

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE

MICROESTRUCTURA Y SISTEMAS DE TRADING



PROYECTO 002 INTRODUCCIÓN AL TRADING

Presenta:

Luis Eduardo Jiménez del Muro – 746484 – eduardo.jimenez@iteso.mx

Profesor: Luis Felipe Gómez Estrada

Fecha: 07/10/2025

Contenido

1. Introducción	3
2. Metodología e implementación	3
3. Estrategia.....	5
3.1 Relative Strength Index (RSI).....	5
3.2 EMA (Exponential Moving Average).....	5
3.3 Moving Average Convergence Divergence (MACD).....	6
3.4 Bandas de Bollinger	6
3.5 Oscilador Estocástico.....	6
3.6 Justificación	7
4. Resultados y análisis del rendimiento	7
4.1 Métricas de evaluación	7
4.2 Optimización	9
4.3 Resultados en el set de entrenamiento	10
4.4 Resultados en el set de prueba.....	11
4.5 Resultados en el set de validación	13
4.6 Evolución del capital en la sección de prueba y validación.....	15
5. Análisis del riesgo y limitaciones del proyecto.....	15
6. Conclusiones	16
Referencias.....	17

1. Introducción

El trading consiste en la compra y venta de instrumentos financieros con el objetivo de obtener ganancias a partir de los cambios en sus precios. Por lo general, esta actividad requiere del análisis de los mercados, la identificación de tendencias y la gestión adecuada del riesgo, por lo que es muy importante establecer reglas claras que reduzcan la influencia de la subjetividad en la toma de decisiones.

En los últimos años, el mercado de criptomonedas ha ganado mucho público inversionista, pues, debido a su alta volatilidad y liquidez, lo convierte en un espacio atractivo pero complejo para el desarrollo de estrategias de inversión. Dentro de este contexto, Bitcoin (BTC) es uno de los activos referencia y, por tanto, resulta adecuado como base para la implementación y evaluación de un sistema de trading.

En este proyecto, se desarrolla una estrategia de trading sobre el Bitcoin y un Tether (USD), que es una criptomoneda que intenta mantener un valor vinculado a una moneda subyacente, en este caso dólares americanos. Esta estrategia combina múltiples indicadores técnicos para generar señales de compra y venta. La estrategia busca optimizar el rendimiento ajustado al riesgo, priorizando específicamente la métrica del Calmar Ratio, que relaciona el rendimiento esperado anualizado del portafolio con el máximo drawdown.

Se mostrarán gráficos con el crecimiento de valor de los portafolios en las secciones de entrenamiento, pruebas y validación. Además se concluirá con los resultados obtenidos, con las tablas de retorno mensuales, trimestrales y anuales, así como también con las métricas de desempeño, como el ratio de Sharpe, Sortino, Calmar, Win Rate, entre otros. Para terminar, se mostrarán las principales limitaciones de la estrategia y áreas de mejora para próximos proyectos.

2. Metodología e implementación

La estrategia opera sobre BTC/USDT utilizando los datos del precio de cierre por hora y combina señales provenientes de varios indicadores técnicos, para con ello abrir posiciones largas o cortas. La lógica se centra en que para abrir una operación se requiere que al menos dos de los cinco indicadores implementados, envíen una señal ya sea de compra o de venta.

La gestión del riesgo de esta estrategia viene dada por el tamaño de la posición (ya sea una fracción del capital o un número fijo de unidades), el modelado de costos de comisión reales y umbrales de stop-loss y take-profit, los cuales son utilizados para

cerrar las posiciones automáticamente una vez el precio actual los revase, y esto aunque limita las ganancias, también limita las pérdidas.

El objetivo a optimizar en este proyecto es maximizar el Calmar Ratio, el cual, mide el rendimiento ajustado al riesgo dividiendo el retorno anualizado entre el máximo drawdown. Sirve principalmente para evaluar cuánto beneficio genera una estrategia en relación con su peor pérdida acumulada.

