



Universidad Politécnica
de Madrid



**Escuela Técnica Superior de
Ingenieros Informáticos**

Grado en Ingeniería Informática

Trabajo Fin de Grado

**Generación y Validación de Estrategias
de Trading Algorítmico**

Autor: Jorge López de Miguel

Tutor: José María Cuellar del Río

Madrid, febrero 2025

Este Trabajo Fin de Grado se ha depositado en la ETSI Informáticos de la Universidad Politécnica de Madrid para su defensa.

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Informática

Título: Generación y Validación de Estrategias de Trading Algorítmico

Abril 2025

Autor: Jorge López de Miguel

Tutor:

José María Cuellar del Río

Ingeniería De Organización, Administración De Empresas Y Estadística

ETSI Informáticos

Universidad Politécnica de Madrid

Resumen

Este Trabajo de Fin de Grado (TFG) desarrolla y documenta un **marco metodológico reproducible** para **diseñar, validar y optimizar estrategias de trading algorítmico**, es decir, reglas automáticas que deciden **cuándo comprar y cuándo vender** en función de condiciones objetivas (por ejemplo, indicadores técnicos). El foco del trabajo no es “encontrar la estrategia perfecta”, sino **reducir los riesgos típicos del backtesting**, especialmente: (i) el **sobreajuste** (*overfitting*), cuando una estrategia parece excelente en el pasado pero falla al enfrentarse a datos nuevos; (ii) el **data-snooping** o sesgo por “probar demasiadas ideas” y quedarse con la que mejor sale por casualidad; y (iii) la **fragilidad paramétrica**, cuando la estrategia solo funciona con valores muy concretos de sus parámetros y se degrada al mínimo cambio.

El universo de negociación se restringe a un único mercado, el **Nasdaq-100**, operado mediante su **CFD** (contrato por diferencia). Esta decisión busca coherencia entre la fase de investigación y una futura fase de ejecución/paper trading, ya que el instrumento elegido coincide con el entorno objetivo de **Darwinex Zero** (plataforma de trading en la que se pueden ejecutar estrategias automatizadas en un entorno “simulado” pero con condiciones reales de mercado, pensado para evaluar sistemas antes de operarlos con capital real y, en algunos casos, acceder a asignación de capital en función del desempeño). De este modo se minimizan diferencias por especificaciones del producto, horarios, costes o condiciones de ejecución.

La implementación se realiza en **StrategyQuant X**, una plataforma especializada en investigación cuantitativa que permite **generar estrategias automáticamente** y evaluarlas con un flujo integrado de módulos. En el **Builder**, las estrategias se crean mediante un proceso de búsqueda basado en **algoritmos genéticos**, en lugar de enumerar todas las combinaciones posibles (algo inviable), el sistema mantiene una “población” de estrategias candidatas, selecciona las más prometedoras según objetivos definidos y genera nuevas variantes mediante operadores como **crossover** (recombinar partes de estrategias) y **mutación** (introducir cambios aleatorios controlados). Para evitar soluciones poco realistas, desde el inicio se imponen **restricciones operativas** (por ejemplo, long-only, límites de complejidad y obligatoriedad de Stop Loss y Profit Target) y **filtros mínimos de calidad**, como un número mínimo de operaciones y métricas básicas de eficiencia retorno-riesgo. El objetivo de esta etapa es producir una población inicial amplia pero ya “filtrada”, compuesta por estrategias comparables y operables.

Posteriormente, en el módulo **Retester**, se aplica un **embudo de robustez**: una batería de pruebas secuenciales que descarta estrategias si no mantienen su desempeño bajo condiciones alternativas o más exigentes. Entre estas pruebas destacan: (i) simulaciones **Monte Carlo**, que estresan el sistema perturbando datos, costes y parámetros para comprobar que los resultados no dependan de un histórico “perfecto”; (ii) **optimización secuencial** como test de estabilidad paramétrica, orientado a detectar estrategias con “picos” muy estrechos (buenas solo en un punto exacto); y (iii) **permutación sistemática de parámetros** (System Parameter Permutation), considerada la validación más exigente, que evalúa si la estrategia se mantiene rentable cuando se exploran miles de combinaciones alrededor de los valores originales.

Finalmente, en el módulo **Optimizer**, se introduce la validación temporal mediante **Walk-Forward Matrix (WFM)**. Esta técnica divide la historia en múltiples ventanas y obliga a que la estrategia sea capaz de comportarse razonablemente en distintos periodos, evitando que el rendimiento dependa de un único “split” favorable del pasado. En otras palabras, se exige **consistencia a través del tiempo**, lo que mejora la probabilidad de generalización a condiciones no vistas.

Como resultado, el trabajo aporta un procedimiento completo y replicable para **reducir falsos positivos** en la investigación de estrategias, priorizando la estabilidad y la robustez frente a un rendimiento aislado. El marco propuesto sirve como puente entre la investigación histórica y una posterior fase de ejecución controlada, proporcionando criterios prácticos para seleccionar estrategias con mayor probabilidad de mantenerse estables al pasar del backtest a condiciones más realistas.

Palabras clave: trading algorítmico, backtesting, StrategyQuant X, robustez, sobreajuste, data-snooping, Monte Carlo, estabilidad paramétrica, Walk-Forward Matrix, gestión del riesgo.

Abstract

This Bachelor's Thesis (TFG) develops and documents a **reproducible methodological framework** to design, validate, and optimize **algorithmic trading strategies**, i.e., automated rules that decide **when to buy and when to sell** based on objective conditions (e.g., technical indicators). The aim is not to “find the perfect strategy,” but to **reduce the main risks of backtesting**, namely: (i) **overfitting**, when a strategy performs extremely well in the historical sample but fails on unseen data; (ii) **data-snooping**, the bias that arises from testing many ideas and selecting the one that looks best by chance; and (iii) **parameter fragility**, when performance depends on very specific parameter values and deteriorates under small changes.

The trading universe is restricted to a single market, the **Nasdaq-100**, traded through its **CFD** (Contract for Difference). This choice ensures consistency between the research stage and a future execution/paper-trading stage, as the selected instrument matches the target environment of **Darwinex Zero** (a trading platform where automated strategies can be executed in a “simulated” setting under real market conditions, designed to evaluate systems before deploying real capital and, in some cases, to access capital allocation depending on performance). This reduces discrepancies stemming from contract specifications, trading hours, costs, or execution conditions.

Implementation is carried out in **StrategyQuant X**, a specialized quantitative research platform that can automatically generate strategies and evaluate them through an integrated modular workflow. In the **Builder**, strategies are created via a search process based on **genetic algorithms**. Rather than enumerating all possible combinations (which is infeasible), the system maintains a “population” of candidate strategies, selects the most promising ones according to predefined objectives, and produces new variants using operators such as **crossover** (recombining parts of strategies) and **mutation** (introducing controlled random changes). To avoid unrealistic solutions, the process enforces **operational constraints** from the outset (e.g., long-only, limits on rule complexity, and mandatory Stop Loss and Profit Target) and applies initial quality filters, such as a minimum number of trades and basic return-to-risk efficiency metrics. The goal of this stage is to generate a broad but already “filtered” initial population of comparable and tradable strategies.

Next, in the **Retester** module, a **robustness funnel** is applied, a sequence of stricter tests that discards strategies if they fail to maintain performance under alternative or more demanding conditions. Key tests include: (i) **Monte Carlo simulations**, which stress the strategy by perturbing data, costs, and parameters to verify that results are not driven by an overly “perfect” historical path; (ii) **sequential optimization** as a parameter stability test, aimed at detecting narrow performance “spikes” (strategies that work only at a single precise setting); and (iii) **systematic parameter permutation** (System Parameter Permutation), the most demanding validation step, which evaluates whether profitability remains acceptable across thousands of parameter combinations around the original values.

Finally, the **Optimizer** module introduces temporal validation through the **Walk-Forward Matrix (WFM)**. This technique splits the historical sample into multiple rolling windows and requires the strategy to behave reasonably across different periods, avoiding dependence on a single favorable in-sample/out-of-

sample split. In other words, it enforces **consistency over time**, improving the likelihood of generalization to unseen market conditions.

Overall, the thesis provides a complete and replicable procedure to **reduce false positives** in strategy research, prioritizing stability and robustness over isolated historical performance. The proposed framework bridges historical research and a later controlled execution phase, offering practical criteria to select strategies with a higher probability of remaining stable when transitioning from backtests to more realistic conditions.

Keywords: algorithmic trading, backtesting, StrategyQuant X, robustness, overfitting, data-snooping, Monte Carlo, parameter stability, Walk-Forward Matrix, risk management.

Tabla de contenidos

Resumen	iii
Abstract	v
Índice Ilustraciones	xi
1 Introducción	1
1.1 Contexto y motivación.....	1
1.2 Objetivos del trabajo.....	1
1.3 Alcance del proyecto	2
2 Metodología	3
3 Desarrollo	4
3.1 Universo (Nasdaq-100), timeframes y data splits.....	4
3.1.1 Universo y datos de mercado	4
3.1.2 Fuente, periodo y granularidad de los datos	4
3.1.3 Zona horaria y horario de negociación	5
3.1.4 Especificación del instrumento y costes operativos (realismo del backtest)	5
3.1.5 Resumen de configuración (para reproducibilidad)	7
3.2 Builder: objetivos multi-criterio, constraints y filtros de calidad	8
3.2.1 Definición de la estrategia a generar (What to build).....	8
3.2.2 Configuración del algoritmo genético (Genetic options)	9
3.2.2.1 Opciones Generales	10
3.2.2.2 Islands (evolución separada) y migración.....	11
3.2.2.3 Generación de población inicial y filtros mínimos (IS).....	11
3.2.2.4 Mecanismos anti-convergencia (“Fresh blood”) y gestión de estancamiento	12
3.2.3 Configuración de datos y motor de backtest (Data)	13
3.2.3.1 Motor de trading (Trading engine).	13
3.2.3.2 Símbolo y timeframe.	13
3.2.3.3 Parámetros de simulación y costes.	13
3.2.3.4 Segmentación IS/OOS (Data range parts).	14
3.2.4 Reglas de operativa y ejecución (Trading options)	15
3.2.4.1 Restricciones temporales y cierres automáticos.	15
3.2.4.2 Control de operativa adicional.	15

3.2.4.3	Tratamiento realista de gaps.	15
3.2.5	Bloques de construcción de estrategias (Building blocks)	16
3.2.5.1	Señales predefinidas (Signals – Predefined conditions)	16
3.2.5.2	Indicadores base (Indicators)	17
3.2.5.3	Bloques de entrada Stop/Limit (Stop/Limit entry blocks)	18
3.2.5.4	Tipos de orden de entrada (Order types)	19
3.2.5.5	Tipos de salida y gestión de la operación (Exit types)	20
3.2.6	Gestión avanzada de la operación (ATM – Advanced Trade Management)	21
3.2.7	Gestión monetaria y tamaño de posición (Money management)	22
3.2.8	Comprobaciones adicionales (Cross checks)	23
3.2.8.1	Higher backtest precision (retest intrabar)	23
3.2.9	Criterios de clasificación y almacenamiento (Ranking)	25
3.2.9.1	Límite de estrategias y criterio de parada	25
3.2.9.2	Filtros automáticos y eliminación de duplicados	25
3.2.9.3	Filtros personalizados de almacenamiento (Custom filters)	26
3.2.9.4	Métrica de fitness (Strategy Quality ranking)	27
3.2.9.5	Opciones no utilizadas	27
3.2.10	Ejecución del Builder y estadísticas de filtrado	27
3.2.10.1	Principales motivos de descarte	28
3.2.10.2	Estrategias aceptadas y control de duplicados	29
3.3	Retester: validación y filtrado por robustez	30
3.3.1	Cross checks/Robustez (robustness) en Retester: batería de pruebas de robustez	30
3.3.2	Monte Carlo retest methods (Lento)	30
3.3.2.1	Configuración del test (Settings)	31
3.3.2.2	Criterios de aceptación (Filtering)	32
3.3.3	Ejemplo ilustrativo: estrategia robusta vs. estrategia frágil en <i>Monte Carlo retest methods</i>	33
3.3.3.1	Estrategia rechazada (no supera el test)	34
3.3.3.2	Estrategia aceptada (supera el test)	34
3.3.3.3	Conclusión operativa	35
3.3.4	Sequential Optimization (Lento)	36
3.3.4.1	Configuración del test (Settings)	36
3.3.4.2	Criterios de estabilidad (Filtering)	37
3.3.4.3	Interpretación y rol en el embudo	37

3.3.5	Ejemplo ilustrativo: estrategia rechazada vs. aceptada en <i>Sequential Optimization</i>	38
3.3.5.1	Estrategia rechazada (RESULT: FAILED)	38
3.3.5.2	Estrategia aceptada (RESULT: PASSED).....	39
3.3.5.3	Conclusión operativa	40
3.3.6	Opt. Profile / Sys. Param. Permutation (EXTENSIVE – SLOWEST).....	41
3.3.6.1	Configuración (Settings).....	41
3.3.6.2	Criterios del perfil de optimización (Optimization Profile conditions)	42
3.3.6.3	Condiciones de permutación de parámetros (System Parameters Permutation conditions) 42	
3.3.7	Ejemplo ilustrativo: estrategia rechazada vs estrategia aceptada	43
3.3.7.1	Estrategia rechazada: backtest original “demasiado bueno” y poco representativo	43
3.3.7.2	Estrategia aceptada: el resultado original es consistente con la distribución	45
3.4	Optimización de estrategias: fase final	48
3.4.1	Optimización de estrategias: <i>Walk-Forward Matrix</i>	48
3.4.1.1	Configuración de la optimización (<i>Optimization</i>)	48
3.4.1.2	Ranking y filtro de aceptación (<i>Ranking</i>).....	49
3.4.1.3	Filtro de <i>Walk-Forward Matrix</i> (robustez temporal multi-configuración) ...	50
3.4.2	Ejemplo ilustrativo: estrategia aceptada vs. rechazada en <i>Walk-Forward Matrix</i>	51
3.4.2.1	Condiciones utilizadas en el filtro WFM.....	51
3.4.2.2	Criterio global de aceptación: “área robusta” 3×3	52
3.4.2.3	Estrategia aceptada: robustez amplia y continua en la matriz	52
3.4.2.4	Estrategia rechazada: resultados fragmentados y dependencia de configuraciones concretas	54
3.4.2.5	Mensaje clave del ejemplo.....	55
3.5	Resultados y conclusiones	56
3.5.1	Síntesis del flujo metodológico y del “embudo” de selección	56
3.5.2	Resultados cuantitativos por etapa	56
3.5.3	Discusión: qué tipo de estrategias sobreviven y por qué.....	57
3.5.4	Conclusiones y trabajo futuro.....	58
3.5.4.1	Conclusiones principales	58
3.5.4.2	Limitaciones	58
3.5.4.3	Trabajo futuro	58
4	Análisis de Impacto	59

4.1.1	Relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)	59
4.1.2	Coste del TFG (software e infraestructura)	59
5	Bibliografía	60
6	Anexos	63

Índice Ilustraciones

Ilustración 1: Información general datos	4
Ilustración 2: Zona horaria	5
Ilustración 3: Datos Ejecucion	6
Ilustración 4: Costes swap	7
Ilustración 5:Tipos y configuraciones generales de estrategias	8
Ilustración 6: Pestaña Opciones Genéticas.....	10
Ilustración 7: Opciones Genéticas	10
Ilustración 8: Opciones de Isla	11
Ilustración 9: Filtros generacion de poblacion inicial	11
Ilustración 10: Ajustes especiales	12
Ilustración 11: Configuracion de evolucion	12
Ilustración 12: Elección de motor de trading.....	13
Ilustración 13: Eleccion de datos a usar en el backtest	13
Ilustración 14: Simulador de costes en el backtest.....	14
Ilustración 15: Segmentacion de datos en el Backtest.....	14
Ilustración 16: Opciones de trading	15
Ilustración 17: Señales builder.....	16
Ilustración 18: Indicadores	17
Ilustración 19: Stop/limite bloques de entrada	19
Ilustración 20: Tipos de ordenes	20
Ilustración 21: Ordenes de salida.....	20
Ilustración 22: Gestion avanzada de las operaciones.....	21
Ilustración 23: Gestion Monetaria	22
Ilustración 24: Test de Robustez	23
Ilustración 25: Configuración backtest mayor precisión.....	24
Ilustración 26: Filtros backtest mayor precisión.....	24
Ilustración 27; Limite de estrategias	25
Ilustración 28; Filtros automaticos	26
Ilustración 29: Filtros ranking	26
Ilustración 30; Ranking estrategias ya filtradas	27
Ilustración 31; Analisis customizado.....	27
Ilustración 32: Ajustar a portfolio de estrategias existente	27
Ilustración 33: Log de ejecucion StrategyQuant X Builder.....	28
Ilustración 34: Filtros de descarte	28
Ilustración 35: Control de duplicados	29
Ilustración 36; Pestañas Retester	30
Ilustración 37: Configuracion Monte Carlo retest methods.....	31
Ilustración 38: Filtros Monte Carlo retest methods.....	32
Ilustración 39: Configuración de la simulación	33
Ilustración 40: Percentiles estrategia rechazada Montecarlo retest methods..	34
Ilustración 41: Resultado estrategia rechazada grafica Montecarlo retest methods.....	34
Ilustración 42: Percentiles estrategia rechazada Montecarlo retest methods..	35

Ilustración 43 : Resultado aceptado grafica Montecarlo retest methods.....	35
Ilustración 44: Configuración Optimización Secuencial.....	36
Ilustración 45: Filtros optimización secuencial.....	37
Ilustración 46: Tabla estrategia rechazada Sequential optimization	38
Ilustración 47: Gráfica estrategia rechazada Secuencial optimization.....	39
Ilustración 48: Tabla estrategia aceptada Sequential optimization	39
Ilustración 49: Gráfica estrategia aceptada Secuencial optimization	40
Ilustración 50: Configuración Sys. Param. Permutation	41
Ilustración 51: Configuración filtros estándar Sys. Param. Permutation.....	42
Ilustración 52: Configuración filtros extra Sys. Param. Permutation	42
Ilustración 53: Perfil Optimización estrategia rechazada	43
Ilustración 54: Tabla Resultados permutación de parámetros estrategia rechazada	44
Ilustración 55: Histogramas permutación de parámetros estrategia rechazada	45
Ilustración 56: Perfil Optimización estrategia aceptada	45
Ilustración 57: Tabla Resultados permutación de parámetros estrategia aceptada	46
Ilustración 58: Histogramas permutación de parámetros estrategia aceptada	47
Ilustración 59 : Configuración de la pestaña Optimization (Walk-Forward Matrix).....	48
Ilustración 60 : Configuración del Ranking y del filtro del Walk-Forward Matrix	51
Ilustración 61: Filtros usados en WFM.....	52
Ilustración 62: Resultado tabla WMF estrategia aceptada	53
Ilustración 63: Superficie 3D WFM estrategia aceptada.....	53
Ilustración 64 : Resultado tabla WMF estrategia rechazada	54
Ilustración 65 : Superficie 3D WFM estrategia rechazada.....	55

1 Introducción

1.1 Contexto y motivación

El trading algorítmico se apoya en la formalización de reglas de decisión y su evaluación sistemática mediante backtesting. La disponibilidad de datos históricos y de herramientas como StrategyQuant X (SQX) facilita la exploración y el filtrado de espacios muy amplios de estrategias. Sin embargo, la utilidad real de un sistema depende de su capacidad de generalización fuera de muestra; por ello, resulta imprescindible aplicar validaciones y pruebas de robustez que reduzcan el riesgo de sobreajuste y sesgos por minería de datos [1].

En este contexto, el presente TFG desarrolla un flujo reproducible de **generación, validación y optimización** de estrategias técnicas **long-only** sobre el **Nasdaq-100**, utilizando los módulos **Builder, Retester y Optimizer** de SQX. El trabajo prioriza la robustez paramétrica y temporal frente a la maximización del rendimiento histórico, integrando pruebas de Monte Carlo, estabilidad/permuta de parámetros y Walk-Forward Matrix como mecanismos de control del sobreajuste.

1.2 Objetivos del trabajo

Objetivo general.

Diseñar, generar, validar y optimizar estrategias de trading algorítmico técnicas **long-only** sobre el Nasdaq-100 en StrategyQuant X, aplicando un pipeline Builder → Retester → Optimizer con particiones **IS/OOS** y pruebas de robustez (Monte Carlo, optimización secuencial, permuta de parámetros y Walk-Forward Matrix).

Objetivos específicos.

- Definir el pipeline de SQX (universo, timeframe, bloques/condiciones y criterios de filtrado/validación).
- Configurar datasets y el Builder para una generación controlada de estrategias (restricciones, objetivos y filtros de calidad).
- Realizar una criba con Retester aplicando pruebas de robustez seleccionadas (Monte Carlo retest methods, optimización secuencial y permutación de parámetros).
- Aplicar validación temporal con Optimizer mediante Walk-Forward Matrix, exigiendo zonas continuas de robustez.
- Emplear optimización local de parámetros con salvaguardas (rangos y pasos acotados) para evitar recalibración agresiva.
- Garantizar reproducibilidad mediante exportación y documentación de configuraciones, datasets y criterios/umbrales empleados.

1.3 Alcance del proyecto

El alcance de este proyecto se circunscribe al **desarrollo y validación histórica** de estrategias en StrategyQuant X (SQX). Se aborda la generación de reglas mediante el módulo **Builder**, su validación y filtrado mediante **Retester** y la optimización y validación temporal mediante **Optimizer**, aplicando particiones **in-sample/out-of-sample (IS/OOS)** y un conjunto de pruebas de robustez — **Monte Carlo retest methods, Sequential Optimization, System Parameter Permutation** y **Walk-Forward Matrix**— [1].

Se documentan los criterios de evaluación, los umbrales de filtrado adoptados y los supuestos de modelización de costes y ejecución definidos en SQX. Quedan expresamente fuera del alcance la **ejecución operativa**, el **paper trading** y cualquier verificación en tiempo real, así como la integración con brókeres o plataformas de ejecución.

El proyecto se desarrolla bajo los siguientes supuestos y limitaciones:

- Universo: **Nasdaq-100** (CFD previsto para Darwinex Zero).
- Timeframe principal: **H1**.
- Tipo de estrategias: **técnicas long-only**.
- Datos: se emplea una fuente con histórico amplio (Dukascopy) para construcción y validación, manteniendo consistencia de instrumento en SQX y controlando diferencias potenciales con el activo de ejecución.
- Costes y ejecución: se modelan mediante supuestos conservadores (spread/slippage según configuración descrita), reconociendo que la ejecución real puede diferir de la simulación.
- Dependencia temporal: los resultados dependen de los periodos analizados y de los esquemas IS/OOS y Walk-Forward utilizados.

2 Metodología

El proyecto se ha desarrollado en las siguientes fases:

- **Preparación de datos (Data Manager):** construcción del dataset (símbolo, zona horaria, consistencia y particiones IS/OOS) y definición del marco temporal de trabajo (H1).
- **Generación (Builder):** generación genética de estrategias con restricciones de operabilidad (estructura simple, límites de complejidad) y filtros iniciales de calidad, incluyendo ranking por métricas ajustadas por riesgo.
- **Criba por robustez (Retester):** aplicación secuencial de pruebas de robustez seleccionadas:
 - **Monte Carlo retest methods** para evaluar sensibilidad a perturbaciones de datos/costes/parámetros,
 - **Sequential Optimization** para detectar fragilidad paramétrica y picos aislados,
 - **System Parameter Permutation** como filtro final de robustez paramétrica.
- **Optimización y robustez temporal (Optimizer):** optimización local de parámetros con rangos acotados y validación temporal mediante **Walk-Forward Matrix**, exigiendo una “zona robusta” (área continua) en el espacio de configuraciones de WFM.
- **Reproducibilidad:** documentación de configuraciones, umbrales, y trazabilidad del pipeline, con el objetivo de permitir replicación y auditoría del proceso de selección

3 Desarrollo

3.1 Universo (Nasdaq-100), timeframes y data splits

3.1.1 Universo y datos de mercado

Para el desarrollo, optimización y validación de estrategias se ha definido un universo de negociación **en un único mercado**, centrado en el **Nasdaq-100** a través de su **CFD en Darwinex**, ya que es el instrumento que posteriormente se utilizará en la fase de ejecución/paper trading en **Darwinex Zero**, que se realizará en el TFG conjunto de ADE **Análisis y gestión del riesgo en carteras de estrategias de trading algorítmico**. Esta elección busca mantener **coherencia total** entre el activo empleado para construir las estrategias en el *builder* y el activo real sobre el que se operarán las estrategias, reduciendo así desviaciones por especificaciones contractuales o costes de operativa.

El símbolo utilizado en StrategyQuant X corresponde al subyacente **USATECHIDXUSD** (Nasdaq-100 en USD) dentro del perfil de broker **[[Darwinex]]**, con instrumento **NDX_darwinex**, **pero los datos provienen del bróker Dukascopy** como **fuentes de datos**, debido a su **mayor profundidad temporal** (mayor número de años disponibles) y a la estabilidad del subyacente, dado que ambas cotizaciones replican el comportamiento del Nasdaq-100. De este modo, se maximiza la longitud de la muestra histórica empleada en el proceso de generación y validación, manteniendo a la vez el alineamiento con el instrumento de ejecución en Darwinex [2].

3.1.2 Fuente, periodo y granularidad de los datos

Los datos históricos se importan en StrategyQuant X con las siguientes características:

- **Fuente de datos:** Dukascopy
- **Timeframe:** M1 (1 minuto)
- **Periodo:** desde **2014-01-02** hasta **2025-09-01**
- **Cobertura temporal:** 4.260 días
- **Número total de velas (registros):** 3.564.577

Symbol Name	Instrument	Broker profile	Underlying Sym...	Timefr...	Timezo...	Date from	Date to	Total Days	Total Rec...	Source
USATECHIDXUSD_darw...	NDX_darwinex	[[Darwinex]]	USATECHIDXUS...	M1	EST+07	2014.01.02	2025.09.01	4260	3564577	Dukascopy

Ilustración 1: Información general datos

Se trabaja con **datos en 1 minuto** porque permiten capturar con mayor fidelidad la dinámica intradía (entradas/salidas, stops, recorridos) y, al mismo tiempo, son un estándar práctico en StrategyQuant para construir estrategias con suficiente granularidad sin depender de datos tick para todas las fases del proceso.

Además, se configura el criterio de timestamp como **“inicio de la vela”** (*Timestamp represents start of bar time*), consistente con proveedores como Dukascopy y plataformas tipo MetaTrader, lo que evita ambigüedades al interpretar el momento exacto de apertura/cierre de cada barra [3].

3.1.3 Zona horaria y horario de negociación

Para alinear los datos con el horario de referencia del mercado estadounidense, la importación se configura con:

- **Zona horaria: (EST+07) New York Trading hours**
- **Horario de verano (DST): activado (Yes)**

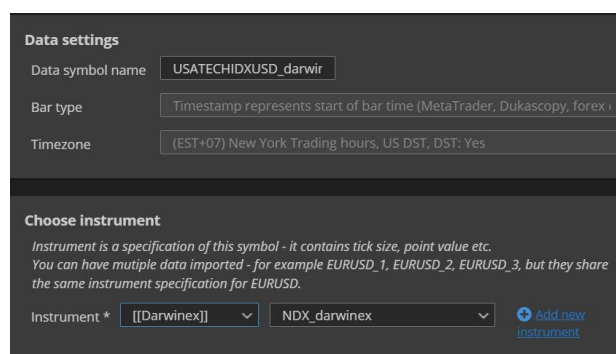


Ilustración 2: Zona horaria

Esto es relevante porque afecta a la correcta colocación temporal de velas, sesiones y eventos (aperturas/cierres), y por tanto a la consistencia de resultados del backtest cuando se aplican filtros por horas, sesiones o restricciones operativas.

3.1.4 Especificación del instrumento y costes operativos (realismo del backtest)

Con el objetivo de que los backtests incorporen fricciones lo más cercanas posible a la operativa real en Darwinex, se parametriza el instrumento **NDX_darwinex** con:

Especificaciones de mercado

- **Tipo:** Index (descripción: *Futures_USA_Indexes*)
- **Pip/Tick size:** 0,1

- **Pip/Tick step: 0,1**
- **Valor del punto: 10 USD por 1,0 punto de índice**
 - Implica que **1 tick (0,1 puntos)** equivale a **1 USD** por contrato ($0,1 \times 10 \text{ USD}$).

Costes y ejecución

- **Spread por defecto: 1 pip** (equivalente a **0,1 puntos** dada la granularidad del tick)
- **Slippage por defecto: 0 pips** (se deja neutro en esta configuración base)
- **Order size multiplier: 1**
- **Order size step: 0,01**
- **Min distance: 0**

Broker profile *	Instrument *
[[Darwinex]]	NDX_darwinex
Data type *	Description
Index	Futures_USA_Indexes
Pip/Tick size *	Point value in \$ *
0.1 - +	10 - +
Default spread * pips	Pip/Tick step *
1 - +	0.1 - +
Order size multiplier	Default slippage * pips
1 - +	0 - +
Min distance	Order size step
0 - +	0.01 - +

Ilustración 3: Datos Ejecucion

Swap (coste de financiación overnight)

- **Swap activo: Sí**
- **Tipo de swap: points**
- **Long: -37,28 puntos/día**
- **Short: +17,66 puntos/día**
- **Triple swap: Thursday**
- **Rollout hour: 00:00**

Incluir el **swap** es especialmente importante en CFDs sobre índices, ya que una parte relevante del rendimiento (sobre todo en estrategias con mayor holding period) puede provenir de —o verse penalizada por— el coste de financiación

overnight. De esta forma, las métricas de rentabilidad/riesgo obtenidas en backtest reflejan mejor el comportamiento esperado en entorno real.

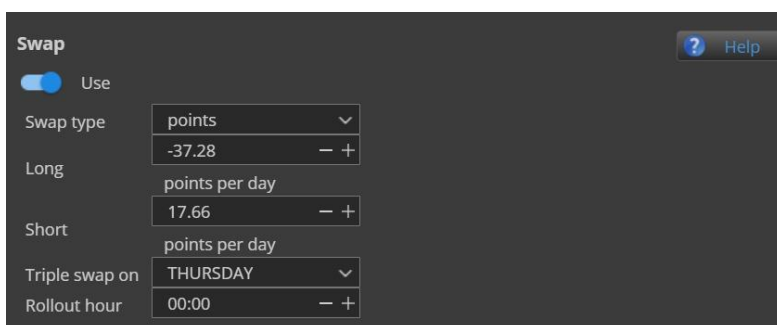


Ilustración 4: Costes swap

3.1.5 Resumen de configuración (para reproducibilidad)

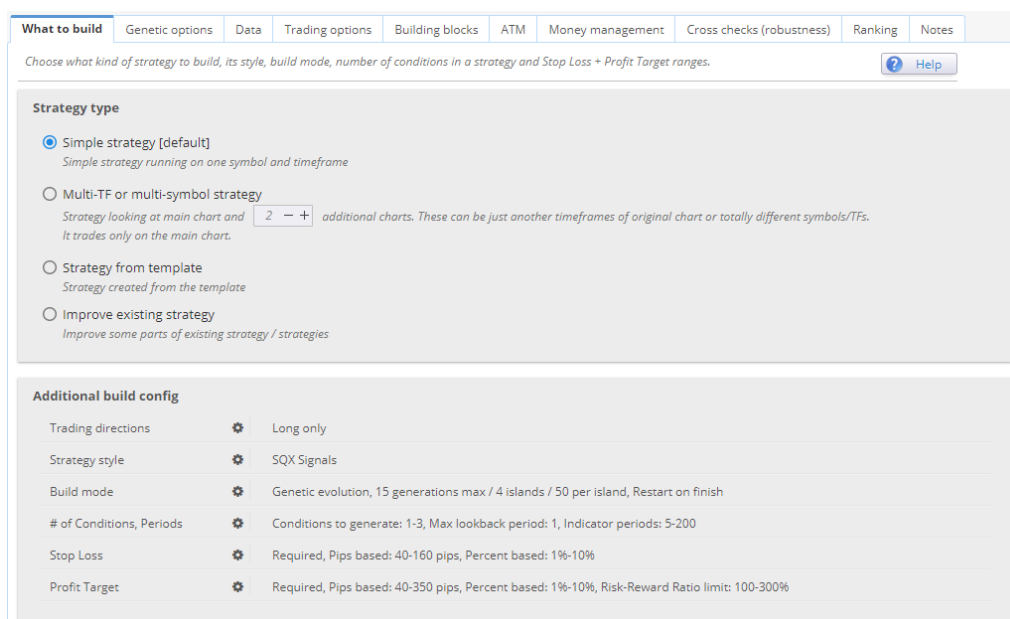
Parámetro	Valor
Instrumento	NDX_darwinex (perfil [[Darwinex]])
Subyacente / símbolo	USATECHIDXUSD (Nasdaq-100 CFD)
Fuente de datos	Dukascopy
Timeframe	M1
Periodo	2014-01-02 a 2025-09-01
Total días	4.260
Total velas	3.564.577
Timezone / DST	(EST+07) New York Trading hours / DST Yes
Tick size / step	0,1 / 0,1
Valor del punto	10 USD
Spread por defecto	1 pip (\approx 0,1 puntos)
Swap long / short	-37,28 / +17,66 puntos por día
Triple swap	Thursday

3.2 Builder: objetivos multi-criterio, constraints y filtros de calidad

En esta fase se configura el **Strategy Builder** de StrategyQuant X, definiendo el tipo de estrategias a generar y las restricciones básicas de construcción (dirección de trading, complejidad de reglas, y rangos de gestión de riesgo). El objetivo de esta configuración inicial es **forzar estrategias operables y comparables** entre sí, evitando soluciones excesivamente complejas y acotando desde el inicio los elementos clave de **risk management** (Stop Loss y Profit Target).

3.2.1 Definición de la estrategia a generar (What to build)

En la pestaña **“What to build”** se selecciona el tipo **“Simple strategy (default)”**, es decir, estrategias que operan sobre **un único símbolo y un único timeframe**, descartando la generación multi-timeframe o multi-activo. Esta decisión simplifica el análisis posterior y reduce el riesgo de introducir dependencias espurias entre marcos temporales o instrumentos distintos.



The screenshot shows the 'What to build' tab in the Strategy Builder interface. It features a navigation bar with tabs: 'What to build', 'Genetic options', 'Data', 'Trading options', 'Building blocks', 'ATM', 'Money management', 'Cross checks (robustness)', 'Ranking', and 'Notes'. Below the navigation bar is a subtitle: 'Choose what kind of strategy to build, its style, build mode, number of conditions in a strategy and Stop Loss + Profit Target ranges.' and a 'Help' button. The main content area is divided into two sections: 'Strategy type' and 'Additional build config'. The 'Strategy type' section has four radio button options: 'Simple strategy [default]' (selected), 'Multi-TF or multi-symbol strategy', 'Strategy from template', and 'Improve existing strategy'. The 'Additional build config' section is a table with six rows, each with a gear icon for configuration.

Additional build config	
Trading directions	Long only
Strategy style	SQX Signals
Build mode	Genetic evolution, 15 generations max / 4 islands / 50 per island, Restart on finish
# of Conditions, Periods	Conditions to generate: 1-3, Max lookback period: 1, Indicator periods: 5-200
Stop Loss	Required, Pips based: 40-160 pips, Percent based: 1%-10%
Profit Target	Required, Pips based: 40-350 pips, Percent based: 1%-10%, Risk-Reward Ratio limit: 100-300%

Ilustración 5: Tipos y configuraciones generales de estrategias

Adicionalmente, se fija la configuración base del proceso de generación:

- **Trading direction:** *Long only*. Las estrategias generadas se restringen a posiciones largas, lo que resulta coherente con la naturaleza del Nasdaq-100 (sesgo estructural de crecimiento) y facilita la interpretabilidad y el control de riesgo en la fase de ejecución.

- **Strategy style:** *SQX Signals*. Se generan estrategias basadas en señales, donde la lógica de entrada/salida queda explícitamente definida por condiciones e indicadores.
- **Build mode:** *Genetic evolution*, con un máximo de **15 generaciones**, distribuido en **4 “islas”** de **50 individuos** cada una, con opción de **reinicio al finalizar** (*Restart on finish*). Esta configuración permite explorar un espacio amplio de soluciones manteniendo diversidad genética y evitando la convergencia prematura [4].
- **Complejidad de reglas:** se limita a **1–3 condiciones** por estrategia, con **periodos de indicadores entre 5 y 200**, acotando la complejidad para reducir el sobreajuste y favorecer reglas más simples y robustas [5].
- **Stop Loss:** obligatorio, con rangos de **40–160 pips** (y alternativa **1%–10%**), garantizando que todas las estrategias incorporen un mecanismo explícito de control de pérdidas. (*En el instrumento definido con tick size 0,1, esto equivale aproximadamente a 4–16 puntos de índice*) [6].
- **Profit Target:** obligatorio, con rangos de **40–350 pips** (y alternativa **1%–10%**), y con un límite de **Risk-Reward Ratio entre 100% y 300%** (aprox. 1:1 a 1:3), lo que evita estrategias con targets desproporcionados respecto al stop y homogeneiza la relación riesgo/beneficio en la población generada [6].

3.2.2 Configuración del algoritmo genético (Genetic options)

Una vez definido el marco de construcción (estrategias simples sobre un único activo y timeframe), la creación de reglas de trading se realiza mediante **búsqueda heurística** usando un **algoritmo genético**. En este enfoque, cada estrategia candidata se modela como un “individuo” (conjunto de condiciones de entrada/salida y parámetros), y la población evoluciona iterativamente aplicando operadores de **recombinación (crossover)** y **mutación**. El proceso selecciona las estrategias con mejor desempeño según la función objetivo definida y genera nuevas variantes, permitiendo explorar un espacio de soluciones muy amplio sin necesidad de enumerar explícitamente todas las combinaciones posibles.

La pestaña siguiente (**Genetic options**) controla precisamente la intensidad de esta exploración (diversidad) y de la explotación (mejora incremental), así como los mecanismos para evitar convergencia prematura.

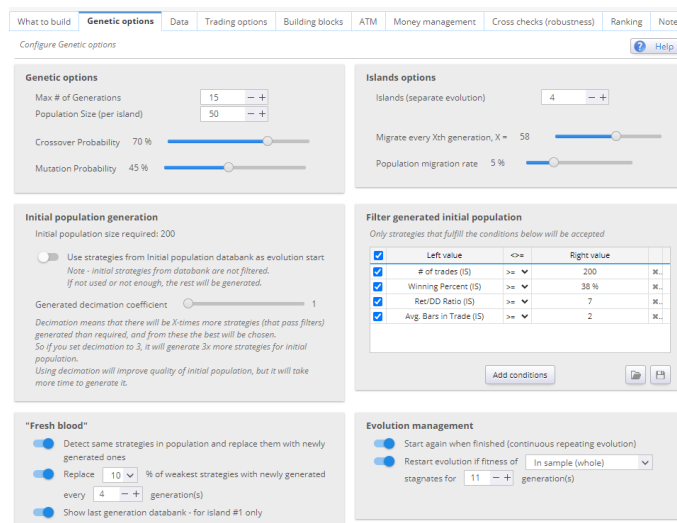


Ilustración 6: Pestaña Opciones Genéticas

3.2.2.1 Opciones Generales

La generación de estrategias se realiza mediante un **algoritmo genético**, donde cada “individuo” representa una estrategia candidata y la población evoluciona iterativamente aplicando operadores de **recombinación (crossover)** y **mutación**. El objetivo de esta configuración es equilibrar **exploración** (diversidad de soluciones) y **explotación** (mejora progresiva de las mejores estrategias), reduciendo el riesgo de convergencia prematura hacia soluciones subóptimas [4].

Parámetros principales de evolución

- **Max # of generations:** 15
- **Population size (per island):** 50
- **Crossover probability:** 70%
- **Mutation probability:** 45%

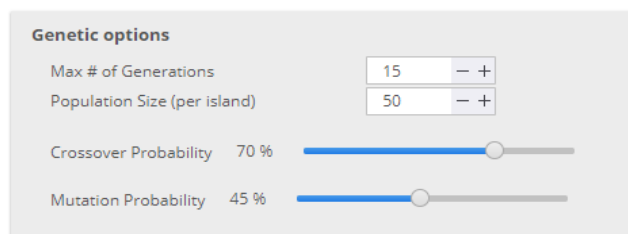


Ilustración 7: Opciones Genéticas

Un **crossover elevado** favorece la combinación de bloques de lógica de estrategias que ya funcionan, mientras que una **mutación relativamente alta** incrementa la exploración del espacio de búsqueda y ayuda a evitar que el proceso se “atasque” demasiado pronto en familias muy similares [7].

