

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE

Departamento de Matemáticas y Física

Desarrollo empresarial, economía social y emprendimiento

PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL (PAP)

**Programa de Modelación Matemática para el Desarrollo de Planes y
Proyectos de negocio**



4J05 Optimización de Programas de Inversión en Intermediarios Financieros

Estrategia de Rotación Sectorial

PRESENTAN

Programas educativos y Estudiantes

Ing. Financiera. Alvarado Garnica Óscar Uriel.

Ing. Financiera. Enriquez Nares Diego Emilio.

Ing. Financiera. Martínez Ramírez José Alfonso.

Ing. Financiera. Mugica Liparoli Juan Antonio.

Profesor PAP: Sean Nicolás González Vázquez

Tlaquepaque, Jalisco, noviembre 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..... | 4 |
| 1.3 Antecedentes | 4 |
| 1.4. Contexto | 5 |
| 2. Desarrollo | 6 |
| 2.1. Sustento teórico y metodológico..... | 6 |
| 2.2. Planeación y seguimiento del proyecto | 7 |
| 3. Resultados del trabajo profesional..... | 13 |
| 4. Reflexiones del alumno o alumnos sobre sus aprendizajes, las implicaciones éticas y los aportes sociales del proyecto..... | 17 |
| 5. Conclusiones..... | 29 |
| 6. Bibliografía..... | 30 |
| Anexos (en caso de ser necesarios)..... | 32 |

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), “Estrategias de rotación sectorial” presenta el desarrollo de un modelo matemático orientado a anticipar las fases del ciclo económico y optimizar la rotación sectorial en estrategias de inversión, maximizando el rendimiento ajustado al riesgo. Para ello, se analiza la relación de indicadores económicos adelantados como el BCI, CCI, CLI y GDP con el índice S&P500 (SPY) como referencia de mercado.

La metodología empleada incluye un análisis exploratorio de datos para identificar patrones, la construcción de un modelo multiclase y la implementación de modelos predictivos, incluyendo Regresión Logística, XGBoost y una Red Neuronal Multicapa (MLP) con activación RELU. La implementación de parámetros e hiperparámetros se realizó mediante técnicas avanzadas, garantizando la precisión y capacidad predictiva de los modelos. Se implementó una estrategia de rotación sectorial que ajusta la exposición a activos pro-cíclicos y anti-cíclicos según las predicciones del modelo. El proceso de backtesting dinámico evaluó el desempeño de la estrategia en comparación con el

FO-DGA-CPAP-001

benchmark (S&P500) mediante diversas métricas de desempeño, optimizando el portafolio mediante el Ratio de Sharpe para gestionar eficientemente el riesgo y maximizar la relación entre riesgo y retorno. El proyecto busca comprender y analizar nuevas metodologías para la creación y modificación de estrategias de inversión que puedan predecir el comportamiento de activos financieros, con el objetivo de encontrar resultados más favorables que estrategias y métodos tradicionales.

1. Introducción

1.1. Objetivos

- Desarrollo de una estrategia de rotación sectorial, ajustando la ponderación del portafolio en base a activos pro-cíclicos y anti-cíclicos según las condiciones económicas previstas.
- Implementación de un modelo matemático basado en indicadores económicos adelantados, como el Business Confidence Index (BCI) y el Composite Leading Indicator (CLI), para determinar la sobre-ponderación, sub-ponderación o postura neutral en activos pro-cíclicos.
- Optimización de parámetros e hiperparámetros del modelo para maximizar el rendimiento, validando su eficacia mediante backtesting con datos históricos en comparación con el benchmark SPY, utilizando métricas de desempeño como el Ratio de Sharpe, volatilidad del portafolio, riesgo a la alza, riesgo a la baja, Ratio de Sortino y Alpha de Jensen para una gestión eficiente del riesgo y rendimiento.

1.2. Justificación

El desarrollo de este proyecto es importante tanto a nivel disciplinario como social; Disciplinariamente, ofrece un enfoque basado en modelos matemáticos y técnicas de aprendizaje automático para optimizar estrategias de inversión mediante la rotación sectorial, anticipando las fases del ciclo económico. Este enfoque es crucial en un entorno financiero complejo y volátil, donde los gestores de portafolios deben ajustar rápidamente la asignación de activos para maximizar el rendimiento y minimizar los riesgos.

A nivel social, se espera que el proyecto beneficie a inversores y organizaciones al proporcionar herramientas que optimicen el rendimiento ajustado al riesgo. La implementación de esta estrategia puede ayudar a mitigar riesgos durante períodos de crisis económica, ofreciendo soporte sólido para decisiones financieras informadas y promoviendo una gestión más segura de los recursos y del capital, con un impacto positivo en la estabilidad económica.

1.3 Antecedentes

En los últimos años, el entorno financiero ha mostrado una volatilidad creciente y cambios abruptos, impulsados por crisis globales, políticas monetarias fluctuantes y eventos con incertidumbre. Estas circunstancias han resaltado la necesidad de desarrollar estrategias de inversión más eficientes que permitan a los gestores de portafolios anticiparse a las fases del ciclo económico y ajustar las decisiones de inversión en consecuencia. Sin embargo, los métodos tradicionales a menudo no capturan completamente las interacciones complejas entre los indicadores económicos y el comportamiento del mercado.

Con los avances tecnológicos y el desarrollo de nuevas técnicas de análisis de datos, es posible mejorar la precisión y adaptabilidad de estas estrategias. Este proyecto se centra en abordar estas limitaciones mediante la implementación de un modelo que emplea indicadores económicos adelantados para guiar estrategias de rotación sectorial para

ponderar de una forma alternativa a lo convencional un portafolio. A lo largo de su evolución, se ha trabajado en identificar indicadores clave, optimizar modelos predictivos, y desarrollar una estrategia robusta que facilite una gestión más efectiva de riesgos y permita aprovechar oportunidades en un entorno económico dinámico.

1.4. Contexto

El proyecto se lleva a cabo en un entorno de alta incertidumbre y volatilidad en los mercados financieros globales, caracterizado por fluctuaciones económicas, políticas monetarias cambiantes, tensiones geopolíticas y crisis que afectan las inversiones. Estos eventos alteran la confianza de los consumidores y empresas, afectan las tasas de crecimiento económico y modifican las condiciones del mercado laboral, generando la necesidad de estrategias de inversión adaptativas.

En este contexto, los gestores de portafolios deben utilizar información económica relevante y modelos avanzados para anticipar las fases del ciclo económico y ajustar sus decisiones para minimizar riesgos. Aunque las tecnologías modernas han permitido el desarrollo de herramientas más precisas, muchas organizaciones aún enfrentan desafíos técnicos y de implementación.

Este proyecto se enfoca en ofrecer soluciones integradas que combinen predicciones precisas con un enfoque adaptativo, utilizando optimización de parámetros y backtesting con datos históricos. Esto permite gestionar de manera eficiente los riesgos y aprovechar las oportunidades en un entorno económico global en constante cambio.