La manera en que se optimizará es utilizando Optuna, que es un framework de Python que realiza la búsqueda de los mejores parámetros para un modelo de forma automatizada. Utiliza algoritmos bayesianos, probando distintas combinaciones de parámetros y aprendiendo de los resultados anteriores, y con ello, predecir cuáles serán los mejores. A grandes rasgos es más eficiente que otros métodos, reduciendo tiempos a comparación otros métodos que realizan una búsqueda aleatoria o en cuadrícula.

Para realizar toda la optimización planteada anteriormente se realizará un proceso llamado backtesting. Este es un proceso que permite evaluar como es que una estrategia de inversión habría funcionado utilizando datos históricos del mercado. Con esto se puede simular la ejecución de operaciones tal como la estrategia fue diseñada, así como también imponer reglas. Esto nos permitiría monitorear el valor del portafolio a lo largo del tiempo, también, durante este proceso se calculan las métricas de desempeño como Ratio de Sharpe, Calmar Ratio, etc. Todo este proceso se realizará utilizando Python.

Para realizar el backtesting se dividirá el histórico de los precios en tres secciones: entrenamiento el 60%, prueba 20% y validación 20%. Esta separación tiene el objetivo de realizar toda la optimización en la sección de entrenamiento y posteriormente probar en la sección de prueba y validación, debido a que el modelo no conocería estos datos ni su comportamiento. Esto muestra como es que podría ser el desempeño de una estrategia para datos futuros aún no conocidos.

Con el objetivo de reducir el sobreajuste u “overfitting” del modelo se utilizó una estrategia llamada Walk Forward Analysis. Esta estrategia consiste en separar los datos de entrenamiento en una cantidad de n ventanas para evaluar los parámetros en cada una por separado. Para realizar esta separación de ventanas se utilizó la paquetería de Scikit-Learn de Python. Al final lo que interesaría optimizar es el Calmar Ratio promedio de todas las ventanas, lo que implicaría que se optimicen parámetros que no sólo sean óptimos en una ventana de tiempo, sino en muchas ventanas diferentes. Esto permite darle una mayor robustez a la estrategia permitiendo resultados más realistas.

3. Estrategia

La estrategia desarrollada para este proyecto consiste en combinar cinco indicadores técnicos para obtener señales de apertura de posiciones largas o cortas para el BTCUSDT. Con esto, se estarían monitoreando constantemente estos indicadores, para que, se abra una posición al momento en que dos de los cinco coincidan en que es momento de hacerlo.

Los indicadores para utilizar son el RSI, EMAs, MACD, Bandas de Bollinger y el Oscilador Estocástico, de manera que se pueda monitoriar la tendencia general del mercado, fuerza en los cambios de los precios, así como también las condiciones de sobrecompa y sobreventa en el mercado.

3.1 Relative Strength Index (RSI)

El Índice de Fuerza Relativa (RSI) es un indicador del tipo oscilador que mide la la fuerza con la que suben y bajan los precios de un activo con los cambios recientes en el precio, esto para identificar si existen condiciones de sobrecompa o sobreventa en el mercado que puedan significar cambios de tendencia. Sus valores oscilan entre 0 y 100.

En este proyecto, se optimizan tres parámetros del RSI: la ventana de cálculo (`rsi_window`), que determina el número de periodos usados para medir la fuerza relativa; el nivel inferior (`rsi_lower`) y el nivel superior (`rsi_upper`), que definen los umbrales de sobreventa y sobrecompa respectivamente, y nos darían las señales de apertura de posiciones.

3.2 EMA (Exponential Moving Average)

La Media Móvil Exponencial (EMA) es un indicador que se basa en medias móviles y asigna pesos elevados a los precios más recientes, por lo que puede reaccionar más rápido a los cambios en comparación a una media móvil simple. Este indicador se utiliza principalmente para identificar los cambios de tendencia en los precios del activo.