3.2.2.2 Islands (evolución separada) y migración

Para mantener diversidad genética se utiliza un enfoque de **islas**:

- **Islands:** 4 (evolución separada)
- **Migration rate:** 5%
- **Migrate every X generations:** 58

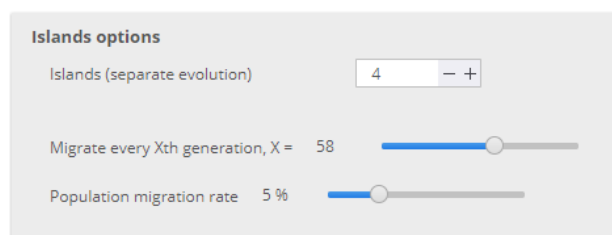


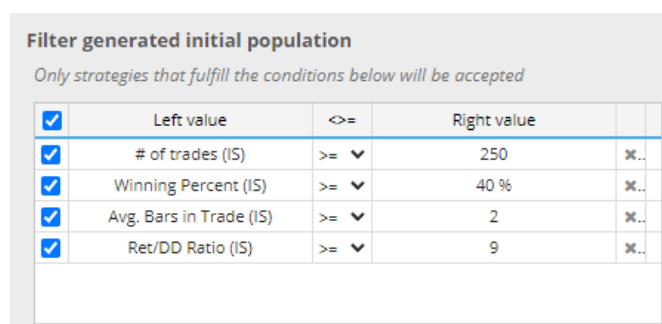
Ilustración 8: Opciones de Isla

Cada isla evoluciona de forma independiente y se permite una migración limitada de individuos. Este mecanismo actúa como control de diversidad, evitando que toda la población converja a un único tipo de estrategia [8].

3.2.2.3 Generación de población inicial y filtros mínimos (IS)

El tamaño inicial requerido es de **200 estrategias** (coherente con 4 islas × 50 individuos). Se emplea un filtro mínimo para aceptar únicamente estrategias con un umbral básico de actividad y calidad **en In-Sample (IS)**:

- **# of trades (IS) ≥ 250**
- **Winning Percent (IS) ≥ 40%**
- **Ret/DD Ratio (IS) ≥ 9**
- **Avg. Bars in Trade (IS) ≥ 2**



<input checked="" type="checkbox"/>	Left value	<=>	Right value	
<input checked="" type="checkbox"/>	# of trades (IS)	>=	250	✕..
<input checked="" type="checkbox"/>	Winning Percent (IS)	>=	40 %	✕..
<input checked="" type="checkbox"/>	Avg. Bars in Trade (IS)	>=	2	✕..
<input checked="" type="checkbox"/>	Ret/DD Ratio (IS)	>=	9	✕..

Ilustración 9: Filtros generación de población inicial

Estos criterios buscan (i) asegurar **significancia estadística** mínima (número de operaciones), (ii) descartar estrategias con comportamiento demasiado débil o errático en IS (Ret/DD), y (iii) evitar estrategias excesivamente “micro” o con duraciones irrelevantes (Avg. bars) [9].

3.2.2.4 Mecanismos anti-convergencia (“Fresh blood”) y gestión de estancamiento

Para combatir duplicados y mantener presión evolutiva se activa “Fresh blood”:

- Reemplazo de estrategias repetidas por nuevas generaciones.
- Sustitución del **10%** de las estrategias más débiles **cada 4 generaciones** [10].

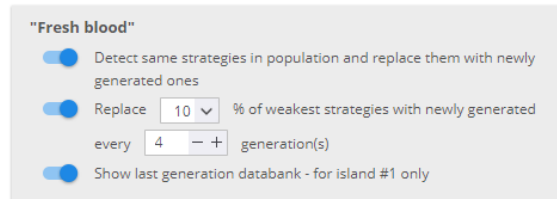


Ilustración 10: Ajustes especiales

Además, la evolución se configura para **reiniciarse automáticamente** y evitar estancamientos:

- **Start again when finished** (evolución continua).
- **Restart evolution if fitness (In sample – whole) stagnates for 11 generations.**

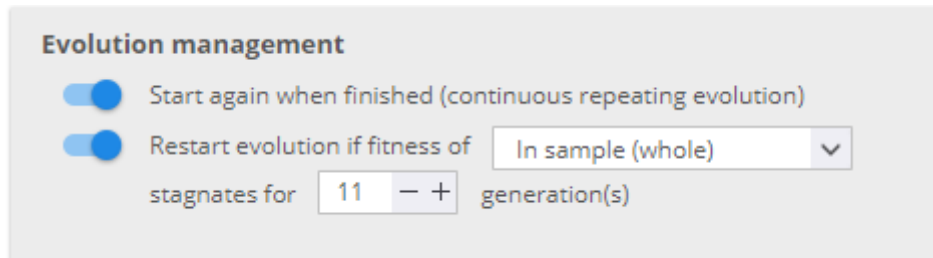


Ilustración 11: Configuración de evolución

Con ello se reduce la probabilidad de que el algoritmo se quede optimizando “variaciones pequeñas” de una misma idea sin generar alternativas nuevas [11] [12].

3.2.3 Configuración de datos y motor de backtest (Data)

En la pestaña **Data** se configura el **motor de simulación**, el **símbolo**, el **timeframe principal de construcción/backtest** y la **segmentación temporal** en periodos **In-Sample (IS)** y **Out-of-Sample (OOS)**. Esta parametrización es clave para asegurar que las estrategias se generan bajo un entorno de ejecución coherente con la plataforma objetivo y que existe una separación explícita entre el periodo utilizado para construir/optimizar y el periodo reservado para evaluar generalización [5].

3.2.3.1 Motor de trading (Trading engine).

Se selecciona **MetaTrader 4 (MT4)** como motor de simulación, alineado con el entorno de ejecución final (estrategias exportables/operables en MT4).

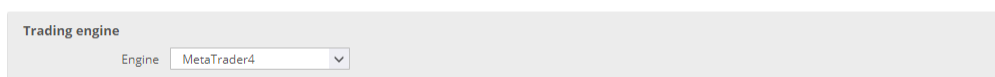


Ilustración 12: Elección de motor de trading

3.2.3.2 Símbolo y timeframe.

El backtest se configura sobre el símbolo **NDX_Datos_Darwinex** y el timeframe **H1**, de modo que la lógica de las estrategias se construye y evalúa en barras de una hora.

Rango temporal total usado en backtest: Se fija un periodo principal desde **01/01/2014** hasta **01/06/2023**.

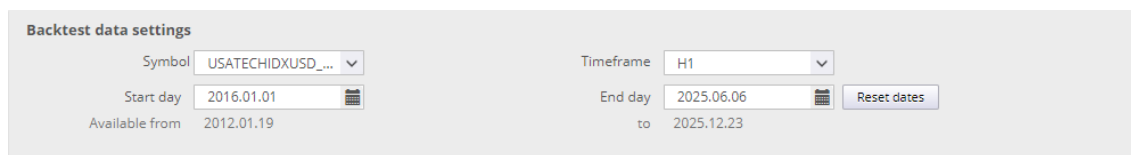


Ilustración 13: Elección de datos a usar en el backtest

3.2.3.3 Parámetros de simulación y costes.

- **Precision:** *Selected timeframe only (faster)*, priorizando velocidad de cómputo en fase de generación.
- **Spread: 1 pip.**
- **Commissions & swap: 5,5 USD por lote completo**, incorporando además el coste/beneficio de **swap** (financiación overnight) con valores diferenciados para posiciones **long** y **short** según la especificación del instrumento.
- **Slippage: 0 pips.**
- **Min. distance: 0 pips.**

Test parameters

Precision: Selected timeframe only (faste...)

Commissions & swap: \$ 5.5 per full lot | long: -37.28points, short: 17.26points

Spread: 1 pips

Slippage: 0 pips

Min. distance: 0 pips

Ilustración 14: Simulador de costes en el backtest

3.2.3.4 Segmentación IS/OOS (Data range parts).

Se define un bloque **OOS1** como **Out-of-sample - Test**, correspondiente al **20% final** del periodo:

- **OOS1: 14/06/2021 – 01/06/2023 (20%)**

En consecuencia, el tramo anterior se utiliza como **In-Sample (IS)** para la generación y ajuste:

- **IS: 01/01/2014 – 14/06/2021 (80%)**

Data range parts

What is it? Most used configs: 50 20 30 30 20 50 20 20 10 20 20 10 30

OOS1

OOS1: Out of sample - Test Start: 2023.06.20 End: 2025.06.06 (20%)

+ Add new part

Ilustración 15: Segmentación de datos en el Backtest

Esta separación permite que la selección posterior de estrategias no dependa únicamente del ajuste en IS, sino que exija un desempeño aceptable en un tramo temporal no utilizado durante la construcción. Además, los 2 últimos años 2024 y 2025 se dejan para otro periodo de OOS para la parte de optimizaciones se verá más adelante [5].

3.2.4 Reglas de operativa y ejecución (Trading options)

En la pestaña **Trading options** se establecen restricciones operativas generales que afectan a **cuándo** puede abrir/cerrar una estrategia, así como ciertos supuestos del motor de ejecución. El objetivo es evitar comportamientos no deseados (por ejemplo, cierres forzados por horario) y aumentar el realismo del backtest cuando existen discontinuidades en el precio.

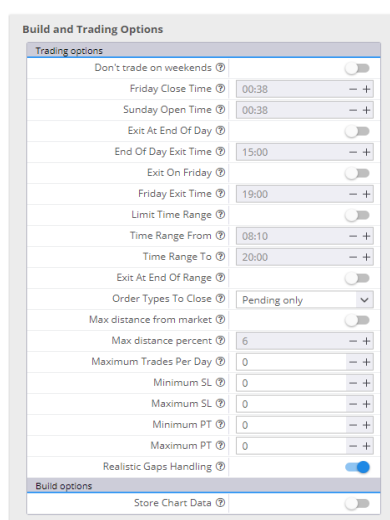


Ilustración 16: Opciones de trading

3.2.4.1 Restricciones temporales y cierres automáticos.

En esta configuración no se activan cierres forzados por fin de día o fin de semana (opciones como *Exit at End of Day*, *Exit on Friday* o *Don't trade on weekends* permanecen desactivadas). Tampoco se activa la limitación por franja horaria (*Limit Time Range* desactivado). Con ello, la estrategia queda libre para operar durante las ventanas temporales definidas por la propia lógica del sistema y por el horario del mercado del instrumento, evitando introducir reglas externas que puedan sesgar el comportamiento [13].

3.2.4.2 Control de operativa adicional.

No se fija un límite explícito de operaciones diarias (*Maximum Trades Per Day* = 0, sin límite) ni restricciones adicionales sobre distancias máximas al mercado o rangos mínimos/máximos de SL/PT en esta pestaña (se mantienen a cero, delegando esa acotación al apartado de construcción y gestión de trade) [13].

3.2.4.3 Tratamiento realista de gaps.

Se activa **Realistic Gaps Handling**, lo que fuerza al motor de backtest a tratar discontinuidades de precio de forma más realista (por ejemplo, en huecos entre sesiones), evitando ejecuciones ideales que no serían posibles si el precio “salta” directamente por encima/por debajo de niveles de stop o target [3].

3.2.5 Bloques de construcción de estrategias (Building blocks)

En la pestaña **Building blocks** se define el **conjunto de piezas** que el generador puede combinar para crear la lógica de las estrategias: (i) condiciones de entrada basadas en señales/indicadores y (ii) mecanismos de entrada y salida (tipos de orden y reglas de gestión de la posición).

3.2.5.1 Señales predefinidas (Signals – Predefined conditions)

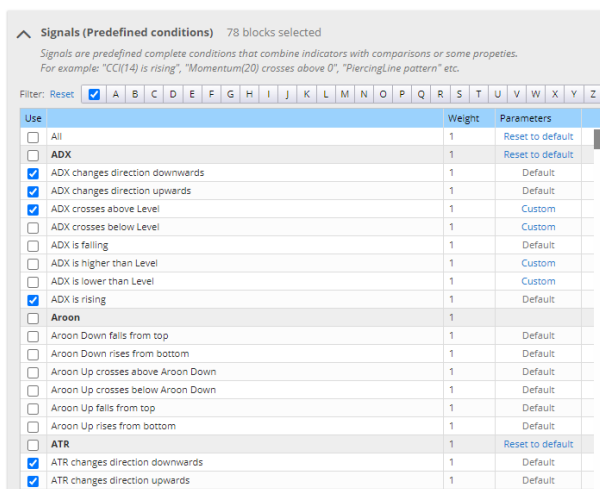
En la sección **Signals (Predefined conditions)** se define el conjunto de **condiciones predefinidas** que el algoritmo genético puede emplear para construir las reglas de trading. Estas señales son “bloques lógicos” ya implementados por StrategyQuant X que combinan uno o varios indicadores con comparaciones típicas (cruces de niveles, cambios de dirección, pendiente creciente/decreciente, etc.). Su uso permite generar estrategias a partir de patrones estándar del análisis técnico sin necesidad de construir cada condición desde cero [14].

En esta configuración se seleccionan **78 bloques de señales**, lo que proporciona variedad suficiente para explorar estrategias de distinta naturaleza (tendencia, momentum, volatilidad, etc.) manteniendo un marco controlado y reproducible. La **Figura X** muestra únicamente el inicio del listado (ordenado alfabéticamente), donde aparecen señales asociadas a indicadores como **ADX** y **ATR**, que sirven como ejemplo del tipo de condiciones habilitadas [15].

A modo ilustrativo, dentro de ADX se permiten señales del estilo:

- **cambio de dirección** (*ADX changes direction upwards/downwards*),
- **cruces de nivel** (*ADX crosses above level*), y
- **pendiente/fortalecimiento** (*ADX is rising*),

mientras que en ATR se incluyen condiciones relacionadas con **cambios en el régimen de volatilidad** (*ATR changes direction upwards/downwards*).



Use	Weight	Parameters
<input type="checkbox"/> All	1	Reset to default
<input type="checkbox"/> ADX	1	Reset to default
<input checked="" type="checkbox"/> ADX changes direction downwards	1	Default
<input checked="" type="checkbox"/> ADX changes direction upwards	1	Default
<input checked="" type="checkbox"/> ADX crosses above Level	1	Custom
<input type="checkbox"/> ADX crosses below Level	1	Custom
<input type="checkbox"/> ADX is falling	1	Default
<input type="checkbox"/> ADX is higher than Level	1	Custom
<input type="checkbox"/> ADX is lower than Level	1	Custom
<input checked="" type="checkbox"/> ADX is rising	1	Default
<input type="checkbox"/> Aroon	1	
<input type="checkbox"/> Aroon Down falls from top	1	Default
<input type="checkbox"/> Aroon Down rises from bottom	1	Default
<input type="checkbox"/> Aroon Up crosses above Aroon Down	1	Default
<input type="checkbox"/> Aroon Up crosses below Aroon Down	1	Default
<input type="checkbox"/> Aroon Up falls from top	1	Default
<input type="checkbox"/> Aroon Up rises from bottom	1	Default
<input type="checkbox"/> ATR	1	Reset to default
<input checked="" type="checkbox"/> ATR changes direction downwards	1	Default
<input checked="" type="checkbox"/> ATR changes direction upwards	1	Default

Ilustración 17: Señales builder

Para garantizar trazabilidad y reproducibilidad, el conjunto completo de señales habilitadas (los 78 bloques) puede documentarse en un **anexo** mediante exportación de la configuración del builder [15].

3.2.5.2 Indicadores base (Indicators)

En la sección **Indicators** se selecciona el conjunto de **indicadores elementales** que el builder puede utilizar para construir condiciones de forma combinatoria. A diferencia de *Signals* (condiciones ya “empaquetadas”), aquí StrategyQuant X genera reglas creando expresiones del tipo:

- *Indicador (periodo) [operador] valor/nivel, o*
- *Indicador A [operador] Indicador B,*

lo que amplía el espacio de búsqueda con combinaciones nuevas que no necesariamente aparecen en el catálogo de señales predefinidas. Esta flexibilidad incrementa la capacidad de exploración del algoritmo genético, aunque también puede generar combinaciones sin significado económico si no se controla el conjunto de indicadores disponibles [5].

En esta configuración se habilitan **30 bloques de indicadores**, incluyendo tanto indicadores de **tendencia/direccionalidad** (p. ej., **ADX**, **Aroon**) como indicadores de **volatilidad y bandas** (p. ej., **ATR**, **Bollinger Bands**) y osciladores/momentum (p. ej., **Awesome Oscillator**). La **Ilustración 18** muestra únicamente el inicio del listado (orden alfabético), donde se observan ejemplos representativos de los indicadores activados y sus parámetros asociados [15].

Use	Weight	Parameters
<input type="checkbox"/> All	1	Reset to default
<input type="checkbox"/> Bar And Time	1	
<input type="checkbox"/> Bar Day Of Month	1	Default
<input type="checkbox"/> Bar Day Of Week	1	Default
<input type="checkbox"/> Bar Hour	1	Default
<input type="checkbox"/> Bar Minute	1	Default
<input type="checkbox"/> Bar Month	1	Default
<input type="checkbox"/> Current Day Of Week	1	Default
<input type="checkbox"/> Current Hour	1	Default
<input type="checkbox"/> Current Minute	1	Default
<input type="checkbox"/> Current Month	1	Default
<input type="checkbox"/> Indicators	1	Reset to default
<input checked="" type="checkbox"/> (ADX) Average Directional Movement Index	1	Default
<input type="checkbox"/> (ARO) Aroon	1	Default
<input checked="" type="checkbox"/> (ATR) Average True Range	1	Default
<input type="checkbox"/> (AV) Average Volume	1	Default
<input checked="" type="checkbox"/> (AWO) Awesome Oscillator	1	Default
<input checked="" type="checkbox"/> (BB) Bollinger Bands	1	Custom
<input type="checkbox"/> (BP) Bears Power	1	Default
<input type="checkbox"/> (BUP) Bulls Power	1	Default

Ilustración 18: Indicadores

En general, los indicadores se mantienen con parámetros **por defecto** para limitar la dimensionalidad del problema y evitar aumentar excesivamente los

grados de libertad. No obstante, algunos bloques pueden utilizar parámetros **custom** (por ejemplo, en el caso de **Bollinger Bands**), cuando se desea ajustar rangos específicos coherentes con el timeframe utilizado.

Finalmente, al igual que con *Signals*, el listado completo de los **30 indicadores habilitados** puede documentarse en un anexo mediante exportación de la configuración del builder, garantizando reproducibilidad.

3.2.5.3 Bloques de entrada Stop/Limit (Stop/Limit entry blocks)

En **Stop/Limit entry blocks** se define cómo el generador calcula el **precio exacto de activación** cuando la estrategia utiliza **órdenes pendientes** (STOP o LIMIT). En StrategyQuant X, el nivel de entrada no se fija únicamente con un número absoluto, sino que se construye mediante una fórmula genérica del tipo:

Precio de entrada = Nivel de precio ± (Multiplicador × Rango de precio)

donde el “nivel de precio” puede ser un valor directo (por ejemplo, *Close*, *High*, *Low*, *Open*) o un valor derivado (por ejemplo, una banda de Bollinger, una media móvil, un canal, etc.). Esto permite que el algoritmo genético genere entradas con lógica de **breakout** (por encima/por debajo de un umbral) o de **pullback** (entradas a límite en zonas “baratas/caras”) de forma sistemática [15].

En esta configuración se habilitan **16 bloques**, restringiendo el conjunto de niveles de referencia que el builder puede utilizar para fijar el precio de entrada. La **Ilustración 19** muestra parte del listado, donde se observan, entre otros, los siguientes niveles activados:

- **Niveles OHLC intradiarios:** *Close (C)*, *High (H)* y *Low (L)*.
- **Niveles diarios:** *Daily Open (DO)*, *Daily High (DH)*, *Daily Low (DL)* y *Daily Close (DC)*.
- **Indicadores como nivel de entrada:** *EMA* (media móvil exponencial).
- **Niveles tipo canal/banda:** *Bollinger Bands (BB)* y *Keltner Channel (KC)* (algunos con parámetros **custom**).
- **Niveles discretos/geométricos:** *Fibo (FIB)* (parametrización **custom**).

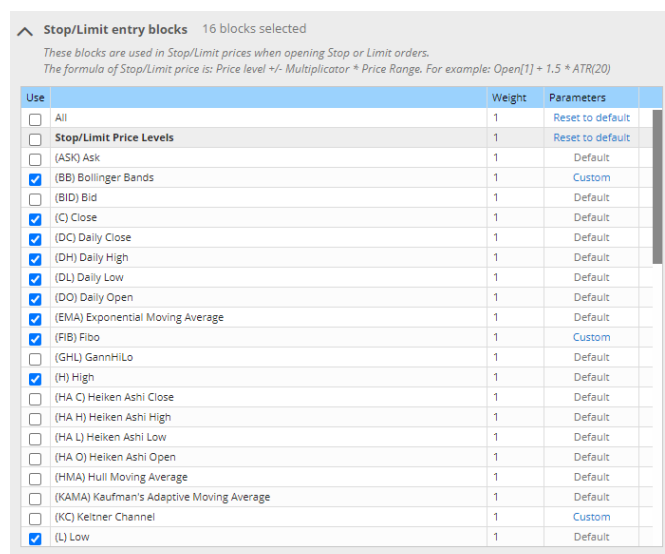


Ilustración 19: Stop/limite bloques de entrada

En cambio, otros niveles disponibles (como **Bid/Ask** o variantes de **Heiken Ashi**) se mantienen desactivados, evitando depender de transformaciones de precio o referencias menos relevantes para el enfoque del builder.

Razonamiento metodológico [5].

Acotar estos bloques tiene tres ventajas principales:

1. Reduce el riesgo de generar reglas excesivamente “artificiales” con niveles poco interpretables, y
2. Ahorro de tiempo ya que no se buscan estrategias fuera de este rango donde no tiene sentido buscar dichas reglas.
3. Mantiene coherencia con el diseño de la estrategia, al permitir entradas basadas en referencias ampliamente utilizadas (OHLC, niveles diarios, medias y canales), lo que facilita la interpretación posterior y la evaluación de robustez.

3.2.5.4 Tipos de orden de entrada (Order types)

Se permiten **órdenes pendientes** de entrada, concretamente

- **STOP (Enter at stop)** y
- **LIMIT (Enter at limit),**

mientras que se desactivan las entradas **a mercado** (*Enter at market* y *Enter/reverse at market*). Con ello, las estrategias solo pueden abrir posiciones cuando el precio alcanza un **nivel predefinido**, lo que (i) evita ejecuciones inmediatas a precio de mercado en el instante de la señal y (ii) permite modelar tanto enfoques de **breakout/continuación** (órdenes stop) como de

pullback/reversión (órdenes limit), manteniendo a la vez una ejecución más controlada en backtest [15].

Use	Weight	Parameters
<input type="checkbox"/> All	1	Reset to default
<input type="checkbox"/> (MKT) Enter at market	1	Custom
<input type="checkbox"/> (MKT) Enter/reverse at market	1	Custom
<input checked="" type="checkbox"/> (STOP) Enter at stop	1	Custom
<input checked="" type="checkbox"/> (LMT) Enter at limit	1	Custom

Ilustración 20: Tipos de ordenes

3.2.5.5 Tipos de salida y gestión de la operación (Exit types)

Se permite un conjunto acotado de salidas, destacando que:

- **Stop Loss** y **Profit Target** están **activados y marcados como obligatorios (Required)**, garantizando que toda estrategia incorpore control explícito de pérdida y toma de beneficios.
- Se habilitan reglas adicionales de gestión:
 - **Exit After Bars** (salida temporal),
 - **Move SL to BE** (break-even),
 - **Trailing Stop** y **Trailing Activation** (seguimiento dinámico del stop).
- El resto de los mecanismos no se fuerza en esta fase (p. ej., ExitRule se deja sin requerir), para no introducir complejidad innecesaria [6].

Use	Required	Parameters
<input type="checkbox"/> All	<input type="checkbox"/>	Reset to default
<input checked="" type="checkbox"/> Exit After Bars	<input type="checkbox"/>	Custom
<input checked="" type="checkbox"/> Move SL 2 BE	<input type="checkbox"/>	Custom
<input type="checkbox"/> SL 2 BE Add Pips	<input type="checkbox"/>	Custom
<input checked="" type="checkbox"/> Profit Target	<input checked="" type="checkbox"/>	Default
<input checked="" type="checkbox"/> Stop Loss	<input checked="" type="checkbox"/>	Default
<input checked="" type="checkbox"/> Trailing Stop	<input type="checkbox"/>	Custom
<input checked="" type="checkbox"/> Trailing Activation	<input type="checkbox"/>	Custom
<input type="checkbox"/> ExitRule	<input type="checkbox"/>	Default

Ilustración 21: Ordenes de salida

Con esta configuración, el builder queda limitado a estrategias con **entradas por stop** y **gestión del riesgo estructural (SL/PT obligatorios)**, permitiendo a la vez mejoras realistas de ejecución (break-even y trailing) sin abrir el abanico a combinaciones excesivas de reglas [15].

3.2.6 Gestión avanzada de la operación (ATM – Advanced Trade Management)

En la pestaña **ATM** no se habilita la funcionalidad **Advanced Trade Management** (*Enable ATM* desactivado). Por tanto, **no se utilizan salidas múltiples (scale-out)** ni reglas ATM específicas definidas fuera de la lógica principal de la estrategia. Esta decisión se toma para mantener la comparabilidad entre estrategias y evitar que la gestión avanzada sustituya mecanismos ya controlados en el builder (por ejemplo, **Profit Target**, **Move SL to BE**, **Trailing Stop** o **Exit After Bars**), que permanecen activos según la configuración de *Exit types*.

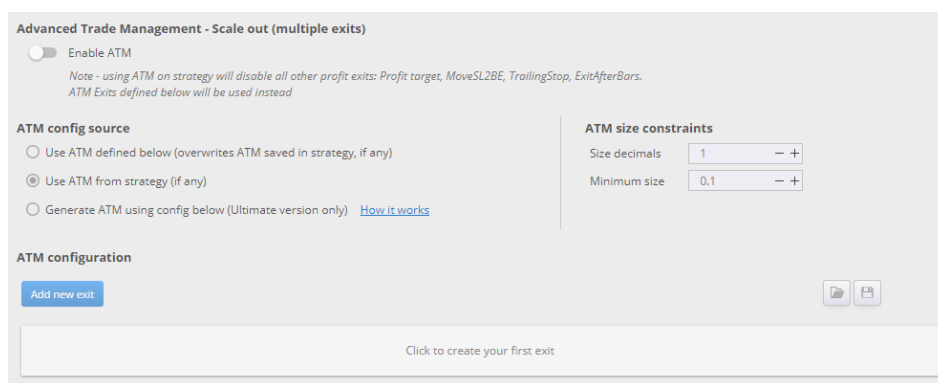


Ilustración 22: Gestión avanzada de las operaciones

Con ello, las estrategias generadas quedan definidas únicamente por sus reglas de entrada/salida estándar y por los parámetros de gestión del riesgo configurados en el builder, simplificando la interpretación y el análisis de robustez posterior.

3.2.7 Gestión monetaria y tamaño de posición (Money management)

En la pestaña **Money management** se define el **capital inicial** para las simulaciones y el método de **position sizing** que utilizarán las estrategias durante el backtest. El objetivo en esta fase es **homogeneizar** el tamaño de las operaciones para que el proceso de generación y filtrado compare estrategias principalmente por su lógica (señales y salidas), evitando que diferencias en apalancamiento o sizing distorsionen las métricas [6].

The screenshot shows a software interface for configuring money management. At the top, there are several tabs: 'What to build', 'Genetic options', 'Data', 'Trading options', 'Building blocks', 'ATM', 'Money management' (which is active), 'Cross checks (robustness)', 'Ranking', and 'Notes'. Below the tabs, there is a sub-header 'Configure initial capital and desired position sizing method.' and a 'Help' button. The main configuration area is divided into two sections. The first section, 'Choose initial capital', has a text input field for 'Initial capital' with the value '10000' and minus/plus buttons. The second section, 'Choose Money Management method', contains a list of radio buttons: 'Fixed size' (selected), 'Risk fixed % balance', 'Risk fixed % of account', 'Fixed amount', 'Crypto size by price', 'Stocks size by price', and 'Simple Martingale MM'. To the right of this list is a 'Default' window with an 'Order size' input field set to '0.3' and minus/plus buttons. Further to the right, there is a 'No money management' option with the text 'Strategy will trade with fixed number of lots.'

Ilustración 23: Gestion Monetaria

Capital inicial.

Se establece un capital inicial de **10.000** unidades monetarias.

Método de gestión monetaria.

Se selecciona el enfoque de **tamaño fijo (Fixed size)**, de modo que las estrategias operan con un número constante de lotes en cada operación. En concreto, se fija:

- **Order size: 0,3 lotes**

Este criterio evita introducir componentes de riesgo dinámico (porcentaje sobre balance/equity, martingala, etc.) durante la fase de generación, lo que facilita la comparabilidad y reduce grados de libertad adicionales que podrían contribuir al sobreajuste. La evaluación de técnicas de sizing más avanzadas puede abordarse en fases posteriores una vez seleccionadas estrategias robustas a nivel de señal.

3.2.8 Comprobaciones adicionales (Cross checks)

La pestaña **Cross checks (robustness)** en el Builder permite definir una secuencia de **retests automáticos** que se aplican a las estrategias una vez superan los filtros básicos de generación. En este trabajo, esta pestaña se utiliza principalmente como **configuración de referencia**, ya que la validación en profundidad se realizará en el módulo **Retester**, donde se aplicarán estas comprobaciones de forma más extensa y sistemática.

Por este motivo, no se activan en el Builder los diferentes módulos de robustez, reservándolos para la fase posterior en Retester. En cambio, sí se configura y utiliza **Higher backtest precision**, ya que es un control esencial para garantizar que las estrategias que pasan el filtro principal no dependen de simplificaciones del backtest rápido, es decir, que el backtest no difiera en velas de 1 minuto en vez de solo en velas de 1 hora y siga pasando los filtros necesarios para ser una estrategia rentable [16].

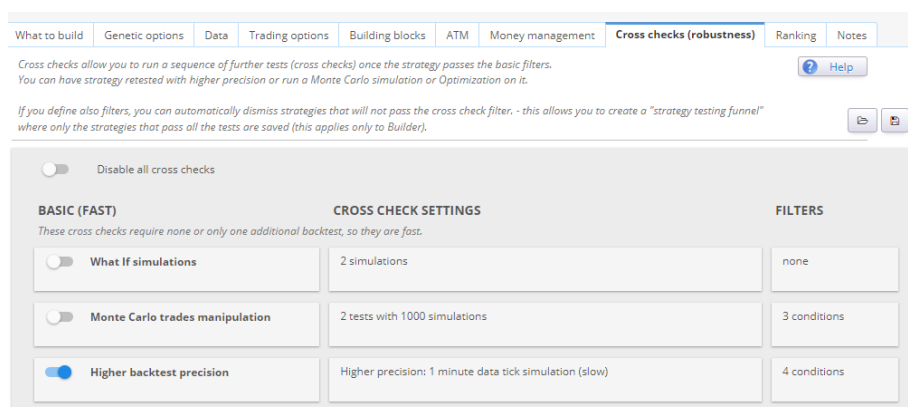


Ilustración 24: Test de Robustez

3.2.8.1 Higher backtest precision (retest intrabar)

Durante la generación se emplea un backtest rápido (**Selected timeframe only**) sobre **H1** para acelerar la exploración del espacio de estrategias. Como contraste, el cross check **Higher backtest precision** recalcula cada estrategia con una simulación intrabar basada en datos de **1 minuto** (*1 minute data tick simulation*), reduciendo el sesgo por ejecución idealizada dentro de velas de 1 hora (especialmente relevante con órdenes pendientes y salidas SL/PT/trailing).

Configuración:

- **Timeframe:** H1
- **Main test precision:** Selected timeframe only (fastest)
- **Cross check precision:** 1 minute data tick simulation (slow)
- **Spread:** 1 pip

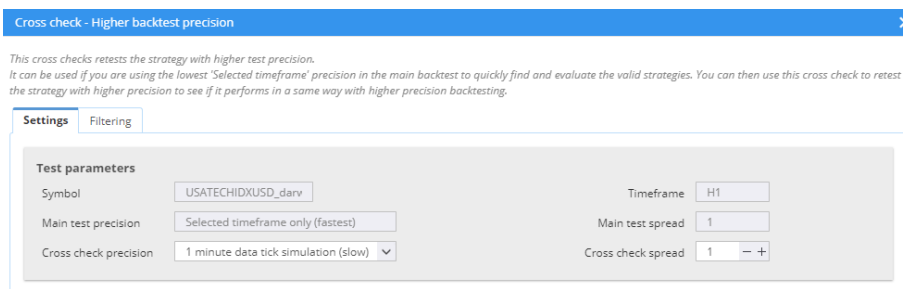


Ilustración 25: Configuración backtest mayor precisión

Filtros mínimos aplicados en el retest

Tras el recalculation con mayor precisión se aplican condiciones mínimas para descartar estrategias cuya calidad se degrade de forma relevante:

- **Nº of trades (IS) ≥ 200**
- **Avg. bars in trade (IS) ≥ 2**
- **Ret/DD Ratio (IS) ≥ 6**
- **Net profit (OOS) ≥ 10% del Net profit (IS)**

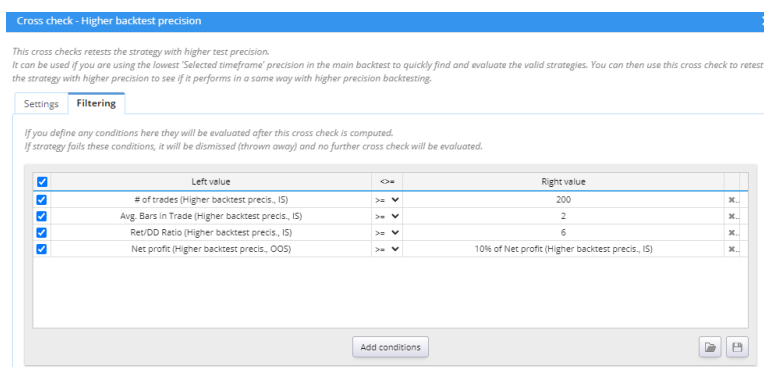


Ilustración 26: Filtros backtest mayor precisión

Estas restricciones funcionan como un **primer control de consistencia** antes de pasar al módulo Retester, donde se amplía la batería de pruebas de robustez y se evalúa la estabilidad del rendimiento con metodologías más exigentes.

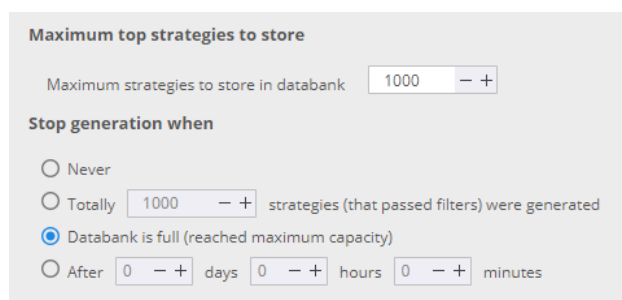
3.2.9 Criterios de clasificación y almacenamiento (Ranking)

La pestaña **Ranking** define cómo se calcula la **calidad (fitness)** de cada estrategia durante la generación y en qué condiciones se **almacenan** en la base de resultados. En la práctica, esta pestaña implementa el último tramo del “embudo” del Builder: limita el número de estrategias guardadas, evita duplicados y aplica filtros cuantitativos mínimos para asegurar que solo se conserva un conjunto de candidatos con calidad suficiente para fases posteriores (Retester).

3.2.9.1 Límite de estrategias y criterio de parada

Se fija un máximo de **1000 estrategias** almacenadas en la *databank*:

- **Maximum strategies to store in databank:** 1000
- **Stop generation when:** *Databank is full (reached maximum capacity)*



The screenshot shows a configuration panel with the following elements:

- Maximum top strategies to store:** A label above a text input field containing '1000' and a spinner control.
- Stop generation when:** A section header above four radio button options:
 - Never
 - Totally strategies (that passed filters) were generated
 - Databank is full (reached maximum capacity)
 - After days hours minutes

Ilustración 27; Limite de estrategias

Es decir, el proceso de generación continúa hasta completar la capacidad definida, manteniendo únicamente las estrategias mejor clasificadas según el criterio de ranking.

3.2.9.2 Filtros automáticos y eliminación de duplicados

Se mantienen activos los **filtros automáticos** y se habilita explícitamente la opción:

- **Dismiss similar strategies in databank**

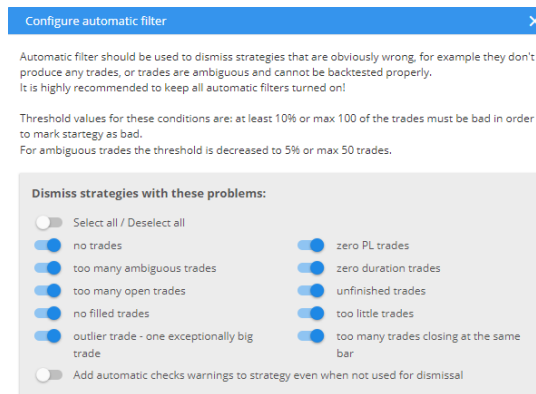


Ilustración 28; Filtros automaticos

Con ello se reduce la redundancia, evitando almacenar múltiples variantes casi idénticas de una misma idea (misma lógica con pequeñas variaciones paramétricas), y aumentando la diversidad real de candidatos [17].

3.2.9.3 Filtros personalizados de almacenamiento (Custom filters)

Además del ranking, se aplican filtros mínimos para que una estrategia sea guardada en la base de resultados:

- **Avg. Bars in Trade (Portfolio, IS) ≥ 2**
- **Winning Percent (Portfolio, IS) $\geq 40\%$**
- **Nº Trades (IS) ≥ 250**
- **Ret/DD Ratio (IS) ≥ 11**
- **Net Profit (OOS) $\geq 10\%$ Net Profit (IS)**

Custom filters					
<input checked="" type="checkbox"/>	Left value	<=>	Right value		
<input checked="" type="checkbox"/>	Avg. Bars in Trade (Portfolio, IS)	>=	2		x
<input checked="" type="checkbox"/>	Winning Percent (Portfolio, IS)	>=	40 %		x
<input checked="" type="checkbox"/>	# of trades (IS)	>=	250		x
<input checked="" type="checkbox"/>	Ret/DD Ratio (IS)	>=	11		x
<input checked="" type="checkbox"/>	Net profit (OOS)	>=	10% of Net profit (IS)		x

Ilustración 29: Filtros ranking

Estos umbrales persiguen:

- evitar estrategias con operativa demasiado “micro” (duraciones extremadamente bajas),
- asegurar una tasa de acierto mínima,
- garantizar frecuencia suficiente para evaluar comportamiento y significancia, y
- exigir un perfil riesgo/retorno robusto ya desde IS.

3.2.9.4 Métrica de fitness (Strategy Quality ranking)

El ranking se calcula a partir del **backtest principal** (*Main data backtest*) y se ordenan las estrategias que han pasado los filtros a través del:

- **Return / Drawdown ratio**

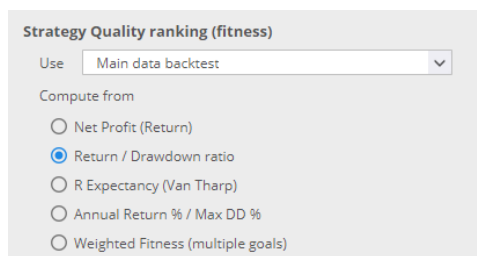


Ilustración 30; Ranking estrategias ya filtradas

Este criterio prioriza estrategias con un balance favorable entre rentabilidad y riesgo, evitando que el algoritmo genético optimice exclusivamente el beneficio absoluto a costa de incurrir en drawdowns excesivos [17] [5].

3.2.9.5 Opciones no utilizadas

- **Custom analysis:** no se utiliza (*None*).

