



UNIVERSIDAD LA SALLE

FACULTAD DE NEGOCIOS

Con reconocimiento de Validez Oficial de Estudios de la Secretaría de Educación
Pública según acuerdo número 954315 de fecha 30 de octubre de 1995.

TESIS

**“Optimización de Estrategias de Inversión
Sostenible mediante Cómputo Evolutivo”**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN INGENIERÍA ECONÓMICA Y FINANCIERA**

PRESENTA:

LUIS ALBERTO CHÁVEZ SEGURA

Asesor de Tesis:

Dr. Roberto Antonio Vázquez Espinoza de los Monteros

Ciudad de México, 2025

Ciudad de México, 13 de noviembre de 2025

LIC. DULCE MARÍA PRECIADO ÁVILA
DIRECTORA DE GESTIÓN ESCOLAR
UNIVERSIDAD LA SALLE
P R E S E N T E

Le informo que el (la) C.

LUIS ALBERTO CHÁVEZ SEGURA

Pasante de la Escuela o Facultad: **FACULTAD DE NEGOCIOS**

de la **UNIVERSIDAD LA SALLE**, de la Maestría en:

INGENIERÍA ECONÓMICA Y FINANCIERA

Con reconocimiento de validez oficial de estudios de la Secretaría de Educación Pública según acuerdo número 954315 de fecha 30 de octubre de 1995

Ha elaborado el trabajo de Tesis: "Optimización de Estrategias de Inversión Sostenible mediante Cómputo Evolutivo".

De conformidad con la modalidad para la obtención de grado aprobada para esta Maestría de acuerdo a lo establecido en el Reglamento General de las Universidades La Salle Integrantes del Sistema Educativo de las Universidades La Salle.

Cumplió con todos los requisitos y el trabajo que fue elaborado bajo la conducción de el Dr. Dr. Roberto Antonio Vázquez Espinoza de los Monteros que fungió como asesor, tiene la calidad suficiente para ser la base de sustentación de su Examen de Grado por lo que se le autoriza presentarlo.



Mtro. Markel Israel Lehman Elizondo

Director Facultad de Negocios

Benjamin Franklin No. 45, Col. Condesa, Alc. Cuauhtémoc,
Ciudad de México. CP 06140 | 800 LA SALLE (5272 553)
+ (52) 55 5278 9500 lasalle.mx

El presente trabajo de investigación finalmente terminado, tiene un valor tan importante en mi vida, que simplemente no hubiera podido avanzar sólo en este camino. Es por ello que va con una dedicación especial, principalmente a mi esposa Brenda, por su apoyo incondicional, por su paciencia y por los ánimos que me brindó en cada etapa de este proceso. Su confianza y fortaleza fueron pilares fundamentales para la culminación de este trabajo.

A mis padres, Claudia y Alberto, quienes con sus enseñanzas, valores y ejemplo han guiado mi camino a lo largo de la vida. Gracias por mostrarme siempre la importancia del esfuerzo, la constancia y la gratitud.

A mis hermanas, Wendy y Clara, que con su espontaneidad y ocurrencias aportan luz y alegría a mis días. Su presencia hizo que las cargas pesadas fueran más llevaderas y que en los momentos de cansancio nunca faltara una sonrisa.

A mis mascotas, Cooper y Honey, miembros inseparables de mi familia, que me acompañaron silenciosamente en tantas noches de desvelo. Su compañía, sin palabras, pero llena de cariño, fue un aliento constante durante este proceso.

Y finalmente pero no menos importante a mi asesor, el Dr. Roberto Vázquez, quien, con sus enseñanzas, ejemplos y aprendizajes, aportaron grandes conocimientos tanto a mi persona, como a la colaboración de este trabajo.

CONTENIDO

1.	ÍNDICE DE FIGURAS	7
2.	ÍNDICE DE TABLAS	8
3.	RESUMEN	9
4.	ABSTRACT.....	10
5.	INTRODUCCIÓN	11
	Justificación	13
	Objetivo General	16
	Objetivos Específicos.....	16
	Planteamiento del problema.....	17
	Hipótesis	18
6.	ESTADO DEL ARTE.....	19
	<i>Los instrumentos de inversión “amigables con el medio ambiente”</i>	<i>19</i>
	<i>Distintos métodos de análisis de información</i>	<i>20</i>
	<i>Backtesting como referencia en estrategias de trading.....</i>	<i>21</i>
	<i>Automatización de operaciones de compra-venta de acciones.....</i>	<i>21</i>
7.	DESARROLLO DEL MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.....	29
	<i>Promedios Móviles</i>	<i>29</i>
	<i>Características.....</i>	<i>29</i>
	<i>Fórmula.....</i>	<i>30</i>
	<i>Representación Gráfica.....</i>	<i>31</i>
	<i>Ventajas.....</i>	<i>33</i>
	<i>Desventajas.....</i>	<i>34</i>
	<i>Rendimiento sobre la Inversión (ROI) (Return On Investment)</i>	<i>35</i>
	<i>Algoritmos Evolutivos</i>	<i>36</i>
	<i>Algoritmos Genéticos (AG)</i>	<i>37</i>
	<i>Computación Evolutiva.....</i>	<i>37</i>
	<i>Técnicas de Selección.....</i>	<i>41</i>

<i>Técnicas de Cruza</i>	42
<i>Técnicas de Mutación</i>	45
<i>Tipos de instrumentos de inversión sostenibles</i>	48
<i>Bonos verdes</i>	48
<i>Exchange-Traded Fund (ETF)</i>	48
<i>Índices Sostenibles</i>	49
<i>Cripto monedas verdes</i>	50
8. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO.....	51
FASE 1 – Información relevante para la inclusión de Instrumentos de Inversión Sostenible.....	52
<i>Bonos verdes</i>	53
<i>Exchange-Traded Fund (ETF)</i>	53
<i>iShares Global Clean Energy (ICLN)</i>	53
<i>ALPS Clean Energy (ACES)</i>	54
<i>Invesco Solar (TAN)</i>	54
<i>Índices Sostenibles</i>	55
<i>Dow Jones Sustainability Index (DJSI)</i>	55
<i>S&P/BMV IPC Sustentable</i>	55
<i>Emisoras que siguen los criterios ESG</i>	56
<i>Las 10 mejores inversiones sostenibles</i>	75
1. <i>Tesla (TSLA)</i>	75
2. <i>NextEra Energy</i>	75
3. <i>General Electric (GE)</i>	75
4. <i>American Water Works</i>	75
5. <i>Vestas Wind Systems A/S</i>	75
6. <i>SolarEdge Technologies</i>	75
7. <i>First Solar</i>	75
8. <i>Brookfield Renewable</i>	75
9. <i>Sunrun</i>	75
10. <i>FuelCell Energy</i>	75
FASE 2 – Diseño, construcción y validación del modelo de Promedios Móviles al instrumento de inversión.	78

<i>Modelo de Promedios Móviles (“PM”) en lenguaje de programación (Python).....</i>	<i>88</i>
FASE 3 – Diseño, construcción y validación del modelo de Cómputo Evolutivo en conjunto con el modelo de Promedios Móviles buscando la optimización de las estrategias de inversión.....	91
<i>Modelo de Algoritmos Evolutivos</i>	<i>91</i>
• <i>Selección de los individuos</i>	<i>96</i>
• <i>Entrecruzamiento (cross-point)</i>	<i>97</i>
• <i>Mutación.....</i>	<i>98</i>
• <i>Obtención de la Primera Generación.....</i>	<i>99</i>
9. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	101
10. CONCLUSIONES	119
11. FUENTES DE CONSULTA	122
Referencias.....	122
12. ANEXOS.....	128
<i>Anexo 1 – Conversión de código Binario a Decimal.....</i>	<i>128</i>
<i>Anexo 2 – Resultados de las 30 pruebas generadas (extracto)</i>	<i>134</i>
<i>Anexo 3 – Resultados de pruebas generadas del comparativo entre trading del método tradicional VS trading con GA (extracto)</i>	<i>134</i>
<i>Anexo 4 – Resultados de pruebas generadas de las distintas configuraciones de los instrumentos de inversión (extracto)</i>	<i>135</i>

1. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Representación Gráfica del Promedio Móvil Simple	32
Figura 2 Ejemplo de Representación Gráfica de Promedios Móviles de Yahoo Finanzas de la acción Tesla, Inc. (TSLA).....	33
Figura 3 Representación de genotipo y fenotipo.....	39
Figura 4 Representación de alelo y población	39
Figura 5 Cruza de un punto	43
Figura 6 Cruza de dos puntos	44
Figura 7 Cruza uniforme	44
Figura 8 Mutación simple	45
Figura 9 Mutación por inserción	46
Figura 10 Mutación por desplazamiento	46
Figura 11 Metas Globales de Sustentabilidad de Grupo Modelo	60
Figura 12 Prioridades para que Walmart se convierta en una empresa Regenerativa	66
Figura 13 Representación gráfica de la Fase 1	77
Figura 14 Representación de momentos de compra-venta en histórico de precios (TSLA). ..	79
Figura 15 Representación Gráfica de la Fase 2.....	90
Figura 16 Representación de determinación de posición de punto de cruce.	97
Figura 17 Representación de cruzamiento entre padre y madre, y creación de hijos.	98
Figura 18 Representación de factor de mutación.	98
Figura 19 Representación Gráfica de la Fase 3.....	100
Figura 20 Representación del cálculo manual del proceso de Promedios Móviles	103
Figura 21 Representación del cálculo con Macro del proceso de Promedios Móviles (una n)	104
Figura 22 Representación del cálculo con Macro del proceso de Promedios Móviles (99 n's) tabla de resultados y resumen de los mejores Rendimientos.....	105
Figura 23 Representación de parámetros ingresados en el Programa.....	106
Figura 24 Representación de los tiempos de ejecución del Programa (por fases)	107
Figura 25 Representación del resultado final obtenido al ejecutar el Programa.....	107
Figura 26 Representación gráfica de los movimientos de compra venta obtenidos de la Fase 2 del proceso de Promedios Móviles	107

Figura 27 Representación gráfica del promedio ROI final por periodo (valores positivos)..	115
Figura 28 Representación gráfica del promedio ROI final por periodo (valores negativos).	116

2. ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Precio de cierre de la acción Tesla, Inc. (TSLA) periodo del 2-ene-25 al 6-feb-25 obteniendo Promedio Móvil Simple (n=3)	31
Tabla 2 Fases del trabajo de investigación.....	52
Tabla 3 Ranking Global Responsabilidad ESG México 2024	57
Tabla 4 Movimientos de intención de compra y venta del instrumento de inversión.....	79
Tabla 5 Ejemplo de promedios móviles ventana n=2, acción por evento y rendimientos (o pérdidas) generados.	80
Tabla 6 Ejemplo de la obtención de los rendimientos diarios (informativos)	81
Tabla 7 Ejemplo de la determinación de Promedios Móviles (ventana =2)	82
Tabla 8 Ejemplo de determinación de la “Acción diaria”	82
Tabla 9 Ejemplo de determinación de la “Acción por evento”	83
Tabla 10 Selección del precio de cierre según la “Acción por evento” (positivo o negativo). 84	
Tabla 11 Identificación de rendimientos entre compra y venta de la “Acción por evento”	85
Tabla 12 Determinación de la “Ganancia neta” originada de la suma de los rendimientos individuales.....	87
Tabla 13 Ejemplo matriz generada en código binario.	94
Tabla 14 Ejemplo matriz generada conversión código binario a decimal.	95
Tabla 15 Ejemplo matriz generada conversión extracción de ROI.....	96
Tabla 16 Comparativa de tiempos entre proceso manual y automatizado	103
Tabla 17 Comparativa de tiempos entre proceso manual y Programa	108
Tabla 18 Comparativa entre proceso automatizado y Programa	108
Tabla 19 Comparativa entre los tiempos de los tres procesos	108
Tabla 20 Mejores resultados promedio de las pruebas realizadas de distintas configuraciones	113

Optimización de Estrategias de Inversión Sostenible mediante Cómputo Evolutivo

3. RESUMEN

Este proyecto de investigación elaborará una herramienta multifuncional, la cual, en primera instancia, proveerá de información valiosa al usuario referente a instrumentos de inversión que estén involucrados en el tema sostenible, con la finalidad de persuadir al lector a inclinarse por algunos de este tipo de instrumentos “verdes” y colaborar con el cuidado del medio ambiente.

Por otro lado, pero no menos importante, esta herramienta proporcionará elementos para identificar (de acuerdo a ciertos parámetros definidos por el usuario) una opción que complemente el análisis del inversionista, de acuerdo a un modelo diseñado en lenguaje de programación Python, el cual combina el método de promedios móviles en conjunto con algoritmos evolutivos, cuyo objetivo es mejorar los resultados obtenidos por medio de la evolución.

Palabras clave: instrumentos de inversión, sostenibilidad, rendimientos, Python, promedios móviles, algoritmos evolutivos.

4. ABSTRACT

This research project will develop a multifunctional tool, which, in the first instance, will provide valuable information to the user regarding investment instruments that are involved in the sustainable issue, with the purpose of persuading the reader to lean toward some of this type of “green” investment instruments and collaborate with the care of the environment.

On the other hand, but no less important, this tool will provide elements to identify (according to certain parameters defined by the user) an option that complements the investor’s analysis, according to a model designed in the Python programming language, which combines the moving average method together with evolutionary algorithms, whose objective is to improve the results obtained through evolution.

Key words: investment instruments, sustainability, profits, Python, moving averages, evolutionary algorithms.

5. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, podemos encontrar con muchas opciones de portafolios de inversión, sin embargo, al estar invirtiendo en estas compañías con diferentes instrumentos, damos fruto a que continúen con sus operaciones “normales” sin tener en cuenta la relevancia que podría causar este “apoyo” indirecto para que realicen sus actividades, no importando si afectan o no a nuestro planeta de manera ambiental, social o incluso personal.

Es por eso que se ha tratado de ir interviniendo poco a poco dentro de los efectos “dañinos” que pueda causar una empresa en el mundo, por lo cual se llega a la idea de poder contemplar “instrumentos verdes” que incluyan este tipo de instrumentos de inversión orientados a temas de sustentabilidad y energías renovables (paneles solares, energía eléctrica, energía eólica, entre otros), así como aquellas organizaciones que se encuentren implementando acciones ambientalistas con los llamados criterios ESG (Environmental, Social and Governance). Lo anterior con la finalidad de invertir en instrumentos que dañen lo menos posible el ambiente, la sociedad, a las mismas empresas o al menos sigan ciertos criterios orientados con los ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible) para lograr el bien común. A la par, se deben contemplar distintos métodos de análisis para identificar en dónde se pueda invertir y que se puedan obtener buenos resultados. El uso de la tecnología nos regala diversas herramientas que sirven para analizar la información y poder tomar decisiones que nos favorezcan.

Esta investigación se llevará a cabo mediante fases, las cuales iniciarán con la *identificación de los instrumentos de inversión* que se podrán incluir dentro del portafolio del inversionista, seguido de la validación de dichos instrumentos mediante el método de *promedios móviles*, con la finalidad de detectar a través de la información histórica el momento en donde la acción pase por encima de la línea de promedios móviles, para indicar el momento de **compra** y,

por el contrario, cuando el precio de la acción pase por debajo de la línea de promedios móviles, realizar la **venta** de la acción para poder elaborar un pronóstico de la tendencia futura. Lo anterior con el objetivo de establecer un mecanismo de identificación de movimientos y poder complementarlo mediante un modelo de ***Cómputo Evolutivo*** para que sea automatizado y, a su vez, identificar los mejores resultados conforme se vaya evolucionando a través de la optimización de este portafolio.

Justificación

El principal objetivo de un inversionista claramente es obtener los mejores rendimientos posibles para incrementar su capital, sin embargo, adicionalmente se puede incluir dentro del análisis de investigación, el hecho de contemplar la inclusión de instrumentos que tiendan a orientarse en el tema sostenible dentro de su portafolio de inversión. Esto se podrá conseguir con las soluciones tecnológicas con las que contamos actualmente.

Dicho lo anterior, si bien es cierto que hoy en día existen una gran variedad de portafolios para invertir y obtener ganancias redituables, el objetivo de la identificación de instrumentos de inversión sostenibles para su inclusión en el portafolio, es concientizar a los inversores que se puede aportar al cuidado del medio ambiente a través de nuestras acciones directa e indirectamente y, una forma de hacerlo es invirtiendo en instrumentos que, a largo plazo, se podrá ver reflejada la contribución al cuidado de nuestro planeta, invirtiendo en aquellas empresas que siguen la tendencia de los criterios ESG (*Environmental, Social and Governance*) y los ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible) de la ONU (Organización de las Naciones Unidas), para incorporarse a la lista de compañías que pretenden disminuir el impacto que lleguen a causar ambientalmente. La importancia de tener en cuenta los criterios ESG al momento de tomar decisiones de inversión, se ha incrementado a lo largo de los últimos años. Los inversionistas están al tanto que las empresas que siguen estos criterios, a largo plazo resultan ser más resilientes y sostenibles, además de generar buenos rendimientos. El hecho de invertir en este tipo de instrumentos, suelen mostrar una mejor gestión de riesgos, diversificando los portafolios de inversión, además de que fomentan la innovación y demuestran compromiso la creación de beneficios sostenibles a futuro.

Actualmente, el tema de sostenibilidad representa un aspecto clave en el ámbito empresarial al tratarse de un aspecto delicado que impacta en su desempeño financiero. La consultora McKinsey realizó un estudio en donde demuestra que las empresas incrementan un 20% en su rendimiento financiero al adoptar ciertas prácticas sostenibles. Un claro ejemplo es Unilever quien al utilizar este enfoque con su programa "Unilever Sustainable Living", se ha visto beneficiado al disminuir costos, incrementar sus ventas y la preferencia de consumidores interesados en el tema sostenible. (Equipo de edición de Vorecol, 2024).

La sostenibilidad está influyendo tanto hoy en día, que fácilmente se podría decir que está ligada directamente con el tema de las inversiones, un tema de interés global. Según un informe de la Global Sustainable Investment Alliance, en 2022, el 83% de los inversionistas institucionales identificaron la sostenibilidad como un elemento central en sus estrategias de inversión (Equipo de edición de Vorecol, 2024). Alrededor del mundo existen varios ejemplos de empresas que, además de contribuir al cuidado del planeta con el tema sostenible, demuestran tener grandes resultados financieros positivos, tal es el caso de la compañía danesa Vestas, la cual, en consecuencia, de la alta demanda en energías renovables, demostró un incremento en sus ingresos de 2021 por encima del 27%. La inclusión de empresas orientadas a los criterios ESG dentro de los portafolios de los inversionistas, se ha convertido más en una necesidad más que ser sólo una opción más (Equipo de edición de Vorecol, 2024).

Aquellos inversionistas interesados en este tipo de instrumentos de inversión sostenibles, es necesario que identifiquen ciertas metodologías que faciliten la transición a la investigación y adopción de estos instrumentos. Esto se puede ir aplicando poco a poco dentro del portafolio de inversión, teniendo información a la mano, teniendo constante comunicación con colegas inversores acerca del mercado y los instrumentos con mayor potencial. Lo cierto es que, la invertir

en capacitación sobre este tipo de instrumentos, puede significar una ventaja competitiva en un futuro comprometido con la sostenibilidad. (Equipo de edición de Vorecol, 2024).

En conclusión, el inversionista debe adaptarse a las nuevas tendencias de inversión, buscando tanto sus propios intereses como el bien común, hablando en cuestiones relacionadas con la sustentabilidad y el entorno natural, optando por incluir en sus carteras instrumentos que sigan los criterios ESG para impulsar estrategias de inversión que genere rendimientos para sí mismo, así como un impacto social positivo con el entorno ambiental.

Objetivo General

Elaborar una herramienta que colabore en la identificación de resultados favorables para el inversionista, es decir, que ayude a identificar los mejores instrumentos de inversión (principalmente sostenibles), a través de la conjunción del método de promedios móviles y técnicas de cómputo evolutivo, con la finalidad de identificar aquellos instrumentos que puedan generar los mejores rendimientos para el inversionista.

Objetivos Específicos

- Proveer de información relevante a los posibles inversionistas acerca de los instrumentos de inversión en tendencia sostenible, para su inclusión en el portafolio de inversión a través de la búsqueda de información en el mercado.
- Desarrollar un modelo mediante promedios móviles que permita señalar momentos en los que el valor de la acción se posiciona sobre o bajo la línea de su media móvil, detectando el instante de compra/venta de la acción, con la finalidad de visualizar los rendimientos obtenidos al final del periodo definido.
- Replicar y automatizar el modelo de la técnica de promedios móviles a través del lenguaje de programación Python.
- Elaboración y automatización de un modelo a través de Cómputo Evolutivo, el cual permita identificar por medio de los algoritmos evolutivos, cuál sería la mejor estrategia de modelo a utilizar, con la finalidad de realizar la mejor optimización del instrumento de inversión e identificar cuál sería la mejor opción para incluir dentro del portafolio.

Planteamiento del problema

Al querer realizar inversiones, se tienen a la mano diversas herramientas y métodos que ayudan a recopilar información necesaria al momento de la toma de decisiones, sin embargo, se podría mencionar que sólo se cuentan con herramientas “independientes” por llamarlas de una forma, que en su conjunto podrían ayudar más al realizar el análisis. Para esto se tiene el método de *promedios móviles*, el cual podrá mostrar un pronóstico de los valores a futuro de los instrumentos a analizar. Por otro lado, se cuenta los *algoritmos evolutivos* los cuales podrán identificar, a través del paso de generaciones, los mejores resultados que se podrían ir obteniendo, desechando aquellos que no sean tan benéficos para el modelo.

Dicho lo anterior, se plantea generar un nuevo modelo que combine ambos métodos para implementar esta herramienta que genere información valiosa para poder tomar decisiones de elegir los instrumentos de inversión que más convenga incluir en el portafolio de inversión.

Hipótesis

H₀: Elaborar una herramienta con la combinación de dos métodos distintos de análisis (promedios móviles y cómputo evolutivo), NO ayudará a la identificación de la mejor opción de instrumentos de inversión para incluirlos en el portafolio de inversión.

H₁: Elaborar una herramienta con la combinación de dos métodos distintos de análisis (promedios móviles y cómputo evolutivo), ayudará a la a la identificación de la mejor opción de instrumentos de inversión para incluirlos en el portafolio de inversión

6. ESTADO DEL ARTE

Los instrumentos de inversión “amigables con el medio ambiente”

En el mundo actual, con el tema principal del calentamiento global, es imprescindible pensar en el tema ambiental y de sustentabilidad y, el mundo de las finanzas e inversiones no es la excepción, pues hoy en día tenemos que pensar en el futuro que le depara a nuestro planeta y en las distintas alternativas y acciones que debemos realizar hoy en día para disminuir poco a poco el impacto que el ser humano tiene sobre el mismo.

Las inversiones sostenibles son un tema relativamente “nuevo” y el cual ha sido bien aceptado los últimos años por los inversores y las compañías para orientarse más hacia esta tendencia “verde” con la finalidad de obtener mercado y al mismo tiempo, lograr un impacto positivo con el medio ambiente.

Como menciona Sebastián Figueroa, gerente de segmento Wealth de BlackRock Chile, hoy en día es indispensable la inclusión de inversiones dentro de los portafolios de inversión ya que estas han demostrado un nivel de resiliencia importante en términos de rentabilidad (Navas, 2021).

Dicho lo anterior, se han encontrado distintos instrumentos de este tipo en los cuales se puede invertir, sin embargo, son opciones para complementar el portafolio que se tiene definido y no precisamente un portafolio dedicado exclusivamente a este tipo de instrumentos, ya sea a través de compañías dentro del giro de energías renovables (eléctrica, solar, eólica, etc.) o aquellas que se estén incorporando a los criterios ESG. Dicho lo anterior, es considerable tomar en cuenta este tipo de instrumentos para que se incluyan dentro del portafolio elegido.

Distintos métodos de análisis de información

Existen diversos métodos de análisis de información que ayudan al inversionista al momento de la toma de decisiones para sustentar en qué instrumentos desea invertir su dinero, tales como los que se encuentran en el *análisis fundamental* para determinar su valor basándose en factores financieros, económicos y otros indicadores relacionados, examinando a fondo la salud económica de las compañías, el mercado en donde se está inmerso, la industria y las condiciones económicas generales. Por otra parte, el *análisis técnico* estudia principalmente el riesgo financiero, utilizando representaciones gráficas, con el objetivo de predecir tendencias futuras en los precios de los instrumentos de inversión.

El resultado de ambos análisis genera suficiente información para obtener un mayor éxito en las inversiones, información más completa y sustentada. Lo cual permite a los inversores tener una visión a corto plazo del análisis técnico con el día a día financiero, pero también se ofrece la perspectiva a largo plazo del análisis fundamental, generando pronósticos que muestren tendencias futuras, mejorando de esta manera las decisiones de inversión y potencialmente maximizando los retornos de inversión. Así mismo, se pueden emplear para el análisis de riesgos, la predicción de precios en los mercados y la gestión de distintas carteras de inversión.

Si bien, podemos generar varios análisis al mismo tiempo para tener bastante información que genere confianza para tomar decisiones de inversión, aún no hay muchos trabajos (modelos) en los que se pueda encontrar la fusión de dos o más métodos de análisis que generen información necesaria para decidir si invertir o no en algún instrumento.

Backtesting como referencia en estrategias de trading

El Backtesting es una herramienta que usa datos históricos con la finalidad de simular escenarios de compra-venta obteniendo como resultado cierta rentabilidad. Por otro lado, sirve para comprobar la efectividad de las estrategias propuestas y diseñadas en este método (Zuluaga, 2024).

Sebastián Zuluaga hace mención que este tipo de herramientas, es de las más útiles para los traders, ya que permite identificar la efectividad de las estrategias utilizadas. La ventaja es que se puede verificar dicha estrategia con información histórica real, por consiguiente, hay grandes posibilidades de poder replicar los resultados, si así se desea, para obtener los beneficios buscados (Zuluaga, 2024).

En términos generales, en este trabajo de investigación se estará empleando el Backtesting utilizando información histórica de los precios de cierre de acción de instrumentos de inversión, para poder aplicar el método de promedios móviles y poder realizar un pronóstico de los “precios de cierre futuros” de acuerdo a la ventana establecida.

Automatización de operaciones de compra-venta de acciones

Hoy en día existen métodos de automatización de las operaciones de trading, es decir, a transacciones de compra y venta de acciones, que realiza el inversor a través de distintas plataformas a las cuales se puede suscribir cualquier individuo, la mayoría de estas incluye un “tope”, por así decirlo, tanto a la alza, como a la baja, el cual se puede definir desde un inicio para establecer estos parámetros y, cuando el precio de la acción llegue al “tope alto” definido, venda en automático la acción y, cuando llegue a cierto “tope bajo” definido, compre acciones. Esto con la finalidad de ganar dinero o no perder.

Lo anterior lo puede establecer el trader con la experiencia que tiene, así como estando al día en cuestión de noticias y sabiendo lo que pasa en el mercado. Si bien, para el trader esto es de gran ayuda, siempre debe tener en cuenta la información a su alrededor, tanto el análisis técnico como el fundamental podrían complementar sus conocimientos para establecer parámetros favorables para él.

Aunque en ocasiones, ciertas “intuiciones” o “corazonadas” son las que le ponen emoción al trading. Es decir, aquellas situaciones que, aunque la información la tengamos a la mano, en el momento de comprar o vender dan cierta sensación de hacerlo o no, esto podría definirse como “trading manual”, para lo cual podríamos mencionar algunas ventajas de usar uno u otro:

Ventajas del trading automático

Optar por el trading automático elimina el sesgo emocional a la hora de operar, lo que minimiza los errores en la toma de decisiones causados por emociones frente a las fluctuaciones presentadas en el mercado.

- Supone un gran ahorro de tiempo, ya que el comportamiento del algoritmo está automatizado y te ahorra tiempo de crear las órdenes de compra y venta y estar atento a la volatilidad del mercado financiero.
- Permite realizar varias operaciones al mismo tiempo sin que tengas que estar atento a realizar todas en el mismo momento.
- Aprovecha mucho mejor las oportunidades que brinda el mercado bursátil, ya que, si optas por el trading manual, puede que estas oportunidades de compra y venta se te escapen si no estás atento (N26, 2024).