2. Desarrollo

2.1. Sustento teórico y metodológico

El proyecto emplea indicadores económicos clave. El *Business Confidence Index* (BCI) mide la confianza de las empresas en la economía, lo que puede predecir cambios en la inversión empresarial. El *Consumer Confidence Index* (CCI) evalúa la percepción de los consumidores sobre la situación económica, influyendo en sus decisiones de gasto. El *Composite Leading Indicator* (CLI) es un índice compuesto de varios indicadores que tienden a cambiar antes que la economía general, proporcionando señales tempranas de expansión o contracción. El Producto Interno Bruto (GDP) mide el valor total de los bienes y servicios producidos en un país y actúa como un indicador rezagado, reflejando el estado pasado de la economía. En cuanto al enfoque metodológico, el proyecto utiliza técnicas de machine learning para desarrollar un modelo multiclase que clasifica las fases del ciclo económico. Se lleva a cabo un análisis exploratorio de datos (EDA) para detectar patrones y anomalías, proporcionando una base sólida para el modelado. Los modelos seleccionados incluyen:

- **Regresión Logística:** Un modelo estadístico simple y eficiente utilizado como benchmark. La Regresión Logística es ideal para problemas de clasificación y estima la probabilidad de que un evento pertenezca a una de varias categorías, basándose en la relación entre las variables predictoras y la variable objetivo.
- **XGBoost:** Un algoritmo basado en árboles de decisión que es altamente eficiente y se destaca en tareas de clasificación. XGBoost utiliza técnicas de boosting para combinar varios árboles débiles en un modelo más fuerte, mejorando la precisión y manejando eficientemente los datos complejos.
- **Red Neuronal Multicapa (MLP):** Un modelo avanzado de aprendizaje automático que es capaz de capturar relaciones no lineales complejas. Utiliza capas ocultas y una función de activación ReLU (Rectified Linear Unit) para aprender patrones de los datos de entrenamiento, haciendo que sea útil en problemas donde las relaciones entre las variables son intrincadas.

El proceso de entrenamiento y validación se lleva a cabo dividiendo los datos en conjuntos de entrenamiento y prueba. La precisión (accuracy) es la métrica principal utilizada para evaluar y comparar los modelos. Se emplean técnicas de validación cruzada (k-fold cross-validation) para asegurar que los modelos puedan generalizar bien en datos no vistos, minimizando el riesgo de sobreajuste. Además, se utilizan métricas adicionales como el F1-score, precision, recall, y curvas AUC-ROC para evaluar el rendimiento de los modelos en términos de clasificación de las fases económicas.

La optimización de la estrategia de inversión se realiza mediante el Ratio de Sharpe, que mide el rendimiento ajustado al riesgo de un portafolio. Esta métrica permite evaluar la eficiencia del portafolio en términos de retorno por unidad de riesgo asumido. La implementación incluye backtesting con datos históricos para comparar el desempeño de la estrategia frente al benchmark (el SPY), validando así la robustez y eficacia del modelo en diferentes escenarios económicos.

2.2. Planeación y seguimiento del proyecto

- Descripción del proyecto

El proyecto se enfoca en desarrollar un modelo que permita optimizar la rotación sectorial en estrategias de inversión, anticipando las fases del ciclo económico. La solución es pertinente debido a la necesidad de estrategias adaptativas en un entorno financiero caracterizado por alta volatilidad y cambios rápidos. Utilizando indicadores económicos adelantados como el Business Confidence Index (BCI), el Consumer Confidence Index (CCI), el Composite Leading Indicator (CLI) y el Producto Interno Bruto (GDP), el proyecto ajusta de manera eficiente la asignación de activos, maximizando el rendimiento ajustado al riesgo. El modelo predice cuándo sobreponderar sectores pro-cíclicos, mantenerse neutral o subponderar, generando así decisiones de inversión más informadas.

La intervención incluye varias etapas: la recopilación y análisis de datos, el entrenamiento y validación de modelos (Regresión Logística, XGBoost, y Red

Neuronal Multicapa), y la implementación de un algoritmo de backtesting que simula la ejecución de estrategias de inversión. Se establecen proporcionalidades en la selección de activos, y la estrategia es ajustada y re-balanceada anualmente, mejorando así la eficiencia y pertinencia de las decisiones de inversión.

- 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 optimizar y generar de forma adecuada y eficiente los resultados previstos en el proyecto. Se trabajó de manera continua semana a semana en la creación y desarrollo de partes clave del proyecto, como por ejemplo: Generar un análisis exploratorio de los indicadores económicos, comparar de forma gráfica los indicadores económicos vs S&P500, proponer un modelo para la estrategia de rotación sectorial usando los indicadores económicos dados, entrenar y validar el modelo, optimizar parámetros e hiperparámetros para encontrar el modelo más adecuado para nuestro conjunto de datos, seleccionar la estrategia de inversión, crear un backtesting dinámico con selección aleatoria de activos, calcular métricas de desempeño de la estrategia y comparar contra nuestro benchmark (S&P500). Estas acciones se llevaron a cabo de manera colaborativa por los cuatro 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 siguiente diagrama de flujo (**imagen 1**), representa el proceso a seguir tanto en la parte de la documentación (teoría) como en la parte del código (aplicación práctica) que respalda el desarrollo e implementación del proyecto.

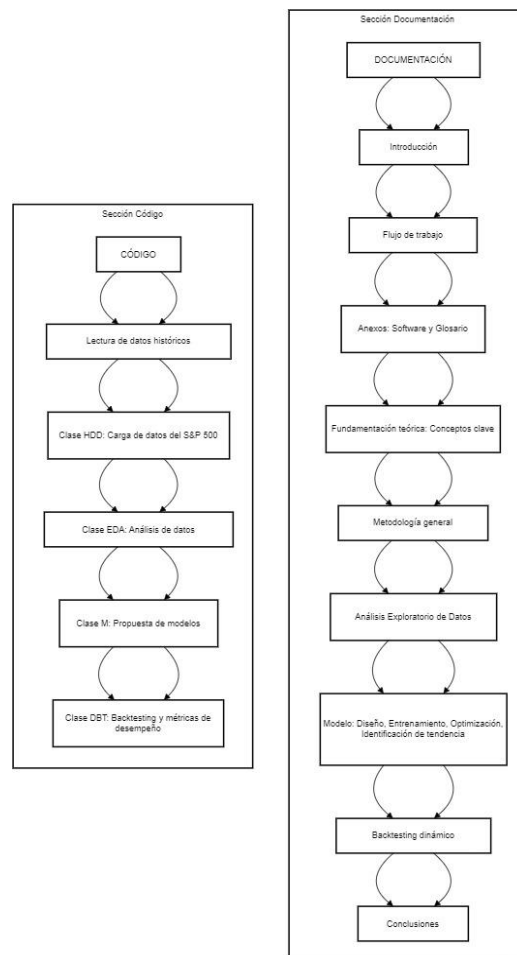


Imagen 1. Diagrama de flujo del proyecto

La ejecución del plan de trabajo se desarrolló en varias fases, cada una ajustada al cronograma y enfocada en optimizar la estrategia de inversión. A continuación, se describen las actividades realizadas:

1. **Análisis de datos e identificación de patrones:** Se llevó a cabo un análisis exploratorio de datos (EDA) para comprender la relación entre los indicadores económicos y el comportamiento del mercado. Se identificaron patrones relevantes y se eliminaron anomalías, asegurando una base de datos sólida para el modelado.