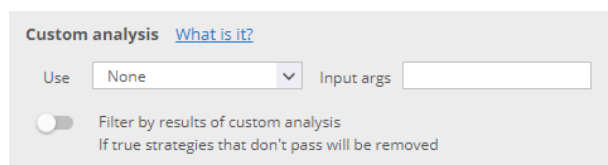


Ilustración 31; Analisis customizado

- **Fit to existing portfolio filter:** desactivado (no se filtra por correlación con una cartera existente en esta fase).

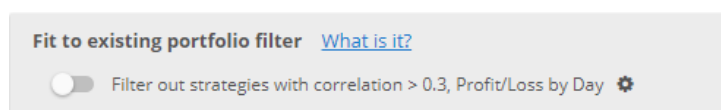


Ilustración 32; Ajustar a portfolio de estrategias existente

3.2.10 Ejecución del Builder y estadísticas de filtrado

Una vez definida la configuración del Builder, se ejecutó el proceso de generación genética sobre el universo y parámetros establecidos. En el momento de captura de resultados, el Builder había generado **33.648.695** estrategias candidatas, con un tiempo medio de **6 ms por estrategia**, lo que equivale a una velocidad aproximada de **543.079 estrategias/hora** y un tiempo de ejecución acumulado de **2 días y 13 horas**.

Clear log	Clear log on start	Memory cleanup
Strategies generated:	33,648,695	No strategies generated?
Time per strategy [Detailed]:	6 ms.	Time per accepted strategy: 3 min. 47 s.
Rejected [Detailed]:	33,647,716 / 99.99 %	Accepted: [Detailed]: 979 / 0.01 %
Strategies per hour:	543,079	Accepted strategies per hour: 15.80
Running time so far:	2 days 13 hrs.	In databank: 463

Ilustración 33: Log de ejecución StrategyQuant X Builder

Del total generado, se descartaron **33.647.716** estrategias (**≈99,997%**) y se aceptaron **979** (**≈0,003%**). La tasa de aceptación observada fue de **15,8 estrategias aceptadas por hora**, con un tiempo medio de **3 min 47 s por estrategia aceptada** (debido a que las aceptadas requieren comprobaciones más costosas que las estrategias descartadas de forma inmediata). Finalmente, el número de estrategias almacenadas en la base de resultados (*databank*) fue de **463**.

3.2.10.1 Principales motivos de descarte

El análisis de *Strategy dismissal stats* muestra que la mayor parte de descartes proviene de filtros automáticos que eliminan estrategias degeneradas (sin operativa real o con comportamiento no interpretable en backtest). En particular, los motivos más frecuentes fueron:

- **Too many trades closing at the same bar:** 11.355.443 (**33,75%**)
- **No trades:** 10.357.825 (**30,78%**)
- **Too little trades:** 7.098.778 (**21,10%**)

Adicionalmente, una parte relevante se descartó durante la construcción de la población inicial por no cumplir umbrales mínimos de calidad en **IS**, destacando:

- **# of trades (Main data, IS) ≥ 250:** 2.571.105 (**7,64%**)
- **Ret/DD Ratio (Main data, IS) ≥ 9:** 1.493.718 (**4,44%**)
- **Winning Percent (Main data, IS) ≥ 40:** 528.935 (**1,57%**)

Reason to dismiss	Count	% of all
Automatic filter: too many trades closing at the same bar	11355443	33.75 %
Automatic filter: no trades	10357825	30.78 %
Automatic filter: too little trades	7098778	21.1 %
Initial population filter: # of trades[Main data, IS] >= 250.00	2571105	7.64 %
Initial population filter: Ret/DD Ratio[Main data, IS] >= 9.00	1493718	4.44 %
Initial population filter: Winning Percent[Main data, IS] >= 40.00	528935	1.57 %
Automatic filter: too many ambiguous trades	168031	0.5 %
Global filter: Ret/DD Ratio[Portfolio, IS] >= 11.00	31830	0.09 %
Automatic filter: outlier trade - one exceptionally big trade	15543	0.05 %
initial population	12778	0.04 %
Initial population filter: Avg. Bars in Trade[Main data, IS] >= 2.00	8456	0.03 %
Global filter: Net profit[Portfolio, OOS] >= 10% of Net profit in %[Main data, IS]	2839	0.01 %
Global filter: # of trades[Main data, IS] >= 250.00	2017	0.01 %
Global filter: Avg. Bars in Trade[Portfolio, IS] >= 2.00	268	0.0 %
Global filter: Winning Percent[Portfolio, IS] >= 40.00	110	0.0 %
backtest exception	40	0.0 %

Ilustración 34: Filtros de descarte

Por último, un subconjunto reducido de estrategias se eliminó por filtros globales más exigentes (por ejemplo, **Ret/DD Ratio (Portfolio, IS) ≥ 11** o el requisito de comportamiento mínimo en **OOS**), así como por casos puntuales de ambigüedad u outliers.

3.2.10.2 Estrategias aceptadas y control de duplicados

De las **979** estrategias aceptadas por los filtros, el sistema aplicó mecanismos de control de redundancia y reemplazo, de forma que:

- **463 (47,29%)** quedaron **almacenadas en databank**,
- **429 (43,82%)** fueron marcadas como **demasiado similares** a estrategias ya almacenadas,
- **87 (8,89%)** fueron **reemplazadas por una estrategia mejor**.

Reason to accept	Count	% of all
In databank	463	47.29 %
Strategy is too similar or the same as some other strategy in databank	429	43.82 %
Replaced with better strategy	87	8.89 %

Ilustración 35: Control de duplicados

Esto confirma que el proceso no solo filtra por desempeño, sino que también reduce la acumulación de variantes casi idénticas, aumentando la diversidad del conjunto final de candidatos que pasarán al módulo Retester.

3.3 Retester: validación y filtrado por robustez

Una vez generada la población inicial de estrategias con el Builder, se emplea el módulo **Retester** para realizar una **validación más exigente y sistemática**. Con el fin de asegurar consistencia entre fases, se mantiene la **misma configuración base** utilizada en el Builder en cuanto a instrumento, timeframe, costes de simulación, motor de ejecución y parámetros generales de backtest.

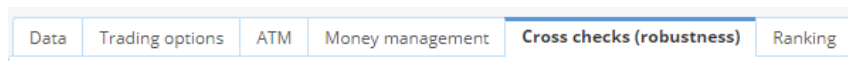


Ilustración 36; Pestañas Retester

La diferencia fundamental del Retester es que permite aplicar una batería de pruebas adicionales de forma secuencial, eliminando estrategias que no mantengan su desempeño bajo condiciones alternativas o más realistas. En este trabajo, el núcleo metodológico del Retester se concentra en la pestaña **Cross checks (robustness)**, que actúa como un **filtro de robustez**: únicamente las estrategias que superan todas las comprobaciones se conservan para las etapas posteriores [18].

3.3.1 Cross checks/Robustez (robustness) en Retester: batería de pruebas de robustez

En el módulo **Retester**, la pestaña **Cross checks (robustness)** se utiliza como núcleo del proceso de validación, configurando una secuencia de pruebas que evalúan si el rendimiento de una estrategia es **estable** bajo condiciones alternativas (mayor realismo de ejecución, perturbaciones tipo Monte Carlo y sensibilidad a parámetros) [18].

La evaluación se plantea como un **embudo secuencial**: por defecto, si una estrategia **no supera** los criterios definidos en un cross check, se **descarta** y no se ejecutan comprobaciones posteriores. Este enfoque reduce el coste computacional y prioriza conservar únicamente estrategias con comportamiento consistente.

En este trabajo se activan **tres** cross checks, agrupados por intensidad computacional (rápidos, lentos y extensivos).

3.3.2 Monte Carlo retest methods (Lento)

En el Retester se utiliza el cross check **Monte Carlo retest methods** como prueba principal de robustez estadística. Este test ejecuta **múltiples simulaciones** de la estrategia introduciendo perturbaciones controladas sobre (i) los **datos históricos**, (ii) los **costes de ejecución** y (iii) los **parámetros** de la propia estrategia. El objetivo es verificar que el desempeño no depende de condiciones “demasiado exactas” del histórico ni de una configuración paramétrica muy estrecha, reduciendo el riesgo de sobreajuste [19].

3.3.2.1 Configuración del test (Settings)

- **Número de simulaciones: 1000**
- **Use Full sample:** desactivado (se mantiene la partición temporal definida en el backtest principal)
- **Precisión del backtest:** se usa barras de 1 minuto para dar más validez y precisión a los resultados, aunque gaste mas recursos computacionales.
- **Métodos activados (3 tests):**
 1. **Randomize OHLC history data:** aleatoriza el histórico OHLC introduciendo ruido acotado (máximo cambio ligado a **ATR(14)** y probabilidades de movimiento).
 2. **Randomize spread from 1 to 3:** estresa la estrategia variando el spread dentro del rango **[1, 3]**, capturando incertidumbre realista en costes.
 3. **Customizable Randomize strategy parameters:** perturba los parámetros de la estrategia (con probabilidad configurada al **100%**), evaluando **robustez paramétrica**.
 - **Probability up = 10, Max up change = 10**
 - **Probability down = 10, Max down change = 10** y se mantiene **Keep connected** activado, de forma que las perturbaciones preserven cierta continuidad (evitando ruido completamente “desconectado” barra a barra).

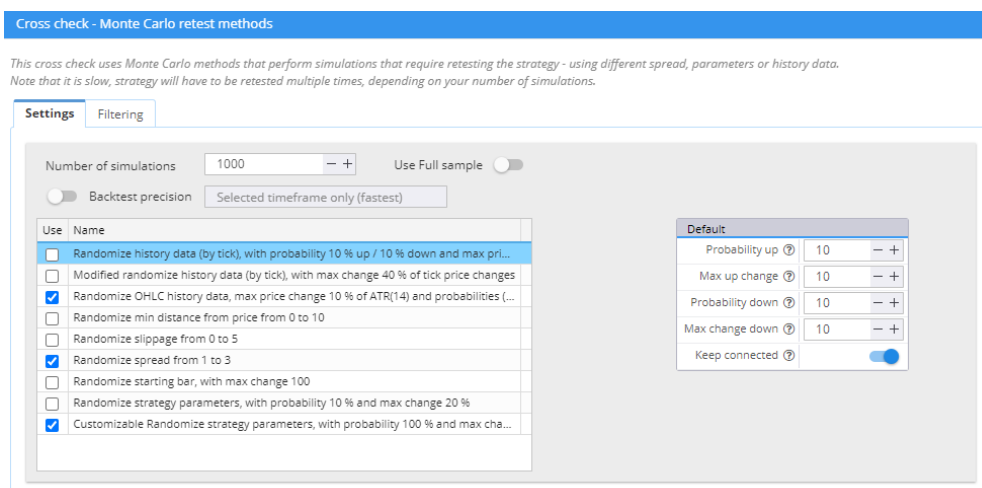


Ilustración 37: Configuración Monte Carlo retest methods

3.3.2.2 Criterios de aceptación (Filtering)

Tras completar las simulaciones, se aplican filtros sobre estadísticas a distintos **niveles de confianza** (percentiles) de la distribución de resultados Monte Carlo [19]. En particular:

- **Net profit (MC retest, Conf. level 95%) \geq 40% de Net profit (MC retest, Conf. level 50%)**

Interpretación: incluso en un escenario conservador (percentil 5, equivalente a “95% de confianza”), el beneficio neto no debe colapsar por debajo del **40%** del caso central/mediano (50%). Esto descarta estrategias cuyo rendimiento dependa de condiciones muy frágiles.

- **Max DD % (MC retest, Conf. level 95%) \leq 250% de Max DD %**

Interpretación: el drawdown en escenarios adversos no debe dispararse por encima de **2,5x** el drawdown de referencia, limitando estrategias con colas de riesgo excesivas.

- **Ret/DD Ratio (MC retest, Conf. level 100%) \geq 0**

Interpretación: condición mínima de consistencia (evita casos donde la ratio resulte negativa, es decir que en alguna simulación pierda dinero).

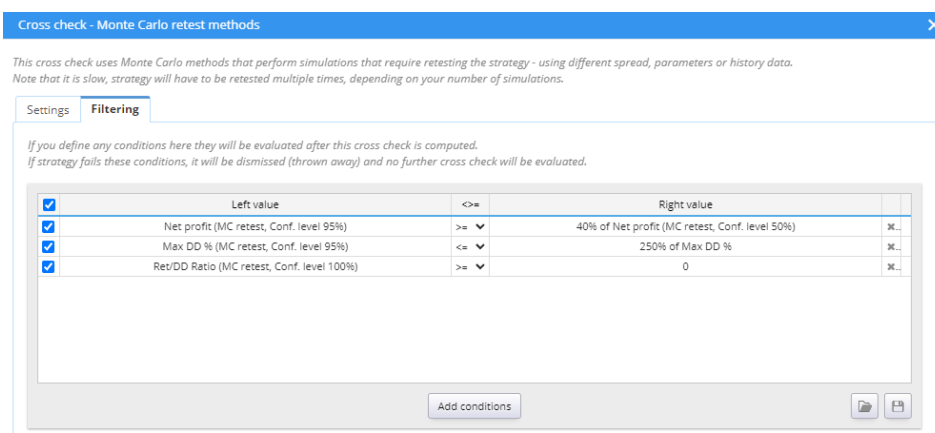


Ilustración 38: Filtros Monte Carlo retest methods

Con este cross check, la estrategia solo se conserva si demuestra (i) **estabilidad de resultados** ante ruido en el histórico, (ii) tolerancia a **variaciones razonables en costes** (spread) y (iii) **robustez paramétrica** (no depender de un ajuste extremadamente fino) [5].

3.3.3 Ejemplo ilustrativo: estrategia robusta vs. estrategia frágil en Monte Carlo retest methods

Para ilustrar el papel del cross check **Monte Carlo retest methods**, se comparan dos estrategias evaluadas con la misma batería de simulaciones (**1000** iteraciones). En todas las simulaciones se aplican las mismas perturbaciones:

1. **ruido controlado en el histórico OHLC** (acotado por ATR (14)),
2. **variación del spread** entre **1 y 3**, y
3. **perturbación de parámetros** de la estrategia (probabilidad 100% y cambio máximo 20%).

```
Simulation methods used
USATECHIDXUSD_darwinex / H1, 2016.01.01 - 2025.06.26
Simulations: 1000
Randomize OHLC history data, max price change 10 % of ATR(14) and probabilities (O,H,L,C):
10, 10, 10, 10
Randomize spread from 1.00 to 3.00
Customizable Randomize strategy parameters, with probability 100 % and max change 20 %
```

Ilustración 39: Configuración de la simulación

El criterio del filtro se apoya en tres ideas simples:

1. **Que el beneficio “en un escenario malo” no se desplome** respecto al caso central.
2. **Que el drawdown bajo escenarios adversos no se dispare** respecto al backtest original.
3. **Que incluso el peor caso de todas las simulaciones siga siendo razonable**, evitando estrategias que en alguna simulación colapsan o muestran un comportamiento claramente inestable.

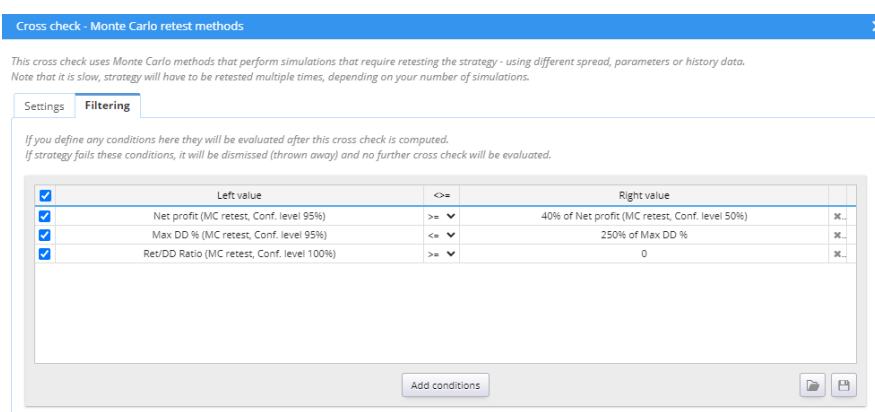


Ilustración 40: Recordatorio Filtros Monte Carlo retest methods

3.3.3.1 Estrategia rechazada (no supera el test)

En la estrategia que **no pasa**, el beneficio cae demasiado cuando se observa un escenario conservador (nivel de confianza 95%): el resultado es claramente inferior al esperado si la estrategia fuera estable. Además, aparece un **peor caso** donde la relación entre rentabilidad y drawdown pasa a ser negativa, señal de que existe al menos una simulación en la que la estrategia se comporta mal bajo pequeñas variaciones del histórico/costes/parámetros.

Confidence level	Net profit	Drawdown	Ret/DD Ratio	R Expectancy
Original	\$ 7 498.58	\$ 1 051.88	7.13	0.24
50 %	\$ 4 040.94	\$ 1 693.03	2.26	0.12
60 %	\$ 3 592.61	\$ 1 832.42	1.91	0.1
70 %	\$ 3 102.38	\$ 1 974.04	1.57	0.09
80 %	\$ 2 533.68	\$ 2 157.76	1.27	0.07
90 %	\$ 1 597.63	\$ 2 350.17	0.81	0.04
92 %	\$ 1 424.71	\$ 2 414.42	0.68	0.04
95 %	\$ 1 022.25	\$ 2 552.83	0.42	0.03
97 %	\$ 573.7	\$ 2 643.27	0.25	0.01
98 %	\$ 395.76	\$ 2 759.69	0.18	0.01
99 %	\$ -86.52	\$ 2 908.59	-0.03	-0.0024
100 %	\$ -809.96	\$ 3 585.89	-0.32	-0.02

Ilustración 41: Percentiles estrategia rechazada Montecarlo retest methods

Esto también se aprecia visualmente en el gráfico de simulaciones: el abanico de trayectorias es **muy disperso**, y una parte relevante de las curvas termina en resultados bajos o incluso negativos. Es un patrón típico de estrategias **sensibles** a perturbaciones, y por tanto con mayor probabilidad de estar sobre ajustadas.

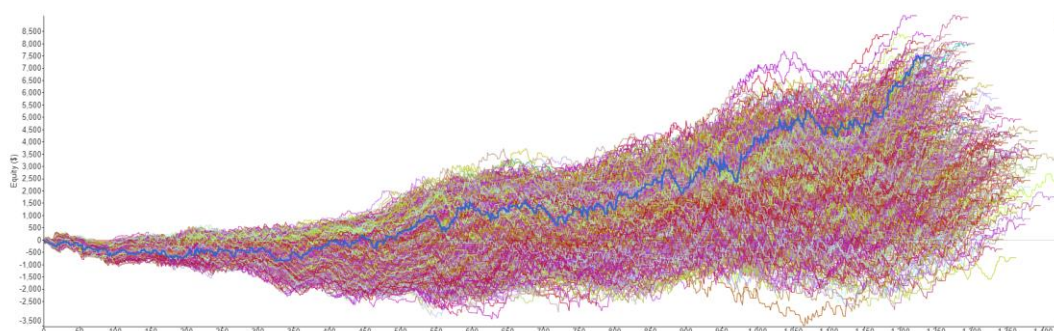


Ilustración 42: Resultado estrategia rechazada grafica Montecarlo retest methods

3.3.3.2 Estrategia aceptada (supera el test)

En la estrategia que **sí pasa**, el beneficio bajo un escenario adverso (95%) se mantiene en un nivel razonable respecto al caso central, lo que sugiere estabilidad. El drawdown en escenarios conservadores no se dispara y, lo más importante, **incluso el peor caso** de todas las simulaciones conserva un comportamiento positivo y coherente.

Confidence level	Net profit	Drawdown	Ret/DD Ratio	R Expectancy
Original	\$ 6 967.7	\$ 1 159.48	6.01	0.26
50 %	\$ 6 028.09	\$ 1 227.91	4.97	0.23
60 %	\$ 5 755.44	\$ 1 260.77	4.67	0.22
70 %	\$ 5 445.89	\$ 1 292.55	4.31	0.2
80 %	\$ 5 131.76	\$ 1 335.04	3.94	0.18
90 %	\$ 4 661.08	\$ 1 408.18	3.6	0.16
92 %	\$ 4 549.1	\$ 1 427.1	3.49	0.16
95 %	\$ 4 392.06	\$ 1 455.86	3.27	0.15
97 %	\$ 4 268.66	\$ 1 494.2	3.06	0.15
98 %	\$ 4 119.86	\$ 1 527.93	2.95	0.14
99 %	\$ 4 024.65	\$ 1 546.96	2.84	0.14
100 %	\$ 3 675.87	\$ 1 660.37	2.63	0.12

Ilustración 43: Percentiles estrategia rechazada Montecarlo retest methods

En el fan chart se observa un abanico de curvas más “compacto”: aunque existe variabilidad (esperable en Monte Carlo), la mayoría de las trayectorias se mantienen en zona positiva y no aparecen colapsos extremos.

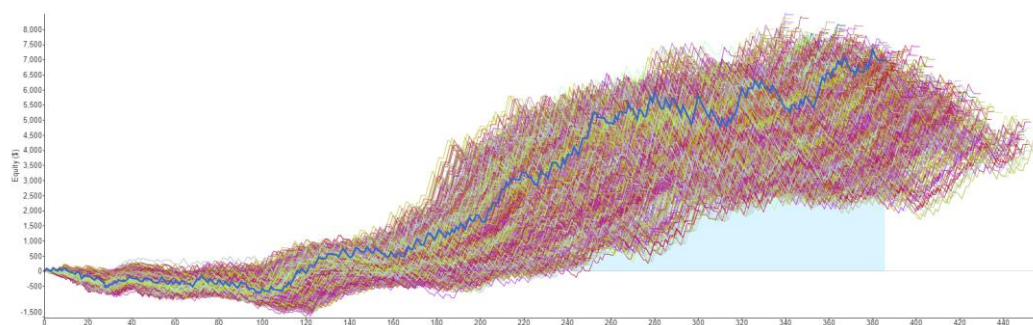


Ilustración 44 : Resultado aceptado grafica Montecarlo retest methods

3.3.3.3 Conclusión operativa

Esta comparación muestra que *Monte Carlo retest methods* identifica patrones claros de fragilidad: estrategias que funcionan en el histórico original pero cuyo rendimiento se degrada de forma fuerte al introducir pequeñas variaciones realistas (datos, costes y parámetros). Por ello, este cross check actúa como una primera criba efectiva contra el sobreajuste antes de aplicar pruebas todavía más costosas como la **System Parameter Permutation**.

3.3.4 Sequential Optimization (Lento)

El cross check **Sequential Optimization** se utiliza como una prueba intermedia de **robustez paramétrica** y, a la vez, como un mecanismo práctico para **reducir el coste computacional** del pipeline. En concreto, su función principal en este trabajo es **filtrar estrategias con alta sensibilidad a parámetros** antes de ejecutar **Opt. Profile / Sys. Param. Permutation**, que es significativamente más lenta y consume más recursos. De este modo, se evita dedicar cómputo a estrategias que muestran señales tempranas de fragilidad (poca estabilidad) y que, con alta probabilidad, fallarían en la permutación de parámetros [20].

3.3.4.1 Configuración del test (Settings)

La optimización secuencial explora variaciones alrededor del valor original de los parámetros (sin “recalibrar” la estrategia final):

- **Value distribution:**
 - **Up:** 50% desde el valor original
 - **Down:** 50% desde el valor original
 - **Steps:** 50
- **What to parametrize: Recommended parameters** (periodos y parámetros relevantes de entrada/salida y multiplicadores; evita optimizar “todo” indiscriminadamente) [21].
- **Apply the optimized parameters to the strategy: desactivado**, Es decir, el objetivo no es mejorar la estrategia mediante optimización, sino **evaluar estabilidad**: se usa como test diagnóstico y filtro.

Cross check - Sequential Optimization

This cross check performs sequential optimization of the strategy and finds stable parameters.

Settings Filtering

Value distribution: Up 50 -- + % from original value
Down 50 -- +
Steps 50 -- +

Apply the optimized parameters to the strategy
If selected, the parameters optimized by the sequential optimization will be applied to the strategy

NOTE! Applied change of parameter values will NOT affect backtests already done - main backtest and optional other cross checks executed before this one. These backtests were executed before this change with original parameters!

What to parametrize

Recommended parameters [What is it?](#)
Only meaningful parameters. It is not a good idea to optimize everything
Recommended params are: periods, entry + exit settings & multipliers

Your own settings
Choose your own categories

Ilustración 45: Configuración Optimización Secuencial

3.3.4.2 Criterios de estabilidad (Filtering)

La estrategia debe superar un test de estabilidad basado en la existencia de una **zona estable** de resultados dentro del espacio paramétrico:

- **Percentage of parameters to pass the stability test: 100%** (al menos el 100% de los parámetros evaluados debe mostrar estabilidad).

Stability check:

- **Number of results in stable area: 10** (se exige una región estable con al menos 10 combinaciones “buenas”).
- **Fitness stability range: 8%** (los resultados dentro de la zona estable no pueden ser peores que un 8% respecto al mejor fitness de la región máxima; esto evita estrategias con “picos” muy aislados).

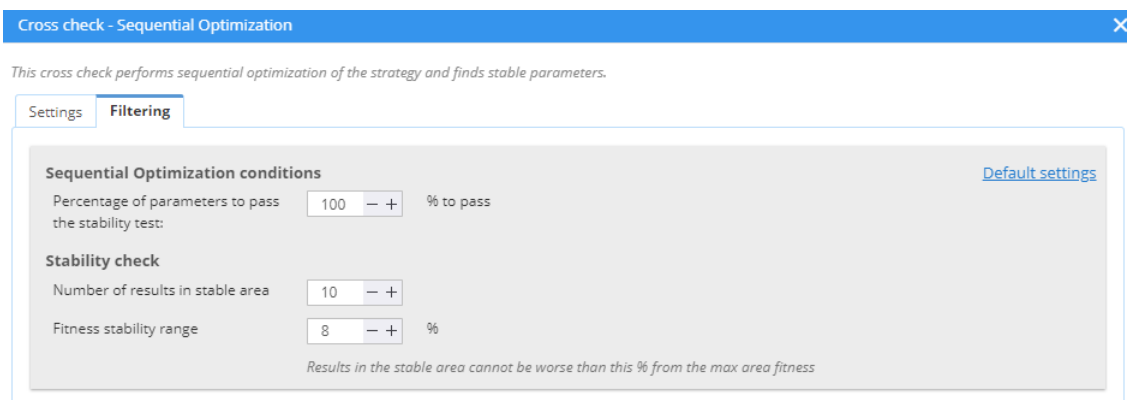


Ilustración 46: Filtros optimización secuencial

3.3.4.3 Interpretación y rol en el embudo

Bajo esta configuración, se descartan estrategias cuyo rendimiento dependa de un ajuste muy fino (picos estrechos), preservando aquellas que mantienen desempeño razonable en un entorno paramétrico amplio. Esto no solo incrementa la probabilidad de que las estrategias que pasan sean realmente robustas, sino que además **reduce drásticamente** el número de candidatas que alcanzan la siguiente fase (**System Parameter Permutation**), optimizando el uso de tiempo y recursos computacionales [5].

3.3.5 Ejemplo ilustrativo: estrategia rechazada vs. aceptada en Sequential Optimization

Para mostrar el criterio de aceptación del cross check **Sequential Optimization**, se comparan dos estrategias sometidas a la misma optimización secuencial. En esta prueba, cada parámetro “recomendado” se recorre en un rango de $\pm 50\%$ alrededor del valor original (50 pasos), y se analiza si existe una **zona estable**: un intervalo de valores donde el *fitness* se mantiene alto y relativamente uniforme.

Con la configuración final adoptada, una estrategia solo se considera robusta si cumple simultáneamente:

- **El 100% de los parámetros** evaluados presentan **zona estable**.
- La zona estable incluye **al menos 10 resultados** (10 combinaciones válidas).
- Los resultados dentro de esa zona no pueden ser peores que **un 8%** respecto al mejor rendimiento observado (criterio deliberadamente estricto para evitar “picos” aislados).

3.3.5.1 Estrategia rechazada (RESULT: FAILED)

En el ejemplo rechazado, el resumen “By parameter” muestra que **no se encuentra zona estable** para algunos parámetros clave (aparece como *Stable area: NOT FOUND*). Esto implica que, al variar esos parámetros dentro del rango $\pm 50\%$, el rendimiento cambia de forma irregular y no se identifica un tramo suficientemente consistente.

RESULT: FAILED

By parameter

Parameter	Orig. value	Optim. value	Found stable area
BBRangePeriod1	20	20	no
PriceEntryMult1	1.2	1.2	no
ProfitTarget1	9.3	5.4	yes
RSIPeriod1	50	29	yes
StopLoss1	8.2	9.6	yes
TrailingStop1	80	48	yes

Apply optimized values into strategy

Ilustración 47: Tabla estrategia rechazada Sequential optimization

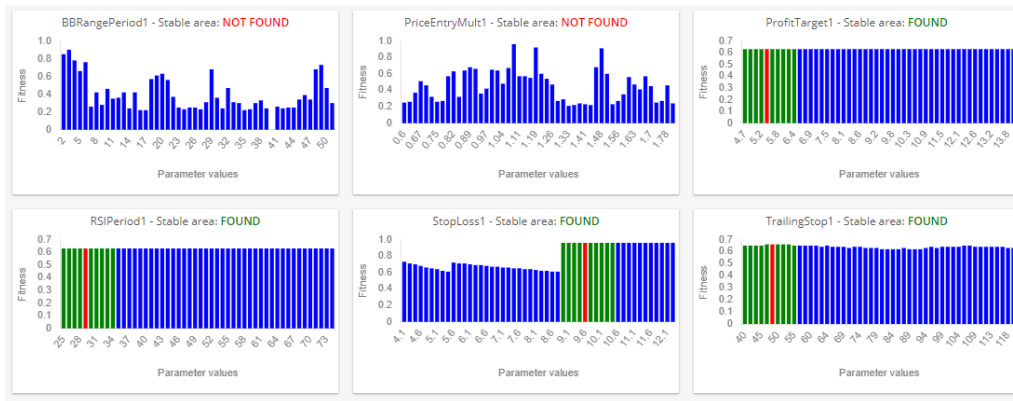


Ilustración 48: Grafica estrategia rechazada Secuencial optimization

Dado que el criterio exige que **todos los parámetros** (100%) presenten una zona estable, la estrategia se marca directamente como **FAILED**. Visualmente, esto coincide con gráficos por parámetro donde no aparece una “meseta” clara de valores buenos: el comportamiento depende de puntos concretos, lo que indica **alta sensibilidad paramétrica** y mayor probabilidad de sobreajuste.

3.3.5.2 Estrategia aceptada (RESULT: PASSED)

En el ejemplo aceptado, todos los parámetros evaluados muestran *Stable area: FOUND*. Es decir, para cada parámetro existe un intervalo con **al menos 10 valores** donde el *fitness* se mantiene cercano al máximo y no se degrada más allá del **8%** permitido.

RESULT: PASSED

By parameter

Parameter	Orig. value	Optim. value	Found stable area
DIIPeriod1	50	29	yes
MoveSL2BECoeff1	2.2	1.28	yes
ProfitTarget1	2.3	2.84	yes
StopLoss1	1.1	0.64	yes

Apply optimized values into strategy

Ilustración 49: Tabla estrategia aceptada Secuencial optimization

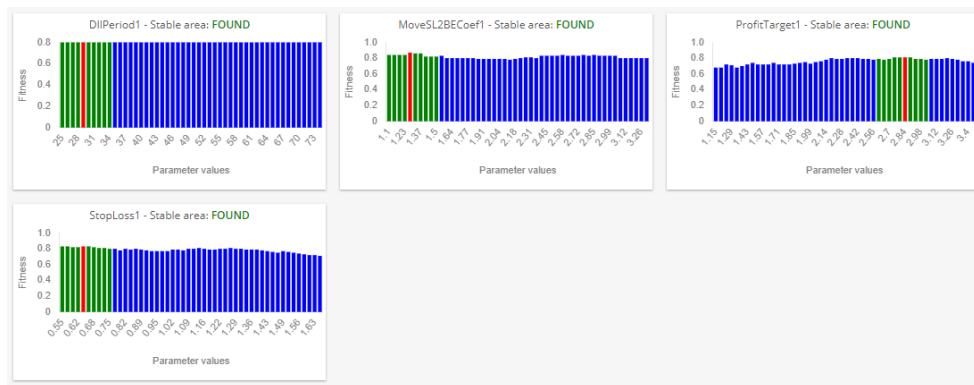


Ilustración 50: Grafica estrategia aceptada Secuencial optimization

Como la estrategia cumple estabilidad en el **100% de los parámetros**, el test devuelve **PASSED**. En los gráficos se aprecia una región continua de resultados buenos, lo que sugiere que la estrategia no depende de un ajuste fino, y por tanto es una mejor candidata para pasar a la prueba posterior de **System Parameter Permutation**.

3.3.5.3 Conclusión operativa

Con esta parametrización estricta (100% de parámetros estables, mínimo 10 puntos y tolerancia del 8%), **Sequential Optimization** actúa como un filtro eficaz para eliminar estrategias frágiles antes de ejecutar pruebas aún más costosas, reduciendo la carga computacional y elevando la calidad media de las estrategias que avanzan en el embudo.

3.3.6 Opt. Profile / Sys. Param. Permutation (EXTENSIVE – SLOWEST)

El cross-check **Opt. Profile / Sys. Param. Permutation** constituye la validación más exigente del embudo del Retester. Su objetivo es evaluar si la estrategia mantiene un desempeño aceptable cuando se **permutan sistemáticamente** sus parámetros relevantes. Esta prueba es especialmente útil para detectar estrategias sobreajustadas, que suelen mostrar buenos resultados únicamente en una región muy estrecha del espacio paramétrico [22].

Dado su elevado coste computacional, esta prueba se aplica únicamente a estrategias que han superado previamente los filtros de **Monte Carlo retest methods** y **Sequential Optimization**.

3.3.6.1 Configuración (Settings)

- **What to parametrize: Recommended parameters** (periodos y parámetros significativos de la estrategia; se evita optimizar todo indiscriminadamente).
- **Maximum tests: 10.000**
- **Value distribution (desde el valor original):**
 - **Up:** 100%
 - **Down:** 100%
 - **Max steps:** 30

Ilustración 51: Configuración Sys. Param. Permutation

Esto implica explorar una vecindad amplia alrededor de los parámetros originales ($\pm 100\%$), con una granularidad controlada por el número de pasos, limitando el número total de evaluaciones para hacer la prueba computacionalmente viable.

3.3.6.2 Criterios del perfil de optimización (Optimization Profile conditions)

Se activan dos condiciones de calidad global del conjunto de optimizaciones:

- **% of Profitable Optimizations > 96%** Exige que la gran mayoría de combinaciones probadas produzcan resultados positivos, evitando estrategias que “dependen” de pocos puntos afortunados.
- **Average profit (in \$) of all optimizations > 0** Impone que, en promedio, la estrategia sea rentable en el conjunto de permutaciones.

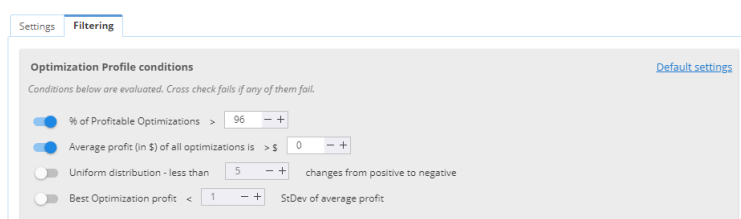


Ilustración 52: Configuración filtros estándar Sys. Param. Permutation

Otras condiciones disponibles (como *Uniform distribution – less than X changes from positive to negative* o restricciones basadas en desviación estándar) se dejan desactivadas en esta configuración.

3.3.6.3 Condiciones de permutación de parámetros (System Parameters Permutation conditions)

Además del perfil agregado, se aplican restricciones explícitas sobre el **Ret/DD Ratio** evaluado en la distribución de resultados bajo permutación:

- **Ret/DD Ratio (Median) ≤ 135% de Ret/DD Ratio (Backtest)**
- **Ret/DD Ratio (Median) ≥ 65% de Ret/DD Ratio (Backtest)**
- **Ret/DD Ratio (Median) ≥ 4**

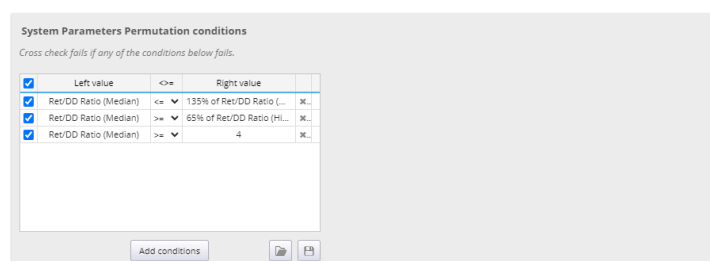


Ilustración 53: Configuración filtros extra Sys. Param. Permutation

Interpretación: se exige que la ratio retorno/drawdown mediano se mantenga dentro de una banda razonable respecto a métricas de referencia del propio conjunto de optimizaciones (acotando tanto deterioros como “picos” anómalos), y además se impone un umbral absoluto mínimo (**Ret/DD ≥ 4**) para asegurar un perfil riesgo/retorno suficientemente atractivo incluso bajo permutaciones [23].

3.3.7 Ejemplo ilustrativo: estrategia rechazada vs estrategia aceptada

Para entender qué descarta realmente la prueba **Opt. Profile / System Parameter Permutation**, se presentan dos casos: una estrategia **rechazada** y otra **aceptada**. En ambos ejemplos, StrategyQuant genera miles de combinaciones de parámetros (permutaciones) y muestra tres salidas clave [22]:

- **% de optimizaciones rentables** (cuántas combinaciones salen positivas).
- **Tabla de “propiedades medianas”** (mediana bajo permutaciones frente al valor original).
- **Histogramas de distribución** (cómo se reparte el beneficio, drawdown, Ret/DD, Sharpe, CAGR, etc.).

La idea central es que no basta con “ser rentable muchas veces”: una estrategia robusta debe mantener un comportamiento **coherente** cuando se mueven los parámetros, y el rendimiento del backtest original no debería ser un **pico aislado** dentro de la distribución [24].

3.3.7.1 Estrategia rechazada: backtest original “demasiado bueno” y poco representativo

1) Rentabilidad de optimizaciones: En este ejemplo, la estrategia parece sólida si solo miramos el porcentaje de combinaciones rentables:

- Total de optimizaciones: **11.612**
- Rentables: **11.587 (99,78%)**
- La condición “más del 96% rentables” se cumple, y también el beneficio medio es positivo.

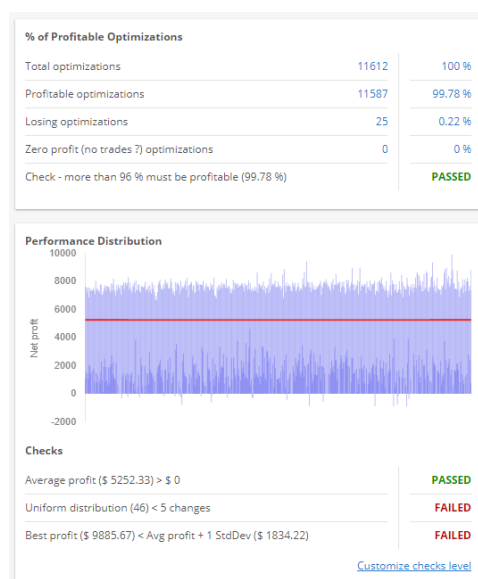


Ilustración 54: Perfil Optimización estrategia rechazada

Esto es importante porque demuestra un punto clave: **una estrategia puede ser rentable en casi todas las permutaciones y aun así ser frágil** desde el punto de vista riesgo/retorno.

2) Tabla “Median strategy properties”: el perfil se degrada fuertemente. Aquí aparece el problema real. Al comparar el backtest original con la **mediana** de resultados bajo permutaciones, se observa que:

- **Ret/DD Ratio:** pasa de **58,09** (original) a **7,06** (mediana). Es decir, el valor original es extraordinariamente alto. Cuando se cambian parámetros, lo “típico” es un Ret/DD un poco más bajo pero no tanta diferencia, por lo que podríamos decir que esta estrategia depende del bias de minería de datos.
- **Max DD %:** pasa de **6,0%** (original) a **30,49%** (mediana). Bajo permutaciones, el riesgo mediano se multiplica: la estrategia deja de tener el drawdown excepcionalmente bajo del original.
- **Sharpe:** cae de **2,56** (original) a **1,46** (mediana). Confirma que la calidad del retorno se deteriora al mover parámetros.

