



Facultad de Empresariales

TRABAJO FIN DE GRADO
« BUSINESS ANALYTICS EN LA GESTIÓN
DE FONDOS DE INVERSIÓN: ANÁLISIS DE
ESTRATEGIAS EN ÍNDICES BURSÁTILES Y
ACTIVOS REFUGIO (2000–2026) »

Marcos Fernández López

5º E3 Analytics

Tutor: David Hernández García

MADRID | Abril de 2026

ÍNDICE

I. RESUMEN	4
II. ABSTRACT	5
III. INTRODUCCIÓN	6
3.1. Contexto y motivación del estudio	6
3.2. Objetivos y preguntas de investigación	7
3.3. Alcance del trabajo: activos, estrategias y periodo de análisis (2000–2026).....	9
3.4. Metodología y fuentes de datos	10
3.5. Estructura del trabajo	11
IV. MARCO CONCEPTUAL: BUSINESS ANALYTICS Y ESTRATEGIAS CUANTITATIVAS	12
4.1. Business Analytics aplicado a inversión: enfoque descriptivo, predictivo y prescriptivo	12
4.2. Renta variable e índices bursátiles: fundamentos y papel en carteras	13
4.3. Activos refugio: oro y Bitcoin como preservación de valor	14
4.4. Mercado inmobiliario como activo de revalorización: medición mediante índices de precios.....	12
4.5. Estrategias sistemáticas: fundamentos y lógica económica.....	17
4.5.1. Dollar Cost Averaging (DCA)	17
4.5.2. Filtro de tendencia (MA200).....	17
4.5.3. Momentum 12–1 (rotación)	18
V. DATOS Y METODOLOGÍA EMPÍRICA	19
5.1. Descripción del dataset y construcción de series (frecuencias, divisa, limpieza).....	19
5.2. Fuentes de datos y horizonte temporal	20
5.3. Proceso de construcción y armonización del dataset	20
5.4. Ajuste por inflación: rentabilidad nominal vs rentabilidad real.....	22
5.5. Definición operativa de las estrategias sistemáticas	22
5.6. Métricas de evaluación	23

5.7. Análisis por regímenes macroeconómicos	24
5.8. Limitaciones metodológicas	24
VI. RESULTADOS	26
6.1. Evolución histórica de los activos: análisis descriptivo (2000–2026)	26
6.2. Rentabilidad y riesgo en Buy & Hold: comparativa entre activos.....	28
6.3. Rentabilidad nominal versus real: el impacto de la inflación	30
6.4. Resultados por estrategia: Buy & Hold, MA200 y Momentum	31
6.4.1. Filtro de tendencia MA200	31
6.4.2. Momentum rotacional 12–1	35
6.5. Análisis por regímenes macroeconómicos	36
VII. DISCUSIÓN.....	39
7.1. Implicaciones para la gestión de fondos: eficiencia, disciplina y control de drawdowns	39
7.2. Aportación del Business Analytics a la toma de decisiones: evidencia frente a intuición	41
7.3. El oro y Bitcoin: dos narrativas, dos realidades empíricas	42
7.4. Rol del mercado inmobiliario en carteras: estabilidad, revalorización y límites de comparabilidad	43
7.5. Líneas futuras: ampliación a bonos, REITs, factores y escenarios adicionales	43
VIII. CONCLUSIONES	44
8.1. Síntesis de resultados.....	44
8.2. Respuesta a las preguntas de investigación	45
8.3. Aportaciones del trabajo y recomendaciones prácticas	46
8.4. Limitaciones y posibles mejoras metodológicas.....	47
IX. BIBLIOGRAFÍA	50
ANEXO TÉCNICO.....	52
Anexo I. Gráficos complementarios	52
Anexo II. Tablas complementarias	56

I. RESUMEN

Este trabajo examina el comportamiento de tres estrategias sistemáticas de inversión —Dollar Cost Averaging (DCA), filtro de tendencia mediante Media Móvil de 200 días (MA200) y modelo de rotación por momentum (12–1 meses)— aplicadas a tres bloques de activos: índices bursátiles estadounidenses (S&P 500, Nasdaq 100 y Russell 2000), activos con función de preservación de valor (oro y Bitcoin) y el mercado inmobiliario, aproximado mediante el índice S&P/Case-Shiller. El periodo de análisis abarca de enero de 2000 a abril de 2026, lo que permite capturar ciclos completos de expansión, crisis y recuperación, incluyendo la burbuja tecnológica, la crisis financiera global de 2008, la pandemia de COVID-19 y el episodio inflacionario de 2021–2022.

El objetivo principal es evaluar si las estrategias sistemáticas mejoran la rentabilidad ajustada al riesgo frente a una posición pasiva de comprar y mantener, y en qué medida esa ventaja depende del régimen macroeconómico vigente. Para ello se emplean cinco métricas complementarias: tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR), volatilidad anualizada, máximo drawdown, ratio de Sharpe y ratio de Calmar.

Los datos históricos fueron obtenidos individualmente desde Yahoo Finance y la base de datos FRED de la Reserva Federal, consolidados manualmente en un único dataset en formato Excel y procesados mediante Python para el cálculo de métricas, el backtesting de estrategias y la generación de visualizaciones. El análisis incorpora el ajuste por inflación mediante el índice CPI para evaluar la preservación del poder adquisitivo real, y segmenta el periodo en siete regímenes macroeconómicos diferenciados para analizar la robustez de cada estrategia en distintos entornos de mercado.

Los resultados muestran que el oro ofrece la mejor relación rentabilidad-riesgo del conjunto, con un CAGR real del 8,9% y una volatilidad inferior a la de los índices bursátiles. La estrategia de momentum rotacional sin Bitcoin supera al S&P 500 Buy & Hold en todas las métricas simultáneamente, mientras que el filtro MA200 demuestra su mayor valor en episodios de crisis severa, donde reduce el drawdown

máximo del S&P 500 de -56,8% a -22,1%. Sin embargo, ninguna estrategia domina en todos los regímenes: el Business Analytics protege cuando más se necesita, pero tiene un coste real en mercados alcistas prolongados.

II. ABSTRACT

This Final Degree Project examines, from a Business Analytics perspective, the performance of three systematic investment strategies — Dollar Cost Averaging (DCA), a trend-following filter based on the 200-day Moving Average (MA200), and a 12–1 month momentum rotation model — applied to three major asset classes: stock market indices (S&P 500, Nasdaq 100, and Russell 2000), safe-haven assets (gold and Bitcoin), and the real estate market, approximated through the S&P/Case-Shiller U.S. National Home Price Index. The period under analysis spans from January 2000 to April 2026, encompassing various economic cycles including the dot-com bubble, the global financial crisis of 2008, the COVID-19 pandemic, and the inflationary episode of 2021–2022.

The main objective is to assess whether systematic investment strategies can improve risk-adjusted returns compared to a passive Buy & Hold approach, and to what extent that advantage depends on the prevailing macroeconomic regime. Performance is evaluated using five complementary metrics: Compound Annual Growth Rate (CAGR), annualized volatility, maximum drawdown, Sharpe ratio, and Calmar ratio.

Historical price data were obtained individually from Yahoo Finance and the FRED database of the Federal Reserve, manually consolidated into a single Excel dataset, and processed using Python for metric calculation, strategy backtesting, and visualization. The analysis adjusts returns for inflation using the CPI index to evaluate the preservation of real purchasing power, and segments the full period into seven differentiated macroeconomic regimes to assess the robustness of each strategy across different market environments.

The results show that gold offers the best risk-adjusted performance of the asset universe, with a real CAGR of 8.9% and lower volatility than equity indices. The momentum rotation strategy excluding Bitcoin outperforms the S&P 500 Buy & Hold

across all metrics simultaneously, while the MA200 filter demonstrates its greatest value during severe market downturns, reducing the S&P 500 maximum drawdown from -56.8% to -22.1%. However, no single strategy dominates across all regimes: Business Analytics protects when it matters most, but carries a real opportunity cost during sustained bull markets.

III. INTRODUCCIÓN

3.1. Contexto y motivación del estudio

La gestión eficiente de una cartera de inversión exige atender simultáneamente a la volatilidad de los activos, a la incertidumbre de los mercados y a la variabilidad de los rendimientos a lo largo del tiempo. La relación entre los activos que componen una cartera no es un elemento secundario, sino un factor determinante del nivel de riesgo agregado. Como señala Garay (2010, p. 13), la volatilidad de una cartera no depende únicamente del riesgo individual de cada instrumento, sino de la correlación entre sus rendimientos, de modo que la combinación de activos condiciona directamente la posición de la cartera en la frontera eficiente. Esta idea, central en la teoría moderna de portafolios, implica que la selección y ponderación de los activos no es indiferente: existe la posibilidad real de mejorar la relación riesgo-rentabilidad mediante una composición adecuada de la cartera (Garay, 2010, p. 13).

Sin embargo, los supuestos de correlación estable y diversificación efectiva que sustentan este marco teórico tienden a deteriorarse justo en los momentos en que la protección es más necesaria. En periodos de crisis financiera, las correlaciones entre activos tienden a converger hacia valores más elevados, debilitando el efecto diversificador y poniendo en cuestión la solidez de las carteras construidas bajo supuestos de normalidad (Garay, 2010, p. 14). Este fenómeno, lejos de ser una anomalía excepcional, se ha repetido con claridad en episodios como la crisis financiera global de 2008-2009, la disrupción generada por la pandemia de COVID-19 en 2020 y el entorno de alta inflación de 2021-2022, todos ellos presentes en el horizonte temporal de este trabajo.

A estos factores se suma la inflación, cuyo efecto sobre el valor real de los activos

financieros resulta determinante en horizontes de inversión largos. El dinero cumple su función como reserva de valor solo en la medida en que preserva su poder adquisitivo; cuando la inflación erosiona ese poder, la relación de intercambio entre el dinero y los bienes se altera, modificando directamente el valor real de los activos financieros (Ruiz, 2025, p. 167). La inflación no es únicamente un incremento nominal de precios, sino una reducción del poder adquisitivo de la unidad monetaria derivada de alteraciones en la oferta monetaria respecto de la producción real (Ruiz, 2025, pp. 167-168). En periodos prolongados de inflación, este deterioro puede traducirse en pérdidas significativas de valor real aunque el precio nominal del activo haya subido, lo que hace imprescindible incorporar el ajuste por inflación en cualquier análisis serio de rentabilidad de largo plazo (Ruiz, 2025, p. 171). Frente a este escenario, la gestión eficiente de carteras requiere herramientas analíticas que permitan medir, comparar y ajustar estrategias de forma objetiva y sistemática. La combinación de activos con comportamientos divergentes —incluyendo activos alternativos o no tradicionales— ha sido estudiada justamente como mecanismo para distribuir el riesgo en entornos complejos (Garay, 2010, p. 14). Es en este contexto donde el Business Analytics aplicado a la inversión adquiere su relevancia: no como sustituto del juicio económico, sino como marco metodológico que permite transformar datos históricos en reglas de decisión objetivas, reproducibles y evaluables con evidencia empírica.

Este trabajo parte de la convicción de que la volatilidad y la inflación no son anomalías marginales del sistema financiero, sino características estructurales del mismo. Entender su impacto y diseñar estrategias que respondan a ellas de forma sistemática es el objetivo central de este análisis.

3.2. Objetivos y preguntas de investigación

Los mercados financieros no evolucionan de forma lineal ni predecible. La volatilidad, la inflación y los cambios bruscos de política monetaria alteran de forma recurrente la dinámica de los mercados, a veces de forma simultánea. El propósito de este trabajo es evaluar si determinadas estrategias sistemáticas de inversión permiten gestionar de forma más eficiente el riesgo y preservar el valor real del capital en distintos entornos de mercado, y si el Business Analytics aporta una ventaja

demostrable sobre el simple hecho de mantener los activos sin ningún tipo de regla activa.

Una primera línea de investigación se centra en la capacidad de las estrategias sistemáticas para mitigar el impacto de los episodios de caída extrema del mercado. Los mercados emergentes, pero también los desarrollados, han registrado drawdowns severos en periodos de crisis que han afectado de forma muy diferente a los distintos activos (Garay, 2010, p. 17). Esto plantea una primera pregunta: ¿son las estrategias sistemáticas capaces de reducir las pérdidas máximas en periodos bajistas y mejorar la estabilidad de las carteras frente a una posición pasiva de comprar y mantener?

Una segunda línea de investigación aborda el poder adquisitivo real de la inversión. A lo largo de la historia, el dinero ha sido un instrumento de mejora del bienestar de las sociedades (Ruíz, 2025, p. 152), pero cuando la inflación erosiona su valor, las ventajas de ese instrumento se deterioran (Ruíz, 2025, p. 152). La segunda pregunta central es, por tanto: ¿en qué medida las estrategias y activos considerados permiten no solo generar rentabilidad nominal, sino preservar valor en términos reales, una vez descontada la inflación acumulada del periodo?

Queda una tercera pregunta, quizás la más exigente: la robustez de los resultados a través de distintos entornos macroeconómicos. La influencia de la política monetaria sobre los activos financieros ha variado de forma muy significativa entre periodos: tipos de interés cercanos a cero durante más de una década, inflación repentina en 2021–2022 y endurecimiento monetario acelerado configuran entornos radicalmente distintos para cualquier estrategia de inversión (Ruíz, 2025, p. 176). La tercera pregunta es entonces: ¿qué activos y estrategias muestran mayor consistencia a través de estos regímenes, y cuándo falla el Business Analytics? La tercera pregunta es entonces: ¿qué activos y estrategias muestran mayor consistencia de resultados a través de distintos regímenes macroeconómicos —expansión, crisis, recuperación, inflación— y cuándo falla el Business Analytics?

Esta última pregunta es especialmente relevante porque el objetivo del trabajo no es defender que el análisis cuantitativo resuelve todos los problemas de la inversión, sino evaluar honestamente sus ventajas y sus límites.

3.3. Alcance del trabajo: activos, estrategias y periodo de análisis (2000–2026)

El universo de activos analizado en este trabajo comprende cinco instrumentos financieros y un indicador de mercado inmobiliario. En el bloque de renta variable se han seleccionado tres índices del mercado estadounidense —el S&P 500, el Nasdaq 100 y el Russell 2000— que representan, respectivamente, el mercado de gran capitalización en su conjunto, el segmento de empresas tecnológicas y de alto crecimiento, y el segmento de pequeña capitalización. Esta selección permite evaluar el comportamiento de las estrategias sistemáticas en distintos perfiles de riesgo dentro de la misma geografía, lo que resulta relevante dado que la evidencia reciente muestra que los movimientos en los mercados de capitales pueden generar alteraciones significativas en la volatilidad entre activos, especialmente en contextos de inestabilidad financiera (López Villa y Mota Aragón, 2022, p. 104).

En el bloque de activos con función de refugio o reserva de valor se han incluido el oro y Bitcoin. El oro ocupa un papel central en la literatura sobre activos de cobertura por su capacidad histórica para mantener valor en entornos de incertidumbre, un comportamiento que lo distingue de otras materias primas y lo convierte en un activo de referencia en cualquier análisis de diversificación (López Villa y Mota Aragón, 2022, p. 104). Bitcoin representa un caso singular: su diseño descentralizado y de oferta limitada lo ha situado en el debate sobre su posible función como reserva de valor, aunque la evidencia sobre su comportamiento en periodos de estrés es más ambigua. Como señalan López Villa y Mota Aragón (2022, p. 103), la transmisión de volatilidad entre Bitcoin, petróleo, oro y el índice VIX evidencia que las criptomonedas están integradas en las dinámicas de los mercados financieros de una forma que no existía hace apenas una década. Su inclusión en este trabajo responde tanto a su creciente relevancia como activo alternativo como a la necesidad de evaluar qué ocurre cuando un activo con rentabilidades históricas extraordinarias se incorpora a una estrategia sistemática de rotación.

El mercado inmobiliario se aproxima mediante el índice S&P/Case-Shiller U.S. National Home Price Index, que permite seguir la evolución de los precios residenciales en Estados Unidos con datos mensuales desde 1987. Su inclusión en el análisis comparativo responde al papel que históricamente ha desempeñado el

inmueble como activo de revalorización de largo plazo y de preservación del capital real.

Finalmente, en cuanto a las estrategias analizadas, el trabajo evalúa tres aproximaciones sistemáticas: el Buy & Hold como referencia pasiva, el filtro de tendencia mediante la media móvil de 200 días (MA200) y la estrategia de rotación por momentum de 12 meses menos 1. Estas tres estrategias responden a tres problemas distintos de la inversión real: el momento de entrada, la gestión de las caídas prolongadas y la selección del activo más favorable en cada momento.

El periodo de análisis abarca desde enero de 2000 hasta abril de 2026, lo que proporciona aproximadamente 26 años de historia financiera con ciclos completos de expansión, crisis y recuperación. La elección de 2000 como punto de partida no es arbitraria: permite capturar la burbuja tecnológica y su posterior colapso, un episodio determinante para comprender el comportamiento del Nasdaq 100 y, por contraste, el del oro en entornos de caída severa de la renta variable. Este horizonte temporal es condición necesaria para que el análisis por regímenes tenga validez y para que las métricas de largo plazo reflejen ciclos completos y no únicamente fases alcistas parciales.

El Dollar Cost Averaging se analiza adicionalmente como estrategia de entrada, comparando el valor acumulado de aportaciones periódicas frente a la inversión de un capital único en un momento inicial. Este análisis complementario se recoge en el Anexo VI y no forma parte del backtesting principal, dado que su función en el trabajo es ilustrar el problema del timing de entrada más que competir en términos de rentabilidad ajustada al riesgo con las estrategias activas.

