

# Executive Report — Trading BTC/USDT

*Con costos de transacción, validación cruzada temporal y métricas profesionales*

Autor: Israel López Piña | Fecha: 2025-10-07



ITESO, Universidad  
Jesuita de Guadalajara

## Tabla de contenido

Tabla de contenido.....	1
Executive Report (Resumen Ejecutivo) .....	3
Objetivo .....	3
Métricas Clave .....	3
Conclusión Ejecutiva .....	3
Detailed description of the strategy and rationale.....	4
Data analysis and preprocessing .....	4
Methodology and implementation.....	4
Results and performance analysis.....	6
Performance metrics graphs & tables .....	6
Risk analysis and limitations .....	10
Conclusions .....	10
Glosario de términos.....	11
Bibliografía .....	13

## Executive Report

*Activo: BTC/USDT | Timeframe: 1 hora | Periodo: 2017–2025 | Comisiones: 0.125% por lado / Apalancamiento: No | Largos y cortos: Sí*

### Objetivo

Construir un sistema tendencial con confirmación multi-indicador (2-de-3 entre SMA/RSI/Estocástico) y filtro EMA, con gestión de riesgo por ATR y 'risk-based sizing'. El foco es reducir drawdowns en un activo altamente volátil manteniendo rentabilidad neta positiva tras costos.

### Métricas Clave

Métrica	Valor
Capital Final (\$)	\$118,916.64
Retorno Total	18.92%
CAGR	2.19%
Sharpe	0.058
Sortino	0.044
Calmar	0.148
Max Drawdown	-14.73%
Trades	757
Win Rate	31.4%
Profit Factor	1.11

### Conclusión Ejecutiva

El sistema logra retorno neto positivo con drawdown contenido (~15%) en BTC durante 8+ años sin apalancamiento. Pese a un Sharpe/Calmar modestos (turnover y costos altos en H1), la robustez de diseño, PF>1 y la resiliencia en años bajistas sustentan su validez. Se proponen mejoras (gating por régimen, trailing ATR, parciales, volatility targeting, reglas de horario y walk-forward) para elevar Sharpe sin sacrificar control de riesgo.

## Detailed description of the strategy and rationale

### Señales principales:

- SMA corta vs. SMA larga (cruces) → sesgo tendencial.
- RSI saliendo de sobreventa/sobrecompra → momento/mean-reversion controlado.
- Estocástico (K/D) cruzando umbrales → detección de swings en rangos.

### Regla de entrada:

- Se exige 2-de-3 señales activas para ejecutar compra/venta. Reduce falsos positivos a cambio de menos oportunidades.
- Filtro de tendencia (EMA): solo largos por encima de EMA y cortos por debajo (trade with the trend).
- Persistencia: la señal debe sostenerse N barras; cooldown tras cerrar posición para evitar sobre-operar.

### Gestión de salidas y riesgo:

- SL/TP por ATR (dinámicos): adaptan la relación riesgo/beneficio a la volatilidad vigente.
- Cierre por señal opuesta o time-stop para evitar estancamientos.
- Sizing por riesgo: arriesgar p% del equity; Unidades =  $(p \cdot \text{Equity}) / \text{Distancia\_SL}$ . Controla la pérdida máxima por trade.

## Data analysis and preprocessing

- Validación de columnas OHLCV, coerción numérica, normalización de nombres y timestamps en UTC.
- Ordenación estricta por fecha y limpieza de NaN críticos (warmup para indicadores).
- Features auxiliares: retornos (simple/log), rango intradiario, cercanía a extremos, cambios de volumen.
- Partición temporal 60/20/20 (train/test/validation) sin fuga de información.