Ventajas del trading manual

- Automatizar procesos no significa que estos sean infalibles, por lo que el trading manual te permite cambiar de fórmula en directo si se producen cambios en el mercado que trastocuen tu estrategia inicial.
- Si automatizar el programa en base a estudios de comportamiento del mercado con poco fundamento, puedes dejar automatizadas órdenes que conlleven pérdidas que, si las hicieras en directo, quizás no se producirían.
- El trading manual te permite tener capacidad de reacción sobre lo que ocurre en el mercado. Conlleva una gestión más activa, pero puede evitar errores de la automatización porque las reglas que estableciste en su día ya están obsoletas (N26, 2024).

A continuación, se hace mención a algunos trabajos de investigación que han implementado estrategias de trading en general, ya sea a través de promedios móviles, Backtesting, automatización de trading a través de algoritmos e incluso algunas herramientas o programas que han apoyado en la búsqueda de simplificación de procesos, así como la generación de rendimientos de los instrumentos de inversión.

La *automatización de procesos*, no es algo nuevo, pero se empezó a destacar cuando salieron a la luz las criptomonedas y la minería de estas, convirtiéndose en un gran potencial para generar ganancias; sin embargo, al ser un campo no regulado, existen muchas incógnitas a su alrededor.

Francisco Lonardi, hace mención que, dentro del mundo del trading algorítmico, se pueden encontrar dos corrientes interesantes: aquellos que buscan sistematizar y automatizar el análisis técnico de acciones y, por otra parte, aquellos que usan la información que tengan a la mano para introducirlos en modelos de Machine Learning y de esta manera desarrollar sistemas que se vuelvan expertos y tengan la capacidad de obtener rendimiento (Lonardi, 2020).

Por otro lado, en el trabajo de Pujol, se menciona la elaboración de una herramienta para *automatizar trading* enfocado a criptomonedas, la cual simplifica al inversor realizar un análisis exhaustivo del comportamiento del mercado a través de gráficas e indicadores. Lo destacable de dicha herramienta es que se realiza mediante “bots” que son los toman las decisiones de compra – venta de acuerdo a las fluctuaciones del entorno según las estrategias o configuraciones que se definan. Esta es una muestra más de la utilidad que nos brindan las herramientas proporcionadas por la inteligencia artificial. (Pujol Martorell, 2023).

Tomando como referencia la aplicación de distintas herramientas de automatización del trading, se puede hacer mención de un artículo publicado en 2019 por parte de tres colaboradores de la Universidad Externado de Colombia llamado “*Optimización de estrategias de trading con promedios móviles para futuros de petróleo mediante algoritmos genéticos*” (Aragón Bohorquez, Mejía Vega, & Zapata Quimbayo, 2018) en el cual se hace referencia a la optimización de instrumentos de inversión (futuros de petróleo) a través de **cómputo evolutivo**, obteniendo un

método similar al planteado en este trabajo de investigación, sin embargo, en las conclusiones se pretendía mejorar ciertas cuestiones de dicho análisis (tal como ajustar el número de la ventana en el modelo de promedios móviles, comparar los rendimientos obtenidos con un índice de referencia (benchmark) tipo comprar y mantener, optimizar el proceso para que haya menos retornos negativos fuera de la muestra utilizada, entre otros) presentando un reto para los colaboradores. Sin embargo, al parecer ya no se realizó alguna continuidad del trabajo realizado, adicionando que no se emplea dicho método en la práctica para el conocimiento de los inversionistas y que pueda servir de referencia para el análisis financiero.

Otro aspecto a considerar en el análisis financiero, es contemplar el mercado cambiario para tener un panorama más amplio del entorno accionista. Justamente es en el artículo “*The Forex Market in Practice: A Computing Approach for Automated Trading Strategies*” (Gallo & Fratello, 2014) en el cual se plantean ciertos problemas en términos del área informática en aplicaciones del mercado financiero Forex, en donde se evalúan las herramientas computacionales enfrentándose al problema de la previsión, entendiendo que no sólo se deben hacer predicciones financieras sino contemplar dicho mercado cambiario, para resolver los problemas empresariales que se lleguen a presentar, justificando sus méritos con algunos métodos estadísticos y otros métodos tradicionales.

Existe un trabajo de investigación en donde se menciona principalmente la implementación del **enfoque algorítmico** para encontrar la tendencia del valor de acciones en el mercado de valores. Esta búsqueda de tendencias se utiliza para encontrar operaciones potenciales que obtengan beneficios para los usuarios. Dicho trabajo, pretende realizar la simplificación de las tareas de análisis de un gran volumen de información. Adicionalmente, este método ayudará a mantenerse

actualizados con pruebas retrospectivas de varias estrategias sobre datos históricos de mercado de instrumentos de inversión en distintos periodos de tiempo. Dicho lo anterior, el método propuesto permitirá a los usuarios elegir el marco de tiempo y la estrategia adecuada que mejor se adapten a su nivel de riesgo y paciencia (Verma, y otros, 2021).

Resumiendo, los beneficios de esta aplicación desarrollada para el análisis comercial incluyen:

- i. Un trader no tiene que concentrarse en la pantalla durante 6 horas al día para monitorear las acciones. Más bien, puede configurar una notificación en el sistema propuesto. Se activará una alerta en cuanto se identifique la configuración establecida en las acciones seleccionadas. El trader se enterará de las oportunidades comerciales a partir de la llamada de alerta.
- ii. Con este sistema propuesto, la información sobre el servicio de negociación, sus visualizaciones y con un nivel aceptable de precisión, un trader es libre de centrarse en los gráficos para encontrar una operación. Un trader no tan activo puede confiar en este sistema para operar con la intención de obtener ganancias en el negocio de acciones en el mercado de valores.
- iii. En circunstancias normales, se espera que un trader monitoree de tres a cuatro acciones en una sola instancia de tiempo. La aplicación propuesta permitirá a un trader rastrear un gran número de acciones en una sola instancia de tiempo. Por lo tanto, aumenta las posibilidades de realizar una mejor negociación y obtener más ganancias, en el día.
- iv. El equipo ha intentado hacer que la aplicación sea fácil de usar y fácil de usar para principiantes, de modo que, al igual que con las estrategias codificadas, una persona que tenga conocimientos básicos del mercado de valores también pueda usar la aplicación

con facilidad con fines comerciales con la intención de obtener ganancias (Verma, y otros, 2021).

Hablando del término “*backtesting*”, el cual implica la aplicación de estrategias o modelos predictivos a información histórica para determinar su precisión. Se puede utilizar para probar y comparar la viabilidad de las estrategias de trading para que los traders puedan emplear y ajustar estrategias exitosas (Equipo CFI, 2025). Existe un proyecto que tenía como objetivo desarrollar una aplicación en Windows llamada “*Backtester*” la cual consistía básicamente en aplicar Backtesting, recopilando y procesando datos históricos del mercado y, posteriormente, ejecutar algoritmos de negociación de compra-venta para, de esta manera, medir el rendimiento generado al final de las operaciones (Kostiainen, 2016).

Como conclusión final, el proyecto demostró que es factible desarrollar un entorno de backtesting de algoritmos de trading para un trader minorista. Se dedicó menos esfuerzo a los algoritmos en sí, ya que estaban claramente en un papel secundario, mientras que la atención se centró en el entorno de backtesting. Sin embargo, la impresión es que desarrollar un algoritmo de trading rentable para los mercados de valores con un perfil de riesgo decente es una tarea desafiante (Kostiainen, 2016).

Existe un artículo llamado “*An Efficient Implementation of the Backtesting of Trading Strategies*” (Ni & Zhang, 2005) en donde se demuestra paso a paso la implementación eficiente del backtesting. Utilizando un Algoritmo Genético Paralelo (PGA) que se ajusta a las estrategias de trading definidas. Dicha implementación, permite realizar pruebas retrospectivas dentro de un rango de tiempo razonable para que esta estrategia se implemente de manera correcta y en tiempo.

Se demostró que los PGA pueden acelerar enormemente el proceso de backtesting, teniendo consigo una eficiencia considerable en cuanto a los tiempos de ejecución.

“Creemos que los mismos principios utilizados en este documento pueden y deben aplicarse en la implementación del backtesting de otras estrategias de trading complicadas, así como para hacer que el backtesting sea factible” (Ni & Zhang, 2005).

Por otro lado, se puede ejemplificar como en el trabajo de tesis llamado “*Backtesting of Algorithmic Cryptocurrency Trading Strategies*” (Spörer, 2020), se hace mención a una herramienta para la realización del backtesting de habilidades algorítmicas de trading para criptomonedas. Esta herramienta es llamada “*quantbacktest*”, la cual proporciona una manera provechosa los cálculos de los rendimientos de los instrumentos de inversión, así como métricas de rendimientos y métricas para la valuación del riesgo de manera realista. Cabe señalar que esta herramienta se encuentra diseñada en lenguaje de programación Python, por lo que se recomienda sea utilizada si este lenguaje es de su conocimiento.

En este trabajo de investigación se elaborará un complemento de ambos métodos, en el cual se proporcionará al lector información relevante sobre distintos instrumentos de inversión “verdes” con la finalidad de contribuir y poner un granito de arena con el tema de sustentabilidad. Por otro lado, se podrá automatizar de cierta forma el análisis con el método de promedios móviles, para poder identificar los momentos de compra y venta (en caso de que el precio de cierre supere el promedio móvil establecido con información histórica, se vende, si está por debajo, sería un movimiento de compra) y se complementará con el uso de inteligencia artificial para identificar aquellos instrumentos de inversión que sean rentables, automatizar los procesos, hacerlos eficientes y disminuir los tiempos de análisis de la información.

7. DESARROLLO DEL MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

Dentro de los métodos mayormente empleados para establecer estrategias en la creación de portafolios de inversión, se encuentran el método de promedios móviles para establecer dicha estrategia de trading y poder identificar los eventos de compra y venta de los instrumentos de inversión, obteniendo los rendimientos del periodo a analizar. A continuación, se describe este método con el fin de ilustrar su funcionalidad y los beneficios que puede aportar al proceso de decisión de los inversionistas.

Promedios Móviles

El promedio móvil es un indicador estadístico el cual ayuda a establecer un valor promedio tomando como base datos históricos para estimar posibles tendencias de valores futuros. Existen diversos tipos de este método, los más comunes son el promedio móvil simple y el ponderado (Pacheco, 2019).

El enfoque metodológico de esta investigación se basa en el método de promedios móviles simples, el cual Josefina Pacheco menciona que dicha técnica se puede usar cuando se necesita enfocarse a un conjunto de datos más recientes, logrando obtener un pronóstico con dicha información. Este se puede adquirir a través de la Media Aritmética del conjunto de datos seleccionados (Pacheco, 2019).

Características

Entre las características más importantes del método de Promedios Móviles que menciona Pacheco, se pueden mencionar las siguientes:

- Busca estimar valores futuros basados en información histórica.
- Dicho método, proyecta valores durante el periodo de pronósticos, dándole mayor peso al valor promedio calculado con un banco de datos específico de periodos anteriores.

-
- Un promedio, facilita información que puede ser sesgada por valores históricos.
 - Un promedio móvil con menos periodos tiende a reaccionar más rápidamente, lo que podría mejorar la precisión del pronóstico a corto plazo (Pacheco, 2019).

Fórmula

La fórmula para representar matemáticamente al Promedio Móvil Simple (SMA), es la siguiente:

$$SMA = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{n}$$

En donde:

SMA = Promedio Móvil Simple (Simple Moving Average)

P_n = Periodo

n = Número de periodos

Representación Gráfica

En una representación gráfica, la información histórica y la obtención de los Promedios Móviles

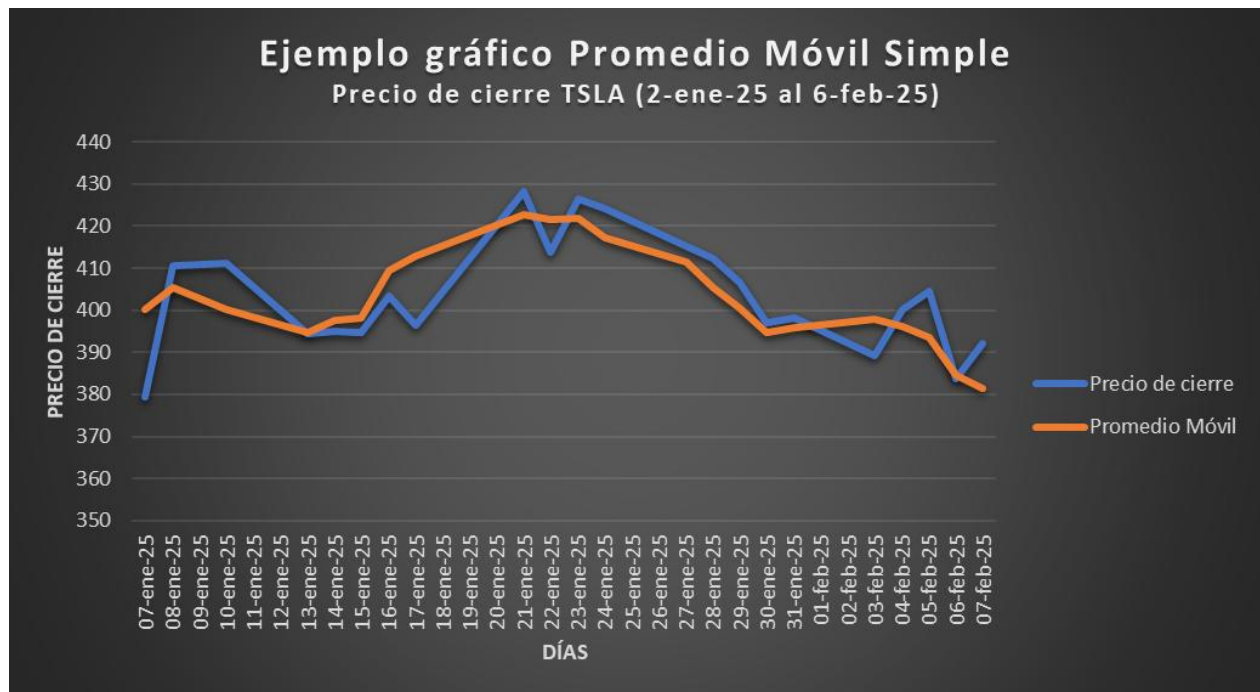
Simples, se visualiza de la siguiente manera en una tabla de datos y, a su vez, en una gráfica:

Tabla 1 Precio de cierre de la acción Tesla, Inc. (TSLA) periodo del 2-ene-25 al 6-feb-25 obteniendo Promedio Móvil Simple (n=3)

<i>Fecha</i>	<i>Precio de cierre</i>	<i>Promedio Móvil</i>
02-ene-25	379.280000	0.000000
03-ene-25	410.440000	0.000000
06-ene-25	411.050000	0.000000
07-ene-25	394.360000	400.256667
08-ene-25	394.940000	405.283333
10-ene-25	394.740000	400.116667
13-ene-25	403.310000	394.680000
14-ene-25	396.360000	397.663333
15-ene-25	428.220000	398.136667
16-ene-25	413.820000	409.296667
17-ene-25	426.500000	412.800000
21-ene-25	424.070000	422.846667
22-ene-25	415.110000	421.463333
23-ene-25	412.380000	421.893333
24-ene-25	406.580000	417.186667
27-ene-25	397.150000	411.356667
28-ene-25	398.090000	405.370000
29-ene-25	389.100000	400.606667
30-ene-25	400.280000	394.780000
31-ene-25	404.600000	395.823333
03-feb-25	383.680000	397.993333
04-feb-25	392.210000	396.186667
05-feb-25	378.170000	393.496667
06-feb-25	374.320000	384.686667
07-feb-25		381.566667

Fuente: Elaboración propia con información tomada de Yahoo! Finanzas (Yahoo, 2025)

Figura 1 Representación Gráfica del Promedio Móvil Simple

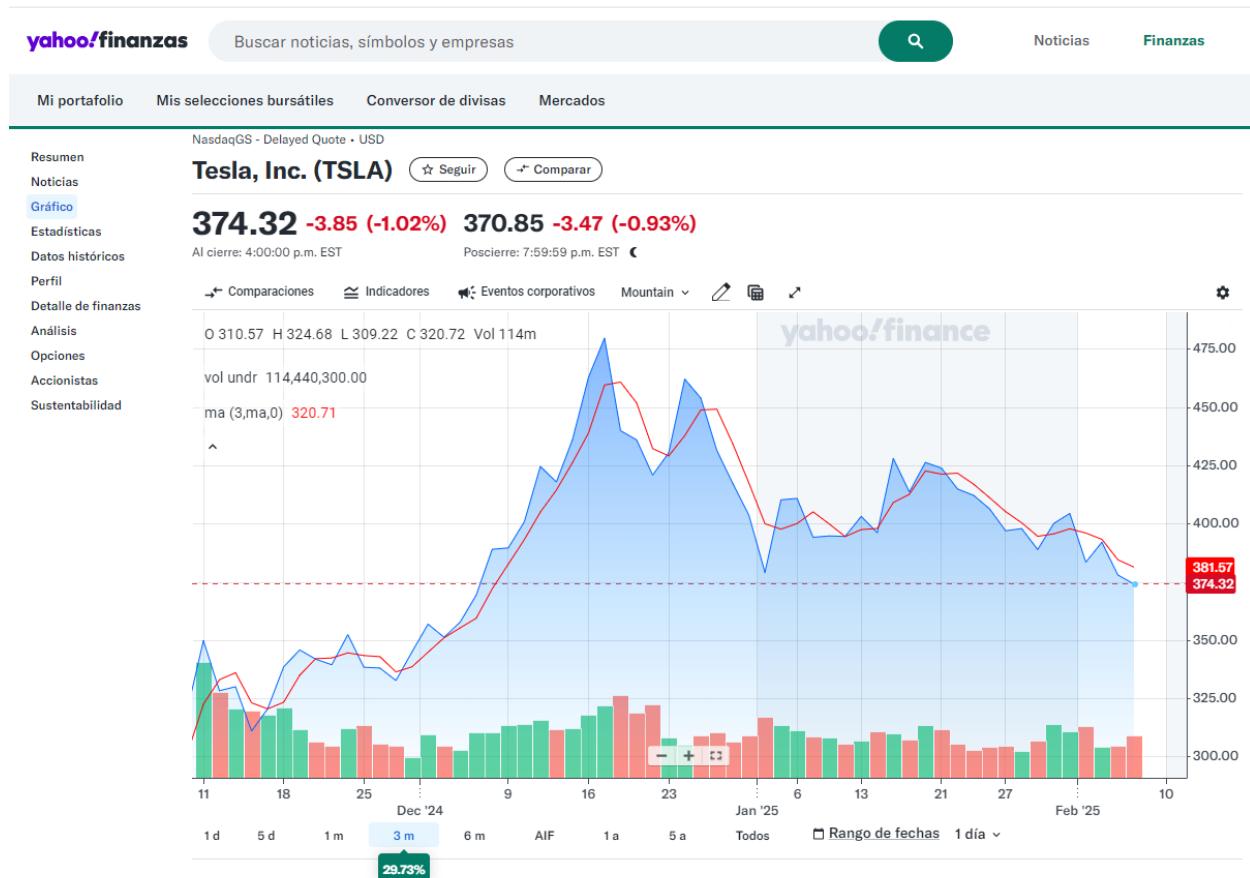


Fuente: Elaboración propia con información tomada de Yahoo! Finanzas (Yahoo, 2025)

Por otro lado, es importante mencionar que las propias páginas de recopilación de información histórica (como es el caso de Yahoo! Finanzas, Investment, entre otras) ya proporcionan de igual manera herramientas de análisis que Facilitan que el inversionista disponga de la información clave al momento de decidir, tales como gráficas de distintos tipos, la incorporación de los mismos promedios móviles, indicadores, comparaciones, noticias, entre otras cosas que apoyan al lector en el análisis a realizar.

A continuación, se muestra un ejemplo de cómo se muestra gráficamente los promedios móviles en este tipo de plataformas.

Figura 2 Ejemplo de Representación Gráfica de Promedios Móviles de Yahoo Finanzas de la acción Tesla, Inc. (TSLA)



Fuente: Captura de pantalla tomada de Yahoo! Finanzas (Yahoo, 2025)

Ventajas

- Son fáciles de usar, comprender, calcular e interpretar.
- Se pueden usar para suavizar los instrumentos de inversión del precio. Esto puede ayudar a eliminar el ruido y facilitar la identificación de las tendencias futuras.
- Ofrece una proyección del corto plazo, lo que contribuye a una toma de decisiones más informada (Pacheco, 2019).

-
- La planificación de pronósticos puede tener más valor y exactitud que los que no se planean (Pacheco, 2019).
 - Son buenos indicadores para indicar el momento de compra/venta del instrumento de inversión según las tendencias presentadas.

Desventajas

- Se limitan a dar el pronóstico de la “ventana” asignada en un inicio.
- Pueden no funcionar muy bien en mercados volátiles, ya que pueden indicar momentos de compra/venta de un momento a otro, aunque la variación sea muy pequeña.

Los promedios móviles son una herramienta popular en el análisis técnico que, como todo método de análisis, tiene sus ventajas y desventajas. Sin embargo, es de mencionarse que se recomienda utilizar este método en conjunto de algunos más para tener mayor soporte al realizar las inversiones. Al final, esta información sirve de apoyo al inversor y sus decisiones dependerán del estilo del mismo, de su tolerancia al riesgo y de las mismas condiciones del mercado.

Por otro lado, es importante mencionar que se debe tener especial atención cuando de Promedios Móviles se trata, ya que el “**lagging**” es común en este método. Este término hace referencia a la existencia de un retraso inherente de los promedios móviles, comparado con el precio del mercado, lo anterior derivado a que se utiliza información histórica y sólo indica una tendencia que se ha trazado a lo largo del tiempo en el mercado, sin intención de predecirla. Es por eso que se debe tomar en cuenta el valor de este concepto en el análisis realizado.

Por otro lado, algunos métodos de **Inteligencia Artificial** que han tenido mayor uso en la práctica de la optimización de portafolios están los **Algoritmos Genéticos**, dentro de los cuales se encuentran los **Algoritmos Evolutivos**, los cuales se describirá a continuación poder tener referencia del entorno de estas nuevas alternativas para eficientar los procesos de optimización de portafolios.

Rendimiento sobre la Inversión (ROI) (Return On Investment)

Para efectos de este trabajo de investigación, al hablar del método de Promedios Móviles, en donde se pueden establecer pronósticos de valores futuros para poder compararlos con algunos valores históricos, es importante mencionar el tema de los rendimientos generados entre dichos valores, y con esto se puede dar pauta a la introducción del término del Retorno de Inversión (ROI).

El ROI es una métrica financiera que sirve para poder medir la rentabilidad y la eficiencia de una inversión en relación a su costo, determinando de esta manera si se obtuvieron ganancias o pérdidas (Ditaly, 2025).

La fórmula para calcular el ROI, se muestra a continuación:

$$ROI = \frac{\text{Ganancia de la inversión} - \text{Costo de la inversión}}{\text{Costo de la inversión}} \times 100$$

El ROI sirve como indicador para visualizar si una inversión fue exitosa o no. Si este resultado da un porcentaje positivo, significa que la inversión ha sido rentable, por el contrario, si resulta un porcentaje negativo, representa que la inversión realizada no fue rentable y esto da pauta a la validación de datos e información pertinentes para la toma de decisiones.

En este trabajo, esta métrica nos ayudará a identificar el porcentaje de retorno sobre la inversión de los resultados obtenidos de la compra – venta de instrumentos de inversión, para detectar de manera simple y visual si las estrategias de inversión se efectuaron de manera correcta o, en su caso, replantear las valoraciones y métodos de inversión para obtener resultados positivos. Adicionalmente, este indicador es un factor clave que sirve de complemento al análisis realizado por el inversionista, para identificar si incluir o no algún instrumento de inversión, dependiendo del valor del ROI obtenido, es decir, si es negativo, es un indicador de no incluir, al menos por este momento, este instrumento en el portafolio de inversión y, caso contrario, de ser positivo, es un indicador de poder incluirlo en el portafolio previo análisis del inversionista.

Algoritmos Evolutivos

Según Cognizant un algoritmo evolutivo representa una herramienta informática que utiliza principios y bases de Inteligencia Artificial evolutiva la cual puede solucionar algunos problemas a través de la utilización de procesos, los cuales imitan el comportamiento de los seres vivos, asociándolos con la evolución biológica a través de la reproducción, mutación, y combinación.

Este tipo de algoritmos evolutivos trabajan en un proceso de selección natural tal como lo describió en su momento Charles Darwin, sobrevive el individuo más fuerte, eliminando a los más débiles, los más viables sobreviven y se reproducen, con el objetivo de llegar a los resultados más óptimos (Cognizant, 2024).

Por otra parte, en la década de los 60's Lawrence J. Fogel propuso un método llamado “programación evolutiva”, en donde se hace mención que la inteligencia se determina a través de un comportamiento adaptativo (Fogel , 1966, citado por Coello, 2022). Del mismo modo, se resalta

la importancia de los vínculos entre padres e hijos, en lugar de copiar operadores genéticos concretos (Coello, 2022).

Otros conceptos que vale la pena mencionar para irse adentrando en el mundo de técnicas de cómputo evolutivo, se describen a continuación:

Algoritmos Genéticos (AG)

Originalmente conocidos como “planes reproductivos genéticos”, los Algoritmos Genéticos se desarrollaron por John H. Holland a inicios de los años 60’s en su motivación para solucionar desafíos relacionados con el aprendizaje automático (Holland, 1962, citado por Coello, 2022).

Laura Núñez, describe al algoritmo como un conjunto de pasos que refieren a la metodología para resolver un problema en específico y lo diferencia de un algoritmo genético, en el cual se perciben componentes que imitan la evolución humana. Esto lo refiere a un enfoque basado en inteligencia artificial sustentada en el principio de que el individuo sobreviviente, es el que mejor se adaptó al medio ambiente, es decir, la teoría de la evolución de Charles Darwin, la cual combina con la teoría de la genética (Núñez, 2019).

Computación Evolutiva

Adentrándose al mundo del Cómputo Evolutivo, de acuerdo con Carlos A. Coello, el algoritmo genético le da mayor importancia a la cruce sexual que al factor de la mutación y usa selección a base de la probabilidad. El algoritmo básico lo describe a continuación:

- Se genera de manera aleatoria una población inicial.
- Se calcula la aptitud de los individuos.
- Se selecciona con una probabilidad basada en el nivel de aptitud de cada individuo

-
- Se aplican operadores genéticos a través del proceso de cruzamiento y mutación para poder crear la población siguiente.
 - Se repite el ciclo hasta cumplir con las condiciones establecidas.
 - Se cicla hasta que se satisfaga ciertas condiciones (Coello, 2022).

De acuerdo al mismo autor, a continuación, se mencionan algunos conceptos básicos que hacen referencia a la Computación Evolutiva, tomando como base la misma referencia de consulta:

Cromosoma: estructura de datos que contiene una cadena de genes. Esta puede ser almacenada en forma de cadena binaria o arreglo numérico, entre otras posibilidades.

Gen: corresponde a una porción del cromosoma donde normalmente se almacena el valor de un parámetro individual.

Genotipo: es una representación codificada, tal como binaria, de los parámetros que definen una solución al problema en cuestión.

Fenotipo: es prácticamente, la conversión del cromosoma a los valores que utiliza la función objetivo, mediante la decodificación de su representación.

