

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE

Departamento de Matemáticas y Física

Sustentabilidad y Tecnología

PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL (PAP)

Programa de Modelación Matemática para el Desarrollo de Planes y

Proyectos de negocio



ITESO

Universidad Jesuita
de Guadalajara

4J05 Optimización de Programas de Inversión en Intermediarios Financieros

Backtesting de Estrategias de Asset Allocation

PRESENTAN

Programas educativos y Estudiantes

IFI. Diego Emilio Enriquez Nares.

IFI. Jesús Emmanuel Palomera Gaytan.

IFI. José Alfonso Martínez Ramírez.

IFI. Juan Antonio Mugica Liparoli.

IFI. Óscar Uriel Alvarado Garnica.

Profesor PAP: Sean Nicolás González Vázquez

Tlaquepaque, Jalisco, Mayo de 2024

ÍNDICE

Contenido

REPORTE PAP	2
Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional.....	2
Resumen	2
1. Introducción	3
1.1. Objetivos	3
1.2. Justificación.....	3
1.3 Antecedentes	3
1.4. Contexto.....	4
2. Desarrollo	5
2.1. Sustento teórico y metodológico	5
2.2. Planeación y seguimiento del proyecto.....	7
2.3. Estrategias de Asset Allocation.....	10
2.4. Modelos de Optimización.....	14
3. Resultados del trabajo profesional	15
4. Reflexiones del alumno o alumnos sobre sus aprendizajes, las implicaciones éticas y los aportes sociales del proyecto	18
5. Conclusiones	22
6. Bibliografía.....	23
Anexos (en caso de ser necesarios)	23

REPORTE PAP

Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional

Los Proyectos de Aplicación Profesional (PAP) son una modalidad educativa del ITESO en la que el estudiante aplica sus saberes y competencias socio-profesionales para el desarrollo de un proyecto que plantea soluciones a problemas de entornos reales. Su espíritu está dirigido para que el estudiante ejerza su profesión mediante una perspectiva ética y socialmente responsable.

A través de las actividades realizadas en el PAP, se acreditan el servicio social y la opción terminal. Así, en este reporte se documentan las actividades que tuvieron lugar durante el desarrollo del proyecto, sus incidencias en el entorno, y las reflexiones y aprendizajes profesionales que el estudiante desarrolló en el transcurso de su labor.

Resumen

Este proyecto de aplicación profesional (PAP), “Backtesting de Estrategias de Asset Allocation”, tiene como propósito brindar a los inversores una herramienta dinámica y eficiente, aplicado en el uso de estrategias de asset allocation. En este reporte se encuentra todo el proceso que se llevó a cabo para el desarrollo de estas herramientas de análisis de inversión, las cuales tienen el objetivo de obtener una distribución de activos óptima según el cumplimiento de distintos objetivos específicos.

Como producto final del proyecto, se encuentra un dashboard dinámico, el cual implementa las 11 estrategias de asset allocation desarrolladas: Mínima Varianza, Ratio de Sharpe, Semivarianza, Omega, Hierarchical Risk Parity (HRP), Conditional Value at Risk (CVaR), Black Litterman, Fama French, Total Return AA, Roy Safety First Ratio Y Sortino Ratio; las cuales pueden ser optimizadas usando tres métodos distintos: SLSQP, Montecarlo y COBYLA; permitiéndole al usuario la obtención de una ponderación óptima de los pesos de los activos seleccionados para su portafolio de inversión, según su optimización y objetivos específicos.

1. Introducción

1.1. Objetivos

- Uso de distintas estrategias de asset allocation, considerando ventajas y desventajas de cada una de estas.
- Obtención de ponderaciones que permitan obtener mejores resultados al invertir, de acuerdo con los activos, estrategias y métodos seleccionados.
- Creación de una herramienta visual que facilite la selección de estrategias de inversión backtestando estas de manera estable y dinámica.

1.2. Justificación

La cultura y educación financiera en la sociedad mexicana, es una problemática muy importante en el país. La mayoría de los ciudadanos no tiene la información necesaria, para tomar conciencia en sus decisiones financieras, de ahorro e inversión y el impacto que tienen estas en su vida. De acuerdo con la Encuesta Nacional de Inclusión Financiera (ENIF 2018), solo un 8.3% de la población mexicana ha tomado algún curso de cómo ahorrar, cómo hacer un presupuesto o cómo es el uso responsable de un crédito. Este problema, sumado al gran porcentaje de pérdidas de quienes, si logran llegar a invertir, dejan espacio a la intervención de este proyecto, contribuyendo a la educación financiera, y brindando una herramienta para tener mejores resultados de inversión, traducidos en un plan de retiro eficiente, un ahorro para la universidad de los hijos, entre otros beneficios.

1.3 Antecedentes

Este proyecto surge de la necesidad de poder elaborar portafolios que sean rentables en el tiempo, pero que además puedan mantener un balance entre los objetivos que se tienen del inversionista, así como poder realizar la correcta y más eficiente administración de todos los activos que se seleccionen para formar parte de este portafolio. Socialmente este proyecto busca poder ofrecer portafolios de mejor calidad, lo que beneficia a los inversionistas y por tanto crea más riqueza entre la gente, incentivando la economía y

mejorando la calidad de vida de las personas, proporcionándoles la capacidad de conservar e incluso mejorar el valor de su dinero en el tiempo, haciendo que puedan utilizarlo para los fines en los que pensaron al realizar la inversión.

También, tecnológicamente proporciona una herramienta única, ya que incorpora once modelos de asignación de pesos de activos (Quantitative Asset Allocation) y tres modelos de optimización que se pueden combinar a voluntad y que además presenta un reporte y elementos gráficos que pueden ayudar a la mejorar la interpretación y toma de decisiones que se pueden llegar a tener.