## Methodology and implementation

1. Arquitectura modular: data\_loader.py, indicators.py, backtest.py, optimization.py, metrics.py, visualization.py, Main.py.

data_loader.py	Carga el CSV de BTC/USDT de forma robusta (autodetección de encabezado y separador), normaliza nombres de columnas, parsea fechas a UTC y valida que OHLCV sean numéricos; luego ordena por tiempo, limpia NaN críticos y enriquece con features básicas (retornos simple/log, rango, cercanía a máximos/mínimos, cambios de volumen). Finalmente ofrece un split temporal 60/20/20 (train/test/validation) sin fuga de información,
----------------	--

	dejando el dataset listo para indicadores, optimización y backtesting.
indicators.py	Calcula indicadores clásicos (SMA, EMA, RSI, Estocástico, ATR y Bandas de Bollinger) y genera señales individuales de compra/venta; después las combina con una regla de confirmación 2-de-3 (entre SMA/RSI/Estocástico), aplica filtro de tendencia por EMA (solo largos sobre la EMA y cortos debajo) y una persistencia mínima de barras para reducir ruido, devolviendo columnas de señales limpias para el motor de backtest.
backtest.py	Implementa un motor de backtesting realista con comisiones 0.125%, slippage en bps, largos y cortos sin apalancamiento (compras con caja; cortos con margen en efectivo), entradas al open de la barra siguiente y cierres intrabar por SL/TP usando high/low; soporta stops dinámicos por ATR, time-stop, cierre por señal opuesta, cooldown y position sizing por riesgo (p% del equity) o por fracción, retornando la curva de portafolio y el log de operaciones.
optimization.py	Orquesta la búsqueda de hiperparámetros con Optuna (TPE) y TimeSeriesSplit para evaluar fuera de muestra: explora ventanas y umbrales de indicadores, uso de ATR-stops, filtro EMA, confirmación mínima, persistencia, cooldown, size mode y riesgo por trade, SL/TP, etc.; la función objetivo pondera Calmar, Sharpe y Retorno con penalizaciones (PF<1, muy pocos/muchos trades, cortos negativos) y expone utilidades para optimizar, validar el mejor trial y (opcionalmente) hacer grid search.
metrics.py	Calcula métricas “de industria” sobre la curva de equity y el set de trades: retorno total, CAGR, volatilidad, Sharpe, Sortino, Calmar, máximo drawdown, win rate, profit factor y recovery factor; agrupa todo en un resumen vía calculate_all_metrics, facilitando impresiones/formatos para comparar train/test/validation y el backtest completo.
visualization.py	Genera los gráficos y tablas del informe: dashboard (precio con SMA/EMA, equity curve, drawdown, P&L por trade y tabla de métricas), análisis de distribución (histograma, Q-Q, boxplot, retorno acumulado, rolling Sharpe) y tablas de desempeño mensual, trimestral y anual (heatmaps/resúmenes), guardando todo como PNG para integrarlo al reporte.
Main.py	Es el orquestador end-to-end: carga y prepara datos, realiza el split temporal, corre la optimización en train, valida en test, ejecuta backtests en validation y en el dataset completo

	con los mejores parámetros, calcula e imprime métricas comparativas, y finalmente genera/guarda todas las figuras y tablas que alimentan el reporte ejecutivo.
--	--

2. Generación de señales (SMA/RSI/Stoch) y aplicación de filtro EMA + persistencia/cooldown.
3. Backtester con comisiones 0.125% por lado, slippage parametrizable, soporte de cortos y valoración mark-to-market.
4. Optimización con Optuna (TPE) + TimeSeriesSplit, función objetivo compuesta (Calmar/Sharpe/Retorno) y penalizaciones (#trades extremos, PF<1).
5. Evaluación fuera de muestra y reportes de desempeño (curva de capital, drawdown, distribución, tablas mensuales/trimestrales/anuales).

## Results and performance analysis

- Curva de capital creciente con retrocesos controlados; mejor comportamiento 2019–2021.
- Año crítico 2022 (bear de BTC): -8.24% con MaxDD anual -10.65% (amortiguado frente al mercado).
- Win rate bajo (31.4%) compensado por ganancias promedio mayores (PF 1.11; razón ganancia/pérdida  $\approx 2.4\times$ ).
- Rolling Sharpe volátil: muestra sensibilidad a régimen (tendencia vs. rango).