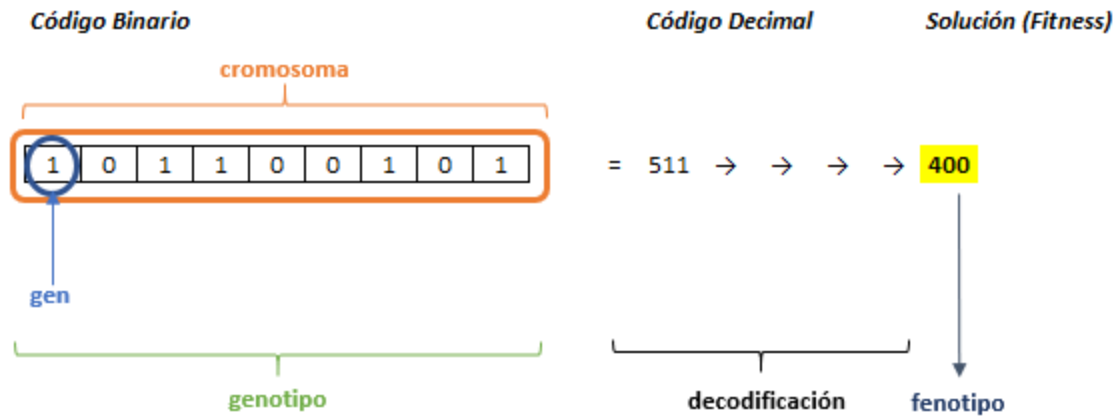
Individuo: representa a un solo elemento de la población. Cada individuo contiene un cromosoma que personifica una solución posible al problema por resolver.

Aptitud: Valoración otorgada a cada individuo que indica su desempeño relativo frente a los demás en la solución de un problema.

Paisaje de aptitud (fitness landscape): Estructura hiperdimensional derivada de la aplicación de la función de aptitud en el espacio de búsqueda. (Coello, 2022).

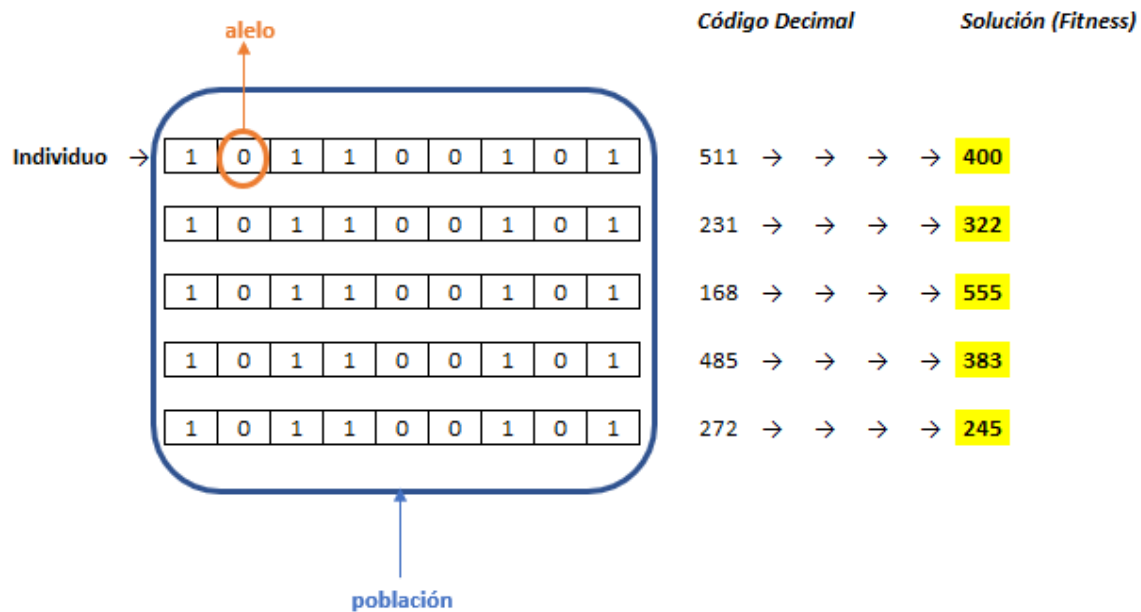
Estos conceptos se pueden visualizar un poco mejor en las siguientes imágenes:

Figura 3 Representación de genotipo y fenotipo.



Fuente: Elaboración propia con conceptos de “Introducción a la Computación Evolutiva” de Dr. Carlos A. Coello Coello (Coello, 2022).

Figura 4 Representación de alelo y población



Fuente: Elaboración propia con conceptos de “Introducción a la Computación Evolutiva” de Dr. Carlos A. Coello Coello (Coello, 2022).

Generación: Implica una iteración que combina la valoración de aptitud con la formación de una nueva población a través de operadores de reproducción.

Alelo: representa el valor que puede asignarse a una posición genética, que en binario puede ser 0 o 1.

Operador de reproducción: incluye todos los procesos que determinan la manera en que la información genética se hereda de los padres a los hijos, clasificados en cruza, mutación y reordenamiento.

Cruza: mediante este operador, un nuevo cromosoma se crea a partir de la mezcla de cromosomas parentales.

Mutación: A través de pequeñas alteraciones en los valores de los genes de un único cromosoma, se forma un nuevo cromosoma.

Reordenamiento: Se modifica el orden genético en un cromosoma con la finalidad de juntar los genes relacionados.

Elitismo: este se utiliza en algunos Algoritmos Evolutivos para que se garantice que los individuos con mejores aptitudes se sigan conservando en las siguientes generaciones (Coello, 2022).

El empleo de este método garantiza que la aptitud máxima de la población se mantenga o no baje de una generación a la siguiente. Por otro lado, es de mencionar que no garantiza la probabilidad de encontrar al individuo óptimo en una función (Rudolph, 1994, citado en Coello, 2022).

Una vez que identificados los conceptos generales del Cómputo Evolutivo, se continúa con la tipificación de las etapas del proceso de los Algoritmos Evolutivos, tales como la *Selección* de los individuos dentro de la población, los diferentes tipos de *Cruza* que se pudiera elegir y la *Mutación* del individuo entre cada generación para dar pauta a una nueva población con la selección de los mejores individuos.

Técnicas de Selección

Dentro del funcionamiento de un algoritmo genético, es indispensable la selección de individuos a reproducirse. Este suele realizarse de manera probabilística en contraste de algunas tácticas de evolución en las cuales el proceso selectivo es extintivo, (los individuos que tienen cero probabilidades de sobrevivir son los menos aptos) (Coello, 2022).

Dentro de las técnicas de selección empleadas en algoritmos genéticos se muestran tres clasificaciones en las cuales se pueden clasificar:

- Selección proporcional
 - Ruleta
 - Sobrante Estocástico
 - Universal Estocástica
 - Muestreo Determinístico
 - Escalamiento Sigma
 - Jerarquías
 - Selección de Boltzmann (Coello, 2022).
- Selección mediante torneo
 - Determinística
 - Combinar los individuos de la población.

-
- Seleccionar el N° de individuos (por lo regular 2).
 - Contrastarlos de acuerdo a su aptitud.
 - El ganador del torneo es el individuo más apto.
 - Para seleccionar N padres, debe mezclarse la población un total de p veces ($N = \text{tamaño de la población}$) (Coello, 2022).
 - Probabilística
 - Este es idéntico al anterior, con la diferencia de que, en vez de elegir siempre al individuo con mayor aptitud, se elige al ganador (Coello, 2022).
 - Selección de estado uniforme
 - Dicho método se usa en Algoritmos Genéticos no generacionales y fue propuesta por Whitley (Whitley, 1989, citado en Coello, 2022, p. 127) en la cual sólo algunos individuos (los menos aptos) se reemplazan en cada generación.

Se utiliza esta técnica para evolucionar sistemas de reglas donde el aprendizaje se realiza de manera incremental.

Además, resulta útil cuando los integrantes de la población solucionan de manera colectiva un problema (Coello, 2022).

Técnicas de Cruza

La crusa es un proceso complicado dentro del sistema biológico que pasa entre pares de cromosomas. Se alinean los cromosomas, posteriormente se dividen en partes y para finalizar se intercambia información genética entre ellos (Coello, 2022).

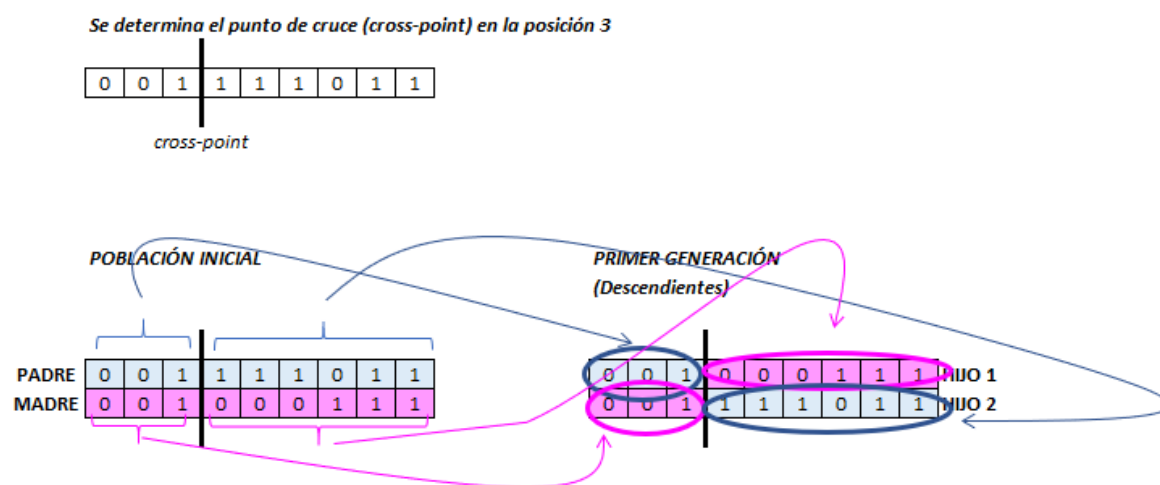
En el campo de la computación evolutiva se puede simular el cruzamiento, al intercambiar los cromosomas (Coello, 2022).

Los métodos de cruzamiento por lo regular se muestran a través del formato binario, No obstante, estas pueden generalizarse a alfabetos con mayor cardinalidad, aunque en ciertos casos se necesitan algunas modificaciones. (Coello, 2022).

Se iniciará por revisar las tres técnicas básicas de cruza:

- Cruza de un punto

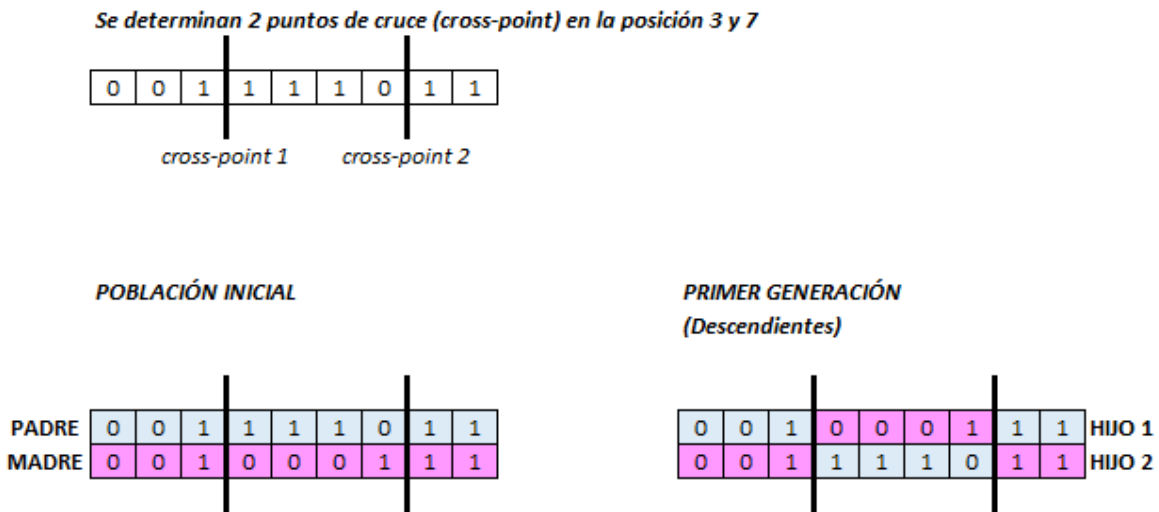
Figura 5 Cruza de un punto



Fuente: Elaboración propia con conceptos de “Introducción a la Computación Evolutiva” de Dr. Carlos A. Coello Coello (Coello, 2022).

- Cruza de dos puntos

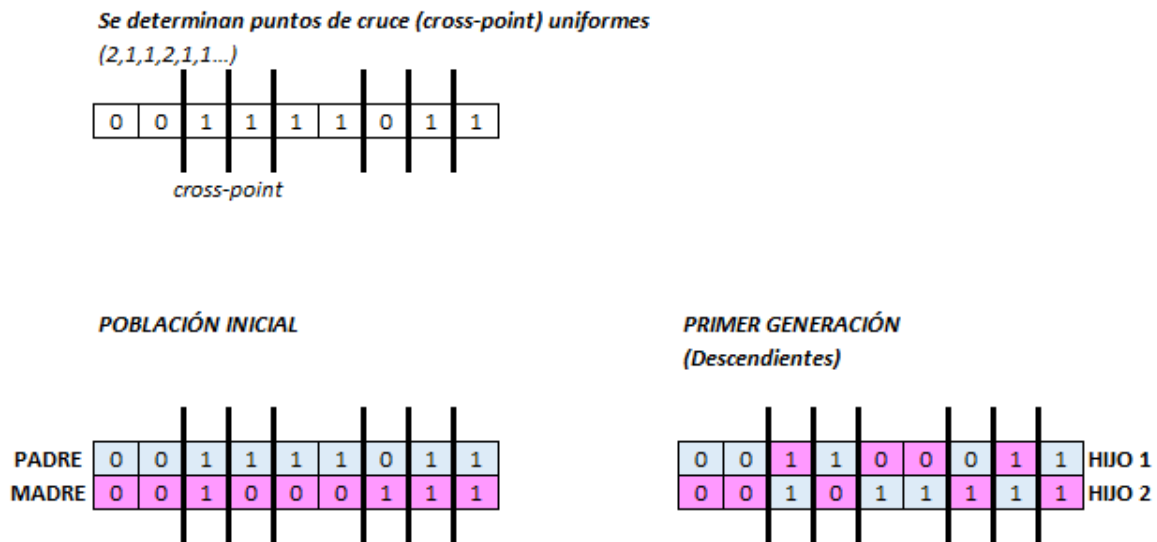
Figura 6 Cruza de dos puntos



Fuente: Elaboración propia con conceptos de “Introducción a la Computación Evolutiva” de Dr. Carlos A. Coello Coello (Coello, 2022).

- Cruza uniforme

Figura 7 Cruza uniforme



Fuente: Elaboración propia con conceptos de “Introducción a la Computación Evolutiva” de Dr. Carlos A. Coello Coello (Coello, 2022).

Técnicas de Mutación

De acuerdo con Coello, el uso de la mutación es menor que el método de cruzamiento (Coello, 2022).

En el campo práctico se recomiendan porcentajes de mutación de entre 0.001 y 0.01 utilizados en la codificación binaria (Coello, 2022).

Otros investigadores, sugieren utilizar al inicio de la práctica porcentajes altos de mutación, e irlos disminuyendo exponencialmente, favoreciendo de esta manera el desempeño de un Algoritmo Genético (Fogarty, 1989, citado en Coello, 2022, p.159).

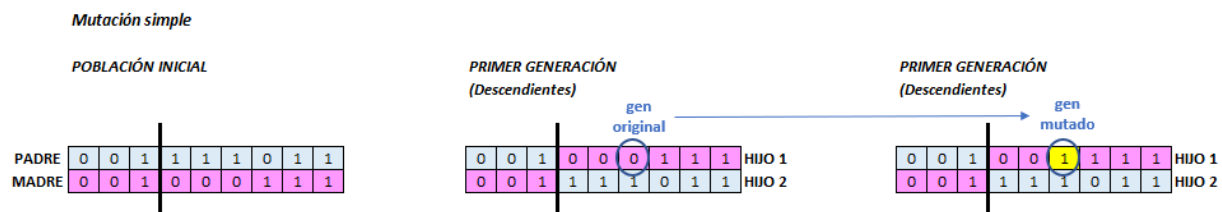
Un tema que sigue siendo considerado en las investigaciones, así como debates en comunidades de computación evolutiva es la función que desempeña la mutación dentro del proceso evolutivo y cómo se compara con el proceso de cruzamiento (Coello, 2022).

A continuación, se presentan diferentes técnicas de mutación propuestas en la literatura especializada.

- Mutación simple

Se elige aleatoriamente un valor y se cambia al valor opuesto (en código binario, si se elige un bit con valor 1 cambia a 0, y viceversa).

Figura 8 Mutación simple

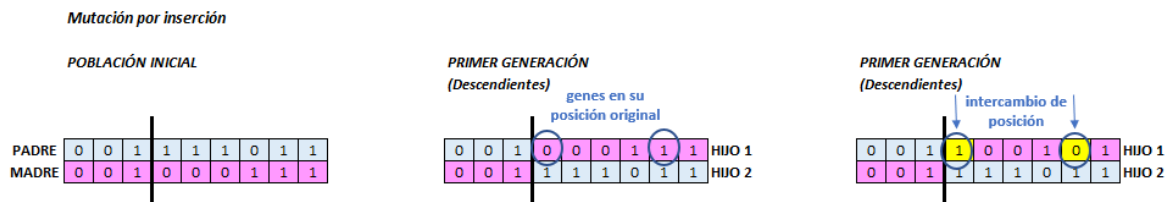


Fuente: Elaboración propia

- Mutación por inserción

Se elige un valor aleatoriamente y se coloca en una posición elegida arbitrariamente (Coello, 2022).

Figura 9 Mutación por inserción

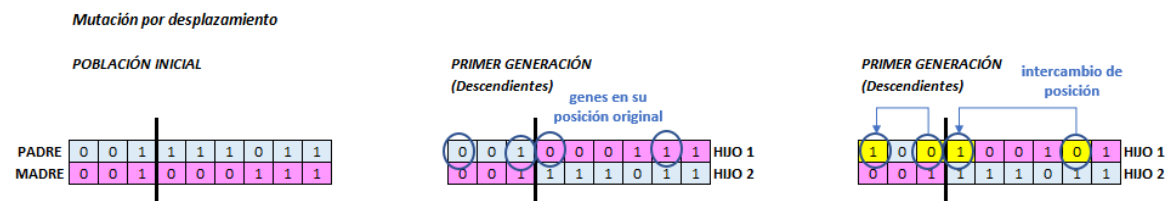


Fuente: Elaboración propia con conceptos de “Introducción a la Computación Evolutiva” de Dr. Carlos A. Coello Coello (Coello, 2022).

- Mutación por desplazamiento

Se trata de una extensión de la mutación por inserción, donde se reubican múltiples elementos simultáneamente en lugar de mover solo uno. (Coello, 2022).

Figura 10 Mutación por desplazamiento



Fuente: Elaboración propia con conceptos de “Introducción a la Computación Evolutiva” de Dr. Carlos A. Coello Coello (Coello, 2022).

- Mutación por intercambio recíproco

Se eligen al azar dos puntos y se intercambian de posición (Coello, 2022)

Ejemplo: P = 8 4 2 1 6 7 5 10 3 9

Se obtendría: P = 8 9 2 1 6 7 5 10 3 4

- Mutación Heurística

Información propuesta por Gen y Cheng (Gen y Cheng, 2000, citado en Coello, 2022, p.160).

- Seleccionar genes al azar.
- Formar vecinos explorando las distintas permutaciones posibles de los genes elegidos.
- Evaluación de los vecinos.
- Selección del mejor vecino (Coello, 2022).

Tipos de instrumentos de inversión sostenibles

A pesar de ser un tema importante, novedoso y con resultados prometedores, esta es una industria muy amplia y un poco complicada, por lo que apenas se está generando información relevante al respecto, en donde se pueden identificar los siguientes instrumentos sostenibles:

Bonos verdes

Se trata de bonos emitidos por organizaciones del sector público o privado destinados a financiar proyectos de energía limpia, eficiencia energética y movilidad sustentable. Una desventaja podría ser que no se consideraría 100% verde, puesto que contienen únicamente ciertos aspectos ambientales que resultan de igual manera contaminantes, sin embargo, la intención de estos bonos, al igual que de esta investigación, es reducir el impacto que se puede llegar a tener invirtiendo en este tipo de instrumentos comparado con los instrumentos “normales” de inversión “negra”, trayendo como ventaja la diversificación en el portafolio de inversión.

Exchange-Traded Fund (ETF)

Existe gran variedad de estos instrumentos, lo importante será identificar y seleccionar algunos que se encuentren vinculados a la industria sostenible. Algunos ejemplos con buenos resultados son el iShares Global Clean Energy (ICLN), con más de 6,000 mdd en activos de compañías de energía limpia. El cual rentó más del 36% en 2021. Otro activo que se recomienda es ALPS Clean Energy (ACES), el cual creció un 180% durante cinco años. Por otro lado, se encuentra Invesco WilderHill Clean Energy (PBW), el cual ha incrementado un 41% en el último año (Navas, 2021).

Algunas de las ventajas es que este tipo de instrumentos se encuentra diversificado con los instrumentos verdes dentro de su contenido, sin embargo, una desventaja es que los inversionistas

al elegir ETF's, invierten en ETF's orientados a cualquier otro tipo de giro y no precisamente el sostenible.

Índices Sostenibles

Uno de los elementos clave para iniciarse en el mundo de las inversiones son los índices, ya que permiten evaluar el desempeño de una industria específica en relación con el mercado.

Cuando se habla de inversiones verdes, existen algunos índices que pueden ayudar a determinar parámetros y comparativos con el entorno.

Uno de ellos es el índice Dow Jones Sustainability Index (DJSI), que se conforma por un grupo de varios índices de sostenibilidad que está conformado por algunas de las compañías con alto desempeño.

Por otro lado, derivado a un acuerdo entre la Bolsa Mexicana de Valores y S&P Dow Jones Índices, El principal gestor de índices a nivel mundial., se tiene el S&P/BMV IPC Sustentable el cual tiene como objetivo promover la adopción de procesos sostenibles y socialmente responsables entre las emisoras mexicanas que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores (BMV). Adicionalmente, busca incentivar la creación de otros índices y activos subyacentes para fondos cotizados (ETF's). El índice se compone de las 30 empresas más sustentables listadas en la BMV y se rebalancea anualmente. (Ganar-Ganar, 2020).

Estos indicadores son fundamentales para la toma de decisiones de inversión en los distintos instrumentos como ETF, acciones o bonos, puesto que cada día se pueden encontrar más los “falsos verdes”, compañías que pueden llegar a engañar al inversionista si no se informa de manera correcta en estos temas, ya que no cumplen con los requisitos de sostenibilidad.

Una de las mayores ventajas es poder establecer un parámetro con el cual se pueda ver reflejado el movimiento y la salud del mercado “verde” en determinado momento, así como tener

diversificación en el portafolio de inversión, así como reducir el riesgo de la cartera. La desventaja es que existen problemas con el cálculo de los índices bursátiles ya que por lo regular se elige cierto número de compañías (las más importantes y de mayor impacto global) para determinar dicho índice, lo cual produce que las acciones con precios mayores generen un mayor impacto en los movimientos de cierto índice en comparación con las acciones con precios más bajos (Diario de un emprendedor / Soy solo Victoria, 2020).

Cripto monedas verdes

En esta materia, es importante saber identificar todo lo que se encuentra a nuestro alrededor dentro del mercado de “inversiones verdes” pues este tipo de instrumentos podrían ser opción para quien quiera invertir su dinero en ellos. Al igual que otros instrumentos de inversión, estos también pueden llegar a generar dióxido de carbono, en este caso, a través de la minería de Bitcoins, por ejemplo. Sin embargo, también existen Cripto monedas que fueron instauradas para garantizar operaciones más transparentes. Como ejemplo se tienen Ethereum 2.0 (ETH), Cardano (ADA), Polkadot (DOT) y Stellar Lumens (XLM).

La desventaja que trae consigo este tipo de instrumentos es, en primer lugar, que no se encuentran regulados y que resultan altamente volátiles en el mercado, además, no se garantiza que su valorización en el mercado aumente.

8. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

La optimización de portafolios tiene un gran número de opciones de acuerdo con los diversos métodos que han surgido y se han desarrollado a lo largo del tiempo, siendo unos más complicados que otros y obteniendo resultados que, si bien no aseguran la rentabilidad del portafolio, sirven mucho de base para que en el análisis realizado se cuente con la información necesaria y junto con la experiencia del inversionista, se tomen las decisiones más oportunas en beneficio del portafolio.

En este trabajo de investigación, en primera instancia se tendrá un acercamiento a los instrumentos de inversión sostenibles, proporcionando información al lector para que pueda realizar la búsqueda de este tipo de instrumentos y pueda orientarse, investigar, tomar su criterio y elegir alguno de ellos si así lo desea, para que lo pueda incorporar a su portafolio de inversiones y de esta manera, diversificar sus recursos.

Posteriormente, se diseñará un modelo en el cual podamos ingresar ciertos parámetros de información como el instrumento de inversión a analizar, el periodo de tiempo, el número de ventanas que se realizarán con la finalidad identificar a través del modelo de Promedios Móviles los momentos de compra y venta de las acciones, logrando obtener el rendimiento final obtenido después del análisis ejecutado.

Una vez obtenido este modelo, se implementará la construcción de otro modelo a través de Inteligencia Artificial por medio de técnicas de Cómputo Evolutivo, para que trabajen en conjunto, buscando que, a través de varias generaciones se pueda identificar la mejor opción de inversión, dando información relevante al inversor para la toma de decisiones.

Para realizar lo anterior, el trabajo de investigación se realizará en 3 Fases:

Tabla 2 Fases del trabajo de investigación.

Fase	Nombre
1	Información relevante para la inclusión de Instrumentos de Inversión Sostenible.
2	Diseño, construcción y validación del modelo de Promedios Móviles al instrumento de inversión.
3	Diseño, construcción y validación del modelo de Cómputo Evolutivo en conjunto con el modelo de Promedios Móviles buscando la optimización de las estrategias de inversión.

Fuente: Elaboración propia.

Estas fases se explican a continuación con mayor detalle:

FASE 1 – Información relevante para la inclusión de Instrumentos de Inversión Sostenible.

Para comenzar con esta fase se da a la tarea de realizar trabajo de investigación sobre aquellos instrumentos de inversión que tienen un buen prospecto, delimitándose a aquellos que estén involucrados en el tema sostenible, ya sea aquellos cuyo producto principal esté basado en energía 100% renovable (paneles solares, energía eléctrica, energía eólica, entre otros), así como aquellas que se encuentren implementando los criterios ESG. Como dato adicional, se incluye información relevante de diferentes tipos de instrumentos, desde los bonos verdes, acciones, índices y ETF's, con la finalidad de proporcionar al inversor varias opciones con las que pueda contar para poder seleccionar alguna y tener un portafolio más diversificado.

De primera instancia se muestran aquellos instrumentos de inversión 100% sostenibles, los cuales se basan meramente en bienes o servicios que empleen energías renovables y sean amigables con el medio ambiente. Para este tipo de instrumentos se puede optar por ***bonos verdes***, ***ETF's e índices sostenibles***, los cuales se presentan a continuación:

Bonos verdes

La implementación de estos instrumentos es única y exclusivamente para poder financiar proyectos que son parte de sectores como los que se enlistan a continuación:

- Energía renovable
- Construcción Sustentable
- Eficiencia energética
- Transporte Limpio
- Agua / adaptación
- Manejo de residuos / Captura de metano
- Agricultura / bioenergía / forestación / cadena de abastecimiento de alimentos

(Grupo Bolsa Mexicana de Valores, 2015).

Exchange-Traded Fund (ETF)

iShares Global Clean Energy (ICLN)

Este ETF, posee una gran exposición a empresas que producen de energía solar, eólica y otras fuentes renovables, adicionalmente, cuenta con más de US\$ 6.000 millones de activos en empresas de energía limpia.

“La cartera de 100 acciones de energía limpia se distribuye en 12 países, con una asignación del 41 % a los EE. UU., seguido de China, Dinamarca y España con un 11.86 %, un 9,28 % y un 8.77 %, respectivamente” (Bajpai, 2022).