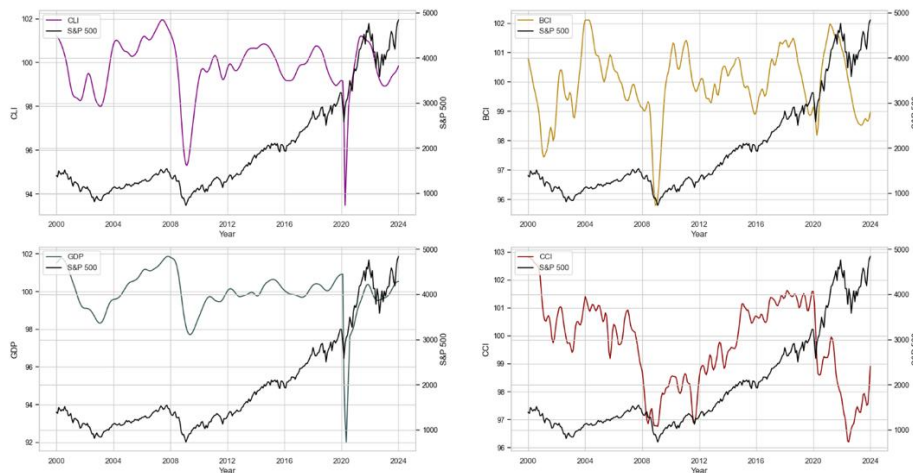


Imagen 2. Comparativa individual del comportamiento histórico: indicadores económicos VS índice

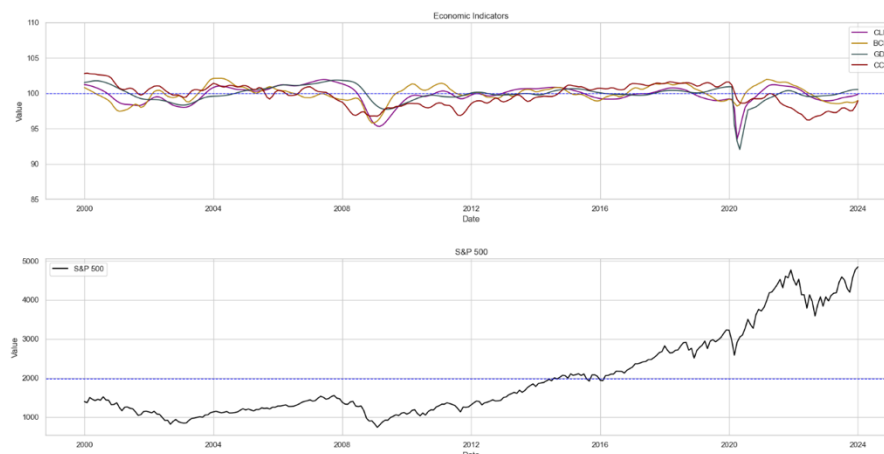


Imagen 3. Comparativa colectiva del comportamiento histórico: indicadores económicos VS índice.

2. **Desarrollo y entrenamiento de modelos:** Se entrenaron modelos de machine learning, comenzando con la Regresión Logística como benchmark para establecer un punto de comparación. Posteriormente, se implementaron XGBoost y una Red Neuronal Multicapa (MLP) para mejorar la precisión y capturar relaciones complejas. La evaluación del rendimiento se realizó utilizando métricas de precisión, F1-score, y curvas AUC-ROC.

```
Accuracy: 0.1695
-----
Classification Report:

              precision    recall  f1-score   support

     0           1.00       0.23      0.38         13
     1           0.50       0.21      0.29         24
     2           1.00       0.09      0.17         22

 micro avg       0.67       0.17      0.27         59
 macro avg       0.83       0.18      0.28         59
 weighted avg    0.80       0.17      0.26         59
 samples avg    0.17       0.17      0.17         59
```

Imagen 4. Reporte de clasificación para el modelo de Regresión Logística (Benchmark)

```
MLP Neural Network (ReLU) Accuracy: 0.8813559322033898
              precision    recall  f1-score   support

    -1.0         0.80       0.92      0.86         13
     0.0         0.87       0.83      0.85         24
     1.0         0.95       0.91      0.93         22

 accuracy                0.88         59
 macro avg       0.87       0.89      0.88         59
 weighted avg    0.89       0.88      0.88         59
```

Imagen 5. Reporte de clasificación para el modelo de Red Neuronal con activación RELU

3. **Implementación de la función de backtesting:** Se creó una función de backtesting que permite simular la estrategia de inversión. Se seleccionaron 15 acciones cíclicas y 5 anti-cíclicas en entornos pro-cíclicos, 10 y 10 en situaciones neutrales, y 15 anti-cíclicas y 5 cíclicas en entornos anti-cíclicos. El backtesting incluye un re-balanceo anual, donde el modelo es reentrenado con datos actualizados, ajustando los pesos del portafolio según las nuevas predicciones.



Imagen 6. Metodología teórica para crear el algoritmo de backtesting dinámico.

4. **Revisión y ajustes:** Cada año de simulación se realiza un rebalanceo, donde el modelo se actualiza con nueva información y simula para el próximo periodo, evaluando el rendimiento de los portafolios y realizando los cambios necesarios para optimizar la estrategia. Esta etapa garantiza que la estrategia sea adaptable y se mantenga eficiente en diferentes condiciones de mercado.

| - Métrica | Rotación Sectorial |
|---------------------|--------------------|
| <i>Sharpe</i> | 3.90 |
| <i>Volatility</i> | 15.51% |
| <i>Upside</i> | 11.93% |
| <i>Downside</i> | 10.15% |
| <i>Sortino</i> | 5.97 |
| <i>Jensen Alpha</i> | 0.025 |

Imagen 7. Resultados del backtesting dinámico mediante la simulación de 2000 portafolios.

3. Resultados del trabajo profesional

[Es la descripción de los productos obtenidos, los resultados alcanzados y/o de los impactos generados durante la experiencia profesional]

El desarrollo de nuestro proyecto de aplicación profesional ha culminado con resultados notables y e innovadores, destacando una alternativa fuera de lo común en las estrategias de inversión. La creación de un modelo que puede llegar a anticiparse a los movimientos del mercado da la oportunidad a los inversionistas de seguir una estrategia fuera de los métodos tradicionales, basándose en indicadores económicos con variables económicas.

Productos Desarrollados:

El núcleo y producto principal de nuestro proyecto está compuesto por un modelo predictor de la tendencia económica del mercado, que permite al usuario identificar la etapa del ciclo económico en la que se encuentra. De esta forma, el inversionista podrá construir un portafolio de inversión que se adapte a las condiciones de cada momento, y le permitirá ponderar con un mayor peso a aquellos activos que tengan un mejor rendimiento para las circunstancias que el modelo arroje.