## Performance metrics graphs & tables

### Resumen anual (del periodo 2017–2025):

Año	Retorno (%)	Max DD (%)	Valor Final (\$)
2017	5.56%	-2.59%	\$105,560
2018	-1.03%	-5.43%	\$104,244
2019	5.37%	-3.90%	\$109,840
2020	8.99%	-2.83%	\$119,715
2021	8.65%	-4.21%	\$130,065
2022	-8.24%	-10.65%	\$119,347
2023	-1.55%	-6.03%	\$117,502
2024	2.90%	-3.94%	\$121,003
2025	-1.72%	-4.46%	\$118,917

Figuras clave:

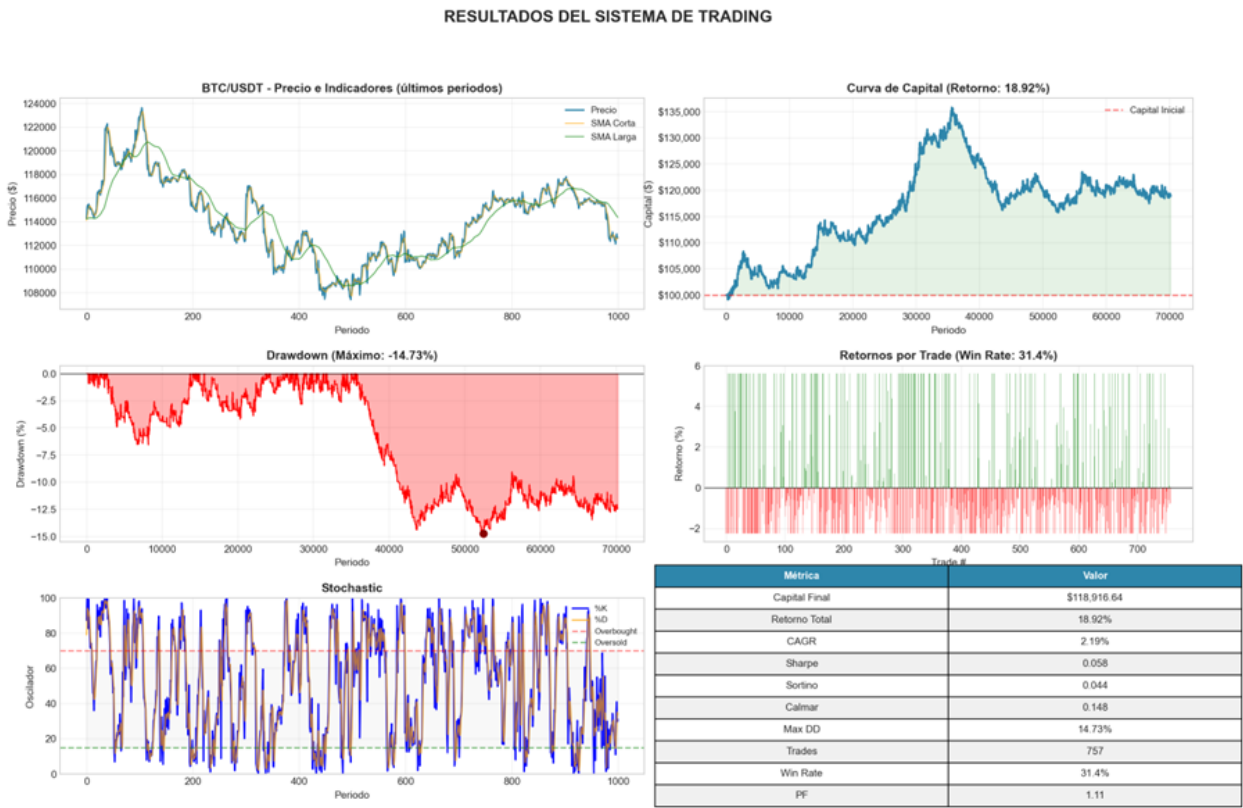
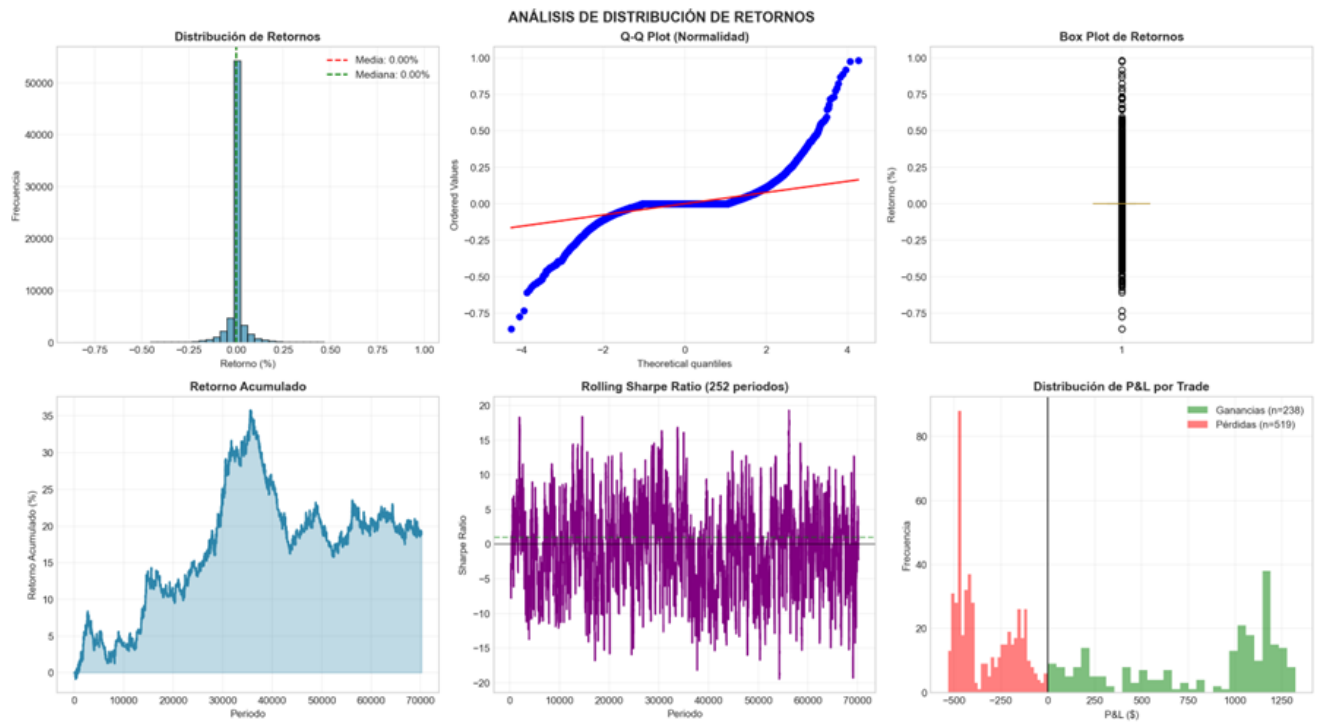
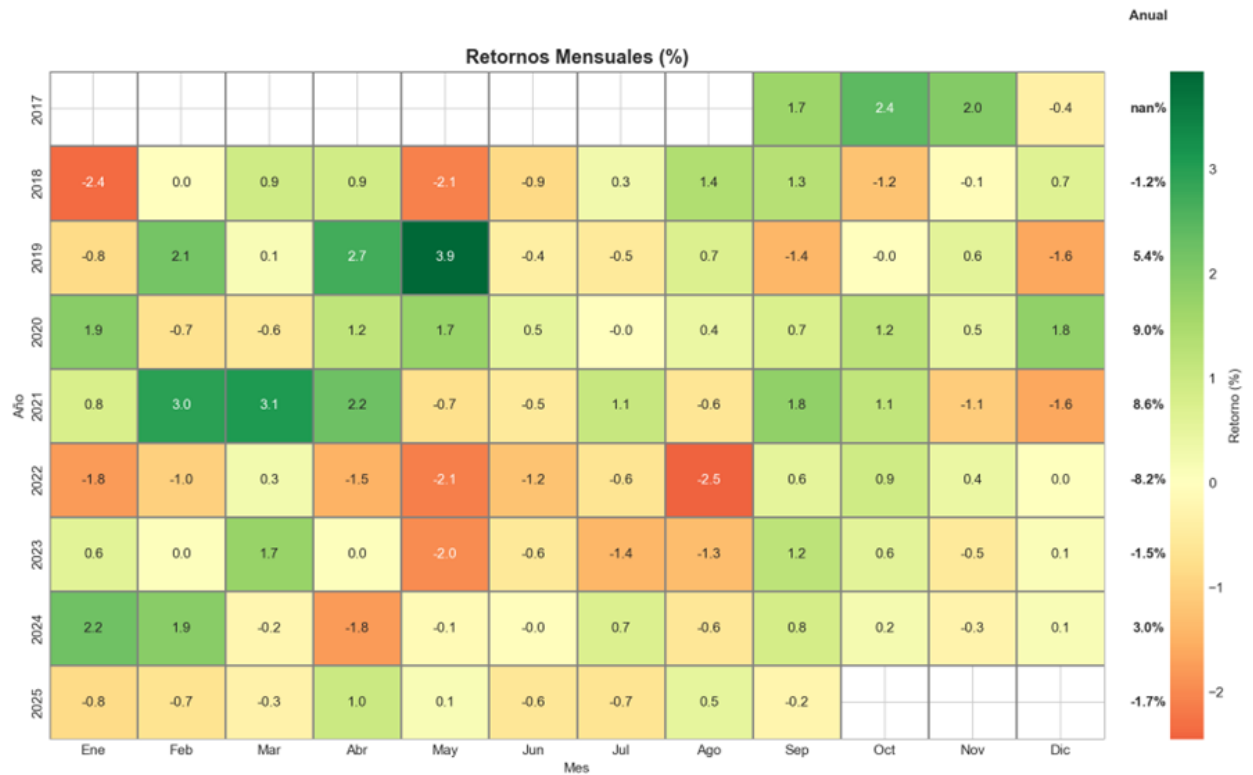