3.4. Metodología y fuentes de datos

El presente trabajo adopta un enfoque empírico-cuantitativo basado en el análisis sistemático de datos históricos financieros y macroeconómicos. El objetivo metodológico no es construir un modelo predictivo del comportamiento futuro de los mercados, sino evaluar con base en evidencia histórica la robustez de distintas estrategias sistemáticas de inversión en entornos caracterizados por volatilidad e inflación.

Los datos históricos de precios han sido obtenidos activo por activo de forma individual desde Yahoo Finance, descargándose cada serie en formato CSV o Excel de manera separada. Una vez reunidos todos los archivos, se procedió a su unificación manual en un único dataset consolidado, verificando la coherencia de fechas, la ausencia de duplicados y la homogeneidad de los formatos. El dataset resultante fue guardado en un único archivo Excel armonizado que sirve como fuente única de referencia para todo el análisis. A partir de ese archivo, los datos fueron importados a Python, donde se realizó el tratamiento final, la limpieza, las transformaciones necesarias, el cálculo de métricas y la generación de todos los gráficos y análisis cuantitativos del trabajo. El índice Case-Shiller y el Índice de Precios al Consumo (CPI) fueron descargados directamente desde la base de datos FRED de la Reserva Federal de St. Louis, que constituye la referencia institucional estándar para datos macroeconómicos.

Desde el punto de vista conceptual, el trabajo se apoya en fuentes doctrinales que abordan la transformación de las carteras tradicionales, la dinámica de volatilidad entre activos, la evolución del dinero y el papel de los activos alternativos. Se han utilizado como referencias los trabajos de Jaramillo (2023) sobre la revisión de la cartera clásica 60/40; Olmos (2022) respecto a la transformación del dinero y el surgimiento de Bitcoin como nueva forma de representación de valor; López Villa y Mota Aragón (2022) en relación con la transmisión de volatilidad entre Bitcoin, petróleo, oro y el índice VIX; y Ortiz Zarco y Ortiz Zarco (2023) en lo relativo al modelado de la volatilidad en materias primas mediante técnicas de series temporales.

En el plano empírico, el análisis se estructura en cinco bloques: análisis exploratorio descriptivo de las series, comparativa de rentabilidad nominal y real ajustada por inflación, evaluación del comportamiento de las estrategias sistemáticas mediante backtesting, análisis de correlaciones dinámicas, y estudio del comportamiento diferencial por regímenes macroeconómicos. El código de Python utilizado para todos los cálculos y visualizaciones se recoge íntegramente en el Anexo Técnico del trabajo.

3.5. Estructura del trabajo

El presente trabajo se organiza en ocho secciones. Tras esta introducción, la Sección

IV desarrolla el marco conceptual que sustenta el análisis, abordando el papel del Business Analytics en la inversión, las características de los activos seleccionados y los fundamentos teóricos de las estrategias sistemáticas empleadas. La Sección V describe en detalle la metodología empírica: la construcción del dataset, el proceso de limpieza y armonización, el ajuste por inflación y la definición operativa de cada estrategia y métrica de evaluación. La Sección VI presenta los resultados del análisis cuantitativo, organizados en cuatro bloques: análisis exploratorio, resultados por estrategia, comparativa entre clases de activos y análisis por regímenes macroeconómicos. La Sección VII discute las implicaciones de los resultados organizadas en cuatro ejes: las consecuencias para la gestión de fondos en términos de drawdown y disciplina sistemática, el valor demostrable del Business Analytics frente a la intuición, el papel diferencial del oro y Bitcoin como activos refugio a la luz de la evidencia empírica, y el rol del mercado inmobiliario en carteras diversificadas. La sección concluye con las principales líneas de extensión del trabajo. La Sección VIII recoge las conclusiones, las respuestas a las preguntas de investigación y las líneas de mejora identificadas. El trabajo se cierra con la bibliografía y los anexos técnicos.

IV. MARCO CONCEPTUAL: BUSINESS ANALYTICS Y ESTRATEGIAS CUANTITATIVAS

4.1. Business Analytics aplicado a inversión: enfoque descriptivo, predictivo y prescriptivo

La incorporación de métodos cuantitativos a la toma de decisiones de inversión ha transformado la forma en que se diseñan y evalúan las estrategias financieras. Frente a los enfoques tradicionales basados en la interpretación discrecional de indicadores económicos o en el juicio subjetivo del gestor, el trading cuantitativo propone una aproximación sistemática sustentada en el análisis de variables numéricas del mercado. Como señala Castany Aparicio, esta metodología consiste en analizar variables cuantificables aplicando métodos matemáticos y estadísticos para generar resultados de forma consistente, fruto de la aplicación replicable de una estrategia

previamente definida (Castany Aparicio, 2019, p. 19). El elemento diferencial no es la sofisticación del modelo, sino la disciplina que impone: las reglas se aplican independientemente del contexto emocional o del estado de los mercados en cada momento.

El proceso de construcción de una estrategia cuantitativa sigue una secuencia lógica y verificable. El inversor formula una hipótesis sobre el comportamiento de un activo, diseña un experimento sobre datos históricos para comprobar si ese comportamiento se reproduce de forma consistente, y evalúa los resultados mediante métricas objetivas. Este procedimiento, conocido como backtesting, simula el rendimiento de la estrategia sobre el pasado con el objetivo de estimar su consistencia y su capacidad para generar valor en distintos entornos de mercado (Castany Aparicio, 2019, pp. 22–23). La condición de validez es que los modelos se basen en hipótesis verificables y no en la optimización retrospectiva de parámetros que maximicen artificialmente los resultados históricos (Castany Aparicio, 2019, p. 38).

Lo que hace útil este proceso desde la perspectiva del Business Analytics es que se articula en tres niveles complementarios. El análisis descriptivo permite comprender el comportamiento histórico de los activos, identificar patrones y caracterizar sus perfiles de riesgo y rentabilidad. El análisis predictivo busca explotar esos patrones para anticipar probabilidades futuras. El análisis prescriptivo traduce ambos niveles en reglas concretas de decisión, que son las estrategias sistemáticas objeto de este trabajo. En palabras del propio autor, disponer de un modelo probabilístico rigurosamente construido y ejecutado de forma sistemática constituye la mejor aproximación para generar resultados consistentes en los mercados financieros (Castany Aparicio, 2019, p. 24). Es únicamente esta integración de los tres niveles lo que convierte al Business Analytics en un marco útil para la gestión de inversiones.

4.2. Renta variable e índices bursátiles

La renta variable constituye uno de los pilares fundamentales de las carteras de inversión diversificadas. Las acciones representan participaciones en el capital de empresas y su comportamiento refleja las expectativas sobre la evolución futura de los beneficios empresariales y del entorno económico. A largo plazo, los mercados

bursátiles han sido históricamente el principal motor de crecimiento patrimonial para los inversores (Garay, 2010, p. 13).

El marco teórico de referencia para la construcción de carteras de renta variable es la teoría moderna de portafolios de Markowitz, que establece que el riesgo de una cartera no depende únicamente del riesgo individual de cada activo, sino de las correlaciones entre ellos. La llamada frontera eficiente recoge todas las combinaciones de activos que maximizan el rendimiento esperado para cada nivel de riesgo asumido, permitiendo diseñar carteras que mejoran la relación entre ambas dimensiones (Garay, 2010, p. 13). La literatura posterior ha identificado además factores sistemáticos de riesgo —tamaño de empresa y ratio book-to-market— que explican una parte significativa de las diferencias de rentabilidad entre carteras (Fama y French, 1993, p. 3), lo que refuerza la relevancia de analizar índices con perfiles distintos como el S&P 500, el Nasdaq 100 y el Russell 2000. Sin embargo, este beneficio diversificador presenta limitaciones relevantes: la evidencia empírica muestra que las correlaciones entre los rendimientos de la mayoría de los activos tienden a aumentar sustancialmente en tiempos de crisis, precisamente cuando los beneficios de la diversificación serían más necesarios (Garay, 2010, p. 14). Esta fragilidad de la diversificación en entornos de estrés es uno de los ejes centrales del análisis empírico de este trabajo.

En este contexto, los índices bursátiles —el S&P 500, el Nasdaq 100 y el Russell 2000— actúan como referencias agregadas del comportamiento de distintos segmentos del mercado. Su selección para este trabajo responde a criterios de representatividad, disponibilidad de datos históricos y diferenciación en su perfil de riesgo: el S&P 500 como indicador del mercado de gran capitalización en su conjunto, el Nasdaq 100 como proxy del segmento tecnológico y de alto crecimiento, y el Russell 2000 como representante de la pequeña capitalización. Asimismo, la creciente participación de inversores individuales en los mercados ha generado una transformación en la dinámica de estos índices que merece ser tomada en cuenta en el análisis (Jaramillo, 2021, p. 30).

4.3. Activos refugio: oro y Bitcoin como preservación de valor

La relevancia de los activos refugio surge en contextos en los que la volatilidad y la interdependencia entre mercados reducen la capacidad protectora de la diversificación tradicional. La literatura distingue entre tres categorías conceptualmente distintas: el hedge, el diversifier y el safe haven. Un hedge es un activo no correlacionado o negativamente correlacionado con otro activo o cartera en promedio; un diversifier mantiene una correlación positiva pero imperfecta; y un safe haven es aquel que mantiene correlación nula o negativa específicamente en momentos de estrés o turbulencia financiera, que es cuando más protección se necesita (Baur y Lucey, 2010, p. 5). Esta distinción es fundamental, porque no todo activo alternativo cumple la función de refugio en sentido estricto.

El oro es el caso paradigmático de activo refugio en la literatura financiera. Baur y Lucey argumentan que, si los inversores incorporan a sus carteras un activo que reduce pérdidas en periodos de estrés de forma diferencial respecto a un hedge convencional, la severidad de los shocks disminuye y aumenta la estabilidad del sistema (Baur y Lucey, 2010, p. 5). Su evidencia empírica muestra que el oro actúa efectivamente como refugio para las acciones en episodios de caída severa del mercado, aunque esta función defensiva es transitoria y se concentra en una ventana temporal limitada tras el shock (Baur y Lucey, 2010, p. 16). Esto implica que el valor del oro como refugio no es permanente, pero sí real y medible en episodios concretos.

Bitcoin presenta una evolución más compleja. Inicialmente, algunas de sus características estructurales —descentralización, oferta limitada, ausencia de respaldo físico— llevaron a parte de la literatura a plantearse si podría desempeñar una función análoga a la del oro digital (Olmos R., 2022, p. 39). Sin embargo, la evidencia reciente cuestiona esta narrativa de forma convincente. Gómez Martínez et al. (2024, p. 12) documentan un cambio estructural en la correlación entre Bitcoin y el S&P 500 a partir de 2020: de ser estadísticamente no significativa pasa a ser positiva y significativa al 99% de confianza. Bitcoin ha dejado de moverse con independencia del ciclo bursátil y se comporta cada vez más como un activo de riesgo convencional, lo que cuestiona directamente su función como refugio en el periodo reciente. La comparación entre oro y Bitcoin no es solo un ejercicio técnico: es la forma más directa de contrastar si las narrativas sobre valor refugio resisten el escrutinio de los

datos.

4.4. Mercado inmobiliario como activo de revalorización: medición mediante índices de precios

La vivienda representa una fracción esencial del patrimonio en las economías avanzadas y debe ser tratada como una clase de activo con entidad propia en el análisis financiero. Jordà et al. (2019) documentan que la vivienda y la renta variable constituyen conjuntamente la mayor parte del patrimonio invertible agregado en las economías desarrolladas, con un peso de la vivienda que en promedio supera el 19% del total de activos invertibles (Jordà et al., 2019, p. 9). Excluir el componente inmobiliario de un análisis comparativo de largo plazo supondría ignorar una fracción muy significativa de la acumulación patrimonial real de los hogares.

Es necesario precisar, sin embargo, qué mide exactamente un índice de precios de vivienda y qué no mide. La rentabilidad total de un inmueble se compone de dos elementos: la ganancia de capital derivada de la revalorización del precio y el rendimiento por alquiler (Jordà et al., 2019, p. 7). Cuando Jordà et al. concluyen que la vivienda ha ofrecido rentabilidades reales medias anuales comparables a las de la renta variable —en torno al 7%—, están incorporando ambos componentes mediante un enfoque de rentabilidad total (Jordà et al., 2019, pp. 11–12). En cambio, el índice S&P/Case-Shiller utilizado en este trabajo recoge exclusivamente la evolución de los precios residenciales, sin incluir el rendimiento por alquiler. En consecuencia, los resultados del análisis empírico sobre el mercado inmobiliario no son directamente comparables con las cifras de Jordà et al. en términos de rentabilidad total, sino únicamente con su componente de apreciación de precio. Esta limitación metodológica, que se hace explícita en la sección de restricciones del estudio, debe tenerse en cuenta al interpretar los resultados obtenidos para el mercado inmobiliario.

Conviene anticipar, no obstante, que los resultados empíricos de este trabajo mostrarán una rentabilidad por apreciación de precio muy inferior a esa cifra agregada, lo que no contradice a Jordà et al. sino que refleja la distinción metodológica señalada: el Case-Shiller captura únicamente la plusvalía, no el rendimiento total del activo inmobiliario.

A pesar de esta restricción, el índice Case-Shiller ofrece ventajas relevantes para el análisis: es la referencia estándar en la literatura académica para medir la evolución de los precios residenciales en Estados Unidos, cuenta con datos mensuales desde 1987 y permite comparar la trayectoria de los precios inmobiliarios con la de los activos financieros en el mismo horizonte temporal. Desde la perspectiva de la gestión de carteras, la vivienda destaca además por su volatilidad estructuralmente inferior a la de la renta variable (Jordà et al., 2019, p. 12), lo que la convierte en un referente de estabilidad dentro del análisis comparativo, aunque su rentabilidad por apreciación de precio sea más moderada.

4.5. Estrategias sistemáticas: fundamentos y lógica económica

Las estrategias sistemáticas de inversión responden a un diagnóstico común: el principal problema del inversor no siempre es la falta de información, sino la dificultad para actuar con disciplina frente a mercados cambiantes y emocionalmente exigentes. Los sistemas cuantitativos sustituyen decisiones discrecionales por reglas predefinidas que, según Faber (2013, p. 38), protegen al inversor frente a sesgos conductuales innatos y reducen la interferencia emocional en la gestión de la cartera. Las tres estrategias analizadas en este trabajo —DCA, filtro de tendencia MA200 y momentum 12-1— responden a tres problemas distintos pero complementarios de la inversión real.

4.5.1. Dollar Cost Averaging (DCA)

El Dollar Cost Averaging aborda el problema del momento de entrada. Frente a la tentación de esperar el precio más favorable, el DCA propone invertir cantidades periódicas fijas con independencia del nivel de precios. Leggio y Lien describen el método como una asignación fraccionada en aportaciones mensuales iguales, de modo que el capital se traslada progresivamente al activo elegido mientras la parte no invertida permanece en activos libres de riesgo (Leggio y Lien, 2003, p. 83). Esta mecánica convierte el problema del timing en un proceso automático: cuando el precio cae, la misma aportación permite adquirir más participaciones; cuando sube, permite adquirir menos.

Sin embargo, la literatura no presenta al DCA como una estrategia universalmente

superior. Leggio y Lien concluyen que las métricas de evaluación alternativas al ratio de Sharpe tampoco sostienen de forma consistente su preferencia sobre otras alternativas en todas las clases de activos (Leggio y Lien, 2003, p. 85). El DCA no debe entenderse, por tanto, como una fórmula para maximizar la rentabilidad esperada, sino como una regla de entrada que reduce la exposición al error de concentrar toda la inversión en un único momento, resultando especialmente útil para el inversor minorista que prioriza la disciplina y la automatización.

En el presente trabajo, el DCA se analiza en su dimensión de estrategia de entrada mediante la comparación del valor final acumulado con aportaciones periódicas frente a la inversión de un capital único en el momento inicial, análisis que se recoge en el Anexo I. Su tratamiento en resultados es complementario al de las estrategias activas MA200 y Momentum, que constituyen el núcleo del backtesting principal.

4.5.2. Filtro de tendencia (MA200)

El filtro de tendencia basado en la media móvil de 200 días aborda el problema de la permanencia en mercado durante caídas profundas y prolongadas. La lógica operativa es directa: cuando el precio de cierre del activo supera su media de los últimos 200 días, la estrategia mantiene la posición larga; cuando cae por debajo, liquida la posición y permanece en efectivo. Faber demuestra, a partir de comparaciones de largo plazo, que el valor añadido de este filtro no proviene de una rentabilidad media superior, sino de una reducción significativa de la volatilidad y, sobre todo, de los drawdowns máximos (Faber, 2013, p. 23). En el periodo 1901–2012, la estrategia de timing aplicada al S&P 500 registra un drawdown máximo sustancialmente menor que el Buy & Hold, con un ratio de Sharpe más elevado (Faber, 2013, pp. 23–25).

El principio subyacente es que, cuando un activo cotiza por debajo de su tendencia de largo plazo, el entorno de rentabilidad esperada se deteriora y el riesgo aumenta (Faber, 2013, p. 38). El filtro no pretende anticipar el techo ni el suelo del ciclo, sino reaccionar disciplinadamente ante un deterioro ya observable de la tendencia. El coste de esta protección es el denominado efecto whipsaw: en mercados con oscilaciones frecuentes alrededor de la media, la estrategia puede generar entradas y salidas sucesivas con pequeñas pérdidas acumuladas que erosionan la rentabilidad relativa

frente al Buy & Hold en periodos alcistas sostenidos.