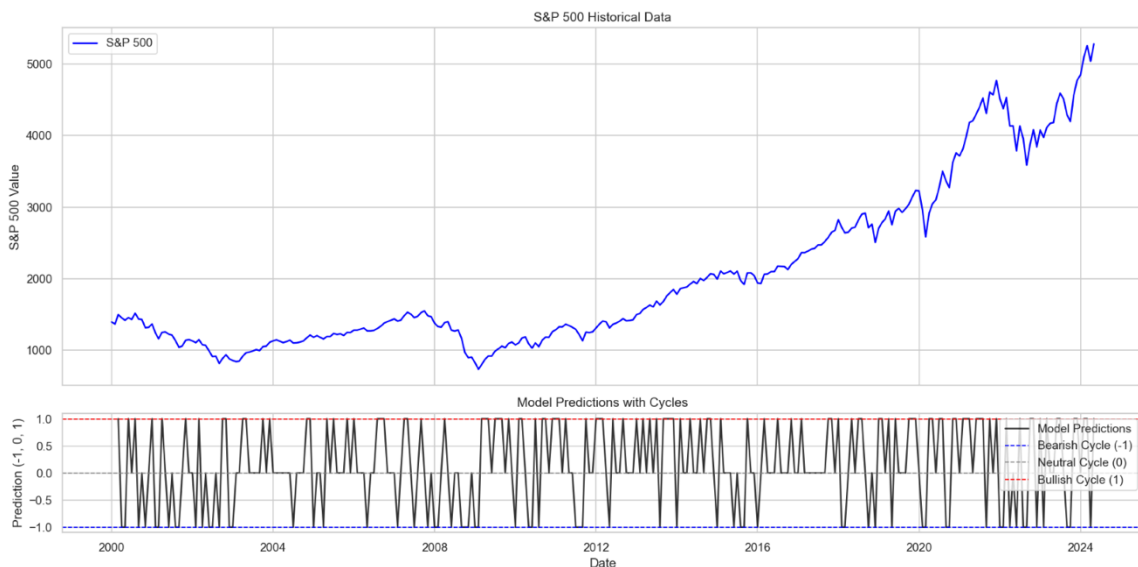


Imagen 8. Relación entre Predicciones del Modelo y Comportamiento del S&P 500.

La *Imagen 8* representa la interacción que existe entre la predicción del ciclo económico (según el modelo) y el comportamiento del S&P 500, en donde se observa:

1. **Comportamiento histórico del Benchmark:** La primera gráfica muestra cómo se ha comportado a lo largo del periodo establecido el valor del mercado (S&P500), en donde se aprecia un comportamiento alcista en la mayoría del periodo.
2. **Predicciones del Modelo y Ciclos Económico:** La segunda gráfica muestra cómo el modelo clasifica los ciclos económicos en categorías de tendencia: -1 (recesión), 0 (neutral), y 1 (expansión), reflejando una correlación entre el estado anticipado del mercado y la categoría económica estimada.

Estas gráficas permiten analizar las similitudes entre las predicciones del modelo y el comportamiento del S&P 500, mostrando que las concentraciones en las predicciones tienden a coincidir con movimientos importantes en el índice, se puede apreciar cómo en etapas donde el índice tiende a subir se concentran las predicciones en 1.

Como complemento al modelo predictor de tendencias, se desarrolló un backtesting dinámico, con una simulación de 2000 escenarios, las cuales nos brindaron información para sacar métricas y determinar medidas que nos permitieran calificar el rendimiento portafolios de inversión basados en la estrategia del modelo, y así evaluar el funcionamiento de la estrategia de rotación sectorial.

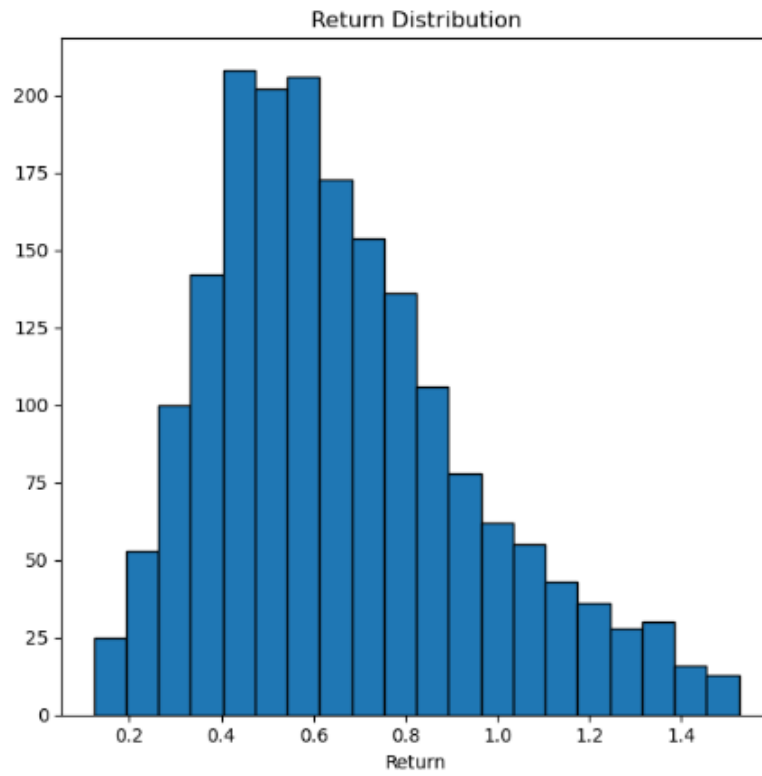


Imagen 9. Histograma de Retornos de Simulaciones sin Atípicos.

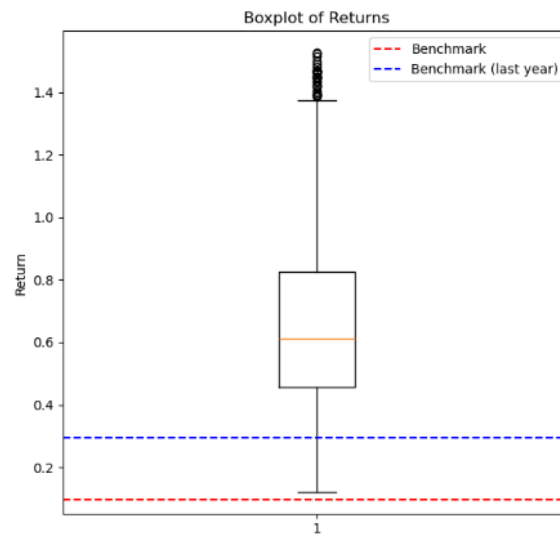


Imagen 10. Boxplot de Retornos de Simulaciones sin Atípicos.

La simulación de escenarios arrojó los datos observados en las *Imágenes 9 y 10*, donde se puede observar gráficamente la distribución de los retornos, y la comparación de estos con el rendimiento promedio del benchmark (del año pasado, así como el promedio histórico de los años que el modelo toma). Además, se obtuvieron las siguientes métricas de desempeño, mostradas en la Tabla 1, las cuales nos permiten evaluar el portafolio y la empleabilidad de nuestro modelo, predictor de la tendencia económica, de una forma más concreta y cuantificable.

| - <i>Métrica</i> | <i>Rotación Sectorial</i> |
|---------------------|---------------------------|
| <i>Sharpe</i> | <i>3.90</i> |
| <i>Volatility</i> | <i>15.51%</i> |
| <i>Upside</i> | <i>11.93%</i> |
| <i>Downside</i> | <i>10.15%</i> |
| <i>Sortino</i> | <i>5.97</i> |
| <i>Jensen Alpha</i> | <i>0.025</i> |

Tabla 1. Métricas de desempeño.