Stat	Median value	Orig. value	% Orig. / Median	
Net profit	\$5710.91	\$6561.30	114.89 %	✖..
Drawdown	\$559.87	\$112.95	20.17 %	✖..
Max DD %	30.49 %	6.0 %	19.68 %	✖..
Ret/DD Ratio	7.06	58.09	822.80 %	✖..
Sharpe Ratio	1.46	2.56	175.34 %	✖..
CAGR	23.56 %	25.21 %	107.00 %	✖..

Add stats

Ilustración 55: Tabla Resultados permutación de parámetros estrategia rechazada

En resumen: **la estrategia no colapsa en beneficio**, pero su *edge* “bonito” del backtest original (muy alto Ret/DD y muy bajo drawdown) desaparece cuando salimos del punto exacto de parámetros.

3) Histogramas: alta dispersión y señales de inestabilidad Los histogramas refuerzan la lectura anterior:

- El **Max DD %** está concentrado en niveles altos para muchas permutaciones.
- El **Ret/DD** muestra que el valor original está “muy lejos” de lo típico (indicio clásico de sobreajuste paramétrico).
- Además, el módulo marca checks diagnósticos como *distribución fallido*, lo que sugiere un comportamiento poco “regular” en la distribución (aunque el trabajo filtre sobre todo por condiciones principales, estos checks sirven como evidencia adicional de fragilidad).

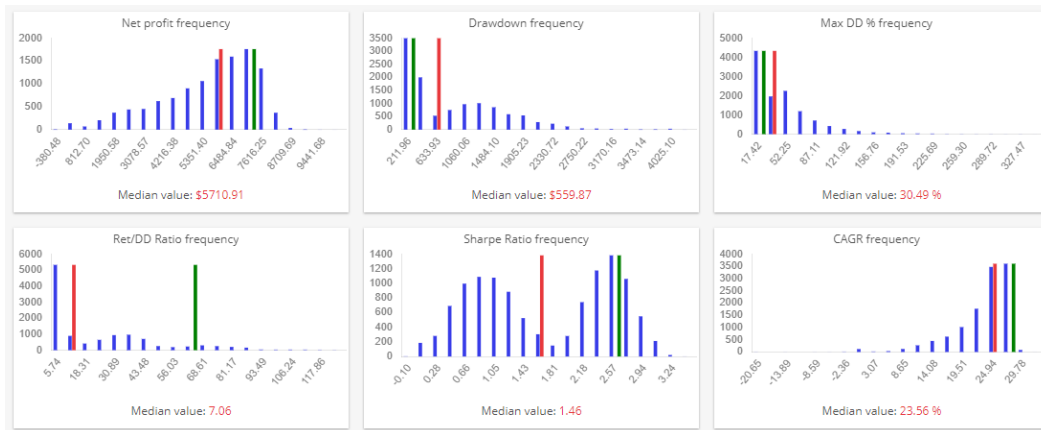


Ilustración 56: Histogramas permutación de parámetros estrategia rechazada

Conclusión del caso rechazado

Esta estrategia se descarta porque su rendimiento original parece ser un **pico**: existe una combinación de parámetros que produce un resultado excepcional (Ret/DD 58 y Max DD 6%), pero al mover parámetros la estrategia pasa a un perfil típico mucho peor (Ret/DD 7 y Max DD 30%). Esto es justo lo que se busca eliminar antes de pasar a ejecución real [24].

3.3.7.2 Estrategia aceptada: el resultado original es consistente con la distribución

1) Rentabilidad de optimizaciones

En la estrategia aceptada:

- Total de optimizaciones: **8.468**
- Rentables: **8.468 (100%)**

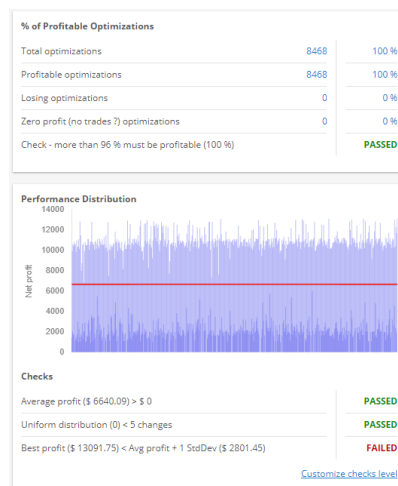


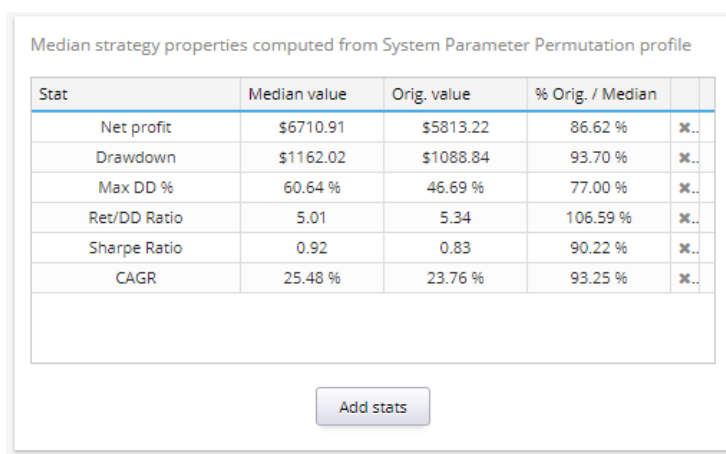
Ilustración 57: Perfil Optimización estrategia aceptada

Cumple holgadamente el criterio “más del 96% rentables” y beneficio medio positivo.

2) Tabla “Median strategy properties”: estabilidad real (original ≈ mediana)

Aquí está la diferencia clave con la rechazada: las métricas bajo permutación son **coherentes** con el backtest original, especialmente en la métrica objetivo de robustez (Ret/DD):

- **Ret/DD Ratio: 5,34** (original) vs **5,01** (mediana). Es decir, el Ret/DD del original **no es un pico**: el comportamiento típico bajo permutaciones es muy similar (**Filtro puesto con anterioridad: Entre el 65% y 135% de los valores originales**).
- **Net profit: 5.813** (original) vs **6.711** (mediana). El resultado original está dentro de lo razonable y, de hecho, la mediana es incluso superior, lo cual es buena señal.
- **Drawdown: 1.089** (original) vs **1.162** (mediana). Variación moderada, sin degradación extrema.
- **Sharpe: 0,83** (original) vs **0,92** (mediana). Se mantiene en el mismo orden de magnitud.
- **CAGR: 23,76%** (original) vs **25,48%** (mediana). No hay colapso, y la distribución mantiene retornos consistentes.



Median strategy properties computed from System Parameter Permutation profile

Stat	Median value	Orig. value	% Orig. / Median	
Net profit	\$6710.91	\$5813.22	86.62 %	✖..
Drawdown	\$1162.02	\$1088.84	93.70 %	✖..
Max DD %	60.64 %	46.69 %	77.00 %	✖..
Ret/DD Ratio	5.01	5.34	106.59 %	✖..
Sharpe Ratio	0.92	0.83	90.22 %	✖..
CAGR	25.48 %	23.76 %	93.25 %	✖..

Add stats

Ilustración 58: Tabla Resultados permutación de parámetros estrategia aceptada

Aunque el **Max DD %** mediano sea más alto (60,64% vs 46,69%), la clave aquí es que el perfil bajo permutaciones es **estable y consistente**: no existe un salto enorme entre “lo original” y “lo típico”.

3) Histogramas: el original cae dentro de la masa de resultados

Los histogramas muestran que las líneas del valor original no están aisladas en un extremo, sino **cerca del centro de la distribución**. Eso significa que el backtest original es representativo del comportamiento general al cambiar parámetros, que es exactamente lo que buscamos cuando hablamos de robustez paramétrica [5].

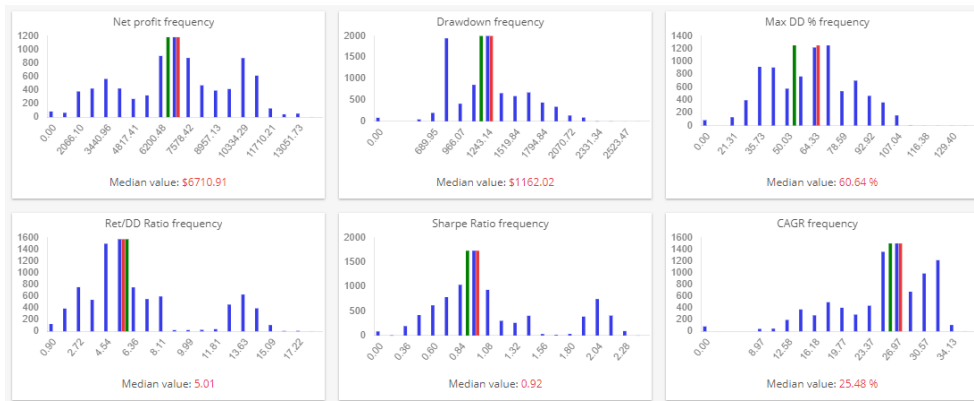


Ilustración 59: Histogramas permutación de parámetros estrategia aceptada

En los checks diagnósticos, la distribución uniforme pasa, y aunque el check de “best profit” pueda fallar (indicando presencia de algún resultado extremo), no invalida el punto central: **la mediana y el original están alineados**, especialmente en Ret/DD.

Conclusión del caso aceptado

Esta estrategia se conserva porque al permutar parámetros no aparece un “precipicio” de rendimiento: el resultado original no es un outlier, y las métricas clave (especialmente Ret/DD) permanecen estables. Por tanto, es una candidata con mayor probabilidad de mantener comportamiento razonable en condiciones de mercado y calibración reales [24].

3.4 Optimización de estrategias: fase final

3.4.1 Optimización de estrategias: *Walk-Forward Matrix*

En esta fase se utiliza el módulo **Optimization** de StrategyQuant X para (i) optimizar parámetros dentro de un rango acotado y (ii) validar que el rendimiento no depende de una única partición temporal concreta. Para mantener coherencia metodológica, las pestañas de **Data**, **Trading options**, **ATM**, **Money management** y **Notes** se mantienen **idénticas** a las configuradas en el Builder y en el Retester; por tanto, únicamente se detallan las pestañas que cambian en este módulo: **Optimization** y **Ranking** [25] [26].

3.4.1.1 Configuración de la optimización (*Optimization*)

En la pestaña **Optimization** se optimizan **todas las estrategias** almacenadas en la databank (opción *All strategies in databank*), evitando un proceso manual estrategia por estrategia y garantizando un tratamiento homogéneo del conjunto de candidatos [25].

Tipo de optimización. Se selecciona **Walk-Forward matrix**, ya que permite evaluar simultáneamente múltiples configuraciones de *walk-forward* y filtrar estrategias que solo funcionan bajo una partición temporal “favorable”.

Walk-Forward type. Se utiliza *Exact IS*, *Exact OOS (slow)*, con el objetivo de que los resultados de cada celda del *matrix* representen de forma estricta el rendimiento en **In-Sample** y **Out-of-Sample**, minimizando aproximaciones.

The screenshot displays the 'Optimization' settings window. At the top, there are tabs for 'Optimization', 'Data', 'Trading options', 'ATM', 'Money management', 'Ranking', and 'Notes'. Below the tabs, a subtitle reads: 'Choose strategy to optimize or alternatively optimize all strategies in source databank. You can also configure optimization type - simple or Walk-Forward.' A 'Help' button is visible on the right.

Choose strategy to optimize

- Select strategy file [text input] Load
- All strategies in databank

Optimization settings

- Simple optimization
- Sequential optimization [What is it?](#)
- Walk - Forward optimization
- Walk - Forward matrix

Walk-Forward type: Exact IS, Exact OOS (slow)

Period type: Percent | Days | Bars (TS compatible) | Floating | Fixed

Out of sample %:

	Start	Stop	Step
Out of sample %:	10 - +	30 - +	2 - +

Walk Forward runs:

	Start	Stop	Step
Walk Forward runs:	5 - +	10 - +	1 - +

What to parametrize

- Recommended parameters [What is it?](#)
Only meaningful parameters. It is not a good idea to optimize everything
Recommended params are: periods, entry + exit settings & multipliers
- Your own settings
Choose your own categories

Optimize also trading options

Parameters (automatic settings)

Parameter settings: Manual | Automatic

Max optimizations: 10.000 per of tests is 5000 - 20000 ?

Total combinations: N/A

Value distribution: Up 10 - + % from original value

Down 10 - +

steps 5 - +

Ilustración 60 : Configuración de la pestaña Optimization (Walk-Forward Matrix)

Estructura del Walk-Forward Matrix.

- **Out of sample %:** desde **10%** hasta **30%** en pasos de **2%**. Esto fuerza a la estrategia a ser evaluada con distintos niveles de exigencia OOS (desde OOS cortos a OOS más largos).
- **WalkForward runs:** desde **5** hasta **10** en pasos de **1**. Se incrementa el número de “ventanas” o iteraciones WF, reduciendo la dependencia de un único corte temporal.

Qué parámetros se optimizan. Se selecciona *Recommended parameters*, restringiendo la optimización a parámetros con sentido económico y operativo (periodos y parámetros relevantes de entrada/salida y multiplicadores), evitando optimizar indiscriminadamente parámetros secundarios [21].

Intensidad de búsqueda (parámetros automáticos).

- **Max optimizations: 10.000** (límite superior de tests por estrategia).
- **Value distribution:** variación en torno al valor original de **±10%**, con **5 steps**.

Con ello la optimización actúa como un ajuste **local** (no una recalibración agresiva), reduciendo el riesgo de sobreajuste por exploración excesiva del espacio paramétrico.

Finalmente, la opción *Optimize also trading options* permanece desactivada, para no introducir cambios adicionales en reglas operativas (horarios, ejecución, etc.) y mantener el foco en la robustez paramétrica [25].

3.4.1.2 Ranking y filtro de aceptación (*Ranking*)

Una vez ejecutada la optimización, la pestaña **Ranking** define (i) cómo se ordenan las estrategias y (ii) qué condiciones mínimas deben cumplir para conservarse en databank tras el proceso [17].

Capacidad de almacenamiento.

- *Maximum optimizations to store in databank: 1000*. Se limita el número máximo de resultados guardados para controlar el tamaño de la base y retener únicamente los candidatos de mayor calidad.

Métrica de ranking (fitness).

- Se emplea como medida principal **Return/Drawdown ratio**, calculada a partir del *Main data backtest*. Esta elección prioriza estrategias eficientes en términos de rentabilidad ajustada por riesgo (evitando seleccionar únicamente por beneficio absoluto).

3.4.1.3 Filtro de *Walk-Forward Matrix* (robustez temporal multi-configuración)

El elemento central del filtrado en esta fase es el **Walk-Forward Matrix Filter**, que fuerza a que la estrategia muestre consistencia no solo en una configuración WF, sino en un conjunto de ellas.

Criterio de paso por “área robusta”.

El filtro se considera superado cuando el sistema encuentra un bloque de **3 filas × 3 columnas** dentro de la matriz (es decir, un conjunto local de configuraciones WF) donde al menos **9 resultados** alcanzan un **robustness score $\geq 100\%$** . En la práctica, esto equivale a exigir que **todas las condiciones** definidas para cada celda se cumplan en ese bloque, evitando estrategias que solo pasan en puntos aislados del mapa [6].

Condiciones evaluadas por celda (resumen interpretativo).

Las condiciones activadas verifican que el rendimiento *walk-forward* cumpla simultáneamente requisitos de calidad y consistencia, incluyendo:

- Que el **profit OOS** no sea demasiado inferior al **profit IS** (control de degradación fuera de muestra).
- Que el **winning percent OOS** mantenga una proporción suficiente respecto al **winning percent IS**.
- Que exista **estabilidad del beneficio neto** (se evita dependencia de un tramo específico).
- Requisitos adicionales de consistencia (p. ej., porcentaje de resultados favorables y control de concentración de resultados).
- Control de **estancamiento** (*stagnation*) para evitar estrategias con largos periodos sin nuevos máximos.
- Exigencia mínima de **Ret/DD ratio** en el contexto walk-forward (umbral de calidad riesgo/retorno).

Este filtro es deliberadamente exigente: busca estrategias cuyo rendimiento sea **robusto** ante cambios razonables en (i) el porcentaje OOS y (ii) el número de ventanas *walk-forward*, reduciendo el riesgo de seleccionar estrategias sensibles a un único esquema de validación temporal [5].

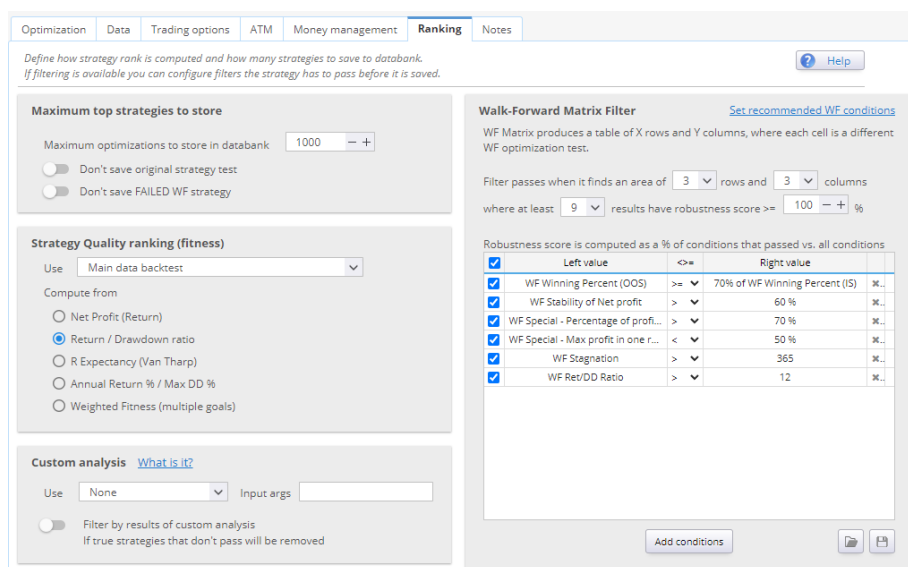


Ilustración 61 : Configuración del Ranking y del filtro del Walk-Forward Matrix

3.4.2 Ejemplo ilustrativo: estrategia aceptada vs. rechazada en Walk-Forward Matrix

La validación mediante **Walk-Forward Matrix (WFM)** evalúa una estrategia bajo múltiples configuraciones de *walk-forward*, variando simultáneamente:

- **Porcentaje Out-of-Sample (OOS):** de 10% a 30% (eje horizontal).
- **Número de ventanas / runs:** de 5 a 10 (eje vertical).

Cada celda de la matriz representa una configuración concreta (*runs*, *OOS%*) y se marca como **PASSED** o **FAILED** en función del cumplimiento de un conjunto de condiciones de robustez. Además, cada celda muestra un **robustness score** (en %), que se calcula como el porcentaje de condiciones cumplidas respecto al total de condiciones activas:

- **100%** implica que se han cumplido **todas** las condiciones.
- Valores como **83%**, **67%**, **50%** o **33%** indican que solo se ha cumplido una parte del conjunto.

3.4.2.1 Condiciones utilizadas en el filtro WFM

En este trabajo, el criterio de robustez por celda se define mediante seis restricciones principales:

1. **Beneficio neto en OOS positivo** (la estrategia debe ganar en el tramo fuera de muestra).
2. **Estabilidad del beneficio neto** por encima de un umbral (se evita que los resultados dependan de una ventana concreta).

3. **Porcentaje de periodos rentables** suficientemente alto (se exige consistencia).
4. **Control de concentración del beneficio:** se limita que una sola ventana explique una fracción excesiva del rendimiento total (evita “picos”).
5. **Actividad mínima:** se exige un número mínimo de operaciones en cada ventana (descarta estrategias con comportamiento anecdótico).
6. **Límite de drawdown máximo (%)** por debajo de un umbral (control explícito del riesgo).

Note - if you change filter values or conditions below then WF result displayed on this screen will be recomputed, but it will not change result in databank.

<input type="checkbox"/>	Left value	<=>	Right value	
<input checked="" type="checkbox"/>	WF Net profit (OOS) (5937.46)	>	0	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	WF Stability of Net profit (75.59 %)	>	60 %	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	WF Special - Percentage of profita...	>	70 %	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	WF Special - Max profit in one run ...	<	50 %	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	WF Special - Min trades in one run...	>	20	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	WF Special - Max % Drawdown in ...	<=	35 %	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	WF Stability of Drawdown (889.36 ...)	<	130 %	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	WF Stability of Ret/DD Ratio (153.6...	>	60 %	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	WF % Stagnation (OOS) (17.1 %)	<	30 %	<input checked="" type="checkbox"/>

Ilustración 62: Filtros usados en WFM

Estas condiciones están diseñadas para evitar estrategias que “pasen” por azar, por sobreajuste temporal o por depender de un único tramo del histórico.

3.4.2.2 Criterio global de aceptación: “área robusta” 3×3

Para que una estrategia supere el **Walk-Forward Matrix Filter**, no basta con que existan celdas aisladas en verde. El filtro exige encontrar un **bloque local** de:

- **3 filas × 3 columnas**
- Donde al menos **9 resultados** (todas las celdas del bloque) tengan **robustness score ≥ 100%**.

En la práctica, esto equivale a exigir una **zona continua** de configuraciones WFM donde la estrategia se comporte bien de forma consistente.

3.4.2.3 Estrategia aceptada: robustez amplia y continua en la matriz

En la estrategia que **pasa** el filtro, el mapa WFM muestra un patrón **dominantemente verde**, con la mayoría de celdas marcadas como **PASSED 100%**. Esto implica que, para una gran cantidad de combinaciones de (*runs*, OOS%), la estrategia cumple simultáneamente todas las condiciones (beneficio OOS positivo, estabilidad, actividad mínima, control de drawdown, etc.).

	WFM Result	3D Points	3D Bar	3D Surface											
5	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %
6	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %
7	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %
8	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %
9	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %
10	FAILED 83 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %
		10 %	12 %	14 %	16 %	18 %	20 %	22 %	24 %	26 %	28 %	30 %			
		OOS %													

Ilustración 63: Resultado tabla WMF estrategia aceptada

Además, se observa claramente la existencia de múltiples zonas donde se cumple el requisito del filtro (bloques 3×3 totalmente válidos), por lo que la estrategia supera el criterio de “área robusta” sin depender de una única configuración.

La representación en **superficie 3D** refuerza esta lectura: se aprecia una topología relativamente **suave y estable**, más cercana a una “meseta” que a un pico aislado. Esto sugiere que la métrica objetivo (p. ej., Ret/DD en walk-forward) se mantiene en un rango razonable al cambiar el porcentaje OOS y el número de runs, lo que es coherente con un comportamiento robusto.

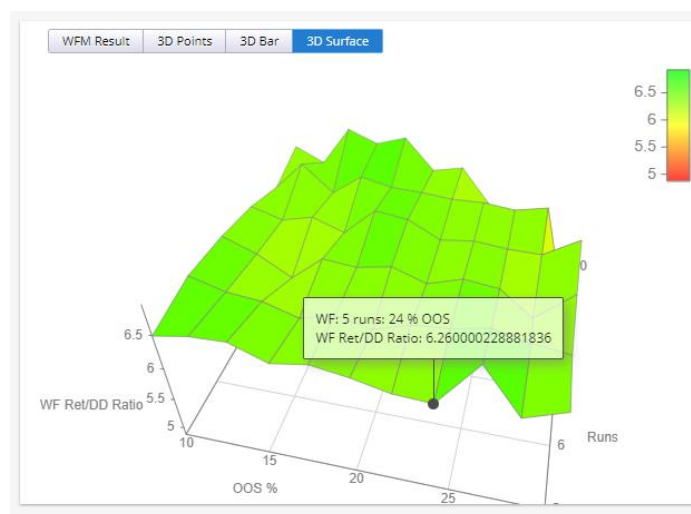


Ilustración 64: Superficie 3D WMF estrategia aceptada

Conclusión: la estrategia se conserva porque su rendimiento no depende de una partición temporal concreta; mantiene consistencia en un vecindario amplio de configuraciones walk-forward.

3.4.2.4 Estrategia rechazada: resultados fragmentados y dependencia de configuraciones concretas

En la estrategia que **no pasa**, la matriz WFM presenta una distribución **muy fragmentada**: abundan celdas rojas (**FAILED**) y, cuando aparecen celdas verdes, suelen estar **aisladas** o no forman un bloque continuo suficientemente grande.

		WFM Result	3D Points	3D Bar	3D Surface								
Runs	5	FAILED 83 %	FAILED 83 %	FAILED 50 %	FAILED 33 %	FAILED 50 %	FAILED 33 %	FAILED 67 %	FAILED 67 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	
	6	PASSED 100 %	FAILED 83 %	FAILED 83 %	FAILED 67 %	FAILED 50 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	FAILED 83 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	
	7	PASSED 100 %	PASSED 100 %	FAILED 67 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	FAILED 67 %	FAILED 50 %	FAILED 67 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	FAILED 83 %	
	8	PASSED 100 %	PASSED 100 %	FAILED 67 %	PASSED 100 %	FAILED 83 %	FAILED 50 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	FAILED 83 %	FAILED 83 %	FAILED 83 %	
	9	FAILED 33 %	PASSED 100 %	FAILED 83 %	FAILED 67 %	FAILED 83 %	FAILED 33 %	FAILED 67 %	FAILED 83 %	FAILED 67 %	FAILED 50 %	PASSED 100 %	
	10	PASSED 100 %	FAILED 67 %	FAILED 67 %	FAILED 83 %	FAILED 67 %	FAILED 83 %	FAILED 83 %	FAILED 83 %	FAILED 50 %	FAILED 67 %	FAILED 67 %	
			10 %	12 %	14 %	16 %	18 %	20 %	22 %	24 %	26 %	28 %	30 %
			OOS %										

Ilustración 65 : Resultado tabla WMF estrategia rechazada

Aunque pueden existir configuraciones específicas donde la estrategia pasa (algunas celdas con **PASSED 100%**), el patrón general indica que el rendimiento es **altamente dependiente** del esquema walk-forward elegido. En particular, no se identifica una región 3×3 donde las 9 celdas alcancen **100%**, por lo que el filtro global falla.

La superficie **3D** lo hace todavía más evidente: el terreno es **irregular**, con cambios bruscos (picos y valles), lo que refleja que la calidad del rendimiento varía mucho al modificar ligeramente el OOS% o el número de runs. Este comportamiento es típico de estrategias con baja estabilidad temporal o con sensibilidad a la segmentación del histórico.

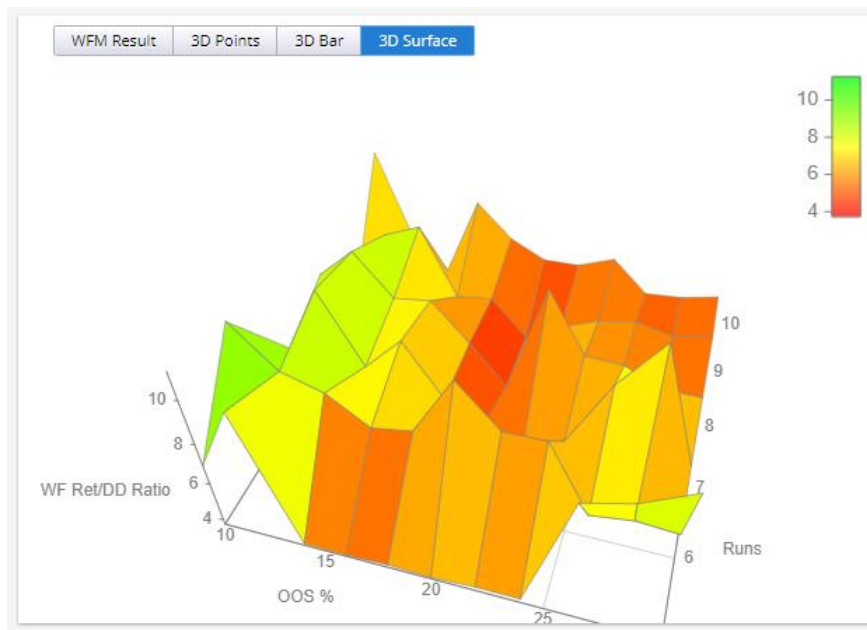


Ilustración 66 : Superficie 3D WFM estrategia rechazada

Conclusión: la estrategia se descarta porque no logra una zona estable de desempeño; su éxito depende de configuraciones concretas y no generaliza bien a distintos esquemas de validación temporal.

3.4.2.5 Mensaje clave del ejemplo

La comparación muestra por qué el WFM es un filtro potente contra el sobreajuste temporal [24]:

- Una estrategia **robusta** presenta una **zona continua** (3×3) de resultados excelentes bajo múltiples particiones temporales.
- Una estrategia **frágil** produce éxitos **aislados** y un mapa discontinuo, indicando dependencia de un *split* favorable.

3.5 Resultados y conclusiones

3.5.1 Síntesis del flujo metodológico y del “embudo” de selección

El proceso seguido se estructura como un **embudo de generación y filtrado** con tres etapas principales:

1. **Builder (generación):** creación automática de estrategias sobre el universo definido (Nasdaq-100 vía CFD), imponiendo restricciones de operabilidad (estructura simple, rangos de SL/PT, número de condiciones, etc.) y filtros iniciales de calidad (mínimo de operaciones, eficiencia retorno/riesgo, etc.).
2. **Retester (validación y robustez):** aplicación de pruebas adicionales de robustez para descartar estrategias frágiles, incluyendo (i) simulaciones Monte Carlo (*retest methods*), (ii) estabilidad paramétrica mediante *Sequential Optimization*, y (iii) robustez frente a permutaciones de parámetros (*System Parameter Permutation*) [18].
3. **Optimizer (optimización y robustez temporal):** optimización local de parámetros y validación de estabilidad temporal mediante **Walk-Forward Matrix (WFM)**, exigiendo la existencia de una “zona robusta” en el espacio de configuraciones (runs y porcentaje OOS) [25].

Este enfoque permite que las estrategias finales no sean el resultado de un único backtest favorable, sino candidatas que han superado filtros sucesivos contra **sobreajuste, fragilidad paramétrica y dependencia de un split temporal concreto**.

3.5.2 Resultados cuantitativos por etapa

A nivel agregado, el proceso muestra un patrón típico en generación sistemática: se produce una gran cantidad de candidatos, pero solo una fracción muy pequeña supera los filtros exigentes.

- **Builder:** se generaron **33.647.716** estrategias, de las cuales **979** cumplieron filtros iniciales y fueron guardadas (tasa de aceptación $\approx 0,003\%$).
- **Retester:** de las estrategias candidatas, 50 superaron las pruebas de robustez (Monte Carlo, estabilidad paramétrica y permutación de parámetros), descartándose el resto por sensibilidad a ruido, falta de estabilidad o degradación notable al variar parámetros.
- **Optimizer (WFM):** finalmente, **13** estrategias superaron el filtro Walk-Forward Matrix, demostrando estabilidad en una región continua de configuraciones (criterio 3×3 con robustez 100% en al menos 9 celdas).

En términos cualitativos, el mayor impacto de descarte se observa en:

- **System Parameter Permutation** (estrategias con “pico” paramétrico: backtest original muy superior a la mediana bajo permutaciones), y
- **Walk-Forward Matrix** (estrategias que solo funcionan bajo ciertas particiones temporales y no generan una zona robusta).

3.5.3 Discusión: qué tipo de estrategias sobreviven y por qué

Los resultados sugieren que las estrategias que sobreviven tienden a compartir tres propiedades:

1. **Estabilidad paramétrica:** su rendimiento no depende de una calibración fina; métricas como Ret/DD en permutaciones se mantienen cercanas al caso original.
2. **Consistencia OOS:** no solo ganan en OOS, sino que lo hacen sin degradación extrema frente a IS y evitando que el rendimiento provenga de un único tramo temporal.
3. **Eficiencia riesgo/retorno:** al priorizar Return/Drawdown y límites de drawdown en múltiples etapas, las estrategias finales tienden a mantener un perfil de riesgo más controlado que candidatos seleccionados únicamente por beneficio.

En contraposición, las estrategias descartadas suelen fallar por:

- **Sobreajuste paramétrico** (gran diferencia entre el backtest original y la mediana bajo permutaciones), es decir tienen un bias de minería de datos.
- **Inestabilidad en optimización secuencial** (ausencia de zonas estables), y/o
- **Dependencia del split temporal** (mapa WFM discontinuo, con éxitos aislados).

3.5.4 Conclusiones y trabajo futuro

3.5.4.1 Conclusiones principales

1. Es posible construir un pipeline sistemático en StrategyQuant X que reduzca significativamente el riesgo de seleccionar estrategias por azar, al combinar filtros de **calidad**, **robustez paramétrica** y **robustez temporal**.
2. Las pruebas de robustez más útiles para eliminar candidatos frágiles han sido **System Parameter Permutation** (robustez frente a cambios de parámetros) y **Walk-Forward Matrix** (robustez frente a particiones temporales) también siendo estas dos las más costosas computacionalmente.
3. El uso de un universo único y coherente con la ejecución posterior (Nasdaq-100 en Darwinex Zero) aporta consistencia operativa y reduce riesgos de “transferencia” entre activo de construcción y activo de ejecución (La ejecución se realizará en otro TFG. TFG dual, llamado Análisis y Gestión del Riesgo en Carteras de Estrategias de Trading Algorítmico).

3.5.4.2 Limitaciones

A pesar del rigor del embudo, existen limitaciones relevantes:

- **Calidad del dato y del modelo de ejecución:** los resultados dependen de la fidelidad del histórico (fuente externa) y de supuestos de spread, slippage y swap.
- **Riesgo de data-snooping residual:** aunque los filtros reducen el sobreajuste, la generación masiva de estrategias siempre implica cierto riesgo de encontrar patrones espurios.
- **Cambios estructurales de mercado:** robustez histórica no garantiza robustez futura, especialmente en presencia de cambios de régimen, volatilidad o microestructura.

3.5.4.3 Trabajo futuro

Como líneas de extensión natural del trabajo:

1. **Fase de paper trading / ejecución en Darwinex Zero** con control de métricas en vivo (drawdown, estabilidad, cumplimiento de reglas de riesgo).
2. **Análisis de correlación y construcción de portfolio** entre estrategias finales, priorizando diversificación y estabilidad agregada.

Estas dos extensiones se realizarán en otro TFG relacionado con este llamado Análisis y Gestión del Riesgo en Carteras de Estrategias de Trading Algorítmico

4 Análisis de Impacto

4.1.1 Relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Aunque el proyecto no aborda de manera directa un reto social o medioambiental, existen conexiones indirectas con varios ODS:

- **ODS 4 (Educación de calidad):** el trabajo desarrolla un marco metodológico formativo sobre validación, robustez y riesgo en trading algorítmico, promoviendo aprendizaje riguroso y pensamiento crítico [27].
- **ODS 8 (Trabajo decente y crecimiento económico):** una mejora en procesos de control de riesgo y selección de estrategias puede contribuir a prácticas financieras más responsables dentro de entornos profesionales [28].
- **ODS 9 (Industria, innovación e infraestructura):** se aplica innovación metodológica (pipeline de pruebas de robustez) en un ámbito tecnológico-financiero, promoviendo prácticas más sólidas en ingeniería de sistemas de trading [29].
- **ODS 12 (Producción y consumo responsables) y ODS 13 (Acción por el clima):** relación indirecta a través de la eficiencia computacional; limitar pruebas innecesarias reduce consumo energético en procesos de investigación cuantitativa [30].

4.1.2 Coste del TFG (software e infraestructura)

La realización del proyecto implica costes relevantes tanto en licencias de software como en infraestructura informática, debido al carácter intensivo en cómputo del proceso de generación y validación de estrategias.

a) Licencias y software

- **Software de investigación y generación de estrategias (StrategyQuant X):** el fabricante ofrece varios planes (*Starter / Professional / Ultimate*), con precios de referencia que pueden situarse en el rango de **~\$1.290 a ~\$4.900** según el plan y la modalidad elegida. En este caso, se ha adquirido el **plan Ultimate con descuento de estudiante**, con un coste total de **~2.450 USD**.

b) Hardware para investigación (generación y pruebas de robustez)

Dado que el rendimiento del proceso de generación y validación escala con la capacidad de cómputo disponible, se ha utilizado un equipo con las siguientes características (**~700€**):

- Procesador 11^a Generación Intel® Core™ i7.
- 32GB de RAM

El coste total del ordenador y del programa asciende a un total de **~3000€**

5 Bibliografía

- [1] «StrategyQuant X,» [En línea]. Available: <https://strategyquant.com/es/doc/estrategiacuantica/introduccion/>. [Último acceso: 30 30 2025].
- [2] «Strategy quant X,» [En línea]. Available: <https://strategyquant.com/es/doc/estrategiacuantica/banco-de-datos/>. [Último acceso: 2 12 2025].
- [3] «Doc Metatrader,» [En línea]. Available: <https://docs.mql4.com/>. [Último acceso: 2 12 2025].
- [4] D. E. Goldberg, *Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning*, Addison-Wesley, 1989.
- [5] R. Pardo, *The Evaluation and Optimization of Trading Strategies*, Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2008.
- [6] P. J. Kaufman, *Trading Systems and Methods*, Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2019.
- [7] A. E. Eiben y J. E. Smith, *Introduction to Evolutionary Computing*, Berlin, Heidelberg: Springer, 2015.
- [8] D. Whitley, S. Rana y R. B. Heckendorn, «The Island Model Genetic Algorithm: On Separability, Population Size and Convergence,» *Journal of Computing and Information Technology*, vol. 7, n° 1, pp. 33-47, 1999.
- [9] F. Allen y R. Karjalainen, «Using genetic algorithms to find technical trading rules,» *Journal of Financial Economics*, vol. 51, n° 2, pp. 245-271, 1999.
- [10] S. Yang, «Algorithms with Memory- and Elitism-Based Immigrants in Dynamic Environments,» *Evolutionary Computation*, 2008.
- [11] E. Cantú-Paz y D. E. Goldberg, «Efficient parallel genetic algorithms: theory and practice,» *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, vol. 186, 2000.
- [12] A. S. Fukunaga, «Restart scheduling for genetic algorithms,» de *Parallel Problem Solving from Nature — PPSN V*, 1998.
- [13] StrategyQuant, «Settings – Trading options,» StrategyQuant Documentation, [En línea]. Available:

<https://strategyquant.com/doc/strategyquant/trading-options/>. [Último acceso: 5 12 2025].




- [14] R. Kissell, *The Science of Algorithmic Trading and Portfolio Management*, San Diego, CA: Academic Press (Elsevier), 2013.
- [15] StrategyQuant, «Settings – Building blocks,» StrategyQuant, [En línea]. Available: <https://strategyquant.com/doc/strategyquant/building-blocks/>.
- [16] S. Documentation, «Retest with higher precision,» Strategyquant, [En línea]. Available: <https://strategyquant.com/doc/strategyquant/retest-higher-precision/>.
- [17] StrategyQuant, «Settings – Ranking,» [En línea]. Available: <https://strategyquant.com/doc/strategyquant/ranking-options/>.
- [18] StrategyQuant, «Cross checks – automated strategy robustness tests,» [En línea]. Available: <https://strategyquant.com/doc/strategyquant/cross-checks-automated-strategy-robustness-tests/>.
- [19] StrategyQuant, «Monte Carlo retest methods,» [En línea]. Available: <https://strategyquant.com/doc/strategyquant/monte-carlo-retest-methods/>.
- [20] StrategyQuant, «Sequential optimization,» [En línea]. Available: <https://strategyquant.com/doc/strategyquant/sequential-optimization/>.
- [21] StrategyQuant, «Recommended optimization parameters,» [En línea]. Available: <https://strategyquant.com/doc/strategyquant/recommended-optimization-parameters/>.
- [22] StrategyQuant, «Optimization Profile and System Parameter Permutation in StrategyQuant,» [En línea]. Available: <https://strategyquant.com/doc/strategyquant/optimization-profile-system-parameter-permutation-strategyquant/>.
- [23] D. Walton, «Know Your System! – Turning Data Mining from Bias to Benefit through,» *2014 NAAIM Wagner Award Winner*, p. 33, 2014.
- [24] D. R. Aronson, *Evidence-Based Technical Analysis: Applying the Scientific Method and Statistical Inference to Trading Signals*, Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2006.