4.5.3. Momentum 12-1

El momentum de rotación resuelve el problema de la selección del activo más favorable en cada momento dentro de un universo de alternativas. Jegadeesh y Titman documentan que las estrategias basadas en fuerza relativa —que compran los activos con mejor comportamiento reciente y evitan o venden los de peor comportamiento— generan rendimientos anormales positivos y estadísticamente significativos en horizontes de 3 a 12 meses (Jegadeesh y Titman, 1993, pp. 66–67). La formulación operativa es mecánica: en cada fecha de revisión, los activos se ordenan según su rentabilidad acumulada en los últimos 12 meses —excluyendo el mes más reciente para evitar el efecto de reversión de corto plazo— y se selecciona el activo con mayor momentum para el periodo siguiente (Jegadeesh y Titman, 1993, p. 68).

Los autores concluyen que estos resultados no pueden atribuirse únicamente al riesgo sistemático, lo que refuerza la interpretación del momentum como una anomalía de mercado con sustento empírico robusto (Jegadeesh y Titman, 1993, p. 89). En el contexto de este trabajo, la estrategia de rotación por momentum se analiza en dos versiones: incluyendo Bitcoin en el universo de selección y excluyéndolo. Esta distinción no es un ejercicio de data mining, sino una decisión metodológica deliberada para ilustrar cómo la incorporación de un activo con rentabilidades históricas extraordinarias puede distorsionar las conclusiones de una estrategia sistemática, constituyendo en sí mismo un hallazgo relevante sobre los límites del análisis cuantitativo.

En conjunto, cada estrategia ataca un problema distinto: el DCA resuelve el problema del timing de entrada, el MA200 protege de las caídas prolongadas y el momentum identifica qué activo aprovechar en cada momento del ciclo. Su denominador común es que transforman decisiones emocionalmente complejas en reglas mecánicas, replicables y evaluables con datos históricos, lo que las convierte en el objeto de análisis natural de un trabajo centrado en Business Analytics aplicado a la inversión.

V. DATOS Y METODOLOGÍA EMPÍRICA

5.1. Selección de activos

El universo de activos analizado en este trabajo comprende cinco instrumentos financieros —S&P 500, Nasdaq 100, Russell 2000, oro y Bitcoin— y un indicador de referencia para el mercado inmobiliario, el índice S&P/Case-Shiller. La justificación teórica y práctica de esta selección ha sido desarrollada en el apartado 3.3 de la Introducción, al que se remite al lector. A efectos metodológicos, conviene señalar únicamente que los tres bloques de activos —renta variable, activos refugio e inmobiliario— han sido seleccionados con el criterio de representar perfiles de riesgo, frecuencia de datos y comportamiento macroeconómico suficientemente diferenciados como para que el análisis comparativo tenga sentido analítico y no sea redundante.

5.2. Fuentes de datos y horizonte temporal

Los datos históricos de precios de los cinco activos financieros fueron obtenidos de Yahoo Finance, descargando individualmente la serie de cada activo en formato CSV desde la propia plataforma web. Esta fuente proporciona precios de cierre diarios ajustados por operaciones corporativas —splits y dividendos— y es ampliamente utilizada en estudios empíricos de finanzas cuantitativas por su accesibilidad, consistencia y cobertura histórica. El índice Case-Shiller (serie CSUSHPINSA) y el Índice de Precios al Consumo (serie CPIAUCSL) fueron descargados en formato CSV directamente desde la base de datos FRED de la Reserva Federal de St. Louis, que constituye la referencia institucional estándar para datos macroeconómicos en la literatura académica.

El análisis abarca desde enero de 2000 hasta abril de 2026, proporcionando aproximadamente 26 años de historia financiera con ciclos completos de expansión, crisis y recuperación. Esta amplitud temporal es condición necesaria para que el análisis por regímenes tenga validez y para que las métricas de largo plazo —CAGR y máximo drawdown— reflejen verdaderos ciclos completos y no únicamente fases alcistas parciales. Bitcoin constituye una excepción: su serie histórica de precios en mercados organizados comienza en julio de 2010, lo que reduce su periodo de análisis

efectivo a aproximadamente 16 años. Cualquier métrica calculada sobre el periodo completo para este activo debe interpretarse con cautela, dado que el punto de partida coincide con niveles de precio no replicables por ningún inversor que no hubiera estado expuesto al activo desde sus primeros meses de existencia.

5.3. Proceso de construcción y armonización del dataset

La construcción del dataset de trabajo siguió un proceso estructurado en tres fases diferenciadas que garantiza la trazabilidad completa del origen, tratamiento y transformación de los datos.

El proceso arrancó con la recopilación individual de cada serie. Cada activo fue buscado y descargado por separado desde Yahoo Finance en formato CSV, obteniendo para cada uno un archivo con las columnas de fecha, precio de apertura, máximo, mínimo, cierre, cierre ajustado y volumen. El índice Case-Shiller y el CPI fueron igualmente descargados por separado desde FRED en formato CSV. Una vez reunidos todos los archivos individuales, se realizó una primera verificación de calidad activo por activo, comprobando la ausencia de duplicados en las fechas, la coherencia de los tipos de datos y la consistencia entre las distintas columnas de precio. Ninguna serie presentó duplicados ni inconsistencias materiales en esta fase.

Con todas las series reunidas, el siguiente paso fue su unificación y armonización. Todos los archivos individuales fueron integrados manualmente en un único dataset consolidado en formato Excel, que constituye la fuente única de referencia para todo el análisis posterior. Este archivo incluye tanto un formato wide —con una fila por fecha y una columna por activo— conveniente para correlaciones y comparativas simultáneas, como un formato long o tidy —con una fila por observación— más adecuado para el procesamiento agrupado. La coherencia entre ambos formatos fue verificada mediante controles cruzados de rangos de fecha y totales de observaciones. El archivo Excel resultante fue acompañado de una hoja de documentación interna que recoge la fuente de cada serie, la fecha de descarga, el periodo cubierto y las incidencias detectadas durante la limpieza.

Una vez consolidado el dataset en Excel, fue importado a Python para el tratamiento analítico final. A partir de ese único archivo Excel, se realizaron todas las

transformaciones necesarias: conversión de tipos de datos, ordenación cronológica, relleno hacia adelante en fechas sin cotización para activos con calendarios distintos, y construcción de un dataset secundario en frecuencia mensual —tomando el precio de cierre del último día hábil de cada mes— para los análisis que requieren comparación con el Case-Shiller. El código completo de Python utilizado en todas las fases de tratamiento, transformación, cálculo de métricas y generación de gráficos se recoge en el Anexo Técnico del trabajo.

El principal reto de armonización surgió de la heterogeneidad de frecuencias y calendarios. Los índices bursátiles tienen días no hábiles por festivos, el oro cotiza también en mercados internacionales durante fines de semana, y Bitcoin opera de forma continua los 365 días del año. Para el análisis de estrategias diarias —en particular el filtro MA200— se trabajó con cada serie en su frecuencia nativa, aplicando relleno hacia adelante únicamente donde era estrictamente necesario para el cálculo de métricas acumuladas. Para los análisis comparativos que involucran el Case-Shiller, se utilizó el dataset mensual previamente descrito.

5.4. Ajuste por inflación: de la rentabilidad nominal a la real

Una de las decisiones metodológicas más relevantes de este trabajo es la incorporación sistemática del ajuste por inflación en el análisis de rentabilidades. La rentabilidad nominal no mide la ganancia real del inversor si el nivel general de precios ha variado durante el horizonte de inversión. Como señalan Jordà et al. (2019, p. 9), ignorar la inflación en análisis de largo plazo conduce a sobreestimar de forma sistemática el enriquecimiento real generado por las inversiones, especialmente en activos de baja rentabilidad nominal.

El procedimiento de ajuste se implementó construyendo un deflactor a partir del índice CPI normalizado a 1 en la primera fecha disponible del análisis. La serie de precios real de cada activo se obtiene dividiendo la serie nominal entre dicho deflactor en cada momento del tiempo, de modo que los retornos reales reflejan el incremento del poder adquisitivo neto de la erosión inflacionaria. El ajuste se aplicó en frecuencia mensual, que es la frecuencia nativa del CPI, propagando los valores mensuales hacia adelante para las series diarias cuando así lo requería el análisis.

El periodo analizado registra una inflación anualizada aproximada del 2,6% según la serie CPIAUCSL. Este umbral se incorpora explícitamente como referencia en el análisis comparativo, ya que permite evaluar no solo qué activos o estrategias han generado más rentabilidad nominal, sino cuáles han cumplido el objetivo mínimo de preservar el valor real del capital a lo largo del tiempo.

5.5. Definición operativa de las estrategias sistemáticas

Las tres estrategias analizadas —Buy & Hold, MA200 y momentum rotacional— comparten una propiedad fundamental: están definidas por reglas mecánicas, objetivas y completamente replicables, sin intervención discrecional en ningún momento del proceso. Esta propiedad es la que las hace adecuadas para un análisis de Business Analytics, cuyo objetivo no es evaluar la habilidad de un gestor individual sino la capacidad de un sistema de reglas para mejorar los resultados de inversión de forma sistemática y auditable.

El Buy & Hold actúa como referencia pasiva. Consiste en invertir el capital inicial en la primera fecha disponible de cada serie y mantener la posición hasta el final del periodo sin ninguna condición de salida ni rebalanceo. Su función es la de benchmark: cualquier estrategia activa que no supere al Buy & Hold en al menos alguna de las métricas relevantes no estaría añadiendo valor demostrable.

El filtro MA200 establece que, cuando el precio de cierre del activo supera su media móvil de los últimos 200 días, la estrategia mantiene la posición larga; cuando cae por debajo, liquida la posición y permanece en efectivo. La implementación introduce un desplazamiento de un día en la aplicación de la señal —la señal calculada en el día t se aplica al rendimiento del día $t+1$ — para evitar el sesgo de anticipación o look-ahead bias, ajuste estándar en la literatura de backtesting (Faber, 2013, p. 23; López de Prado, 2018, p. 54). Se ha incorporado además un coste de fricción del 0,1% por operación para aproximar los costes reales de transacción y obtener resultados más conservadores.

La estrategia de momentum rotacional sigue la formulación 12-1: en cada revisión mensual se calcula el retorno acumulado de cada activo en los últimos doce meses, excluyendo el mes más reciente. El activo con mayor momentum es el seleccionado

para el periodo siguiente. La exclusión del último mes responde a la evidencia de reversión de corto plazo documentada por Jegadeesh y Titman (1993, p. 68). Esta estrategia se analiza en dos versiones —con y sin Bitcoin en el universo de selección— como decisión metodológica deliberada para ilustrar cómo la incorporación de activos con rentabilidades extraordinarias pero históricamente irrepetibles puede distorsionar las conclusiones de una estrategia sistemática.

5.6. Métricas de evaluación

La evaluación del rendimiento de cada activo y estrategia se realiza mediante cinco métricas complementarias. El CAGR mide la rentabilidad media anualizada implícita en el crecimiento total del capital, permitiendo comparar activos con distintos puntos de inicio o longitud de serie. La volatilidad anualizada se calcula como la desviación típica de los retornos diarios multiplicada por $\sqrt{252}$ para series diarias, o por $\sqrt{12}$ para series mensuales. El máximo drawdown mide la caída máxima desde un máximo histórico hasta un mínimo posterior, representando la pérdida a la que habría estado expuesto el inversor con peor timing durante el periodo: es la métrica que mejor captura el riesgo psicológico y práctico de una estrategia para un inversor real. El ratio de Sharpe relaciona el exceso de retorno sobre el activo libre de riesgo —aproximado en un 2% anual— con la volatilidad. Complementariamente, el ratio de Calmar divide el CAGR entre el máximo drawdown, ofreciendo una perspectiva diferente sobre la misma pregunta: cuánta rentabilidad se obtiene por cada unidad de caída extrema soportada. Ambos ratios juntos permiten evaluar la eficiencia de una estrategia desde dos ángulos distintos.

5.7. Análisis por regímenes macroeconómicos

El análisis por regímenes responde a una limitación fundamental de los estudios que reportan únicamente métricas de largo plazo: ocultan la variabilidad del comportamiento de activos y estrategias a lo largo del tiempo. Un activo que en promedio ha funcionado bien puede haber destruido valor precisamente en los momentos en que más se necesitaba su contribución. Las relaciones entre activos y los patrones de rentabilidad no son estacionarios, sino que cambian en función del entorno macroeconómico predominante, lo que hace imprescindible condicionar el análisis al régimen vigente en cada periodo (Jordà et al., 2019, p. 8).

El trabajo divide el horizonte de análisis en siete regímenes diferenciados: la burbuja puntocom y su colapso (2000–2002), la expansión crediticia previa a la crisis (2003–2007), la crisis financiera global (2008–2009), la fase de recuperación con tipos de interés cercanos a cero o negativos —conocida como ZIRP— (2010–2019), el shock pandémico (2020), el episodio de alta inflación y endurecimiento monetario (2021–2022), y la fase de desinflación y auge de la inteligencia artificial (2023–2026). Esta segmentación no pretende ser exhaustiva desde el punto de vista de la economía monetaria, sino proporcionar un marco operativo suficientemente diferenciado para revelar cambios significativos en el comportamiento de los activos y en la eficacia de las estrategias analizadas.

5.8. Limitaciones metodológicas

Toda investigación empírica de este tipo está sujeta a limitaciones que deben reconocerse explícitamente para no sobreestimar la validez o generalización de sus conclusiones.

La primera es el sesgo de selección retrospectiva. Los activos analizados han sido elegidos con conocimiento previo de que sus datos son suficientes y de que su comportamiento histórico es de interés. El oro y Bitcoin, en particular, han adquirido relevancia en el debate inversor precisamente después de demostrar rentabilidades extraordinarias en ciertos periodos. Cualquier extrapolación de estos resultados al comportamiento futuro debe hacerse con la cautela propia del análisis histórico.

La segunda limitación es la ausencia de fricción de ejecución real completa. Aunque se ha incorporado un coste de transacción del 0,1% en la estrategia MA200, no se modelan otros costes como el deslizamiento de precio, las comisiones de gestión o el impacto de mercado. Los resultados deben entenderse como indicativos del potencial de las reglas analizadas, no como rentabilidades netas obtenibles sin más en condiciones reales.

La tercera limitación afecta específicamente al Case-Shiller: el índice recoge únicamente la apreciación del precio de la vivienda, sin incluir el rendimiento por alquiler. Sus resultados no son, por tanto, directamente comparables con las rentabilidades totales del resto de activos financieros, que sí incluyen dividendos o

ganancias de capital completas.

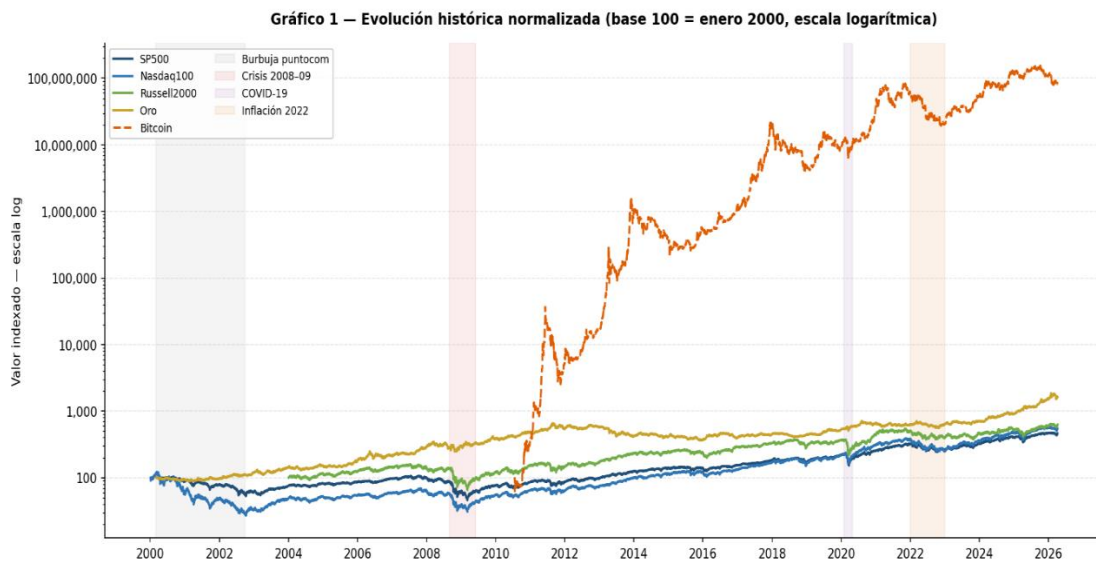
La cuarta limitación afecta al análisis con Bitcoin, cuya historia de precios es corta, arranca desde niveles no replicables por un inversor convencional y cuyo régimen de volatilidad ha cambiado de forma pronunciada a lo largo del tiempo. Sus métricas de largo plazo deben interpretarse como indicativas de su potencial de revalorización histórica, no como estimaciones de rentabilidad esperada.

Finalmente, el análisis no incorpora optimización de parámetros. La ventana de 200 días para el MA200 y el horizonte de doce meses menos uno para el momentum corresponden a los parámetros estándar en la literatura (Faber, 2013, p. 23; Jegadeesh y Titman, 1993, p. 68), no al resultado de una búsqueda de valores que maximicen el rendimiento histórico. Esta decisión evita deliberadamente el problema de sobreajuste u overfitting, que López de Prado (2018, pp. 106–108) identifica como una de las causas principales del fracaso de las estrategias cuantitativas cuando se implementan en condiciones reales de mercado.