Impacto Académico y Profesional

Este proyecto nos ha brindado un aprendizaje en aspectos importantes de distintas disciplinas. Nos permitió adentrarnos en temas económicos, y el funcionamiento de las tendencias del mercado y fases de su ciclo. Así como en la generación de modelos lo suficientemente robustos, para poder tener resultados coherentes y significativos con la teoría que se propone. Además, de darnos la oportunidad de desarrollar una metodología innovadora, mediante un trabajo en equipo, desarrollando fuertes habilidades de comunicación y socialización en un ambiente similar al mundo laboral, recibiendo siempre retroalimentación valiosa de nuestros profesores, permitiéndonos mejorar en cada sesión como estudiantes, compañeros de trabajo y personas en general.

Contribuciones Sociales y Económicas

El enfoque primario del proyecto es académico, sin embargo, la metodología propuesta tiene un gran potencial y sustento para ser utilizado en el sector financiero, ofreciendo a gestores de carteras de inversión una alternativa atractiva y diferente a lo tradicional.

Desafíos y Superaciones

Nos enfrentamos a la necesidad de generar modelos lo suficientemente robustos para tener un nivel de predicción que pueda generar un impacto significativo en la metodología propuesta, así como la comprensión profunda de librerías de Python usadas en el mundo de las finanzas. A través del trabajo en equipo, la búsqueda de información y la asesoría constante de nuestros profesores logramos superar estos obstáculos.

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

- Aprendizajes profesionales
 - Ingeniero Financiero. Diego Emilio Enriquez Nares.

Como reflexión personal, podría comenzar diciendo que con respecto a un aprendizaje de conocimiento fue, el entendimiento del ciclo de la economía y todo lo relacionado a este concepto y al producto final como tal, es decir, ahora puedo decir con certeza que existen indicadores que van adelantados al mercado y que, además, se pueden generar estrategias de inversión que sigan esta misma tendencia por medio de la aplicación de análisis cuantitativos y la generación de un modelo de ML (y su respectiva validación) para ofrecer estrategias de inversión y métricas que confirmen la buena rentabilidad que ofrece este producto final.

Ahora bien, con relación a un aprendizaje ético o social, podría mencionar el hecho de que este proyecto (el producto final), ofrece al usuario o al inversionista una opción, aunque más riesgosa, en la que podría hacer uso de su dinero de manera más rentable. Por otro

lado, adentrándome en el ámbito social, creo que podría mencionar que este PAP, nos impulsó a hacer que el proyecto no sólo fuera entendible para un ingeniero financiero o alguna persona relacionada con el medio, sino también que fuera un proyecto en el que si una persona al momento de leerlo tuviera alguna duda sobre algún concepto, por ejemplo, pudiera ir al apartado de “Anexos” y ahí hay una lista de conceptos que, seguramente, defina el concepto del que tiene duda, además, se buscó la explicación detallada de cada término financiero importante y relacionado con el producto final del mismo con el objetivo de hacer el proyecto más completo y ameno.

- Ingeniero Financiero. Juan Antonio Mugica Liparoli:

El proyecto realizado me ha ayudado a comprender de una forma más amplia y precisa cómo se implementan nuevas estrategias de inversión en el mundo financiero. El mundo financiero tiene un sinfín de temas y conceptos interesantes, complejos y retadores que requieren tiempo, esfuerzo, compromiso y de estar constantemente actualizandote sobre nuevos modelos financieros/economicos, estrategias financieras, modelos predictivos. Fue muy interesante usar métricas para evaluar la calidad de los modelos para predecir el comportamiento del mercado usando indicadores economicos y el comportamiento pasado del S&P500. Aplicando estas metodologías y las entregas planteadas en diferentes fechas del semestre me doy cuenta que es de vital importancia estar actualizado con lo más nuevo en tecnología y ciencia de datos para optimizar procesos financieros y encontrar soluciones más adecuadas en el tiempo. Un reto fue generar y aplicar todos estos conceptos clave dentro de un backtesting dinamico, afortunadamente conte con un equipo excepcional para poder llevar a cabo los objetivos previstos en el proyecto. 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.

- Ingeniero Financiero. José Alfonso Martínez Ramírez.

FO-DGA-CPAP-001

A lo largo de este proyecto, desarrollé competencias fundamentales como el análisis crítico, la resolución de problemas y el trabajo en equipo, junto con habilidades técnicas específicas en modelado predictivo, interpretación de métricas financieras y gestión de riesgos. Estas capacidades se complementaron con el enfoque interdisciplinario, integrando conocimientos de economía, estadística y programación para abordar una problemática compleja de manera innovadora.

Entendí el papel crítico que las decisiones financieras tienen en contextos sociopolíticos y económicos, así como la necesidad de actuar de forma ética para generar un impacto positivo y sostenible. La experiencia también me permitió cuestionar supuestos, fortalecer mi capacidad de adaptación y reflexionar sobre la importancia de soluciones orientadas al bienestar social.

Finalmente, este aprendizaje reafirma mi compromiso de combinar innovación y responsabilidad social en mi carrera profesional, al tiempo que reconozco la importancia de mantener una mejora constante para enfrentar los retos de un entorno económico en constante cambio.

- Ingeniero Financiero. Óscar Uriel Alvarado Garnica.

[Reflexión personal sobre las competencias profesionales (y multi o interdisciplinarias, si fue el caso) que se desarrollaron durante el proyecto.

Para la elaboración de este apartado, se pueden emplear las siguientes preguntas a manera de guía:

- ¿Cuáles fueron las competencias desarrolladas, tanto las genéricas como las propias de la profesión?
- ¿Cuáles fueron las competencias desarrolladas desde distintas disciplinas?

- ¿Cuáles fueron mis aprendizajes más importantes sobre el contexto sociopolítico y económico y la problemática del campo profesional?
- ¿Cuáles fueron mis saberes puestos a prueba?
- ¿Qué aprendí para mi proyecto de vida profesional?]

- Aprendizajes sociales

El desarrollo de este proyecto representa una iniciativa orientada a transformar la realidad financiera y económica a través de la creatividad, la innovación y un enfoque profesional colaborativo. Mediante la estrategia de rotación sectorial y el uso de modelos predictivos avanzados, se busca optimizar decisiones de inversión, aportando un beneficio tanto a los gestores de portafolios como a los sectores económicos relacionados. Este enfoque, además de mejorar la gestión de riesgos, se orienta hacia la mejora de la calidad de vida social al facilitar herramientas para la estabilidad financiera y la generación de riqueza.