En este proyecto se optimizan dos parámetros del EMA: la EMA corta (`ema_short_window`) y la EMA larga (`ema_long_window`), los cuales indican las ventanas de tiempo de dos EMAs diferentes. Las señales de compraventa se generarían cuando ocurren cruces entre estas medias móviles, indicando cambios en la tendencia.

3.3 Moving Average Convergence Divergence (MACD)

El MACD es un indicador que combina dos EMAs y es utilizado para medir la fuerza y dirección de una tendencia. Para calcularlo hay que restar dos EMAs, una de ventana larga y una corta, con esto obteniendo la línea MACD. Posteriormente habría que calcular la línea de señal, que es un EMA de la línea MACD.

En este proyecto se optimizan tres parámetros del MACD: la EMA corta (`macd_short_window`), la EMA larga (`macd_long_window`) y la ventana de la EMA calculada sobre la línea MACD (`macd_signal_window`). Las señales de compraventa se generarían cuando la línea MACD cruza por la línea de la señal, lo que estaría un posible cambio de tendencia.

3.4 Bandas de Bollinger

Las Bandas de Bollinger son un indicador enfocado en la volatilidad. Consiste en calcular una media móvil del precio del activo, y dos bandas, superior e inferior, que se ubican a una cierta cantidad de desviaciones estándar de la media. Con este indicador se puede evaluar la magnitud de las fluctuaciones en el precio del activo.

En este proyecto se optimizan dos parámetros de las Bandas de Bollinger: la ventana de la media móvil del precio (`bollinger_window`) y el número de desviaciones estándar a las que estarán las bandas (`bollinger_num_std_dev`). Las señales de compraventa se generan cuando el precio toca o cruza la banda inferior o superior, lo que puede indicar que el activo está barato o caro.

3.5 Oscilador Estocástico

El oscilador estocástico es un indicador que compara el precio de cierre de un activo con un rango de precios (máximo o mínimo) en un periodo determinado. Este resultado indicaría una posición del precio de cierre dentro de ese rango y posteriormente se suaviza con una media móvil, y esto genera una línea. Posteriormente se definen dos umbrales y la línea la cruza se genera una señal de compraventa.

En este proyecto se optimizan cuatro parámetros del oscilador, primero la ventana donde se mide el rango de precios (`stoch_k_window`), segundo la ventana de la media móvil (`stoch_smooth_window`) y por último los umbrales superiores (`stoch_upper_threshold`) e inferior (`stoch_lower_threshold`).

3.6 Justificación

Gracias los indicadores elegidos es posible captar distintos aspectos del comportamiento del precio. Con los que están basados en medias móviles se pueden captar las tendencias y cambios en la dirección del mercado. Por otro lado, Con los indicadores de momentum, como el RSI y el Oscilador Estocástico, se identifican situaciones de sobreventa y sobrecompra.

Con la combinación de estos indicadores se busca generar señales confiables, pues para tomar la decisión se requiere que al menos dos de los cinco coincidan antes de abrir una nueva posición. Con esta implementación se reducen las probabilidades de tener señales equivocadas y así mejorar la consistencia de la estrategia.

4. Resultados y análisis del rendimiento

4.1 Métricas de evaluación

Para evaluar los resultados de la estrategia se calcularán varias métricas que consideran tanto el rendimiento y el riesgo. Estas métricas son clave para saber en qué periodos tuvo un mejor desempeño la estrategia, pues se pueden comparar entre ellas mostrando fortalezas y debilidades en cada periodo evaluado. Para las métricas que requieran anualización, se multiplicaría por un factor de 365×24 pues es está trabajando con datos en horas y el mercado se encuentra abierto a todas horas y todos los días del año

4.1.1 Ratio de Sharpe

El Ratio de Sharpe es una de las métricas de rendimiento ajustado por riesgo más conocidas y utilizadas, pues indica cuanto rendimiento tiene el portafolio por cada unidad de riesgo. Este ratio se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Sharpe} = \frac{\mu_{rets}}{\sigma_{rets}}$$

- μ_{rets} : es la media de los rendimientos anualizada.
- σ_{rets} : es la desviación estándar de los rendimientos anualizada.