VI. RESULTADOS

6.1. Evolución histórica de los activos: análisis descriptivo (2000–2026)

El punto de partida del análisis empírico es la observación de la trayectoria histórica de los cinco activos durante el periodo completo. El Gráfico 1 recoge la evolución normalizada de las series de precios en escala logarítmica, tomando como base 100 la primera observación disponible de cada activo. La escala logarítmica es imprescindible en este caso porque la magnitud de la revalorización de Bitcoin —del orden de varios millones sobre su precio inicial— haría invisible cualquier movimiento del resto de activos en una escala lineal.



La primera lectura del gráfico confirma la heterogeneidad extrema de los activos analizados. Los tres índices bursátiles —S&P 500, Nasdaq 100 y Russell 2000— muestran trayectorias similares en términos de forma: una caída pronunciada entre 2000 y 2002 asociada al colapso de la burbuja tecnológica, especialmente severa en el Nasdaq 100, que llegó a perder más del 75% de su valor desde máximos; una recuperación hasta 2007; una nueva caída en 2008–2009; y una fase alcista sostenida que se extiende hasta el final del periodo, con interrupciones en 2020 y 2022. El oro muestra una trayectoria diferente: ausencia de caída en la fase puntocom, revalorización significativa entre 2000 y 2012, una corrección entre 2013 y 2018 y una nueva aceleración al alza desde 2019 que se intensifica en 2024–2025, convirtiéndolo en uno de los activos con mejor comportamiento relativo del periodo reciente. Bitcoin, cuya serie arranca en julio de 2010, dibuja una curva exponencial interrumpida por ciclos de caída y recuperación de enorme magnitud, sin correlación visual clara con el resto de activos en sus primeros años.

Los estadísticos descriptivos de los retornos diarios se recogen en la Tabla 1 del Anexo. Conviene destacar aquí los datos más relevantes para el análisis posterior. El retorno diario medio más elevado corresponde a Bitcoin (0,47%), seguido del oro (0,046%), el Russell 2000 (0,042%), el Nasdaq 100 (0,036%) y el S&P 500 (0,030%). Sin embargo, estas cifras de rentabilidad media no pueden interpretarse de forma aislada: la volatilidad diaria de Bitcoin (5,33%) multiplica por más de cuatro la del

índice más volátil de los bursátiles (Nasdaq 100, 1,53%), y su curtosis de 17,1 indica una distribución de retornos con colas extraordinariamente más gruesas que una distribución normal. Este dato tiene implicaciones directas para la gestión del riesgo: los eventos extremos en Bitcoin son mucho más frecuentes de lo que predice cualquier modelo basado en normalidad, lo que hace que las métricas convencionales de volatilidad infravaloren su riesgo real.

La distribución de retornos de cada activo, visible en el Gráfico 2 del Anexo, refuerza esta observación. Todos los activos presentan leptocurtosis —colas más pesadas que la distribución normal—, pero el efecto es especialmente pronunciado en el S&P 500 (curtosis 11,4) y en Bitcoin (curtosis 17,1). El Value at Risk histórico al 95% —es decir, la pérdida diaria que se supera en el 5% de los días con peores resultados asciende a -1,81% para el S&P 500, -2,49% para el Nasdaq 100 y -6,80% para Bitcoin.

La matriz de correlaciones de retornos mensuales, visible en el Gráfico 3 del Anexo, revela otro resultado de gran relevancia para el diseño de carteras: los tres índices bursátiles presentan correlaciones entre sí de entre 0,86 y 0,90, lo que implica que se mueven prácticamente juntos y ofrecen escasa diversificación entre ellos. El oro, en cambio, presenta correlaciones de entre 0,05 y 0,07 con los índices, confirmando su papel como diversificador real en el conjunto del periodo. Bitcoin muestra correlaciones de entre 0,16 y 0,19 con la renta variable, lo que sugiere una independencia parcial pero no completa respecto al ciclo bursátil.

6.2. Rentabilidad y riesgo en Buy & Hold: comparativa entre activos

La Tabla 1 recoge las métricas de rendimiento y riesgo calculadas para cada activo en la estrategia de Buy & Hold, que actúa como benchmark pasivo de referencia para todo el análisis posterior. Las métricas se presentan tanto en términos nominales como en términos reales, ajustadas por la inflación acumulada del periodo, cuya tasa anualizada asciende al 2,6% según la serie CPIAUCSL.

Tabla 1 — Métricas de rendimiento y riesgo por activo (Buy & Hold, 2000–2026)

Activo	Periodo	CAGR nominal (%)	Volatilidad anual (%)	Máx. Drawdown (%)	Sharpe	Calmar	Rent. total
S&P 500	2000–2026	6,08	18,81	(56,78)	0,289	0,107	4,62x
Nasdaq 100	2000–2026	6,69	24,34	(77,93)	0,295	0,086	5,48x
Russell 2000	2004–2026	8,59	23,35	(58,64)	0,370	0,147	6,27x
Oro	2000–2026	11,29	16,81	(44,69)	0,577	0,253	16,32x
Bitcoin *	2010–2026	138,91	84,64	(93,07)	1,374	1,493	n/c
Vivienda Shiller)**	(Case-2004–2026)	3,90	2,95	(27,42)	0,637	0,142	2,32x

Nota: Bitcoin: CAGR no comparable con el resto de activos por razones metodológicas (véase §5.8). ** Case-Shiller: recoge únicamente apreciación de precio, sin incluir rendimiento por alquiler; frecuencia mensual. Tasa libre de riesgo: 2% anual. Fuente: elaboración propia a partir de Yahoo Finance y FRED. Russell 2000 y Case-Shiller: series disponibles desde enero de 2004.

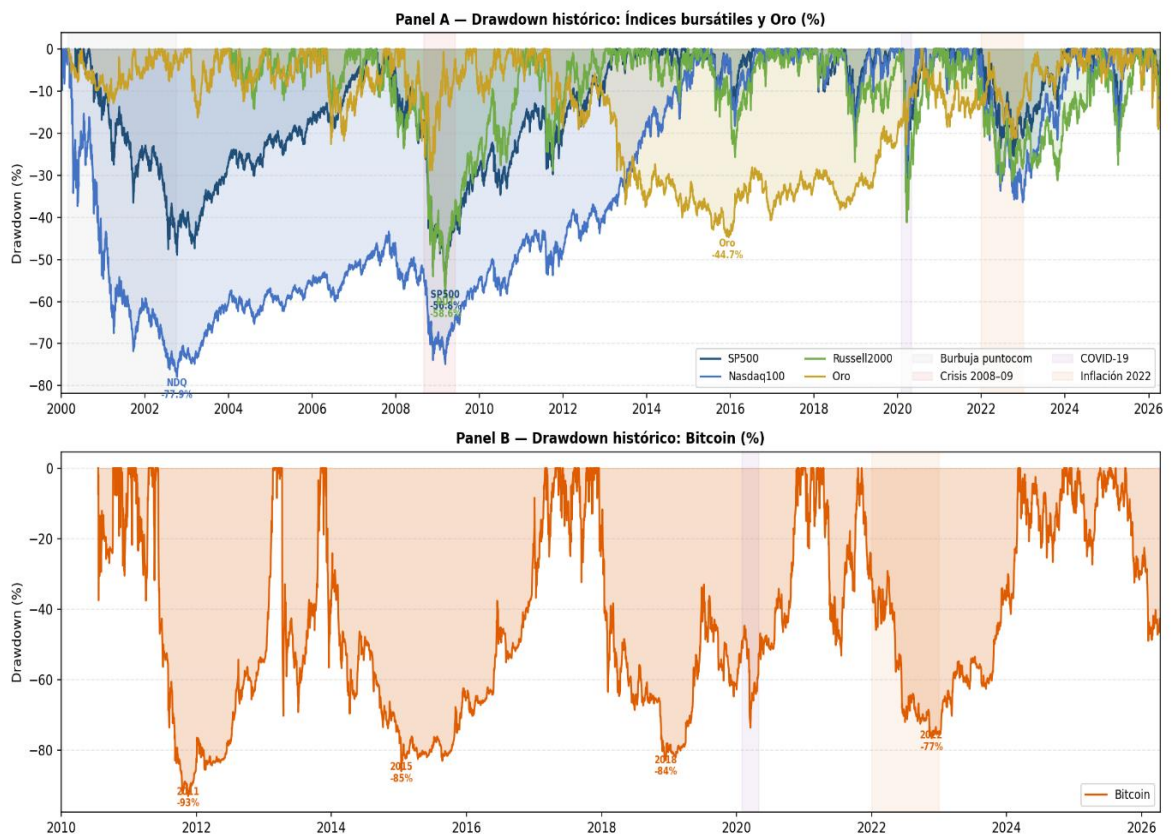
Los resultados nominales revelan una jerarquía de rentabilidad clara. Bitcoin lidera con un CAGR nominal del 138,9%, aunque su periodo de análisis arranca en 2010 desde un precio de partida no replicable, lo que obliga a interpretar esta cifra con las reservas metodológicas señaladas en la Sección V. Entre los activos con series completas desde 2000, el oro destaca con un CAGR nominal del 11,3%, claramente por encima de los tres índices bursátiles: Russell 2000 (8,6%), Nasdaq 100 (6,7%) y S&P 500 (6,1%). El Case-Shiller, que recoge únicamente la apreciación del precio de la vivienda sin incluir el rendimiento por alquiler, muestra el CAGR nominal más moderado del conjunto, un 3,9%.

El análisis ajustado por inflación, recogido en el Gráfico 8 del Anexo, modifica de forma relevante esta jerarquía. Con una inflación anualizada del 2,6%, el Case-Shiller queda con un CAGR real del 1,3%, apenas por encima del umbral de preservación del poder adquisitivo. El S&P 500 pasa a un 5,7% real y el Russell 2000 a un 5,7% real. El oro, en cambio, obtiene un CAGR real del 8,9%, superando en términos reales a todos los índices bursátiles analizados. Este resultado es uno de los hallazgos más relevantes del trabajo: el oro no solo diversifica sino que, en el periodo estudiado, ha

generado más rentabilidad real que la renta variable estadounidense con una volatilidad inferior.

La dimensión de riesgo introduce matices igualmente importantes. La volatilidad anualizada del oro (16,8%) es inferior a la de los tres índices bursátiles (entre 18,8% y 24,3%), lo que eleva su ratio de Sharpe (0,577) a casi el doble que el del S&P 500 (0,289). El ratio de Calmar —que relaciona el CAGR con el drawdown máximo— sitúa al oro (0,253) también por encima de los índices. El drawdown máximo del oro durante el periodo es del -44,7%, frente al -56,8% del S&P 500 y el -77,9% del Nasdaq 100. El Russell 2000 presenta el peor drawdown máximo entre los índices analizados (-58,6%) con el menor ratio de Sharpe del conjunto (0,370), lo que lo convierte en el activo con la peor relación rentabilidad-riesgo de la renta variable.

Gráfico 7 — Drawdown histórico por activo (2000-2026)



El Gráfico 7 visualiza la evolución temporal de los drawdowns, lo que permite apreciar no solo la profundidad de las caídas sino su duración. El Nasdaq 100 tardó más de quince años en recuperar plenamente sus máximos del año 2000, lo que ilustra

de forma contundente el riesgo real que asume un inversor pasivo que compra en el momento equivocado. El oro muestra caídas más contenidas y recuperaciones más rápidas en la mayoría de episodios, con la excepción del periodo 2013–2018, en el que sufrió una corrección prolongada que su drawdown máximo del -44,7% no captura completamente en su dimensión temporal. Bitcoin, representado en el Panel B, presenta cuatro episodios de caída superiores al -77%, lo que confirma que su perfil de riesgo es cualitativamente distinto al del resto de activos y no puede gestionarse con las mismas herramientas.

6.3. Rentabilidad nominal versus real: el impacto de la inflación

El Gráfico 9 del Anexo visualiza el poder adquisitivo real de 100 euros invertidos en cada activo desde el inicio del periodo, ofreciendo la perspectiva más directa sobre la preservación del valor del capital. La línea de referencia punteada que representa el cash sin invertir cae progresivamente por debajo de 100, confirmando que mantener el dinero sin invertir implica una pérdida real sistemática de poder adquisitivo a lo largo del tiempo. Este resultado, por sencillo que parezca, es uno de los argumentos más poderosos que ofrece el Business Analytics para justificar la necesidad de una estrategia de inversión activa: la inacción tiene un coste real y medible.

Tabla 2 — Rentabilidad nominal vs real ajustada por CPI (inflación anualizada: 2,6%)				
Activo	CAGR nominal (%)	CAGR real (%)	Diferencia (pp)	¿Supera inflación?
S&P 500	6,22	5,67	0,55	Sí ✓
Nasdaq 100	6,89	8,57	(1,68)	Sí ✓
Russell 2000	8,44	5,73	2,71	Sí ✓
Oro	11,45	8,92	2,54	Sí ✓
Bitcoin	142,43	136,22	6,21	Sí ✓
Vivienda (Case-Shiller)	3,90	1,28	2,62	Sí ✓

Todos los activos analizados superan la inflación en términos de CAGR, lo que confirma que la inversión en cualquiera de ellos habría preservado el poder adquisitivo a lo largo del periodo completo. Sin embargo, la diferencia entre el CAGR nominal y el real varía entre 0,55 y 6,21 puntos porcentuales según el activo, lo que

pone de manifiesto que la inflación no es un factor marginal sino un determinante relevante de la rentabilidad efectiva. Para el Case-Shiller, cuyo CAGR nominal es del 3,9%, la diferencia con la inflación reduce la rentabilidad real a solo el 1,3%, un resultado que cuestiona la narrativa popular sobre la vivienda como inversión segura y de alta rentabilidad, al menos cuando se mide únicamente a través de la apreciación del precio.

6.4. Resultados por estrategia: Buy & Hold, MA200 y Momentum

6.4.1. Filtro de tendencia MA200

El Gráfico 10 del Anexo recoge la comparativa entre Buy & Hold y la estrategia MA200 para los cinco activos, con las métricas de rendimiento y riesgo incluidas en el encabezado de cada panel. La Tabla 3 resume los resultados más relevantes para el S&P 500, que actúa como activo de referencia principal.

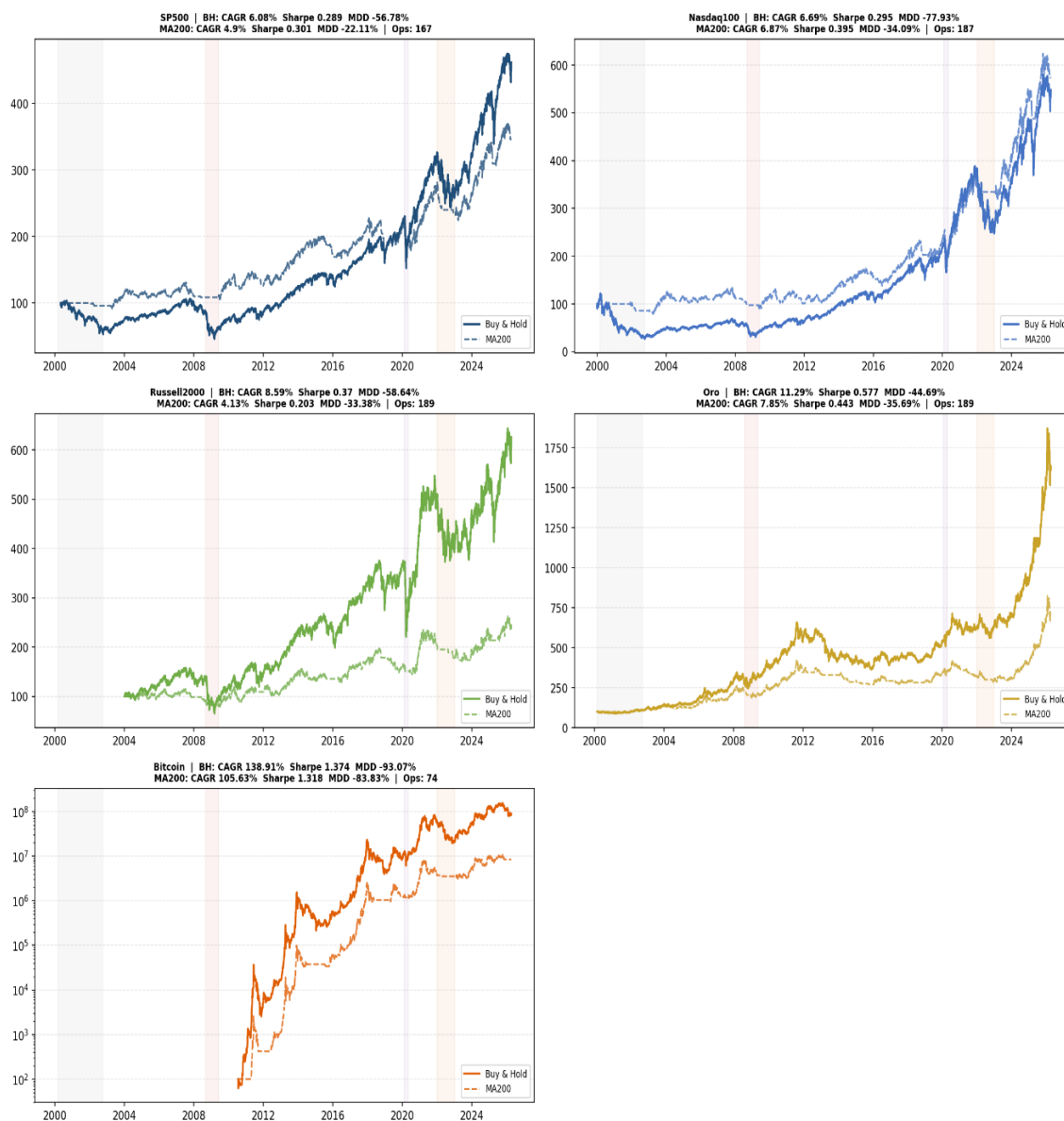
Tabla 3 — Comparativa de estrategias: Buy & Hold vs MA200 vs Momentum rotacional						
Activo / Estrategia	CAGR (%)	Volatilidad (%)	Máx. Drawdown (%)	Sharpe	Calmar	Operaciones
S&P 500						
Buy & Hold	6,08	18,81	(56,78)	0,289	0,107	—
MA200	4,90	10,44	(22,11)	0,301	0,222	167
Nasdaq 100						
Buy & Hold	6,69	24,34	(77,93)	0,295	0,086	—
MA200	6,87	13,38	(34,09)	0,395	0,202	187
Russell 2000						
Buy & Hold	8,59	23,35	(58,64)	0,370	0,147	—
MA200	4,13	14,31	(33,38)	0,203	0,124	189
Oro						
Buy & Hold	11,29	16,81	(44,69)	0,577	0,253	—
MA200	7,85	14,13	(35,69)	0,443	0,220	189
Bitcoin						
Buy & Hold	138,91	84,64	(93,07)	1,374	1,493	—
MA200	105,63	67,24	(83,83)	1,318	1,260	74
Momentum rotacional						
Con Bitcoin	41,97	109,90	(82,32)	0,558	0,510	—
Sin Bitcoin ★	11,18	16,95	(28,83)	0,596	0,388	—

Los resultados del MA200 muestran un patrón consistente a través de todos los activos: la estrategia reduce el drawdown máximo de forma significativa en todos los casos, pero sacrifica rentabilidad en la mayoría de ellos. Para el S&P 500, el drawdown máximo pasa de -56,8% en Buy & Hold a -22,1% en MA200, una reducción de más de 34 puntos porcentuales. Sin embargo, el CAGR cae del 6,1% al 4,9%, con 167 operaciones de entrada y salida en 26 años. El ratio de Sharpe mejora marginalmente, de 0,289 a 0,301, lo que indica que la mejora en protección compensa apenas el coste de la menor rentabilidad en términos de eficiencia ajustada al riesgo.