- [25] StrategyQuant, «Walk-Forward Matrix,» StrategyQuant, [En línea]. Available: <https://strategyquant.com/doc/strategyquant/walk-forward-matrix/>.
- [26] StrategyQuant, «Walk-Forward Optimization,» [En línea]. Available: <https://strategyquant.com/doc/strategyquant/walk-forward-optimization/>.
- [27] «ODS 4 Educación de calidad,» [En línea]. Available: <https://www.pactomundial.org/ods/4-educacion-de-calidad/>.
- [28] «ODS 8 Trabajo decente y crecimiento económico,» [En línea]. Available: <https://www.pactomundial.org/ods/8-trabajo-decente-y-crecimiento-economico/>.
- [29] «ODS 9 Industria innovación e infraestructura,» [En línea]. Available: <https://www.pactomundial.org/ods/9-industria-innovacion-e-infraestructura/>.
- [30] «ODS 12 Producción y consumo responsables,» [En línea]. Available: <https://www.pactomundial.org/ods/12-produccion-y-consumo-responsables/n>.

6 Anexos

JORGE LOPEZ DE MIGUEL

Generación y Validación de Estrategias de Trading Algorítmico.docx

-  Turnitin Memoria Final
-  TFG ETSIINF (Moodle PP)
-  Universidad Politecnica de Madrid

Document Details

Submission ID

trn:oid::1:3457529699

Submission Date

Jan 14, 2026, 6:30 PM GMT+1

Download Date

Jan 14, 2026, 6:37 PM GMT+1

File Name

23301_JORGE_LOPEZ_DE_MIGUEL_Generación_y_Validación_de_Estrategias_de_Trading_Algorítm....docx

File Size




4.9 MB

74 Pages**14,380 Words****87,113 Characters**

4% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Top Sources

- 4%  Internet sources
 - 2%  Publications
 - 0%  Submitted works (Student Papers)
-

Top Sources

- 4% Internet sources
- 2% Publications
- 0% Submitted works (Student Papers)

Top Sources

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	Internet	oa.upm.es	<1%
2	Publication	Z. Skolicki, K. De Jong. "The importance of a two-level perspective for island mode...	<1%
3	Publication	Francisco Gonzalez Bulnes, Ruben Usamentiaga, Daniel Fernando Garcia, Julio Mo...	<1%
4	Internet	arxiv.org	<1%
5	Internet	1library.co	<1%
6	Internet	kth.diva-portal.org	<1%
7	Internet	www.sersc.org	<1%
8	Internet	editoraartemis.com.br	<1%
9	Internet	repositorio.unac.edu.pe	<1%
10	Internet	cimat.repositorioinstitucional.mx	<1%
11	Internet	tesis.pucp.edu.pe	<1%

12	Internet	www.coursehero.com	<1%
13	Internet	www.udec.edu.mx	<1%
14	Internet	raw.githubusercontent.com	<1%
15	Internet	www.mdpi.com	<1%
16	Internet	www.usfq.edu.ec	<1%
17	Internet	riunet.upv.es	<1%
18	Internet	www.researchgate.net	<1%
19	Internet	noexperiencenecessarybook.com	<1%
20	Internet	www.tradingsys.org	<1%
21	Publication	Nicolás Cordero Tous, Lucía Santos Martín, Carlos Sánchez Corral, Ana María Rom...	<1%
22	Internet	fenix.tecnico.ulisboa.pt	<1%
23	Publication	Lorena Hernández Pérez. "Estudio electroquímico para la recuperación de antimo...	<1%
24	Internet	es.wikipedia.org	<1%
25	Internet	paionline.net	<1%

26	Internet	crea.ujaen.es	<1%
27	Internet	ebin.pub	<1%
28	Internet	riuma.uma.es	<1%
29	Internet	utp.ac.pa	<1%
30	Internet	www.esd-conference.com	<1%
31	Publication	Studies in Computational Intelligence, 2007.	<1%

5



Universidad Politécnica
de Madrid



Escuela Técnica Superior de
Ingenieros Informáticos

Grado en Ingeniería Informática

Trabajo Fin de Grado

Generación y Validación de Estrategias de Trading Algorítmico

Autor: Jorge López de Miguel

Tutor: José María Cuellar del Río

Madrid, febrero 2025

1

Este Trabajo Fin de Grado se ha depositado en la ETSI Informáticos de la Universidad Politécnica de Madrid para su defensa.

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Informática

Título: Generación y Validación de Estrategias de Trading Algorítmico

Abril 2025

Autor: Jorge López de Miguel

Tutor:

José María Cuellar del Río

Ingeniería De Organización, Administración De Empresas Y Estadística

ETSI Informáticos

Universidad Politécnica de Madrid

1

Resumen

Este Trabajo de Fin de Grado (TFG) desarrolla y documenta un **marco metodológico reproducible** para **diseñar, validar y optimizar estrategias de trading algorítmico**, es decir, reglas automáticas que deciden **cuándo comprar y cuándo vender** en función de condiciones objetivas (por ejemplo, indicadores técnicos). El foco del trabajo no es “encontrar la estrategia perfecta”, sino **reducir los riesgos típicos del backtesting**, especialmente: (i) el **sobreajuste** (*overfitting*), cuando una estrategia parece excelente en el pasado pero falla al enfrentarse a datos nuevos; (ii) el **data-snooping** o sesgo por “probar demasiadas ideas” y quedarse con la que mejor sale por casualidad; y (iii) la **fragilidad paramétrica**, cuando la estrategia solo funciona con valores muy concretos de sus parámetros y se degrada al mínimo cambio.

El universo de negociación se restringe a un único mercado, el **Nasdaq-100**, operado mediante su **CFD** (contrato por diferencia). Esta decisión busca coherencia entre la fase de investigación y una futura fase de ejecución/paper trading, ya que el instrumento elegido coincide con el entorno objetivo de **Darwinex Zero** (plataforma de trading en la que se pueden ejecutar estrategias automatizadas en un entorno “simulado” pero con condiciones reales de mercado, pensado para evaluar sistemas antes de operarlos con capital real y, en algunos casos, acceder a asignación de capital en función del desempeño). De este modo se minimizan diferencias por especificaciones del producto, horarios, costes o condiciones de ejecución.

La implementación se realiza en **StrategyQuant X**, una plataforma especializada en investigación cuantitativa que permite **generar estrategias automáticamente** y evaluarlas con un flujo integrado de módulos. En el **Builder**, las estrategias se crean mediante un proceso de búsqueda basado en **algoritmos genéticos**, en lugar de enumerar todas las combinaciones posibles (algo inviable), el sistema mantiene una “población” de estrategias candidatas, selecciona las más prometedoras según objetivos definidos y genera nuevas variantes mediante operadores como **crossover** (recombinar partes de estrategias) y **mutación** (introducir cambios aleatorios controlados). Para evitar soluciones poco realistas, desde el inicio se imponen **restricciones operativas** (por ejemplo, long-only, límites de complejidad y obligatoriedad de Stop Loss y Profit Target) y **filtros mínimos de calidad**, como un número mínimo de operaciones y métricas básicas de eficiencia retorno-riesgo. El objetivo de esta etapa es producir una población inicial amplia pero ya “filtrada”, compuesta por estrategias comparables y operables.

Posteriormente, en el módulo **Retester**, se aplica un **embudo de robustez**: una batería de pruebas secuenciales que descarta estrategias si no mantienen su desempeño bajo condiciones alternativas o más exigentes. Entre estas pruebas destacan: (i) simulaciones **Monte Carlo**, que estresan el sistema perturbando datos, costes y parámetros para comprobar que los resultados no dependan de un histórico “perfecto”; (ii) **optimización secuencial** como test de estabilidad paramétrica, orientado a detectar estrategias con “picos” muy estrechos (buenas solo en un punto exacto); y (iii) **permutación sistemática de parámetros** (System Parameter Permutation), considerada la validación más exigente, que evalúa si la estrategia se mantiene rentable cuando se exploran miles de combinaciones alrededor de los valores originales.

Finalmente, en el módulo **Optimizer**, se introduce la validación temporal mediante **Walk-Forward Matrix (WFM)**. Esta técnica divide la historia en múltiples ventanas y obliga a que la estrategia sea capaz de comportarse razonablemente en distintos periodos, evitando que el rendimiento dependa de un único “split” favorable del pasado. En otras palabras, se exige **consistencia a través del tiempo**, lo que mejora la probabilidad de generalización a condiciones no vistas.

Como resultado, el trabajo aporta un procedimiento completo y replicable para **reducir falsos positivos** en la investigación de estrategias, priorizando la estabilidad y la robustez frente a un rendimiento aislado. El marco propuesto sirve como puente entre la investigación histórica y una posterior fase de ejecución controlada, proporcionando criterios prácticos para seleccionar estrategias con mayor probabilidad de mantenerse estables al pasar del backtest a condiciones más realistas.

Palabras clave: trading algorítmico, backtesting, StrategyQuant X, robustez, sobreajuste, data-snooping, Monte Carlo, estabilidad paramétrica, Walk-Forward Matrix, gestión del riesgo.

Abstract

This Bachelor's Thesis (TFG) develops and documents a **reproducible methodological framework** to design, validate, and optimize **algorithmic trading strategies**, i.e., automated rules that decide **when to buy and when to sell** based on objective conditions (e.g., technical indicators). The aim is not to "find the perfect strategy," but to **reduce the main risks of backtesting**, namely: (i) **overfitting**, when a strategy performs extremely well in the historical sample but fails on unseen data; (ii) **data-snooping**, the bias that arises from testing many ideas and selecting the one that looks best by chance; and (iii) **parameter fragility**, when performance depends on very specific parameter values and deteriorates under small changes.

The trading universe is restricted to a single market, the **Nasdaq-100**, traded through its **CFD** (Contract for Difference). This choice ensures consistency between the research stage and a future execution/paper-trading stage, as the selected instrument matches the target environment of **Darwinex Zero** (a trading platform where automated strategies can be executed in a "simulated" setting under real market conditions, designed to evaluate systems before deploying real capital and, in some cases, to access capital allocation depending on performance). This reduces discrepancies stemming from contract specifications, trading hours, costs, or execution conditions.

Implementation is carried out in **StrategyQuant X**, a specialized quantitative research platform that can automatically generate strategies and evaluate them through an integrated modular workflow. In the **Builder**, strategies are created via a search process based on **genetic algorithms**. Rather than enumerating all possible combinations (which is infeasible), the system maintains a "population" of candidate strategies, selects the most promising ones according to predefined objectives, and produces new variants using operators such as **crossover** (recombining parts of strategies) and **mutation** (introducing controlled random changes). To avoid unrealistic solutions, the process enforces **operational constraints** from the outset (e.g., long-only, limits on rule complexity, and mandatory Stop Loss and Profit Target) and applies initial quality filters, such as a minimum number of trades and basic return-to-risk efficiency metrics. The goal of this stage is to generate a broad but already "filtered" initial population of comparable and tradable strategies.

Next, in the **Retester** module, a **robustness funnel** is applied, a sequence of stricter tests that discards strategies if they fail to maintain performance under alternative or more demanding conditions. Key tests include: (i) **Monte Carlo simulations**, which stress the strategy by perturbing data, costs, and parameters to verify that results are not driven by an overly "perfect" historical path; (ii) **sequential optimization** as a parameter stability test, aimed at detecting narrow performance "spikes" (strategies that work only at a single precise setting); and (iii) **systematic parameter permutation** (System Parameter Permutation), the most demanding validation step, which evaluates whether profitability remains acceptable across thousands of parameter combinations around the original values.

Finally, the **Optimizer** module introduces temporal validation through the **Walk-Forward Matrix (WFM)**. This technique splits the historical sample into multiple rolling windows and requires the strategy to behave reasonably across different periods, avoiding dependence on a single favorable in-sample/out-of-

sample split. In other words, it enforces **consistency over time**, improving the likelihood of generalization to unseen market conditions.

Overall, the thesis provides a complete and replicable procedure to **reduce false positives** in strategy research, prioritizing stability and robustness over isolated historical performance. The proposed framework bridges historical research and a later controlled execution phase, offering practical criteria to select strategies with a higher probability of remaining stable when transitioning from backtests to more realistic conditions.

Keywords: algorithmic trading, backtesting, StrategyQuant X, robustness, overfitting, data-snooping, Monte Carlo, parameter stability, Walk-Forward Matrix, risk management.

Tabla de contenidos

Resumen	iii
Abstract	v
Índice Ilustraciones	xi
1 Introducción	1
1.1 Contexto y motivación.....	1
1.2 Objetivos del trabajo.....	1
1.3 Alcance del proyecto	2
2 Metodología	3
3 Desarrollo	4
3.1 Universo (Nasdaq-100), timeframes y data splits.....	4
3.1.1 Universo y datos de mercado	4
3.1.2 Fuente, periodo y granularidad de los datos	4
3.1.3 Zona horaria y horario de negociación.....	5
3.1.4 Especificación del instrumento y costes operativos (realismo del backtest).....	5
3.1.5 Resumen de configuración (para reproducibilidad)	7
3.2 Builder: objetivos multi-criterio, constraints y filtros de calidad	8
3.2.1 Definición de la estrategia a generar (What to build).....	8
3.2.2 Configuración del algoritmo genético (Genetic options)	9
3.2.2.1 Opciones Generales	10
3.2.2.2 Islands (evolución separada) y migración.....	11
3.2.2.3 Generación de población inicial y filtros mínimos (IS).....	11
3.2.2.4 Mecanismos anti-convergencia (“Fresh blood”) y gestión de estancamiento	12
3.2.3 Configuración de datos y motor de backtest (Data)	13
3.2.3.1 Motor de trading (Trading engine).	13
3.2.3.2 Símbolo y timeframe.	13
3.2.3.3 Parámetros de simulación y costes.	13
3.2.3.4 Segmentación IS/OOS (Data range parts).	14
3.2.4 Reglas de operativa y ejecución (Trading options)	15
3.2.4.1 Restricciones temporales y cierres automáticos.	15
3.2.4.2 Control de operativa adicional.....	15

1

- 3.2.4.3 Tratamiento realista de gaps. 15
- 3.2.5 Bloques de construcción de estrategias (Building blocks) 16
 - 3.2.5.1 Señales predefinidas (Signals – Predefined conditions) 16
 - 3.2.5.2 Indicadores base (Indicators) 17
 - 3.2.5.3 Bloques de entrada Stop/Limit (Stop/Limit entry blocks) 18
 - 3.2.5.4 Tipos de orden de entrada (Order types) 19
 - 3.2.5.5 Tipos de salida y gestión de la operación (Exit types) 20
- 3.2.6 Gestión avanzada de la operación (ATM – Advanced Trade Management) 21
- 3.2.7 Gestión monetaria y tamaño de posición (Money management) 22
- 3.2.8 Comprobaciones adicionales (Cross checks) 23
 - 3.2.8.1 Higher backtest precision (retest intrabar) 23
- 3.2.9 Criterios de clasificación y almacenamiento (Ranking) 25
 - 3.2.9.1 Límite de estrategias y criterio de parada 25
 - 3.2.9.2 Filtros automáticos y eliminación de duplicados 25
 - 3.2.9.3 Filtros personalizados de almacenamiento (Custom filters) 26
 - 3.2.9.4 Métrica de fitness (Strategy Quality ranking) 27
 - 3.2.9.5 Opciones no utilizadas 27
- 3.2.10 Ejecución del Builder y estadísticas de filtrado 27
 - 3.2.10.1 Principales motivos de descarte 28
 - 3.2.10.2 Estrategias aceptadas y control de duplicados 29
- 3.3 Retester: validación y filtrado por robustez 30
 - 3.3.1 Cross checks/Robustez (robustness) en Retester: batería de pruebas de robustez 30
 - 3.3.2 Monte Carlo retest methods (Lento) 30
 - 3.3.2.1 Configuración del test (Settings) 31
 - 3.3.2.2 Criterios de aceptación (Filtering) 32
 - 3.3.3 Ejemplo ilustrativo: estrategia robusta vs. estrategia frágil en *Monte Carlo retest methods* 33
 - 3.3.3.1 Estrategia rechazada (no supera el test) 34
 - 3.3.3.2 Estrategia aceptada (supera el test) 34
 - 3.3.3.3 Conclusión operativa 35
 - 3.3.4 Sequential Optimization (Lento) 36
 - 3.3.4.1 Configuración del test (Settings) 36
 - 3.3.4.2 Criterios de estabilidad (Filtering) 37
 - 3.3.4.3 Interpretación y rol en el embudo 37

- 3.3.5 Ejemplo ilustrativo: estrategia rechazada vs. aceptada en *Sequential Optimization* 38
 - 3.3.5.1 Estrategia rechazada (RESULT: FAILED) 38
 - 3.3.5.2 Estrategia aceptada (RESULT: PASSED)..... 39
 - 3.3.5.3 Conclusión operativa 40
- 3.3.6 Opt. Profile / Sys. Param. Permutation (EXTENSIVE – SLOWEST)..... 41
 - 3.3.6.1 Configuración (Settings)..... 41
 - 3.3.6.2 Criterios del perfil de optimización (Optimization Profile conditions) 42
 - 3.3.6.3 Condiciones de permutación de parámetros (System Parameters Permutation conditions) 42
- 3.3.7 Ejemplo ilustrativo: estrategia rechazada vs estrategia aceptada 43
 - 3.3.7.1 Estrategia rechazada: backtest original “demasiado bueno” y poco representativo 43
 - 3.3.7.2 Estrategia aceptada: el resultado original es consistente con la distribución 45
- 3.4 Optimización de estrategias: fase final 48
 - 3.4.1 Optimización de estrategias: *Walk-Forward Matrix* 48
 - 3.4.1.1 Configuración de la optimización (*Optimization*) 48
 - 3.4.1.2 Ranking y filtro de aceptación (*Ranking*) 49
 - 3.4.1.3 Filtro de *Walk-Forward Matrix* (robustez temporal multi-configuración)... 50
 - 3.4.2 Ejemplo ilustrativo: estrategia aceptada vs. rechazada en *Walk-Forward Matrix* 51
 - 3.4.2.1 Condiciones utilizadas en el filtro WFM..... 51
 - 3.4.2.2 Criterio global de aceptación: “área robusta” 3×3 52
 - 3.4.2.3 Estrategia aceptada: robustez amplia y continua en la matriz 52
 - 3.4.2.4 Estrategia rechazada: resultados fragmentados y dependencia de configuraciones concretas 54
 - 3.4.2.5 Mensaje clave del ejemplo..... 55
- 3.5 Resultados y conclusiones 56
 - 3.5.1 Síntesis del flujo metodológico y del “embudo” de selección 56
 - 3.5.2 Resultados cuantitativos por etapa 56
 - 3.5.3 Discusión: qué tipo de estrategias sobreviven y por qué..... 57
 - 3.5.4 Conclusiones y trabajo futuro..... 58
 - 3.5.4.1 Conclusiones principales 58
 - 3.5.4.2 Limitaciones 58
 - 3.5.4.3 Trabajo futuro 58
- 4 Análisis de Impacto 59**

1	4.1.1 Relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)	59
	4.1.2 Coste del TFG (software e infraestructura).....	59
5	Bibliografía	60

Índice Ilustraciones

Ilustración 1: Información general datos	4
Ilustración 2: Zona horaria	5
Ilustración 3: Datos Ejecucion	6
Ilustración 4: Costes swap	7
Ilustración 5:Tipos y configuraciones generales de estrategias	8
Ilustración 6: Pestaña Opciones Genéticas.....	10
Ilustración 7: Opciones Genéticas.....	10
Ilustración 8: Opciones de Isla.....	11
Ilustración 9: Filtros generacion de poblacion inicial	11
Ilustración 10: Ajustes especiales	12
Ilustración 11: Configuracion de evolucion	12
Ilustración 12: Elección de motor de trading.....	13
Ilustración 13: Eleccion de datos a usar en el backtest	13
Ilustración 14: Simulador de costes en el backtest.....	14
Ilustración 15: Segmentacion de datos en el Backtest.....	14
Ilustración 16: Opciones de trading	15
Ilustración 17: Señales builder.....	16
Ilustración 18: Indicadores	17
Ilustración 19: Stop/limite bloques de entrada	19
Ilustración 20: Tipos de ordenes	20
Ilustración 21: Ordenes de salida.....	20
Ilustración 22: Gestion avanzada de las operaciones.....	21
Ilustración 23: Gestion Monetaria.....	22
Ilustración 24: Test de Robustez	23
Ilustración 25: Configuración backtest mayor precisión.....	24
Ilustración 26: Filtros backtest mayor precisión.....	24
Ilustración 27; Limite de estrategias	25
Ilustración 28; Fiultros automaticos	26
Ilustración 29: Filtros ranking	26
Ilustración 30; Ranking estrategias ya filtradas	27
Ilustración 31; Analisis customizado.....	27
Ilustración 32: Ajustar a portfolio de estrategias existente	27
Ilustración 33: Log de ejecucion StrategyQuant X Builder.....	28
Ilustración 34: Filtros de descarte.....	28
Ilustración 35: Control de duplicados	29
Ilustración 36; Pestañas Retester	30
Ilustración 37: Configuracion Monte Carlo retest methods.....	31
Ilustración 38: Filtros Monte Carlo retest methods.....	32
Ilustración 39: Configuración de la simulación	33
Ilustración 40: Percentiles estrategia rechazada Montecarlo retest methods..	34
Ilustración 41: Resultado estrategia rechazada grafica Montecarlo retest methods.....	34
Ilustración 42: Percentiles estrategia rechazada Montecarlo retest methods..	35

Ilustración 43 : Resultado aceptado grafica Montecarlo retest methods.....	35
Ilustración 44: Configuracion Optimizacion Secuencial.....	36
Ilustración 45: Filtros optimizacion secuencial.....	37
Ilustración 46: Tabla estrategia rechazada Sequential optimization	38
Ilustración 47: Grafica estrategia rechazada Secuencial optimization.....	39
Ilustración 48: Tabla estrategia aceptada Sequential optimization	39
Ilustración 49: Grafica estrategia aceptada Secuencial optimization	40
Ilustración 50: Configuracion Sys. Param. Permutation	41
Ilustración 51: Configuración filtros estándar Sys. Param. Permutation.....	42
Ilustración 52: Configuración filtros extra Sys. Param. Permutation	42
Ilustración 53: Perfil Optimización estrategia rechazada	43
Ilustración 54: Tabla Resultados permutación de parámetros estrategia rechazada	44
Ilustración 55: Histogramas permutación de parámetros estrategia rechazada	45
Ilustración 56: Perfil Optimización estrategia aceptada	45
Ilustración 57: Tabla Resultados permutación de parámetros estrategia aceptada	46
Ilustración 58: Histogramas permutación de parámetros estrategia aceptada.....	47
Ilustración 59 : Configuración de la pestaña Optimization (Walk-Forward Matrix)	48
Ilustración 60 : Configuración del Ranking y del filtro del Walk-Forward Matrix	51
Ilustración 61: Filtros usados en WFM.....	52
Ilustración 62: Resultado tabla WMF estrategia aceptada	53
Ilustración 63: Superficie 3D WFM estrategia aceptada.....	53
Ilustración 64 : Resultado tabla WMF estrategia rechazada	54
Ilustración 65 : Superficie 3D WFM estrategia rechazada.....	55

1

1 Introducción

1.1 Contexto y motivación

El trading algorítmico se apoya en la formalización de reglas de decisión y su evaluación sistemática mediante backtesting. La disponibilidad de datos históricos y de herramientas como StrategyQuant X (SQX) facilita la exploración y el filtrado de espacios muy amplios de estrategias. Sin embargo, la utilidad real de un sistema depende de su capacidad de generalización fuera de muestra; por ello, resulta imprescindible aplicar validaciones y pruebas de robustez que reduzcan el riesgo de sobreajuste y sesgos por minería de datos [1].

En este contexto, el presente TFG desarrolla un flujo reproducible de **generación, validación y optimización** de estrategias técnicas **long-only** sobre el **Nasdaq-100**, utilizando los módulos **Builder, Retester y Optimizer** de SQX. El trabajo prioriza la robustez paramétrica y temporal frente a la maximización del rendimiento histórico, integrando pruebas de Monte Carlo, estabilidad/permuta de parámetros y Walk-Forward Matrix como mecanismos de control del sobreajuste.

1.2 Objetivos del trabajo

Objetivo general.

Diseñar, generar, validar y optimizar estrategias de trading algorítmico técnicas **long-only** sobre el Nasdaq-100 en StrategyQuant X, aplicando un pipeline Builder → Retester → Optimizer con particiones **IS/OOS** y pruebas de robustez (Monte Carlo, optimización secuencial, permuta de parámetros y Walk-Forward Matrix).

Objetivos específicos.

- Definir el pipeline de SQX (universo, timeframe, bloques/condiciones y criterios de filtrado/validación).
- Configurar datasets y el Builder para una generación controlada de estrategias (restricciones, objetivos y filtros de calidad).
- Realizar una criba con Retester aplicando pruebas de robustez seleccionadas (Monte Carlo retest methods, optimización secuencial y permutación de parámetros).
- Aplicar validación temporal con Optimizer mediante Walk-Forward Matrix, exigiendo zonas continuas de robustez.
- Emplear optimización local de parámetros con salvaguardas (rangos y pasos acotados) para evitar recalibración agresiva.
- Garantizar reproducibilidad mediante exportación y documentación de configuraciones, datasets y criterios/umbrales empleados.

1.3 Alcance del proyecto

El alcance de este proyecto se circunscribe al **desarrollo y validación histórica** de estrategias en StrategyQuant X (SQX). Se aborda la generación de reglas mediante el módulo **Builder**, su validación y filtrado mediante **Retester** y la optimización y validación temporal mediante **Optimizer**, aplicando particiones **in-sample/out-of-sample (IS/OOS)** y un conjunto de pruebas de robustez — **Monte Carlo retest methods, Sequential Optimization, System Parameter Permutation** y **Walk-Forward Matrix**— [1].

Se documentan los criterios de evaluación, los umbrales de filtrado adoptados y los supuestos de modelización de costes y ejecución definidos en SQX. Quedan expresamente fuera del alcance la **ejecución operativa**, el **paper trading** y cualquier verificación en tiempo real, así como la integración con brókeres o plataformas de ejecución.

El proyecto se desarrolla bajo los siguientes supuestos y limitaciones:

- Universo: **Nasdaq-100** (CFD previsto para Darwinex Zero).
- Timeframe principal: **H1**.
- Tipo de estrategias: **técnicas long-only**.
- Datos: se emplea una fuente con histórico amplio (Dukascopy) para construcción y validación, manteniendo consistencia de instrumento en SQX y controlando diferencias potenciales con el activo de ejecución.
- Costes y ejecución: se modelan mediante supuestos conservadores (spread/slippage según configuración descrita), reconociendo que la ejecución real puede diferir de la simulación.
- Dependencia temporal: los resultados dependen de los periodos analizados y de los esquemas IS/OOS y Walk-Forward utilizados.

2 Metodología

El proyecto se ha desarrollado en las siguientes fases:

- **Preparación de datos (Data Manager):** construcción del dataset (símbolo, zona horaria, consistencia y particiones IS/OOS) y definición del marco temporal de trabajo (H1).
- **Generación (Builder):** generación genética de estrategias con restricciones de operabilidad (estructura simple, límites de complejidad) y filtros iniciales de calidad, incluyendo ranking por métricas ajustadas por riesgo.
- **Criba por robustez (Retester):** aplicación secuencial de pruebas de robustez seleccionadas:
 - **Monte Carlo retest methods** para evaluar sensibilidad a perturbaciones de datos/costes/parámetros,
 - **Sequential Optimization** para detectar fragilidad paramétrica y picos aislados,
 - **System Parameter Permutation** como filtro final de robustez paramétrica.
- **Optimización y robustez temporal (Optimizer):** optimización local de parámetros con rangos acotados y validación temporal mediante **Walk-Forward Matrix**, exigiendo una “zona robusta” (área continua) en el espacio de configuraciones de WFM.
- **Reproducibilidad:** documentación de configuraciones, umbrales, y trazabilidad del pipeline, con el objetivo de permitir replicación y auditoría del proceso de selección

3 Desarrollo

3.1 Universo (Nasdaq-100), timeframes y data splits

3.1.1 Universo y datos de mercado

Para el desarrollo, optimización y validación de estrategias se ha definido un universo de negociación **en un único mercado**, centrado en el **Nasdaq-100** a través de su **CFD en Darwinex**, ya que es el instrumento que posteriormente se utilizará en la fase de ejecución/paper trading en **Darwinex Zero**, que se realizará en el TFG conjunto de ADE **Análisis y gestión del riesgo en carteras de estrategias de trading algorítmico**. Esta elección busca mantener **coherencia total** entre el activo empleado para construir las estrategias en el *builder* y el activo real sobre el que se operarán las estrategias, reduciendo así desviaciones por especificaciones contractuales o costes de operativa.

El símbolo utilizado en StrategyQuant X corresponde al subyacente **USATECHIDXUSD** (Nasdaq-100 en USD) dentro del perfil de broker **[[Darwinex]]**, con instrumento **NDX_darwinex**, **pero los datos provienen del bróker Dukascopy** como **fuentes de datos**, debido a su **mayor profundidad temporal** (mayor número de años disponibles) y a la estabilidad del subyacente, dado que ambas cotizaciones replican el comportamiento del Nasdaq-100. De este modo, se maximiza la longitud de la muestra histórica empleada en el proceso de generación y validación, manteniendo a la vez el alineamiento con el instrumento de ejecución en Darwinex [2].

3.1.2 Fuente, periodo y granularidad de los datos

Los datos históricos se importan en StrategyQuant X con las siguientes características:

- **Fuente de datos:** Dukascopy
- **Timeframe:** M1 (1 minuto)
- **Periodo:** desde **2014-01-02** hasta **2025-09-01**
- **Cobertura temporal:** **4.260 días**
- **Número total de velas (registros):** **3.564.577**

Symbol Name	Instrument	Broker profile	Underlying Sym...	Timefr...	Timezo...	Date from	Date to	Total Days	Total Rec...	Source
USATECHIDXUSD_darw...	NDX_darwinex	[[Darwinex]]	USATECHIDXUS...	M1	EST+07	2014.01.02	2025.09.01	4260	3564577	Dukascopy

Ilustración 1: Información general datos

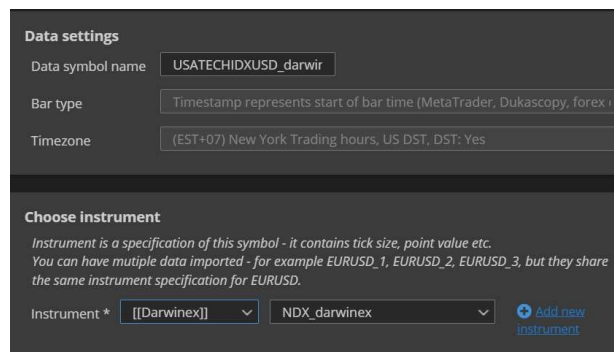
Se trabaja con **datos en 1 minuto** porque permiten capturar con mayor fidelidad la dinámica intradía (entradas/salidas, stops, recorridos) y, al mismo tiempo, son un estándar práctico en StrategyQuant para construir estrategias con suficiente granularidad sin depender de datos tick para todas las fases del proceso.

Además, se configura el criterio de timestamp como **“inicio de la vela”** (*Timestamp represents start of bar time*), consistente con proveedores como Dukascopy y plataformas tipo MetaTrader, lo que evita ambigüedades al interpretar el momento exacto de apertura/cierre de cada barra [3].

3.1.3 Zona horaria y horario de negociación

Para alinear los datos con el horario de referencia del mercado estadounidense, la importación se configura con:

- **Zona horaria: (EST+07) New York Trading hours**
- **Horario de verano (DST): activado (Yes)**



The screenshot shows the 'Data settings' panel with the following configuration:

- Data symbol name:** USATECHIDXUSD_darwir
- Bar type:** Timestamp represents start of bar time (MetaTrader, Dukascopy, forex...)
- Timezone:** (EST+07) New York Trading hours, US DST, DST: Yes

Below the settings, the 'Choose instrument' section includes a dropdown menu for 'Instrument' set to 'NDX_darwinex' and an 'Add new instrument' button.

Ilustración 2: Zona horaria

Esto es relevante porque afecta a la correcta colocación temporal de velas, sesiones y eventos (aperturas/cierres), y por tanto a la consistencia de resultados del backtest cuando se aplican filtros por horas, sesiones o restricciones operativas.

3.1.4 Especificación del instrumento y costes operativos (realismo del backtest)

Con el objetivo de que los backtests incorporen fricciones lo más cercanas posible a la operativa real en Darwinex, se parametriza el instrumento **NDX_darwinex** con:

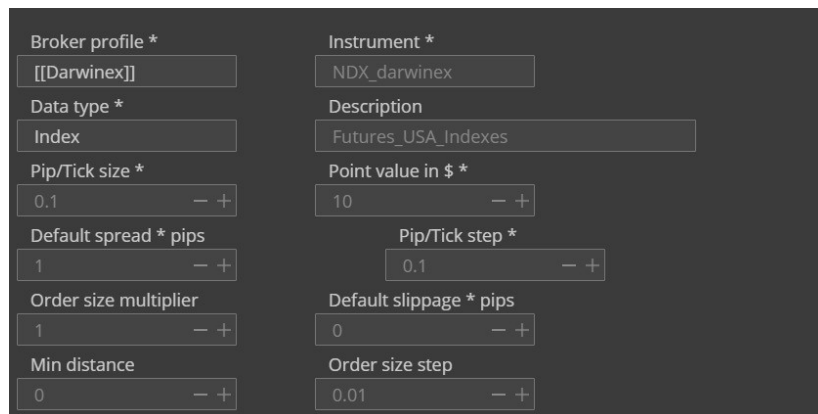
Especificaciones de mercado

- **Tipo:** Index (descripción: *Futures_USA_Indexes*)
- **Pip/Tick size: 0,1**

- **Pip/Tick step: 0,1**
- **Valor del punto: 10 USD por 1,0 punto de índice**
 - Implica que **1 tick (0,1 puntos)** equivale a **1 USD** por contrato ($0,1 \times 10 \text{ USD}$).

Costes y ejecución

- **Spread por defecto: 1 pip** (equivalente a **0,1 puntos** dada la granularidad del tick)
- **Slippage por defecto: 0 pips** (se deja neutro en esta configuración base)
- **Order size multiplier: 1**
- **Order size step: 0,01**
- **Min distance: 0**



The screenshot displays a configuration interface for a trading instrument. It is organized into two columns of settings, each with a label and a corresponding input field or control.

Parameter	Value
Broker profile *	[[Darwinex]]
Instrument *	NDX_darwinex
Data type *	Index
Description	Futures_USA_Indexes
Pip/Tick size *	0.1
Point value in \$ *	10
Default spread * pips	1
Pip/Tick step *	0.1
Order size multiplier	1
Default slippage * pips	0
Min distance	0
Order size step	0.01

Ilustración 3: Datos Ejecucion

Swap (coste de financiación overnight)

- **Swap activo: Sí**
- **Tipo de swap: points**
- **Long: -37,28 puntos/día**
- **Short: +17,66 puntos/día**
- **Triple swap: Thursday**
- **Rollout hour: 00:00**

Incluir el **swap** es especialmente importante en CFDs sobre índices, ya que una parte relevante del rendimiento (sobre todo en estrategias con mayor holding period) puede provenir de —o verse penalizada por— el coste de financiación

overnight. De esta forma, las métricas de rentabilidad/riesgo obtenidas en backtest reflejan mejor el comportamiento esperado en entorno real.

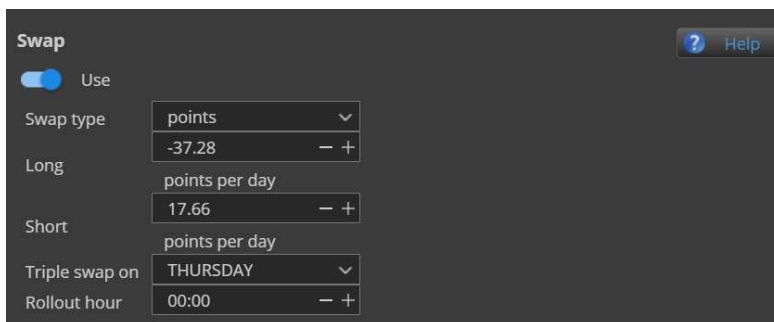


Ilustración 4: Costes swap

3.1.5 Resumen de configuración (para reproducibilidad)

Parámetro	Valor
Instrumento	NDX_darwinex (perfil [[Darwinex]])
Subyacente / símbolo	USATECHIDXUSD (Nasdaq-100 CFD)
Fuente de datos	Dukascopy
Timeframe	M1
Periodo	2014-01-02 a 2025-09-01
Total días	4.260
Total velas	3.564.577
Timezone / DST	(EST+07) New York Trading hours / DST Yes
Tick size / step	0,1 / 0,1
Valor del punto	10 USD
Spread por defecto	1 pip (\approx 0,1 puntos)
Swap long / short	-37,28 / +17,66 puntos por día
Triple swap	Thursday

3.2 Builder: objetivos multi-criterio, constraints y filtros de calidad

En esta fase se configura el **Strategy Builder** de StrategyQuant X, definiendo el tipo de estrategias a generar y las restricciones básicas de construcción (dirección de trading, complejidad de reglas, y rangos de gestión de riesgo). El objetivo de esta configuración inicial es **forzar estrategias operables y comparables** entre sí, evitando soluciones excesivamente complejas y acotando desde el inicio los elementos clave de **risk management** (Stop Loss y Profit Target).

3.2.1 Definición de la estrategia a generar (What to build)

En la pestaña **“What to build”** se selecciona el tipo **“Simple strategy (default)”**, es decir, estrategias que operan sobre **un único símbolo y un único timeframe**, descartando la generación multi-timeframe o multi-activo. Esta decisión simplifica el análisis posterior y reduce el riesgo de introducir dependencias espurias entre marcos temporales o instrumentos distintos.

The screenshot shows the 'What to build' configuration window in StrategyQuant X. It features several tabs: 'What to build', 'Genetic options', 'Data', 'Trading options', 'Building blocks', 'ATM', 'Money management', 'Cross checks (robustness)', 'Ranking', and 'Notes'. Below the tabs is a subtitle: 'Choose what kind of strategy to build, its style, build mode, number of conditions in a strategy and Stop Loss + Profit Target ranges.' A 'Help' button is visible in the top right.

Strategy type

- Simple strategy [default]
Simple strategy running on one symbol and timeframe
- Multi-TF or multi-symbol strategy
Strategy looking at main chart and [2 - +] additional charts. These can be just another timeframes of original chart or totally different symbols/TFs. It trades only on the main chart.
- Strategy from template
Strategy created from the template
- Improve existing strategy
Improve some parts of existing strategy / strategies

Additional build config

Trading directions	⚙	Long only
Strategy style	⚙	SQX Signals
Build mode	⚙	Genetic evolution, 15 generations max / 4 islands / 50 per island, Restart on finish
# of Conditions, Periods	⚙	Conditions to generate: 1-3, Max lookback period: 1, Indicator periods: 5-200
Stop Loss	⚙	Required, Pips based: 40-160 pips, Percent based: 1%-10%
Profit Target	⚙	Required, Pips based: 40-350 pips, Percent based: 1%-10%, Risk-Reward Ratio limit: 100-300%

Ilustración 5: Tipos y configuraciones generales de estrategias

Adicionalmente, se fija la configuración base del proceso de generación:

- **Trading direction:** *Long only*. Las estrategias generadas se restringen a posiciones largas, lo que resulta coherente con la naturaleza del Nasdaq-100 (sesgo estructural de crecimiento) y facilita la interpretabilidad y el control de riesgo en la fase de ejecución.

