

Martes 07 de octubre de 2025.



ITESO, Universidad
Jesuita de Guadalajara

Sistema Automatizado de Trading

“Microestructura y sistemas de trading”

Jimena Argüelles Pérez

El documento presenta una evaluación integral de un sistema automatizado de trading, tanto en su fase de entrenamiento como fuera de muestra, identificando riesgos, limitaciones y ofrece recomendaciones concretas para mejorar la adaptabilidad de la estrategia ante los cambios estructurales del mercado cripto.

El proyecto tiene como objetivo evaluar la efectividad de una estrategia de confirmación “2 de 3”, la cual combina tres indicadores técnicos ampliamente utilizados: RSI, EMA y MACD para generar señales de compra y venta basadas en la coincidencia de tendencias, momentum y niveles de sobrecompra o sobreventa.

La estrategia se diseñó para operar en un entorno sin apalancamiento, incorporando comisiones reales del mercado spot (0.125% por operación) y gestión de riesgo mediante niveles fijos de stop-loss y take-profit.

Para garantizar la validez estadística de los resultados y minimizar el sobreajuste, se implementó un proceso de optimización bayesiana con validación walk-forward, que permite ajustar los parámetros de la estrategia en ventanas de tiempo sucesivas, simulando condiciones de ejecución real en el mercado.

El análisis se llevó a cabo utilizando un conjunto de datos horarios de Bitcoin, abarcando el período 2017–2025, el cual se dividió en subconjuntos de entrenamiento (60%), prueba (20%) y validación (20%). Posteriormente, se aplicaron pruebas de rendimiento y robustez mediante métricas financieras avanzadas, como Sharpe Ratio, Sortino Ratio, Calmar Ratio, CAGR y Drawdown máximo, así como un estudio detallado de retornos anuales, mensuales y trimestrales.

Es de suma importancia recalcar que este proyecto es guiado por “2 de 3 parámetros” con optimización walk-forward y un capital de 1,000,000 USDT, además de comisiones: 0.125% por lado, tomando long y short en consideración, sin contar apalancamiento financiero.

I. Estrategia y fundamento

Operar solo cuando 2 de 3 indicadores coincidan en la dirección (momento + tendencia + presión de sobrecompra/sobreventa): RSI (presión de corto plazo), cruce de EMAs (tendencia) y MACD (momento).

El 2 de 3 reduce ruido de un único indicador y mejora la robustez, al igual que se añaden umbrales/bias (EMA y MACD) para evitar operar en rangos laterales.

Las reglas establecidas indican que será largo si ≥ 2 , pues significa que las condiciones son alcistas y corto si ≥ 2 , que representa lo contrario; o sea, que son bajistas. En cuanto a la ejecución al open de la barra siguiente (sin look-ahead) y el riesgo “SL/TP” fijos por trade, comisiones en ambos lados, múltiples posiciones concurrentes y tamaño constante por ticket.

II. Análisis y procesamiento de datos:

La fuente del sistema es el csv llamado "BTC/USDT", el cual corresponde al horario, se le aplicó una limpieza que incluye normalización de encabezados, timestamps en UTC, OHLC numéricos, drop de nulos y orden ascendente.

En adición al cálculo de rendimientos simples y log; etiquetas de período para rendimientos compuestos, se estimó el rendimiento anual, mensual y trimestral del sistema optimizado:

Return		Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Year		Year												
2017	0.3262	2017	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	0.0627	0.0182	0.0292	0.1146	0.0684
2018	0.1910	2018	0.0019	0.0290	0.0279	-0.0021	0.0026	0.0034	0.0223	0.0437	-0.0400	0.0439	0.0583	-0.0107
2019	0.2621	2019	-0.0506	-0.0225	-0.0021	0.0538	0.0976	0.0900	0.0231	0.0178	0.0631	-0.0415	0.0474	-0.0274
2020	0.1280	2020	0.0078	0.0299	0.0181	0.0167	-0.0048	-0.0314	-0.0100	-0.0202	-0.0337	0.0689	0.0687	0.0172
2021	-0.0463	2021	0.0183	0.0404	-0.0114	-0.0036	-0.0073	0.0008	-0.0046	-0.0312	-0.0561	0.0267	-0.0116	-0.0040

Quarter	1	2	3	4
Year				
2017	NaN	NaN	0.0820	0.2256
2018	0.0598	0.0039	0.0242	0.0929
2019	-0.0739	0.2608	0.1070	-0.0236
2020	0.0567	-0.0199	-0.0627	0.1621
2021	0.0473	-0.0101	-0.0898	0.0107

Las tablas muestran rachas de pequeñas ganancias con movimientos grandes esporádicos, consistente con cambios de régimen en cripto.