- Innovación y Transformación Social

El proyecto combina creatividad y tecnología en el ámbito financiero para abordar la volatilidad de los mercados y las decisiones de inversión. Con esta iniciativa, hemos desplegado una estrategia innovadora basada en el análisis de datos, lo que genera oportunidades de mejora en los portafolios de inversión y fomenta prácticas económicas más resilientes. Esta propuesta tiene el potencial de aplicarse en otros contextos sociales y económicos, extendiendo sus beneficios más allá del ámbito académico.

- Impacto y Beneficiarios

Entre los impactos identificados, destaca la creación de un modelo que no solo permite superar benchmarks tradicionales, sino que también contribuye a una mayor estabilidad

en la asignación de recursos. Los principales beneficiarios son inversionistas institucionales, pequeños inversionistas y sectores económicos dependientes de la confianza financiera. Aunque no se observaron impactos directos en grupos vulnerables, los beneficios indirectos, como el fortalecimiento económico y la eficiencia en los mercados, son palpables. Este impacto, esperado desde el inicio, subraya la capacidad del proyecto para generar bienes públicos de carácter financiero.

- **Sostenibilidad y Futuro**

El enfoque colaborativo y profesional del proyecto asegura su transferibilidad a otras áreas del conocimiento y aplicación económica. Al emplear saberes técnicos y prácticos, se puede replicar en diferentes escenarios, desde estrategias empresariales hasta políticas públicas. La sostenibilidad del impacto social depende de su capacidad de implementación continua y del fortalecimiento de alianzas entre actores clave del mercado financiero.

Este proyecto nos permitió reflexionar sobre nuestra capacidad de incidir en el bienestar social a través de soluciones financieras innovadoras. El análisis del impacto nos motiva a seguir contribuyendo con proyectos que, además de ser técnicamente sólidos, sean socialmente responsables y orientados hacia un cambio positivo.

- **Aprendizajes éticos**
 - **Equipo:**

La experiencia vivida a lo largo del desarrollo de este proyecto permitió enfrentar decisiones críticas, reflexionar sobre sus implicaciones éticas y evaluar nuestro impacto como futuros profesionales en un entorno real. Entre las principales decisiones tomadas, destacó la elección de priorizar modelos que no solo fueran técnicamente eficientes, sino también responsables en términos de riesgo y beneficio para los inversionistas. Esta decisión fue impulsada por un compromiso con la transparencia y el bienestar económico de los usuarios finales, evitando caer en prácticas que priorizaran únicamente la maximización de

ganancias sin considerar las consecuencias sociales. Las implicaciones de esta elección se reflejan en un modelo más balanceado y ético, enfocado en generar valor sostenible.

Esta experiencia nos invita a ejercer nuestra profesión con un enfoque que integre tanto la excelencia técnica como la responsabilidad social. Aprendimos que las herramientas financieras y tecnológicas, cuando son diseñadas y aplicadas con un sentido ético, pueden tener un impacto positivo en el bienestar colectivo. Además, comprendimos que cada decisión profesional no solo afecta a los clientes inmediatos, sino también al entorno económico y social más amplio.

En el futuro, nuestra profesión estará marcada por un compromiso con la ética y la innovación responsable. Buscaremos aplicar nuestras habilidades para diseñar soluciones que mejoren la calidad de vida de las personas, considerando tanto sus implicaciones económicas como sociales. Esta experiencia también nos enseñó la importancia de trabajar colaborativamente, valorando la diversidad de perspectivas dentro de un equipo para tomar decisiones informadas y justas. La meta será ejercer con integridad, contribuyendo al desarrollo de un mundo financiero más equitativo y sostenible.

- Ingeniero Financiero. Diego Emilio Enriquez Nares.

Desde una perspectiva ética, abordar este proyecto me ha llevado a una profunda reflexión sobre el impacto que nuestras decisiones financieras pueden tener, no solo en los rendimientos económicos, sino también en el ámbito social y ético de nuestras comunidades. El uso de modelos avanzados de ML para predecir ciclos económicos y desarrollar estrategias de inversión basadas en indicadores adelantados ofrece, sin duda, oportunidades para maximizar la rentabilidad. Sin embargo, también implica una responsabilidad considerable. Estos modelos, si bien son herramientas poderosas, deben manejarse con un alto grado de integridad y transparencia para asegurar que no solo beneficien a un grupo selecto de inversores, sino que contribuyan al bienestar económico general.

Por otro lado, este proyecto ha enfatizado la importancia de la accesibilidad y la inclusión en el ámbito financiero. A medida que desarrollábamos el modelo y la estrategia, fue crucial

considerar cómo presentar esta información de manera que fuera comprensible no solo para expertos en finanzas, sino también para el público general. Esto no solo ayuda a democratizar el acceso a estrategias de inversión avanzadas, sino que también fomenta un entorno financiero más equitativo. Al integrar explicaciones claras y accesibles en nuestro proyecto, buscamos asegurar que cualquier persona interesada pueda entender los riesgos y las oportunidades involucradas, lo cual es fundamental para tomar decisiones informadas y éticamente responsables.

Finalmente, al reflexionar sobre este proyecto, me he dado cuenta de que la ética en las finanzas va más allá de cumplir con las regulaciones; se trata de fomentar una cultura de honestidad y responsabilidad. En la práctica, esto significa ser transparentes sobre las limitaciones y posibles sesgos de nuestros modelos y estrategias, y esforzarnos por mejorar continuamente nuestras prácticas para asegurar que sean justas y beneficiosas para todos. Al compartir abiertamente nuestro conocimiento y experiencia, y al colaborar con otros en la comunidad financiera, podemos trabajar hacia soluciones que no solo promuevan el éxito financiero, sino también el progreso social y ético. Este proyecto no solo ha sido una oportunidad para crecer profesionalmente, sino también para contribuir a un diálogo más amplio sobre cómo la tecnología y las finanzas pueden trabajar juntas para crear un futuro más inclusivo y ético.

- Ingeniero Financiero. José Alfonso Martínez Ramírez.

Durante el desarrollo del proyecto, uno de los aspectos más relevantes fue la necesidad de tomar decisiones con implicaciones tanto técnicas como éticas. Entre las principales decisiones estuvo la elección de los modelos y la metodología utilizada para el backtesting. Estas elecciones no solo respondieron a la necesidad de precisión técnica, sino también a un compromiso ético por garantizar que las herramientas desarrolladas fueran confiables (dentro de lo que se puede afirmar) y pudieran proporcionar resultados útiles para los usuarios. Aseguramos de validar cada paso con métricas rigurosas para evitar cualquier sesgo que pudiera afectar la objetividad del modelo.

La experiencia nos invita a reflexionar sobre el impacto que tienen nuestras decisiones en el bienestar de los futuros usuarios de nuestras estrategias. En el caso de este proyecto, aunque trabajamos con datos históricos y simulaciones, comprendimos que detrás de cada estrategia de inversión hay personas y organizaciones que confían en que estas herramientas les ayuden a gestionar su patrimonio y minimizar riesgos. Este reconocimiento nos motiva a actuar con un alto sentido de responsabilidad, asegurándonos de que nuestras propuestas sean transparentes, éticas y centradas en el beneficio de la sociedad.