- **Strategy style: SQX Signals.** Se generan estrategias basadas en señales, donde la lógica de entrada/salida queda explícitamente definida por condiciones e indicadores.
- **Build mode: Genetic evolution,** con un máximo de **15 generaciones**, distribuido en **4 “islas”** de **50 individuos** cada una, con opción de **reinicio al finalizar** (*Restart on finish*). Esta configuración permite explorar un espacio amplio de soluciones manteniendo diversidad genética y evitando la convergencia prematura [4].
- **Complejidad de reglas:** se limita a **1–3 condiciones** por estrategia, con **periodos de indicadores entre 5 y 200**, acotando la complejidad para reducir el sobreajuste y favorecer reglas más simples y robustas [5].
- **Stop Loss:** obligatorio, con rangos de **40–160 pips** (y alternativa **1%–10%**), garantizando que todas las estrategias incorporen un mecanismo explícito de control de pérdidas. (*En el instrumento definido con tick size 0,1, esto equivale aproximadamente a 4–16 puntos de índice*) [6].
- **Profit Target:** obligatorio, con rangos de **40–350 pips** (y alternativa **1%–10%**), y con un límite de **Risk-Reward Ratio entre 100% y 300%** (aprox. 1:1 a 1:3), lo que evita estrategias con targets desproporcionados respecto al stop y homogeneiza la relación riesgo/beneficio en la población generada [6].

3.2.2 Configuración del algoritmo genético (Genetic options)

Una vez definido el marco de construcción (estrategias simples sobre un único activo y timeframe), la creación de reglas de trading se realiza mediante **búsqueda heurística** usando un **algoritmo genético**. En este enfoque, cada estrategia candidata se modela como un “individuo” (conjunto de condiciones de entrada/salida y parámetros), y la población evoluciona iterativamente aplicando operadores de **recombinación (crossover)** y **mutación**. El proceso selecciona las estrategias con mejor desempeño según la función objetivo definida y genera nuevas variantes, permitiendo explorar un espacio de soluciones muy amplio sin necesidad de enumerar explícitamente todas las combinaciones posibles.

La pestaña siguiente (**Genetic options**) controla precisamente la intensidad de esta exploración (diversidad) y de la explotación (mejora incremental), así como los mecanismos para evitar convergencia prematura.

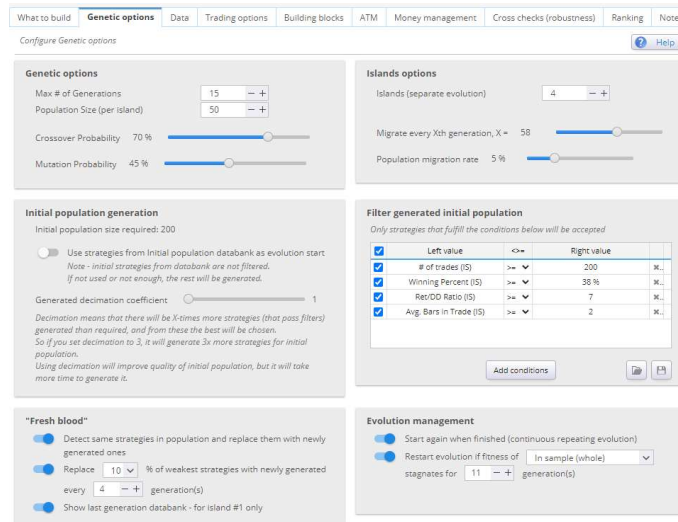


Ilustración 6: Pestaña Opciones Genéticas

3.2.2.1 Opciones Generales

La generación de estrategias se realiza mediante un **algoritmo genético**, donde cada “individuo” representa una estrategia candidata y la población evoluciona iterativamente aplicando operadores de **recombinación (crossover)** y **mutación**. El objetivo de esta configuración es equilibrar **exploración** (diversidad de soluciones) y **explotación** (mejora progresiva de las mejores estrategias), reduciendo el riesgo de convergencia prematura hacia soluciones subóptimas [4].

Parámetros principales de evolución

- **Max # of generations:** 15
- **Population size (per island):** 50
- **Crossover probability:** 70%
- **Mutation probability:** 45%

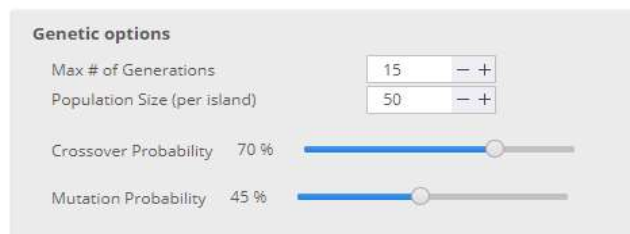


Ilustración 7: Opciones Genéticas

Un **crossover elevado** favorece la combinación de bloques de lógica de estrategias que ya funcionan, mientras que una **mutación relativamente alta** incrementa la exploración del espacio de búsqueda y ayuda a evitar que el proceso se “atasque” demasiado pronto en familias muy similares [7].

3.2.2.2 Islands (evolución separada) y migración

Para mantener diversidad genética se utiliza un enfoque de **islas**:

- **Islands:** 4 (evolución separada)
- **Migration rate:** 5%
- **Migrate every X generations:** 58

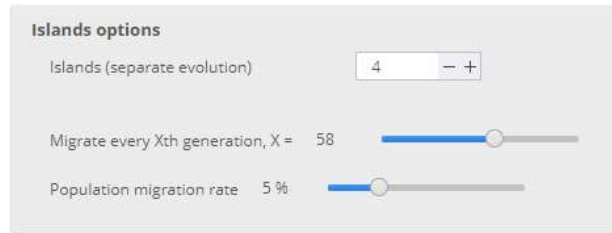


Ilustración 8: Opciones de Isla

Cada isla evoluciona de forma independiente y se permite una migración limitada de individuos. Este mecanismo actúa como control de diversidad, evitando que toda la población converja a un único tipo de estrategia [8].

3.2.2.3 Generación de población inicial y filtros mínimos (IS)

El tamaño inicial requerido es de **200 estrategias** (coherente con 4 islas × 50 individuos). Se emplea un filtro mínimo para aceptar únicamente estrategias con un umbral básico de actividad y calidad **en In-Sample (IS)**:

- **# of trades (IS) ≥ 250**
- **Winning Percent (IS) ≥ 40%**
- **Ret/DD Ratio (IS) ≥ 9**
- **Avg. Bars in Trade (IS) ≥ 2**



Ilustración 9: Filtros generación de población inicial

Estos criterios buscan (i) asegurar **significancia estadística** mínima (número de operaciones), (ii) descartar estrategias con comportamiento demasiado débil o errático en IS (Ret/DD), y (iii) evitar estrategias excesivamente “micro” o con duraciones irrelevantes (Avg. bars) [9].

3.2.2.4 Mecanismos anti-convergencia (“Fresh blood”) y gestión de estancamiento

Para combatir duplicados y mantener presión evolutiva se activa “Fresh blood”:

- Reemplazo de estrategias repetidas por nuevas generaciones.
- Sustitución del **10%** de las estrategias más débiles **cada 4 generaciones** [10].

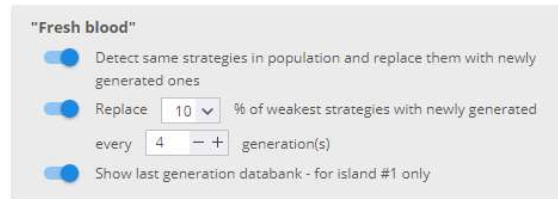


Ilustración 10: Ajustes especiales

Además, la evolución se configura para **reiniciarse automáticamente** y evitar estancamientos:

- **Start again when finished** (evolución continua).
- **Restart evolution if fitness (In sample – whole) stagnates for 11 generations.**

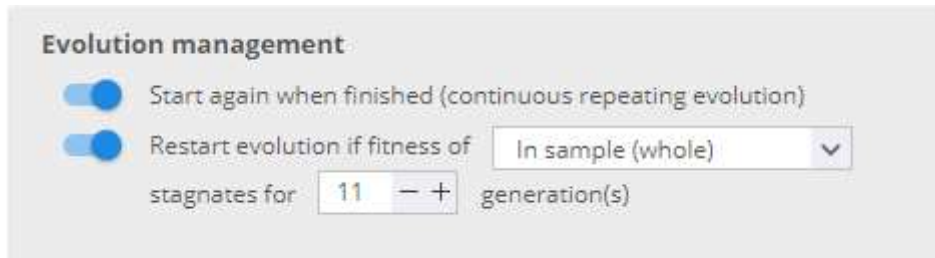


Ilustración 11: Configuración de evolución

Con ello se reduce la probabilidad de que el algoritmo se quede optimizando “variaciones pequeñas” de una misma idea sin generar alternativas nuevas [11] [12].

3.2.3 Configuración de datos y motor de backtest (Data)

En la pestaña **Data** se configura el **motor de simulación**, el **símbolo**, el **timeframe principal de construcción/backtest** y la **segmentación temporal** en periodos **In-Sample (IS)** y **Out-of-Sample (OOS)**. Esta parametrización es clave para asegurar que las estrategias se generan bajo un entorno de ejecución coherente con la plataforma objetivo y que existe una separación explícita entre el periodo utilizado para construir/optimizar y el periodo reservado para evaluar generalización [5].

3.2.3.1 Motor de trading (Trading engine).

Se selecciona **MetaTrader 4 (MT4)** como motor de simulación, alineado con el entorno de ejecución final (estrategias exportables/operables en MT4).

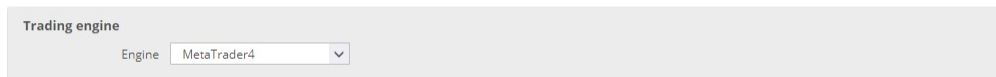


Ilustración 12: Elección de motor de trading

3.2.3.2 Símbolo y timeframe.

El backtest se configura sobre el símbolo **NDX_Datos_Darwinex** y el timeframe **H1**, de modo que la lógica de las estrategias se construye y evalúa en barras de una hora.

Rango temporal total usado en backtest: Se fija un periodo principal desde **01/01/2014** hasta **01/06/2023**.

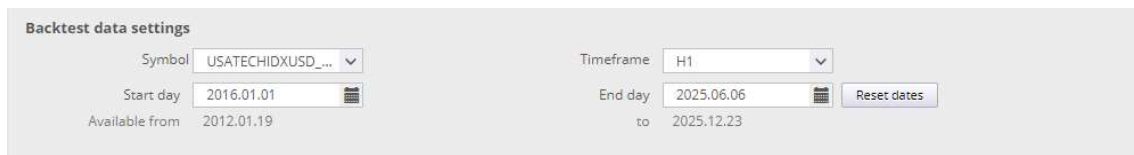


Ilustración 13: Elección de datos a usar en el backtest

3.2.3.3 Parámetros de simulación y costes.

- **Precision:** *Selected timeframe only (faster)*, priorizando velocidad de cómputo en fase de generación.
- **Spread: 1 pip.**
- **Commissions & swap: 5,5 USD por lote completo**, incorporando además el coste/beneficio de **swap** (financiación overnight) con valores diferenciados para posiciones **long** y **short** según la especificación del instrumento.
- **Slippage: 0 pips.**
- **Min. distance: 0 pips.**

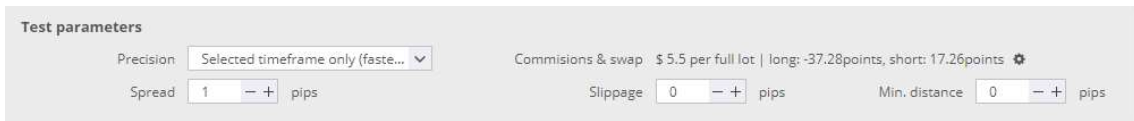


Ilustración 14: Simulador de costes en el backtest

3.2.3.4 Segmentación IS/OOS (Data range parts).

Se define un bloque **OOS1** como **Out-of-sample - Test**, correspondiente al **20% final** del periodo:

- **OOS1: 14/06/2021 – 01/06/2023 (20%)**

En consecuencia, el tramo anterior se utiliza como **In-Sample (IS)** para la generación y ajuste:

- **IS: 01/01/2014 – 14/06/2021 (80%)**

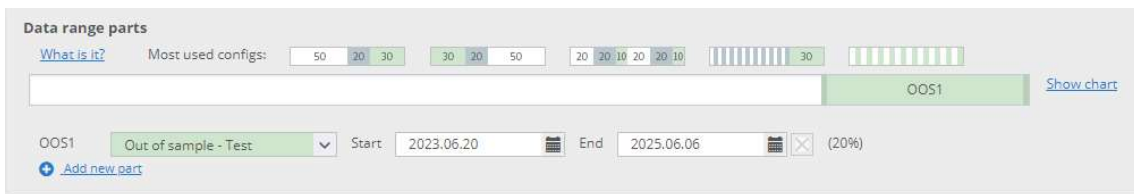


Ilustración 15: Segmentacion de datos en el Backtest

Esta separación permite que la selección posterior de estrategias no dependa únicamente del ajuste en IS, sino que exija un desempeño aceptable en un tramo temporal no utilizado durante la construcción. Además, los 2 últimos años 2024 y 2025 se dejan para otro periodo de OOS para la parte de optimizaciones se verá más adelante [5].

3.2.4 Reglas de operativa y ejecución (Trading options)

En la pestaña **Trading options** se establecen restricciones operativas generales que afectan a **cuándo** puede abrir/cerrar una estrategia, así como ciertos supuestos del motor de ejecución. El objetivo es evitar comportamientos no deseados (por ejemplo, cierres forzados por horario) y aumentar el realismo del backtest cuando existen discontinuidades en el precio.

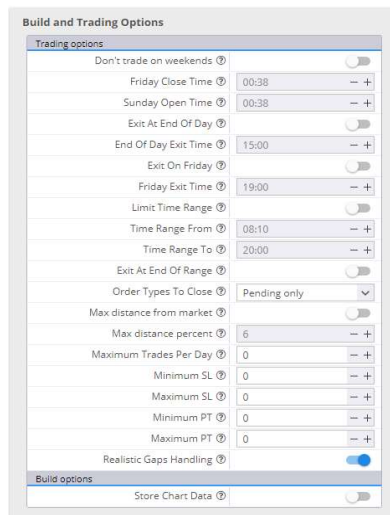


Ilustración 16: Opciones de trading

3.2.4.1 Restricciones temporales y cierres automáticos.

En esta configuración no se activan cierres forzados por fin de día o fin de semana (opciones como *Exit at End of Day*, *Exit on Friday* o *Don't trade on weekends* permanecen desactivadas). Tampoco se activa la limitación por franja horaria (*Limit Time Range* desactivado). Con ello, la estrategia queda libre para operar durante las ventanas temporales definidas por la propia lógica del sistema y por el horario del mercado del instrumento, evitando introducir reglas externas que puedan sesgar el comportamiento [13].

3.2.4.2 Control de operativa adicional.

No se fija un límite explícito de operaciones diarias (*Maximum Trades Per Day* = 0, sin límite) ni restricciones adicionales sobre distancias máximas al mercado o rangos mínimos/máximos de SL/PT en esta pestaña (se mantienen a cero, delegando esa acotación al apartado de construcción y gestión de trade) [13].

3.2.4.3 Tratamiento realista de gaps.

Se activa **Realistic Gaps Handling**, lo que fuerza al motor de backtest a tratar discontinuidades de precio de forma más realista (por ejemplo, en huecos entre sesiones), evitando ejecuciones ideales que no serían posibles si el precio “salta” directamente por encima/por debajo de niveles de stop o target [3].

3.2.5 Bloques de construcción de estrategias (Building blocks)

En la pestaña **Building blocks** se define el **conjunto de piezas** que el generador puede combinar para crear la lógica de las estrategias: (i) condiciones de entrada basadas en señales/indicadores y (ii) mecanismos de entrada y salida (tipos de orden y reglas de gestión de la posición).

3.2.5.1 Señales predefinidas (Signals – Predefined conditions)

En la sección **Signals (Predefined conditions)** se define el conjunto de **condiciones predefinidas** que el algoritmo genético puede emplear para construir las reglas de trading. Estas señales son “bloques lógicos” ya implementados por StrategyQuant X que combinan uno o varios indicadores con comparaciones típicas (cruces de niveles, cambios de dirección, pendiente creciente/decreciente, etc.). Su uso permite generar estrategias a partir de patrones estándar del análisis técnico sin necesidad de construir cada condición desde cero [14].

En esta configuración se seleccionan **78 bloques de señales**, lo que proporciona variedad suficiente para explorar estrategias de distinta naturaleza (tendencia, momentum, volatilidad, etc.) manteniendo un marco controlado y reproducible. La **Figura X** muestra únicamente el inicio del listado (ordenado alfabéticamente), donde aparecen señales asociadas a indicadores como **ADX** y **ATR**, que sirven como ejemplo del tipo de condiciones habilitadas [15].

A modo ilustrativo, dentro de ADX se permiten señales del estilo:

- **cambio de dirección** (*ADX changes direction upwards/downwards*),
- **cruces de nivel** (*ADX crosses above level*), y
- **pendiente/fortalecimiento** (*ADX is rising*),

mientras que en ATR se incluyen condiciones relacionadas con **cambios en el régimen de volatilidad** (*ATR changes direction upwards/downwards*).

Use	Weight	Parameters
<input type="checkbox"/> All	1	Reset to default
<input type="checkbox"/> ADX	1	Reset to default
<input checked="" type="checkbox"/> ADX changes direction downwards	1	Default
<input checked="" type="checkbox"/> ADX changes direction upwards	1	Default
<input checked="" type="checkbox"/> ADX crosses above Level	1	Custom
<input type="checkbox"/> ADX crosses below Level	1	Custom
<input type="checkbox"/> ADX is falling	1	Default
<input type="checkbox"/> ADX is higher than Level	1	Custom
<input type="checkbox"/> ADX is lower than Level	1	Custom
<input checked="" type="checkbox"/> ADX is rising	1	Default
<input type="checkbox"/> Aroon	1	
<input type="checkbox"/> Aroon Down falls from top	1	Default
<input type="checkbox"/> Aroon Down rises from bottom	1	Default
<input type="checkbox"/> Aroon Up crosses above Aroon Down	1	Default
<input type="checkbox"/> Aroon Up crosses below Aroon Down	1	Default
<input type="checkbox"/> Aroon Up falls from top	1	Default
<input type="checkbox"/> Aroon Up rises from bottom	1	Default
<input type="checkbox"/> ATR	1	Reset to default
<input checked="" type="checkbox"/> ATR changes direction downwards	1	Default
<input checked="" type="checkbox"/> ATR changes direction upwards	1	Default

Ilustración 17: Señales builder

Para garantizar trazabilidad y reproducibilidad, el conjunto completo de señales habilitadas (los 78 bloques) puede documentarse en un **anexo** mediante exportación de la configuración del builder [15].

3.2.5.2 Indicadores base (Indicators)

En la sección **Indicators** se selecciona el conjunto de **indicadores elementales** que el builder puede utilizar para construir condiciones de forma combinatoria. A diferencia de *Signals* (condiciones ya “empaquetadas”), aquí StrategyQuant X genera reglas creando expresiones del tipo:

- *Indicador (periodo) [operador] valor/nivel, o*
- *Indicador A [operador] Indicador B,*

lo que amplía el espacio de búsqueda con combinaciones nuevas que no necesariamente aparecen en el catálogo de señales predefinidas. Esta flexibilidad incrementa la capacidad de exploración del algoritmo genético, aunque también puede generar combinaciones sin significado económico si no se controla el conjunto de indicadores disponibles [5].

En esta configuración se habilitan **30 bloques de indicadores**, incluyendo tanto indicadores de **tendencia/direccionalidad** (p. ej., **ADX, Aroon**) como indicadores de **volatilidad y bandas** (p. ej., **ATR, Bollinger Bands**) y osciladores/momentum (p. ej., **Awesome Oscillator**). La **Ilustración 18** muestra únicamente el inicio del listado (orden alfabético), donde se observan ejemplos representativos de los indicadores activados y sus parámetros asociados [15].

Use	Weight	Parameters
<input type="checkbox"/> All	1	Reset to default
<input type="checkbox"/> Bar And Time	1	
<input type="checkbox"/> Bar Day Of Month	1	Default
<input type="checkbox"/> Bar Day Of Week	1	Default
<input type="checkbox"/> Bar Hour	1	Default
<input type="checkbox"/> Bar Minute	1	Default
<input type="checkbox"/> Bar Month	1	Default
<input type="checkbox"/> Current Day Of Week	1	Default
<input type="checkbox"/> Current Hour	1	Default
<input type="checkbox"/> Current Minute	1	Default
<input type="checkbox"/> Current Month	1	Default
<input type="checkbox"/> Indicators	1	Reset to default
<input checked="" type="checkbox"/> (ADX) Average Directional Movement Index	1	Default
<input type="checkbox"/> (ARO) Aroon	1	Default
<input checked="" type="checkbox"/> (ATR) Average True Range	1	Default
<input type="checkbox"/> (AV) Average Volume	1	Default
<input checked="" type="checkbox"/> (AWO) Awesome Oscillator	1	Default
<input checked="" type="checkbox"/> (BB) Bollinger Bands	1	Custom
<input type="checkbox"/> (BP) Bears Power	1	Default
<input type="checkbox"/> (BUP) Bulls Power	1	Default

Ilustración 18: Indicadores

En general, los indicadores se mantienen con parámetros **por defecto** para limitar la dimensionalidad del problema y evitar aumentar excesivamente los

grados de libertad. No obstante, algunos bloques pueden utilizar parámetros **custom** (por ejemplo, en el caso de **Bollinger Bands**), cuando se desea ajustar rangos específicos coherentes con el timeframe utilizado.

Finalmente, al igual que con *Signals*, el listado completo de los **30 indicadores habilitados** puede documentarse en un anexo mediante exportación de la configuración del builder, garantizando reproducibilidad.

3.2.5.3 Bloques de entrada Stop/Limit (Stop/Limit entry blocks)

En **Stop/Limit entry blocks** se define cómo el generador calcula el **precio exacto de activación** cuando la estrategia utiliza **órdenes pendientes** (STOP o LIMIT). En StrategyQuant X, el nivel de entrada no se fija únicamente con un número absoluto, sino que se construye mediante una fórmula genérica del tipo:

Precio de entrada = Nivel de precio ± (Multiplicador × Rango de precio)

donde el “nivel de precio” puede ser un valor directo (por ejemplo, *Close*, *High*, *Low*, *Open*) o un valor derivado (por ejemplo, una banda de Bollinger, una media móvil, un canal, etc.). Esto permite que el algoritmo genético genere entradas con lógica de **breakout** (por encima/por debajo de un umbral) o de **pullback** (entradas a límite en zonas “baratas/caras”) de forma sistemática [15].

En esta configuración se habilitan **16 bloques**, restringiendo el conjunto de niveles de referencia que el builder puede utilizar para fijar el precio de entrada. La **Ilustración 19** muestra parte del listado, donde se observan, entre otros, los siguientes niveles activados:

- **Niveles OHLC intradiarios:** *Close (C)*, *High (H)* y *Low (L)*.
- **Niveles diarios:** *Daily Open (DO)*, *Daily High (DH)*, *Daily Low (DL)* y *Daily Close (DC)*.
- **Indicadores como nivel de entrada:** *EMA* (media móvil exponencial).
- **Niveles tipo canal/banda:** *Bollinger Bands (BB)* y *Keltner Channel (KC)* (algunos con parámetros **custom**).
- **Niveles discretos/geométricos:** *Fibo (FIB)* (parametrización **custom**).

Stop/Limit entry blocks 16 blocks selected

These blocks are used in Stop/Limit prices when opening Stop or Limit orders.
The formula of Stop/Limit price is: Price level +/- Multiplier * Price Range. For example: Open[1] + 1.5 * ATR(20)

Use	Weight	Parameters
<input type="checkbox"/> All	1	Reset to default
<input type="checkbox"/> Stop/Limit Price Levels	1	Reset to default
<input type="checkbox"/> (ASK) Ask	1	Default
<input checked="" type="checkbox"/> (BB) Bollinger Bands	1	Custom
<input type="checkbox"/> (BID) Bid	1	Default
<input checked="" type="checkbox"/> (C) Close	1	Default
<input checked="" type="checkbox"/> (DC) Daily Close	1	Default
<input checked="" type="checkbox"/> (DH) Daily High	1	Default
<input checked="" type="checkbox"/> (DL) Daily Low	1	Default
<input checked="" type="checkbox"/> (DO) Daily Open	1	Default
<input checked="" type="checkbox"/> (EMA) Exponential Moving Average	1	Default
<input checked="" type="checkbox"/> (FIB) Fibo	1	Custom
<input type="checkbox"/> (GHL) GannHilo	1	Default
<input checked="" type="checkbox"/> (H) High	1	Default
<input type="checkbox"/> (HA C) Heiken Ashi Close	1	Default
<input type="checkbox"/> (HA H) Heiken Ashi High	1	Default
<input type="checkbox"/> (HA L) Heiken Ashi Low	1	Default
<input type="checkbox"/> (HA O) Heiken Ashi Open	1	Default
<input type="checkbox"/> (HMA) Hull Moving Average	1	Default
<input type="checkbox"/> (KAMA) Kaufman's Adaptive Moving Average	1	Default
<input type="checkbox"/> (KC) Keltner Channel	1	Custom
<input checked="" type="checkbox"/> (L) Low	1	Default

Ilustración 19: Stop/limite bloques de entrada

En cambio, otros niveles disponibles (como **Bid/Ask** o variantes de **Heiken Ashi**) se mantienen desactivados, evitando depender de transformaciones de precio o referencias menos relevantes para el enfoque del builder.

Razonamiento metodológico [5].

Acotar estos bloques tiene tres ventajas principales:

1. Reduce el riesgo de generar reglas excesivamente “artificiales” con niveles poco interpretables, y
2. Ahorro de tiempo ya que no se buscan estrategias fuera de este rango donde no tiene sentido buscar dichas reglas.
3. Mantiene coherencia con el diseño de la estrategia, al permitir entradas basadas en referencias ampliamente utilizadas (OHLC, niveles diarios, medias y canales), lo que facilita la interpretación posterior y la evaluación de robustez.

3.2.5.4 Tipos de orden de entrada (Order types)

Se permiten **órdenes pendientes** de entrada, concretamente

- **STOP (Enter at stop)** y
- **LIMIT (Enter at limit),**

mientras que se desactivan las entradas **a mercado** (*Enter at market* y *Enter/reverse at market*). Con ello, las estrategias solo pueden abrir posiciones cuando el precio alcanza un **nivel predefinido**, lo que (i) evita ejecuciones inmediatas a precio de mercado en el instante de la señal y (ii) permite modelar tanto enfoques de **breakout/continuación** (órdenes stop) como de

pullback/reversión (órdenes limit), manteniendo a la vez una ejecución más controlada en backtest [15].

Use	Weight	Parameters
<input type="checkbox"/> All	1	Reset to default
<input type="checkbox"/> (MKT) Enter at market	1	Custom
<input type="checkbox"/> (MKT) Enter/reverse at market	1	Custom
<input checked="" type="checkbox"/> (STOP) Enter at stop	1	Custom
<input checked="" type="checkbox"/> (LMT) Enter at limit	1	Custom

Ilustración 20: Tipos de ordenes

3.2.5.5 Tipos de salida y gestión de la operación (Exit types)

Se permite un conjunto acotado de salidas, destacando que:

- **Stop Loss** y **Profit Target** están **activados y marcados como obligatorios (Required)**, garantizando que toda estrategia incorpore control explícito de pérdida y toma de beneficios.
- Se habilitan reglas adicionales de gestión:
 - **Exit After Bars** (salida temporal),
 - **Move SL to BE** (break-even),
 - **Trailing Stop** y **Trailing Activation** (seguimiento dinámico del stop).
- El resto de los mecanismos no se fuerza en esta fase (p. ej., ExitRule se deja sin requerir), para no introducir complejidad innecesaria [6].

Use	Required	Parameters
<input type="checkbox"/> All	<input type="checkbox"/>	Reset to default
<input checked="" type="checkbox"/> Exit After Bars	<input type="checkbox"/>	Custom
<input checked="" type="checkbox"/> Move SL 2 BE	<input type="checkbox"/>	Custom
<input type="checkbox"/> SL 2 BE Add Pips	<input type="checkbox"/>	Custom
<input checked="" type="checkbox"/> Profit Target	<input checked="" type="checkbox"/>	Default
<input checked="" type="checkbox"/> Stop Loss	<input checked="" type="checkbox"/>	Default
<input checked="" type="checkbox"/> Trailing Stop	<input type="checkbox"/>	Custom
<input checked="" type="checkbox"/> Trailing Activation	<input type="checkbox"/>	Custom
<input type="checkbox"/> ExitRule	<input type="checkbox"/>	Default

Ilustración 21: Ordenes de salida

Con esta configuración, el builder queda limitado a estrategias con **entradas por stop** y **gestión del riesgo estructural (SL/PT obligatorios)**, permitiendo a la vez mejoras realistas de ejecución (break-even y trailing) sin abrir el abanico a combinaciones excesivas de reglas [15].

3.2.6 Gestión avanzada de la operación (ATM – Advanced Trade Management)

En la pestaña **ATM** no se habilita la funcionalidad **Advanced Trade Management** (*Enable ATM* desactivado). Por tanto, **no se utilizan salidas múltiples (scale-out)** ni reglas ATM específicas definidas fuera de la lógica principal de la estrategia. Esta decisión se toma para mantener la comparabilidad entre estrategias y evitar que la gestión avanzada sustituya mecanismos ya controlados en el builder (por ejemplo, **Profit Target**, **Move SL to BE**, **Trailing Stop** o **Exit After Bars**), que permanecen activos según la configuración de *Exit types*.

Advanced Trade Management - Scale out (multiple exits)

Enable ATM

Note - using ATM on strategy will disable all other profit exits: Profit target, MoveSL2BE, TrailingStop, ExitAfterBars.
ATM Exits defined below will be used instead

ATM config source

Use ATM defined below (overwrites ATM saved in strategy, if any)

Use ATM from strategy (if any)

Generate ATM using config below (Ultimate version only) [How it works](#)

ATM size constraints

Size decimals -- +

Minimum size -- +

ATM configuration

[Add new exit](#)

Click to create your first exit

Ilustración 22: Gestión avanzada de las operaciones

Con ello, las estrategias generadas quedan definidas únicamente por sus reglas de entrada/salida estándar y por los parámetros de gestión del riesgo configurados en el builder, simplificando la interpretación y el análisis de robustez posterior.

3.2.7 Gestión monetaria y tamaño de posición (Money management)

En la pestaña **Money management** se define el **capital inicial** para las simulaciones y el método de **position sizing** que utilizarán las estrategias durante el backtest. El objetivo en esta fase es **homogeneizar** el tamaño de las operaciones para que el proceso de generación y filtrado compare estrategias principalmente por su lógica (señales y salidas), evitando que diferencias en apalancamiento o sizing distorsionen las métricas [6].

The screenshot shows a software interface for configuring money management. At the top, there are tabs: 'What to build', 'Genetic options', 'Data', 'Trading options', 'Building blocks', 'ATM', 'Money management' (selected), 'Cross checks (robustness)', 'Ranking', and 'Notes'. Below the tabs, it says 'Configure initial capital and desired position sizing method.' and has a 'Help' button. The 'Choose initial capital' section has a text input for 'Initial capital' with the value '10000' and minus/plus buttons. The 'Choose Money Management method' section has several radio button options: 'Fixed size' (selected), 'Risk fixed % balance', 'Risk fixed % of account', 'Fixed amount', 'Crypto size by price', 'Stocks size by price', and 'Simple Martingale MM'. A 'Default' window is open, showing 'Order size' with the value '0.3' and minus/plus buttons. To the right of this window, it says 'No money management. Strategy will trade with fixed number of lots.'

Ilustración 23: Gestion Monetaria

Capital inicial.

Se establece un capital inicial de **10.000** unidades monetarias.

Método de gestión monetaria.

Se selecciona el enfoque de **tamaño fijo (Fixed size)**, de modo que las estrategias operan con un número constante de lotes en cada operación. En concreto, se fija:

- **Order size: 0,3 lotes**

Este criterio evita introducir componentes de riesgo dinámico (porcentaje sobre balance/equity, martingala, etc.) durante la fase de generación, lo que facilita la comparabilidad y reduce grados de libertad adicionales que podrían contribuir al sobreajuste. La evaluación de técnicas de sizing más avanzadas puede abordarse en fases posteriores una vez seleccionadas estrategias robustas a nivel de señal.

3.2.8 Comprobaciones adicionales (Cross checks)

La pestaña **Cross checks (robustness)** en el Builder permite definir una secuencia de **retests automáticos** que se aplican a las estrategias una vez superan los filtros básicos de generación. En este trabajo, esta pestaña se utiliza principalmente como **configuración de referencia**, ya que la validación en profundidad se realizará en el módulo **Retester**, donde se aplicarán estas comprobaciones de forma más extensa y sistemática.

Por este motivo, no se activan en el Builder los diferentes módulos de robustez, reservándolos para la fase posterior en Retester. En cambio, si se configura y utiliza **Higher backtest precision**, ya que es un control esencial para garantizar que las estrategias que pasan el filtro principal no dependen de simplificaciones del backtest rápido, es decir, que el backtest no difiera en velas de 1 minuto en vez de solo en velas de 1 hora y siga pasando los filtros necesarios para ser una estrategia rentable [16].

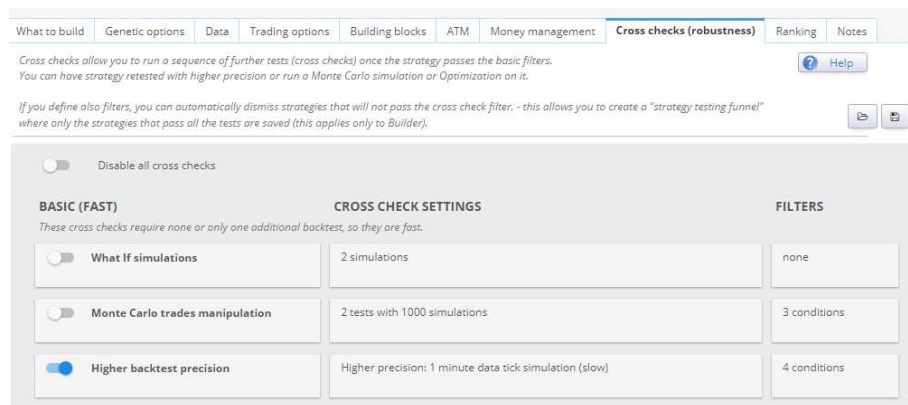


Ilustración 24: Test de Robustez

3.2.8.1 Higher backtest precision (retest intrabar)

Durante la generación se emplea un backtest rápido (**Selected timeframe only**) sobre **H1** para acelerar la exploración del espacio de estrategias. Como contraste, el cross check **Higher backtest precision** recalcula cada estrategia con una simulación intrabar basada en datos de **1 minuto** (*1 minute data tick simulation*), reduciendo el sesgo por ejecución idealizada dentro de velas de 1 hora (especialmente relevante con órdenes pendientes y salidas SL/PT/trailing).

Configuración:

- **Timeframe:** H1
- **Main test precision:** Selected timeframe only (fastest)
- **Cross check precision:** 1 minute data tick simulation (slow)
- **Spread:** 1 pip

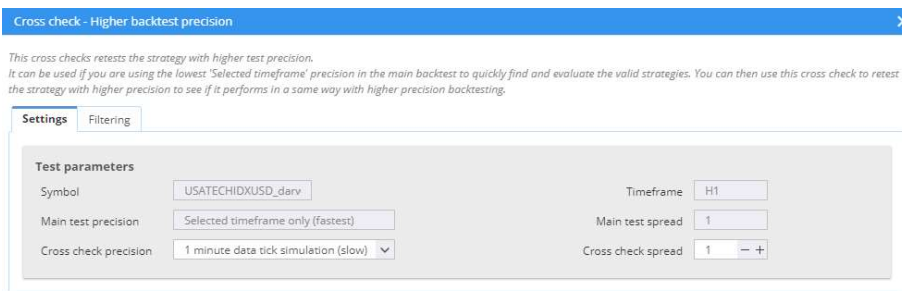


Ilustración 25: Configuración backtest mayor precisión

Filtros mínimos aplicados en el retest

Tras el recalcular con mayor precisión se aplican condiciones mínimas para descartar estrategias cuya calidad se degrade de forma relevante:

- **Nº of trades (IS) ≥ 200**
- **Avg. bars in trade (IS) ≥ 2**
- **Ret/DD Ratio (IS) ≥ 6**
- **Net profit (OOS) ≥ 10% del Net profit (IS)**

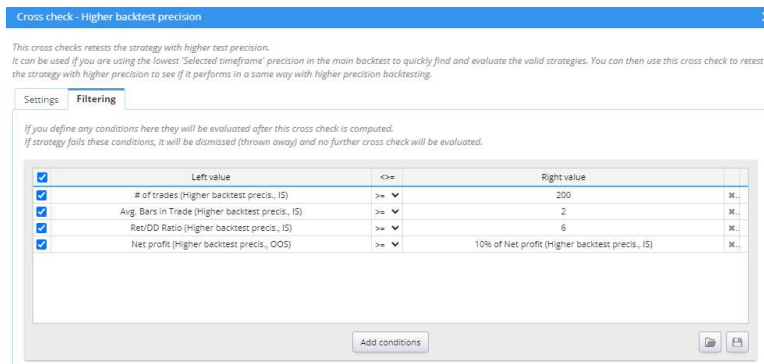


Ilustración 26: Filtros backtest mayor precisión

Estas restricciones funcionan como un **primer control de consistencia** antes de pasar al módulo Retester, donde se amplía la batería de pruebas de robustez y se evalúa la estabilidad del rendimiento con metodologías más exigentes.

3.2.9 Criterios de clasificación y almacenamiento (Ranking)

La pestaña **Ranking** define cómo se calcula la **calidad (fitness)** de cada estrategia durante la generación y en qué condiciones se **almacenan** en la base de resultados. En la práctica, esta pestaña implementa el último tramo del “embudo” del Builder: limita el número de estrategias guardadas, evita duplicados y aplica filtros cuantitativos mínimos para asegurar que solo se conserva un conjunto de candidatos con calidad suficiente para fases posteriores (Retester).

3.2.9.1 Límite de estrategias y criterio de parada

Se fija un máximo de **1000 estrategias** almacenadas en la *databank*:

- **Maximum strategies to store in databank:** 1000
- **Stop generation when:** *Databank is full (reached maximum capacity)*

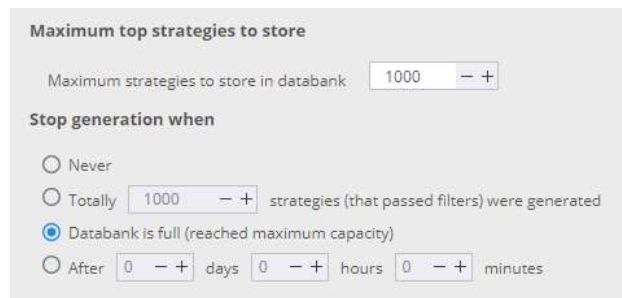


Ilustración 27; Limite de estrategias

Es decir, el proceso de generación continúa hasta completar la capacidad definida, manteniendo únicamente las estrategias mejor clasificadas según el criterio de ranking.

3.2.9.2 Filtros automáticos y eliminación de duplicados

Se mantienen activos los **filtros automáticos** y se habilita explícitamente la opción:

- **Dismiss similar strategies in databank**

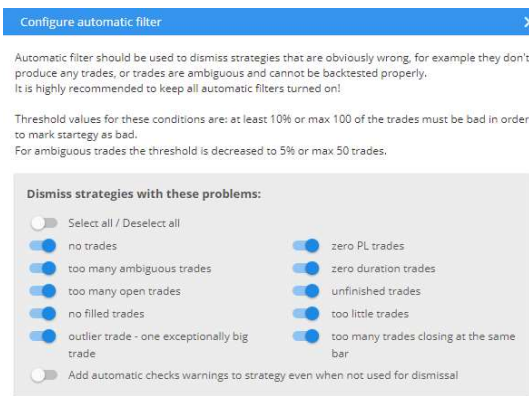


Ilustración 28; Filtros automaticos

Con ello se reduce la redundancia, evitando almacenar múltiples variantes casi idénticas de una misma idea (misma lógica con pequeñas variaciones paramétricas), y aumentando la diversidad real de candidatos [17].