Además, institucionalmente este proyecto presentaba un reto para la universidad, ya que, hay pocos proyectos como este y ninguno en el mercado que sea comercializado por la complejidad y ventaja competitiva que le proporciona a una empresa para optimizar la toma de decisiones en sus portafolios de inversión, por lo tanto se requirió de la aplicación e investigación que un ingeniero financiero puede proporcionar a este tipo de empresas, como Pilou, a la cual, con este proyecto le resolverá algunos de los inconvenientes que pudiera llegar a tener, desde el ahorro de tiempo en la distribución de la cartera así como tiempo de elaboración de la misma, podrán realizar carteras más especializadas dependiendo del perfil del cliente y su aversión al riesgo, lo cual es una enorme ventaja contra otras empresas del mismo ramo por el nivel de personalización y asesoramiento en inversiones que serán capaces de dar al instante sin un tiempo de espera elevado, entre otros inconvenientes y problemas que resolverá.

El proyecto fue evolucionando por etapas medibles y alcanzables, de manera que poco a poco se fuera construyendo algo funcional que puede evolucionar en el tiempo. Se fue construyendo primero la base de toda la documentación necesaria para conocer y dar uso a todo el proyecto en código y como es que funcionarían cada uno de los modelos de optimización y de estrategias QAA, para eventualmente desarrollar la parte visual que vería el inversor que utilizará la aplicación

1.4. Contexto

Muchos problemas económicos que generan las inversiones es al incertidumbre y la mala elaboración de los portafolios, ya que cuando alguno de los dos sucede, como las crisis económicas o que se haya planteado mal el problema de portafolios, se pone en riesgo el patrimonio de los clientes y la estabilidad de la empresa que busca proporcionar un beneficio a la sociedad por medio del incremento en el patrimonio de los inversionistas. Se tienen problemas donde el contacto con diferentes intermediarios y la transmisión de información puede ser crucial que sea información veraz y correcta.

Por tanto, este proyecto ayudará a reducir e incluso mitigar en algunos de los casos estos problemas, al evitar la pérdida de capitales por la incorrecta distribución en los portafolios y evitando en algunos casos un fallo sistemático entre empresas con las que Pilou pueda llegar a tener relaciones.

2. Desarrollo

2.1. Sustento teórico y metodológico

Algunas de las nociones o conceptos disciplinares que ayudan a visibilizar, comprender y resolver la problemática que este proyecto aborda dentro del campo de las finanzas e inversiones, se encuentran: el riesgo, el rendimiento, la diversificación, la asignación de activos, la optimización y muchos otros conceptos más, los cuales son pilares clave para la toma de decisiones del inversionista en estas estrategias financieras y de inversión. A su vez, también, es importante diferenciar entre dos enfoques principales, los cuales son: la asignación de activos (asset allocation; concepto principal abarcado a lo largo de este proyecto) y la elección de activos (stock picking). Mientras que el primer concepto se centra en la ponderación y combinación estratégica de activos cumpliendo objetivos específicos de rentabilidad y riesgo mediante una estrategia de inversión y modelo de optimización, el segundo concepto implica la selección individual de activos siempre con la esperanza de superar el mercado.

Además, también, es importante mencionar la relación que existe entre las diversas estrategias de asignación cuantitativa de activos (QAA) aplicadas en este proyecto y algunas de las teorías económicas existentes, tal como la teoría de carteras de Markowitz, que se relaciona directamente con las estrategias de Mínima Varianza y Máximo Ratio de Sharpe, y el modelo CAPM, que se relaciona directamente con la estrategia de Fama French. Toda esta combinación de conceptos aunado con la capacidad de adaptación e innovación del inversionista con relación a las condiciones cambiantes del mercado son fundamentales para la construcción de portafolios de inversión eficientes, diversificados y gestionando el riesgo respectivo para la obtención de un mayor rendimiento.

Por otro lado, a lo largo de este proyecto la lógica disciplinar de los pasos prácticos (descritos en el punto 2.2) que se siguieron para resolver la problemática que este proyecto aborda, fueron específicamente dos etapas muy importantes: la documentación teórica (desarrollada y explicada en un Word) y la implementación práctica de las estrategias QAA (desarrollada y aplicada en un código de lenguaje Python y expuesta en repositorio de GitHub); cada una de las etapas con sus distintas partes abarcadas.

Sin embargo, es evidente que este par de etapas no fueron tan simples como suenan, ya que, por ejemplo, la documentación no sólo implicaba la investigación de la definición de las estrategias QAA (Mínima Varianza, Máximo Ratio de Sharpe, Omega, Semivarianza, HRP, entre otras) y modelos de optimización a implementar (SLSQP, Montecarlo y COBYLA), sino también se requería comprender y explicar su(s) respectiva(s) función(es) matemática(s), así como también el entender su aplicación real y, a su vez, la implementación no sólo se trataba de hacer uso de un código ya existente que resolviera la estrategia QAA, sino que se requería de un esfuerzo extra para la codificación prácticamente desde cero de cada una de las estrategias obteniendo resultados similares para cada modelo de optimización y, posteriormente, entregar un producto final en el que el usuario pudiera fácilmente seleccionar los activos, la estrategia QAA y el modelo de optimización para que este vea la estructura y el rendimiento de su portafolio creado a través del tiempo.

2.2. Planeación y seguimiento del proyecto

- Descripción del proyecto

La propuesta de solución de este proyecto se fundamenta en la implementación de estrategias QAA, respaldadas por una extensa investigación teórica y su respectiva aplicación práctica aunado con modelos de optimización. Estas estrategias, se han desarrollado y codificado en Python donde, mediante el desarrollo también de un tablero dinámico y financiero, le permita al usuario construir y gestionar portafolios de inversión de manera óptima y eficiente. La pertinencia de esta propuesta radica en su capacidad para abordar la problemática identificada mediante un enfoque disciplinado y basado en principios financieros sólidos. Los procesos y etapas de intervención comprenden desde la investigación inicial hasta la implementación práctica de las estrategias, asegurando la coherencia y eficacia de la solución propuesta.