4.1.2 Ratio de Sortino

En términos generales, es una métrica muy parecida al Ratio de Sharpe, sin embargo, el Ratio de Sortino no toma en cuenta toda la volatilidad del portafolio, sino que

únicamente considera la volatilidad negativa (downside risk), por lo que solo se penalizan las pérdidas negativas. Este ratio se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Sortino} = \frac{\mu_{rets}}{\sigma_{drets}}$$

- μ_{rets} : es la media de los rendimientos anualizada.
- σ_{drets} : es la volatilidad negativa de los rendimientos anualizada.

4.1.3 Maximum Drawdown

Esta métrica mide la mayor caída porcentual desde un máximo local (pico) del portafolio hasta un mínimo local (valle). Esta métrica evaluar que tan fuertes son las pérdidas que puede esperar un inversionista. La manera de calcularlo es la siguiente:

$$\text{MDD} = \frac{\text{Pico} - \text{Valle}}{\text{Pico}}$$

4.1.4 Calmar Ratio

Es una métrica que relaciona el rendimiento del portafolio con su máximo drawdown. Esto proporciona una medida de rendimiento ajustada por riesgo, pero de riesgo de pérdidas fuertes. A mayor calmar indica que la estrategia logra altos rendimientos con drawdowns pequeños. La manera de calcularlo es la siguiente:

$$\text{Calmar} = \frac{\mu_{rets}}{\text{MDD}}$$

- μ_{rets} : es la media de los rendimientos anualizada.
- MDD: es el Maximum Drawdown.

4.1.5 Calmar Ratio

Es una medida simple, pues únicamente es la proporción de operaciones que ganaron dinero sobre el total de operaciones. Esta métrica es útil para saber que tan probable fue que la estrategia ganara las operaciones. La manera de calcularlo es la siguiente:

$$\text{Calmar} = \frac{\text{Número de operaciones ganadoras}}{\text{Total de operaciones}}$$

4.2 Optimización

Los resultados de esta estrategia han sido buenos, pues ha habido rendimientos positivos en los tres sets de datos, sin embargo, al momento de comparar con una estrategia “Buy and Hold”, que consiste en comprar el activo y mantenerlo durante todo el tiempo de inversión sin realizar ventas intermedias, se observan diferencias importantes, pues en todo momento tuvo mejor rendimiento la Buy and Hold.

Para que Optuna pueda realizar la optimización, se requiere indicar un rango de valores entre los que se quiere encontrar la solución, además de incluir si el parámetro a optimizar es un número decimal o entero. Las ventanas elegidas para cada parámetro son las siguientes:

Parámetro	Tipo	Rango	Descripción
rsi_window	Entero	8 – 50	Ventana para el cálculo del RSI.
rsi_lower	Entero	5 – 40	Umbral inferior del RSI.
rsi_upper	Entero	60 – 90	Umbral superior para señal de venta del RSI.
ema_short_window	Entero	5 – 20	Ventana de la media móvil exponencial corta.
ema_long_window	Entero	21 – 100	Ventana de la media móvil exponencial larga.
macd_short_window	Entero	5 – 20	Ventana corta para el MACD.
macd_long_window	Entero	21 – 100	Ventana larga para el MACD.
macd_signal_window	Entero	5 – 30	Ventana de la línea de señal del MACD.
bollinger_window	Entero	10 – 60	Ventana para las Bandas de Bollinger.
bollinger_num_std_dev	Decimal	0.5 – 3.5	Número de desviaciones estándar.
stoch_k_window	Entero	5 – 30	Ventana del indicador estocástico.
stoch_smooth_window	Entero	2 – 10	Ventana de suavizado del estocástico.
stoch_lower_threshold	Decimal	5 – 30	Umbral inferior del oscilador estocástico.
stoch_upper_threshold	Decimal	70 – 95	Umbral superior del oscilador estocástico.
stop_loss	Decimal	0.01 – 0.30	Nivel de pérdida máxima permitida por operación.
take_profit	Decimal	0.01 – 0.30	Nivel de ganancia objetivo para cerrar una operación.
capital_fraction	Decimal	0.01 – 0.25	Fracción del capital total invertido por operación.