ALPS Clean Energy (ACES)

ACES rastrea un índice ponderado por capitalización de mercado de empresas norteamericanas involucradas en la industria de energía limpia. El proveedor del índice apunta a empresas que permiten la evolución de un sector energético más sostenible e incluye actividades como fuentes de energía renovable (solar, eólica, hidroeléctrica, biocombustibles), tecnologías limpias (vehículos eléctricos, tecnología de baterías, celdas de combustible, redes inteligentes), y cualquier otra tecnología emergente de energía limpia. Todas las empresas involucradas en negocios de energía limpia y que operan en las bolsas de valores de Estados Unidos o Canadá son elegibles para su inclusión (ETF, 2024).

Invesco Solar (TAN)

Es un ETF centrado en la energía solar que rastrea el índice MAC Global Solar Energy, uno de los índices más antiguos que representan a la industria. El índice es calculado y administrado por S&P Dow Jones. TAN brinda exposición a más de 50 empresas en todas las geografías con una asignación del 50 % a EE. UU., seguido de casi un 20 % a China y el 30 % restante repartido entre ocho países. Con \$2.73 mil millones como activos bajo administración, TAN es el segundo ETF más grande en el espacio renovable (Bajpai, 2022).

Índices Sostenibles

Dow Jones Sustainability Index (DJSI)

Conforma un índice que combina múltiples índices de sostenibilidad, integrando a las empresas con alto rendimiento.

La familia del Dow Jones Sustainability Index (DJSI) está conformada por varios índices regionales y por un índice global. Todos se actualizan con frecuencia y supervisan la evolución de las empresas con mayor contribución en materia de sostenibilidad. En el índice mundial se toman las 2,500 mejores empresas del Dow Jones Global Total Stock Market Index (solo empresas que cotizan en bolsa) y selecciona sólo el 10% de las empresas más sostenibles (BBVA, 2022).

S&P/BMV IPC Sustentable

Este índice cual busca estimular la inscripción de técnicas sostenibles y socialmente responsables en las prácticas de las emisoras mexicanas listadas en la BMV, además de crear y fomentar otros índices y subyacentes para ETF's. Este índice se rebalancea anualmente y se conforma por las 30 compañías que cotizan en la BMV con la mayor sustentabilidad.

Este tiene como impulsar significativamente el desempeño de las compañías que siguen los objetivos de sostenibilidad, así mismo, proporciona una exposición central al mercado mexicano (Nolasco, 2022).

Emisoras que siguen los criterios ESG

Por otro lado, para poder contar con un portafolio con mayor fuerza, se recomienda incluir Emisoras que siguen los criterios ESG, con la finalidad de invertir en aquellas organizaciones que estén llevando sus esfuerzos hacia la salvaguarda y conservación ambiental, tratando de disminuir el impacto que se crea al generar sus operaciones. Para este tipo de instrumentos, esta investigación se está basando en un estudio realizado por Merco (Monitor Empresarial de Reputación Corporativa), el cual es un instrumento creado en el año 2000 que evalúa la reputación de algunas empresas en varios ámbitos el cual se basa en una metodología multistakeholder al cual se integra por seis evaluaciones, así como de más de veinte fuentes de información (Merco, 2024).

Dentro de los estudios realizados por este Monitor Empresarial de Reputación Corporativa, se encuentran los siguientes cuatro:

- Merco empresas (*Las empresas con mejor reputación corporativa*)
- Merco líderes (*Los líderes empresariales mejor valorados*)
- Merco responsabilidad ESG (*Las empresas más responsables*)
- Merco Talento (*Las mejores empresas en atraer y fidelizar talento*) (Merco, 2025)

Este trabajo de investigación tomará en cuenta la parte de investigación de las empresas más responsables que sigan los criterios ESG.

Dicho instrumento, año con año realiza un estudio y difunde el relanzamiento del monitor llamado Merco Responsabilidad ESG, anteriormente conocido como “Las 100 empresas con mejor Responsabilidad Social y Gobierno Corporativo en México”, el cual se realiza de marzo a diciembre de cada año y, de acuerdo con los hallazgos de esta investigación, adicional a las condiciones del mercado es que se muestran las **10 empresas principales para invertir**, mismas que lideran la lista de este estudio de 2024.

Tabla 3 Ranking Global Responsabilidad ESG México 2024

2023	2024	Evolución	Empresa	Puntuación
1°	1°	=	GRUPO BIMBO	10.000
4°	2°	↑	BBVA	8.449
2°	3°	↓	GRUPO MODELO	7.652
3°	4°	↓	GOOGLE	7.605
5°	5°	=	NESTLÉ	7.481
9°	6°	↑	HEINEKEN MÉXICO	7.361
11°	7°	↑	WALMART DE MÉXICO Y CENTROAMÉRICA	7.283
7°	8°	↓	MERCADO LIBRE	7.141
13°	9°	↑	MICROSOFT	7.092
12°	10°	↑	CINÉPOLIS	7.082

Las puntuaciones obtenidas se trasladan a una escala 3.000

3.000 (para la empresa que ocupe el puesto 100) - **10.000** (para la empresa con mejor puntuación)

Fuente: Elaboración propia con información de Ranking global Responsabilidad ESG México 2024 (Merco, 2025)

A continuación, se presenta información relevante de cada una de estas 10 empresas que lideran el Ranking Global Responsabilidad ESG, para que el inversionista cuente con elementos suficientes en su toma de decisiones para poder considerar incluir algunos de estos instrumentos dentro en su portafolio de inversión.

1. GRUPO BIMBO

Datos importantes a considerar en tema sostenible es que Bimbo cuenta con un plan dividido en tres ejes:

- *Cero desperdicios*

Empaques sostenibles, que se incorporan en procesos de reciclaje post-consumo. Además, se generan acciones en la cadena de valor que reducen el desperdicio de alimentos (Grupo Bimbo, 2024).

- *Cero emisiones netas de carbono*

Estos se encargan de minimizar las consecuencias del cambio climático en la cadena de suministro dentro del proceso productivo, ya que neutralizan la huella de carbono a través de la aplicación de energía eléctrica renovable y la captura de carbono por medio de agricultura regenerativa.

En 2018 se unieron a la iniciativa RE100, comprometiéndose a que para el año 2025, todas sus operaciones utilizarán energía eléctrica renovable. Al cierre del año 2023, 27 países operan ya con el 100% de energía renovable, esto significa un 92% de avance a nivel global.

Desde el año 2012, Grupo Bimbo se encarga de fabricar sus propios vehículos eléctricos para repartir sus productos. Estos se cargan con energía solar y con el viento. Hoy en día, tienen la flotilla eléctrica de autos más grande de México (más de 2,600 unidades) y de las mayores de América Latina (Grupo Bimbo, 2024).

- *Agricultura regenerativa*

Llevan a cabo prácticas agrícolas las cuales favorecen la salud del suelo, se captura carbono y crean resiliencia en los ecosistemas.

Mantienen el acompañamiento del CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo) para estimular a los agricultores a seguir prácticas de agricultura regenerativa (Grupo Bimbo, 2024).

Logros al 2023

- 90% de los empaques son reciclables
- 4.8 millones de kg de empaque reducidos de 2010 a 2022
- 90% de los residuos son reciclados
- 98% del reúso del agua tratada en todas las operaciones
- Cuentan con más de 2,690 unidades de reparto eléctricas
- Cuentan con más de 90 sistemas de techos que proveen de energía solar los centros de trabajo
- El 80% de la energía eléctrica que utilizan proviene de fuentes renovables como el sol o el viento.
- El 90% de abasto de papa es de agricultores certificados.
- Se implementaron prácticas de agricultura regenerativa en 7,703 hectáreas de la cadena de suministro de maíz (Grupo Bimbo, 2024).

2. BBVA

En BBVA se basan en dos pilares que contribuyen a 5 de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas, con los cuales buscan ofertar las mismas oportunidades para todos, cubriendo la parte de responsabilidad con el planeta (BBVA, 2024).

- *“No dejamos a nadie atrás a través del Crecimiento Inclusivo”*

Buscan estimular un crecimiento económico incluyente, creando oportunidades para todos. Tienen como objetivo fomentar la formalización y mejorar la accesibilidad de los clientes a servicios financieros..

(ODS: 8-Trabajo decente y crecimiento económico y 9-Industria, innovación e infraestructura).

- “Con la Acción Climática buscamos dar financiamiento con impacto positivo”

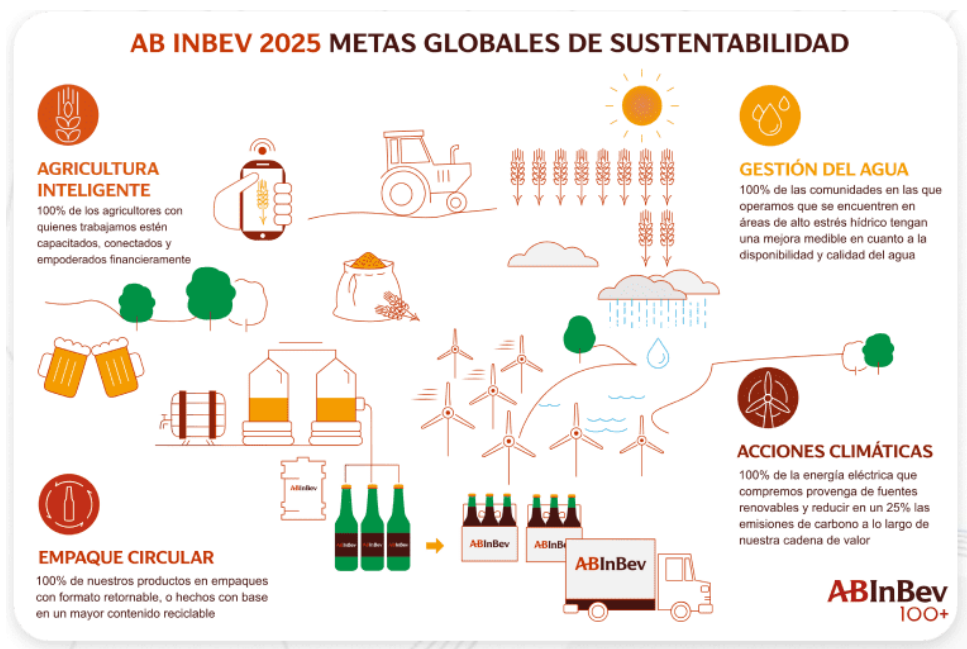
El objetivo es acompañar a los clientes hacia un futuro sostenible ofreciéndoles productos de financiamiento que les permita reducir su impacto ambiental.

(BBVA, 2024).

3. GRUPO MODELO

Siendo parte de la familia ABInBev, Grupo Modelo está comprometido con los objetivos globales de Sustentabilidad 2025 en agricultura inteligente, gestión del agua, empaque circular y acción climática (Grupo Modelo, 2024).

Figura 11 Metas Globales de Sustentabilidad de Grupo Modelo



Fuente: Obtenida de Grupo Modelo, apartado de sustentabilidad. (Grupo Modelo, 2024).

- *Agricultura inteligente*

Con el programa Smart Barley se tratan de enfocar en optimizar la productividad agrícola, la calidad de sus productos e impulsar y al campo mexicano.

- *Gestión del agua*

Con relación a la extracción de los mantos acuíferos, el consumo de agua en las plantas ha disminuido, lo cual significa que se está alcanzando un estándar de mejores prácticas a nivel mundial en cuanto al consumo de agua en la industria.

- *Empaque circular*

Se espera lograr que el 100% de los productos en empaques con formato retornable, cuenten con una mayor cantidad de contenido reciclado.

- *Acción climática*

Grupo Modelo realizó un Contrato de Suministro de Energía con Iberdrola (empresa española), con el cual, a partir de 2019 con la energía eólica se ha podido suministrar de energía eléctrica a las cervecerías y plantas de operación vertical. Con lo anterior se reducirá en 30% la huella de carbono, mejorando la calidad del aire de las comunidades a través de enfocar todos los esfuerzos en bajar las emisiones de dióxido de carbono. (Grupo Modelo, 2024).

4. [GOOGLE](#)

En Google, se inclinan por realizar acciones sostenibles de acuerdo a los siguientes rubros:

- *Carbón Neto Cero*

Usan energía solar para alimentar sus productos y ejecutar sus operaciones, incluidos los centros de datos y oficinas. Para la tercera década de acción climática, buscan emisiones netas cero en todas las operaciones y cadena de valor para 2030. Esto está respaldado por el objetivo de energía limpia (energía solar y eólica) para poder operar los centros de datos y los campus de oficinas con energía libre de carbono 24-7 (Google, 2024).

- *Administración del agua*

Utilizan agua para ayudar a enfriar los centros de datos y oficinas en todo el mundo. Motivo por el cual se esfuerzan en ser administradores responsables de cada recurso que utilizan, incluida el agua.

El objetivo principal es reponer el 120 % del volumen de agua dulce que se consume, en promedio, en las oficinas y centros de datos, y ayudar a la restauración y mejora de la calidad del agua y de los ecosistemas donde operan (Google, 2024).

- *Economía circular*

El trabajo que se debe realizar hacia una economía más circular abarca desde los centros de datos, lugares de trabajo y productos de hardware de consumo, y se debe contemplar toda la cadena de valor, desde productos químicos más seguros y desechos de fabricación hasta el reciclaje de desechos electrónicos.

El objetivo es tratar de maximizar la reutilización de recursos finitos en las operaciones, productos y cadenas de suministro, así como permitir que otros orienten sus esfuerzos hacia el mismo objetivo (Google, 2024).

- *Naturaleza y biodiversidad*

Google, al tener oficinas alrededor del mundo, es consciente del impacto que tiene sobre la naturaleza y la biodiversidad tanto en sus instalaciones, como en las comunidades y ecosistemas a su alrededor. El objetivo se enfoca en que la naturaleza y las personas prosperen a la par en los sitios que Google llama hogar. (Google, 2024).

5. NESTLÉ

Basándose en una década de acción, tienen contemplado disminuir a la mitad sus emisiones de gases de efecto invernadero para 2030, así como para 2050, alcanzar cero emisiones netas.

Al estar abordando las emisiones generadas en la cadena de suministro, están generando un gran rol de liderazgo. Para alimentos y bebidas, se utilizarán ingredientes cultivados a través de agricultura regenerativa y, por otra parte, protegerán árboles y ecosistemas que ayudan a absorber las emisiones de carbono generadas (Nestlé, 2024).

El objetivo hacia la generación de cero emisiones netas se recopila en tres áreas principales:

- *Apoyando la agricultura regenerativa*
 - Acoger prácticas en donde se contemple directamente el cambio climático y se mejore el medio de vida, al trabajar con los agricultores directamente.
 - Incentivar a los proveedores de todo el mundo a se integren a Nestlé en su travesía hacia el objetivo de cero emisiones netas.
 - Durante los próximos 10 años, tener el objetivo de plantar 20 millones de árboles cada año.
 - Garantizar que sus proveedores de productos básicos clave estén completamente libres de deforestación.
- *Repensar sus operaciones*
 - Para los en los 800 sitios de Nestlé, trascender a energía 100% renovable.
 - Actualizar la flota de vehículos propios o contratados a vehículos de emisiones más bajas.
- Reducir las emisiones mediante la adopción de combustibles más ecológicos.

-
- *Transformar el portafolio de productos*
 - Instaurar nuevos productos que contemplen una mejor huella ambiental y contribuyan a un medio sostenible y una dieta más equilibrada.
 - Optimizar los procesos y formas de medir y gestionar las emisiones.
 - Integrando marcas carbono neutral (Nestlé, 2024).

6. HEINEKEN MÉXICO

Se ha implementado una estrategia de seguimiento y un nuevo plan de acción durante el año 2021, el cual consiste en “Brindar Un Mundo Mejor”, el cual sigue siendo la base de proximidad hacia la sustentabilidad. Por otro lado, “Subiendo la Barra al 2030 una Década de Acción”, contempla el nuevo plan a nivel mundial, con el cual se busca apresurar la consecución de las metas de sustentabilidad y, de esta manera, se pueda contribuir al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible para 2030 de la Organización de las Naciones Unidas (Heineken México, 2024).

- *Ambiental - Camino al cero impacto*

Cero emisiones de carbono - Circularidad - Protección del agua

Existe una gran preocupación para que los sistemas de producción se encuentren en medida de lo posible orientados al tema de sustentabilidad.

Desde sus orígenes, esta empresa ha estado dedicada al cuidado del entorno que la rodea; a lo largo de décadas en pro y a favor del medio ambiente y lo sustentan sus grandes logros obtenidos (Heineken México, 2024).

- *Social - Camino a un mundo inclusivo, justo y equitativo*

Inclusión y diversidad - Equidad y Seguridad - Comunidad

En HEINEKEN México se realizan labores que los orientan al bienestar colectivo. Lo anterior derivado a que su uno de los pilares más importantes es su propia comunidad.

Se tiene la convicción de que la variedad de perspectivas, la inclusión, la equidad, la seguridad y la solidaridad son el camino hacia el tener un impacto social verdadero. La responsabilidad con las personas y comunidades forma parte del ADN de HEINEKEN México desde ya hace más de 130 años (Heineken México, 2024).

- *Consumo inteligente - Camino a la moderación y al consumo no dañino*

Consumo sin Alcohol - Evitar el consumo nocivo - Consumo moderado

La compañía se compromete con el bienestar de sus consumidores, a través de su gran variedad de productos.

En HEINEKEN México se tiene claro darles la debida importancia a los riesgos del consumo de alcohol, por lo cual se realiza una concientización clara y honesta a través de acompañar y cuidar a sus consumidores para formar una comunidad sana y responsable. Los objetivos principales, se centran en promover la moderación, la búsqueda de alternativas del producto, así como tratar de evitar el abuso en el consumo de bebidas alcohólicas. Con lo anterior, se busca que los consumidores disfruten más y mejor (Heineken México, 2024).

7. WALMART DE MÉXICO Y CENTROAMÉRICA

La ambición de Walmart de convertirse en una Empresa Regenerativa pone a la humanidad y a la naturaleza en el centro de sus decisiones de negocio. Buscan entender y mejorar su impacto para contribuir a la estabilidad de los ecosistemas, la continuidad de la biodiversidad y el bienestar colectivo. Para lograrlo, se enfocan en tres prioridades:

Figura 12 Prioridades para que Walmart se convierta en una empresa Regenerativa



Fuente: Obtenida de Walmart México, apartado de sustentabilidad (Walmart, 2025).

Dentro de las cuales, se consideran las siguientes metas a cumplir:

- *Cambio climático*

Cero emisiones en sus operaciones al 2024. Aspiran a reducir en 18% las emisiones de sus operaciones en México a 2025, con respecto de 2015.

Energía renovable para el 2035. Esperan abastecer sus tiendas con energía 100% de fuentes renovables.

Proyecto Gigatón. Esperan trabajar en conjunto con sus proveedores para reducir o evitar emisiones de Gases de Efecto Invernadero equivalentes a 1 gigatón en sus cadenas de abasto globales al 2030 (Walmart, 2025).

- *Economía circular*

Cero residuos a relleno sanitario al 2025. Esperan reducir en 50% a la reproducción de residuos de alimentos a 2025.

Empaques 1005 reciclables para 2025. Esperan evitar el uso de plásticos innecesarios o difíciles de reciclar e incluir al menos el 20% de material reciclado en los empaques.

Reducción de plástico virgen. Esperan reducir 3mil toneladas de plástico virgen de sus operaciones y productos de sus marcas al 2025 en comparación con el 2020.

Consumo responsable. Tienen como objetivo duplicar los centros de reciclaje en México para 2026, respecto a 2021. Además de implementar pilotos de refill y venta a granel que promuevan el consumo responsable (Walmart, 2025).

- *Capital natural*

Materias primas, pescados y mariscos de fuentes sustentables para 2025. Se espera que para 2025, los productos de sus marcas utilizarán aceite de palma, papel, pulpa y madera de fuentes sustentables certificadas. Por otra parte, los pescados y mariscos, frescos y congelados, así como el atún enlatado serán proveídos por medio de medios sustentables certificados o proyectos de mejora pesquera (Walmart, 2025).

8. MERCADO LIBRE

Mercado libre cuenta con varias iniciativas en temas de sustentabilidad, de las cuales destacan las siguientes:

- *Bono Sustentable*

En enero de 2021, emitieron su primer Bono Sustentable, captando un total de USD 400 millones, que vencen en 2026. Los fondos recaudados serán destinados a financiar o refinanciar proyectos de triple impacto en América Latina, especialmente en las siguientes tres áreas:

Reducción de impactos ambientales: Se promoverá un mayor uso de energías renovables, proyectos orientados a la eficiencia energética, la compra de empaques y materiales amigables con el medio ambiente, y la movilidad sustentable.

Inclusión financiera: Se incrementarán las líneas de crédito destinadas a pymes y emprendedores.

Desarrollo social: Se impulsarán proyectos educativos junto con capacitaciones para fomentar la inclusión digital y la inserción de jóvenes en el ámbito laboral.

El diseño de la empresa se encuentra alineado con los Principios de los Bonos Verdes – Green Bond Principles (GBP) – de los Social Bond Principles (SBP) y de las Sustainability Bond Guidelines, los cuales son anunciados por la International Capital Markets Association (ICMA) (Mercado Libre, 2024).

- *Movilidad Sustentable*

La movilidad sustentable es parte fundamental de la estrategia para reducir las emisiones.

Las acciones en este frente se basan en tres pilares:

- Electrificación de la flota

En 2023, se aumentó el número de camionetas, vehículos urbanos de carga (VUC), motocicletas y triciclos en un 191%, totalizando 2321 unidades.

- Uso de combustibles alternativos

Se invirtió en el desarrollo de una flotilla de camiones impulsados por gas natural, combustible que emite un 18% menos de carbono en comparación con el diesel.

- Eficiencia

Se cuentan con sistemas de planificación de rutas y redes permitiendo asignar los vehículos más adecuados para cada lugar, generando una reducción considerable de emisiones de los paquetes entregados.

Se invirtió en la implementación de sistemas de monitoreo en tiempo real de datos de conducción para la flotilla, garantizando mayor seguridad y agilidad en las entregas, así como mayor eficiencia en el consumo de combustible (Mercado Libre, 2024).

9. MICROSOFT

En 2020, Microsoft se comprometió a convertirse en carbono negativo, agua positiva, cero residuos y a proteger más tierra de la que usan para 2030. Siguen centrados en acelerar el progreso hacia sus compromisos para 2030 y más allá, y están invirtiendo en nuevos enfoques para hacer frente a las realidades de este desafío (Microsoft, 2025).

- *Sostenibilidad de Microsoft*

El trabajo de sostenibilidad comienza con la asunción de la responsabilidad de su propia huella operativa. Se comprometen a compartir aprendizajes, acelerar los mercados, escalar las soluciones en toda su cadena de valor y ser transparentes sobre su progreso.

- Carbono negativo

El camino hacia la sostenibilidad comienza con la disminución de sus emisiones de carbono tanto como sea posible, la sustitución de su consumo de energía por energía libre de carbono y la eliminación de las emisiones que quedan.

- Agua positiva

En Microsoft, el agua neta positiva significa reducir el consumo de agua en todas sus operaciones globales, reponer más agua de la que usan, incrementar el acceso a los servicios de agua y saneamiento, escalar las soluciones de agua a través de la innovación y la digitalización, y abogar por una política de agua efectiva e innovadora.

- Residuo cero

A medida que trabajan para lograr cero residuos, están incorporando un enfoque redondo en la gestión de materiales para disminuir los residuos y las emisiones de carbono. Su estrategia va más allá del desvío de residuos, ya que trabajan en toda su cadena de valor, empezando por el diseño y la selección de materiales.

Proteger los ecosistemas

Se han comprometido a proteger permanentemente más tierra de la que usan para 2025 y han superado su objetivo de protección de la tierra en más del 40%. Más allá de sus propias operaciones, están trabajando activamente para proteger la salud ambiental de las

comunidades que albergan sus operaciones de centros de datos y donde viven y trabajan sus empleados (Microsoft, 2025).

- *Sostenibilidad del cliente*

Se han comprometido a proporcionar la tecnología digital necesaria para construir un mundo más sostenible y a apoyar a sus clientes en sus propios viajes hacia la sostenibilidad (Microsoft, 2025).

- *Sostenibilidad global*

- Están enfocados en apresurar la disponibilidad de nuevas tecnologías climáticas, fortalecer su agenda de política climática, desarrollar un sistema de contabilidad de carbono confiable e interoperable, apoyar programas de capacitación para propagar la fuerza laboral verde y trabajar para permitir una transformación energética justa (Microsoft, 2025).

10. CINÉPOLIS

Además de ser una opción de entretenimiento, el enfoque de esta compañía va más allá de las pantallas. La gestión de decisiones incluye un enfoque basado en la sostenibilidad ambiental, social y de gobierno corporativo, esto les permite tomar acción en temas de sostenibilidad, obteniendo resultados medibles y trazables.

Siguiendo los criterios ESG (ambiental, social y de gobierno corporativo), Cinépolis está orientando sus acciones para seguir estos tres enfoques.

- *Enfoque ambiental*

Dentro de sus acciones principales, se encuentran las siguientes:

Uso de energías renovables: eólica y solar. Han desarrollado programas para la producción de energía renovable y libre de contaminación proveniente del viento y el sol (desde 2016).

Con esto, se ha obtenido lo siguiente:

- El 34% de la energía que se consume en los cines en México, proviene de fuentes renovables.
- Se suministra energía renovable a los cines a través de 2 parques eólicos.
- Existen 215 cines que ya cuentan con energía renovable.
- En ámbitos de instalaciones fotovoltaicas, ya son 91 cines cuentan con ellas.
- Por cada sala en los cines de México (ton CO₂eq/sala), se han reducido el 21% de las emisiones de Gases de efecto invernadero.
- Han reducido el consumo energético por sala.
- Derivado a la automatización del aire acondicionado, se han ahorrado el 10% del consumo energético por cine.
- Han acelerado el cambio de uso de tecnología Led de bajo consumo eléctrico para la iluminación (Cinépolis, 2025).

- *Enfoque Social*

Se ha trabajado de manera constante en mejorar la calidad de vida de los grupos más vulnerables por medio de la Fundación Cinépolis, todo esto mediante diferentes programas e iniciativas que buscan realizar un cambio significativo en la población.

Entre los principales programas destacan los siguientes:

- Del amor nace la vista. 61,090 cirugías de cataratas realizadas (de 2005 a 2020).

-
- Vamos todos a Cinépolis. 6.8 millones de personas beneficiadas de los sectores más vulnerables (desde 1998).
 - Ruta Cinépolis. Más de 1,350 funciones llevadas a comunidades vulnerables (desde 2010).
 - Carrera Fundación Cinépolis. 51,600 corredores/donantes (desde 2010) (Cinépolis, 2025).
 - *Enfoque Gobierno Corporativo*

A través de su Código Global de Conducta y Ética Empresarial, el cual aplica de igual manera para los accionistas, miembros del Consejo de Administración, colaboradores, proveedores, socios comerciales y a todos los que forman parte de la familia Cinépolis, se considera como un pilar fundamental que forma su conducta, comprensión y correcta aplicación es esencial para mantener los más altos estándares de cumplimiento, lo cual sirve de referencia para tener un comportamiento íntegro y ético (Cinépolis, 2025).

La adopción de criterios ESG representa no solo una evolución en las prácticas corporativas, sino que se ha llegado a consolidar como una necesidad estratégica, orientada a garantizar la competitividad y legitimidad de las organizaciones en un contexto global que demanda mayor transparencia, responsabilidad y acciones concretas hacia la sostenibilidad (Alonso, 2025). Si bien no todas las organizaciones optan por incluir medidas sostenibles o seguir los criterios ESG, la decisión de sumarse o no a seguir estos criterios puede volverse un tema totalmente subjetivo, ya que la mayoría de las empresas suelen sumarse al identificar ciertos “beneficios” al incorporar estos criterios dentro de sus procesos, tales como: mejorar su reputación en el mercado, posicionar su marca o cumplir con regulaciones que a fin de cuentas tenían que cumplir, lo que les da un plus en el seguimiento de sus procesos. Por otra parte, la adopción de estos criterios también ayuda en cierta manera a fortalecer su competitividad, a atraer nuevo talento y retener el existente, reducir costos operativos al invertir en nuevos procesos amigables con el medio ambiente, acceder a nuevos mercados al cumplir normativas locales e internacionales, todo esto fomentando una mayor estabilidad y sostenibilidad a largo plazo. Aunque las organizaciones no busquen seguir estos criterios por el simple hecho ético y contribución social, es decir, sin fines de lucro, podríamos decir que indirectamente se está obteniendo un beneficio ambiental, aspecto que se podría tomar como positivo en el entorno en el que se desenvuelve y en pro de la comunidad y el medio ambiente.