El caso del Nasdaq 100 es el más favorable para el MA200: es el único activo en el que la estrategia mejora simultáneamente el CAGR (de 6,7% a 6,9%) y reduce el drawdown máximo (de -77,9% a -34,1%), con un Sharpe que sube de 0,295 a 0,395. Este resultado no es sorprendente: el Nasdaq 100 es el activo que sufrió la caída más profunda del periodo —más del 75% durante la burbuja puntocom— y el que más se beneficia de un filtro que habría sacado al inversor del mercado antes de que la caída alcanzara su máxima profundidad.

No todos los activos cuentan la misma historia. El Russell 2000 y el oro son los casos donde el MA200 produce los resultados más decepcionantes. En el Russell 2000, el CAGR cae de 8,6% a 4,1%, una pérdida de más de 4 puntos anuales, con 189 operaciones que generan un efecto whipsaw severo —entradas y salidas frecuentes en mercados oscilantes que acumulan pequeñas pérdidas sin ofrecer la protección esperada. Para el oro, el MA200 reduce el CAGR de 11,3% a 7,9% sin una reducción proporcional del drawdown, lo que deteriora claramente el ratio de Calmar.

Gráfico 10 – Buy & Hold vs Estrategia MA200 por activo
(equity curve base 100, con coste de fricción 0.1%)



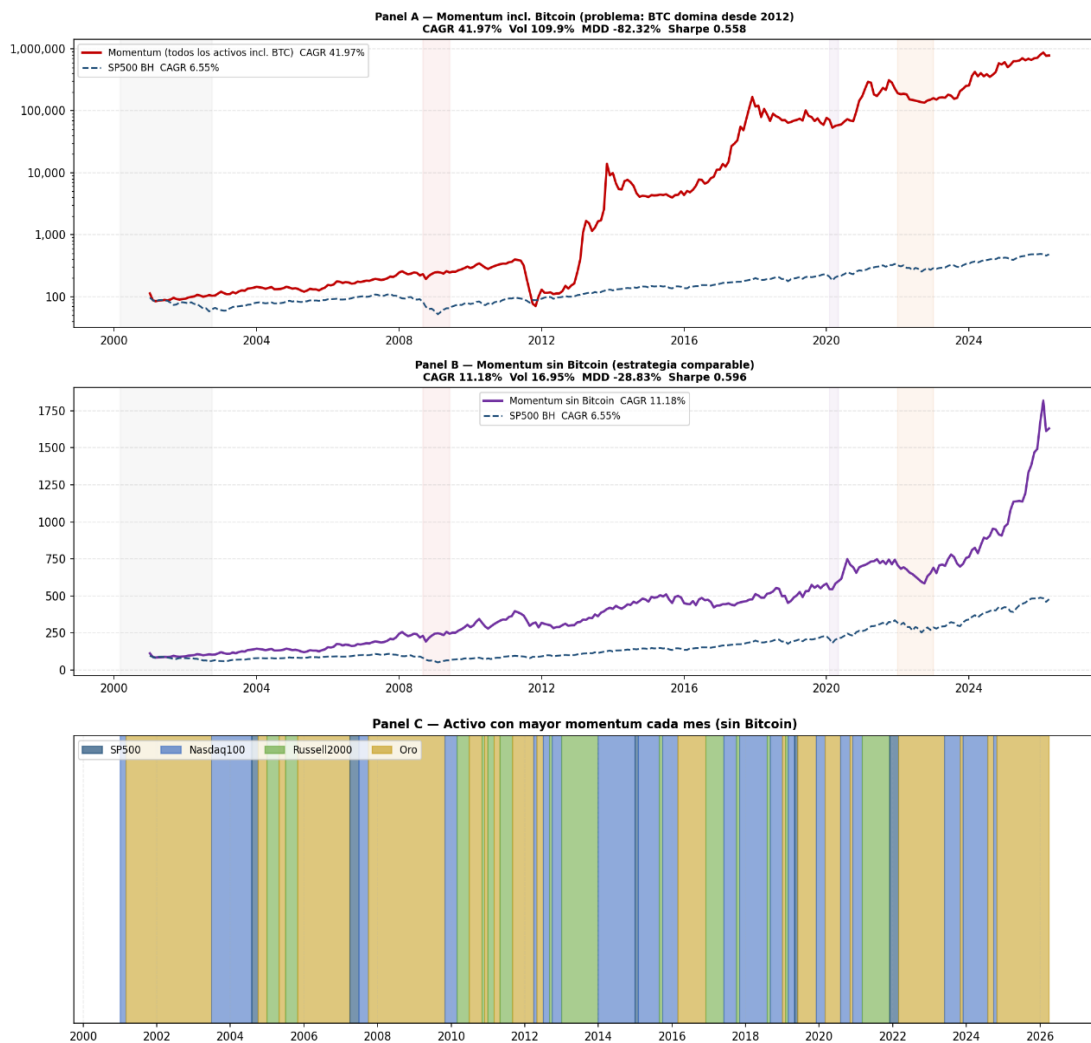
El Gráfico 11 del Anexo, que muestra los periodos en cash y en mercado de la estrategia MA200 sobre el S&P 500, permite ver con claridad cuándo la estrategia aportó valor y cuándo no. Los dos periodos largos en cash —2001–2003 y 2008–2009— son precisamente los que justifican la existencia de la estrategia: en ambos casos, el filtro habría sacado al inversor del mercado antes de que la caída alcanzara su máxima profundidad, evitando los drawdowns más severos del periodo. Sin embargo, fuera de esos dos episodios, los 84 periodos de salida registrados en 26 años muestran que la mayor parte de las operaciones son señales falsas que interrumpen la

participación en mercados alcistas y reducen la rentabilidad acumulada.

La conclusión analítica es clara: el MA200 es una herramienta de gestión de crisis, no de maximización de rentabilidad. Su valor se concentra en episodios de mercado bajista profundo y prolongado, y su coste principal es el whipsaw en entornos de mercado lateral o alcista con oscilaciones frecuentes alrededor de la media.

6.4.2. Momentum rotacional 12-1

Gráfico 13 – Estrategia Momentum 12-1: análisis con y sin Bitcoin



El Gráfico 13 presenta los resultados de la estrategia de momentum rotacional en sus dos versiones. La versión que incluye Bitcoin en el universo de selección genera un CAGR aparente del 42,0% con una volatilidad del 109,9%, resultado que queda completamente dominado por la presencia de Bitcoin como activo ganador en la

mayoría de los meses desde 2012. El Panel B del gráfico muestra que, a partir de esa fecha, Bitcoin es seleccionado de forma casi sistemática por el criterio de momentum, convirtiendo la estrategia en una exposición implícita y continua a este activo. El número es real, pero no es metodológicamente defendible como estrategia práctica: implica una concentración extrema en un único activo con un perfil de riesgo excepcional y un drawdown máximo del -82,3%.

La versión sin Bitcoin produce resultados cualitativamente distintos y metodológicamente más sólidos. Con un CAGR del 11,2%, una volatilidad del 17,0%, un drawdown máximo del -28,8% y un ratio de Sharpe de 0,596, el momentum sin Bitcoin supera al S&P 500 Buy & Hold en todas las métricas simultáneamente: más rentabilidad, menos volatilidad, menor caída máxima y mejor eficiencia ajustada al riesgo. El Panel C del gráfico muestra la rotación mensual entre activos: el oro domina en los periodos de crisis y alta incertidumbre, el Nasdaq 100 lidera en las fases de expansión tecnológica, y el Russell 2000 aparece en las recuperaciones cíclicas. Esta rotación refleja exactamente la lógica económica que sustenta el momentum: la persistencia de los rendimientos relativos permite identificar qué activo está en mejor momento en cada fase del ciclo.

Este resultado es el hallazgo más relevante del análisis de estrategias. Una regla mecánica simple — invertir cada mes en el activo que más ha subido en los últimos doce meses, excluyendo el mes más reciente — habría mejorado los resultados del S&P 500 Buy & Hold en todas las dimensiones relevantes, sin necesidad de ningún juicio discrecional ni conocimiento previo del entorno macroeconómico.

6.5. Análisis por regímenes macroeconómicos

El análisis por regímenes permite responder a la pregunta más exigente del trabajo: ¿cuándo añade valor el Business Analytics y cuándo no? Los resultados globales, por favorables que sean para una estrategia determinada, pueden ocultar periodos en los que esa misma estrategia destruye valor o amplifica las pérdidas.

Gráfico 16 – Comparativa de estrategias por régimen macroeconómico
¿Cuándo añade valor el Business Analytics?



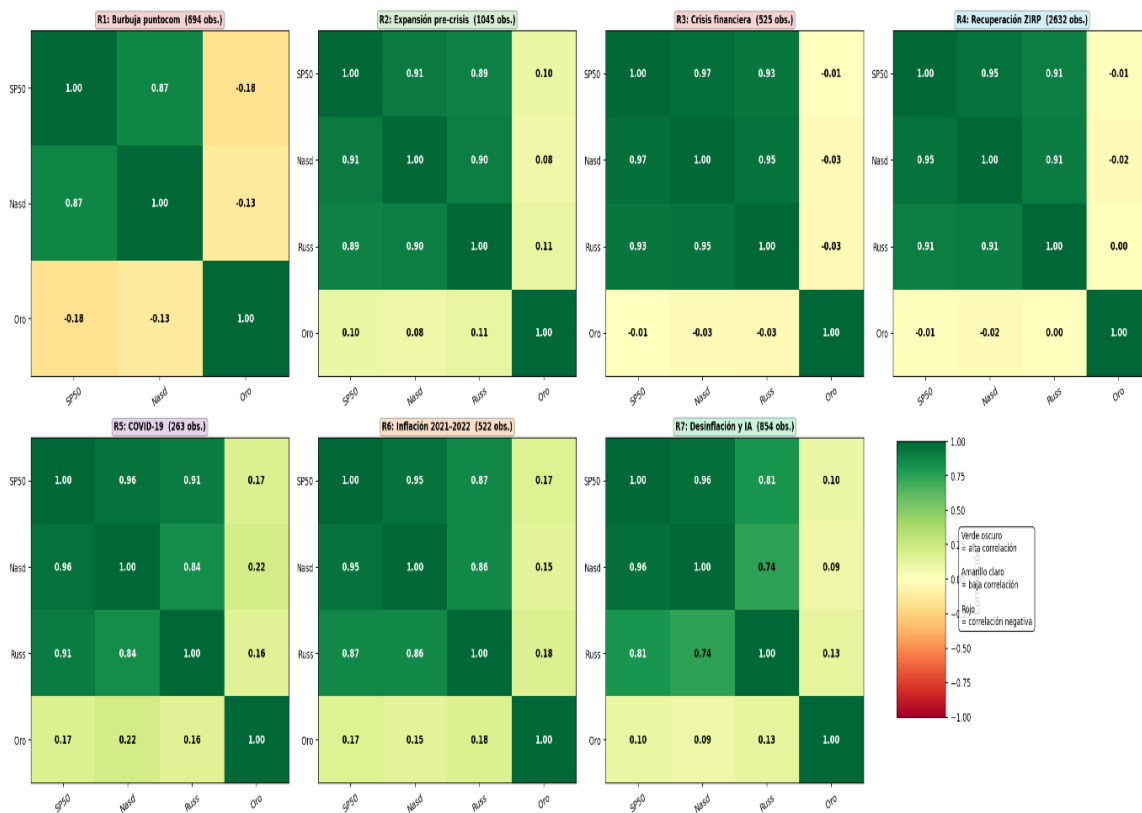
El Gráfico 16 recoge la comparativa de CAGR y drawdown máximo entre Buy & Hold, MA200 y Momentum para cada uno de los siete regímenes definidos. Los resultados permiten extraer conclusiones diferenciadas para cada régimen.

En los dos episodios de crisis severa —burbuja puntocom (R1) y crisis financiera (R3)— el Business Analytics demuestra su valor de forma más clara. En R1, el Buy & Hold del S&P 500 genera un CAGR de -17,5%, mientras que el MA200 limita la pérdida al -1,6% y el Momentum logra un resultado prácticamente neutro (-0,2%). En R3, el Buy & Hold cae al -12,9%, mientras que el MA200 consigue un +9,5% y el Momentum un +12,2%. En ambos casos, la diferencia entre seguir una regla sistemática y permanecer pasivamente invertido es de más de 20 puntos porcentuales de rentabilidad anualizada. Estos son los momentos en los que el Business Analytics añade valor de forma más contundente y medible.

En el régimen de recuperación con tipos cero —R4, que abarca la mayor parte de la década 2010–2019— el resultado se invierte. El Buy & Hold del S&P 500 genera un CAGR del 11,2%, mientras que el MA200 queda en el 5,0% y el Momentum sin Bitcoin en el 7,1%. En los mercados alcistas largos y sostenidos, el coste de oportunidad de estar en cash por señales falsas supera el beneficio de la protección. Este es el régimen en el que el Buy & Hold resulta imbatible para las estrategias analizadas.

El régimen de inflación y endurecimiento monetario (R6) produce el resultado más desfavorable para el Momentum: un CAGR de -3,8% frente al +1,1% del Buy & Hold y el +3,2% del MA200. La rotación por momentum falla en este régimen porque los activos que han tenido mejor comportamiento en los doce meses previos —la renta variable en la fase expansiva de 2021— son justamente los que más caen cuando los tipos suben bruscamente en 2022. El momentum compra los ganadores recientes justo cuando el ciclo gira, generando pérdidas en la rotación.

Gráfico 17 – Correlaciones entre activos por régimen macroeconómico
¿Cuándo el oro diversifica realmente? ¿Cuándo las correlaciones convergen en crisis?



El Gráfico 17 completa el análisis con la evolución de las correlaciones entre activos en cada régimen. El hallazgo más relevante es el comportamiento del oro. En R1 —burbuja puntocom— el oro presenta una correlación negativa con los índices bursátiles (-0,18 con el S&P 500), lo que lo convierte en el único activo del análisis que diversifica realmente durante la caída de la renta variable en ese periodo. En R3 —crisis financiera— la correlación del oro con la renta variable cae prácticamente a cero (-0,01), lo que confirma que su comportamiento fue independiente del mercado bursátil en ese episodio, aunque no inversamente correlacionado. En los regímenes de recuperación y expansión (R2, R4, R5, R7), el oro mantiene correlaciones bajas y estables con la renta variable (entre 0,08 y 0,22), lo que confirma su papel como diversificador estructural con independencia del régimen.

Un segundo hallazgo relevante del Gráfico 17 es el aumento de las correlaciones entre los índices bursátiles en los regímenes de crisis. En R2 (expansión), la correlación entre S&P 500 y Russell 2000 es de 0,89; en R3 (crisis financiera) sube a 0,93. En R5 (COVID-19) alcanza 0,91. Este patrón confirma empíricamente el argumento teórico expuesto en el Marco Conceptual: las correlaciones entre activos de renta variable convergen en episodios de estrés, reduciendo el beneficio de la diversificación interna precisamente cuando más se necesita.

La Tabla 3 del Anexo recoge los datos numéricos completos del análisis por regímenes para todos los activos y estrategias, incluyendo CAGR, volatilidad y drawdown máximo en cada uno de los siete periodos.

VII. DISCUSIÓN

7.1. Implicaciones para la gestión de fondos: eficiencia, disciplina y control de drawdowns

Los resultados obtenidos en la Sección VI permiten responder de forma directa a las tres preguntas de investigación planteadas en la introducción, y lo hacen con una conclusión que no es ni completamente favorable ni completamente desfavorable al Business Analytics: las estrategias sistemáticas añaden valor demostrable en determinados contextos, pero no en todos, y reconocer esa distinción es lo que hace

que el análisis cuantitativo sea útil.