Al momento de realizar la optimización con Optuna se realizaron pruebas desde 50 hasta 500 trials (número de iteraciones de la optimización), y se encontró que los mejores resultados se obtienen con aproximadamente 200. Pues con menos iteraciones Optuna no es capaz de encontrar buenos parámetros, y con más

iteraciones existe un sobreajuste en el entrenamiento, lo que impide tener buenos rendimientos en los sets de prueba y validación.

4.3 Resultados en el set de entrenamiento

Como ya se mencionó, los resultados no fueron los mejores, en primera instancia porque no se encuentran parámetros que obtengan rendimiento positivo todas las veces que se optimizan, es decir, únicamente existen rendimientos alrededor del 30% o 40% de las veces. Además, las veces en las que se obtienen rendimientos, nunca se logra superar a lo que se obtendría con una estrategia Buy and Hold. A lo largo de muchas optimizaciones se obtuvieron siguientes parámetros, que son los que obtuvieron uno de los mejores resultados:

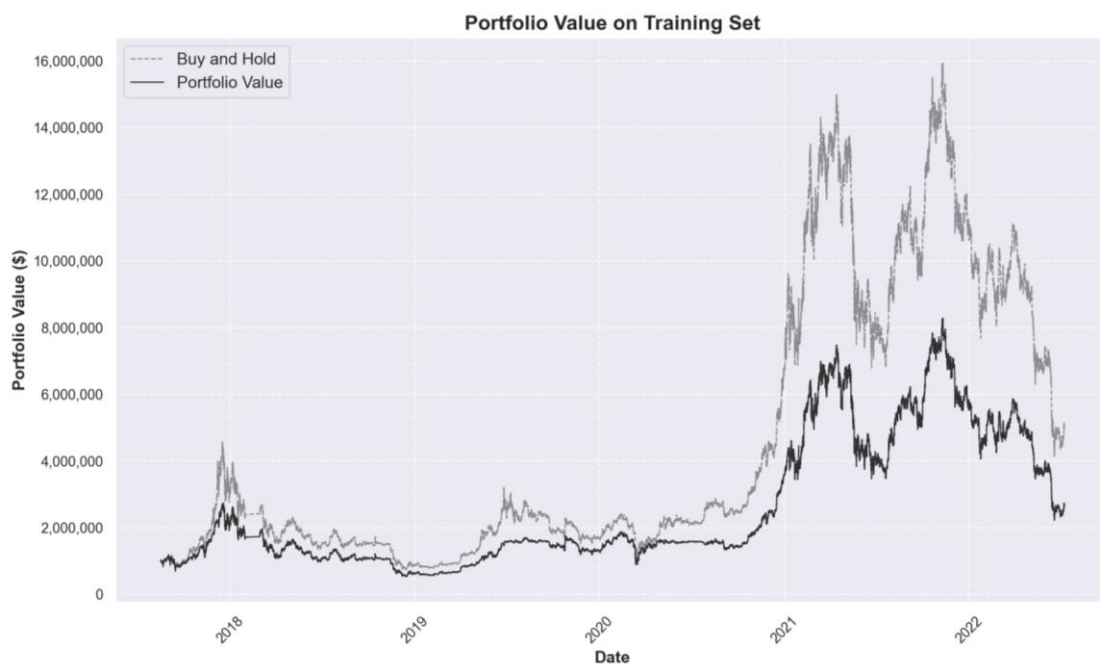
Parámetro	Valor
rsi_window	10
rsi_lower	40
rsi_upper	90
ema_short_window	9
ema_long_window	75
macd_short_window	8
macd_long_window	71
macd_signal_window	15
bollinger_window	14
bollinger_num_std_dev	1.7815
stoch_k_window	11
stoch_smooth_window	9
stoch_lower_threshold	25.2229
stoch_upper_threshold	94.9743
stop_loss	0.2936
take_profit	0.2846
capital_fraction	0.1826