Las 10 mejores inversiones sostenibles

Por otro lado, Buhle Ndweni, redactora financiera sénior de la plataforma para invertir IG, menciona en su artículo “*Las 10 mejores inversiones sostenibles*” en donde propone algunas de las inversiones sostenibles más populares y, además menciona que : “no se han escogido las siguientes acciones como las 10 mejores acciones sostenibles del mundo exclusivamente, sino que esta elección se ha basado en distintos factores, entre los que se incluyen la capitalización bursátil, las perspectivas de crecimiento futuro, los dividendos y los últimos resultados. Esta lista se actualizó a fecha 20 de marzo de 2022” (Ndweni , 2024). Dentro de esta lista se encuentran las siguientes organizaciones:

1. *Tesla (TSLA)*
2. *NextEra Energy*
3. *General Electric (GE)*
4. *American Water Works*
5. *Vestas Wind Systems A/S*
6. *SolarEdge Technologies*
7. *First Solar*
8. *Brookfield Renewable*
9. *Sunrun*
10. *FuelCell Energy*

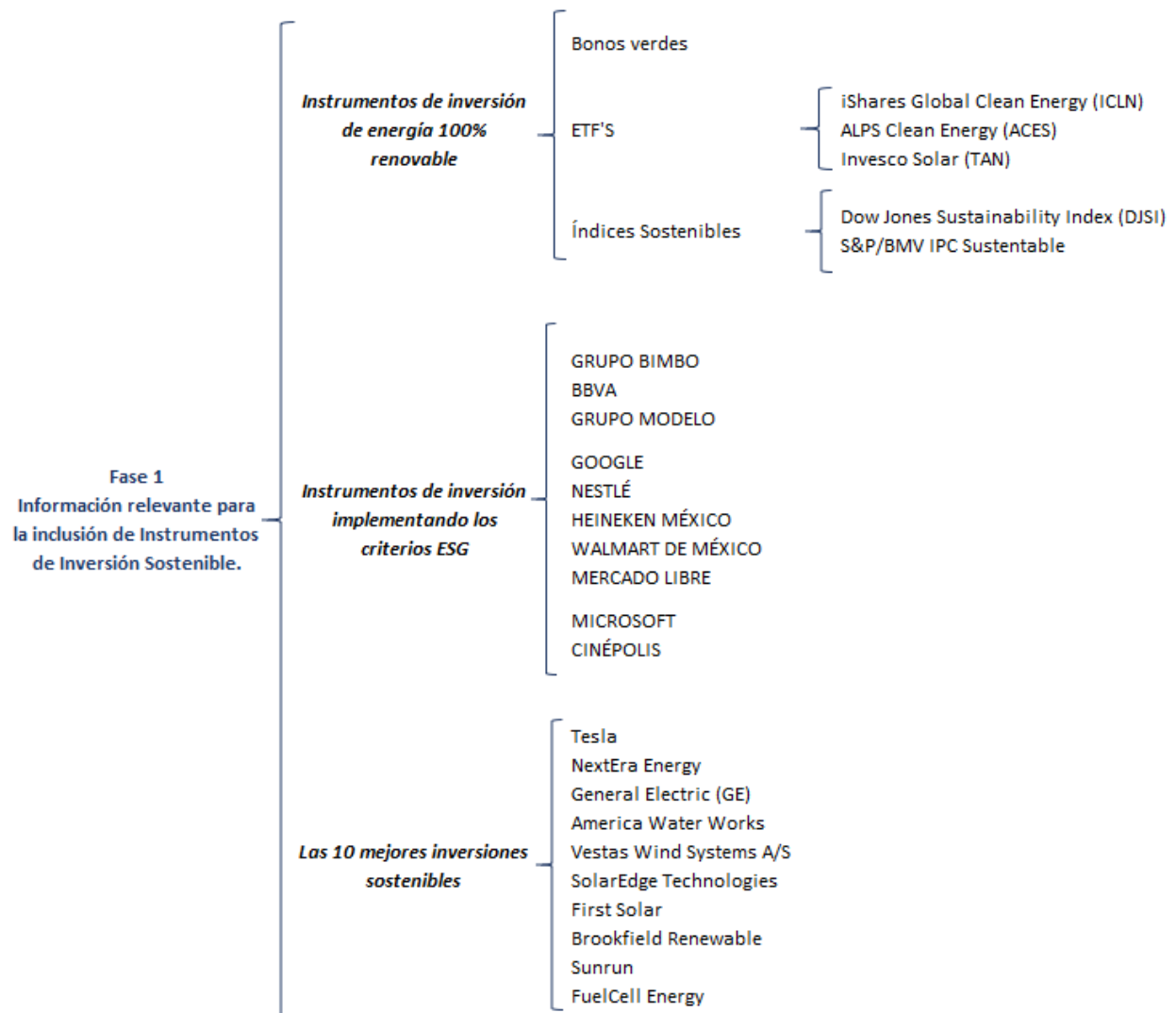
Con la información presentada anteriormente se incita al inversor incluir alguno de estos instrumentos en su portafolio de inversión, con la finalidad de poner un granito de arena con el medio ambiente y, a su vez, generar rendimientos que favorezcan su patrimonio personal. Para lograr esto, es que se creará la herramienta con la cual se obtendrá información relevante para que apoye al inversor a tomar una decisión y considere incluir este tipo de instrumentos en sus portafolios.

Es importante señalar que la inclusión de este tipo de instrumentos sostenibles dentro del portafolio de inversión, muestra una tendencia a generar rendimientos más bajos (comparados con los que no lo son), debido a que el universo de activos disponibles para su inclusión es más limitado y este mercado aún sigue en constante evolución, crecimiento e integración en el entorno bursátil.

Con lo anterior, vale la pena reflexionar como inversionista, qué tanto se está dispuesto a aceptar esta reducción en su rentabilidad real a cambio de incluir y privilegiar criterios ambientales y sostenibles en sus decisiones de inversión, pensando en un futuro sostenible para las nuevas generaciones.

A continuación, se muestra una representación gráfica de la Fase 1

Figura 13 Representación gráfica de la Fase 1



Fuente: Elaboración propia

FASE 2 – Diseño, construcción y validación del modelo de Promedios Móviles al instrumento de inversión.

En esta fase, se diseña en Excel el modelo de **Promedios Móviles** aplicado a un instrumento de inversión, como ejemplo se tomará el Ticker de TESLA como referencia.

Se ingresa a cualquier página que contenga la información financiera de los instrumentos de inversión (con su respectivo Ticker), precios de cierre, estadísticas, perfil, etcétera. En este caso se ingresa a la página [Yahoo! finanzas.com](https:// Yahoo! finanzas.com) (Yahoo, 2024), obteniendo la fecha y el precio de cierre de la acción de TESLA del periodo de 5 años atrás, al corte al cierre del ejercicio 2023 (enero de 2019 a diciembre de 2023) aunque este periodo se toma sólo como referencia ya que, cuando se tenga el modelo automatizado, se podrá poner el rango que se desee para realizar distintos ejercicios si así se desea. Posteriormente se depura la información, eliminando aquellos datos que no sirvan, por ejemplo: los N/A, los renglones sin información, etc. Para posteriormente obtener los rendimientos diarios de este instrumento (*dividiendo el precio actual / el precio anterior y a esto se le resta la unidad*).

Una vez que se cuentan con estos rendimientos diarios, se determina el número de ventana que se aplicará al modelo de promedios móviles. Para un primer ejercicio, se aplica una ventana de 2 y otra de 3, para ir midiendo cómo se comporta el modelo y determinar qué tan ajustada queremos que se comporte la línea de promedios móviles, aunque posteriormente se irá incrementando. Se podrá identificar el número de ventana óptimo, es decir, aquella ventana con la cual se puedan obtener mejores rendimientos, una vez que se ingrese la información a Python y se aplique Inteligencia Artificial para optimizar el modelo y así determinar la mejor manera el ajuste de la ventana.

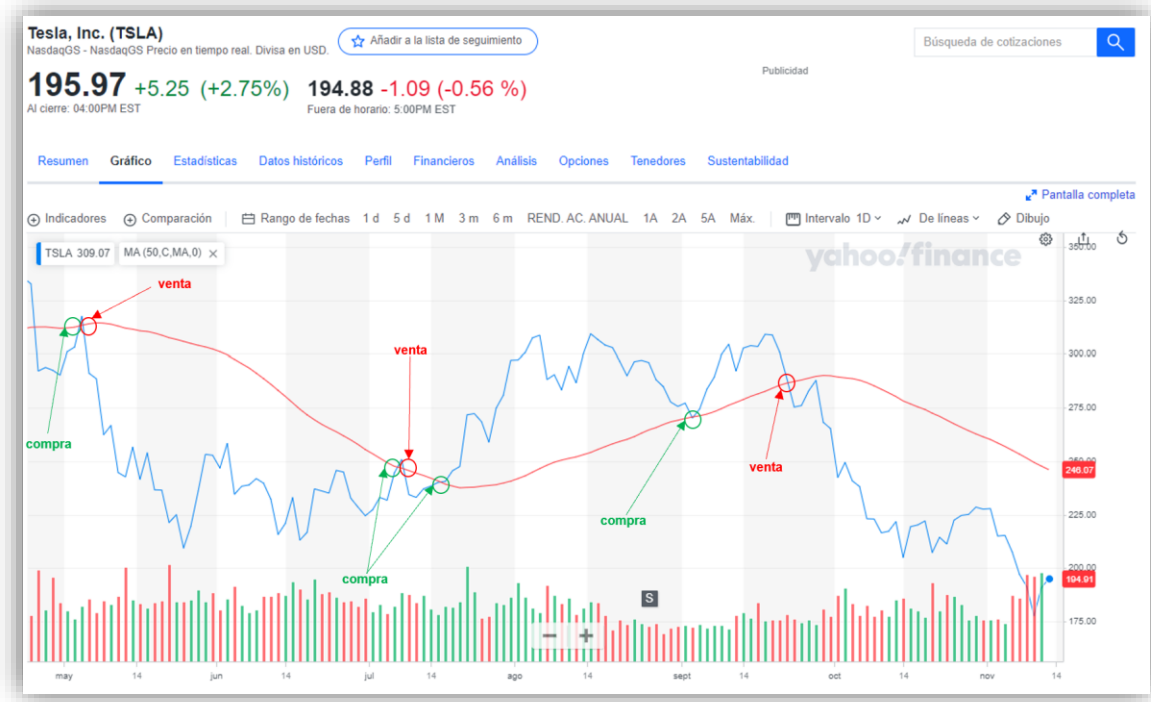
Teniendo la ventana definida, con un par de condicionantes se identificarán los momentos de compra y venta del instrumento, dependiendo de la línea de promedios móviles. Lo anterior siguiendo las siguientes condiciones:

Tabla 4 Movimientos de intención de compra y venta del instrumento de inversión.

Comprar	Cuando el precio de cierre del instrumento sobrepase la línea determinada del promedio móvil.
Vender	Cuando el precio de cierre del instrumento cruce por debajo la línea determinada del promedio móvil.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 14 Representación de momentos de compra-venta en histórico de precios (TSLA).



Fuente: Imagen con información histórica de la acción TSLA obtenida de Yahoo Finanzas y complementada con aportaciones propias identificando los momentos de compra-venta según la línea de promedios móviles.

Tabla 5 Ejemplo de promedios móviles ventana n=2, acción por evento y rendimientos (o pérdidas) generados.

n= 2			"Rendimiento Final" -->				80.92
Fecha	Precio de cierre	Rendimientos diarios	Pronóstico (Promedio Móvil)	Acción diaria	Acción por evento	Precio de cierre según acción (comprar/vender)	Rendimiento entre compra y venta
02-ene-18	21.368668	-		-	-	-	
03-ene-18	21.150000	-0.010233		-	-	-	
04-ene-18	20.974667	-0.008290	21.26	Vender	Vender	20.97	0
05-ene-18	21.105333	0.006230	21.06	Comprar	Comprar	21.11	-21.11
08-ene-18	22.427334	0.062638	21.04	Comprar	-	-	
09-ene-18	22.246000	-0.008085	21.77	Comprar	-	-	
10-ene-18	22.320000	0.003326	22.34	Vender	Vender	22.32	1.21
11-ene-18	22.530001	0.009409	22.28	Comprar	Comprar	22.53	-0.21
12-ene-18	22.414667	-0.005119	22.43	Vender	Vender	22.41	-0.12
16-ene-18	22.670668	0.011421	22.47	Comprar	Comprar	22.67	-0.26
17-ene-18	23.143999	0.020879	22.54	Comprar	-	-	
18-ene-18	22.971333	-0.007461	22.91	Comprar	-	-	
19-ene-18	23.334667	0.015817	23.06	Comprar	-	-	
22-ene-18	23.437332	0.004400	23.15	Comprar	-	-	
23-ene-18	23.519333	0.003499	23.39	Comprar	-	-	
24-ene-18	23.059334	-0.019558	23.48	Vender	Vender	23.06	0.39
25-ene-18	22.509333	-0.023852	23.29	Vender	-	-	
26-ene-18	22.856667	0.015431	22.78	Comprar	Comprar	22.86	0.2
29-ene-18	23.302000	0.019484	22.68	Comprar	-	-	
30-ene-18	23.054667	-0.010614	23.08	Vender	Vender	23.05	0.2
31-ene-18	23.620667	0.024550	23.18	Comprar	Comprar	23.62	-0.57
01-feb-18	23.283333	-0.014281	23.34	Vender	Vender	23.28	-0.34
02-feb-18	22.916668	-0.015748	23.45	Vender	-	-	
05-feb-18	22.208668	-0.030895	23.10	Vender	-	-	
06-feb-18	22.264668	0.002522	22.56	Vender	-	-	
07-feb-18	23.000000	0.033027	22.24	Comprar	Comprar	23.00	0.28
08-feb-18	21.015333	-0.086290	22.63	Vender	Vender	21.02	-1.98
09-feb-18	20.694668	-0.015259	22.01	Vender	-	-	
12-feb-18	21.048668	0.017106	20.86	Comprar	Comprar	21.05	-0.03
13-feb-18	21.577333	0.025116	20.87	Comprar	-	-	
14-feb-18	21.487333	-0.004171	21.31	Comprar	-	-	
15-feb-18	22.271334	0.036487	21.53	Comprar	-	-	
16-feb-18	22.365999	0.004251	21.88	Comprar	-	-	
20-feb-18	22.318001	-0.002146	22.32	Vender	Vender	22.32	1.27
21-feb-18	22.219999	-0.004391	22.34	Vender	-	-	
22-feb-18	23.077999	0.038614	22.27	Comprar	Comprar	23.08	-0.76
23-feb-18	23.469999	0.016986	22.65	Comprar	-	-	
26-feb-18	23.827999	0.015254	23.27	Comprar	-	-	
27-feb-18	23.399332	-0.017990	23.65	Vender	Vender	23.40	0.32
28-feb-18	22.870667	-0.022593	23.61	Vender	-	-	

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se muestra un ejemplo para ilustrar de manera más visual la obtención de los rendimientos entre compra y venta:

- Se tienen los precios de cierre de dos fechas y se saca el rendimiento diario para tenerlo de referencia (informativo).

$$(\text{Rendimiento diario} = \text{precio de cierre actual} / \text{precio de cierre anterior} - 1)$$

Tabla 6 Ejemplo de la obtención de los rendimientos diarios (informativos)

Fecha	Precio de cierre	Rendimientos diarios
02-ene-18	21.368668	-
03-ene-18	21.150000	-0.010233 = (21.15 / 21.36) -1 = -0.010
04-ene-18	20.974667	-0.008290 = (20.97 / 21.15) -1 = -0.008
05-ene-18	21.105333	0.006230 = (21.10 / 20.97) -1 = 0.006

Fuente: Elaboración propia.

- Se saca el pronóstico con el método de promedios móviles, de acuerdo al número de ventana. En este ejemplo, el número de ventana es 2.

**Nota: el promedio móvil se empieza a determinar a partir de una posición posterior al número determinado de ventana, para que se trabaje con la información histórica. En este ejemplo, se empezará a partir de la posición 3, ya que el número de ventana es 2, mismos datos que se utilizarán para identificar el pronóstico de la posición 3, es decir, se utiliza la información histórica de las posiciones 1 y 2 (2 y 3 de enero 2018), para determinar el pronóstico de la posición 3 (es decir, 4-ene-18). Y es móvil porque va avanzando conforme a las posiciones. Por ejemplo, el siguiente promedio móvil a identificar es la posición 4 (fecha 5-ene-18) y se determinará con los valores de las posiciones 2 y 3 (3 y 4 de enero 2018), y así sucesivamente con la base de datos determinada.*

Dicho lo anterior:

$$\text{Promedio Móvil (ventana de 2)} = \text{Precio de cierre anterior} + \text{precio de cierre actual} / 2$$

Se tomará de ejemplo un periodo corto del 2-ene18 al 5-ene-18 para ejemplificar.

Tabla 7 Ejemplo de la determinación de Promedios Móviles (ventana =2)

Fecha	Precio de cierre	Pronóstico (Promedio Móvil)	
02-ene-18	21.368668		
03-ene-18	21.150000	21.26	= (21.36 + 21.15) / 2 = 21.26
04-ene-18	20.974667	21.06	= (21.15 + 20.97) / 2 = 21.06
05-ene-18	21.105333	21.04	= (20.97 + 21.10) / 2 = 21.04

Fuente: Elaboración propia.

- Se determina la “acción diaria” de compra - venta, es decir, se aplican las reglas determinadas en la *Tabla 4*.

Comprar cuando el precio de cierre sea mayor al precio del promedio móvil.

Vender cuando el precio de cierre sea menor al precio del promedio móvil.

Lo anterior se realiza a través de una función condicional en Excel.

Tabla 8 Ejemplo de determinación de la “Acción diaria”

Fecha	Precio de cierre PC	Pronóstico (Promedio Móvil) PM	Acción diaria		
02-ene-18	21.368668				
03-ene-18	21.150000				
04-ene-18	20.974667	21.26	Vender	20.97 < 21.26	PC < PM = Vender
05-ene-18	21.105333	21.06	Comprar	21.10 > 21.06	PC > PM = Comprar

Fuente: Elaboración propia.

- Una vez determinada la “acción diaria” de compra – venta, se identifica la “acción por evento”, es decir, en un supuesto que se realice la compra de la acción, esto representa una salida de dinero, por lo que el siguiente movimiento será la venta (en el momento que se

indique conforme a las reglas del punto anterior), sin embargo, si en la “acción diaria” sigue otro movimiento de compra, se esperará a que exista un movimiento de venta para proceder con el nuevo movimiento, por así llamarlo. En resumen, si se identifican en fechas continuas movimientos de compra, se esperará hasta que haya un movimiento de venta, para realizar la “acción por evento”.

De manera visual, se representaría de la siguiente manera. Se ampliará la base de datos de este ejemplo, para que se pueda visualizar de mejor manera.

Tabla 9 Ejemplo de determinación de la “Acción por evento”

<i>Fecha</i>	<i>Precio de cierre</i>	<i>Rendimientos diarios</i>	<i>Pronóstico (Promedio Móvil)</i>	<i>Acción diaria</i>	<i>Acción por evento</i>
02-ene-18	21.368668	-		-	-
03-ene-18	21.150000	-0.010233		-	-
04-ene-18	20.974667	-0.008290	21.26	Vender	Vender
05-ene-18	21.105333	0.006230	21.06	Comprar	Comprar
08-ene-18	22.427334	0.062638	21.04	Comprar	-
09-ene-18	22.246000	-0.008085	21.77	Comprar	-
10-ene-18	22.320000	0.003326	22.34	Vender	Vender
11-ene-18	22.530001	0.009409	22.28	Comprar	Comprar
12-ene-18	22.414667	-0.005119	22.43	Vender	Vender
16-ene-18	22.670668	0.011421	22.47	Comprar	Comprar
17-ene-18	23.143999	0.020879	22.54	Comprar	-
18-ene-18	22.971333	-0.007461	22.91	Comprar	-
19-ene-18	23.334667	0.015817	23.06	Comprar	-
22-ene-18	23.437332	0.004400	23.15	Comprar	-
23-ene-18	23.519333	0.003499	23.39	Comprar	-
24-ene-18	23.059334	-0.019558	23.48	Vender	Vender

Fuente: Elaboración propia.

En este ejemplo, el primer movimiento conforme a la acción diaria determinada por el Promedio Móvil del 4-ene-18 es de *venta*, posteriormente el 5-ene-18 es de *compra*, y estos se mantienen en la “acción por evento”, porque cambian de un día para otro; sin embargo, para las siguientes fechas 8 y 9 enero 2018, la acción diaria es de compra para ambas, igual que la

antecesora del 5-ene-18, para estas “acciones diarias” no se toman en cuenta para la “acción por evento” ya que son iguales a la anterior. En resumen, la “acción por evento” sólo se determinará cuando exista un cambio en la “acción diaria”. Si esta última se repite varias veces, la acción por evento no cambiará. Lo anterior representa el movimiento de sólo 1 instrumento de inversión a lo largo del periodo determinado.

- Posteriormente, dependiendo de la “acción por evento” que se determinó en el punto anterior, se selecciona el precio de cierre para identificar el precio en el cual se está comprando o vendiendo la acción. Si la “acción por evento” es de compra, el precio de cierre se pondrá en negativo (representando salida de dinero); si la “acción por evento” es de venta, el precio de cierre se pondrá en positivo (representando entrada de dinero).

Tabla 10 Selección del precio de cierre según la “Acción por evento” (positivo o negativo)

<i>Fecha</i>	<i>Precio de cierre</i>	<i>Pronóstico (Promedio Móvil)</i>	<i>Acción diaria</i>	<i>Acción por evento</i>	<i>Precio de cierre según acción (comprar/vender)</i>	
02-ene-18	21.368668		-	-	-	
03-ene-18	21.150000		-	-	-	
04-ene-18	20.974667	21.26	Vender	Vender	20.97	Precio de cierre Positivo
05-ene-18	21.105333	21.06	Comprar	Comprar	-21.11	Precio de cierre Negativo
08-ene-18	22.427334	21.04	Comprar	-	-	
09-ene-18	22.246000	21.77	Comprar	-	-	
10-ene-18	22.320000	22.34	Vender	Vender	22.32	Precio de cierre Positivo
11-ene-18	22.530001	22.28	Comprar	Comprar	-22.53	Precio de cierre Negativo
12-ene-18	22.414667	22.43	Vender	Vender	22.41	Precio de cierre Positivo
16-ene-18	22.670668	22.47	Comprar	Comprar	-22.67	Precio de cierre Negativo
17-ene-18	23.143999	22.54	Comprar	-	-	
18-ene-18	22.971333	22.91	Comprar	-	-	
19-ene-18	23.334667	23.06	Comprar	-	-	
22-ene-18	23.437332	23.15	Comprar	-	-	
23-ene-18	23.519333	23.39	Comprar	-	-	
24-ene-18	23.059334	23.48	Vender	Vender	23.06	Precio de cierre Positivo

Fuente: Elaboración propia.

- El siguiente paso es identificar el rendimiento que se generó entre los movimientos de compra y venta, es decir, desde el primer movimiento que se compró la acción, cuál sería la diferencia (ganancia o pérdida) hasta que se vendió. Esto se determina en cada acción por evento. Cabe mencionar que el primer movimiento de compra, siempre es negativo y al 100% del precio de cierre. Esto representa que se está comprando una acción al precio de cierre total invertido y, conforme se vayan realizando los movimientos, se podrá identificar si se obtuvieron ganancias o pérdidas.

Tabla 11 Identificación de rendimientos entre compra y venta de la “Acción por evento”

Fecha	Precio de cierre	Pronóstico (Promedio Móvil)	Acción diaria	Acción por evento	Precio de cierre según acción (comprar/vender)	Rendimiento entre compra y venta
02-ene-18	21.368668		-	-	-	-
03-ene-18	21.150000		-	-	-	-
04-ene-18	20.974667	21.26	Vender	Vender	20.97	-
05-ene-18	21.105333	21.06	Comprar	Comprar	21.11	- 1er mov.de compra al 100%
08-ene-18	22.427334	21.04	Comprar	-	-	-
09-ene-18	22.246000	21.77	Comprar	-	-	-
10-ene-18	22.320000	22.34	Vender	Vender	22.32	1.21 Ganancia generada
11-ene-18	22.530001	22.28	Comprar	Comprar	22.53	- 0.21 Pérdida generada
12-ene-18	22.414667	22.43	Vender	Vender	22.41	- 0.12 Pérdida generada
16-ene-18	22.670668	22.47	Comprar	Comprar	22.67	- 0.26 Pérdida generada
17-ene-18	23.143999	22.54	Comprar	-	-	-
18-ene-18	22.971333	22.91	Comprar	-	-	-
19-ene-18	23.334667	23.06	Comprar	-	-	-
22-ene-18	23.437332	23.15	Comprar	-	-	-
23-ene-18	23.519333	23.39	Comprar	-	-	-
24-ene-18	23.059334	23.48	Vender	Vender	23.06	0.39 Ganancia generada

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla anterior se muestran los rendimientos obtenidos entre las distintas “acciones por evento”, de esta manera se resume lo siguiente:

4-ene-18:

Acción por evento identificada: vender. Por consiguiente, al no ser movimiento de compra, no hay movimiento, es decir, es cero.

5-ene-18:

Primer movimiento de compra al 100% (precio de cierre -21.11)

10-ene-18:

Movimiento de venta. (precio de cierre: 22.32) (precio de cierre actual + precio de cierre del movimiento anterior, es decir, del movimiento de compra del 5-ene-18) ($22.32 + -21.11 = 1.21$) que representa ganancias generadas, es decir, compré la acción en 21.11 el 5-ene-18, y la estoy vendiendo en 22.32 el 10-ene-18 teniendo una ganancia de 1.21. Y esto ejemplifica claramente los siguientes movimientos.

11-ene-18:

Movimiento de compra. (precio de cierre: -22.53) ($-22.53 + 22.32 = -0.21$) pérdida generada.

12-ene-18:

Movimiento de venta (precio de cierre: 22.41) ($22.41 + -22.53 = -0.12$) pérdida generada.

16-ene-18:

Movimiento de compra (precio de cierre: -22.67) ($-22.67 + 22.41 = -0.26$) pérdida generada.

24-ene-18:

Movimiento de venta (precio de cierre: 23.06) ($23.06 + -22.67 = 0.39$) ganancia generada.

- Una vez identificados rendimientos que se generaron de cada uno de los movimientos de compra y venta de la acción, se determinará la “ganancia neta” originada de la suma de todos estos movimientos (pérdidas y ganancias), teniendo como resultado los rendimientos finales que se generaron históricamente en este análisis. En el ejemplo que se viene manejando, el resultado final representó una ganancia neta de 1.02 derivado de los movimientos involucrados.