- Plan de trabajo

El plan de trabajo para este proyecto se estructuró en torno a una serie de actividades profesionales, técnicas y operativas que fueron esenciales para alcanzar los objetivos y productos diseñados. Entre estas actividades se incluyó la extensa extracción de información confiable y relevante, así como el aprendizaje y la implementación de codificación orientada a objetivos para la creación del producto final, que consistió en un tablero dinámico y financiero. Estas acciones se llevaron a cabo de manera colaborativa por los cinco integrantes del equipo, tanto de forma presencial en la biblioteca del ITESO como de manera remota, aprovechando al máximo los recursos disponibles, que incluyeron el uso del internet y nuestras computadoras personales.

En términos de recursos, además de las capacidades individuales del equipo, se utilizó la información recabada de diversas fuentes en línea y las herramientas

disponibles en la web. No se requirieron recursos económicos adicionales para la realización del proyecto.

En cuanto a las fechas previstas, el equipo se reunió regularmente durante todo el semestre, aprovechando los martes o jueves de cada semana para discutir ideas, delegar responsabilidades y hacer seguimiento a las entregas predefinidas en el cronograma de la materia (PAP). Estas reuniones, tanto presenciales como virtuales, fueron cruciales para mantener la cohesión del equipo y asegurar el avance constante del proyecto.

- Desarrollo de propuesta de mejora

El desglose descriptivo de las actividades realizadas se basa en el plan de trabajo establecido previamente. Por ejemplo, una de las actividades clave fue la recopilación de información relevante dentro de la documentación realizada, la cual se realizó mediante la consulta de diversas fuentes de datos confiables y actualizadas. Esta actividad se llevó a cabo siguiendo un protocolo específico para garantizar la calidad y precisión de la información recopilada. Como evidencia de esta actividad, se incluyen debajo de este párrafo algunas capturas de pantalla de una de las fuentes consultadas (figura 1. “Librería Minimize”), así como también, de una muestra de cómo se ve la documentación de este proyecto (Figura 2. “Evidencia de la documentación”).

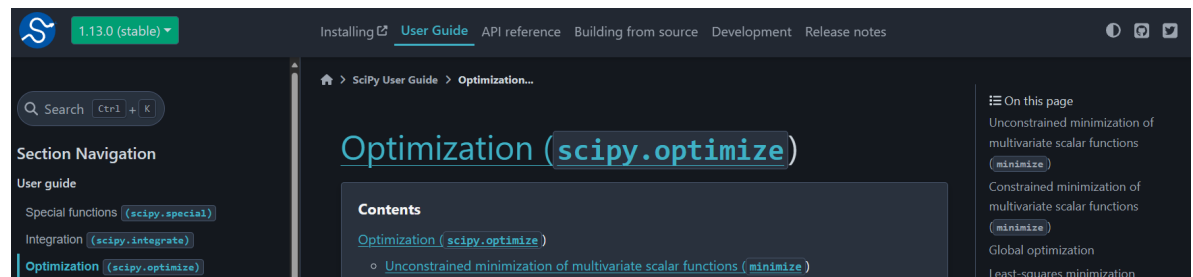


Figura 1. “Librería Minimize”

Backtesting de Estrategias de AA

1. Introducción

A lo largo de este documento, se abordarán varias estrategias destinadas a la colocación de activos, con un enfoque en la optimización de portafolios mediante la aplicación de estrategias cuantitativas de asignación de activos (Quantitative Asset Allocation: QAA). El concepto central de este proyecto reside en la ejecución de un Backtesting dinámico, de dichas estrategias QAA, siendo este concepto una herramienta usada para los inversores que buscan optimizar sus portafolios siguiendo criterios específicos. Este análisis abarcará diversos enfoques, desde la minimización de la varianza hasta la implementación de modelos avanzados como Black Litterman y HRP. Cada estrategia considerada, ya sea la de Mínima Varianza, Máximo Ratio de Sharpe, Semivarianza u Omega, será examinada para evaluar su eficacia en la gestión del riesgo y el rendimiento en portafolios de inversión.

Figura 2. "Evidencia de la documentación"

Otra actividad importante fue la implementación de las estrategias QAA utilizando la herramienta de programación de lenguaje Python dentro de un repositorio de GitHub (Figura 3. "Repositorio de GitHub"). Este proceso implicó el diseño y la codificación de algoritmos específicos para cada estrategia, así como la validación de los resultados obtenidos.