Los resultados que obtuvieron estos parámetros en la sección de entrenamiento son bastante malos, pues ninguna de las métricas de rendimiento ajustados por riesgo supera a la unidad. Sin embargo, hay que recordar que, en el periodo de entrenamiento, aunque se quieren buenos resultados, también se quiere que no exista un sobreajuste del modelo que pueda sesgar los resultados en el periodo de prueba. Los resultados en entrenamiento fueron:

Métrica	Valor
Sharpe	0.6463

Sortino	0.7876
Maximum Drawdown	0.8072
Calmar	0.5768
Win rate on long positions	0.4909
Win rate on short positions	0.3636
General win rate	0.4888
Number of Long Trades	4516
Number of Short Trades	77

La evolución del capital en este periodo a comparación de la estrategia Buy and Hold se muestra en la siguiente gráfica:



Como se puede ver, a pesar de que se obtienen rendimientos, se llegó a un capital de más de 2 millones de dólares, mientras que con un Buy and Hold se hubiera llegado a uno de 5 millones aproximadamente, por lo que esta diferencia no sería aceptable si se está hablando de una buena estrategia de trading.

4.4 Resultados en el set de prueba

Al probar los parámetros obtenidos en el periodo de prueba se obtuvieron los siguientes resultados:

Métrica	Valor
Sharpe	1.5071
Sortino	1.8974
Maximum Drawdown	0.2738

Calmar	2.093
Win rate on long positions	0.9398
Win rate on short positions	0.0909
General win rate	0.9142
Number of Long Trades	1413
Number of Short Trades	44

Las tablas de rendimiento en este periodo son las siguientes:

Datetime	Monthly Returns
31/07/2022	7.72%
31/08/2022	-10.06%
30/09/2022	-2.17%
31/10/2022	3.77%
30/11/2022	-11.31%
31/12/2022	-2.38%
31/01/2023	25.83%
28/02/2023	0.06%
31/03/2023	16.92%
30/04/2023	2.72%
31/05/2023	-6.91%
30/06/2023	12.01%
31/07/2023	-4.01%
31/08/2023	-11.24%
30/09/2023	3.93%
31/10/2023	29.10%
30/11/2023	9.21%
31/12/2023	13.32%
31/01/2024	2.74%
29/02/2024	14.35%

Datetime	Quarterly Returns
30/09/2022	-5.22%
31/12/2022	-10.16%
31/03/2023	47.20%
30/06/2023	7.10%
30/09/2023	-11.45%
31/12/2023	59.76%
31/03/2024	17.48%

Datetime	Annual Returns
31/12/2022	-14.85%

31/12/2023	123.03%
31/12/2024	17.48%

El general, el resumen del periodo de prueba fue el siguiente:

Initial Capital	\$1,000,000.00
Final Capital	\$2,231,136.54
Net Profit	\$1,231,136.54
Total Return on Investment (ROI)	123.11%
Buy and Hold Strategy ROI (for comparison)	124.18%

4.5 Resultados en el set de validación

Al probar los parámetros obtenidos en el periodo de validación se obtuvieron los siguientes resultados:

Métrica	Valor
Sharpe	0.9876
Sortino	1.21
Maximum Drawdown	0.316
Calmar	1.2037
Win rate on long positions	0.9084
Win rate on short positions	0.0435
General win rate	0.8965
Number of Long Trades	1648
Number of Short Trades	23

Las tablas de rendimiento en este periodo son las siguientes:

Datetime	Monthly Returns
29/02/2024	15.01%
31/03/2024	13.33%
30/04/2024	-14.88%
31/05/2024	11.32%
30/06/2024	-7.06%
31/07/2024	2.96%
31/08/2024	-10.24%
30/09/2024	7.38%
31/10/2024	11.17%
30/11/2024	22.42%
31/12/2024	-1.47%
31/01/2025	4.67%
28/02/2025	-9.12%

