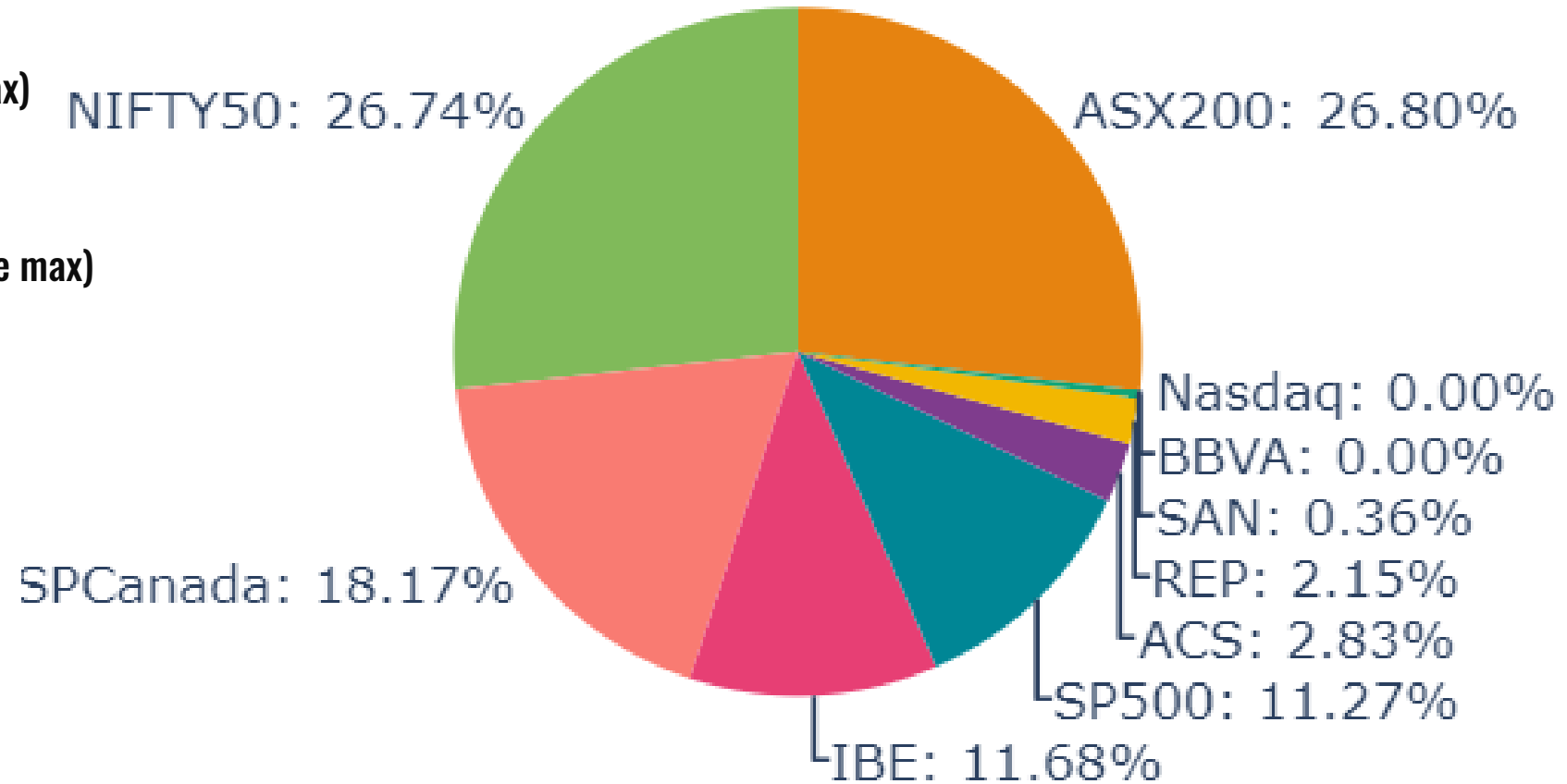
10.11 %

- 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	0.000462	0.021488	0.016169	0.970868
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

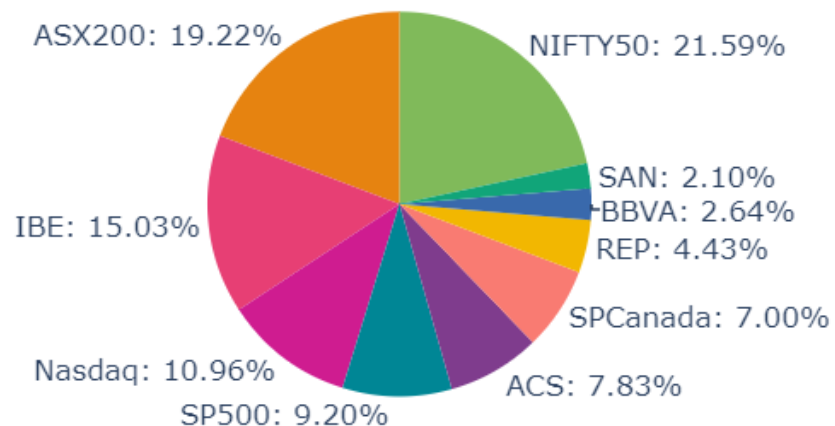


## 05 Comparación de 5 modelos

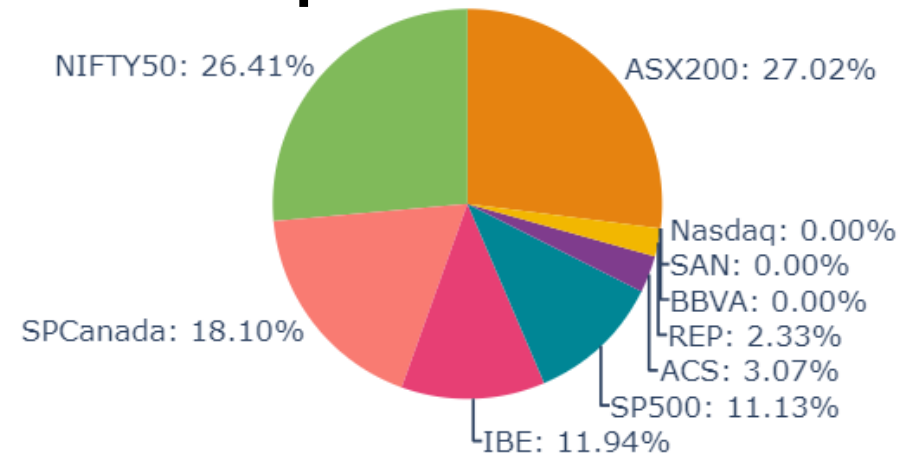
	Retorno	Volatilidad	Ratio Sharpe (máximo)
Modelo 1 – Optimización básica de cartera	18,73 %	8,64 %	2,166
Modelo 2 – Opt. Simulación Monte Carlo	20,56 %	9,34 %	2,200
Modelo 3 – Opt. ML Gradient Boosting	21,58 %	9,79 %	2,204
Modelo 4 – Opt. ML XGBoost	20,31 %	9,43 %	2,152
Modelo 5 – Opt. ML PCA (Principal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