Este proyecto refuerza la manera en que entendemos nuestra profesión: como un medio para aportar valor tanto a nivel técnico como social. Después de esta experiencia, me queda claro que ejerceré mi profesión no solo con un enfoque en la optimización financiera (con las oportunidades laborales que me estoy abriendo en mi actual trabajo en GBM), sino también con una visión que considere el impacto social de cada decisión. Este aprendizaje me lleva a un compromiso renovado de desarrollar herramientas y estrategias que no solo sean eficaces, sino que también promuevan equidad y sostenibilidad en el ámbito financiero.

- Ingeniero Financiero. Juan Antonio Mugica Liparoli.

El desarrollo de este proyecto a lo largo del semestre me permitió explorar una metodología innovadora que amplió mi perspectiva personal, académica y profesional. A través de técnicas distintas a las tradicionales en el ámbito financiero, profundicé en disciplinas como la economía, el análisis de mercados, las estrategias de inversión y la programación de modelos predictivos. Este enfoque integral fortaleció mis habilidades técnicas y mi capacidad de colaboración. El proceso incluyó etapas clave como la investigación independiente, la formación de equipos, la implementación de estrategias y la retroalimentación constante, lo que fomentó un desarrollo equilibrado tanto individual como colectivo. Además, este proyecto me demostró que la creatividad, combinada con fundamentos sólidos, puede abrir nuevas oportunidades de innovación. Más allá del ámbito

técnico, reflexiono sobre cómo los aprendizajes adquiridos pueden aplicarse en la vida diaria. Este proyecto reafirmó dos lecciones principales: primero, el conocimiento fundamentado es clave para generar resultados de calidad que hablen por sí mismos; segundo, el éxito a largo plazo depende de trabajar en equipo y rodearse de mentores que impulsen el crecimiento. En definitiva, este ejercicio me enseñó que el aprendizaje multidisciplinario y colaborativo es esencial para generar impactos positivos y sostenibles.

- Ingeniero Financiero. Óscar Uriel Alvarado Garnica.

El desarrollo de este PAP a lo largo del semestre me ha permitido aprender una metodología completamente nueva e innovadora para mi desarrollo personal, académico y profesional. Con técnicas distintas a lo que se usa en el mundo de las finanzas, ampliando así mi conocimiento como ingeniero financiero. Es un proyecto que me permitió adentrarme en distintas disciplinas, desde la economía, en el ciclo del mercado y sus tendencias, las finanzas con la implementación de una estrategia de inversión, ponderando un portafolio en base a una lógica previamente razonada, hasta la creación y programación de modelos que permitan predecir ciertas características, para poder obtener buenos resultados. La metodología propuesta por mis profesores me permitió desarrollarme en habilidades fundamentales para mi crecimiento, con múltiples etapas como la búsqueda de información por mi cuenta, la organización y formación de un equipo de trabajo, el estudio y desarrollo de metodologías propuestas y la retroalimentación y acompañamiento constante. Esto permitió un desarrollo completo desde lo individual hasta lo colectivo. El desarrollo de una metodología nueva me permite entender que siempre se puede innovar y buscar una alternativa diferente. Un poco de creatividad y una base sólida de sustento es lo que se necesita.

Reflexionando de una forma más personal, fuera de las finanzas o la economía, un proyecto multidisciplinario como este, me permitió darme cuenta de que estos conocimientos pueden ser aplicados a la vida cotidiana. Como personas, necesitamos enriquecernos de

distintos ramos y buscar ayuda de otras personas, para poder lograr impactos más grandes y positivos en la sociedad. Hay dos aprendizajes principales con los que me quedo. El primero es que el conocimiento es poder. Sustentar las cosas es lo mejor que puedes hacer, porque cuando haces un trabajo bueno y de calidad, las cosas hablan por sí solas. El segundo es que, para poder llegar más lejos, es necesario rodearte de un buen equipo de trabajo, así como buenos mentores. Si quieres llegar rápido ve solo, si quieres llegar lejos ve acompañado.

- Aprendizajes en lo personal

- Ingeniero Financiero. Diego Emilio Enriquez Nares.

Este PAP, la verdad es que, desde un principio, me impulsó a adentrarme aún más en el ámbito financiero, ya que, aumentó en mí ese gusto no sólo en el área de la programación (análisis y ciencia de datos), sino también, despertó en mí el gusto o interés por aplicar y relacionar esta área que ya venía desarrollando de a poco con otra área como lo es la bursátil. Por otro lado, este PAP, continuó brindándome aprendizajes sobre lo que es trabajar en equipo y, a su vez, saber trabajar de manera autónoma, es decir, fue un esfuerzo constante entre el ir trabajando de manera separada y estructurada individualmente, pero, al mismo tiempo, comunicando y entrelazando ideas con los demás integrantes del equipo con el objetivo de no perder el hilo del producto final.

También, este PAP, me ayudó a abrirme mentalmente a nuevas fuentes de conocimiento, es decir, no sólo investigación en páginas de internet, sino también, en documentos oficiales de investigación generados por otras personas del medio o, en su defecto, teniendo un acercamiento a exalumnos o personas que ya cuentan con experiencia similar o muy acercada a lo que se buscaba desarrollar en este PAP. Por lo que, finalmente, puedo decir que el aprendizaje más importante de este proyecto, a parte del objetivo logrado con el producto final de este PAP, es justamente ese, el buscar aprender no sólo de lo que se investiga en internet o de lo que se le pueda preguntar a chat GPT, sino el tener esa seguridad y confianza de acercamiento a personas experimentadas o que está también es

proceso de crecimiento, con el objetivo de sacar provecho de su conocimiento y experiencia para poder desarrollar mi propio camino como ingeniero financiero.

- Ingeniero Financiero. José Alfonso Martínez Ramírez.

El PAP me permitió profundizar en el autoconocimiento y reflexionar sobre mis fortalezas, debilidades y áreas de mejora (como el trabajo con anticipación siendo un área de oportunidad y el buen manejo de presión siendo una fortaleza). A través del trabajo colaborativo, me di cuenta de mi capacidad para enfrentar retos técnicos y mi disposición para aprender continuamente en un entorno cambiante. Este proyecto me enseñó a ser más paciente y resiliente frente a situaciones complejas, como resolver problemas técnicos o buscar consensos dentro del equipo. Además, reforzó mi convicción de que la disciplina y la organización son esenciales no solo para lograr objetivos profesionales, sino también para mantener un equilibrio en lo personal.

En cuanto al conocimiento de la sociedad y de los demás, este proyecto me permitió reconocer la importancia de comprender las necesidades y preocupaciones de quienes se beneficiarán de nuestro trabajo. Aunque nuestro enfoque fue técnico, entendí que detrás de los números y las simulaciones hay personas con objetivos, miedos y esperanzas que confían en nuestros resultados, hoy en día en GBM como asesor, me siento más que comprometido a poder manejar de la manera más consciente la confianza y capital de las personas con quienes trabajo. Este aprendizaje me ayudó a valorar más las distintas perspectivas que cada integrante del equipo aportó, enriqueciendo el proceso y demostrando que la diversidad de opiniones es clave para generar soluciones más integrales.