Figura 1 — Dashboard: precio+SMA, curva de capital, drawdown, retornos por trade, métricas.

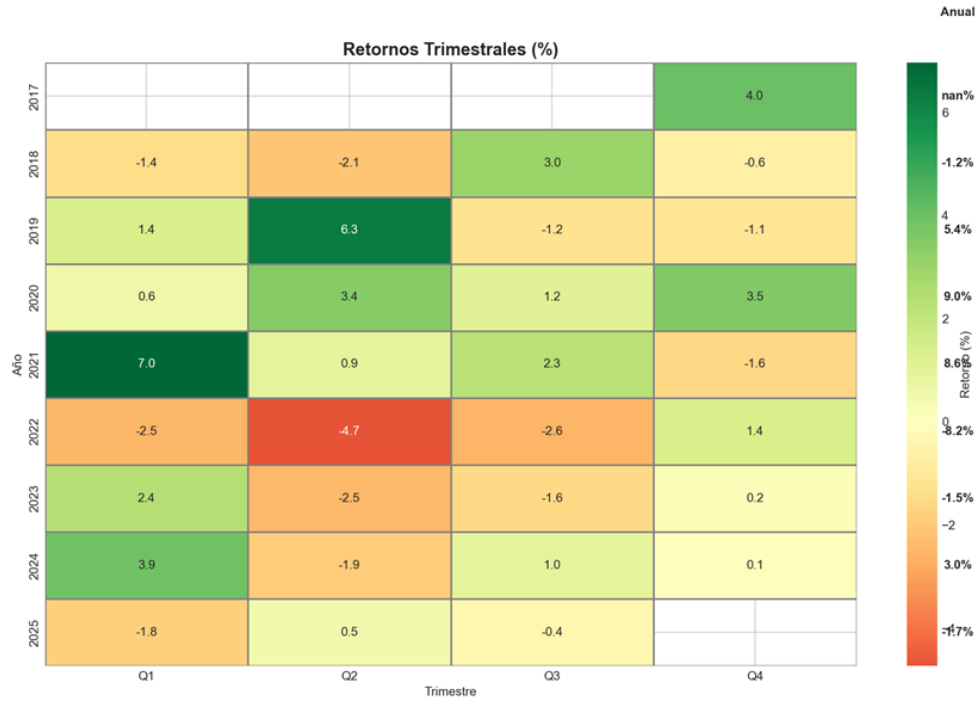


**Figura 2 — Distribución y diagnóstico: histograma, Q-Q, boxplot, retorno acumulado, rolling Sharpe, P&L por trade.**



**Figura 3 — Retornos mensuales (%).**





**Figura 4 — Retornos trimestrales (%).**

**Rendimiento Anual - Resumen**

Año	Retorno (%)	Max DD (%)	Valor Final (\$)
2017	5.56	-2.59	\$105,560
2018	-1.03	-5.43	\$104,244
2019	5.37	-3.90	\$109,840
2020	8.99	-2.83	\$119,715
2021	8.65	-4.21	\$130,065
2022	-8.24	-10.65	\$119,347
2023	-1.55	-6.03	\$117,502
2024	2.90	-3.94	\$121,003
2025	-1.72	-4.46	\$118,917
PROMEDIO	2.10	-4.89	-