3.2.9.3 Filtros personalizados de almacenamiento (Custom filters)

Además del ranking, se aplican filtros mínimos para que una estrategia sea guardada en la base de resultados:

- **Avg. Bars in Trade (Portfolio, IS) ≥ 2**
- **Winning Percent (Portfolio, IS) ≥ 40%**
- **Nº Trades (IS) ≥ 250**
- **Ret/DD Ratio (IS) ≥ 11**
- **Net Profit (OOS) ≥ 10% Net Profit (IS)**

Custom filters				
<input checked="" type="checkbox"/>	Left value	<=>	Right value	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	Avg. Bars in Trade (Portfolio, IS)	>=	2	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	Winning Percent (Portfolio, IS)	>=	40 %	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	# of trades (IS)	>=	250	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	Ret/DD Ratio (IS)	>=	11	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	Net profit (OOS)	>=	10% of Net profit (IS)	<input checked="" type="checkbox"/>

Ilustración 29: Filtros ranking

Estos umbrales persiguen:

- evitar estrategias con operativa demasiado “micro” (duraciones extremadamente bajas),
- asegurar una tasa de acierto mínima,
- garantizar frecuencia suficiente para evaluar comportamiento y significancia, y
- exigir un perfil riesgo/retorno robusto ya desde IS.

3.2.9.4 Métrica de fitness (Strategy Quality ranking)

El ranking se calcula a partir del **backtest principal** (*Main data backtest*) y se ordenan las estrategias que han pasado los filtros a través del:

- **Return / Drawdown ratio**



Ilustración 30; Ranking estrategias ya filtradas

Este criterio prioriza estrategias con un balance favorable entre rentabilidad y riesgo, evitando que el algoritmo genético optimice exclusivamente el beneficio absoluto a costa de incurrir en drawdowns excesivos [17] [5].

3.2.9.5 Opciones no utilizadas

- **Custom analysis:** no se utiliza (*None*).



Ilustración 31; Analisis customizado

- **Fit to existing portfolio filter:** desactivado (no se filtra por correlación con una cartera existente en esta fase).



Ilustración 32; Ajustar a portfolio de estrategias existente

3.2.10 Ejecución del Builder y estadísticas de filtrado

Una vez definida la configuración del Builder, se ejecutó el proceso de generación genética sobre el universo y parámetros establecidos. En el momento de captura de resultados, el Builder había generado **33.648.695** estrategias candidatas, con un tiempo medio de **6 ms por estrategia**, lo que equivale a una velocidad aproximada de **543.079 estrategias/hora** y un tiempo de ejecución acumulado de **2 días y 13 horas**.

Clear log		Clear log on start <input type="checkbox"/>	Memory cleanup
Strategies generated:	33,648,695	No strategies generated?	
Time per strategy [Detailed]:	6 ms.	Time per accepted strategy:	3 min. 47 s.
Rejected [Detailed]	33,647,716 / 99.99 %	Accepted: [Detailed]:	979 / 0.01 %
Strategies per hour:	543,079	Accepted strategies per hour:	15.80
Running time so far:	2 days 13 hrs.	In databank:	463

Ilustración 33: Log de ejecución StrategyQuant X Builder

Del total generado, se descartaron **33.647.716** estrategias (**≈99,997%**) y se aceptaron **979** (**≈0,003%**). La tasa de aceptación observada fue de **15,8 estrategias aceptadas por hora**, con un tiempo medio de **3 min 47 s por estrategia aceptada** (debido a que las aceptadas requieren comprobaciones más costosas que las estrategias descartadas de forma inmediata). Finalmente, el número de estrategias almacenadas en la base de resultados (*databank*) fue de **463**.

3.2.10.1 Principales motivos de descarte

El análisis de *Strategy dismissal stats* muestra que la mayor parte de descartes proviene de filtros automáticos que eliminan estrategias degeneradas (sin operativa real o con comportamiento no interpretable en backtest). En particular, los motivos más frecuentes fueron:

- **Too many trades closing at the same bar:** 11.355.443 (**33,75%**)
- **No trades:** 10.357.825 (**30,78%**)
- **Too little trades:** 7.098.778 (**21,10%**)

Adicionalmente, una parte relevante se descartó durante la construcción de la población inicial por no cumplir umbrales mínimos de calidad en **IS**, destacando:

- **# of trades (Main data, IS) ≥ 250:** 2.571.105 (**7,64%**)
- **Ret/DD Ratio (Main data, IS) ≥ 9:** 1.493.718 (**4,44%**)
- **Winning Percent (Main data, IS) ≥ 40:** 528.935 (**1,57%**)

Reason to dismiss	Count	% of all
Automatic filter: too many trades closing at the same bar	11355443	33.75 %
Automatic filter: no trades	10357825	30.78 %
Automatic filter: too little trades	7098778	21.1 %
Initial population filter: # of trades[Main data, IS] >= 250.00	2571105	7.64 %
Initial population filter: Ret/DD Ratio[Main data, IS] >= 9.00	1493718	4.44 %
Initial population filter: Winning Percent[Main data, IS] >= 40.00	528935	1.57 %
Automatic filter: too many ambiguous trades	168031	0.5 %
Global filter: Ret/DD Ratio[Portfolio, IS] >= 11.00	31830	0.09 %
Automatic filter: outlier trade - one exceptionally big trade	15543	0.05 %
initial population	12778	0.04 %
Initial population filter: Avg. Bars in Trade[Main data, IS] >= 2.00	8456	0.03 %
Global filter: Net profit[Portfolio, OOS] >= 10% of Net profit in %[Main data, IS]	2839	0.01 %
Global filter: # of trades[Main data, IS] >= 250.00	2017	0.01 %
Global filter: Avg. Bars in Trade[Portfolio, IS] >= 2.00	268	0.0 %
Global filter: Winning Percent[Portfolio, IS] >= 40.00	110	0.0 %
backtest exception	40	0.0 %

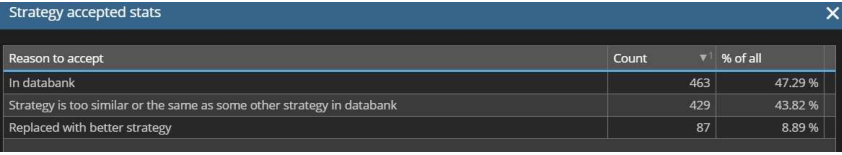
Ilustración 34: Filtros de descarte

Por último, un subconjunto reducido de estrategias se eliminó por filtros globales más exigentes (por ejemplo, **Ret/DD Ratio (Portfolio, IS) ≥ 11** o el requisito de comportamiento mínimo en **OOS**), así como por casos puntuales de ambigüedad u outliers.

3.2.10.2 Estrategias aceptadas y control de duplicados

De las **979** estrategias aceptadas por los filtros, el sistema aplicó mecanismos de control de redundancia y reemplazo, de forma que:

- **463 (47,29%)** quedaron **almacenadas en databank**,
- **429 (43,82%)** fueron marcadas como **demasiado similares** a estrategias ya almacenadas,
- **87 (8,89%)** fueron **reemplazadas por una estrategia mejor**.



Reason to accept	Count	% of all
In databank	463	47.29 %
Strategy is too similar or the same as some other strategy in databank	429	43.82 %
Replaced with better strategy	87	8.89 %

Ilustración 35: Control de duplicados

Esto confirma que el proceso no solo filtra por desempeño, sino que también reduce la acumulación de variantes casi idénticas, aumentando la diversidad del conjunto final de candidatos que pasarán al módulo Retester.

3.3 Retester: validación y filtrado por robustez

Una vez generada la población inicial de estrategias con el Builder, se emplea el módulo **Retester** para realizar una **validación más exigente y sistemática**. Con el fin de asegurar consistencia entre fases, se mantiene la **misma configuración base** utilizada en el Builder en cuanto a instrumento, timeframe, costes de simulación, motor de ejecución y parámetros generales de backtest.



Ilustración 36; Pestañas Retester

La diferencia fundamental del Retester es que permite aplicar una batería de pruebas adicionales de forma secuencial, eliminando estrategias que no mantengan su desempeño bajo condiciones alternativas o más realistas. En este trabajo, el núcleo metodológico del Retester se concentra en la pestaña **Cross checks (robustness)**, que actúa como un **filtro de robustez**: únicamente las estrategias que superan todas las comprobaciones se conservan para las etapas posteriores [18].

3.3.1 Cross checks/Robustez (robustness) en Retester: batería de pruebas de robustez

En el módulo **Retester**, la pestaña **Cross checks (robustness)** se utiliza como núcleo del proceso de validación, configurando una secuencia de pruebas que evalúan si el rendimiento de una estrategia es **estable** bajo condiciones alternativas (mayor realismo de ejecución, perturbaciones tipo Monte Carlo y sensibilidad a parámetros) [18].

La evaluación se plantea como un **embudo secuencial**: por defecto, si una estrategia **no supera** los criterios definidos en un cross check, se **descarta** y no se ejecutan comprobaciones posteriores. Este enfoque reduce el coste computacional y prioriza conservar únicamente estrategias con comportamiento consistente.

En este trabajo se activan **tres** cross checks, agrupados por intensidad computacional (rápidos, lentos y extensivos).

3.3.2 Monte Carlo retest methods (Lento)

En el Retester se utiliza el cross check **Monte Carlo retest methods** como prueba principal de robustez estadística. Este test ejecuta **múltiples simulaciones** de la estrategia introduciendo perturbaciones controladas sobre (i) los **datos históricos**, (ii) los **costes de ejecución** y (iii) los **parámetros** de la propia estrategia. El objetivo es verificar que el desempeño no depende de condiciones “demasiado exactas” del histórico ni de una configuración paramétrica muy estrecha, reduciendo el riesgo de sobreajuste [19].

3.3.2.1 Configuración del test (Settings)

- **Número de simulaciones: 1000**
- **Use Full sample:** desactivado (se mantiene la partición temporal definida en el backtest principal)
- **Precisión del backtest:** se usa barras de 1 minuto para dar más validez y precisión a los resultados, aunque gaste mas recursos computacionales.
- **Métodos activados (3 tests):**
 1. **Randomize OHLC history data:** aleatoriza el histórico OHLC introduciendo ruido acotado (máximo cambio ligado a **ATR(14)** y probabilidades de movimiento).
 2. **Randomize spread from 1 to 3:** estresa la estrategia variando el spread dentro del rango **[1, 3]**, capturando incertidumbre realista en costes.
 3. **Customizable Randomize strategy parameters:** perturba los parámetros de la estrategia (con probabilidad configurada al **100%**), evaluando **robustez paramétrica**.
 - **Probability up = 10, Max up change = 10**
 - **Probability down = 10, Max down change = 10** y se mantiene **Keep connected** activado, de forma que las perturbaciones preserven cierta continuidad (evitando ruido completamente “desconectado” barra a barra).

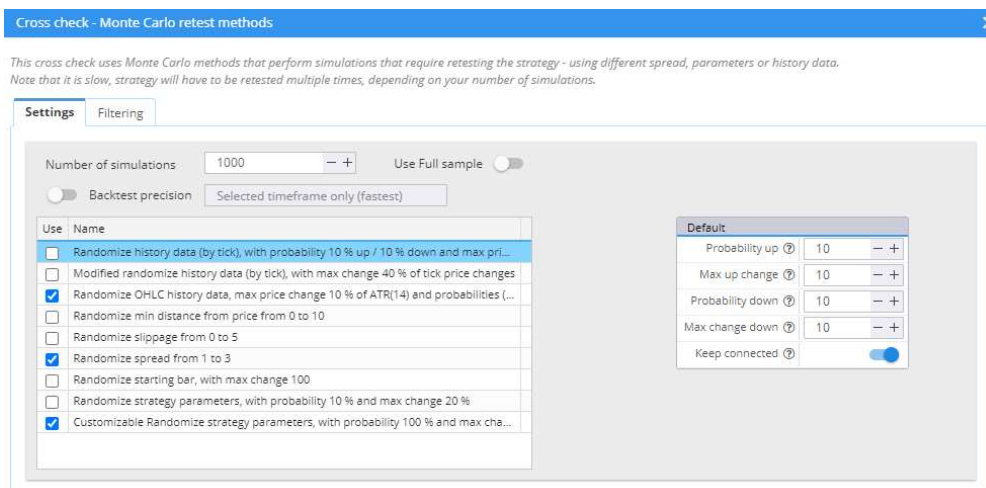


Ilustración 37: Configuración Monte Carlo retest methods

3.3.2.2 Criterios de aceptación (Filtering)

Tras completar las simulaciones, se aplican filtros sobre estadísticas a distintos **niveles de confianza** (percentiles) de la distribución de resultados Monte Carlo [19]. En particular:

- **Net profit (MC retest, Conf. level 95%) \geq 40% de Net profit (MC retest, Conf. level 50%)**
Interpretación: incluso en un escenario conservador (percentil 5, equivalente a “95% de confianza”), el beneficio neto no debe colapsar por debajo del **40%** del caso central/mediano (50%). Esto descarta estrategias cuyo rendimiento dependa de condiciones muy frágiles.
- **Max DD % (MC retest, Conf. level 95%) \leq 250% de Max DD %**
Interpretación: el drawdown en escenarios adversos no debe dispararse por encima de **2,5x** el drawdown de referencia, limitando estrategias con colas de riesgo excesivas.
- **Ret/DD Ratio (MC retest, Conf. level 100%) \geq 0**
Interpretación: condición mínima de consistencia (evita casos donde la ratio resulte negativa, es decir que en alguna simulación pierda dinero).

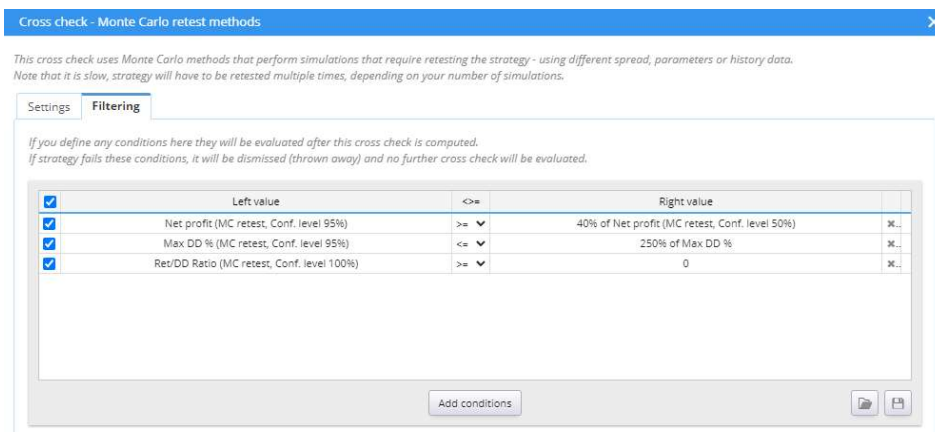


Ilustración 38: Filtros Monte Carlo retest methods

Con este cross check, la estrategia solo se conserva si demuestra (i) **estabilidad de resultados** ante ruido en el histórico, (ii) tolerancia a **variaciones razonables en costes** (spread) y (iii) **robustez paramétrica** (no depender de un ajuste extremadamente fino) [5].

3.3.3 Ejemplo ilustrativo: estrategia robusta vs. estrategia frágil en Monte Carlo retest methods

Para ilustrar el papel del cross check **Monte Carlo retest methods**, se comparan dos estrategias evaluadas con la misma batería de simulaciones (**1000** iteraciones). En todas las simulaciones se aplican las mismas perturbaciones:

1. **ruido controlado en el histórico OHLC** (acotado por ATR (14)),
2. **variación del spread** entre **1 y 3**, y
3. **perturbación de parámetros** de la estrategia (probabilidad 100% y cambio máximo 20%).

Simulation methods used

USATECHIDXUSD_darwinex / H1, 2016.01.01 - 2025.06.26
 Simulations: 1000
 Randomize OHLC history data, max price change 10 % of ATR(14) and probabilities (O,H,L,C):
 10, 10, 10, 10
 Randomize spread from 1.00 to 3.00
 Customizable Randomize strategy parameters, with probability 100 % and max change 20 %

Ilustración 39: Configuración de la simulación

El criterio del filtro se apoya en tres ideas simples:

1. **Que el beneficio “en un escenario malo” no se desplome** respecto al caso central.
2. **Que el drawdown bajo escenarios adversos no se dispare** respecto al backtest original.
3. **Que incluso el peor caso de todas las simulaciones siga siendo razonable**, evitando estrategias que en alguna simulación colapsan o muestran un comportamiento claramente inestable.

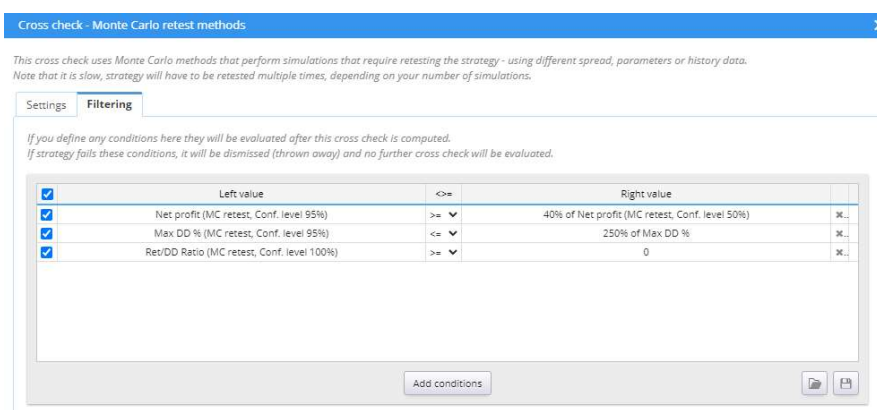


Ilustración 40: Recordatorio Filtros Monte Carlo retest methods

3.3.3.1 Estrategia rechazada (no supera el test)

En la estrategia que **no pasa**, el beneficio cae demasiado cuando se observa un escenario conservador (nivel de confianza 95%): el resultado es claramente inferior al esperado si la estrategia fuera estable. Además, aparece un **peor caso** donde la relación entre rentabilidad y drawdown pasa a ser negativa, señal de que existe al menos una simulación en la que la estrategia se comporta mal bajo pequeñas variaciones del histórico/costes/parámetros.

Confidence level	Net profit	Drawdown	Ret/DD Ratio	R Expectancy
Original	\$ 7 498.58	\$ 1 051.88	7.13	0.24
50 %	\$ 4 040.94	\$ 1 693.03	2.26	0.12
60 %	\$ 3 592.61	\$ 1 832.42	1.91	0.1
70 %	\$ 3 102.38	\$ 1 974.04	1.57	0.09
80 %	\$ 2 533.68	\$ 2 157.76	1.27	0.07
90 %	\$ 1 597.63	\$ 2 350.17	0.81	0.04
92 %	\$ 1 424.71	\$ 2 414.42	0.68	0.04
95 %	\$ 1 022.25	\$ 2 552.83	0.42	0.03
97 %	\$ 573.7	\$ 2 643.27	0.25	0.01
98 %	\$ 395.76	\$ 2 759.69	0.18	0.01
99 %	\$ -86.52	\$ 2 908.59	-0.03	-0.0024
100 %	\$ -809.96	\$ 3 585.89	-0.32	-0.02

Ilustración 41: Percentiles estrategia rechazada Montecarlo retest methods

Esto también se aprecia visualmente en el gráfico de simulaciones: el abanico de trayectorias es **muy disperso**, y una parte relevante de las curvas termina en resultados bajos o incluso negativos. Es un patrón típico de estrategias **sensibles** a perturbaciones, y por tanto con mayor probabilidad de estar sobre ajustadas.

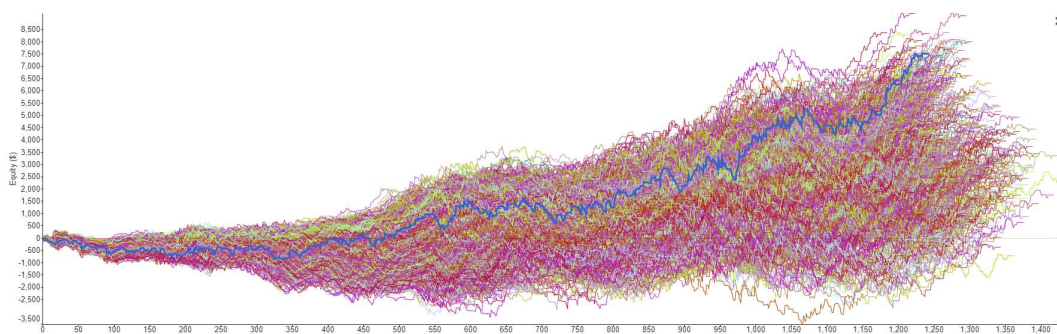


Ilustración 42: Resultado estrategia rechazada grafica Montecarlo retest methods

3.3.3.2 Estrategia aceptada (supera el test)

En la estrategia que **sí pasa**, el beneficio bajo un escenario adverso (95%) se mantiene en un nivel razonable respecto al caso central, lo que sugiere estabilidad. El drawdown en escenarios conservadores no se dispara y, lo más importante, **incluso el peor caso** de todas las simulaciones conserva un comportamiento positivo y coherente.

Confidence level	Net profit	Drawdown	Ret/DD Ratio	R Expectancy
Original	\$ 6 967.7	\$ 1 159.48	6.01	0.26
50 %	\$ 6 028.09	\$ 1 227.91	4.97	0.23
60 %	\$ 5 755.44	\$ 1 260.77	4.67	0.22
70 %	\$ 5 445.89	\$ 1 292.55	4.31	0.2
80 %	\$ 5 131.76	\$ 1 335.04	3.94	0.18
90 %	\$ 4 661.08	\$ 1 408.18	3.6	0.16
92 %	\$ 4 549.1	\$ 1 427.1	3.49	0.16
95 %	\$ 4 392.06	\$ 1 455.86	3.27	0.15
97 %	\$ 4 268.66	\$ 1 494.2	3.06	0.15
98 %	\$ 4 119.86	\$ 1 527.93	2.95	0.14
99 %	\$ 4 024.65	\$ 1 546.96	2.84	0.14
100 %	\$ 3 675.87	\$ 1 660.37	2.63	0.12

Ilustración 43: Percentiles estrategia rechazada Montecarlo retest methods

En el fan chart se observa un abanico de curvas más “compacto”: aunque existe variabilidad (esperable en Monte Carlo), la mayoría de las trayectorias se mantienen en zona positiva y no aparecen colapsos extremos.

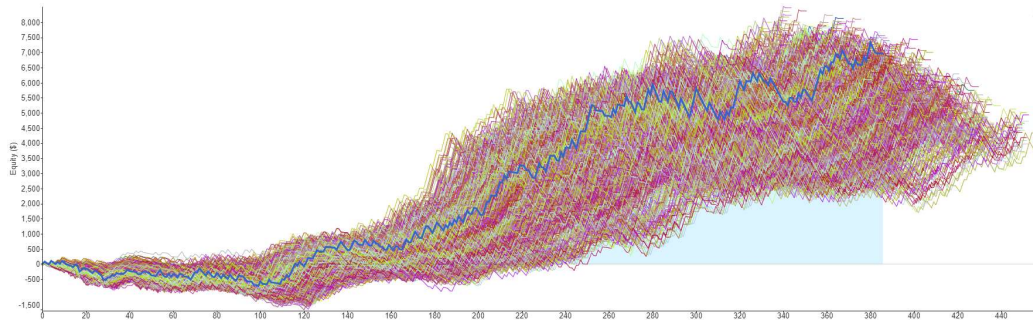


Ilustración 44 : Resultado aceptado grafica Montecarlo retest methods

3.3.3.3 Conclusión operativa

Esta comparación muestra que *Monte Carlo retest methods* identifica patrones claros de fragilidad: estrategias que funcionan en el histórico original pero cuyo rendimiento se degrada de forma fuerte al introducir pequeñas variaciones realistas (datos, costes y parámetros). Por ello, este cross check actúa como una primera criba efectiva contra el sobreajuste antes de aplicar pruebas todavía más costosas como la **System Parameter Permutation**.

3.3.4 Sequential Optimization (Lento)

El cross check **Sequential Optimization** se utiliza como una prueba intermedia de **robustez paramétrica** y, a la vez, como un mecanismo práctico para **reducir el coste computacional** del pipeline. En concreto, su función principal en este trabajo es **filtrar estrategias con alta sensibilidad a parámetros** antes de ejecutar **Opt. Profile / Sys. Param. Permutation**, que es significativamente más lenta y consume más recursos. De este modo, se evita dedicar cómputo a estrategias que muestran señales tempranas de fragilidad (poca estabilidad) y que, con alta probabilidad, fallarían en la permutación de parámetros [20].

3.3.4.1 Configuración del test (Settings)

La optimización secuencial explora variaciones alrededor del valor original de los parámetros (sin “recalibrar” la estrategia final):

- **Value distribution:**
 - **Up:** 50% desde el valor original
 - **Down:** 50% desde el valor original
 - **Steps:** 50
- **What to parametrize: Recommended parameters** (periodos y parámetros relevantes de entrada/salida y multiplicadores; evita optimizar “todo” indiscriminadamente) [21].
- **Apply the optimized parameters to the strategy: desactivado**, Es decir, el objetivo no es mejorar la estrategia mediante optimización, sino **evaluar estabilidad**: se usa como test diagnóstico y filtro.

Ilustración 45: Configuración Optimización Secuencial

3.3.4.2 Criterios de estabilidad (Filtering)

La estrategia debe superar un test de estabilidad basado en la existencia de una **zona estable** de resultados dentro del espacio paramétrico:

- **Percentage of parameters to pass the stability test: 100%** (al menos el 100% de los parámetros evaluados debe mostrar estabilidad).

Stability check:

- **Number of results in stable area: 10** (se exige una región estable con al menos 10 combinaciones “buenas”).
- **Fitness stability range: 8%** (los resultados dentro de la zona estable no pueden ser peores que un 8% respecto al mejor fitness de la región máxima; esto evita estrategias con “picos” muy aislados).

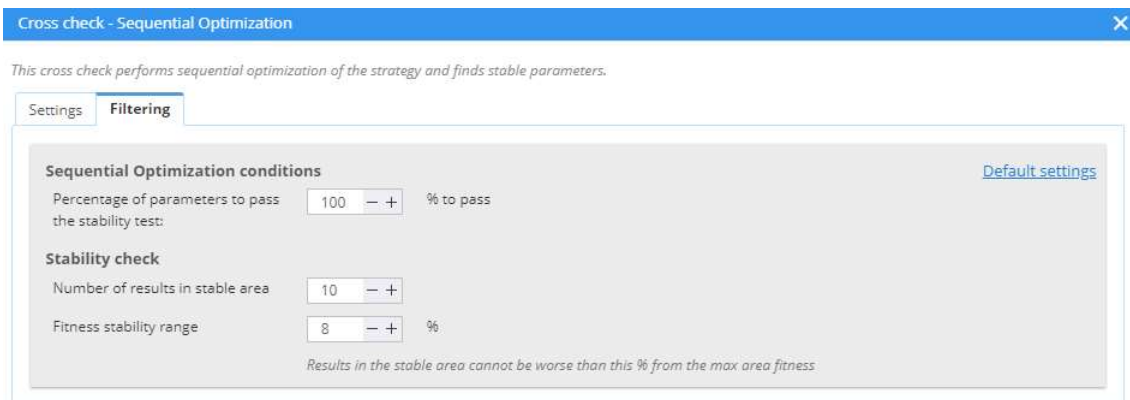


Ilustración 46: Filtros optimización secuencial

3.3.4.3 Interpretación y rol en el embudo

Bajo esta configuración, se descartan estrategias cuyo rendimiento dependa de un ajuste muy fino (picos estrechos), preservando aquellas que mantienen desempeño razonable en un entorno paramétrico amplio. Esto no solo incrementa la probabilidad de que las estrategias que pasan sean realmente robustas, sino que además **reduce drásticamente** el número de candidatas que alcanzan la siguiente fase (**System Parameter Permutation**), optimizando el uso de tiempo y recursos computacionales [5].

3.3.5 Ejemplo ilustrativo: estrategia rechazada vs. aceptada en Sequential Optimization

Para mostrar el criterio de aceptación del cross check **Sequential Optimization**, se comparan dos estrategias sometidas a la misma optimización secuencial. En esta prueba, cada parámetro “recomendado” se recorre en un rango de $\pm 50\%$ alrededor del valor original (50 pasos), y se analiza si existe una **zona estable**: un intervalo de valores donde el *fitness* se mantiene alto y relativamente uniforme.

Con la configuración final adoptada, una estrategia solo se considera robusta si cumple simultáneamente:

- **El 100% de los parámetros** evaluados presentan **zona estable**.
- La zona estable incluye **al menos 10 resultados** (10 combinaciones válidas).
- Los resultados dentro de esa zona no pueden ser peores que **un 8%** respecto al mejor rendimiento observado (criterio deliberadamente estricto para evitar “picos” aislados).

3.3.5.1 Estrategia rechazada (RESULT: FAILED)

En el ejemplo rechazado, el resumen “By parameter” muestra que **no se encuentra zona estable** para algunos parámetros clave (aparece como *Stable area: NOT FOUND*). Esto implica que, al variar esos parámetros dentro del rango $\pm 50\%$, el rendimiento cambia de forma irregular y no se identifica un tramo suficientemente consistente.

RESULT: **FAILED**

By parameter

Parameter	Orig. value	Optim. value	Found stable area
BBRangePeriod1	20	20	no
PriceEntryMult1	1.2	1.2	no
ProfitTarget1	9.3	5.4	yes
RSIPeriod1	50	29	yes
StopLoss1	8.2	9.6	yes
TrailingStop1	80	48	yes

Apply optimized values into strategy

Ilustración 47: Tabla estrategia rechazada Sequential optimization

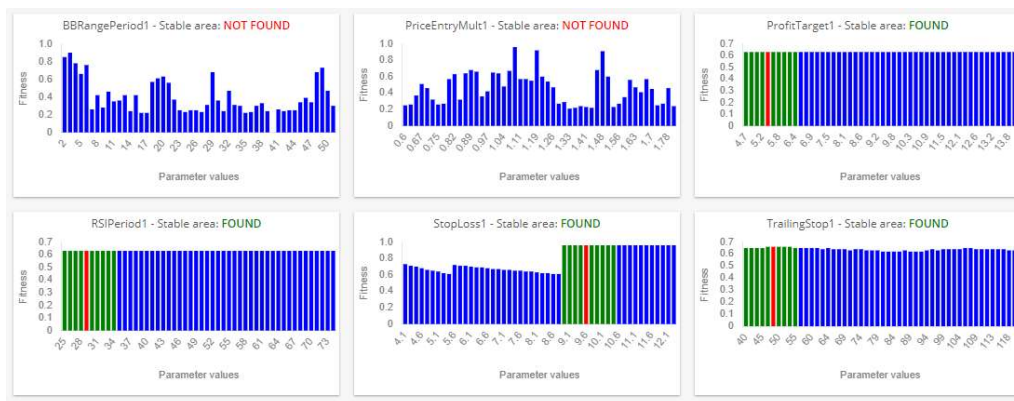


Ilustración 48: Grafica estrategia rechazada Secuencial optimization

Dado que el criterio exige que **todos los parámetros** (100%) presenten una zona estable, la estrategia se marca directamente como **FAILED**. Visualmente, esto coincide con gráficos por parámetro donde no aparece una “meseta” clara de valores buenos: el comportamiento depende de puntos concretos, lo que indica **alta sensibilidad paramétrica** y mayor probabilidad de sobreajuste.

3.3.5.2 Estrategia aceptada (RESULT: PASSED)

En el ejemplo aceptado, todos los parámetros evaluados muestran *Stable area: FOUND*. Es decir, para cada parámetro existe un intervalo con **al menos 10 valores** donde el *fitness* se mantiene cercano al máximo y no se degrada más allá del **8%** permitido.

RESULT: **PASSED**

By parameter

Parameter	Orig. value	Optim. value	Found stable area
DIIPeriod1	50	29	yes
MoveSL2BECoeff1	2.2	1.28	yes
ProfitTarget1	2.3	2.84	yes
StopLoss1	1.1	0.64	yes

Apply optimized values into strategy

Ilustración 49: Tabla estrategia aceptada Secuencial optimization



Ilustración 50: Grafica estrategia aceptada Secuencial optimization

Como la estrategia cumple estabilidad en el **100% de los parámetros**, el test devuelve **PASSED**. En los gráficos se aprecia una región continua de resultados buenos, lo que sugiere que la estrategia no depende de un ajuste fino, y por tanto es una mejor candidata para pasar a la prueba posterior de **System Parameter Permutation**.

3.3.5.3 Conclusión operativa

Con esta parametrización estricta (100% de parámetros estables, mínimo 10 puntos y tolerancia del 8%), **Sequential Optimization** actúa como un filtro eficaz para eliminar estrategias frágiles antes de ejecutar pruebas aún más costosas, reduciendo la carga computacional y elevando la calidad media de las estrategias que avanzan en el embudo.

3.3.6 Opt. Profile / Sys. Param. Permutation (EXTENSIVE – SLOWEST)

El cross-check **Opt. Profile / Sys. Param. Permutation** constituye la validación más exigente del embudo del Retester. Su objetivo es evaluar si la estrategia mantiene un desempeño aceptable cuando se **permutan sistemáticamente** sus parámetros relevantes. Esta prueba es especialmente útil para detectar estrategias sobreajustadas, que suelen mostrar buenos resultados únicamente en una región muy estrecha del espacio paramétrico [22].

Dado su elevado coste computacional, esta prueba se aplica únicamente a estrategias que han superado previamente los filtros de **Monte Carlo retest methods** y **Sequential Optimization**.

3.3.6.1 Configuración (Settings)

- **What to parametrize: Recommended parameters** (periodos y parámetros significativos de la estrategia; se evita optimizar todo indiscriminadamente).
- **Maximum tests: 10.000**
- **Value distribution (desde el valor original):**
 - **Up:** 100%
 - **Down:** 100%
 - **Max steps:** 30

Cross check - Opt. Profile / Sys. Param. Permutation

This cross check performs optimization of the strategy and then evaluates its Optimization profile - see the conditions in filter.

Settings Filtering

Maximum tests: 10.000
you can limit the number of optimizations, and this limit the duration of this cross check

Value distribution (% from original value):

Up: 100 -- +
Down: 100 -- +
Max steps: 30 -- +

What to parametrize

Recommended parameters [What is it?](#)
Only meaningful parameters. It is not a good idea to optimize everything
Recommended params are: periods, entry + exit settings & multipliers

Your own settings
Choose your own categories

Ilustración 51: Configuración Sys. Param. Permutation

Esto implica explorar una vecindad amplia alrededor de los parámetros originales ($\pm 100\%$), con una granularidad controlada por el número de pasos, limitando el número total de evaluaciones para hacer la prueba computacionalmente viable.

3.3.6.2 Criterios del perfil de optimización (Optimization Profile conditions)

Se activan dos condiciones de calidad global del conjunto de optimizaciones:

- **% of Profitable Optimizations > 96%** Exige que la gran mayoría de combinaciones probadas produzcan resultados positivos, evitando estrategias que “dependen” de pocos puntos afortunados.
- **Average profit (in \$) of all optimizations > 0** Impone que, en promedio, la estrategia sea rentable en el conjunto de permutaciones.

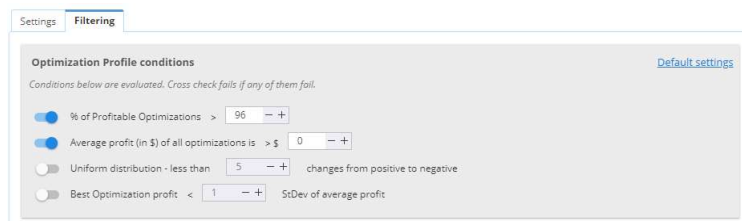


Ilustración 52: Configuración filtros estándar Sys. Param. Permutation

Otras condiciones disponibles (como *Uniform distribution – less than X changes from positive to negative* o restricciones basadas en desviación estándar) se dejan desactivadas en esta configuración.

3.3.6.3 Condiciones de permutación de parámetros (System Parameters Permutation conditions)

Además del perfil agregado, se aplican restricciones explícitas sobre el **Ret/DD Ratio** evaluado en la distribución de resultados bajo permutación:

- **Ret/DD Ratio (Median) ≤ 135% de Ret/DD Ratio (Backtest)**
- **Ret/DD Ratio (Median) ≥ 65% de Ret/DD Ratio (Backtest)**
- **Ret/DD Ratio (Median) ≥ 4**

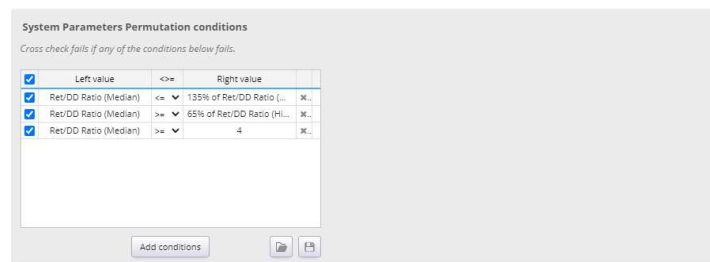


Ilustración 53: Configuración filtros extra Sys. Param. Permutation

Interpretación: se exige que la ratio retorno/drawdown mediano se mantenga dentro de una banda razonable respecto a métricas de referencia del propio conjunto de optimizaciones (acotando tanto deterioros como “picos” anómalos), y además se impone un umbral absoluto mínimo (**Ret/DD ≥ 4**) para asegurar un perfil riesgo/retorno suficientemente atractivo incluso bajo permutaciones [23].

3.3.7 Ejemplo ilustrativo: estrategia rechazada vs estrategia aceptada

Para entender qué descarta realmente la prueba **Opt. Profile / System Parameter Permutation**, se presentan dos casos: una estrategia **rechazada** y otra **aceptada**. En ambos ejemplos, StrategyQuant genera miles de combinaciones de parámetros (permutaciones) y muestra tres salidas clave [22]:

- **% de optimizaciones rentables** (cuántas combinaciones salen positivas).
- **Tabla de “propiedades medianas”** (mediana bajo permutaciones frente al valor original).
- **Histogramas de distribución** (cómo se reparte el beneficio, drawdown, Ret/DD, Sharpe, CAGR, etc.).

La idea central es que no basta con “ser rentable muchas veces”: una estrategia robusta debe mantener un comportamiento **coherente** cuando se mueven los parámetros, y el rendimiento del backtest original no debería ser un **pico aislado** dentro de la distribución [24].

3.3.7.1 Estrategia rechazada: backtest original “demasiado bueno” y poco representativo

1) Rentabilidad de optimizaciones: En este ejemplo, la estrategia parece sólida si solo miramos el porcentaje de combinaciones rentables:

- Total de optimizaciones: **11.612**
- Rentables: **11.587 (99,78%)**
- La condición “más del 96% rentables” se cumple, y también el beneficio medio es positivo.

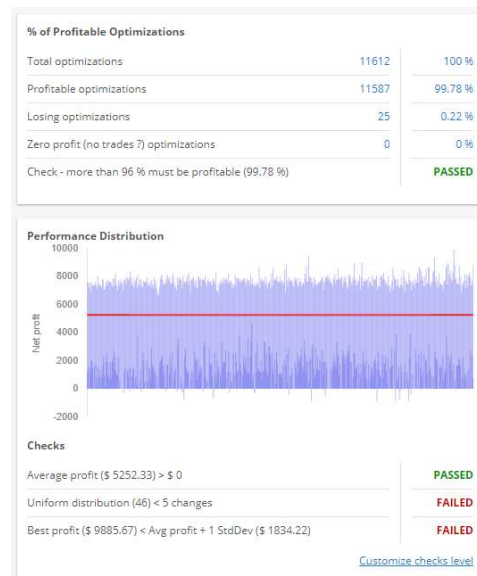


Ilustración 54: Perfil Optimización estrategia rechazada

Esto es importante porque demuestra un punto clave: **una estrategia puede ser rentable en casi todas las permutaciones y aun así ser frágil** desde el punto de vista riesgo/retorno.

2) Tabla “Median strategy properties”: el perfil se degrada fuertemente. Aquí aparece el problema real. Al comparar el backtest original con la **mediana** de resultados bajo permutaciones, se observa que:

- **Ret/DD Ratio:** pasa de **58,09** (original) a **7,06** (mediana). Es decir, el valor original es extraordinariamente alto. Cuando se cambian parámetros, lo “típico” es un Ret/DD un poco más bajo pero no tanta diferencia, por lo que podríamos decir que esta estrategia depende del bias de minería de datos.
- **Max DD %:** pasa de **6,0%** (original) a **30,49%** (mediana). Bajo permutaciones, el riesgo mediano se multiplica: la estrategia deja de tener el drawdown excepcionalmente bajo del original.
- **Sharpe:** cae de **2,56** (original) a **1,46** (mediana). Confirma que la calidad del retorno se deteriora al mover parámetros.