La primera pregunta planteaba si las estrategias sistemáticas son capaces de reducir las pérdidas máximas en periodos bajistas. La respuesta empírica es afirmativa, con matices. La evidencia empírica de la Sección VI demuestra que esta protección es real y medible en los episodios de crisis más severos, pero tiene un coste igualmente real en mercados alcistas prolongados. Sin embargo, esta protección tiene un coste real: el CAGR del MA200 es inferior al del Buy & Hold en cuatro de los cinco activos analizados, y las 167 operaciones de entrada y salida registradas en el S&P 500 durante 26 años revelan que la mayor parte del tiempo la estrategia genera señales falsas que interrumpen la participación en mercados alcistas. El Business Analytics protege en crisis pero penaliza en expansión, y ese trade-off debe ser explícito en cualquier recomendación práctica.

La segunda pregunta se refería a la preservación del poder adquisitivo real. Los resultados son inequívocos: todos los activos analizados superan la inflación acumulada del periodo en términos de CAGR real, lo que confirma que la inversión en cualquiera de ellos habría preservado el poder adquisitivo. La inacción, en cambio, implica una pérdida real sistemática, como muestra la línea de cash del Gráfico 9. Este resultado tiene una implicación directa para la gestión de fondos: no invertir no es una opción neutral, sino una decisión con un coste real y medible que el Business Analytics puede cuantificar con precisión. El hallazgo más relevante en este ámbito es que el oro, con un CAGR real del 8,9%, supera en términos reales a todos los índices bursátiles analizados, con una volatilidad inferior. Este resultado cuestiona la narrativa habitual que sitúa a la renta variable como el activo de mayor rentabilidad ajustada al riesgo en horizontes largos, al menos para el periodo 2000–2026.

La tercera pregunta interrogaba sobre la consistencia de los resultados a través de distintos regímenes macroeconómicos. Aquí es donde el análisis aporta la perspectiva más matizada y académicamente más valiosa. Ninguna estrategia domina en todos los regímenes. El Buy & Hold es la mejor opción en mercados alcistas largos como el ZIRP de 2010–2019. El MA200 es claramente superior en crisis profundas como 2000–2002 y 2008–2009. El Momentum sin Bitcoin ofrece el mejor equilibrio global, pero falla en el régimen de inflación y subida de tipos de 2021–2022, porque compra

los ganadores recientes justo cuando el ciclo gira. La dependencia del régimen no es un fallo del análisis cuantitativo: es uno de sus hallazgos más importantes, porque revela que la elección de estrategia no puede dissociarse del contexto macroeconómico en el que se aplica.

7.2. El valor real del Business Analytics: evidencia frente a intuición

El resultado central de este trabajo no es que una estrategia concreta sea óptima, sino que el Business Analytics permite cuantificar con precisión cuándo y cuánto valor añade cada aproximación sistemática, y cuándo no lo hace. Esta capacidad de medición objetiva es en sí misma el aporte principal del análisis cuantitativo a la gestión de inversiones.

Hay un contraste que resume mejor que ningún otro el argumento central del trabajo: el Momentum rotacional sin Bitcoin frente al S&P 500 Buy & Hold. Una regla mecánica simple —invertir cada mes en el activo con mayor rentabilidad acumulada en los últimos doce meses— habría generado un CAGR del 11,2% frente al 6,1% del Buy & Hold, con menor volatilidad (17,0% frente a 18,8%), menor drawdown máximo (-28,8% frente a -56,8%) y mejor ratio de Sharpe (0,596 frente a 0,289). Mejorar a la vez las tres dimensiones que importan a un inversor real —ganar más, perder menos y hacerlo de forma consistente— sin ninguna intervención discrecional, es la demostración más directa del valor que puede aportar una regla sistemática bien definida.

Sin embargo, el análisis también revela los límites de esta aproximación. La versión del Momentum que incluye Bitcoin produce un CAGR aparente del 42%, pero ese resultado queda completamente dominado por un único activo con un perfil de riesgo excepcional, convirtiéndose en una exposición implícita a Bitcoin más que en una verdadera estrategia de rotación. El caso ilustra uno de los riesgos más frecuentes en el análisis cuantitativo: la posibilidad de que una regla mecánica capture rentabilidades históricas que no reflejan una anomalía de mercado explotable sino una singularidad estadística irrepetible. Como señala López de Prado (2018, pp. 106–108), el sobreajuste a los datos históricos es la causa principal del fracaso de las estrategias cuantitativas en condiciones reales de mercado, y la comparación entre las

dos versiones del Momentum en este trabajo ilustra ese riesgo de forma directa.

7.3. El oro y Bitcoin: dos narrativas, dos realidades empíricas

Uno de los debates más recurrentes en la gestión de carteras es el papel de los activos refugio, y los resultados de este trabajo aportan evidencia empírica concreta que permite ir más allá de las narrativas habituales.

El oro confirma su función diversificadora a lo largo del periodo completo. Su correlación con los índices bursátiles se mantiene sistemáticamente baja en todos los regímenes —entre -0,18 y 0,22— y llega a ser negativa en la burbuja puntocom, el único régimen del análisis en el que un activo del universo muestra correlación negativa con la renta variable. Adicionalmente, su rentabilidad real del 8,9% supera a la de todos los índices bursátiles, con una volatilidad inferior. Estos datos refuerzan empíricamente la distinción conceptual de Baur y Lucey (2010, p. 5) entre hedge y safe haven: el oro no solo diversifica en condiciones normales sino que muestra un comportamiento diferencial en episodios de estrés bursátil severo. No obstante, los resultados también revelan sus limitaciones: en el régimen de inflación de 2021–2022, el oro generó un CAGR de -2%, lo que contradice la narrativa popular que lo presenta como cobertura natural frente a la inflación. Su función protectora es real en crisis financieras pero no en episodios de endurecimiento monetario.

Con Bitcoin la historia es más difícil de contar. Sus métricas de rentabilidad nominal son extraordinarias, pero su drawdown máximo del -93% y su volatilidad del 84,6% lo sitúan en una categoría de riesgo cualitativamente distinta al resto de activos. Más relevante aún es el hallazgo sobre su correlación con la renta variable: mientras que en los primeros años de análisis Bitcoin mostraba independencia respecto al ciclo bursátil, los resultados del análisis por regímenes muestran una correlación creciente con los índices en los periodos más recientes, lo que es coherente con la evidencia documentada por Gómez Martínez et al. (2024, p. 12) sobre el cambio estructural en su correlación con el S&P 500 a partir de 2020. En consecuencia, Bitcoin no puede ser tratado como activo refugio en el periodo reciente analizado, sino como un activo especulativo con un perfil de rentabilidad-riesgo excepcional que distorsiona cualquier estrategia sistemática en la que participa.

7.4. El mercado inmobiliario en el contexto comparativo

La inclusión del Case-Shiller en el análisis permite extraer una conclusión relevante sobre el papel de la vivienda como activo de inversión. Con un CAGR nominal del 3,9% y real del 1,3%, la apreciación del precio de la vivienda apenas supera el umbral de preservación del poder adquisitivo, quedando muy por debajo de la rentabilidad de los activos financieros analizados. Este resultado es coherente con la distinción metodológica señalada en el Marco Conceptual: Jordà et al. (2019, pp. 11–12) documentan rentabilidades totales de la vivienda comparables a la renta variable, pero esas cifras incluyen el rendimiento por alquiler, que el Case-Shiller no recoge.

Lo que sí muestra el Case-Shiller es la característica más valiosa del inmobiliario desde la perspectiva de la gestión del riesgo: una volatilidad del 3,0% y un drawdown máximo del -27,4%, ambos sustancialmente inferiores a los de cualquier activo financiero del análisis. La vivienda, medida por apreciación de precio, es el activo más estable del universo analizado, con una caída máxima que ni siquiera durante la crisis de 2008 superó el -28%. Para un inversor cuyo objetivo principal es la preservación del capital y no la maximización de la rentabilidad, esta característica es estructuralmente relevante aunque la rentabilidad por precio sea modesta.

7.5. Limitaciones del análisis y líneas futuras

Los resultados de este trabajo deben interpretarse dentro de los límites metodológicos reconocidos en la Sección V. El sesgo de selección retrospectiva, la ausencia de fricción de ejecución real completa y la singularidad estadística de Bitcoin en el periodo analizado son las tres restricciones más relevantes para la generalización de las conclusiones.

Desde el punto de vista de las extensiones posibles, el análisis podría enriquecerse incorporando bonos del Tesoro como activo adicional del universo, lo que permitiría evaluar el papel de la renta fija en los regímenes de aversión al riesgo y replicar de forma más completa el marco de análisis multiactivo de Faber (2013). Una segunda extensión natural sería la incorporación de REITs como aproximación al mercado inmobiliario con frecuencia diaria y rendimiento total, lo que resolvería la limitación del Case-Shiller como indicador exclusivo de precio. La extensión más ambiciosa sería

incorporar técnicas de machine learning para la identificación automática de regímenes —en la línea de los métodos de cambio de régimen de Markov— permitiría superar la segmentación temporal discrecional utilizada en este trabajo y construir un sistema de detección de régimen en tiempo real con aplicaciones directas a la gestión activa de carteras.

VIII. CONCLUSIONES

8.1. Síntesis de resultados

Este trabajo ha analizado el comportamiento de cinco activos financieros y un indicador de mercado inmobiliario a lo largo de un periodo de 26 años, evaluando tres estrategias sistemáticas de inversión mediante métricas de rendimiento, riesgo y eficiencia ajustada al riesgo, tanto en términos nominales como reales. El análisis ha combinado estadística descriptiva, backtesting con costes de fricción, ajuste por inflación y segmentación por regímenes macroeconómicos, con el objetivo de determinar en qué medida el Business Analytics aporta valor demostrable a la toma de decisiones de inversión frente a una posición pasiva de comprar y mantener.

Los resultados permiten establecer una jerarquía de rentabilidad real clara para el periodo analizado. El oro, con un CAGR real del 8,9% y una volatilidad anualizada del 16,8%, ofrece la mejor relación rentabilidad-riesgo del conjunto de activos con series completas desde 2000, superando en términos reales a todos los índices bursátiles analizados y con un drawdown máximo inferior. Los índices de renta variable ofrecen rentabilidades reales entre el 5,7% y el 8,6%, con volatilidades superiores y caídas máximas que en el caso del Nasdaq 100 alcanzan el -77,9% durante la burbuja puntocom. La vivienda, medida por apreciación de precio a través del Case-Shiller, ofrece la mayor estabilidad del universo analizado — volatilidad del 3,0% y drawdown máximo del -27,4% — pero su CAGR real del 1,3% apenas supera el umbral de preservación del poder adquisitivo. Bitcoin presenta métricas de rentabilidad extraordinarias pero con un perfil de riesgo cualitativamente distinto al del resto de activos, que hace que sus resultados deban interpretarse con cautela metodológica y no como referencia de rentabilidad esperada.

En el ámbito de las estrategias sistemáticas, el análisis revela un patrón claro: ninguna estrategia domina en todos los regímenes macroeconómicos, y el valor del Business Analytics reside en su capacidad para cuantificar esa dependencia del contexto. El filtro MA200 reduce el drawdown máximo del S&P 500 de -56,8% a -22,1%, pero sacrifica rentabilidad en mercados alcistas prolongados. El Momentum rotacional sin Bitcoin supera al S&P 500 Buy & Hold en todas las métricas simultáneamente — mayor CAGR, menor volatilidad, menor drawdown y mejor Sharpe — pero falla en el régimen de inflación y subida de tipos de 2021–2022. El Buy & Hold es la estrategia más rentable en mercados alcistas sostenidos como el ZIRP de 2010–2019, lo que confirma que el valor del Business Analytics no es universal sino condicional al régimen: su mayor aportación es precisamente saber cuándo no usarlo.

8.2. Respuesta a las preguntas de investigación

Primera pregunta: ¿son las estrategias sistemáticas capaces de reducir las pérdidas máximas en periodos bajistas y mejorar la estabilidad de las carteras frente al Buy & Hold?

Sí, con condiciones. La evidencia empírica demuestra que tanto el MA200 como el Momentum reducen el drawdown máximo de forma significativa respecto al Buy & Hold en el conjunto del periodo. En los dos episodios de crisis más severos — burbuja puntocom y crisis financiera global — el Business Analytics invierte el signo de la rentabilidad: el Buy & Hold del S&P 500 genera un CAGR de -17,5% en la burbuja puntocom y de -12,9% en la crisis financiera, mientras que el MA200 limita las pérdidas al -1,6% y al +9,5% respectivamente. Sin embargo, esta protección no es gratuita: el coste de oportunidad en mercados alcistas es real y medible, y el efecto whipsaw del MA200 acumula pérdidas pequeñas pero sistemáticas en mercados laterales. La respuesta correcta no es que las estrategias sistemáticas siempre protegen, sino que protegen cuando más se necesita, que es precisamente en los episodios de mayor pérdida potencial.

Segunda pregunta: ¿en qué medida las estrategias y activos considerados permiten preservar valor en términos reales, una vez descontada la inflación acumulada?

Todos los activos analizados superan la inflación en términos de CAGR real, lo que

confirma que la inversión en cualquiera de ellos habría preservado el poder adquisitivo durante el periodo completo. La inacción, en cambio, implica una pérdida real sistemática que el análisis cuantifica con precisión. El hallazgo más relevante en este ámbito es que el ajuste por inflación reordena la jerarquía de activos de forma significativa: el oro pasa a ser el activo con mayor rentabilidad real del conjunto, superando a los tres índices bursátiles, mientras que el Case-Shiller queda con una rentabilidad real del 1,3%, lo que cuestiona la narrativa popular sobre la vivienda como inversión de alta rentabilidad cuando se mide exclusivamente por apreciación de precio.

Tercera pregunta: ¿qué activos y estrategias muestran mayor consistencia a través de distintos regímenes macroeconómicos, y cuándo falla el Business Analytics?

El oro es el activo con comportamiento más consistente a través de regímenes: presenta correlaciones bajas y estables con la renta variable en todos los periodos analizados, con correlación negativa en la burbuja puntocom y prácticamente nula en la crisis financiera. El Momentum sin Bitcoin ofrece la mayor consistencia entre las estrategias activas, aunque con el fallo identificado en el régimen inflacionario. El Business Analytics falla de forma más clara en dos contextos: los mercados alcistas largos y sostenidos, donde el Buy & Hold resulta imbatible para las estrategias de filtro de tendencia, y los cambios bruscos de régimen, donde el Momentum compra los ganadores del ciclo anterior justo cuando el mercado gira. Reconocer estos límites no debilita el argumento a favor del análisis cuantitativo, sino que lo hace más creíble y más útil para su aplicación práctica.

8.3. Aportaciones del trabajo y recomendaciones prácticas

Este trabajo realiza tres aportaciones concretas al ámbito del Business Analytics aplicado a la inversión. La primera es la demostración empírica, sobre datos reales y un horizonte de 26 años, de que una regla de rotación por momentum construida con activos estándar puede superar al S&P 500 Buy & Hold en todas las dimensiones relevantes sin optimización de parámetros ni conocimiento previo del entorno macroeconómico. La segunda es la integración del ajuste por inflación como variable determinante del análisis, que reordena de forma significativa la jerarquía de

rentabilidad de los activos y revela que la inacción tiene un coste real medible. La tercera es el análisis por regímenes como marco metodológico para evaluar la robustez de las estrategias, que permite identificar con precisión cuándo el Business Analytics añade valor y cuándo no, superando la limitación de los estudios que reportan únicamente métricas de largo plazo.

Desde el punto de vista práctico, los resultados sugieren tres recomendaciones para el inversor sistemático. Primero, la combinación de un activo con función diversificadora real —el oro— con índices de renta variable mejora el perfil de riesgo de la cartera sin sacrificar rentabilidad en el largo plazo. Segundo, la aplicación del filtro MA200 tiene sentido como herramienta de gestión de riesgo en activos con alta volatilidad y tendencias largas, pero debe evaluarse activo por activo: su coste es elevado en activos con movimientos oscilantes frecuentes como el Russell 2000. La evidencia más sólida del trabajo apunta al momentum rotacional entre clases de activos como la estrategia con mejor relación rentabilidad-riesgo del conjunto del periodo, siempre que el universo de activos excluya instrumentos con rentabilidades históricas no representativas que distorsionen la señal de selección.

8.4. Limitaciones y posibles mejoras metodológicas

Las conclusiones de este trabajo están acotadas por las limitaciones metodológicas reconocidas en la Sección V, que conviene recordar en este cierre. El sesgo de selección retrospectiva, la ausencia de modelado completo de costes de ejecución, la limitación del Case-Shiller como indicador de rentabilidad total de la vivienda, la singularidad estadística de Bitcoin y la segmentación discrecional de los regímenes son los cinco factores que restringen la generalización de los resultados.

Las mejoras metodológicas más relevantes para trabajos futuros serían la incorporación de bonos y REITs al universo de activos, que permitiría construir un análisis multiactivo más completo y comparable con el marco de Faber (2013); la sustitución de la segmentación temporal discrecional de regímenes por métodos estadísticos de detección automática como los modelos de cambio de régimen de Markov; y la extensión del análisis al periodo post-2026, que permitirá evaluar si los patrones observados se mantienen en el nuevo entorno de tipos de interés y política

monetaria que emerge tras el episodio inflacionario de 2021–2022. En conjunto, estas extensiones convertirían este trabajo en un punto de partida, que es exactamente lo que pretende ser.