Tabla 12 Determinación de la “Ganancia neta” originada de la suma de los rendimientos individuales

Fecha	Precio de cierre	Pronóstico (Promedio Móvil)	Acción diaria	Acción por evento	Precio de cierre según acción (comprar/vender)	Rendimiento entre compra y venta
02-ene-18	21.368668		-	-	-	-
03-ene-18	21.150000		-	-	-	-
04-ene-18	20.974667	21.26	Vender	Vender	20.97	-
05-ene-18	21.105333	21.06	Comprar	Comprar	21.11	- 1er mov.de compra al 100%
08-ene-18	22.427334	21.04	Comprar	-	-	-
09-ene-18	22.246000	21.77	Comprar	-	-	-
10-ene-18	22.320000	22.34	Vender	Vender	22.32	1.21 Ganancia generada
11-ene-18	22.530001	22.28	Comprar	Comprar	22.53 -	0.21 Pérdida generada
12-ene-18	22.414667	22.43	Vender	Vender	22.41 -	0.12 Pérdida generada
16-ene-18	22.670668	22.47	Comprar	Comprar	22.67 -	0.26 Pérdida generada
17-ene-18	23.143999	22.54	Comprar	-	-	-
18-ene-18	22.971333	22.91	Comprar	-	-	-
19-ene-18	23.334667	23.06	Comprar	-	-	-
22-ene-18	23.437332	23.15	Comprar	-	-	-
23-ene-18	23.519333	23.39	Comprar	-	-	-
24-ene-18	23.059334	23.48	Vender	Vender	23.06	0.39 Ganancia generada
						1.02 Ganancia Neta

Fuente: Elaboración propia.

Una vez obtenido el rendimiento neto (pérdida o ganancia) de los movimientos generados, se podría determinar el valor del Retorno de Inversión

Ya elaborado este modelo para un instrumento, se puede replicar a cualquier instrumento de inversión para identificar el comportamiento que se pueda obtener del mismo.

Este modelo se trabajó inicialmente a un nivel de Excel, para posteriormente, llevar a cabo la transformación de este modelo de Promedios Móviles a lenguaje de programación a través de Python, para automatizarlo y sea más fácil la obtención de la información requerida, en este caso, el resultado de los rendimientos generados al final de determinado periodo, dependiendo el número de ventana (n) proporcionado. Para llevarlo a cabo, se toman en consideración los siguientes pasos a contemplar y poder transferir estas instrucciones a Python.

Modelo de Promedios Móviles (“PM”) en lenguaje de programación (Python)

- Extraer la información histórica (de Yahoo! finanzas). Para el ejemplo práctico, se extraerá la información de TESLA (TSLA).
 - Por Ticker (entiéndase por Ticker, las siglas de un instrumento de inversión).
 - Información diaria.
 - Periodo: 5 años (del 1-ene-2019 al 31-dic-2023) (aprox. 1,509 datos).
- Depurar la información obtenida, para descartar aquellos valores nulos, vacíos o con datos no factibles para el proceso.
- Calcular el rendimiento diario
 - $(\text{Precio de cierre del día} / \text{Precio de cierre del día anterior}) - 1$
- Calcular proceso de “Promedios móviles”
 - Se identifica el número de ventanas (n’s) que abarcará este proceso.
 - Se consideran un porcentaje del 40% (para las n’s a calcular) con respecto al número de datos que se obtengan del Ticker.

Para el caso de TESLA, se tienen aprox, 1,509 datos, por lo que se considerarán aproximadamente 604 n’s.
 - Determinar el “Pronóstico” (Promedio Móvil) del precio de cierre del día “X”, obteniendo el promedio del precio de cierre de los “n” días de acuerdo al número de ventana elegido.
- Identificar, de acuerdo a la comparación entre el pronóstico determinado por el modelo de promedios móviles y el precio de cierre real, los momentos de compra/venta del instrumento.

Determinar la “Acción” que se realizará por evento. (Dependerá del Precio de Cierre (PC) y del Promedio Móvil (PM) de manera diaria)

Comprar (si $PC > PM$)

Vender (si $PC < PM$)

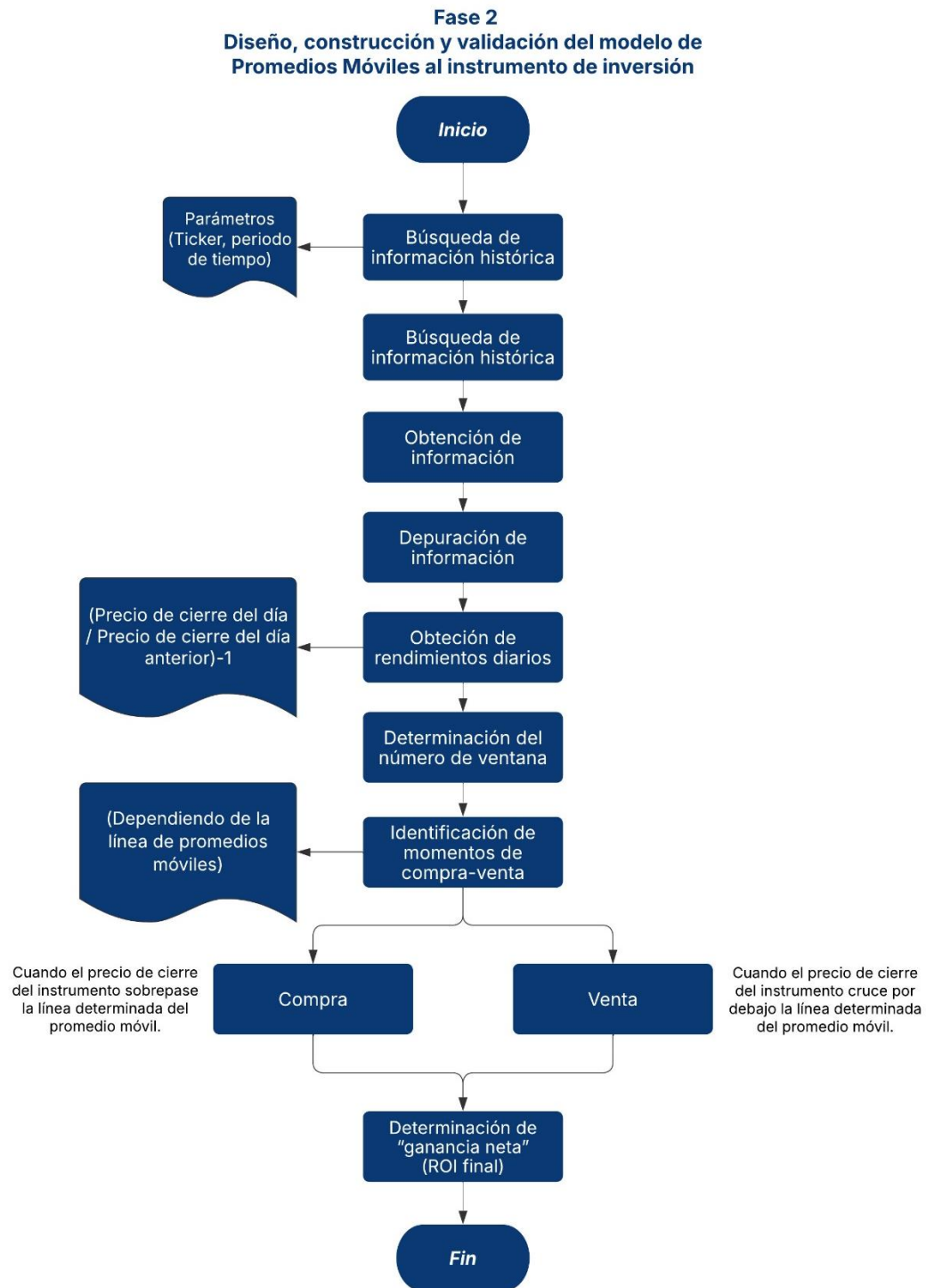
- Del punto anterior, se determinará la compra y venta, pero no de manera diaria, sino una vez por evento. Si las condiciones de las variables en el punto anterior no cambian, no se

realiza la siguiente acción, hasta que haya un cambio que favorezca la obtención de rendimientos (comprar para seguir ganando o vender para no perder).

- Una vez identificados los momentos de compra y venta, se obtienen los rendimientos (o pérdidas) netos entre un movimiento y otro para que, al final de todos los cálculos, se obtenga el rendimiento final (ROI) de ese instrumento del periodo de tiempo determinado
- Se contemplará este cálculo contemplando las “n’s” planteadas en un inicio (en este ejemplo serían 604) calculando el ROI de todas y cada una de ellas.

Lo anterior ayudará a identificar la mejor opción a utilizar en el proceso de promedios móviles y, cuando se implemente el modelo de Algoritmos evolutivos, se apoyará de esta información para obtener el ROI de la “n” que se mande a llamar de acuerdo a las necesidades surgidas.

Figura 15 Representación Gráfica de la Fase 2



Fuente: Elaboración propia.

FASE 3 – Diseño, construcción y validación del modelo de Cómputo Evolutivo en conjunto con el modelo de Promedios Móviles buscando la optimización de las estrategias de inversión.

Una vez obtenido el modelo de Promedios Móviles en lenguaje de programación mediante Python en la Fase 2, se tomarán los resultados obtenidos (los ROI finales) para identificar el valor obtenido de las “n´s” (ventanas) para su fusión con los algoritmos evolutivos, y se pueda obtener de estos resultados el parámetro de selección entre individuos dentro del proceso de cómputo evolutivo.

Vale la pena mencionar que, al fusionar el método de promedios móviles con el método de cómputo evolutivo, este último puede llegar a aminorar la desventaja del lagging presentado en el método de promedios móviles, al tratar de optimizar de forma adaptativa los parámetros de este indicador para que se puedan ajustar de mejor manera a las condiciones cambiantes del entorno o de la misma información procesada. Lo anterior hasta poder encontrar un resultado óptimo que figure positivamente para el analista de la información.

A continuación, se describe dicho modelo.

Modelo de Algoritmos Evolutivos

Para complementar la implementación de este trabajo, se incluirá la participación del **Cómputo Evolutivo**, llevando a cabo la implementación de **Algoritmos Evolutivos** en el modelo desarrollado, con la finalidad de automatizar los procesos y optimizar de la mejor manera el instrumento de inversión. Esto se llevará a cabo de la siguiente manera:

Como ya se mencionó en el Marco Teórico de este trabajo los Algoritmos Evolutivos buscan soluciones basadas en los postulados de la evolución biológica, por lo que, a través del

paso del tiempo de “X” número de generaciones, irán prevaleciendo sólo aquellos individuos que sean los más aptos y aquellos capaces de prevalecer a lo largo del tiempo.

La implementación de algoritmos evolutivos se puede realizar tanto con números decimales, como en sistema binario. Para este caso de estudio se decide emplear el **sistema binario**, ya que genera un poco más de estabilidad en la información, adicional a que se puede mostrar de mejor manera el cambio evolutivo a lo largo del proceso.

La población estará determinada por un número de individuos en código binario. Estos individuos representarán la “*n*” en el modelo de Promedios Móviles, y con la cual se podrá identificar el ROI obtenido en el modelo de Promedios móviles.

Lo anterior se realiza a través una serie de pasos que ayudarán a identificarlos a través de Python, los cuales se enuncian a continuación:

- Definición y operacionalización de variables

Las variables a utilizar en este trabajo de investigación están directamente relacionadas al proceso de promedios móviles y algoritmos evolutivos, tomando en cuenta la extracción de información histórica de los instrumentos de inversión y de esta manera realizar las proyecciones con sus *promedios móviles*; así como los conceptos principales de los *algoritmos evolutivos*, tales como los mismos “individuos” con sus respectivos “bits” de “código binario” para formar la población inicial y con ella, dar continuidad al proceso mismo en donde se realiza el entrecruzamiento, mutación y obtención de varias generaciones. Dicho lo anterior, se enuncian a continuación las variables a contemplar dentro de dicho proceso.

La información del instrumento de inversión a ingresar para correr el proceso de *promedios móviles*, se obtiene de *Yahoo! finanzas.com*, la cual se explica en la Fase 2 de

esta investigación en donde se implementa el *Modelo de Promedios Móviles (“PM”) en lenguaje de programación (Python)*¹. Las variables a ingresar para obtener dicha información son:

- Ticker (entiéndase por Ticker, las siglas de un instrumento de inversión).
- Información diaria. (para obtener el precio de cierre (del día) de cada instrumento de inversión) (en el ramo de análisis técnico, se utiliza mayormente la extracción de información diaria).
- Periodo: 5 años (del 1-ene-2019 al 31-dic-2023) (aprox. 1,509 datos). (se está decidió optar por un periodo de 5 años para contemplar 1 año pre-covid, 2 años del periodo de covid y 2 años post-covid para cubrir las fluctuaciones de los instrumentos de inversión en diferentes escenarios) (Este periodo podrá variar, dependiendo de los resultados obtenidos y la examinación de los mismos).

Una vez que se extrajo dicha información para el proceso de promedios móviles, se extrae la información referente al proceso de *algoritmos evolutivos*:

- Tamaño del individuo (9bits)
 - Número de individuos (población) (100 individuos)
 - Punto de cruce (cross-point) (igual a 3) (la tercera posición)
 - Número de generaciones (30)
 - Porcentaje de mutación (0.05%)
-
- Delimitación de la muestra

La muestra de información se obtendrá de acuerdo a nuestros dos procesos principales.

¹ Ir a [*“Modelo de Promedios Móviles \(“PM”\) en lenguaje de programación \(Python\)”*](#) de este documento.

Para *promedios móviles*, como ya se ha mencionado, en primer lugar, se delimita a elegir algún instrumento de inversión orientado en materia sostenible. Posteriormente, se limita en principio al periodo de tiempo de 5 años (2019-2023).

Para el proceso de *algoritmos evolutivos*, se define que la población inicial, estará compuesta por 100 individuos, los cuales irán evolucionando a través de 30 generaciones.

Iniciando el proceso de Algoritmos evolutivos

Una vez definidas las variables, se da pauta a la inicialización del proceso de algoritmos evolutivos de acuerdo a lo siguiente:

- Definición de la Población inicial

Se define una población aleatoria de 100 individuos.

Se seleccionan de manera aleatoria 100 individuos en código binario con las características establecidas.

Se extraen en una matriz únicamente los individuos en código binario.

Tabla 13 Ejemplo matriz generada en código binario.

<i>Código Binario</i>
110000110
101110010
001001101
101101101
011001010
111111111
011011011
110000110
111100101
010011011

Fuente: Elaboración propia.

Lo anterior se realiza con la finalidad de identificar el valor decimal que representan esos individuos en código binario². El cual se puede realizar la conversión a través de la búsqueda dentro del código de Python.

Tabla 14 Ejemplo matriz generada conversión código binario a decimal.

<i>Código Binario</i>	<i>Valor decimal</i>
110000110	390
101110010	370
001001101	77
101101101	365
011001010	202
111111111	511
011011011	219
110000110	390
111100101	485
010011011	155

Fuente: Elaboración propia.

Este “Valor decimal” indicará el resultado de la “*n*” que se estará probando y evolucionando por las 30 generaciones.

Esto nos ayudará para ingresar como función objetivo en el “programa.AE” la identificación del Fitness, es decir, del rendimiento obtenido (ROI) en Promedios Móviles para cada “*n*” que se seleccionará como individuo de manera aleatoria.

² Ver [Anexo 1](#) – Conversión de código Binario a Decimal.

Al final se contará con los valores del ROI identificados en Promedios Móviles.

Tabla 15 Ejemplo matriz generada conversión extracción de ROI.

<i>Código Binario</i>	<i>Valor decimal</i>	<i>ROI</i>
110000110	390	148.81
101110010	370	231.50
001001101	77	213.23
101101101	365	344.60
011001010	202	188.39
111111111	511	300.90
011011011	219	185.56
110000110	390	203.28
111100101	485	344.60
010011011	155	192.98

Fuente: Elaboración propia.

- *Selección de los individuos*

Una vez identificados los ROI obtenidos de la selección aleatoria de 100 individuos, por medio del método de “***selección por elitismo***”, se eligen a los *dos mejores individuos*, es decir, aquellos que cuenten con el mejor ROI y pasan directamente a la Población Inicial.

Posteriormente, de los 98 individuos restantes, por el método de “***selección por torneo***”, se escogen aleatoriamente dos de ellos y se selecciona el que cuente con un mejor ROI. Este interpretará al individuo “*Padre*”. Se repite el método de selección por torneo y la nueva elección ganadora interpretará al individuo “*Madre*”.

Se realiza esta selección las 98 veces restantes, para al final obtener 50 pares de individuos (Padres y Madres) (un par obtenido del método de selección por elitismo y 49 pares obtenidos del método de selección por torneo), generando así la ***Población Inicial***. Con esto se da pauta a continuar con el siguiente paso.

Una vez obtenida la Población Inicial, se identifica el ROI de estos 100 individuos a través del método de Promedios móviles, con la finalidad de elegir por el método de elitismo, a los individuos con los mejores ROI y pasan directo a la “Nueva Población”, con la finalidad de ir dejando los mejores resultados entre una población y otra.

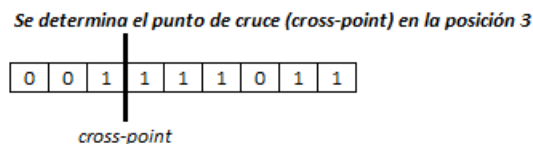
- Entrecruzamiento (cross-point)

Antes de realizar el “entrecruzamiento” se determina un 80% de probabilidad para identificar si el par de individuos elegidos se debe cruzar o, de lo contrario, pasaría directo a la nueva población (*esto se contempla en cada nueva generación*).

Una vez contemplado el % de probabilidad y siendo favorable al entrecruzamiento para el par de individuos, se procede con dicho proceso, el cual se describe a continuación.

Se determina un “punto de cruce” a la posición 3. Esto es, que de los 9 bits de los cuales está formado cada individuo, se va a tener un punto de cruce a partir del 3er bit.

Figura 16 Representación de determinación de posición de punto de cruce.

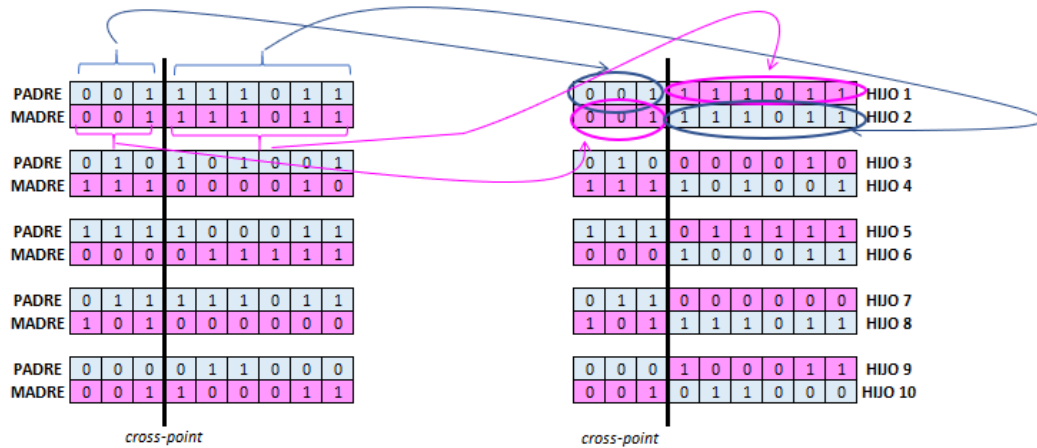


Fuente: Elaboración propia

Se toma información genética del Padre y la Madre, para crear a 2 hijos que conformarán la Primera generación. Para el Hijo 1 se toman los primeros 3 bits del Padre (1 al 3) y los 6 bits restantes de la madre (del 4 al 9). Para el Hijo 2, se toman los primeros 3 bits de la Madre (1 al 3) y los 6 bits restantes del padre (del 4 al 9).

Ejemplificado de manera gráfica se vería de la siguiente forma:

Figura 17 Representación de cruzamiento entre padre y madre, y creación de hijos.



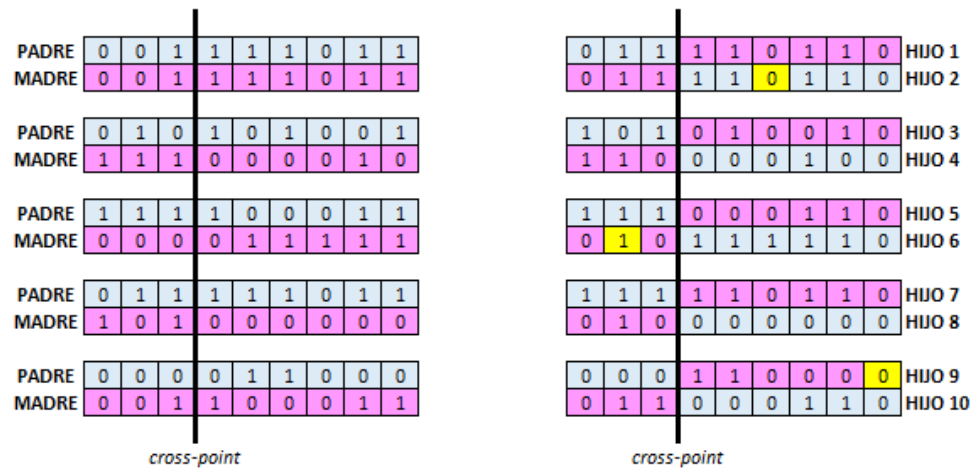
Fuente: Elaboración propia.

- Mutación

Se determina un factor de mutación del 0.05%. El cual va tomando cada bit de cada individuo, y decide aleatoriamente si muta o no, es decir, si cambia de valor ese bit, por lo que, si un bit vale 1 y el factor de mutación decide mutar, lo cambiaría a 0.

Este porcentaje es bajo, pero relevante para mutar un individuo de una generación a otra.

Figura 18 Representación de factor de mutación.



Fuente: Elaboración propia.

- Obtención de la Primera Generación

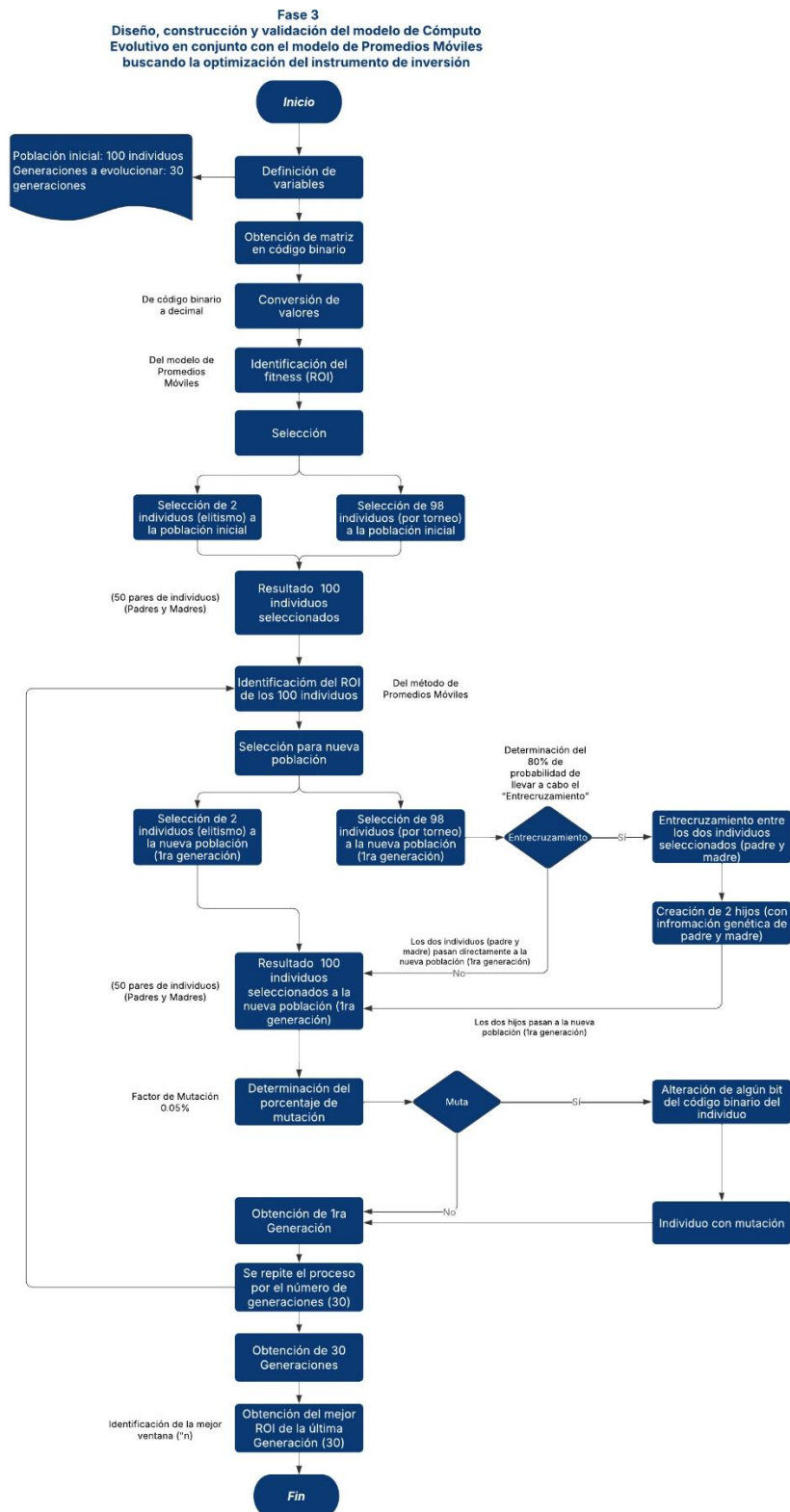
Una vez realizados los pasos anteriores, se da como resultado la Primera Generación, con 100 “nuevos” individuos, la cual se convierte en una “Nueva población” y se repite este proceso “X” número de generaciones, las cuales se determinaron en un inicio en la declaración de variables. Para este ejercicio se determinó realizar el proceso con 30 generaciones.

Se espera que, como resultado de la evolución entre una generación y otra, se vayan descartando los valores menos significativos y se vayan manteniendo y cruzando los individuos con mejor valor, para que la última generación contemple los mejores valores identificados y, con ello, nos pueda ayudar a validar el valor de “n” de cada instrumento, que nos generaría un mayor rendimiento.

En retrospectiva, se puede visualizar el hecho de poder utilizar la inteligencia artificial a través de los algoritmos evolutivos para optimizar y automatizar procesos y procedimientos, reducir los tiempos de espera e incluso, volverse tangible y llegar a generar ganancias si se sabe utilizar a favor, trayendo a la realidad los resultados obtenidos, invirtiendo en diferentes tipos de inversión que más convenga con el análisis realizado.

Por otro lado, también es de valorar todo el tiempo que se puede economizar al utilizar este tipo de herramientas, ya que la implementación de este tipo de ejercicios puede tomar horas e incluso días si se realiza por métodos tradicionales, pero con el uso de la tecnología y la Inteligencia Artificial, se puede llegar al mismo resultado (e incluso mejorado) en cuestión de minutos, Esto permite que la toma de decisiones en este tipo de prácticas financieras y de inversión sea mucho más eficiente y rápida.

Figura 19 Representación Gráfica de la Fase 3



Fuente: Elaboración propia

9. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los hallazgos obtenidos en este proyecto de investigación, se obtuvieron principalmente de los métodos empleados en las Fases 2 y 3 del mismo, teniendo por una parte la obtención del método de Promedios Móviles (Fase 2) de manera “manual” por así decirlo en Microsoft Excel y, por otro lado, la implementación y automatización en el lenguaje de programación en Python, tanto para los Promedios móviles como para la inclusión de los algoritmos evolutivos en este trabajo.

Iniciando la Fase 2, en donde se implementa el método de Promedios Móviles, primeramente, se decidió realizar dicho método de manera “manual” en un archivo de Excel, en donde se procesó la información obtenida de [Yahoo! finanzas.com](http://Yahoo!finanzas.com) se creó una base con 100 escenarios que representan 100 n’s (números de ventana) (este número se determinó a manera de ejemplo, para procesar la información en una hoja de Excel y hacer los cálculos de manera “manual”, para posteriormente proyectarlo a gran escala cuando se hiciera de manera automatizada en lenguaje de programación) en donde se fue calculando el pronóstico del promedio móvil, ventana por ventana, determinando la acción por evento para determinar si era una acción de compra o venta, calculando finalmente un “Rendimiento final” de cada “n” obtenido de los resultados de ganancias (o pérdidas) generadas para cada ventana. Para realizar este ejercicio se demoraba aproximadamente unos 5 minutos en llevar a cabo el cálculo del Rendimiento de 1 ventana, es decir, una “n”. Si se realiza la proyección y se quisiera realizar el cálculo de todas las n’s de la 2 a la 100 (99 n’s) (5 minutos X 99 n’s) de esta manera, se demoraría aproximadamente 8 horas y media en llevar a cabo todos los cálculos y registro del Rendimiento final de cada “n” (del 2 a 100).

