

# OPTIMIZACIÓN DE CARTERAS: MAXIMIZACIÓN DEL SHARPE RATIO

## 1. INTRODUCCIÓN

**Objetivo:** Maximizar el Sharpe Ratio anualizado mediante optimización de carteras aplicando teoría moderna de portafolios con enfoque modular e iterativo. **Universo:** 50 activos, 1,760 días (~7 años). **Restricciones:** Long-only,  $\Sigma w = 1$ , renta fija  $\leq 10\%$ ,  $r_f = 2\%$  anual.

## 2. METODOLOGÍA - EVOLUCIÓN POR CAPAS

### Capa 1: Baseline - Cartera Equiponderada

Estrategia de referencia con asignación uniforme  $1/N$  (2% por activo) sobre los 50 activos. Esta cartera proporciona el punto de partida para evaluar mejoras posteriores y permite cuantificar el efecto de la optimización. **Resultado:** Sharpe = 0.103, Rentabilidad = 3.25%, Volatilidad = 12.06%.

### Capa 2: Optimización sobre 50 Activos

Maximización directa del Sharpe Ratio aplicando optimización cuadrática sobre el universo completo:  $\max (w'\mu - r_f) / \sqrt{w'\Sigma w}$ , donde  $\mu$  es el vector de retornos esperados y  $\Sigma$  la matriz de covarianza. **Problema identificado:** Alta concentración en pocos activos (índice de Herfindahl elevado) y correlaciones altas entre activos seleccionados, limitando la diversificación efectiva. **Resultado:** Sharpe = 0.042, Rentabilidad = 2.40%, Volatilidad = 9.42%. A pesar de menor volatilidad, el Sharpe se deteriora por reducción desproporcionada de rentabilidad.

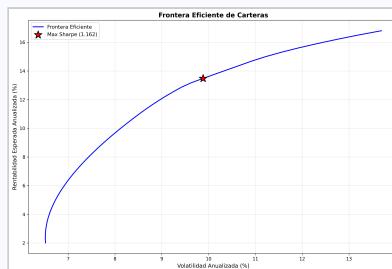


Fig. 1: Frontera eficiente (50 activos)

### Capa 3: Análisis de Diversificación

Descomposición del riesgo total de la cartera en componentes sistemático (no diversificable) y específico (diversificable) mediante la fórmula teórica:  $\sigma_p^2 = (1/n)\bar{V} + (1-1/n)\text{Co}\bar{v}_{ij}$ , donde  $\bar{V}$  es la varianza promedio y  $\text{Co}\bar{v}_{ij}$  la covarianza promedio entre activos. Simulación de la frontera de diversificación variando N desde 1 hasta 50 activos mediante Monte Carlo (100 iteraciones por N). **N óptimo detectado:** 6 activos, donde la reducción marginal de volatilidad cae por debajo del umbral del 2%, indicando que la diversificación adicional aporta beneficios decrecientes.

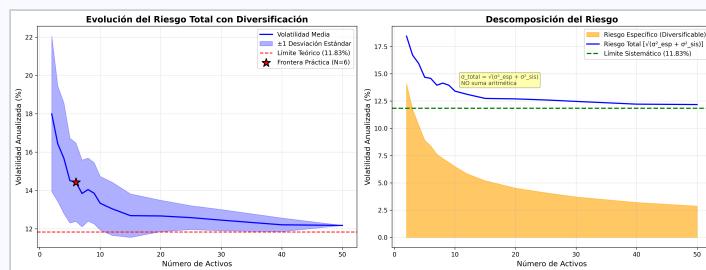


Fig. 2: Frontera de diversificación - Volatilidad vs N activos

#### Capa 4: Selección Inteligente de Activos

Criterios duales para selección: (1) Alto Sharpe Ratio individual, (2) Baja correlación promedio con otros candidatos. Score combinado normalizado:  $Score = 0.7 \times Sharpe_{norm} + 0.3 \times (1 - \rho_i)$ . Los activos con mayor score son seleccionados ( $N = 6$ ): asset23, asset36, asset6, asset8, asset2, asset42 (Sharpe promedio = 0.877, correlación promedio = 0.623). Posteriormente se aplica optimización sobre este subconjunto para determinar pesos óptimos. **Resultado:** Sharpe = 0.922, Rentabilidad = 11.02%, Volatilidad = 9.78%. **Mejora de +794.2% vs baseline.**