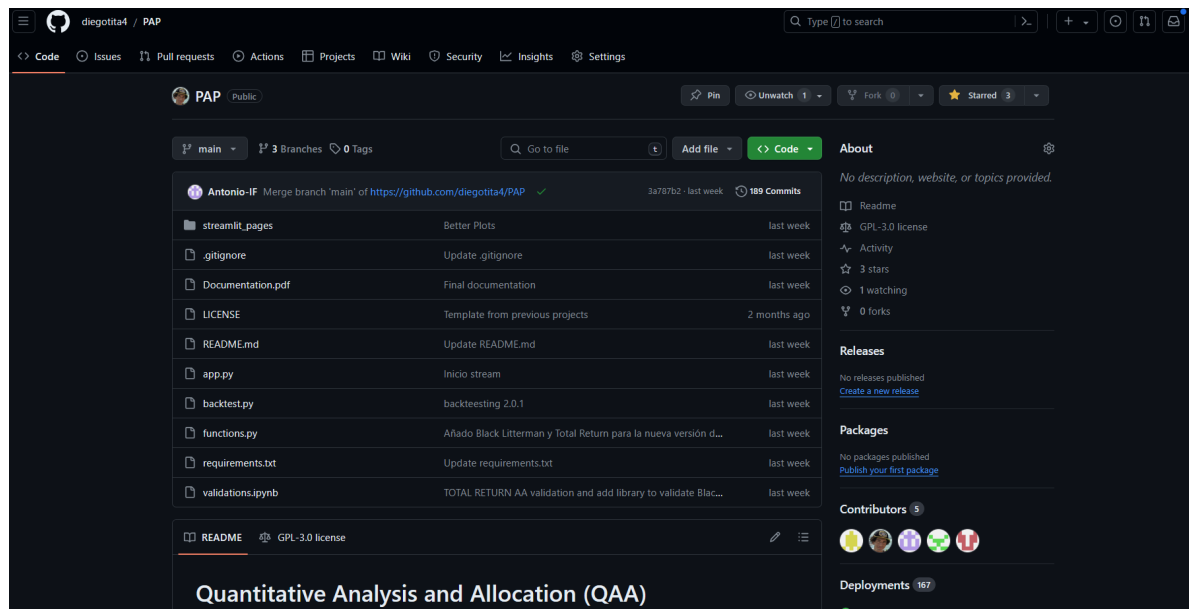


Figura 3. “Repositorio de GitHub”

2.3 Estrategias de Asset Allocation

El proyecto contiene un total de 11 estrategias de asset allocation, con el objetivo de tener un amplio abanico de opciones, que permita a los usuarios elegir la opción que le parezca más conveniente, y se ajuste a su perfil y estrategia de inversión. Cada una sigue ciertas pautas, y objetivos diferentes, como puede ser minimizar el riesgo, maximizar el rendimiento, ponderar en base a la correlación de activos entre otros.

Mínima Varianza

Un portafolio de mínima varianza es una estrategia de inversión diseñada para construir un portafolio diversificado de activos con el fin de minimizar el riesgo (la volatilidad) del portafolio. Tomando en cuenta que la volatilidad es una medida de desviación con respecto a la media que ayuda a identificar cuánto puede llegar a variar con respecto a su valor esperado (rendimiento). En este caso, volatilidad funciona como el “riesgo del mercado” y nos indica que entre más volatilidad tenga, mayor riesgo de mercado hay.

Ratio de Sharpe

Un portafolio con el Máximo Ratio de Sharpe es una estrategia que, mide el rendimiento de una inversión, ajustando el riesgo y comparándola con la rentabilidad de activo libre de riesgo. Esta razón se cuestiona si el rendimiento adicional de una inversión compensa lo suficiente al riesgo adicional que se asume

Semivarianza

Un portafolio de Semivarianza es una estrategia de riesgo que se enfoca únicamente en los rendimientos negativos de un activo o portafolio de inversión. A diferencia de la varianza, que considera tanto los rendimientos positivos como negativos, la semivarianza calcula la dispersión o volatilidad de los rendimientos por debajo de un cierto umbral, como la media o cero. Esta estrategia busca minimizar la volatilidad de los rendimientos negativos, lo que la hace especialmente adecuada para inversores con una aversión al riesgo asimétrica, es decir, que se preocupan más por las pérdidas que por las ganancias.

Omega

Un portafolio de Omega es una estrategia financiera que evalúa el equilibrio entre riesgo y recompensa de una inversión, considerando toda la distribución de rendimientos en lugar de sólo la volatilidad o los rendimientos negativos. Calcula la probabilidad de obtener rendimientos por encima de un umbral determinado (rendimiento objetivo) frente al riesgo de obtener rendimientos por debajo de este umbral. Un valor más alto indica un perfil de riesgo-recompensa más favorable, sugiriendo que es más probable obtener rendimientos superiores al umbral definido en comparación con el riesgo de no alcanzarlo.

Hierarchical Risk Parity (HRP)

Un portafolio de HRP ("Hierarchical Risk Parity") es una estrategia avanzada que se centra en la gestión del riesgo de manera eficiente por medio del uso de técnicas de clustering jerárquico para construir un portafolio diversificada que busca minimizar el riesgo total. Esta estrategia asigna pesos a los activos del portafolio de manera que se maximice la diversificación y se minimice la correlación entre los activos, lo que conduce a un portafolio más equilibrada y eficiente en términos de riesgo y rendimiento.

Conditional Value at Risk (CVaR)

Un portafolio de CVaR ("Conditional Value at Risk") es una estrategia de riesgo que cuantifica el riesgo de pérdida en inversiones más allá del "Value at Risk" (VaR). Mientras que el VaR se enfoca en el peor de los casos dentro de un cierto percentil (por ejemplo, el 5% peor de los casos), el CVaR considera el promedio de las pérdidas que exceden ese umbral del VaR, ofreciendo una visión más completa del riesgo extremo. Esta estrategia es especialmente valorada por inversores y gestores de riesgo que desean comprender y mitigar los riesgos de pérdidas severas.

Black Litterman

Un portafolio de Black Litterman combina las opiniones subjetivas del inversor con las expectativas de mercado para construir un portafolio de inversión óptimo. Esta estrategia se basa en principios bayesianos, permitiendo la integración de expectativas subjetivas sobre los rendimientos de los activos, junto con la información de mercado existente. La idea central es comenzar con un equilibrio de mercado, donde las rentabilidades esperadas de los activos financieros reflejan las expectativas comunes de todos los inversionistas. A partir de ahí, la estrategia ajusta estas rentabilidades con las opiniones del inversionista, utilizando una técnica de optimización inversa, en otras palabras, esta estrategia ofrece un marco más flexible

y realista para la selección de portafolios, al incorporar tanto datos de mercado como juicios personales sobre el futuro de los activos.