Declaración de Uso de Herramientas de Inteligencia Artificial Generativa en Trabajos Fin de Grado

ADVERTENCIA: Desde la Universidad consideramos que ChatGPT u otras herramientas similares son herramientas muy útiles en la vida académica, aunque su uso queda siempre bajo la responsabilidad del alumno, puesto que las respuestas que proporciona pueden no ser veraces. En este sentido, NO está permitido su uso en la elaboración del Trabajo fin de Grado para generar código porque estas herramientas no son fiables en esa tarea. Aunque el código funcione, no hay garantías de que metodológicamente sea correcto, y es altamente probable que no lo sea.

Por la presente, yo, Marcos Fernández López, estudiante de Derecho y Business Analytics de la Universidad Pontificia Comillas al presentar mi Trabajo Fin de Grado titulado "Business Analytics en la Gestión de Fondos de Inversión: Análisis de Estrategias en Índices Bursátiles y Activos Refugio (2000–2026)", declaro que he utilizado la herramienta de Inteligencia Artificial Generativa ChatGPT u otras similares de IAG de código sólo en el contexto de las actividades descritas a continuación:

1. **Brainstorming de ideas de investigación:** Utilizado para idear y esbozar posibles áreas de investigación.
2. **Crítico:** Para encontrar contra-argumentos a una tesis específica que pretendo defender.
3. **Referencias:** Usado conjuntamente con otras herramientas, como Science, para identificar referencias preliminares que luego he contrastado y validado.
4. **Metodólogo:** Para descubrir métodos aplicables a problemas específicos de investigación.
5. **Interpretador de código:** Para realizar análisis de datos preliminares.
6. **Estudios multidisciplinares:** Para comprender perspectivas de otras comunidades sobre temas de naturaleza multidisciplinar.
7. **Constructor de plantillas:** Para diseñar formatos específicos para secciones del trabajo.
8. **Corrector de estilo literario y de lenguaje:** Para mejorar la calidad lingüística y estilística del texto.

9. **Generador previo de diagramas de flujo y contenido:** Para esbozar diagramas iniciales.
10. **Sintetizador y divulgador de libros complicados:** Para resumir y comprender literatura compleja.
11. **Generador de datos sintéticos de prueba:** Para la creación de conjuntos de datos ficticios.
12. **Generador de problemas de ejemplo:** Para ilustrar conceptos y técnicas.
13. **Revisor:** Para recibir sugerencias sobre cómo mejorar y perfeccionar el trabajo con diferentes niveles de exigencia.
14. **Generador de encuestas:** Para diseñar cuestionarios preliminares.
15. **Traductor:** Para traducir textos de un lenguaje a otro.

Afirmo que toda la información y contenido presentados en este trabajo son producto de mi investigación y esfuerzo individual, excepto donde se ha indicado lo contrario y se han dado los créditos correspondientes (he incluido las referencias adecuadas en el TFG y he explicitado para que se ha usado ChatGPT u otras herramientas similares). Soy consciente de las implicaciones académicas y éticas de presentar un trabajo no original y acepto las consecuencias de cualquier violación a esta declaración.

Fecha: 22/04/2026

Firma: Marcos Fernández López

IX. BIBLIOGRAFÍA

Antonacci, G. (2014). *Dual momentum investing: An innovative strategy for higher returns with lower risk*. McGraw-Hill Education.

Baur, D. G. y Lucey, B. M. (2010). Is gold a hedge or a safe haven? An analysis of stocks, bonds and gold. *The Financial Review*, 45(2), 1–29. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6288.2010.00244.x>

Castany Aparicio, M. (2019). *Guía de iniciación al trading cuantitativo: Diseña paso a paso tus estrategias de inversión ganadoras*. Libros de Cabecera.

Faber, M. T. (2007, actualizado 2013). A quantitative approach to tactical asset allocation. *The Journal of Wealth Management*, 9(4). <https://ssrn.com/abstract=962461>

Fama, E. F. y French, K. R. (1993). Common risk factors in the returns on stocks and bonds. *Journal of Financial Economics*, 33(1), 3–56.

Garay, U. (2010). La teoría moderna de portafolios: nuevos desafíos y oportunidades. *Debates IESA*, XV(4), 12–17.

Gómez Martínez, R., Medrano García, M. L., Pascual Pedreño, E. y Pascual Nebreda, L. (2024). El Bitcoin ya no es un valor refugio. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 37, 1–14.

Jaramillo, C. (2021). La creciente participación de pequeños inversionistas en mercados de renta variable: ¿otro cuento de hadas? *Debates IESA*, XXVI(1), 30–31.

Jaramillo, C. (2023). El futuro de la cartera clásica 60/40. *Debates IESA*, XXVIII(2), 20.

Jegadeesh, N. y Titman, S. (1993). Returns to buying winners and selling losers: Implications for stock market efficiency. *The Journal of Finance*, 48(1), 65–91. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1993.tb04702.x>

Jordà, Ò., Knoll, K., Kuvshinov, D., Schularick, M. y Taylor, A. M. (2019). The rate of return on everything, 1870–2015. *The Quarterly Journal of Economics*, 134(3), 1–52. <https://doi.org/10.1093/qje/qjz012>

Leggio, K. B. y Lien, D. (2003). Comparing alternative investment strategies using risk-adjusted performance measures. *Journal of Financial Planning*, 16(1), 82–86.

López de Prado, M. (2018). *Advances in financial machine learning*. Wiley.

López Villa, J. A. y Mota Aragón, M. B. (2022). Derrame de volatilidad y correlación dinámica entre el precio del Bitcoin, el petróleo, el oro y la volatilidad del mercado de valores. *Análisis Económico*, XXXVII(96), 99–117.

Olmos R., A. I. (2022). Bitcoin y la transformación del dinero y el valor de las cosas. *Debates IESA*, XXVII(2), 38–40.

Ortiz Zarco, E. y Ortiz Zarco, R. (2023). Mercados financieros y volatilidad en el precio de materias primas, una perspectiva con modelos de series temporales. *Panorama Económico*, XIX(39), 169–192.

Ruiz, W. (2025). El dinero, de la evolución a la involución: un análisis de la hiperinflación. Parte I. *Procesos de Mercado: Revista Europea de Economía Política*, XXII(1), 151–193.

ANEXO TÉCNICO

Anexo I. Gráficos complementarios

Gráfico 2 — Distribución de retornos diarios por activo (2000-2026)

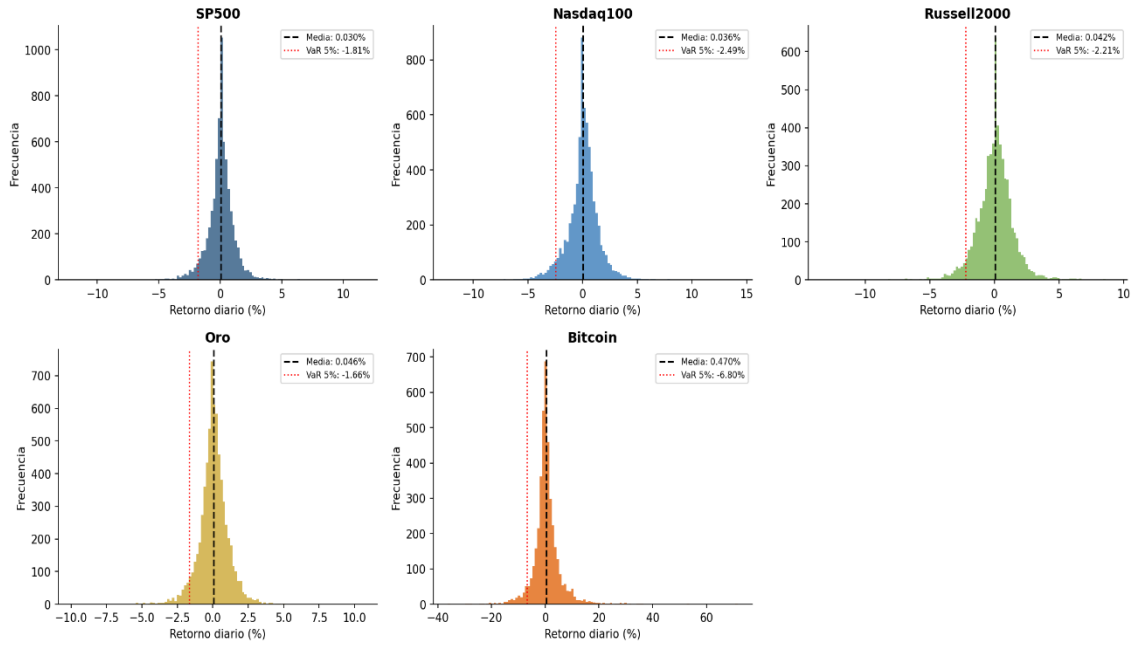


Gráfico 3 — Matriz de correlaciones de retornos mensuales (2000-2026)

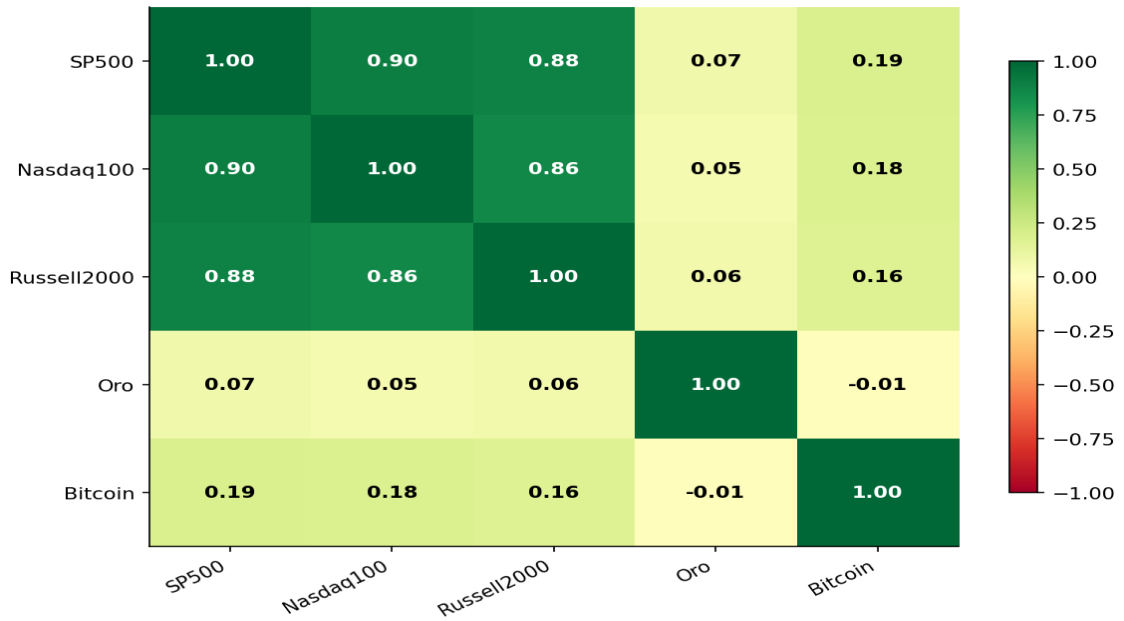


Gráfico 4 – Volatilidad rodante a 252 días anualizada (%)

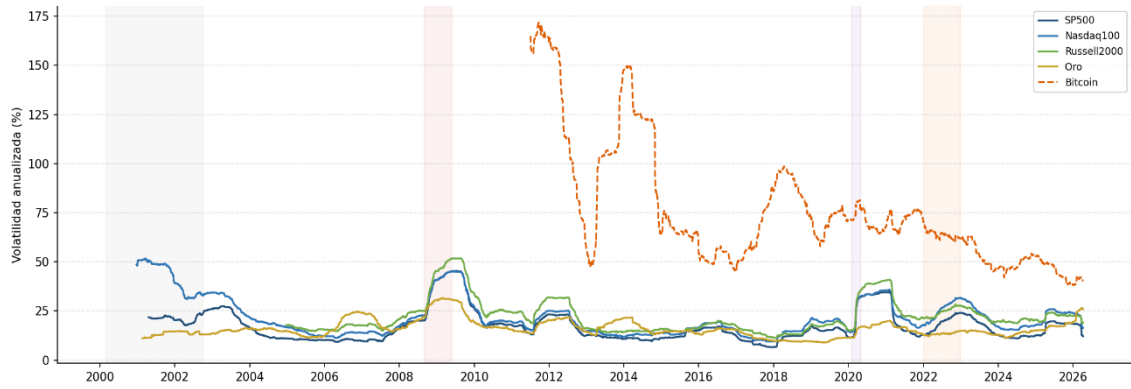


Gráfico 5 – S&P 500 vs Vivienda (Case-Shiller) vs Oro (base 100 = enero 2004, mensual)

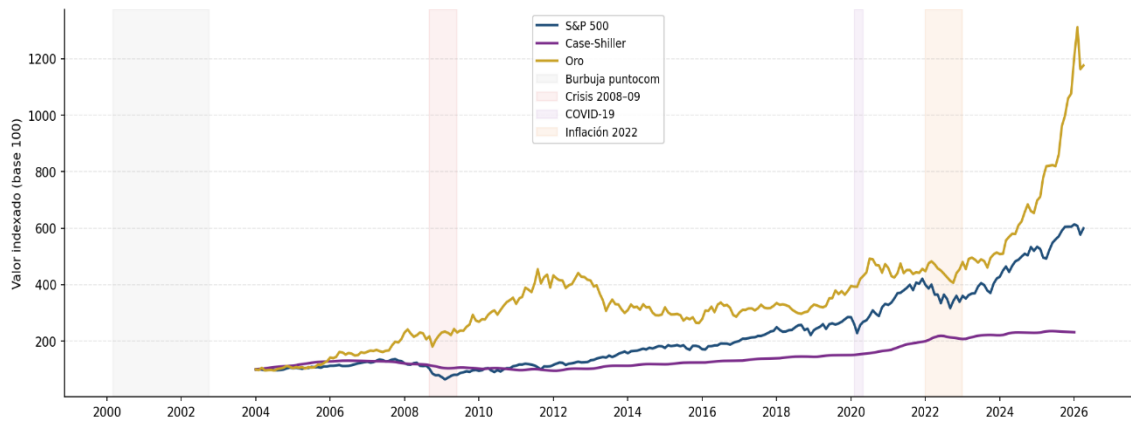


Gráfico 6 – CAGR vs Volatilidad por activo (Buy & Hold, periodo completo)

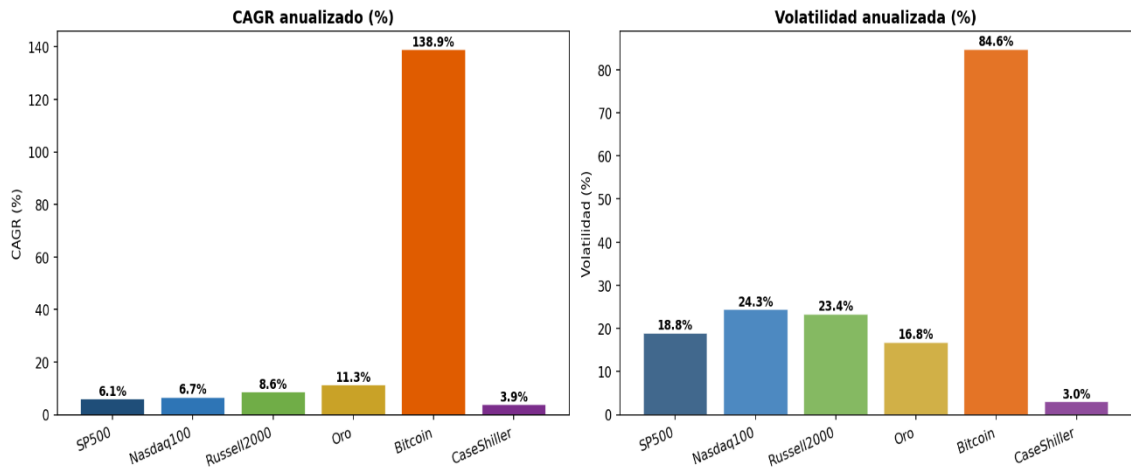


Gráfico 8 – CAGR nominal vs real por activo (ajustado por CPI)

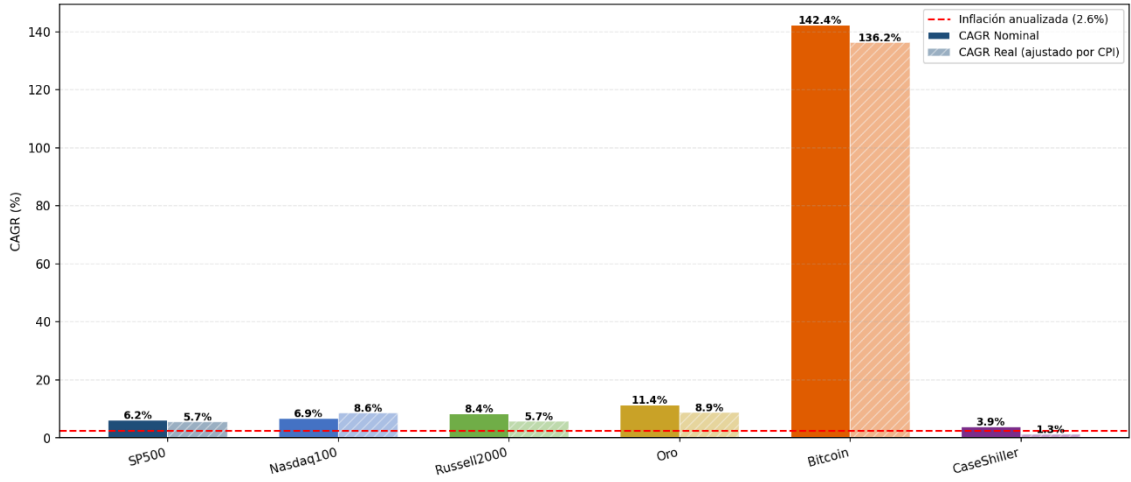


Gráfico 9 – Poder adquisitivo real de 100€ invertidos (ajustado por CPI)