Dicho lo anterior, se fueron procesando diversos escenarios aleatorios (del 2 al 100) para evaluar la posibilidad de generar una macro en Visual Basic, identificando ciertos patrones y

acciones repetidas que se realizaron, llegando a la conclusión de poder implementar la Macro y se pudiera eficientar el trabajo realizado.

Una vez realizada la Macro, se ejecutaron todas y cada una de las ventanas determinadas (desde $n=2$ hasta $n=100$) para obtener el Rendimiento final de cada “n”, registrándola en una tabla para identificar de esas 99 n’s con cuál ventana se generaría el mejor Rendimiento de acuerdo los datos obtenidos en el pronóstico con el método de promedios móviles. La Macro demoraba aproximadamente 1 minuto en procesar el cálculo de una “n”. comparando este tiempo contra el tiempo que llevaba calcular una “n” de manera manual que era de 5 minutos, se puede visualizar que el tiempo disminuyó considerablemente (4 minutos)

Al final, se implementó una Macro adicional para que hiciera el cálculo de las 99 n’s en un solo proceso, demorándose aproximadamente 45 minutos, incluyendo en su ejecución una tabla con los resultados del Rendimiento final calculado para cada “n”, así como mostrando las 3 n’s con mejor Rendimiento de todo el universo, es decir, de las 99 n’s. Con esto ya se notó una mejoría bastante considerable en los tiempos de entrega de los resultados obtenidos, pasando de 8 horas y media, ejecutando el procedimiento de manera “manual”, a 45 minutos con la Macro implementada; sin embargo, aún sigue siendo un tiempo considerablemente alto el que se tiene que esperar para que concluya la Macro, tiempo que se estimaba eficientar cuando se replique este proceso a Python.

En la siguiente tabla³ se muestra una imagen comparativa de los tiempos de procesamiento de la información y su optimización presentada. Cabe mencionar que algunos de los resultados son

³ Las tablas comparativas de tiempos de este apartado (Tablas 16,17,18 y 19), se realizaron con la finalidad de mostrar dicha comparación entre los distintos procesos. Por lo anterior, se utilizaron los mismos parámetros iniciales, con un periodo no tan grande para obtener una población relativamente pequeña y, de esta manera, se pudiera trabajar con el procesamiento manual. *Parámetros: Periodo: 16-oct-17 al 25-oct-22; Número de datos: 1,258; Ventanas: 100. Estos parámetros se utilizaron en el proceso manual, el automatizado y en el programa, con la finalidad de homologar la información para poder comparar los tiempos de procesamiento y entrega de resultados.

una proyección calculada conforme a los tiempos probados, ya que, por el tamaño de la información y los tiempos registrados, tomaría bastante tiempo correr dichos procesos.

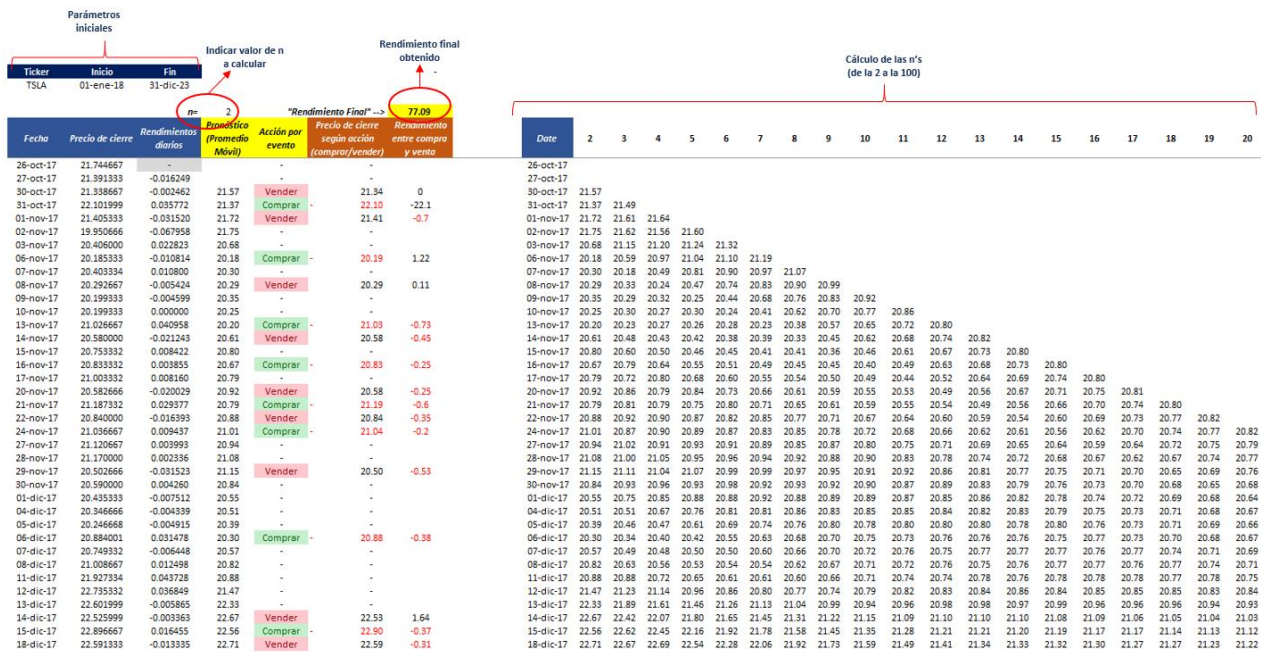
Tabla 16 Comparativa de tiempos entre proceso manual y automatizado

n's ejecutadas	Tiempo		
	Proceso manual	Proceso Automatizado	Diferencia (tiempo ahorrado)
1	5 minutos	1 minuto	4 minutos
99	aprox. 8 horas 30 minutos	45 minutos	7 horas 45 minutos
504	aprox. 42 horas	3 horas y 40 minutos	38 horas 20 minutos

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente figura, se muestra una representación de los cálculos realizados de manera manual.

Figura 20 Representación del cálculo manual del proceso de Promedios Móviles



Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente figura, se muestra una representación de los cálculos realizados con la implementación de la Macro para una n .

Figura 21 Representación del cálculo con Macro del proceso de Promedios Móviles (una n)

Ticker	Inicio	Fin	Valor de N ▶			
TSLA	01-ene-18	31-dic-23				
			$n=$	2	"Rendimiento Final" -->	77.09
Fecha	Precio de cierre	Rendimientos diarios	Pronóstico (Promedio Móvil)	Acción por evento	Precio de cierre según acción (comprar/vender)	Rendimiento entre compra y venta
26-oct-17	21.744667	-				
27-oct-17	21.391333	-0.016249				
30-oct-17	21.338667	-0.002462	21.57	Vender	21.34	0
31-oct-17	22.101999	0.035772	21.37	Comprar	22.10	-22.1
01-nov-17	21.405333	-0.031520	21.72	Vender	21.41	-0.7
02-nov-17						
03-nov-17						
06-nov-17						
07-nov-17						
08-nov-17						
09-nov-17						
10-nov-17						
13-nov-17						
14-nov-17						
15-nov-17	20.753332	0.008422	20.80			
16-nov-17	20.833332	0.003855	20.67	Comprar	20.83	-0.25
17-nov-17	21.003332	0.008160	20.79			
20-nov-17	20.582666	-0.020029	20.92	Vender	20.58	-0.25
21-nov-17	21.187332	0.029377	20.79	Comprar	21.19	-0.6
22-nov-17	20.840000	-0.016393	20.88	Vender	20.84	-0.35
24-nov-17	21.036667	0.009437	21.01	Comprar	21.04	-0.2
27-nov-17	21.120667	0.003993	20.94			
28-nov-17	21.170000	0.002336	21.08			
29-nov-17	20.502666	-0.031523	21.15	Vender	20.50	-0.53
30-nov-17	20.590000	0.004260	20.84			
01-dic-17	20.435333	-0.007512	20.55			
04-dic-17	20.346666	-0.004339	20.51			
05-dic-17	20.246668	-0.004915	20.39			
06-dic-17	20.884001	0.031478	20.30	Comprar	20.88	-0.38
07-dic-17	20.749332	-0.006448	20.57			
08-dic-17	21.008667	0.012498	20.82			
11-dic-17	21.927334	0.043728	20.88			
12-dic-17	22.735332	0.036849	21.47			
13-dic-17	22.601999	-0.005865	22.33			
14-dic-17	22.525999	-0.003363	22.67	Vender	22.53	1.64
15-dic-17	22.896667	0.016455	22.56	Comprar	22.90	-0.37
18-dic-17	22.591333	-0.013335	22.71	Vender	22.59	-0.31

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente figura, se muestra una representación de los cálculos realizados con la implementación de la Macro para 99 n's (de la 2 a la 100). Se muestra la tabla con los resultados de las 99 n's, así como una tabla resumen de las n's con los mejores Rendimientos.

Figura 22 Representación del cálculo con Macro del proceso de Promedios Móviles (99 n's) tabla de resultados y resumen de los mejores Rendimientos



Fuente: Elaboración propia.

Una vez efectuado el proceso de manera manual y con Macro en Excel para dimensionar la magnitud del procesamiento que se lleva a cabo, se realiza la implementación del lenguaje de programación en Python, en el cual se visualiza una efectividad mucho más considerable, pudiendo obtener dichos resultados en tan sólo minutos incluso con un mayor número de información, es decir, recordando lo visto dentro de la FASE 2⁴, en donde se tomó sólo el 40% de la información obtenida para realizar el cálculo de las n's, en el ejemplo de TESLA, se deberían calcular el ROI de 504 n's, para lo cual en Python se logró obtener dicha información en 2 minutos y 15 segundos, lo cual demuestra la eficiencia obtenida en parámetros de tiempo al poder emplear esta herramienta.

Figura 23 Representación de parámetros ingresados en el Programa

Simulador de pronóstico

Esta es una herramienta de apoyo al inversionista para colaborar en su análisis de toma de decisiones al momento de incluir algún instrumento de inversión en su portafolio. Ésta se compone principalmente de dos métodos que se lograron fusionar para obtener buenos resultados: el método de promedios móviles junto con el cómputo evolutivo. El objetivo se trata de identificar el número de ventana del método de promedios móviles que, a través del paso de varias generaciones mediante los algoritmos evolutivos, se obtenga la ventana que genere el mejor ROI, obteniendo resultados del pronóstico que complementen el análisis del inversionista. A continuación, se presenta un simulador integrado por ambas herramientas mencionadas anteriormente, el cual servirá al inversionista de apoyo para la toma de decisiones.

Ingresar los siguientes datos:

Ticker TSLA	Periodo: Fecha Inicio MM/DD/YYYY	Periodo: Fecha Fin MM/DD/YYYY	Número de Generaciones 30
----------------	-------------------------------------	----------------------------------	------------------------------

Ingresar el parámetro de promedios móviles:

% de Información a Tomar 40

Ingresar los parámetros de algoritmos evolutivos:

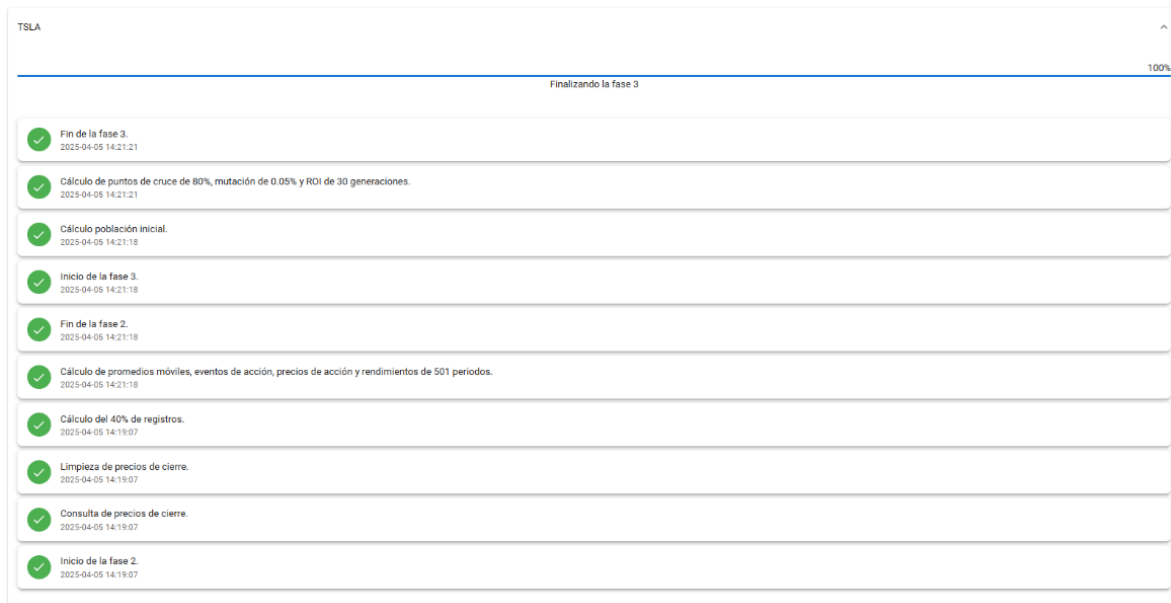
Tamaño del Individuo (Bits) 9	Número de Individuos (Población) 100	Cross-point (Punto de Cruce) 3	% de Probabilidad de Cruzamiento 80	% de Mutación 0.05
----------------------------------	---	-----------------------------------	--	-----------------------

ENVIAR DATOS ►

Fuente: Elaboración propia.

⁴ Ir a [“Modelo de Promedios Móviles \(“PM”\) en lenguaje de programación \(Python\)”](#) de este documento.

Figura 24 Representación de los tiempos de ejecución del Programa (por fases)



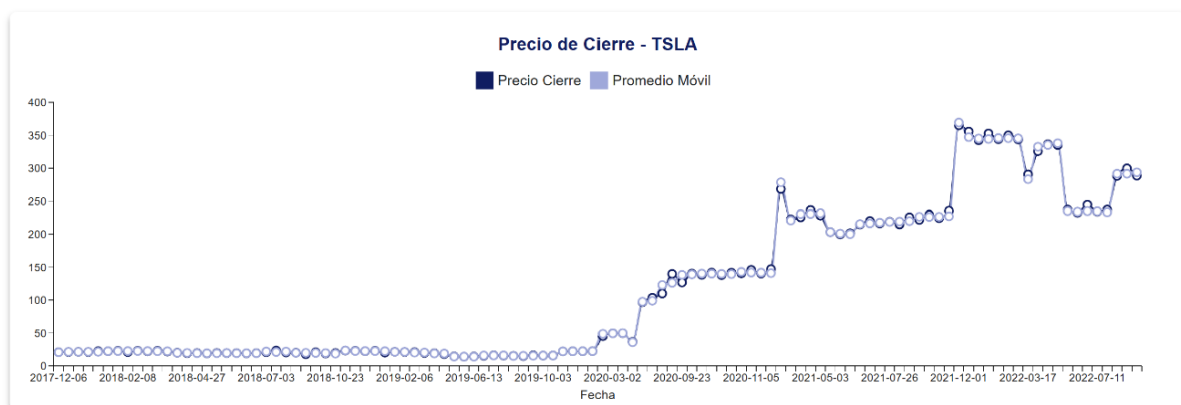
Fuente: Elaboración propia.

Figura 25 Representación del resultado final obtenido al ejecutar el Programa

Ticker: TSLA Binario: 000011010 Mejor ventana (n): 26 Inversión Inicial: 20.88 Rendimiento Final: 355.41 ROI: 1602.0% [DESCARGAR TSLA](#)

Fuente: Elaboración propia.

Figura 26 Representación gráfica de los movimientos de compra venta obtenidos de la Fase 2 del proceso de Promedios Móviles



Fuente: Elaboración propia.

En las tablas a continuación, se visualizan los cuadros comparativos de los tiempos de procesamiento de la información y su optimización presentada una vez ejecutado el programa. Se compara tanto con el proceso manual, como con la ejecución de la Macro. Así mismo, se muestra el comparativo entre los 3 procesos realizados. Se hace de nuevo la mención que algunos de los resultados son una proyección calculada conforme a los tiempos probados, ya que para algunas situaciones tomaría bastante tiempo correr dichos procesos.

Tabla 17 Comparativa de tiempos entre proceso manual y Programa

<i>n's ejecutadas</i>	Tiempo		
	<i>Proceso manual</i>	<i>Proceso con Programa</i>	<i>Diferencia (tiempo ahorrado)</i>
1	5 minutos	0.15 segundos	4 minutos 59.45 segundos
99	aprox. 8 horas 30 minutos	15 segundos	44 minutos 45 segundos
504	aprox. 42 horas	2 minutos y 15 segundos	3 horas 37 minutos 45 segundos

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18 Comparativa entre proceso automatizado y Programa

<i>n's ejecutadas</i>	Tiempo		
	<i>Proceso Automatizado</i>	<i>Proceso con Programa</i>	<i>Diferencia (tiempo ahorrado)</i>
1	1 minuto	0.15 segundos	59.45 segundos
99	45 minutos	15 segundos	44 minutos y 45 segundos
504	3 horas y 40 minutos	2 minutos y 15 segundos	3 horas, 37 minutos y 45 segundos

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19 Comparativa entre los tiempos de los tres procesos

<i>n's ejecutadas</i>	Tiempo		
	<i>Proceso manual</i>	<i>Proceso Automatizado</i>	<i>Proceso con Programa</i>
1	5 minutos	1 minuto	0.15 segundos
99	aprox. 8 horas 30 minutos	45 minutos	15 segundos
504	aprox. 42 horas	3 horas y 40 minutos	2 minutos y 15 segundos

Fuente: Elaboración propia.

Además de contar con la diferencia mostrada significativamente en los tiempos de entrega de resultados, nos percatamos que en el resultado final se obtiene el número de ventana (“n”) que, procesado por varias generaciones dentro del proceso de algoritmos evolutivos en conjunto con el proceso de promedios móviles, se muestra la “n” que generaría el mejor rendimiento pronosticado (ROI). Lo anterior para su consideración dentro del análisis del inversionista.

Ahora bien, hablando de los resultados obtenidos al realizar pruebas con la herramienta creada, se realizaron varios escenarios dentro de los parámetros a introducir, ya sea disminuyendo o ampliando el periodo de tiempo (1, 5, 6 años), variando el número de generaciones a emplear (10, 30, 50, 100, 200, 300), el porcentaje de información a tomar (10%, 20%, 40%, 50%, 80%), el tamaño de los individuos (9 y 10 bits), el número de individuos en la población (50, 100, 200, 300), el punto de cruce (cross-point) (2, 3, 5), el porcentaje de probabilidad de cruzamiento (50%, 80%, 90%) y el porcentaje de mutación (0.05% y 0.10%). Esto con la finalidad de identificar cuál es la mejor ventana que se obtenía al ejecutar el proceso con distintas variables y, por consecuencia, cuál es el ROI obtenido con dichos escenarios⁵.

Una vez realizadas dichas pruebas, se pudo llegar a las siguientes conclusiones de los resultados observados:

- Entre más generaciones se contemplen, el programa se demora un poco más en encontrar el mejor ROI, sin embargo, el resultado que se obtuvo fue el mismo.
- El número de individuos asignados a la población no influye significativamente para la obtención del resultado obtenido, pero si se tiene que considerar el tamaño del banco de datos.

⁵ Los resultados de estas pruebas se encuentran en el [Anexo 2](#), de este documento.

-
- Al usar un periodo de tiempo más corto, por ejemplo 1 año, existe menor probabilidad de tener buenos resultados. Esto es derivado al tamaño del banco de datos y a la generación del procesamiento de algoritmos evolutivos con menor información. Las pruebas realizadas con el periodo de 1 año dieron como resultado ROI's negativos; caso contrario a las pruebas realizadas con 4 y 6 años, las cuales reflejaron resultados positivos.
 - Al incrementar la probabilidad de cruzamiento, el mejor ROI se encuentra con más prontitud en las generaciones procesadas.
 - Al disminuir el número de individuos (por ejemplo, de 200 a 50), se cuenta con menos información a procesar, dando como respuesta que el algoritmo no evolucione significativamente y con ello no se pueda obtener un rendimiento final óptimo.
 - Con un menor porcentaje de cruzamiento, el proceso se demora más generaciones en encontrar el mejor rendimiento final.
 - Al procesar información aleatoria (sobre todo en la selección de individuos) y ejecutar el proceso en diversas ocasiones con los mismos parámetros, se podría identificar una diferencia en el N° de generación en donde se encontró el mejor resultado, sin embargo, el rendimiento final resultó el mismo en todas las ocasiones generadas.

Por otro lado, se realizó una comparativa⁶ entre el **método de inversión tradicional**, es decir, adquirir una acción, dejar que transcurra el tiempo para tener posibilidad de obtener rendimientos y, al final, vender la acción (esperando venderla en un valor mayor del que se adquirió) VS el método de **trading con Promedios móviles y algoritmos genéticos (GA)**, mediante

⁶ Los resultados de estas pruebas se encuentran en el [Anexo 3](#), de este documento.

el cual existen movimientos de compra-venta en donde se busca maximizar los rendimientos (incrementando las ganancias y disminuyendo las pérdidas) y adicionalmente, empleando el cómputo evolutivo, mediante el cual se busca obtener la mejor ventana a aplicar a través de varias generaciones para maximizar los resultados.

En el resultado obtenido de esta comparativa, se muestra claramente que, a través del método implementado en este trabajo de investigación, el trading a través de GA, de manera general se pueden ver reflejados mejores resultados que con el método tradicional. Lo anterior derivado de que, mediante la aplicación de la fusión del método de promedios móviles y los algoritmos genéticos, se obtiene de cierta manera una mejora en la implementación del trading, llevando al inversionista a considerar la aplicación de esta herramienta dentro de sus análisis de inversión. Vale la pena mencionar que la diferencia entre los resultados de ambos métodos, varía principalmente por el rango de tiempo que se esté evaluando. Entre menor es el rango de tiempo (1 ó 2 años) el trading tradicional muestra mejores resultados (siempre y cuando los factores del entorno no se vean afectados drásticamente), mientras que, en el mediano-largo plazo (de 3 a 7 años), los resultados son favorecedores para el trading con GA, esto se debe principalmente a que, cuando existe un mayor plazo de tiempo, los algoritmos genéticos funcionan mejor (como se visualizó en las pruebas de las variables), ya que cuentan con un banco de datos más grande, y puede procesar la información por varias generaciones, teniendo más y mejores opciones de evolución a través de las mismas y, por ende, mejores resultados.

Por otro lado, se realizaron pruebas⁷ adicionales en donde se validaron **17,820** configuraciones distintas, involucrando las combinaciones del periodo (1, 3 y 5 años), el número de generaciones a emplear (50, 100 y 200 generaciones) y el número de población (50, 100 y 200 individuos), esto de los 22 instrumentos de inversión considerados en la investigación de este trabajo. En estas pruebas, se pudo obtener los resultados obtenidos de ingresar dicha información en el programa realizado, mediante el cual, por cada instrumento de inversión, se tuvieron 27 configuraciones distintas y cada una de ellas se ejecutó en 30 ocasiones, identificando constancia en los resultados, estabilidad en los mismos y certidumbre al momento de procesar la información. Cabe mencionar que no en todos los escenarios se obtuvieron resultados positivos, sin embargo, esto también describe la constancia de la información procesada con los parámetros dados.

Con los resultados obtenidos, se pudo obtener un promedio del ROI final conseguido de cada configuración, eligiendo el mejor resultado de las 27 configuraciones con su respectivo número de ventana. Con esto se obtuvo la siguiente tabla “resumen” (Tabla 13) de los mejores resultados promedio que podrán servir de base para el análisis de información del inversionista.

En dicha tabla se almacena de manera resumida, toda la información obtenida del basto procesamiento de información. Con ella se puede visualizar a gran escala los parámetros y, en específico, el número de ventana que mejor se pudiera acoplar a las necesidades y nuevas consultas que se deseen realizar en el aplicativo web. Cabe señalar que esto se puede usar como parámetro para el análisis de información sin tener la verdad absoluta sobre los resultados, ya que pudieran cambiar derivado a factores en el mercado financiero o incluso noticias o acontecimientos del momento de consulta.

⁷ Los resultados de estas pruebas se encuentran en el [Anexo 4](#), de este documento.

Tabla 20 Mejores resultados promedio de las pruebas realizadas de distintas configuraciones

<i>Nombre de Instrumento</i>	<i>Ticker</i>	<i>Mejor configuración</i>	<i>Promedio Mejor Ventana</i>	<i>Desv. Est. Mejor Ventana</i>	<i>Promedio Mejor Rendimiento</i>	<i>Desv. Est. Mejor Rendimiento</i>
Tesla, Inc.	TSLA	24	11	0.18	2009%	31%
ALPS Clean Energy ETF	ACES	24	16	0.00	92%	0%
American Water Works Company, Inc.	AWK	27	5	0.00	-72%	0%
BBVA	BBVA	25	91	89.40	-20%	12%
Brookfield Renewable Corporation	BEPC	21	8	0.00	-43%	0%
Grupo Bimbo, S.A.B. de C.V.	BIMBOA.MX	27	10	9.16	1454%	88%
FuelCell Energy, Inc.	FCEL	1	5	4.49	1418%	44%
iShares, Inc. - iShares Frontier and Select EM ETF	FM.MX	21	69	0.00	274%	0%
First Solar, Inc. (FSLR)	FSLR	24	4	0.00	203%	0%
General Electric	GE	27	194	0.00	184%	0%
Google	GOOG	21	183	0.00	-52%	0%
Heineken N.V.	HEIA.AS	2	60	0.73	-189%	0%
iShares Global Clean Energy ETF	ICLN	23	34	8.95	18%	0%
MercadoLibre, Inc.	MELI	24	47	0.00	-58%	0%
Microsoft Corporation	MSFT	21	228	0.00	-112%	0%
NextEra Energy, Inc.	NEE	24	10	0.73	-72%	0%
Nestlé S.A.	NESN.SW	27	7	0.00	-172%	0%
Sunrun Inc.	RUN	24	12	0.00	417%	0%
SolarEdge Technologies, Inc.	SEDG	1	70	1.93	0%	0%
Invesco Solar ETF (TAN)	TAN	21	2	0.00	171%	0%
Vestas Wind Systems A/S	VWSB.DE	1	62	1.52	-187%	1%
Walmart Inc.	WMT.MX	1	25	1.64	-146%	1%

Como se puede observar en la tabla anterior, después del ejercicio de ejecutar algunas configuraciones dentro del aplicativo web, se puede visualizar en qué instrumentos sería interesante ahondar en el análisis de información para poder tomar la decisión de incluir (o no) alguno de estos instrumentos dentro del portafolio de inversión.