Fama French

Un portafolio de Fama-French de 5 factores es una estrategia que incorpora la premisa de que los rendimientos de las acciones pueden explicarse por su sensibilidad a factores de riesgo específicos, como el rendimiento del mercado, el tamaño de la empresa, el valor, la rentabilidad y la inversión. Además, también, implica estimar los coeficientes (betas) para cada factor mediante técnicas de regresión utilizando datos históricos. Estos coeficientes se utilizan luego para calcular los rendimientos esperados de los activos bajo diferentes condiciones de mercado.

Total Return AA

Un portafolio de Total Return AA es una estrategia que busca maximizar el rendimiento total de un portafolio de inversión, teniendo en cuenta tanto los rendimientos de los activos como los flujos de efectivo generados por el portafolio. Este enfoque considera no solo la apreciación del capital, sino también los ingresos y dividendos generados por el portafolio, con el objetivo de maximizar el rendimiento global ajustado al riesgo.

Roy Safety First Ratio

Un portafolio de Roy Safety First Ratio es una estrategia de rendimiento ajustada al riesgo utilizada en la gestión de inversiones para evaluar el desempeño de un portafolio de activos en función de su capacidad para evitar pérdidas significativas. Esta estrategia se enfoca en minimizar la probabilidad de que los rendimientos del portafolio caigan por debajo de un cierto umbral de seguridad.

Ratio de Sortino

Un portafolio de Sortino Ratio es una estrategia de rendimiento ajustada al riesgo utilizada en la gestión de inversiones para evaluar el desempeño de un portafolio de activos en función de su capacidad para generar retornos positivos en relación con la volatilidad negativa. A diferencia del Ratio de Sharpe, que considera toda la volatilidad, esta estrategia se enfoca específicamente en la volatilidad negativa, es decir, la desviación estándar de los rendimientos por debajo de un cierto umbral de riesgo, generalmente la tasa libre de riesgo.

2.4 Métodos de optimización

Para asegurar una buena inversión de recursos, cada una de las estrategias es optimizada por los siguientes métodos, con el objetivo de tener la ponderación más adecuada y con mejores resultados, dependiendo de la estrategia seleccionada.

Minimize (SLSQP)

El modelo de optimización de minimize "SLSQP" (Sequential Least Squares Programming) es un modelo utilizado para resolver problemas de programación cuadrática con restricciones lineales y no lineales. Además, busca encontrar el mínimo de una función objetivo sujeta a un conjunto de restricciones utilizando un enfoque iterativo basado en la minimización de una secuencia de problemas de mínimos cuadrados. Es una técnica eficiente y ampliamente utilizada en la optimización de portafolios y otros problemas de ingeniería, economía y ciencias aplicadas.

Montecarlo (OPTUNA)

El modelo de optimización "Montecarlo" es una técnica que se basa en la generación de muestras aleatorias para explorar el espacio de búsqueda de soluciones o parámetros y encontrar la configuración óptima que maximice o minimice una función objetivo. Cuando se combina con la librería de optimización "optuna", esta

técnica se convierte en una herramienta poderosa para la optimización de hiperparámetros de modelos de manera eficiente y automatizada. En finanzas, Montecarlo se emplea para modelar la variabilidad de activos financieros y evaluar riesgos. El proceso de optimización Montecarlo utilizando Optuna comienza generando muestras aleatorias dentro de un rango definido para cada hiperparámetro del modelo. Estas muestras se utilizan para evaluar el rendimiento del modelo en una métrica de interés, como la precisión o el error. Basándose en los resultados obtenidos, optuna ajusta automáticamente el espacio de búsqueda para enfocarse en las regiones más prometedoras, utilizando técnicas de muestreo adaptativo para mejorar la eficiencia de la búsqueda.

Minimize (COBYLA)

El modelo de optimización “COBYLA” (Constrained Optimization BY Linear Approximations), es una herramienta esencial en la gestión de portafolios que se utiliza para minimizar una función objetivo mientras se cumplen ciertas restricciones, es especialmente útil en problemas de optimización donde las derivadas no están disponibles o son difíciles de calcular. Además, permite a los gestores de portafolios encontrar la asignación óptima de activos que minimice el riesgo o maximice el rendimiento, sujeto a las necesidades y preferencias del inversor.

3. Resultados del trabajo profesional

El desarrollo de nuestro proyecto de aplicación profesional, orientado a la optimización de programas de inversión para intermediarios financieros, ha culminado con resultados notables y productos innovadores que destacan tanto en su aplicabilidad práctica como en su fundamentación teórica. La creación de una interfaz de usuario mediante Streamlit ha permitido implementar un dashboard dinámico que integra diversas estrategias de asignación de activos y modelos de optimización, facilitando una plataforma robusta para el análisis y la toma de decisiones financieras.

- **Productos desarrollados**

El dashboard constituye el núcleo de nuestro proyecto, presentando funcionalidades que permiten a los usuarios realizar análisis de backtesting complejos y obtener cálculos de optimización de carteras dadas las fechas correspondientes. Este sistema es capaz de aplicar múltiples estrategias de inversión, como la Mínima Varianza, el Ratio de Sharpe y otras técnicas cuantitativas, ajustadas por parámetros de comisión y rebalanceo. Además, incorpora un espectro de métodos de optimización desde SLSQP hasta Montecarlo, proporcionando simulaciones que ayudan a entender mejor la volatilidad y el rendimiento potencial.

- **Validación y Efectividad**

Para asegurar la precisión de los cálculos realizados por nuestro sistema, llevamos a cabo una serie de pruebas comparativas utilizando librerías financieras reconocidas y documentación técnica de referencia. Los resultados confirmaron que nuestros algoritmos generan pesos y proyecciones consistentes con las expectativas teóricas y prácticas del mercado financiero. La validación se intensificó mediante iteraciones que ajustaban continuamente los modelos de optimización para alinearlos con los estándares de precisión deseados.