**Figura 5 — Resumen anual (retorno, MaxDD, valor final).**

## Risk analysis and limitations

- Costos de ejecución y 'turnover' elevado en H1 erosionan eficiencia; simular spreads y latencia para stress testing.
- Riesgo de régimen: desempeño inferior en rangos prolongados; incorporar gating (ADX, BB-width/ATR) para filtrar.
- Modelo tendencial puede salir temprano de bull runs por TP fijos; migrar a trailing por ATR y parciales.
- Riesgo de sobreajuste mitigado (CV temporal), pero requiere walk-forward y monitoreo de 'drift'.
- Datos: asumir integridad de OHLCV; gaps nocturnos y microestructura no están completamente modelados.

## Conclusions

El sistema cumple su tesis: proteger capital en BTC manteniendo rentabilidad neta positiva tras costos y sin apalancamiento. Las métricas ( $PF > 1$ ,  $DD \sim 15\%$ ) validan la robustez base, aunque la eficiencia (Sharpe/Calmar) es mejorable. Las acciones propuestas —gating por régimen, trailing/parciales, volatility targeting, reglas de horario y walk-forward— son el camino directo para elevar la relación retorno-riesgo y estabilizar los periodos.

## Glosario de términos

**CAGR (Compound Annual Growth Rate):** Tasa de crecimiento anual compuesta. Mide el crecimiento medio anual de una serie con capitalización. Fórmula:  $CAGR = (V_f / V_i)^{(1/n)} - 1$ , donde  $V_i$  es el valor inicial,  $V_f$  el final y  $n$  el número de años.

**Sharpe Ratio:** Medida de eficiencia riesgo-retorno basada en varianza total. Define el exceso de retorno medio sobre la tasa libre de riesgo dividido por la desviación estándar de los retornos:  $Sharpe = (E[R_p] - R_f) / \sigma_p$ . Suele anualizarse multiplicando por  $\sqrt{k}$  ( $k$ =periodos/año).

**Sortino Ratio:** Versión del Sharpe que penaliza solo la volatilidad a la baja.  $Sortino = (E[R_p] - MAR) / \sigma_d$ , donde  $\sigma_d$  es la desviación a la baja respecto al MAR (p.ej., 0% o  $R_f$ ).

**Calmar Ratio:** Relación entre el retorno anualizado y la máxima caída:  $Calmar = CAGR / |\text{Max Drawdown}|$ . Captura la eficiencia del capital frente a pérdidas pico-a-valle.

**Max Drawdown (MDD):** Mayor caída pico-a-valle de la curva de capital en el periodo analizado. Mide el peor retroceso relativo antes de recuperar el máximo previo.

**Profit Factor (PF):** Cociente entre ganancias brutas y pérdidas brutas:  $PF = \Sigma \text{Ganancias} / \Sigma \text{Pérdidas}$ . Valores  $>1$  implican expectativa agregada positiva.

**Win Rate:** Proporción de operaciones ganadoras:  $\# \text{trades ganadores} / \# \text{trades totales}$ . No evalúa magnitud de ganancias/pérdidas.

**Equity Curve:** Serie temporal del valor del portafolio (caja + posiciones) marcada a mercado.

**Drawdown:** Retroceso porcentual desde un máximo histórico de la equity curve hasta un valor posterior.

**SMA (Simple Moving Average):** Media móvil simple de los últimos  $N$  precios:  $SMA_t = (1/N) \cdot \sum_{i=0}^{N-1} P_{t-i}$ . Suaviza el ruido y define cruces tendenciales.

**EMA (Exponential Moving Average):** Media móvil exponencial que pondera más los datos recientes.  $EMA_t = \alpha \cdot P_t + (1-\alpha) \cdot EMA_{t-1}$ , con  $\alpha = 2/(N+1)$ .