Median strategy properties computed from System Parameter Permutation profile

Stat	Median value	Orig. value	% Orig. / Median	
Net profit	\$5710.91	\$6561.30	114.89 %	x..
Drawdown	\$559.87	\$112.95	20.17 %	x..
Max DD %	30.49 %	6.0 %	19.68 %	x..
Ret/DD Ratio	7.06	58.09	822.80 %	x..
Sharpe Ratio	1.46	2.56	175.34 %	x..
CAGR	23.56 %	25.21 %	107.00 %	x..

Add stats

Ilustración 55: Tabla Resultados permutación de parámetros estrategia rechazada

En resumen: **la estrategia no colapsa en beneficio**, pero su *edge* “bonito” del backtest original (muy alto Ret/DD y muy bajo drawdown) desaparece cuando salimos del punto exacto de parámetros.

3) Histogramas: alta dispersión y señales de inestabilidad Los histogramas refuerzan la lectura anterior:

- El **Max DD %** está concentrado en niveles altos para muchas permutaciones.
- El **Ret/DD** muestra que el valor original está “muy lejos” de lo típico (indicio clásico de sobreajuste paramétrico).
- Además, el módulo marca checks diagnósticos como *distribución fallido*, lo que sugiere un comportamiento poco “regular” en la distribución (aunque el trabajo filtre sobre todo por condiciones principales, estos checks sirven como evidencia adicional de fragilidad).



Ilustración 56: Histogramas permutación de parámetros estrategia rechazada

Conclusión del caso rechazado

Esta estrategia se descarta porque su rendimiento original parece ser un **pico**: existe una combinación de parámetros que produce un resultado excepcional (Ret/DD 58 y Max DD 6%), pero al mover parámetros la estrategia pasa a un perfil típico mucho peor (Ret/DD 7 y Max DD 30%). Esto es justo lo que se busca eliminar antes de pasar a ejecución real [24].

3.3.7.2 Estrategia aceptada: el resultado original es consistente con la distribución

1) Rentabilidad de optimizaciones

En la estrategia aceptada:

- Total de optimizaciones: **8.468**
- Rentables: **8.468 (100%)**

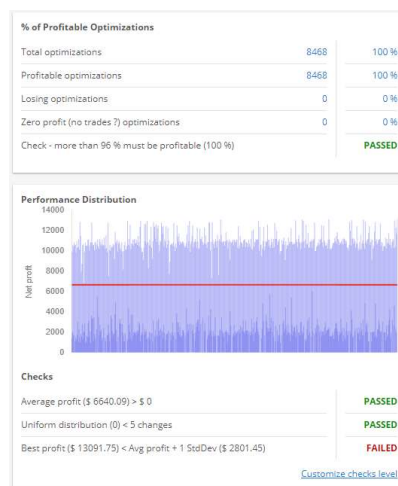


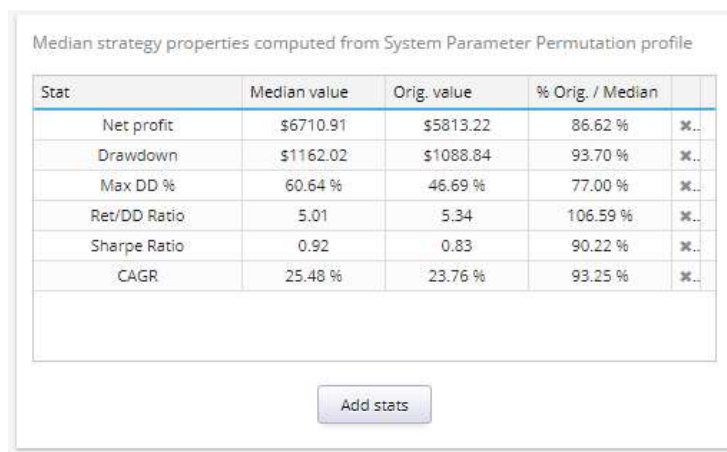
Ilustración 57: Perfil Optimización estrategia aceptada

Cumple holgadamente el criterio “más del 96% rentables” y beneficio medio positivo.

2) Tabla “Median strategy properties”: estabilidad real (original \approx mediana)

Aquí está la diferencia clave con la rechazada: las métricas bajo permutación son **coherentes** con el backtest original, especialmente en la métrica objetivo de robustez (Ret/DD):

- **Ret/DD Ratio: 5,34** (original) vs **5,01** (mediana). Es decir, el Ret/DD del original **no es un pico**: el comportamiento típico bajo permutaciones es muy similar (**Filtro puesto con anterioridad: Entre el 65% y 135% de los valores originales**).
- **Net profit: 5.813** (original) vs **6.711** (mediana). El resultado original está dentro de lo razonable y, de hecho, la mediana es incluso superior, lo cual es buena señal.
- **Drawdown: 1.089** (original) vs **1.162** (mediana). Variación moderada, sin degradación extrema.
- **Sharpe: 0,83** (original) vs **0,92** (mediana). Se mantiene en el mismo orden de magnitud.
- **CAGR: 23,76%** (original) vs **25,48%** (mediana). No hay colapso, y la distribución mantiene retornos consistentes.



Stat	Median value	Orig. value	% Orig. / Median	
Net profit	\$6710.91	\$5813.22	86.62 %	✖..
Drawdown	\$1162.02	\$1088.84	93.70 %	✖..
Max DD %	60.64 %	46.69 %	77.00 %	✖..
Ret/DD Ratio	5.01	5.34	106.59 %	✖..
Sharpe Ratio	0.92	0.83	90.22 %	✖..
CAGR	25.48 %	23.76 %	93.25 %	✖..

Add stats

Ilustración 58: Tabla Resultados permutación de parámetros estrategia aceptada

Aunque el **Max DD %** mediano sea más alto (60,64% vs 46,69%), la clave aquí es que el perfil bajo permutaciones es **estable y consistente**: no existe un salto enorme entre “lo original” y “lo típico”.

3) Histogramas: el original cae dentro de la masa de resultados

Los histogramas muestran que las líneas del valor original no están aisladas en un extremo, sino **cerca del centro de la distribución**. Eso significa que el backtest original es representativo del comportamiento general al cambiar parámetros, que es exactamente lo que buscamos cuando hablamos de robustez paramétrica [5].



Ilustración 59: Histogramas permutación de parámetros estrategia aceptada

En los checks diagnósticos, la distribución uniforme pasa, y aunque el check de “best profit” pueda fallar (indicando presencia de algún resultado extremo), no invalida el punto central: **la mediana y el original están alineados**, especialmente en Ret/DD.

Conclusión del caso aceptado

Esta estrategia se conserva porque al permutar parámetros no aparece un “precipicio” de rendimiento: el resultado original no es un outlier, y las métricas clave (especialmente Ret/DD) permanecen estables. Por tanto, es una candidata con mayor probabilidad de mantener comportamiento razonable en condiciones de mercado y calibración reales [24].

3.4 Optimización de estrategias: fase final

3.4.1 Optimización de estrategias: *Walk-Forward Matrix*

En esta fase se utiliza el módulo **Optimization** de StrategyQuant X para (i) optimizar parámetros dentro de un rango acotado y (ii) validar que el rendimiento no depende de una única partición temporal concreta. Para mantener coherencia metodológica, las pestañas de **Data**, **Trading options**, **ATM**, **Money management** y **Notes** se mantienen **idénticas** a las configuradas en el Builder y en el Retester; por tanto, únicamente se detallan las pestañas que cambian en este módulo: **Optimization** y **Ranking** [25] [26].

3.4.1.1 Configuración de la optimización (*Optimization*)

En la pestaña **Optimization** se optimizan **todas las estrategias** almacenadas en la databank (opción *All strategies in databank*), evitando un proceso manual estrategia por estrategia y garantizando un tratamiento homogéneo del conjunto de candidatos [25].

Tipo de optimización. Se selecciona **Walk-Forward matrix**, ya que permite evaluar simultáneamente múltiples configuraciones de *walk-forward* y filtrar estrategias que solo funcionan bajo una partición temporal “favorable”.

Walk-Forward type. Se utiliza *Exact IS*, *Exact OOS (slow)*, con el objetivo de que los resultados de cada celda del *matrix* representen de forma estricta el rendimiento en **In-Sample** y **Out-of-Sample**, minimizando aproximaciones.

The screenshot displays the 'Optimization' settings window. At the top, there are tabs for 'Optimization', 'Data', 'Trading options', 'ATM', 'Money management', 'Ranking', and 'Notes'. Below the tabs, a subtitle reads: 'Choose strategy to optimize or alternatively optimize all strategies in source databank. You can also configure optimization type - simple or Walk-Forward.' A 'Help' button is visible on the right.

Choose strategy to optimize: Two radio buttons are present: 'Select strategy file' (with a 'Load' button) and 'All strategies in databank' (which is selected).

Optimization settings: Four radio buttons are shown: 'Simple optimization', 'Sequential optimization' (with a 'What is it?' link), 'Walk - Forward optimization', and 'Walk - Forward matrix' (which is selected).

Walk-Forward type: A dropdown menu is set to 'Exact IS, Exact OOS (slow)'. Below it, 'Period type:' has four buttons: 'Percent', 'Days', 'Bars (TS compatible)', and 'Floating Fixed'.

Out of sample %: A table with three columns: 'Start', 'Stop', and 'Step'. Each cell contains a value and a +/- control.

	Start	Stop	Step
Out of sample %:	10	30	2
Walk Forward runs:	5	10	1

What to parametrize: Two radio buttons: 'Recommended parameters' (with a 'What is it?' link and subtext: 'Only meaningful parameters. It is not a good idea to optimize everything. Recommended params are: periods, entry + exit settings & multipliers') and 'Your own settings' (with subtext: 'Choose your own categories'). A toggle switch for 'Optimize also trading options' is at the bottom.

Parameters (automatic settings): Two tabs: 'Manual' and 'Automatic' (selected). 'Max optimizations:' is set to 10,000 (with a note: 'per of tests is 5000 - 20000'). 'Total combinations:' is 'N/A'. 'Value distribution:' has three rows: 'Up' (10 steps), 'Down' (10 steps), and 'steps' (5 steps). A note indicates these are '% from original value'.

Ilustración 60 : Configuración de la pestaña Optimization (Walk-Forward Matrix)

Estructura del Walk-Forward Matrix.

- **Out of sample %:** desde **10%** hasta **30%** en pasos de **2%**. Esto fuerza a la estrategia a ser evaluada con distintos niveles de exigencia OOS (desde OOS cortos a OOS más largos).
- **WalkForward runs:** desde **5** hasta **10** en pasos de **1**. Se incrementa el número de “ventanas” o iteraciones WF, reduciendo la dependencia de un único corte temporal.

Qué parámetros se optimizan. Se selecciona *Recommended parameters*, restringiendo la optimización a parámetros con sentido económico y operativo (periodos y parámetros relevantes de entrada/salida y multiplicadores), evitando optimizar indiscriminadamente parámetros secundarios [21].

Intensidad de búsqueda (parámetros automáticos).

- **Max optimizations: 10.000** (límite superior de tests por estrategia).
- **Value distribution:** variación en torno al valor original de **±10%**, con **5 steps**.

Con ello la optimización actúa como un ajuste **local** (no una recalibración agresiva), reduciendo el riesgo de sobreajuste por exploración excesiva del espacio paramétrico.

Finalmente, la opción *Optimize also trading options* permanece desactivada, para no introducir cambios adicionales en reglas operativas (horarios, ejecución, etc.) y mantener el foco en la robustez paramétrica [25].

3.4.1.2 Ranking y filtro de aceptación (*Ranking*)

Una vez ejecutada la optimización, la pestaña **Ranking** define (i) cómo se ordenan las estrategias y (ii) qué condiciones mínimas deben cumplir para conservarse en databank tras el proceso [17].

Capacidad de almacenamiento.

- *Maximum optimizations to store in databank: 1000*. Se limita el número máximo de resultados guardados para controlar el tamaño de la base y retener únicamente los candidatos de mayor calidad.

Métrica de ranking (fitness).

- Se emplea como medida principal **Return/Drawdown ratio**, calculada a partir del *Main data backtest*. Esta elección prioriza estrategias eficientes en términos de rentabilidad ajustada por riesgo (evitando seleccionar únicamente por beneficio absoluto).

3.4.1.3 Filtro de *Walk-Forward Matrix* (robustez temporal multi-configuración)

El elemento central del filtrado en esta fase es el **Walk-Forward Matrix Filter**, que fuerza a que la estrategia muestre consistencia no solo en una configuración WF, sino en un conjunto de ellas.

Criterio de paso por “área robusta”.

El filtro se considera superado cuando el sistema encuentra un bloque de **3 filas × 3 columnas** dentro de la matriz (es decir, un conjunto local de configuraciones WF) donde al menos **9 resultados** alcanzan un **robustness score $\geq 100\%$** . En la práctica, esto equivale a exigir que **todas las condiciones** definidas para cada celda se cumplan en ese bloque, evitando estrategias que solo pasan en puntos aislados del mapa [6].

Condiciones evaluadas por celda (resumen interpretativo).

Las condiciones activadas verifican que el rendimiento *walk-forward* cumpla simultáneamente requisitos de calidad y consistencia, incluyendo:

- Que el **profit OOS** no sea demasiado inferior al **profit IS** (control de degradación fuera de muestra).
- Que el **winning percent OOS** mantenga una proporción suficiente respecto al **winning percent IS**.
- Que exista **estabilidad del beneficio neto** (se evita dependencia de un tramo específico).
- Requisitos adicionales de consistencia (p. ej., porcentaje de resultados favorables y control de concentración de resultados).
- Control de **estancamiento** (*stagnation*) para evitar estrategias con largos periodos sin nuevos máximos.
- Exigencia mínima de **Ret/DD ratio** en el contexto walk-forward (umbral de calidad riesgo/retorno).

Este filtro es deliberadamente exigente: busca estrategias cuyo rendimiento sea **robusto** ante cambios razonables en (i) el porcentaje OOS y (ii) el número de ventanas *walk-forward*, reduciendo el riesgo de seleccionar estrategias sensibles a un único esquema de validación temporal [5].

Define how strategy rank is computed and how many strategies to save to databank. If filtering is available you can configure filters the strategy has to pass before it is saved.

Maximum top strategies to store

Maximum optimizations to store in databank: 1000

Don't save original strategy test
 Don't save FAILED WF strategy

Strategy Quality ranking (fitness)

Use: Main data backtest

Compute from:

Net Profit (Return)
 Return / Drawdown ratio
 R Expectancy (Van Tharp)
 Annual Return % / Max DD %
 Weighted Fitness (multiple goals)

Custom analysis [What is it?](#)

Use: None Input args:

Filter by results of custom analysis
 If true strategies that don't pass will be removed

Walk-Forward Matrix Filter [Set recommended WF conditions](#)

WF Matrix produces a table of X rows and Y columns, where each cell is a different WF optimization test.

Filter passes when it finds an area of 3 rows and 3 columns where at least 9 results have robustness score >= 100 %

Robustness score is computed as a % of conditions that passed vs. all conditions

<input checked="" type="checkbox"/>	Left value	<=>	Right value	
<input checked="" type="checkbox"/>	WF Winning Percent (OOS)	>=	70% of WF Winning Percent (IS)	x..
<input checked="" type="checkbox"/>	WF Stability of Net profit	>	60 %	x..
<input checked="" type="checkbox"/>	WF Special - Percentage of profi...	>	70 %	x..
<input checked="" type="checkbox"/>	WF Special - Max profit in one r...	<	50 %	x..
<input checked="" type="checkbox"/>	WF Stagnation	>	365	x..
<input checked="" type="checkbox"/>	WF Ret/DD Ratio	>	12	x..

Add conditions

Ilustración 61 : Configuración del Ranking y del filtro del Walk-Forward Matrix

3.4.2 Ejemplo ilustrativo: estrategia aceptada vs. rechazada en Walk-Forward Matrix

La validación mediante **Walk-Forward Matrix (WFM)** evalúa una estrategia bajo múltiples configuraciones de *walk-forward*, variando simultáneamente:

- **Porcentaje Out-of-Sample (OOS):** de 10% a 30% (eje horizontal).
- **Número de ventanas / runs:** de 5 a 10 (eje vertical).

Cada celda de la matriz representa una configuración concreta (*runs*, *OOS%*) y se marca como **PASSED** o **FAILED** en función del cumplimiento de un conjunto de condiciones de robustez. Además, cada celda muestra un **robustness score** (en %), que se calcula como el porcentaje de condiciones cumplidas respecto al total de condiciones activas:

- **100%** implica que se han cumplido **todas** las condiciones.
- Valores como **83%**, **67%**, **50%** o **33%** indican que solo se ha cumplido una parte del conjunto.

3.4.2.1 Condiciones utilizadas en el filtro WFM

En este trabajo, el criterio de robustez por celda se define mediante seis restricciones principales:

1. **Beneficio neto en OOS positivo** (la estrategia debe ganar en el tramo fuera de muestra).
2. **Estabilidad del beneficio neto** por encima de un umbral (se evita que los resultados dependan de una ventana concreta).

3. **Porcentaje de periodos rentables** suficientemente alto (se exige consistencia).
4. **Control de concentración del beneficio:** se limita que una sola ventana explique una fracción excesiva del rendimiento total (evita “picos”).
5. **Actividad mínima:** se exige un número mínimo de operaciones en cada ventana (descarta estrategias con comportamiento anecdótico).
6. **Límite de drawdown máximo (%)** por debajo de un umbral (control explícito del riesgo).

Note - if you change filter values or conditions below then WF result displayed on this screen will be recomputed, but it will not change result in databank.

<input type="checkbox"/>	Left value	<=>	Right value	
<input checked="" type="checkbox"/>	WF Net profit (OOS) (5937.46)	>	0	x
<input checked="" type="checkbox"/>	WF Stability of Net profit (75.59 %)	>	60 %	x
<input checked="" type="checkbox"/>	WF Special - Percentage of profita...	>	70 %	x
<input checked="" type="checkbox"/>	WF Special - Max profit in one run ...	<	50 %	x
<input checked="" type="checkbox"/>	WF Special - Min trades in one run...	>	20	x
<input checked="" type="checkbox"/>	WF Special - Max % Drawdown in ...	<=	35 %	x
<input type="checkbox"/>	WF Stability of Drawdown (889.36 ...)	<	130 %	x
<input type="checkbox"/>	WF Stability of Ret/DD Ratio (153.6...	>	60 %	x
<input type="checkbox"/>	WF % Stagnation (OOS) (17.1 %)	<	30 %	x

Ilustración 62: Filtros usados en WFM

Estas condiciones están diseñadas para evitar estrategias que “pasen” por azar, por sobreajuste temporal o por depender de un único tramo del histórico.

3.4.2.2 Criterio global de aceptación: “área robusta” 3×3

Para que una estrategia supere el **Walk-Forward Matrix Filter**, no basta con que existan celdas aisladas en verde. El filtro exige encontrar un **bloque local** de:

- **3 filas × 3 columnas**
- Donde al menos **9 resultados** (todas las celdas del bloque) tengan **robustness score ≥ 100%**.

En la práctica, esto equivale a exigir una **zona continua** de configuraciones WFM donde la estrategia se comporte bien de forma consistente.

3.4.2.3 Estrategia aceptada: robustez amplia y continua en la matriz

En la estrategia que **pasa** el filtro, el mapa WFM muestra un patrón **dominantemente verde**, con la mayoría de celdas marcadas como **PASSED 100%**. Esto implica que, para una gran cantidad de combinaciones de (*runs*, OOS%), la estrategia cumple simultáneamente todas las condiciones (beneficio OOS positivo, estabilidad, actividad mínima, control de drawdown, etc.).

	WFM Result	3D Points	3D Bar	3D Surface										
5	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %
6	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %
7	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %
8	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %
9	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %
10	FAILED 83 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %	PASSED 100 %
		10 %	12 %	14 %	16 %	18 %	20 %	22 %	24 %	26 %	28 %	30 %		

OOS %

Ilustración 63: Resultado tabla WMF estrategia aceptada

Además, se observa claramente la existencia de múltiples zonas donde se cumple el requisito del filtro (bloques 3×3 totalmente válidos), por lo que la estrategia supera el criterio de “área robusta” sin depender de una única configuración.

La representación en **superficie 3D** refuerza esta lectura: se aprecia una topología relativamente **suave y estable**, más cercana a una “meseta” que a un pico aislado. Esto sugiere que la métrica objetivo (p. ej., Ret/DD en walk-forward) se mantiene en un rango razonable al cambiar el porcentaje OOS y el número de runs, lo que es coherente con un comportamiento robusto.

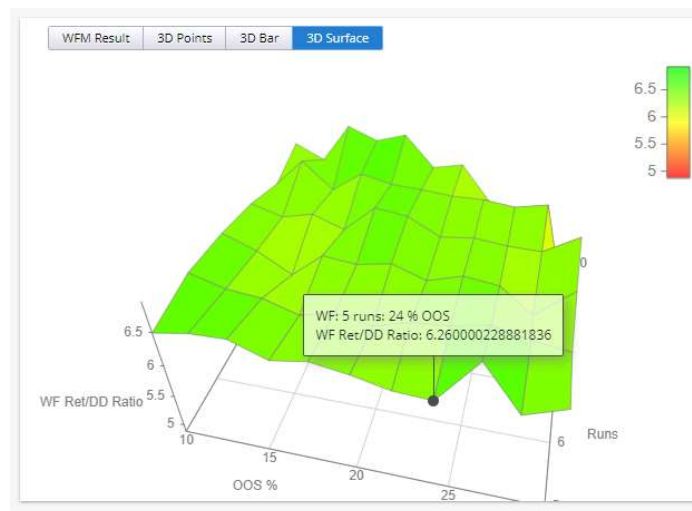


Ilustración 64: Superficie 3D WFM estrategia aceptada

Conclusión: la estrategia se conserva porque su rendimiento no depende de una partición temporal concreta; mantiene consistencia en un vecindario amplio de configuraciones walk-forward.

3.4.2.4 Estrategia rechazada: resultados fragmentados y dependencia de configuraciones concretas

En la estrategia que **no pasa**, la matriz WFM presenta una distribución **muy fragmentada**: abundan celdas rojas (**FAILED**) y, cuando aparecen celdas verdes, suelen estar **aisladas** o no forman un bloque continuo suficientemente grande.

		WFM Result										
		3D Points			3D Bar			3D Surface				
Runs	5	FAILED 83%	FAILED 83%	FAILED 50%	FAILED 33%	FAILED 50%	FAILED 33%	FAILED 67%	FAILED 67%	PASSED 100%	PASSED 100%	PASSED 100%
	6	PASSED 100%	FAILED 83%	FAILED 83%	FAILED 67%	FAILED 50%	PASSED 100%	PASSED 100%	PASSED 100%	FAILED 83%	PASSED 100%	PASSED 100%
	7	PASSED 100%	PASSED 100%	FAILED 67%	PASSED 100%	PASSED 100%	FAILED 67%	FAILED 50%	FAILED 67%	PASSED 100%	PASSED 100%	FAILED 83%
	8	PASSED 100%	PASSED 100%	FAILED 67%	PASSED 100%	FAILED 83%	FAILED 50%	PASSED 100%	PASSED 100%	FAILED 83%	FAILED 83%	FAILED 83%
	9	FAILED 33%	PASSED 100%	FAILED 83%	FAILED 67%	FAILED 83%	FAILED 33%	FAILED 67%	FAILED 83%	FAILED 67%	FAILED 50%	PASSED 100%
	10	PASSED 100%	FAILED 67%	FAILED 67%	FAILED 83%	FAILED 67%	FAILED 83%	FAILED 83%	FAILED 83%	FAILED 50%	FAILED 67%	FAILED 67%
		10%	12%	14%	16%	18%	20%	22%	24%	26%	28%	30%
		OOS %										

Ilustración 65 : Resultado tabla WMF estrategia rechazada

Aunque pueden existir configuraciones específicas donde la estrategia pasa (algunas celdas con **PASSED 100%**), el patrón general indica que el rendimiento es **altamente dependiente** del esquema walk-forward elegido. En particular, no se identifica una región 3×3 donde las 9 celdas alcancen **100%**, por lo que el filtro global falla.

La superficie **3D** lo hace todavía más evidente: el terreno es **irregular**, con cambios bruscos (picos y valles), lo que refleja que la calidad del rendimiento varía mucho al modificar ligeramente el OOS% o el número de runs. Este comportamiento es típico de estrategias con baja estabilidad temporal o con sensibilidad a la segmentación del histórico.

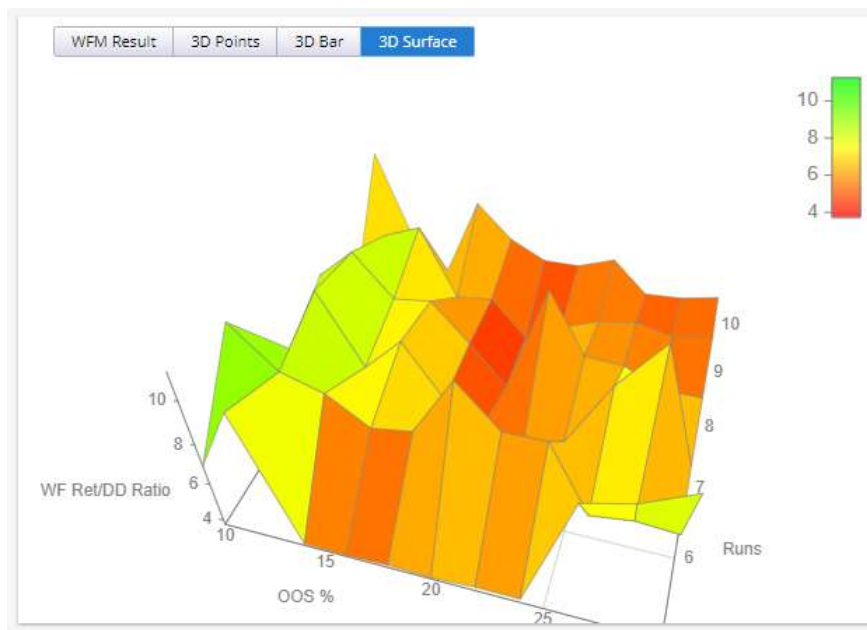


Ilustración 66 : Superficie 3D WFM estrategia rechazada

Conclusión: la estrategia se descarta porque no logra una zona estable de desempeño; su éxito depende de configuraciones concretas y no generaliza bien a distintos esquemas de validación temporal.

3.4.2.5 Mensaje clave del ejemplo

La comparación muestra por qué el WFM es un filtro potente contra el sobreajuste temporal [24]:

- Una estrategia **robusta** presenta una **zona continua** (3×3) de resultados excelentes bajo múltiples particiones temporales.
- Una estrategia **frágil** produce éxitos **aislados** y un mapa discontinuo, indicando dependencia de un *split* favorable.

3.5 Resultados y conclusiones

3.5.1 Síntesis del flujo metodológico y del “embudo” de selección

El proceso seguido se estructura como un **embudo de generación y filtrado** con tres etapas principales:

1. **Builder (generación):** creación automática de estrategias sobre el universo definido (Nasdaq-100 vía CFD), imponiendo restricciones de operabilidad (estructura simple, rangos de SL/PT, número de condiciones, etc.) y filtros iniciales de calidad (mínimo de operaciones, eficiencia retorno/riesgo, etc.).
2. **Retester (validación y robustez):** aplicación de pruebas adicionales de robustez para descartar estrategias frágiles, incluyendo (i) simulaciones Monte Carlo (*retest methods*), (ii) estabilidad paramétrica mediante *Sequential Optimization*, y (iii) robustez frente a permutaciones de parámetros (*System Parameter Permutation*) [18].
3. **Optimizer (optimización y robustez temporal):** optimización local de parámetros y validación de estabilidad temporal mediante **Walk-Forward Matrix (WFM)**, exigiendo la existencia de una “zona robusta” en el espacio de configuraciones (runs y porcentaje OOS) [25].

Este enfoque permite que las estrategias finales no sean el resultado de un único backtest favorable, sino candidatas que han superado filtros sucesivos contra **sobreajuste, fragilidad paramétrica y dependencia de un split temporal concreto**.

3.5.2 Resultados cuantitativos por etapa

A nivel agregado, el proceso muestra un patrón típico en generación sistemática: se produce una gran cantidad de candidatos, pero solo una fracción muy pequeña supera los filtros exigentes.

- **Builder:** se generaron **33.647.716** estrategias, de las cuales **979** cumplieron filtros iniciales y fueron guardadas (tasa de aceptación \approx **0,003%**).
- **Retester:** de las estrategias candidatas, 50 superaron las pruebas de robustez (Monte Carlo, estabilidad paramétrica y permutación de parámetros), descartándose el resto por sensibilidad a ruido, falta de estabilidad o degradación notable al variar parámetros.
- **Optimizer (WFM):** finalmente, **13** estrategias superaron el filtro Walk-Forward Matrix, demostrando estabilidad en una región continua de configuraciones (criterio 3×3 con robustez 100% en al menos 9 celdas).

En términos cualitativos, el mayor impacto de descarte se observa en:

- **System Parameter Permutation** (estrategias con “pico” paramétrico: backtest original muy superior a la mediana bajo permutaciones), y
- **Walk-Forward Matrix** (estrategias que solo funcionan bajo ciertas particiones temporales y no generan una zona robusta).

3.5.3 Discusión: qué tipo de estrategias sobreviven y por qué

Los resultados sugieren que las estrategias que sobreviven tienden a compartir tres propiedades:

1. **Estabilidad paramétrica:** su rendimiento no depende de una calibración fina; métricas como Ret/DD en permutaciones se mantienen cercanas al caso original.
2. **Consistencia OOS:** no solo ganan en OOS, sino que lo hacen sin degradación extrema frente a IS y evitando que el rendimiento provenga de un único tramo temporal.
3. **Eficiencia riesgo/retorno:** al priorizar Return/Drawdown y límites de drawdown en múltiples etapas, las estrategias finales tienden a mantener un perfil de riesgo más controlado que candidatos seleccionados únicamente por beneficio.

En contraposición, las estrategias descartadas suelen fallar por:

- **Sobreajuste paramétrico** (gran diferencia entre el backtest original y la mediana bajo permutaciones), es decir tienen un bias de minería de datos.
- **Inestabilidad en optimización secuencial** (ausencia de zonas estables), y/o
- **Dependencia del split temporal** (mapa WFM discontinuo, con éxitos aislados).

3.5.4 Conclusiones y trabajo futuro

3.5.4.1 Conclusiones principales

1. Es posible construir un pipeline sistemático en StrategyQuant X que reduzca significativamente el riesgo de seleccionar estrategias por azar, al combinar filtros de **calidad**, **robustez paramétrica** y **robustez temporal**.
2. Las pruebas de robustez más útiles para eliminar candidatos frágiles han sido **System Parameter Permutation** (robustez frente a cambios de parámetros) y **Walk-Forward Matrix** (robustez frente a particiones temporales) también siendo estas dos las más costosas computacionalmente.
3. El uso de un universo único y coherente con la ejecución posterior (Nasdaq-100 en Darwinex Zero) aporta consistencia operativa y reduce riesgos de “transferencia” entre activo de construcción y activo de ejecución (La ejecución se realizará en otro TFG. TFG dual, llamado Análisis y Gestión del Riesgo en Carteras de Estrategias de Trading Algorítmico).

3.5.4.2 Limitaciones

A pesar del rigor del embudo, existen limitaciones relevantes:

- **Calidad del dato y del modelo de ejecución:** los resultados dependen de la fidelidad del histórico (fuente externa) y de supuestos de spread, slippage y swap.
- **Riesgo de data-snooping residual:** aunque los filtros reducen el sobreajuste, la generación masiva de estrategias siempre implica cierto riesgo de encontrar patrones espurios.
- **Cambios estructurales de mercado:** robustez histórica no garantiza robustez futura, especialmente en presencia de cambios de régimen, volatilidad o microestructura.

3.5.4.3 Trabajo futuro

Como líneas de extensión natural del trabajo:

1. **Fase de paper trading / ejecución en Darwinex Zero** con control de métricas en vivo (drawdown, estabilidad, cumplimiento de reglas de riesgo).
2. **Análisis de correlación y construcción de portfolio** entre estrategias finales, priorizando diversificación y estabilidad agregada.

Estas dos extensiones se realizarán en otro TFG relacionado con este llamado Análisis y Gestión del Riesgo en Carteras de Estrategias de Trading Algorítmico

4 Análisis de Impacto

4.1.1 Relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Aunque el proyecto no aborda de manera directa un reto social o medioambiental, existen conexiones indirectas con varios ODS:

- **ODS 4 (Educación de calidad):** el trabajo desarrolla un marco metodológico formativo sobre validación, robustez y riesgo en trading algorítmico, promoviendo aprendizaje riguroso y pensamiento crítico [27].
- **ODS 8 (Trabajo decente y crecimiento económico):** una mejora en procesos de control de riesgo y selección de estrategias puede contribuir a prácticas financieras más responsables dentro de entornos profesionales [28].
- **ODS 9 (Industria, innovación e infraestructura):** se aplica innovación metodológica (pipeline de pruebas de robustez) en un ámbito tecnológico-financiero, promoviendo prácticas más sólidas en ingeniería de sistemas de trading [29].
- **ODS 12 (Producción y consumo responsables) y ODS 13 (Acción por el clima):** relación indirecta a través de la eficiencia computacional; limitar pruebas innecesarias reduce consumo energético en procesos de investigación cuantitativa [30].

4.1.2 Coste del TFG (software e infraestructura)

La realización del proyecto implica costes relevantes tanto en licencias de software como en infraestructura informática, debido al carácter intensivo en cómputo del proceso de generación y validación de estrategias.

a) Licencias y software

- **Software de investigación y generación de estrategias (StrategyQuant X):** el fabricante ofrece varios planes (*Starter / Professional / Ultimate*), con precios de referencia que pueden situarse en el rango de **~\$1.290 a ~\$4.900** según el plan y la modalidad elegida. En este caso, se ha adquirido el **plan Ultimate** con **descuento de estudiante**, con un coste total de **~2.450 USD**.

b) Hardware para investigación (generación y pruebas de robustez)

Dado que el rendimiento del proceso de generación y validación escala con la capacidad de cómputo disponible, se ha utilizado un equipo con las siguientes características (**~700€**):

- Procesador 11^a Generación Intel® Core™ i7.
- 32GB de RAM

El coste total del ordenador y del programa asciende a un total de **~3000€**

5 Bibliografía


- 1 [1] «StrategyQuant X,» [En línea]. Available: <https://strategyquant.com/es/doc/estrategiacuantica/introduccion/>. [Último acceso: 30 30 2025].
- 2 [2] «Strategy quant X,» [En línea]. Available: <https://strategyquant.com/es/doc/estrategiacuantica/banco-de-datos/>. [Último acceso: 2 12 2025].
- 1 [3] «Doc Metatrader,» [En línea]. Available: <https://docs.mql4.com/>. [Último acceso: 2 12 2025].
- 9 [4] D. E. Goldberg, *Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning*, Addison-Wesley, 1989.
- 19 [5] R. Pardo, *The Evaluation and Optimization of Trading Strategies*, Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2008.
- 22 [6] P. J. Kaufman, *Trading Systems and Methods*, Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2019.
- 17 [7] A. E. Eiben y J. E. Smith, *Introduction to Evolutionary Computing*, Berlin, Heidelberg: Springer, 2015.
- 2 [8] D. Whitley, S. Rana y R. B. Heckendorn, «The Island Model Genetic Algorithm: On Separability, Population Size and Convergence,» *Journal of Computing and Information Technology*, vol. 7, n° 1, pp. 33-47, 1999.
- 4 [9] F. Allen y R. Karjalainen, «Using genetic algorithms to find technical trading rules,» *Journal of Financial Economics*, vol. 51, n° 2, pp. 245-271, 1999.
- 7 [10] S. Yang, «Algorithms with Memory- and Elitism-Based Immigrants in Dynamic Environments,» *Evolutionary Computation*, 2008.
- 3 [11] E. Cantú-Paz y D. E. Goldberg, «Efficient parallel genetic algorithms: theory and practice,» *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, vol. 186, 2000.
- 14 [12] A. S. Fukunaga, «Restart scheduling for genetic algorithms,» de *Parallel Problem Solving from Nature — PPSN V*, 1998.
- [13] StrategyQuant, «Settings – Trading options,» StrategyQuant Documentation, [En línea]. Available:

<https://strategyquant.com/doc/strategyquant/trading-options/>. [Último acceso: 5 12 2025].

- 18
- [14] R. Kissell, *The Science of Algorithmic Trading and Portfolio Management*, San Diego, CA: Academic Press (Elsevier), 2013.
- [15] StrategyQuant, «Settings – Building blocks,» StrategyQuant, [En línea]. Available: <https://strategyquant.com/doc/strategyquant/building-blocks/>.
- [16] S. Documentation, «Retest with higher precision,» Strategyquant, [En línea]. Available: <https://strategyquant.com/doc/strategyquant/retest-higher-precision/>.
- [17] StrategyQuant, «Settings – Ranking,» [En línea]. Available: <https://strategyquant.com/doc/strategyquant/ranking-options/>.
- [18] StrategyQuant, «Cross checks – automated strategy robustness tests,» [En línea]. Available: <https://strategyquant.com/doc/strategyquant/cross-checks-automated-strategy-robustness-tests/>.
- [19] StrategyQuant, «Monte Carlo retest methods,» [En línea]. Available: <https://strategyquant.com/doc/strategyquant/monte-carlo-retest-methods/>.
- [20] StrategyQuant, «Sequential optimization,» [En línea]. Available: <https://strategyquant.com/doc/strategyquant/sequential-optimization/>.
- [21] StrategyQuant, «Recommended optimization parameters,» [En línea]. Available: <https://strategyquant.com/doc/strategyquant/recommended-optimization-parameters/>.
- [22] StrategyQuant, «Optimization Profile and System Parameter Permutation in StrategyQuant,» [En línea]. Available: <https://strategyquant.com/doc/strategyquant/optimization-profile-system-parameter-permutation-strategyquant/>.
- 20
- [23] D. Walton, «Know Your System! – Turning Data Mining from Bias to Benefit through,» *2014 NAAIM Wagner Award Winner*, p. 33, 2014.
- 6
- [24] D. R. Aronson, *Evidence-Based Technical Analysis: Applying the Scientific Method and Statistical Inference to Trading Signals*, Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2006.

- [25] StrategyQuant, «Walk-Forward Matrix,» StrategyQuant, [En línea]. Available: <https://strategyquant.com/doc/strategyquant/walk-forward-matrix/>.
- [26] StrategyQuant, «Walk-Forward Optimization,» [En línea]. Available: <https://strategyquant.com/doc/strategyquant/walk-forward-optimization/>.
- [27] «ODS 4 Educación de calidad,» [En línea]. Available: <https://www.pactomundial.org/ods/4-educacion-de-calidad/>.
- [28] «ODS 8 Trabajo decente y crecimiento económico,» [En línea]. Available: <https://www.pactomundial.org/ods/8-trabajo-decente-y-crecimiento-economico/>.
- [29] «ODS 9 Industria innovación e infraestructura,» [En línea]. Available: <https://www.pactomundial.org/ods/9-industria-innovacion-e-infraestructura/>.
- [30] «ODS 12 Producción y consumo responsables,» [En línea]. Available: <https://www.pactomundial.org/ods/12-produccion-y-consumo-responsables/n>.

Este documento esta firmado por



Firmante	CN=tfgm.fi.upm.es, OU=CCFI, O=ETS Ingenieros Informaticos - UPM, C=ES
Fecha/Hora	Wed Jan 14 19:00:05 CET 2026
Emisor del Certificado	EMAILADDRESS=camanager@etsiinf.upm.es, CN=CA ETS Ingenieros Informaticos, O=ETS Ingenieros Informaticos - UPM, C=ES
Numero de Serie	561
Metodo	urn:adobe.com:Adobe.PPKLite:adbe.pkcs7.sha1 (Adobe Signature)