31/03/2025	-1.00%
30/04/2025	6.52%
31/05/2025	5.48%
30/06/2025	1.27%
31/07/2025	2.48%
31/08/2025	-6.36%
30/09/2025	4.00%

Datetime	Quarterly Returns
31/03/2024	30.34%
30/06/2024	-11.94%
30/09/2024	-0.77%
31/12/2024	34.08%
31/03/2025	-5.82%
30/06/2025	13.79%
30/09/2025	-0.20%

Datetime	Monthly Return
31/12/2024	52.72%
31/12/2025	6.95%

El general, el resumen del periodo de validación fue el siguiente:

Initial Capital	\$1,000,000.00
Final Capital	\$1,633,304.51
Net Profit	\$633,304.51
Total Return on Investment	63.33%
Buy and Hold Strategy ROI for Comparison	132.38%

4.6 Evolución del capital en la sección de prueba y validación



Una vez más podemos observar que a pesar de que se obtuvieron rendimientos positivos en ambos periodos y en ninguno se logró superar a la estrategia de Buy and Hold. Esto puede deberse principalmente a que como se vio en las tablas de estos periodos, existe muy poco Win Rate en las operaciones cortas, pues se obtuvo aproximadamente un 9% y 4% en cada periodo respectivamente, mientras que en las posiciones largas ambos periodos tuvieron Win Rate de más del 90%.

5. Análisis del riesgo y limitaciones del proyecto

A pesar de que esta estrategia ha mostrado rendimientos positivos en los tres periodos evaluados, se ha evidenciado que existen limitaciones importantes en cuanto a la robustez de la estrategia. Como se mencionó, no todas las veces que se optimizó se obtuvieron escenarios con rendimientos, de hecho, la mayoría de los escenarios tienen pérdidas. Por lo que principal riesgo identificado es la alta dependencia de las condiciones del mercado, ya que la estrategia fue optimizada sobre datos históricos en un set específico y existen casos donde no puede adaptarse adecuadamente a nuevos entornos con distinta volatilidad o tendencia.

Además, otra de las principales fuentes del riesgo se puede observar en el Win Rate de las operaciones, pues se observa una asimetría muy alta entre las posiciones largas y cortas. Mientras se tiene un Win Rate alto en las largas, en las cortas es muy bajo. Esto hace pensar que la estrategia pueda ser muy sensible a las tendencias del

mercado, haciendo que, si hay periodos de bajistas o de baja volatilidad, el modelo no sepa lo que hay que hacer y se limiten las ganancias.

Por último, aunque gracias a Optuna se pudo explorar una gran cantidad de posibilidades de manera eficiente, es evidente que los indicadores elegidos no fueron los mejores para capturar el comportamiento del precio del Bitcoin y su complejidad. Además, este proyecto tiene una limitación importante en este aspecto, y es que para mejorar la rentabilidad de la estrategia podría proponerse un reajuste de los parám

También es importante mencionar que el backtesting no considera todos los factores del entorno real, como deslizamientos de precio (slippage), latencia en la ejecución de órdenes o cambios en las comisiones de los exchanges, los cuales pueden afectar negativamente la rentabilidad. Como limitación, la estrategia no incorpora un sistema de reajuste dinámico de parámetros, lo que la hace estática frente a la evolución del mercado.

6. Conclusiones

En este proyecto se desarrolló una estrategia de trading sobre el par BTC/USDT combinando múltiples indicadores técnicos, con el objetivo de generar señales de compra y venta de manera sistemática. La estrategia fue optimizada utilizando Optuna para maximizar el Calmar Ratio, y evaluada mediante backtesting con división en sets de entrenamiento, prueba y validación, así como mediante Walk Forward Analysis para reducir el riesgo de sobreajuste. Los resultados muestran que la estrategia es capaz de generar rendimientos positivos, aunque de manera consistente no logra superar a una estrategia de Buy and Hold en el mismo periodo.