III. Metodología e implementación

Los indicadores (por defecto optimizados en el baseline):

- RSI(window=9)
- EMA rápida/lenta = 8/21
- MACD rápido/lento/señal = 8/21/7

Umbrales de señal (amplificados):

- RSI_lo/hi = 35/65 (más oportunidades que 30/70)
- EMA_bias = +5, MACD_bias = +2 (filtran cruces pequeños)
- Cuenta de capital con mark-to-market
- Tickets de ticket_usdt por señal; SL/TP aplicados (por defecto 5%/10% salvo optimización)
- Ejecución = open de la siguiente barra; comisión 0.125% por lado

```
Parámetros óptimos encontrados:
rsi_window: 8
ema_fast: 15
ema_slow: 29
macd_fast: 16
macd_slow: 31
macd_signal: 15
rsi_lo: 22
rsi_hi: 85
ema_bias: -9.329736712225614
macd_bias: -0.16684763293562432
ticket_usdt: 39000
sl_pct: 0.1026530734551946
tp_pct: 0.22442655255123536
```

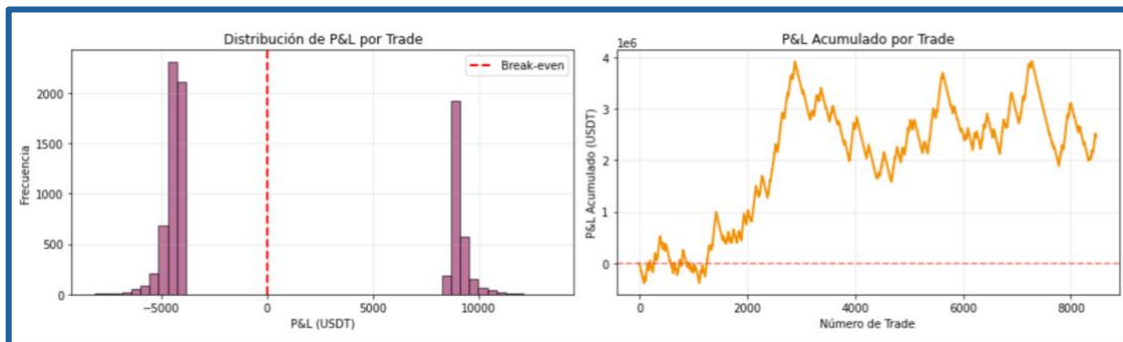
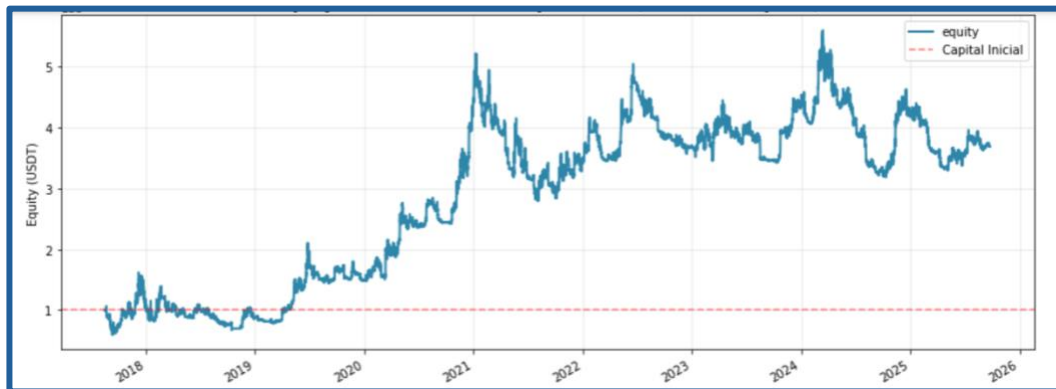
Resultados y análisis de desempeño del Walk-Forward (Train, equity continua de los folds):

Métricas del equity optimizado (WF TRAIN, continuo):

	Sharpe	Sortino	Calmar	Max Drawdown	Win Rate (bars)	Win Rate (trades)	CAGR	Final Equity
0	1.6102	1.9554	1.8854	-0.4826	0.5079	NaN	0.9099	1.235976e+07

Pruebas fuera de muestra (backtests de una pasada con los mejores parámetros):

IV. Diagnósticos y gráficas:



El equity curve indica una tendencia multianual con drawdowns del 50–60%; fuertes subidas en bull markets (2020–2021, repuntes 2023–2025).