Para mi proyecto de vida, el PAP dejó aprendizajes significativos. Me reafirmó la importancia de tener una visión clara de mis objetivos y de trabajar en ellos con esfuerzo y compromiso. También me recordó que el éxito no es solo un resultado técnico, sino el impacto positivo que puedo generar en mi entorno. Entendí que mi carrera no solo debe centrarse en obtener logros personales, sino también en cómo mis habilidades pueden

contribuir al bienestar colectivo. Esto me motiva a seguir desarrollándome como un profesional que busca equilibrar el progreso técnico con la responsabilidad social.

- Ingeniero Financiero. Juan Antonio Mugica Liparoli.

El PAP me ha ayudado a entender de mejor manera como trabajo en situaciones diversas, tanto en momentos donde tengo todo bajo control y llevo un orden en mis procesos, hasta en esos momentos donde no encuentro soluciones y me encuentro trabajando bajo presión, el proyecto de aplicación profesional me ayudó a colaborar de forma más efectiva con mis compañeros y a encontrar soluciones ante las adversidades. Me doy cuenta que en la sociedad sobre todo en México hay poca población que se preocupa por sus finanzas y por invertir a largo plazo, lo cuál este PAP me ayudó a ser más consciente al respecto y encontrar formas para ayudar a la sociedad a brindarles soluciones más accesibles para tener mejor cultura financiera en México. Aprendí a ser más retador y desafiante conmigo mismo y a darme cuenta que si bien la carrera nos enseña muchos conocimientos importantes y las bases para ser un buen ingeniero financiero, ocupo poner más de mi parte para poder llegar a soluciones más novedosas e interesantes en el ambito laboral y educativo.

- Ingeniero Financiero. Óscar Uriel Alvarado Garnica.

Reflexionando de una forma más personal, fuera de las finanzas o la economía, un proyecto multidisciplinario como este, me permitió darme cuenta de que estos conocimientos pueden ser aplicados a la vida cotidiana. Como personas, necesitamos enriquecernos de distintos ramos y buscar ayuda de otras personas, para poder lograr impactos más grandes y positivos en la sociedad. Hay dos aprendizajes principales con los que me quedo. El primero es que el conocimiento es poder. Sustentar las cosas es lo mejor que puedes hacer, porque cuando haces un trabajo bueno y de calidad, las cosas hablan por sí solas. El segundo es que, para poder llegar más lejos, es necesario rodearte de un buen equipo de trabajo, así como buenos mentores. Si quieres llegar rápido ve solo, si quieres llegar lejos ve acompañado.

5. Conclusiones

La metodología implementada en este proyecto cumplió en gran medida con los objetivos iniciales, logrando desarrollar un modelo capaz de anticipar las fases del ciclo económico y emplear estas predicciones para guiar decisiones de inversión a través de una estrategia de rotación sectorial. Los logros obtenidos, como el desempeño superior del modelo MLP con activación ReLU frente a las alternativas de regresión logística y XGBoost, refuerzan su potencial como herramienta en la gestión de portafolios. Asimismo, el análisis de backtesting dinámico confirmó la capacidad de la estrategia para superar al benchmark (S&P 500) en términos de rendimiento ajustado por riesgo.

Sin embargo, persisten áreas de mejora que deben ser consideradas en etapas futuras del proyecto. Una de ellas es la dependencia del modelo en las relaciones históricas identificadas, lo que puede limitar su eficacia en escenarios con dinámicas económicas atípicas. Para abordar este desafío, será fundamental establecer un esquema de reentrenamiento periódico del modelo, idealmente cada trimestre o después de eventos económicos disruptivos, asegurando que las predicciones se mantengan.

Además, el análisis evidenció un sesgo positivo en los histogramas de simulaciones, lo que podría indicar sensibilidad de la estrategia a condiciones económicas específicas. Aunque se incluyeron métricas avanzadas como el Ratio de Sharpe y el Alpha de Jensen para evaluar el desempeño, sería recomendable incorporar herramientas adicionales, como la estimación de densidad Kernel (KDE), para entender mejor los riesgos asociados a rendimientos negativos. Asimismo, explorar modelos con mayor interpretabilidad, como Random Forest, podría priorizar la toma de decisiones y aumentar la confianza en las predicciones generadas.

En términos prácticos, este proyecto representa un avance importante hacia la implementación de estrategias de inversión basadas en datos y aprendizaje automático. Sin embargo, se recomienda dar seguimiento al ajuste de los umbrales de rendimiento utilizados en la clasificación de posturas económicas y ampliar el análisis a otras condiciones del mercado. El éxito a largo plazo dependerá de la capacidad del modelo para adaptarse a un entorno económico en constante cambio, por lo que la siguiente etapa del proyecto debería enfocarse en garantizar su resiliencia y flexibilidad.

6. Bibliografía

Model Investing. (s. f.). "Asset Rotation Model". Recuperado el 2 de noviembre del 2024, de: <https://modelinvesting.com/investment-models/asset-rotation-model/>

Netwealth. (2022.). "What is rotation in investing and why and when does it matter?". Recuperado el 2 de noviembre del 2024, de:

<https://www.netwealth.com/ourviews/what-is-rotation-in-investing-and-why-and-when-does-it-matter/>

Kenton, W. (2023). "Economic Indicator". Recuperado el 2 de noviembre del 2024, de: https://www.investopedia.com/terms/e/economic_indicator.asp

Investopedia. (2022). "Cyclical vs. Non-Cyclical Stocks: What's the Difference?". Recuperado el 2 de noviembre del 2024, de: <https://www.investopedia.com/articles/00/082800.asp>

Hosmer, D. W., Lemeshow, S., & Sturdivant, R. X. (2013). "Applied Logistic Regression". Recuperado el 2 de noviembre del 2024, de: <https://www.wiley.com/en-us/Applied+Logistic+Regression-p-9780470582473>

Chen, T., & Guestrin, C. (2016). "XGBoost: A Scalable Tree Boosting System". Recuperado el 2 de noviembre del 2024, de: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/2939672.2939785>

Nwankpa, C., Ijomah, W., Gachagan, A., & Marshall, S. (2018). "Activation Functions: Comparison of Trends in Practice and Research for Deep Learning". Recuperado el 2 de noviembre del 2024, de: <https://arxiv.org/abs/1811.03378>

Bailey, D. H., Borwein, J., de Prado, M. L., & Zhu, Q. J. (2014). "The Probability of Backtest Overfitting". *Journal of Computational Finance*, 20(4), 39-70. Recuperado el 2 de noviembre del 2024, de: <https://doi.org/10.2139/ssrn.232625>

Chen, J. (2023). "Backtesting". Recuperado el 2 de noviembre del 2024, de: <https://www.investopedia.com/terms/b/backtesting.asp>

Chen, J. (2023). "Jensen's Measure". Recuperado el 2 de noviembre del 2024, de: <https://www.investopedia.com/terms/i/jensensmeasure.asp>

Hayes, A. (2023). "Sharpe Ratio". Recuperado el 2 de noviembre del 2024, de: <https://www.investopedia.com/terms/s/sharperatio.asp>

Anexos (en caso de ser necesarios)

ANEXO 1: “Repositorio de GitHub del producto final de este proyecto”:

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