- **Impacto Académico y Profesional**

Este proyecto ha sido una piedra angular en nuestro desarrollo académico y profesional. Nos ha proporcionado una comprensión profunda de las dinámicas del mercado financiero y de las estrategias de inversión cuantitativa. A nivel académico, el proyecto fue bien recibido, con retroalimentaciones positivas que destacaron la integración de conocimientos teóricos y aplicaciones prácticas. Los profesores involucrados en nuestras asesorías proporcionaron insights valiosos que enriquecieron nuestro enfoque y refinaron nuestros resultados.

- Contribuciones Sociales y Económicas

Aunque el enfoque primario del proyecto fue académico, la implementación de estas herramientas tiene el potencial de impactar significativamente en el sector financiero local, especialmente en entidades como Fintech y startups que buscan innovar en la gestión de activos. Por ejemplo, la empresa Pilou, una Fintech mexicana, podría teóricamente adoptar este sistema para mejorar sus servicios de gestión de carteras, ofreciendo a sus clientes soluciones basadas en datos precisos y análisis de riesgo avanzado.

- Desafíos y Superaciones

Los desafíos tecnológicos, especialmente en la programación orientada a objetos y en la creación de un sistema adaptable y escalable, fueron sustanciales. Nos enfrentamos a la necesidad de comprender profundamente las librerías de Python usadas en finanzas y de integrar diferentes módulos de manera coherente. A través del trabajo en equipo y el asesoramiento continuo de nuestros mentores, superamos estos obstáculos y logramos un equilibrio entre funcionalidad y eficiencia del sistema.

En resumen, este proyecto no solo cumplió con sus objetivos iniciales, sino que también abrió caminos hacia futuras investigaciones y desarrollos. Las lecciones aprendidas y las competencias adquiridas durante este proceso son invaluable y

seguramente influirán en nuestras futuras carreras y en la evolución de las prácticas financieras modernas.

4. Reflexiones del alumno o alumnos sobre sus aprendizajes, las implicaciones éticas y los aportes sociales del proyecto

- Aprendizajes profesionales

Diego Emilio Enriquez Nares:

Este proyecto me ha hecho ver el mundo financiero desde una perspectiva totalmente nueva. Antes, ni siquiera me había dado cuenta de lo complejo que es el tema de las inversiones, pero ahora estoy enganchado. Aunque no fue un proyecto en el que hayamos tenido que meter dinero en la bolsa directamente (o algo parecido), sí profundizamos tanto en estrategias financieras y de inversión que me dieron ganas de aplicarlo en un muy corto plazo (aunque de hecho ya lo estoy haciendo, pero en renta fija).

Antes de empezar este curso, pensaba que con unas cuantas estrategias básicas ya estaba listo para invertir. Sin embargo, descubrí que se necesita estar muy informado sobre el mercado y entender muy bien las estrategias QAA a usar en la inversión de renta variable. Ahora, sé que no hay atajos y que invertir bien lleva tiempo, esfuerzo y, por supuesto, algo de suerte.

En cuanto al concepto de trabajo en equipo, considero muy importante el recalcar lo que es un líder de equipo el cual no es sólo alguien que cumple siempre ese rol sino, más bien, me di cuenta de que todos podemos liderar en diferentes momentos. Fue una lección sobre cómo trabajar juntos y valorar las diferentes opiniones y habilidades de cada uno.

Mirando hacia atrás, puedo decir que este proyecto me enseñó mucho más de lo que esperaba. No solo aprendí sobre finanzas y trabajo en equipo, sino que también descubrí cómo se aplican estos conocimientos en el mundo real. Es una experiencia que definitivamente me ayudará en mi futuro profesional.

Jesús Emmanuel Palomera Gaytán:

Este proyecto me formó en muchas maneras, profesionalmente me apoyo a llevar a cabo un proyecto integral que permite entregar algo funcional y que se puede utilizar en producción para la empresa, en el uso y reparación de errores en GitHub así como en la colaboración de equipo en proyectos de este tipo, me ayudó a continuar aprendiendo a trabajar sobre objetivos y a la colaboración y resolución de conflictos, me ayudó a desarrollar aún más mi capacidad de investigación y de uso de herramientas para llegar a elaborar algo funcional por medio de la lectura de información fidedigna proveniente de papers de investigación profesional, indagar en nuevos métodos y tecnologías que antes no había visto, al desarrollo de competencias individuales como poder leer información antes no vista y comprender a lo que se refiere. Me puso a prueba con los diferentes métodos que no comprendía y mejoro mi capacidad de implementación, así como a comenzar en el proyecto y no tener miedo en iniciar y equivocarse. Puedo decir que desarrollo mi creatividad para poder buscar, encontrar, analizar y resolver. Pude innovar y descubrir modelos de QAA, backtesting y optimización que antes podía no llegar a comprender al 100% pero que ahora puedo entender mejor. Me dio una valiosa lección por igual de no procrastinar por el miedo a fallar, y a saber que es mejor iniciar desde antes que estresarse, ya que al final puedes hacerlo tranquilo o puedes hacerlo estresado. Entendí y reafirmé que se pueden tener diferencias y que la comunicación en un equipo es clave, así como el apoyo de tus compañeros, porque al final eso es lo que importa, las relaciones y el apoyo que puedes dar y saber pedir ese apoyo.

José Alfonso Martínez Ramírez:

Participar en este Proyecto de Aplicación Profesional ha sido una experiencia profundamente enriquecedora que ha fusionado habilidades de programación

orientada a objetos con aplicaciones avanzadas en teoría financiera. A lo largo del proyecto, he mejorado significativamente mis habilidades técnicas, aprendiendo a implementar y validar diversas estrategias de inversión y métricas financieras. Este conocimiento es esencial para cualquier ingeniero financiero que aspire a innovar y liderar en el campo.