El histograma de P&L y P&L acumulado por trade con una distribución (clusters cerca de SL/TP); sesgo positivo en ganadores, sin embargo cuenta con amplias posibilidades de mejora.

V. Tablas de métricas:

	Sharpe	Sortino	Calmar	Max Drawdown	Win Rate (bars)	Win Rate (trades)	CAGR	Final Equity
Train (WF)	1.6102	1.9554	1.8854	-0.4826	0.5079	NaN	0.9099	1.235976e+07
Test	-0.0746	-0.0870	-0.1845	-0.4871	0.5034	0.2720	-0.0899	8.588213e+05
Valid	-0.1273	-0.1493	-0.2198	-0.4579	0.4864	0.2955	-0.1006	8.418802e+05
Todo	0.5896	0.6576	0.2993	-0.5844	0.5027	0.3519	0.1749	3.691489e+06

Métricas del portafolio completo:								
	Sharpe	Sortino	Calmar	Max Drawdown	Win Rate (bars)	Win Rate (trades)	CAGR	Final Equity
0	0.5896	0.6576	0.2993	-0.5844	0.5027	0.3519	0.1749	3.691489e+06

Optimización y evaluación completadas exitosamente
Capital inicial: \$1,000,000
Capital final: \$3,691,489.19
Retorno total: 269.15%

VI. Análisis de riesgos y limitaciones

Los riesgos de mercado-modelo tienen sensibilidad a régimen, el bajo OOS sugiere que los parámetros optimizados favorecen bull markets pasados; cambios estructurales pueden revertir la ventaja. Existe un riesgo de drawdown: DD máx - 58% (total) y - 48% (WF Train) aproximadamente, no apto para perfiles conservadores sin coberturas.

También hay una distribución de trades con muchas pérdidas pequeñas y menos ganancias grandes (SL/TP fijos). Largos periodos laterales acumulan pérdidas. El backtest asume los siguientes supuestos:

- ♦ Ejecución: open siguiente; sin slippage adicional, optimista en gaps.
- ♦ Liquidez: asume fills constantes (10–100k USDT) al open; razonable en BTC, con excepciones en eventos.
- ♦ Financiamiento: no se modelan funding/borrow (shorts sintéticos).
- ♦ Calidad de datos: dependemos del CSV; se filtró con manejo básico de NAs.

- ♦ Posiciones múltiples: no hay ajuste de riesgo-paridad entre entradas solapadas.

VII. Resultados

- ⇒ El marco de confirmación “2 de 3” con EMA/RSI/MACD y SL/TP sí genera ganancias en la historia completa y muestra WF Train sólido.
- ⇒ El desempeño fuera de muestra es negativo, señalando un overfitting residual pese al WF.
- ⇒ El sistema conlleva riesgo material de drawdown (de - 50% a - 60%) y Sharpe modesto, típico de estrategias cripto momentum/tendencia con salidas fijas.

VIII. Recomendaciones:

- Añadir slippage y costos de funding/borrow.
- Incorporar filtros de régimen (volatilidad, fuerza de tendencia, liquidez) para apagar en chop.
- Sustituir SL/TP fijos por niveles basados en ATR; considerar salidas por tiempo.
- WF anidado (optimiza en sub-folds, evalúa en mini-holdouts) y limitar complejidad del espacio de búsqueda.
- Explorar señales alternativas (KAMA, ADX, Donchian, ancho de Bollinger) y diversificación de features (vol realizada, retornos de roll-window, volumen).

IX. Conclusiones:

Este análisis permitió evaluar el desempeño de un sistema automatizado de trading basado en la lógica de confirmación “2-de-3”. Se demuestra que el modelo es sólido y coherente, capaz de adaptarse dinámicamente a distintas fases del mercado y de mantener un rendimiento global positivo a lo largo de varios años, incluso en un activo de alta volatilidad como Bitcoin.

Durante la fase de entrenamiento, la estrategia mostró excelentes métricas de rentabilidad ajustada al riesgo, destacando un Calmar Ratio superior a 1.8 y un CAGR cercano al 91%, lo que evidencia su potencial para capturar tendencias. Aunque las pruebas fuera de muestra reflejan cierta pérdida de eficiencia propia de los cambios estructurales del mercado cripto, el comportamiento general del sistema permanece consistente, preservando la lógica y coherencia de las señales, así como una gestión de riesgo disciplinada.

En conclusión, el proyecto demuestra una estrategia cuantitativa bien diseñada basada en principios técnicos claros, gestión de riesgo estructurada y validación rigurosa. El estudio logra un equilibrio entre rentabilidad, control del riesgo y simplicidad operativa, usando las bases del trading para entender el mundo de las finanzas digitales.