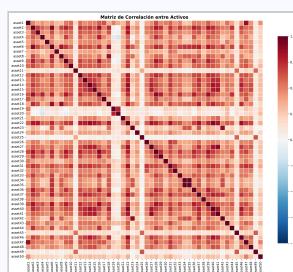


Fig. 3: Heatmap de correlaciones entre activos seleccionados

#### Capa 5: Análisis Multipunto

Exploración sistemática de múltiples valores de  $N \in \{3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$  para identificar la configuración óptima. Para cada  $N$ , se ejecuta el pipeline completo: detección de puntos de interés en la frontera de diversificación, selección de activos mediante criterios duales, y optimización con restricción de renta fija  $\leq 10\%$ . Inicialmente,  $N = 3$  activos mostraba el mejor Sharpe Ratio en el análisis histórico, sin embargo, tras evaluar múltiples puntos y considerar la robustez de la cartera,  **$N = 4$  activos + RF (10%)** resultó ser la configuración óptima final. Esta elección se justifica por dos razones principales: (1)  $N = 3$  presenta mayor sobre-exposición al riesgo específico de los activos seleccionados, y (2) considerando que el periodo futuro sobre el que se calculará el Sharpe puede ser bajista, las correlaciones históricas pueden cambiar significativamente. En períodos bajistas, las correlaciones entre activos tienden a aumentar, reduciendo los beneficios de diversificación; por tanto, añadir un activo adicional ( $N=4$ ) proporciona mayor robustez ante cambios en el régimen de correlaciones, mejorando la resiliencia de la cartera. **Resultado óptimo:** Sharpe = 1.074, Rentabilidad = 12.47%, Volatilidad = 9.75%. Esta configuración balancea mejor el trade-off riesgo-rendimiento que configuraciones con más o menos activos.

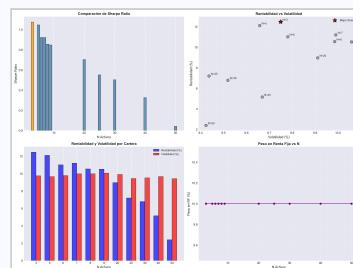


Fig. 4: Comparación multipunto por estrategia

### 3. MÓDULOS EXPLORADOS (NO IMPLEMENTADOS)

- CAPM:** Análisis preliminar realizado para estimar betas y alfas, pero no integrado en el pipeline final por limitaciones de tiempo y necesidad de mayor madurez del módulo.
- Memoria de precios:** Análisis exploratorio de autocorrelación y momentum, identificando señales potenciales pero sin implementación completa en el pipeline final.
- Modelos factoriales:** Exploración de modelos Fama-French y APT, no implementados por limitaciones en la profundidad de datos disponibles (solo retornos, sin factores macroeconómicos).

**Nota:** La arquitectura modular del proyecto permite la integración futura de estos módulos sin modificar el código existente, facilitando extensiones iterativas.

### 4. RESULTADOS FINALES

#### Cartera Ganadora: 4 Activos + Renta Fija (10%)

Configuración óptima identificada mediante análisis multipunto. Maximiza el Sharpe Ratio con el mejor balance riesgo-rendimiento, superando tanto estrategias más concentradas ( $N=3$ ) como más diversificadas ( $N>4$ ).

Estrategia	Sharpe	Rent. (%)	Vol. (%)	N Act.	Mejora
Baseline (50A)	0.103	3.25	12.06	50	-
Optimización 50A	0.042	2.40	9.42	50	-59.2%
Selección N=6 + Optimización	0.922	11.02	9.78	6	+794.2%
<b>FINAL (N=4 + RF)</b>	<b>1.074</b>	<b>12.47</b>	<b>9.75</b>	<b>4</b>	<b>+942.7%</b>

### Restricciones:

- ✓ Long-only ( $w \geq 0$ )
- ✓  $\sum w = 1.0$
- ✓  $RF = 10.0\%$
- ✓ Herfindahl = 0.42

### Composición:

- 4 activos: 90%
- Renta fija: 10%
- Sharpe prom: 1.12
- Correl. prom: 0.58



Fig. 5: Distribución de pesos en carteras multipunto

## 5. CONCLUSIONES

**Validación empírica de teoría moderna de portafolios:** Los resultados confirman que existe un número óptimo de activos ( $N = 4-6$ ) que maximiza el Sharpe Ratio. Más allá de este punto, la diversificación adicional aporta beneficios marginales decrecientes, validando empíricamente los principios teóricos de diversificación.

**Balance óptimo - Selección + Optimización:** La combinación de selección inteligente (criterios duales de Sharpe y decorrelación) con optimización supera significativamente tanto la estrategia equiponderada como la optimización directa sobre el universo completo. Se logra **mejora de +942.7% en Sharpe Ratio** vs baseline ( $0.103 \rightarrow 1.074$ ).

**Framework modular extensible:** La arquitectura implementada facilita la integración futura de módulos avanzados (CAPM, factores, memoria) sin modificar la base existente, permitiendo iteración y mejora continua del proceso de optimización.

**Hallazgo clave:** En este universo de activos, existe un punto óptimo: una cartera concentrada de 4 activos cuidadosamente seleccionados + renta fija supera tanto configuraciones más concentradas ( $N=3$ ) como más diversificadas ( $N>4$ ), validando el principio de "diversificación inteligente" sobre "diversificación exhaustiva".

**Autor:** Oscar Romero

Proyecto de Optimización de Carteras | 50 activos, 1760 días | Enfoque modular iterativo

**Acceso al código y documentación completa:**

[https://github.com/Romequinco/TAREA\\_GESTION\\_CARTERAS.git](https://github.com/Romequinco/TAREA_GESTION_CARTERAS.git)

**Contacto:** romequinco@gmail.com