El proceso de backtesting fue fundamental, no solo para probar la efectividad teórica de las estrategias, sino para asegurarme de su practicidad en escenarios reales de inversión. Esta capacidad de aplicar la teoría a la práctica en condiciones controladas ha reforzado mi comprensión de cómo se pueden optimizar los portafolios de inversión en el mundo real.

Además, el proyecto destacó la importancia de la responsabilidad ética en la gestión financiera. Propuse ideas sobre cómo las decisiones financieras prudentes pueden tener un impacto positivo en la sociedad, mejorando la vida económica de individuos con recursos limitados y contribuyendo al bienestar de la comunidad en general. Esta perspectiva ha profundizado mi aprecio por el impacto social de las finanzas éticas.

En el plano personal, este proyecto ha fortalecido mi pasión por combinar tecnología y finanzas, impulsándome a considerar futuras carreras en Fintech o en la consultoría financiera. He descubierto mi capacidad para abordar y resolver problemas complejos y he confirmado que trabajar colaborativamente en desafíos multifacéticos puede resultar en soluciones innovadoras y efectivas.

Este PAP no solo ha sido un reto académico significativo, sino también un catalizador para mi desarrollo personal y profesional. Ha preparado el terreno para futuros desafíos y oportunidades, solidificando mi deseo de continuar mi educación y carrera en un campo que es tanto dinámico como vitalmente importante para la sociedad moderna.

Juan Antonio Mugica Liparoli:

El proyecto realizado me ha ayudado a comprender de forma más precisa y clara cómo funciona el mundo financiero. El mundo financiero tiene un sinfín de temas y conceptos interesantes y complejos que requieren de nuestro tiempo, esfuerzo y de estar constantemente actualizándose sobre modelos, estrategias financieras, modelos predictivos. Nueva información valiosa que sirve para minimizar tu riesgo en diversos portafolios y a entender cómo es que funcionan tanto los mercados e inversiones. Antes de empezar el curso tenía claras un par de estrategias de inversión y me sentía preparado para tomar buenas decisiones financieras con mi dinero, sin embargo, me doy cuenta de que es más complejo de lo que parece y entre más herramientas tengas puedes tomar mejores decisiones. Invertir de forma inteligente lleva tiempo, esfuerzo y mucho análisis. Cómo trabajo en equipo entendí que ser líder no es llevar el control de la situación solo sino contar con tus compañeros de equipo y manejar la situación de la manera más óptima y rápida posible entre todos. Considero que ser líder es una capacidad que todo el mundo puede llegar a tener si se lo propone y tiene el interés necesario para hacerlo. Mirando en retrospectiva me gustaría decir que este proyecto me ayudó a ver que muchos proyectos llevan su debido tiempo y me abrió un nuevo horizonte donde me queda mucho por aprender y recorrer, aparte de aprender estrategias QAA y métodos de backtesting, puedo decir que me quedo con la organización y planeación de trabajar en equipo ya que en el mundo laboral es muy similar. Realmente este proyecto fue una experiencia retadora y sobre todo muy interesante que me ayudará a mi futuro profesional y personal.

Oscar Uriel Alvarado Garnica:

El desarrollo de este PAP durante el semestre me ha permitido seguir aprendiendo conocimiento, técnicas e implementando distintos saberes profesionales, relacionados con ingeniería financiera, que tienen una aplicación diaria en la vida de las personas. La implementación de estrategias de asset allocation, implica una gran

cantidad de habilidades desarrolladas, desde la búsqueda de información, hasta la programación y validación de cada una de ellas.

Elaborar una herramienta visual, tiene mucho que ver con el contexto en el que nos desarrollamos, específicamente en la sociedad mexicana. A lo largo de este proyecto, pude darme cuenta de que México tiene un bajo nivel de educación financiera. La cultura del ahorro no es la mejor, mientras que la de inversión es prácticamente nula. Es por eso por lo que un gráfico visual, permite a las personas poder observar estrategias, y obtener mejores resultados en sus inversiones, ajustándose a sus perfiles, preferencias y objetivos.

En cuanto al ámbito de trabajo en equipo, este PAP me ha permitido acercarme un poco más al mundo laboral. Por la forma en la que se planteó, el trabajo y comunicación en equipo fue fundamental para realizar un proyecto de calidad, así como una buena organización para cumplir con las fechas y los objetivos propuestos. Sin la colaboración de todos los integrantes, este proyecto no hubiera sido posible de realizar, en el tiempo límite.

5. Conclusiones

El proyecto de backtesting de estrategias de asset allocation tiene como objetivo desarrollar una herramienta visual que simplifique la selección de estrategias de inversión mediante la realización dinámica de backtesting. En esencia, busca proporcionar a los usuarios e inversores una plataforma interactiva donde puedan probar diferentes estrategias de inversión en datos históricos, evaluando cómo habrían funcionado esas estrategias en el pasado para un conjunto de activos dados y en distintos períodos de tiempo. Esto incluye realizar rebalanceos periódicos a lo largo del período de análisis, lo que permite una evaluación más precisa de la viabilidad y efectividad de dichas estrategias en el contexto actual. A lo largo de la duración del proyecto, nos encontramos con varios desafíos significativos. Uno de ellos fue garantizar la validación precisa de los pesos óptimos para las estrategias, asegurándonos de que se alinearan correctamente con diversos modelos de

optimización (SLSQP, Montecarlo y COBYLA). Con la participación continua y activa de los miembros del equipo, hemos logrado abordar con éxito las estrategias de Asset Allocation propuestas en el proyecto. Sin embargo, para la siguiente etapa del Proyecto de Aprendizaje y Práctica (PAP), proponemos mejorar la eficiencia y estructura del código utilizado para garantizar un rendimiento más rápido y organizado.