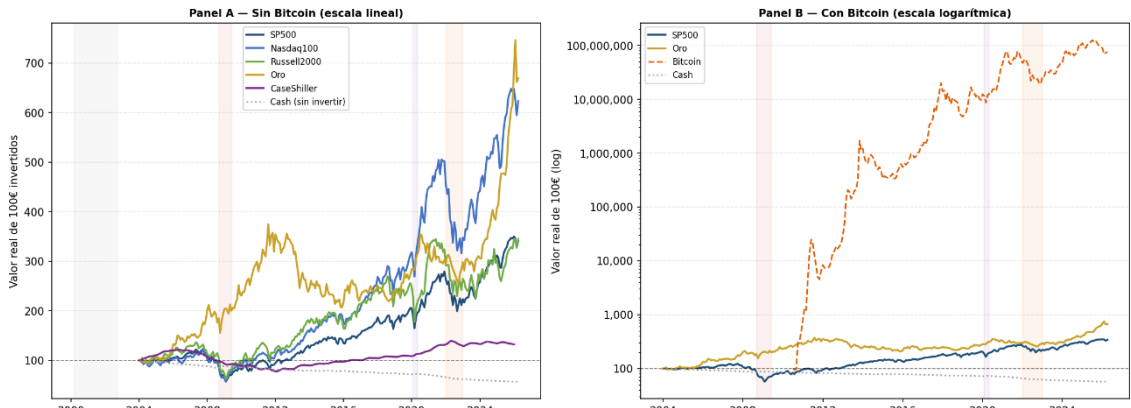


Gráfico 11 – Estrategia MA200 sobre SP500: cuándo protege y cuándo falla

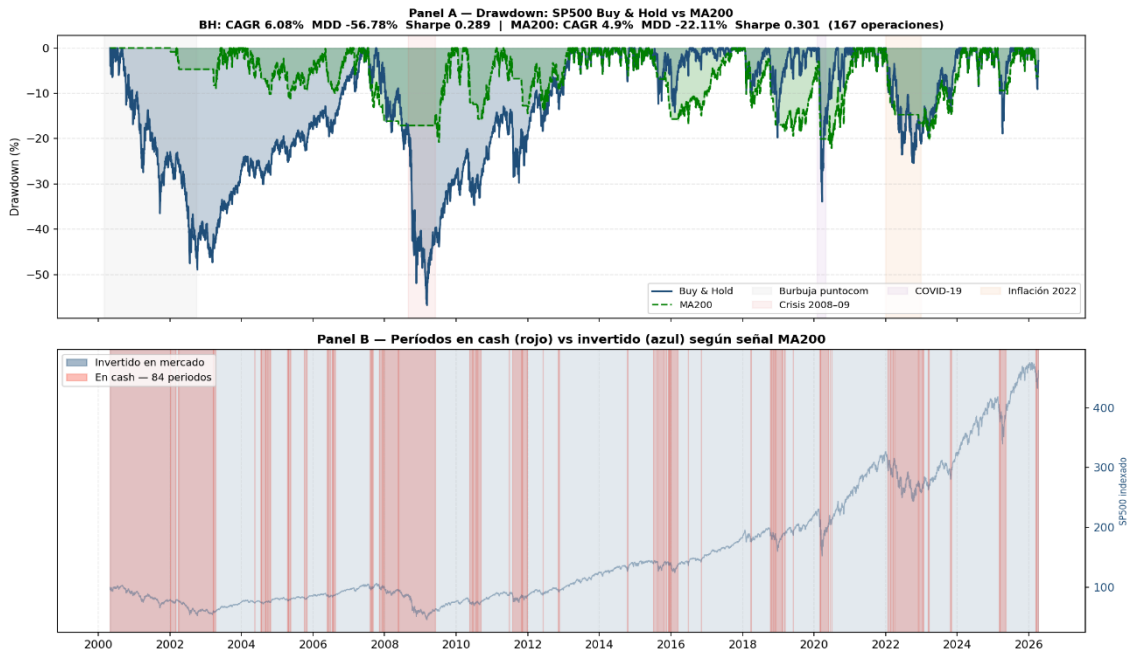


Gráfico 12 – DCA vs Lump Sum por activo (1.000€/mes | Capital invertido total en gris)

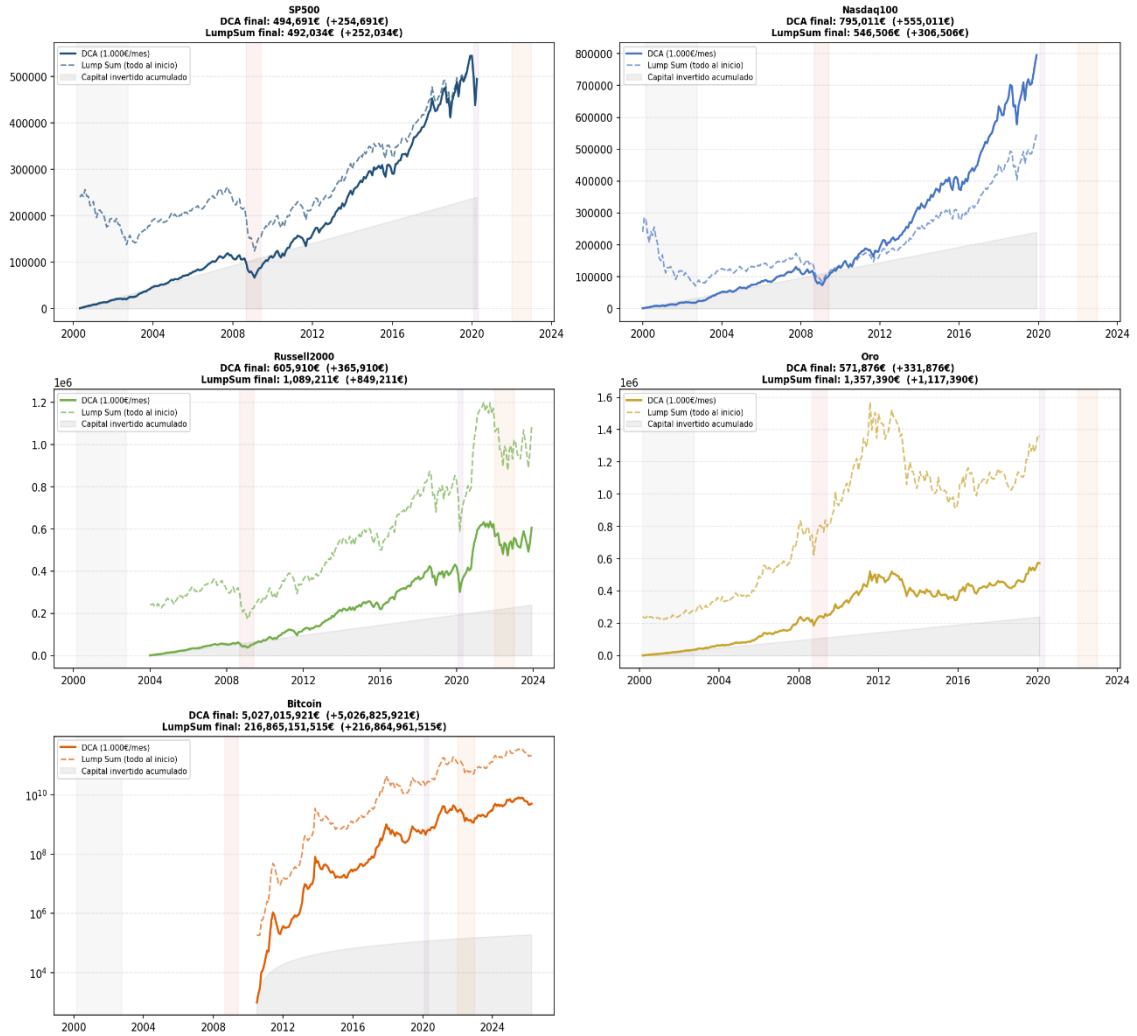


Gráfico 14 – Comportamiento de activos por régimen macroeconómico (2000-2026)

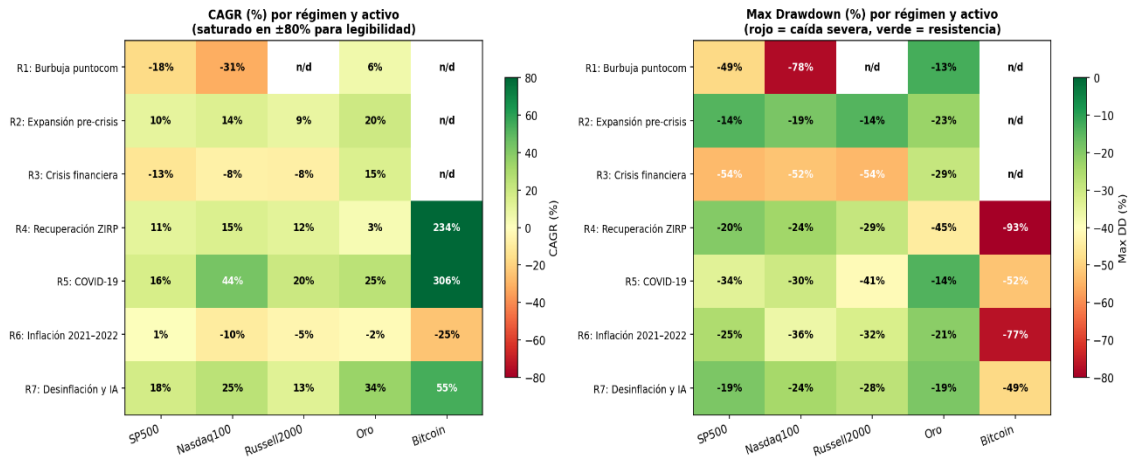
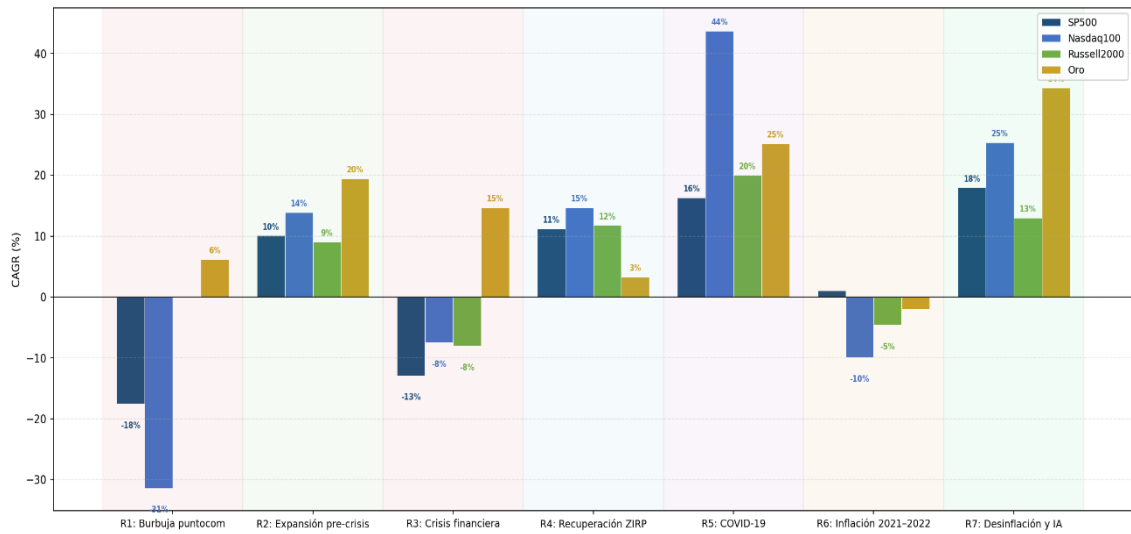


Gráfico 15 — CAGR anualizado por activo en cada régimen macroeconómico



Anexo II. Tablas complementarias

Tabla A — Estadísticos descriptivos de retornos diarios por activo (2000–2026)

Activo	Ret. diario medio (%)	Volatilidad diaria (%)	Asimetría	Curtosis	VaR 95% diario (%)	Mín. / Máx. diario (%)
S&P 500	0,030	1,185	(0,112)	11,357	(1,81)	(11,98) / 11,58
Nasdaq 100	0,036	1,533	0,096	7,083	(2,49)	(12,32) / 14,17
Russell 2000	0,042	1,471	(0,321)	6,654	(2,21)	(13,27) / 9,15
Oro	0,046	1,059	(0,279)	6,269	(1,66)	(9,87) / 10,57
Bitcoin	0,470	5,332	1,323	17,099	(6,80)	(36,25) / 71,66

Tabla B — CAGR, volatilidad y máximo drawdown por régimen macroeconómico y activo

Régimen	Activo	CAGR (%)	Volatilidad anual (%)	Máx. Drawdown (%)
R1: Burbuja puntocom (2000–2002)				
	S&P 500	(17,5)	22,5	(48,9)
	Nasdaq 100	(31,4)	41,9	(77,9)
	Russell 2000	n/d	n/d	n/d
	Oro	6,2	13,2	(12,8)
	Bitcoin	n/d	n/d	n/d
R2: Expansión pre-crisis (2003–2007)				
	S&P 500	10,1	12,9	(14,1)

Nasdaq 100	13,9	16,6	(18,6)	0,839
Russell 2000	9,1	17,9	(14,2)	0,560
Oro	19,5	17,0	(22,6)	1,096
Bitcoin	n/d	n/d	n/d	n/d

R3: Crisis financiera global (2008–2009)

S&P 500	(12,9)	34,2	(53,9)	(0,216)
Nasdaq 100	(7,5)	34,6	(52,2)	(0,044)
Russell 2000	(8,0)	39,7	(54,3)	(0,003)
Oro	14,7	25,6	(28,8)	0,643
Bitcoin	n/d	n/d	n/d	n/d

R4: Recuperación ZIRP (2010–2019)

S&P 500	11,2	14,4	(19,8)	0,778
Nasdaq 100	14,7	16,7	(23,6)	0,873
Russell 2000	11,8	18,8	(28,9)	0,663
Oro	3,3	14,9	(44,7)	0,283
Bitcoin	234,0	98,4	(93,1)	1,649

R5: COVID-19 (2020)

S&P 500	16,3	33,8	(33,9)	0,597
Nasdaq 100	43,7	34,8	(30,1)	1,173
Russell 2000	20,0	39,7	(41,1)	0,642
Oro	25,2	19,2	(14,0)	1,218
Bitcoin	305,9	67,5	(52,3)	2,336

R6: Inflación y endurecimiento monetario (2021–2022)

S&P 500	1,1	19,1	(25,4)	0,151
Nasdaq 100	(9,9)	25,5	(36,4)	(0,267)
Russell 2000	(4,6)	24,8	(31,9)	(0,059)
Oro	(2,0)	14,1	(20,8)	(0,068)
Bitcoin	(24,7)	67,5	(76,6)	(0,063)

R7: Desinflación y auge de la IA (2023–2026)

S&P 500	18,0	14,7	(18,9)	1,156
Nasdaq 100	25,4	19,6	(24,3)	1,205
Russell 2000	13,0	20,7	(27,5)	0,670
Oro	34,4	18,7	(19,0)	1,611
Bitcoin	54,7	47,2	(49,0)	1,119

Tabla C — Comparativa de estrategias por régimen macroeconómico (SP500 como referencia)

Régimen	Estrategia	CAGR (%)	Volatilidad (%)	Máx. Drawdown (%)
R1: Burbuja puntocom (2000–2002)				
BH SP500	(17,5)	22,5	(48,9)	(0,714)
MA200 SP500	(1,6)	2,2	(4,7)	(0,706)
Momentum sin BTC	(0,2)	20,6	(25,1)	0,099
R2: Expansión pre-crisis (2003–2007)				
BH SP500	10,1	12,9	(14,1)	0,783
MA200 SP500	2,8	10,5	(16,1)	0,305
Momentum sin BTC	13,2	15,0	(16,8)	0,902
R3: Crisis financiera global (2008–2009)				
BH SP500	(12,9)	34,2	(53,9)	(0,216)
MA200 SP500	9,5	9,3	(7,1)	0,976
Momentum sin BTC	12,2	23,0	(25,3)	0,618
R4: Recuperación ZIRP (2010–2019)				
BH SP500	11,2	14,4	(19,8)	0,778
MA200 SP500	5,0	10,8	(19,4)	0,484
Momentum sin BTC	7,1	15,8	(28,8)	0,515
R5: COVID-19 (2020)				
BH SP500	16,3	33,8	(33,9)	0,597
MA200 SP500	3,1	16,6	(19,9)	0,262
Momentum sin BTC	20,8	21,2	(12,3)	0,993
R6: Inflación y endurecimiento monetario (2021–2022)				
BH SP500	1,1	19,1	(25,4)	0,151
MA200 SP500	3,2	10,4	(16,6)	0,346
Momentum sin BTC	(3,8)	11,7	(21,8)	(0,273)
R7: Desinflación y auge de la IA (2023–2026)				
BH SP500	18,0	14,7	(18,9)	1,156
MA200 SP500	12,7	11,5	(10,1)	1,052
Momentum sin BTC	30,3	17,3	(11,3)	1,629