**RSI (Relative Strength Index):** Oscilador de impulso de 0–100.  $RSI = 100 - 100/(1 + RS)$ , donde  $RS = (\text{promedio de ganancias}) / (\text{promedio de pérdidas})$  en  $N$  períodos.

**Estocástico (%K, %D):**  $\%K = 100 \cdot (C - L_N) / (H_N - L_N)$ ;  $\%D = SMA_m(\%K)$ . Mide la posición del cierre dentro del rango alto-bajo reciente; útil para detectar sobrecompra/sobreventa.

**ATR (Average True Range):** Medida de rango/volatilidad:  $TR = \max\{H-L, |H-C_{t-1}|, |L-C_{t-1}|\}$ ;  $ATR$  = media (típicamente exponencial) de  $TR$  en  $N$  períodos.

**Bollinger Bands (BB):** Bandas basadas en desviación estándar: Media =  $SMA_N$ ; Banda superior =  $SMA_N + k \cdot \sigma_N$ ; inferior =  $SMA_N - k \cdot \sigma_N$ .

**Comisiones / Costos de transacción:** Gastos asociados a ejecutar órdenes (comisiones explícitas, spreads, tasas). Reducen el retorno neto, especialmente con alto 'turnover'.

**Slippage:** Diferencia entre el precio esperado de ejecución y el realmente obtenido. Surge por liquidez limitada, latencia o deslizamiento en el libro.

**Risk-based Position Sizing:** Dimensionamiento por riesgo: arriesgar  $p\%$  del equity por operación. Unidades =  $(p \cdot \text{Equity}) / \text{Distancia\_al\_SL}$ . Normaliza la pérdida máxima por trade.

**Stop Loss (SL) / Take Profit (TP):** Niveles de salida predefinidos para cortar pérdidas (SL) o asegurar ganancias (TP). Pueden fijarse con múltiplos de ATR (dinámicos).

**Trailing Stop:** Stop dinámico que se mueve a favor de la posición siguiendo el precio o un indicador (p.ej., ATR), buscando proteger ganancias ('let winners run').

**Filtro de régimen / tendencia:** Condición que habilita señales solo bajo cierto estado de mercado (p.ej., encima/debajo de EMA,  $ADX > \text{umbral}$ , BB-width alto).

**Time Series Cross-Validation (TimeSeriesSplit):** Validación cruzada que respeta el orden temporal: cada fold entrena en datos pasados y valida en bloques posteriores, evitando fuga de información.

**Overfitting (Sobreajuste):** Modelo que captura ruido específico del conjunto de entrenamiento y rinde peor fuera de muestra. Se mitiga con CV temporal y pruebas de robustez.

**Walk-Forward Optimization:** Proceso de recalibrar parámetros en una ventana móvil (in-sample) y validar inmediatamente en la siguiente (out-of-sample), iterando a lo largo del tiempo.

**Volatility Targeting:** Ajuste de exposición para alcanzar una volatilidad objetivo:  $\text{peso} \approx \text{vol\_objetivo} / \text{vol\_realizada}$ . Suele estabilizar el Sharpe.

## Bibliografía

- Bodie, Z., Kane, A., & Marcus, A. J. (2014). *Investments* (10th ed.). McGraw-Hill.
- Sharpe, W. F. (1994). The Sharpe Ratio. *The Journal of Portfolio Management*, 21(1), 49–58.
- Sortino, F. A., & Price, L. N. (1994). Performance Measurement in a Downside Risk Framework. *The Journal of Investing*, 3(3), 59–64.
- Young, T. W. (1991). Calmar Ratio: A Smoother Tool. *Futures*, 20(1), 40–43.
- Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2018). *Forecasting: Principles and Practice* (2nd ed.). OTexts.
- Murphy, J. J. (1999). *Technical Analysis of the Financial Markets*. New York Institute of Finance.
- Wilder, J. W. (1978). *New Concepts in Technical Trading Systems*. Trend Research.
- Bollinger, J. (2002). *Bollinger on Bollinger Bands*. McGraw-Hill.
- Harris, L. (2003). *Trading and Exchanges: Market Microstructure for Practitioners*. Oxford University Press.
- Investopedia. (n.d.). Maximum Drawdown (MDD) Definition. <https://www.investopedia.com/>
- Investopedia. (n.d.). Profit Factor Definition. <https://www.investopedia.com/>