El análisis de desempeño indica que la estrategia es más eficiente en operaciones largas, con un alto Win Rate, mientras que las operaciones cortas presentan un rendimiento y un Win Rate limitado. Esto sugiere que, a pesar de que la combinación de indicadores técnicos permite capturar tendencias y condiciones de sobrecompra o sobreventa, la estrategia aún tiene limitaciones para adaptarse a cambios bruscos del mercado y aprovechar caídas pronunciadas de manera consistente.

La parte de gestión de riesgos de la estrategia incluye la implementación de stop loss, take profit en las operaciones, así como también la limitante de gastar sólo una fracción del capital por operación. Esto permitió limitar pérdidas y proteger el portafolio durante periodos de alta volatilidad, sin embargo, se observó que no siempre se tuvieron resultados con ganancias. La diferencia en el rendimiento comparado con la Buy and Hold evidencia que la estrategia sacrifica potencial de ganancias con tal de tener estabilidad, lo que podría ser bueno en un enfoque conservador de inversión.

Finalmente, este proyecto demuestra que es viable de desarrollar un sistema de trading automatizado con Python, aunque también muestra la necesidad de seguir explorando ajustes de parámetros, integración de nuevos indicadores o enfoques de Machine Learning o Deep Learning para mejorar la adaptabilidad a condiciones cambiantes del mercado.

Referencias

- Akiba, T., Sano, S., Yanase, T., Ohta, T., & Koyama, M. (2019, 25 julio) *Optuna: A next-generation hyperparameter optimization framework*. arXiv. <https://arxiv.org/abs/1907.10902>
- CFI Team. (s, f). *Calmar Ratio*. Corporate Finance Institute. <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/career-map/sell-side/capital-markets/calmar-ratio>
- CFI Team. (s, f). *Maximum Drawdown*. Corporate Finance Institute. <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/career-map/sell-side/capital-markets/maximum-drawdown>
- Chen, J. (2025, 9 septiembre). *Exponential Moving Average (EMA): Definition, Formula, and Usage*. Investopedia. <https://www.investopedia.com/terms/e/ema.asp>
- Fernando, J. (2025, 15 septiembre). *Sharpe Ratio: Definition, Formula, and Examples*. Investopedia. <https://www.investopedia.com/terms/s/sharperatio.asp>
- IG (s. f.). *¿Qué son las criptomonedas y qué es el trading de criptomonedas?*. IG. <https://www.ig.com/latam/trading-de-criptomonedas/que-es-el-trading-de-criptomonedas>
- IG (s. f.). *Bandas de Bollinger: ¿qué son y como se utilizan en el trading?*. IG. <https://www.ig.com/es/estrategias-de-trading/bandas-de-bollinger---que-son---como-se-utilizan-en-trading--190204>
- IG (s. f.). *¿Qué es el indicador estocástico y cómo utilizarlo en trading?*. IG. <https://www.ig.com/es/estrategias-de-trading/-que-es-el-indicador-estocastico-y-como-utilizarlo-en-trading--230213>
- Kenton, W (2025, 6 junio). *Sortino Ratio: Definition, Formula, Calculation, and Example*. Investopedia. <https://www.investopedia.com/terms/s/sortinoratio.asp>

- Santander, B. (s. f.). *¿Qué es el trading y cómo funciona?*. Banco Santander. <https://www.bancosantander.es/glosario/trading>
- Santander, B. (s. f.). *¿Qué es el Indicador RSI o Índice de Fuerza Relativa?*. Banco Santander. <https://www.bancosantander.es/glosario/rsi-o-indice-de-fuerza-relativa>
- Santander, B (s. f.). *¿Qué es el Indicador MACD o Moving Average Convergence Divergence*. Banco Santander. <https://www.bancosantander.es/glosario/indicador-macd-o-moving-average-convergence-divergence>