Una mejora clave sería optimizar las clases y el código existente mediante una investigación profunda sobre el tema y la realización de pruebas exhaustivas. Actualmente, con las estrategias disponibles, nuestro código se ejecuta sin problemas. Sin embargo, si consideramos futuras adiciones de estrategias o funciones, es importante anticipar posibles problemas de rendimiento a largo plazo. Por lo tanto, es crucial trabajar en la optimización del código desde esta etapa inicial para evitar posibles inconvenientes en el futuro.

6. Bibliografía

Franco-Arbeláez, L. C., Avendaño-Rúa, C. T., & Barbutín-Díaz, H. (s.f.). “*Modelo de Markowitz y Modelo de Black-Litterman en la Optimización de Portafolios de Inversión. Org.co*”. Recuperado el 03 de febrero de 2024, de: <http://www.scielo.org.co/pdf/teclo/n26/n26a05.pdf>

Giraldo Cárdenas, L., Díaz Zapata, J. M., Arboleda Ríos, S. M., Galarcio Padilla, C. L., Lotero Botero, J. E., & Isaza Cuervo, F. (2015). “*Modelo de selección de portafolio óptimo de acciones mediante el análisis de Black-Litterman. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, 14(27), 111–130*”. Recuperado el 02 de febrero del 2024, de: EBSCO HOST.

Giraldo Cárdenas, L., Díaz Zapata, J. M., Arboleda Ríos, S. M., Galarcio Padilla, C. L., Lotero Botero, J. E., & Isaza Cuervo, F. (2015). “*Modelo de selección de portafolio óptimo de acciones mediante el análisis de Black-Litterman*”. Recuperado el 03 de febrero del 2024, de: Revista Ingenierías Universidad de Medellín, 14(27), 111–130.

James Forjan (30 de septiembre del 2021). “*Shortfall risk, safety-first ratio and selection of an optimal portfolio using Roy’s safety-first criterion. AnalystPrep | CFA® Exam Study Notes*”. Recuperado el 31 de enero del 2024, de: <https://analystprep.com/cfa-level-1-exam/quantitative-methods/shortfall-risk-safety-first-criterion-example/>

Kenton, W. (7 de julio del 2020). “*Sortino Ratio: Definition, Formula, Calculation, and example. Investopedia*”. Recuperado el 31 de enero del 2024, de: <https://www.investopedia.com/terms/s/sortinoratio.asp>

Obeidat, S., & Shapiro, D. (2018). “*Adaptive portfolio asset allocation optimization with Deep learning.*” Recuperado el 02 de febrero del 2023, de: https://personales.upv.es/thinkmind/dl/journals/intsys/intsys_v11_n12_2018/intsys_v11_n12_2018_3.pdf

Omega Ratio - Breaking down finance. (29 de diciembre del 2022). “*Breaking Down Finance*”. Recuperado el 29 de enero del 2024, de: <https://breakingdownfinance.com/finance-topics/performance-measurement/omega-ratio/>

PyOptSparse. (2022). “*SLSQP*”. Recuperado el 31 de enero del 2024, de: <https://mdolab-pyoptsparse.readthedocs-hosted.com/en/latest/optimizers/SLSQP.html>

Rubenfcasal. GitHub. (s.f.). “*7.3 Optimización Montecarlo*”. Recuperado el 03 de febrero del 2024, de: <https://rubenfcasal.github.io/simbook/opt-MC.html>

SciPy Manual. (2024). “*Optimization (scipy.optimize)*”. Recuperado el 31 de enero del 2024, de: <https://docs.scipy.org/doc/scipy/tutorial/optimize.html#broyden-fletcher-goldfarb-shanno-algorithm-method-bfgs>

Tamplin, T. (12 de julio del 2023). “*Minimum-Variance portfolio | Meaning, construction, applications. Finance Strategists*”. Recuperado el 01 de febrero del 2024, de: <https://www.financestrategists.com/wealth-management/investment-management/minimum-variance-portfolio/>

Tamplin, T. (5 de julio del 2023). “*Omega Ratio | Definition, Components, Advantages & Limitations. Finance Strategists*”. Recuperado el 29 de enero del 2024, de: <https://www.financestrategists.com/wealth-management/financial-ratios/omega-ratio/>

Team, C. (11 de diciembre del 2023). “*Sortino ratio. Corporate Finance Institute*”. Recuperado el 31 de enero del 2024, de: <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/wealth-management/sortino-ratio-2/>

Team, C. (22 de marzo del 2023). “*Roy’s safety-first criterion. Corporate Finance Institute*”. Recuperado el 29 de enero del 2024, de: <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/wealth-management/roys-safety-first-criterion/>

Tutorialespoin. (2024). “*SciPy - Optimize*”. Recuperado el 31 de enero del 2024, de: https://www.tutorialespoint.com/scipy/scipy_optimize.htm

Zhou, X. (15 de enero del 2023). “*Ratio Omega. Rankia*”. Recuperado el 29 de enero del 2024, de: <https://www.rankia.com/diccionario/fondos-inversion/ratio-omega>

Finance Strategists. (12 de julio del 2023). “*Conditional Value at Risk (CVaR) | Meaning, Pros, and Cons*”. Recuperado el 18 de marzo del 2024, de: <https://www.financestrategists.com/finance-terms/risk-management/conditional-value-at-risk-cvar/>.

Broadwater, B. (14 de julio del 2023). “*What is Conditional Value at Risk (CVaR)?*”. Recuperado el 18 de marzo del 2024, de: <https://investmentu.com/what-is-conditional-value-at-risk-cvar/>.

Anexos

Repositorio de GitHub con producto final de este proyecto:

<https://github.com/diegotita4/PAP>