Por otro lado, también se puede observar cómo ciertos parámetros pueden favorecer a que el programa evolucione de mejor manera, pueda tomar información relevante o, incluso, se

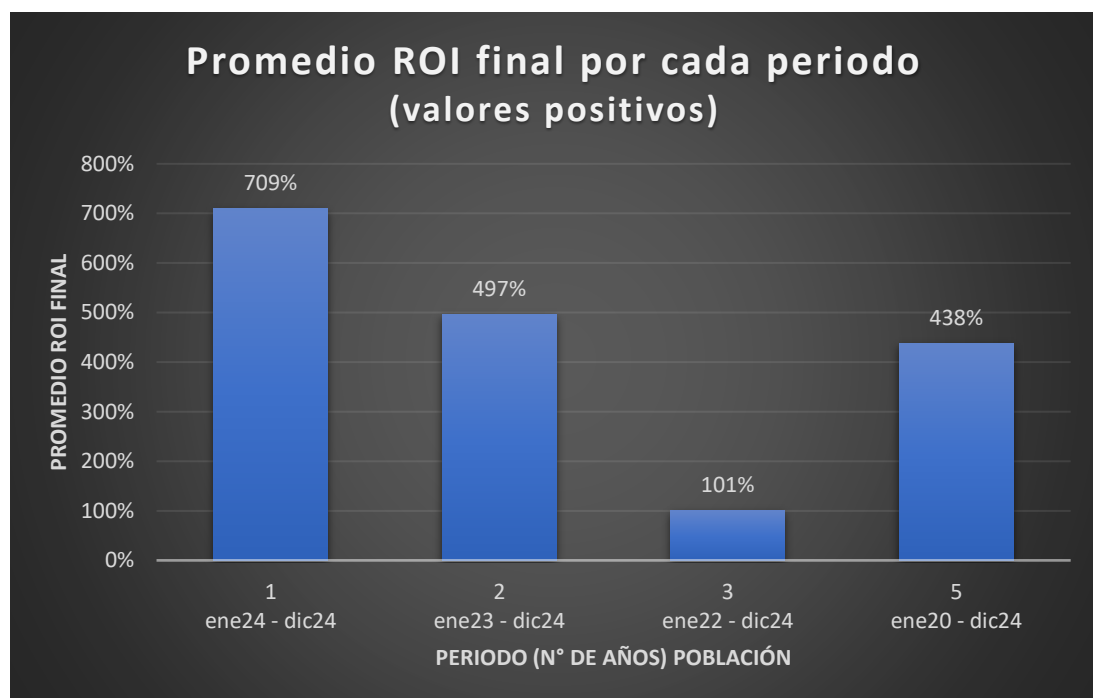
visualiza como impacta la cantidad de información procesada en los resultados obtenidos. Tal es el caso del número de generaciones, en la cual se muestra que, posterior al incremento de esta variable (de pasar de 50 a 200 generaciones) llega un punto en el que se llega al resultado óptimo y ya no cambia.

Así mismo, a lo largo del procesamiento de las pruebas realizadas, se pudo percatar que una variable que si podría afectar el procesamiento de información es el número de individuos, ya que, entre más individuos se tienen, más grande es la población y, por ende, se puede generar mayores (y mejores) combinaciones o configuraciones, las cuales van evolucionando con el paso de cada generación, obteniendo entre cada una de ellas, por el método de elitismo, los mejores individuos, así como procesando el entrecruzamiento para complementar el resto de la población entre cada generación. Por otra parte, se identificó que, entre menos información se utilice, es decir, entre menos individuos se configuren o menor sea el periodo de tiempo configurado, se generan los resultados bajos o incluso negativos, derivado a que no se contempla un rango de tiempo amplio para poder compilar la información y se converja de la mejor manera posible.

Por último, me gustaría mencionar que, si bien se probaron miles de configuraciones, abarcando muchos escenarios posibles para identificar cuáles podrían ser las mejores combinaciones que puedan detectar mejores resultados, siempre se deberá tomar en cuenta de manera complementaria el análisis del entorno, el mercado, la situación social, política y económica por la que se esté pasando, así como la intuición del inversionista de acuerdo con su racionalidad para tomar una decisión acertada y siempre estar atentos a los posibles cambios para actuar de la mejor manera en medida de lo posible.

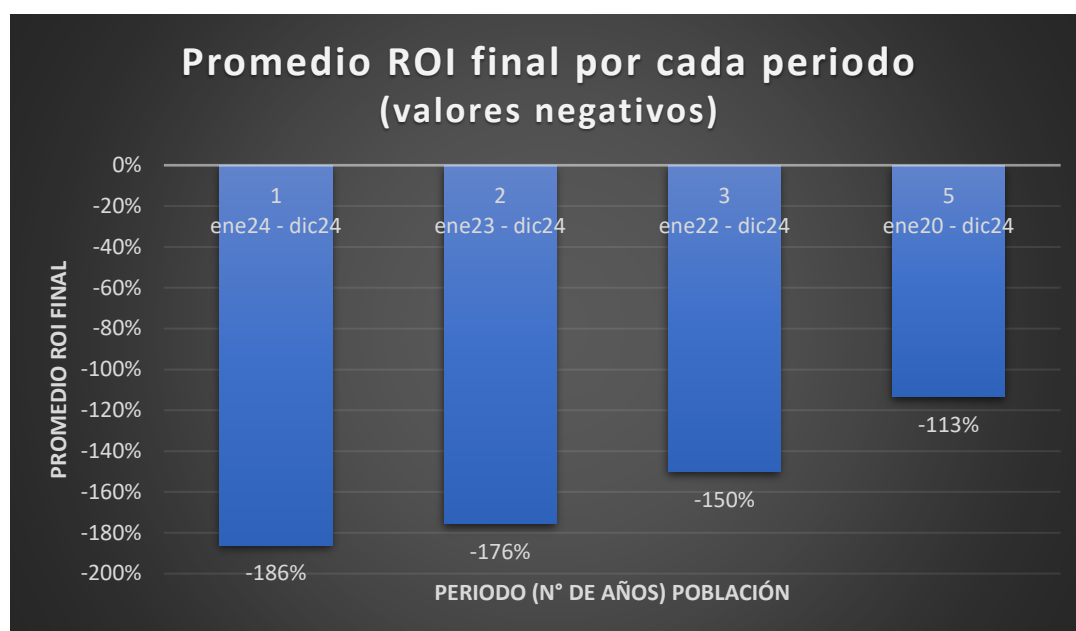
A continuación, se presentan unas gráficas en donde se puede observar el promedio los valores obtenidos como resultado final del ROI obtenido, tanto positivos como negativos, dentro de los rangos de tiempo determinados, mostrando la diversidad que se puede tener dependiente de la cantidad de información que se esté procesando y, de acuerdo a la temporalidad usada, se muestran los periodos procesados en donde se obtuvo un mejor indicador para para invertir o no.

Figura 27 Representación gráfica del promedio ROI final por periodo (valores positivos)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 28 Representación gráfica del promedio ROI final por periodo (valores negativos)



Fuente: Elaboración propia.

Un aspecto importante a resaltar después de observar y analizar la información procesada, es la utilidad que refleja el resultado del ROI, ya sea positivo o negativo, para poder identificar aquellos instrumentos que pueden ser útiles para invertir y en cuáles no.

En este sentido, se podría concluir que, en la estrategia de querer crear un portafolio de inversión por medio de instrumentos sostenibles, de acuerdo a los resultados del análisis obtenido y reflejado en la *Tabla 13*, los instrumentos en los cuales se podría considerar incluir en el portafolio particularmente para el análisis realizado en este trabajo serían: ***TSLA, ACES, BIMBOA.MX, FCEL, FM.MX, FSLR, GE, ICLN, RUN, TAN***. Y aquellos instrumentos que no se recomendaría incluir en el portafolio (o investigar y ahondar más en su situación), serían: ***AWK, BBVA, BEPC, GOOG, HEIA.AS, MELI, MSFT, NEE, NESN.SW, SEDG, VWSB.DE, WMT.MX***.

Como se ha mencionado a lo largo de este trabajo, estos resultados son un parámetro y funcionan como una herramienta adicional al inversor, a través de la cual se puede dar una idea más amplia de la situación de ciertos instrumentos y del mismo mercado con la intención de llevarlo hacia la mejor toma de decisiones posible.

A pesar de que algunas de las variables se fueron cambiando dentro del análisis de las pruebas realizadas, existen algunas configuraciones en donde pareciera que los resultados no fueran del todo positivos. Esto puede ser debido a que el espacio de búsqueda sea muy complejo, con posiblemente muchos mínimos y máximos locales. En estos casos, el algoritmo puede quedarse atrapado en un pico de aptitud que no es el óptimo global, el cual se podría ver reflejado en la representación de los resultados finales.

Adicionalmente, este tipo de casos podría verse afectado por falta de diversidad genética, ya que, si la población inicial llegaba a ser muy homogénea, el algoritmo evolutivo podría perder la diversidad necesaria para explorar el espacio de soluciones de manera efectiva. Dicho lo anterior, se puede deducir que no se pudo dar un nivel de convergencia que otorgara los valores óptimos en ciertos casos.

A pesar de lo mencionado anteriormente, es de gran importancia señalar la utilidad de los resultados obtenidos a través de este modelo, ya que es relevante derivado a que se pueden identificar aquellos instrumentos a través de los cuales se obtienen rendimientos bastante aceptables, y en cuales instrumentos no lo es tanto o, en su caso, se tendría que analizar con más detalle la inclusión dentro del portafolio. Con lo anterior se puede decir que los resultados obtenidos de este modelo, sirven en gran medida como un **indicador** para armar un portafolio de inversión aceptable.

Así mismo, como se ha venido manejando a lo largo de este trabajo de investigación, más allá de que este modelo refleje una “verdad absoluta”, este debe ser utilizado más como un complemento de análisis de información para el inversionista (adicional para su análisis técnico), que le pueda dar bases para conformar su portafolio de acuerdo a sus necesidades, el nivel de riesgo que quiera asumir y sobre todo, que cuente con información a la mano para contribuir al manejo sostenible de recursos naturales, cuidando de antemano su patrimonio y conveniencia.

Por último, me gustaría hacer mención a que, a pesar de que la herramienta se creó inicialmente para identificar instrumentos de inversión sostenibles para incluirlas en el portafolio de inversión, no está de más mencionar que la herramienta puede funcionar *con cualquier instrumento de inversión*, sea verde o no, apoyando el análisis del inversionista a tomar decisiones, sin embargo, dentro de mis objetivos personales al iniciar este trabajo, eran promover y dar a conocer instrumentos sostenibles que ayudaran tanto al inversionista, como al medio ambiente, y qué mejor manera de hacerlo que a través de este trabajo, esperando se pueda difundir su contenido.

10.CONCLUSIONES

En este trabajo de investigación se intenta promover la adquisición de instrumentos de inversión sostenibles, con la finalidad de orientar al inversionista en invertir en este tipo de instrumentos para colaborar al cuidado del medio ambiente, apoyando instrumentos verdes y empresas que estén comprometidas con el planeta, aquellas que siguiendo los criterios ESG, buscan poner de su parte implementando mejoras a sus procesos, métodos, materias primas, entre otras cosas, las cuales puedan contribuir en preservar nuestro entorno de manera sostenible. Se trata de proporcionar este tipo de información al alcance de las personas para que se enteren de la existencia de este tipo de instrumentos, puedan leer y ahondar más al respecto, para que tomen decisiones de inversión favorables para todos.

Si bien, la herramienta elaborada se creó inicialmente para identificar instrumentos de inversión sostenibles para incluirlas en el portafolio de inversión, no está de más mencionar que a lo largo de este proceso se pudo identificar que esta herramienta puede funcionar con cualquier instrumento de inversión, sea verde o no, apoyando el análisis del inversionista a tomar decisiones, sin embargo, dentro de mis objetivos personales al iniciar este trabajo, eran promover y dar a conocer instrumentos sostenibles que ayudaran tanto al inversionista, como al medio ambiente, y qué mejor manera de hacerlo que a través de este trabajo, esperando se pueda difundir su contenido.

Por otro lado, en este proyecto se fusionaron dos métodos bastante útiles para el análisis de un inversionista que, si bien el objetivo es obtener utilidades al momento de invertir, este trabajo proporciona una herramienta que visualiza un pronóstico de rendimientos, a través del cómputo evolutivo, diseñado para identificar la mejor ventana dentro del análisis de promedios móviles que generaría el mejor rendimiento. Lo anterior sirve de base para que sea considerado dentro del análisis del inversionista y tenga una herramienta complementaria para la toma de decisiones.

Hablando del “producto final” de este proyecto, es decir, la realización de una **aplicación web** programada en Python, servirá de gran apoyo a los inversionistas, ya que en ella se muestra información necesaria sobre **instrumentos de inversión sostenible**, así como el **simulador de pronóstico**, que servirá de base para identificar de manera sencilla y rápida, a través de la captura de ciertas variables, la obtención del mejor número de ventana, calculando el mejor ROI a través del método de promedios móviles y algoritmos evolutivos. Todo lo anterior conseguido de manera eficiente, ya que la obtención de dicha información se demora tan sólo un par de minutos (dependiendo la cantidad de información indicada en los parámetros) para visualizar el resultado final.

Con la herramienta mencionada en el párrafo anterior, nos podemos percatar principalmente de cierta información relevante como lo es la situación del mercado, la evolución del mismo, las tendencias que se generan en determinado rango de tiempo, todo esto para tener una perspectiva más amplia del instrumento de inversión el cuál se está analizando. Con esta herramienta, también se puede visualizar cierta tendencia en los resultados obtenidos, la cual podrá ayudar al inversionista a analizar la información y poder identificar aquellos instrumentos de inversión que podrían generar buenos resultados para poder incluirlos en su portafolio. Adicionalmente, como se pudo vislumbrar en el análisis de resultados, al ingresar parámetros con un buen rango de tiempo, nos podría reflejar mejores resultados que si se hiciera un análisis con el trading tradicional, aspecto que, a mi consideración, genera una ventaja competitiva y aporta de manera positiva y directa al análisis de información del inversionista.

En lo personal, con las pruebas, validaciones y ejercicios realizados para este proyecto, el cual culminó con la creación de este **aplicativo web**, generan un gran nivel de confianza para poder utilizarla y poder tener la certeza en la identificación de aquellos instrumentos de inversión,

principalmente sostenibles, cuyos resultados obtenidos se puedan ver favorables, aquellos que en un periodo de tiempo histórico han mostrado estabilidad y tendencias alcistas. Si bien la última decisión la tendrá uno mismo como inversionista, esta herramienta es de gran utilidad para visualizar los resultados que se podrían obtener.

Para finalizar, me gustaría enfatizar que uno de los objetivos principales que se plantearon desde el inicio de este proyecto era captar la atención del inversionista para poder colaborar de manera directa o indirecta en el tema de sostenibilidad, así que a través de la posible difusión de este trabajo, junto con el aplicativo web y la información que en él contiene, se espera que esta herramienta pueda ser utilizable y concientizar a la población inversionista para que investigue más al respecto, ya que en el día a día es un poco complicado mantenerse al tanto de qué instrumentos pueden causar un impacto significativo para el medio ambiente. De esta manera, se podrán tomar decisiones de inversión basadas en el tema sostenible, tomando en cuenta la retribución de rendimientos que siempre se busca por parte del inversionista, sin dejar a un lado el cuidado de nuestro planeta. 🌍🌱

11.FUENTES DE CONSULTA

Referencias

- Alonso, C. (6 de Febrero de 2025). *Global Suite Solutions*. Obtenido de ¿Qué son los criterios ESG (Environmental, Social and Governance)? : <https://www.globalsuitesolutions.com/es/que-son-criterios-esg/>
- Aragón Bohorquez, A., Mejía Vega, C., & Zapata Quimbayo, C. (2018). Optimización de estrategias de trading con promedios móviles para futuros de petróleo mediante algoritmos genéticos. *ODEON*, 139-160. Recuperado el 1 de Junio de 2024, de <https://revistas.uxternado.edu.co/index.php/odeon/article/view/5951/7888>
- Bajpai, P. (29 de Noviembre de 2022). *Top Clean Energy ETFs in 2022*. Recuperado el 1 de Junio de 2024, de Nasdaq: <https://www.nasdaq.com/articles/top-clean-energy-etfs-in-2022>
- BBVA. (8 de Marzo de 2022). *¿Sabes qué es el índice Dow Jones Sustainability Index?* Recuperado el 1 de Junio de 2024, de BBVA: <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/sabes-que-es-el-indice-dow-jones-sustainability-index/>
- BBVA. (2024). *Nuestra estrategia de sostenibilidad*. Recuperado el 1 de Junio de 2024, de BBVA: <https://www.bbva.mx/personas/productos/sostenibilidad.html>
- Cinépolis. (2025). *Cinépolis*. Recuperado el 15 de Febrero de 2025, de <https://sostenibilidad-cinepolis.com/>
- Coello, C. A. (Mayo de 2022). *Introducción a la Computación Evolutiva (Notas de Curso)*. Recuperado el 1 de Junio de 2024, de CINVESTAV: <https://delta.cs.cinvestav.mx/~ccoello/compevol/apuntes.pdf>
- Cognizant. (2024). *Algoritmo evolutivo*. Recuperado el 1 de Junio de 2024, de Cognizant: <https://www.cognizant.com/es/es/glossary/evolutionary-algorithm>
- De la Rosa, T. (2025). *The Visionary*. Recuperado el 15 de Enero de 2025, de Casa de Bolsa Finamex: <https://thevisionary.finamex.com.mx/the-visionary/inversiones-verdes-y-sustentables>
- Diario de un emprendedor / Soy solo Victoria. (1 de Septiembre de 2020). *Los pros y contras de los índices bursátiles*. Recuperado el 1 de Junio de 2024, de Diario de un emprendedor: <https://selfstorageadvice.org/finanzas/pros-y-contras-de-los-indices-bursatiles/>

-
- Ditaly. (2025). *ROI: Qué es y cómo se calcula el Retorno de la Inversión (Fórmula)*. Obtenido de Ditaly: <https://www.ditaly.es/que-es-roi-retorno-de-la-inversion/#:~:text=con%20una%20franquicia-%2C%2BFQu%C3%A9%20es%20el%20ROI%20o%20Retorno%20de%20la%20Inversi%C3%B3n?,%2C%20por%20consiguiente%2C%20poderlos%20mejorar.>
- Dongee - Jesús. (2024). *Dongee*. Obtenido de Ventajas y Desventajas de Código Binario: <https://www.dongee.com/tutoriales/ventajas-y-desventajas-de-codigo-binario/>
- Equipo CFI. (2025). *CFI*. Recuperado el 15 de Enero de 2025, de CFI Education Inc.: <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/data-science/backtesting/#:~:text=Summary-Backtesting%20involves%20applying%20a%20strategy%20or%20predictive%20model%20to%20historical,%2C%20market%20exposure%2C%20and%20volatility.>
- Equipo de edición de Vorecol. (28 de Agosto de 2024). *Vorecol*. Recuperado el 15 de Enero de 2025, de Vorecol: <https://vorecol.com/es/articulos/articulo-que-impacto-tiene-la-sostenibilidad-en-las-decisiones-de-inversion-actuales-75447>
- ETF. (2024). *ACES Analysis & Insights*. Recuperado el 1 de Junio de 2024, de ETF: <https://www.etf.com/ACES#overview>
- Gallo, C., & Fratello, A. (Agosto de 2014). *The Forex Market in Practice: A Computing Approach for Automated Trading Strategies*. Recuperado el 8 de Noviembre de 2024, de researchgate: https://www.researchgate.net/publication/264986899_The_Forex_Market_in_Practice_A_Computing_Approach_for_Automated_Trading_Strategies
- Ganar-Ganar. (8 de Mayo de 2020). *El S&P/BMV IPC Sustentable es el primer índice sustentable de México*, Revista #103. Recuperado el 1 de Junio de 2024, de Ganar-Ganar: <https://ganar-ganar.mx/2020/05/08/el-sp-bmv-ipc-sustentable-es-el-primer-indice-sustentable-de-mexico/#:~:text=El%20S%26P%2FBMV%20IPC%20Sustentable%20tiene%20un%20rebalanceo%20anual%20y,es%20replicable%2C%20invertible%20y%20representativo.>
- Google. (2024). *A more sustainable future through information and innovation*. Recuperado el 1 de Junio de 2024, de Google: <https://sustainability.google/>

-
- Grupo Bimbo. (2024). *Agricultura Regenerativa*. Recuperado el 1 de Junio de 2024, de Grupo Bimbo: <https://www.grupobimbo.com/es/sustentabilidad/para-la-naturaleza/agricultura-regenerativa>
- Grupo Bimbo. (2024). *Cero desperdicios*. Recuperado el 1 de Junio de 2024, de Grupo Bimbo: <https://www.grupobimbo.com/es/sustentabilidad/para-la-naturaleza/cero-desperdicios>
- Grupo Bimbo. (2024). *Cero emisiones netas de Carbono*. Recuperado el 1 de Junio de 2024, de Grupo Bimbo: <https://www.grupobimbo.com/es/sustentabilidad/para-la-naturaleza/cero-emisiones-netas-de-carbono>
- Grupo Bimbo. (2024). *Para la naturaleza*. Recuperado el 1 de Junio de 2024, de Grupo Bimbo: <https://www.grupobimbo.com/es/sustentabilidad/para-la-naturaleza>
- Grupo Bolsa Mexicana de Valores. (2015). *Bonos Verdes*. Recuperado el 1 de Junio de 2024, de BMV: https://www.bmv.com.mx/docs-pub/MI_EMPRESA_EN_BOLSA/CTEN_MINGE/BONOS%20VERDES.PDF
- Grupo Herdez. (2024). *Estrategia de Sostenibilidad*. Recuperado el 1 de Junio de 2024, de Grupo Herdez: <https://grupoherdez.com.mx/estrategia-de-sostenibilidad-esg/>
- Grupo Modelo. (2024). *Sostenibilidad*. Recuperado el 1 de Junio de 2024, de Grupo Modelo: <https://www.grupomodelo.com/quienes-somos/sostenibilidad>
- Heineken México. (2024). *Sustentabilidad*. Recuperado el 1 de Junio de 2024, de Heineken México: <https://heinekenmexico.com/sustentabilidad>
- Kostiainen, K. (14 de Abril de 2016). *Development of Trading Algorithm Backtest*. Recuperado el 8 de Noviembre de 2024, de Theseus: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/106897/Kostiainen_Kari.pdf;jsessionid=8C3EFFECA760556D5706D1D7930BC404?sequence=1
- Lonardi, F. (10 de Diciembre de 2020). *Trading Algorítmico: un estudio comparativo entre técnicas de clasificación y regresión en el ámbito de las finanzas*. Recuperado el 8 de Noviembre de 2024, de ITBA: <https://ri.itba.edu.ar/server/api/core/bitstreams/f11e7dcd-dd93-4808-9eb9-0b73e262a128/content>
- Lopez Garcia, Y. (Marzo de 2022). *Desarrollo de una aplicación web para realizar backtesting sobre acciones o ETFs de la bolsa de valores de New York*. Recuperado el 8 de Noviembre de 2024, de UTP: <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/d772bd0d-cd88-4f63-b6c5-de1846e836cd/content>

-
- Mercado Libre. (2024). *Sustentabilidad*. Recuperado el 1 de Junio de 2024, de Mercado Libre: <https://sustentabilidadmercadolibre.com/>
- Merco. (2024). *Qué es Merco*. Recuperado el 1 de Junio de 2024, de Merco: <https://www.merco.info/mx/que-es-merco>
- Merco. (11 de Febrero de 2025). *12va edición Merco Responsabilidad ESG México*. Recuperado el 14 de Febrero de 2025, de Merco: <https://www.merco.info/files/2025/02/2185/nota-de-prensa-esg-mexico-2024.pdf>
- Merco. (2025). *Rankings*. Recuperado el 1 de Febrero de 2025, de Merco: <https://www.merco.info/mx/rankings-merco>
- Microsoft. (2025). *Microsoft*. Recuperado el 15 de Febrero de 2025, de <https://www.microsoft.com/en-us/corporate-responsibility/sustainability/report?icid=SustainabilityHomepage01Report2024>
- N26. (2024). *Guía completa sobre el trading automático: todo lo que debes saber si quieres invertir tu dinero*. Recuperado el 8 de Noviembre de 2024, de N26: <https://n26.com/es-es/blog/trading-automatico>
- Natura. (2024). *Sustentabilidad*. Recuperado el 1 de Junio de 2024, de Natura: <https://www.natura.com.mx/sustentabilidad>
- Navas, M. (2 de septiembre de 2021). *Inversiones verdes ¿Es rentable apostar por instrumentos sustentables?* Recuperado el 1 de Junio de 2024, de Diario Financiero MAS: <https://dfmas.df.cl/df-mas/como-cuido-mis-lucas/es-rentable-invertir-en-instrumentos-que-apuestan-por-la-sustentabilidad>
- Ndweni , B. (2024). *Las 10 mejores inversiones sostenibles*. Recuperado el 1 de Noviembre de 2022, de IG: <https://www.ig.com/es/estrategias-de-trading/las-10-mejores-inversiones-sostenibles-220715>
- Nestlé. (2024). *Cero Emisiones Netas | Sustentabilidad*. Recuperado el 1 de Junio de 2024, de Nestlé: <https://www.nestle.com.mx/aboutus/luchando-por-un-impacto-ambiental-cero>
- Ni, J., & Zhang, C. (Noviembre de 2005). *An Efficient Implementation of the Backtesting of Trading Strategies*. Recuperado el 8 de Noviembre de 2024, de ISP: <http://web.ist.utl.pt/adriano.simoes/tese/referencias/Papers%20-%20Pedro/Backtesting.pdf>

-
- Nolasco, M. (11 de Julio de 2022). *Nueva composición anual del índice S&P/BMV Total México ESG*. Recuperado el 1 de Junio de 2024, de Estrategia Sustentable: <https://www.estrategia-sustentable.com.mx/2022/07/11/nueva-composicion-anual-del-indice-sp-bmv-total-mexico-esg/>
- Núñez, L. (6 de Febrero de 2019). *¿Qué son los algoritmos genéticos?* Recuperado el 1 de Junio de 2024, de El país: https://elpais.com/elpais/2019/01/31/ciencia/1548933080_909466.html
- Pacheco, J. (22 de Abril de 2019). *¿Qué es el Promedio Móvil?* Recuperado el Octubre de 2024, de Web y empresas: <https://www.webyempresas.com/promedio-movil/>
- Pfizer. (2021). *ESG Highlights*. Recuperado el 1 de Junio de 2024, de Pfizer: https://www.pfizer.com/sites/default/files/investors/financial_reports/annual_reports/2021/esg/
- Pfizer. (2023). *Ambiente, Salud, Seguridad*. Recuperado el 1 de Junio de 2024, de Pfizer: <https://www.pfizer.com.mx/nuestra-responsabilidad/ambiente-salud-seguridad>
- Pujol Martorell, S. (2023). *RIUNET, UPV*. Recuperado el 8 de Noviembre de 2024, de Desarrollo de una herramienta para la simulación y evaluación de estrategias de inversión en mercados de criptomonedas: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/191372/Pujol%20-%20Desarrollo%20de%20una%20herramienta%20para%20la%20simulacion%20y%20evaluacion%20de%20estrategias%20de%20inversion....pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Spörer, J. (28 de Abril de 2020). Recuperado el 8 de Noviembre de 2024, de Backtesting of Algorithmic Cryptocurrency Trading Strategies: https://download.ssrn.com/20/06/05/ssrn_id3620154_code3917972.pdf?response-content-disposition=inline&X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEjEaCjVzLWVhc3QtMSJHMEUCIBaWiQ61%2FI8kSA0szM%2BcHCzGwKiWBAbudXQ27%2FHyQvIFAiEAti3fex%2FjW%2BbdMTCBJ5VM-Ev2k%2BnI6gOQ9
- Vázquez Flores, J. A. (2025). *Libros, notas y artículos del curso de Ensamblador*. Obtenido de <https://www.cs.buap.mx/~andrex/ensamblador/sistemas-de-numeracion.pdf>
- Verma, R., N Gohrani, K., Mitra, A., Das, A., Chakrabarti, T., & Chakrabarti, P. (5 de Junio de 2021). *A computing-based system developed on approaches and strategies to analyze share values for trading intentions in the Stock Market Domain*. Recuperado el 8 de Noviembre
-

de 2024, de SSRN:
https://download.ssrn.com/21/07/24/ssrn_id3892735_code4041982.pdf?response-content-disposition=inline&X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEEMaCXVzLWVhc3QtMSJHMEUCIFqlCuUwef%2BI98R3RDIWocRyE1td0TOuKjC%2Bb1s7VvnVAiEAr7oArPZgs3o2EQP%2FU1xZ4WNFVWtn%2BtpU%2FE

Walmart. (2025). *Walmart México*. Recuperado el 15 de Febrero de 2025, de <https://informes.walmex.mx/2022/sustentabilidad.html>

Yahoo. (2024). *Yahoo*. Recuperado el 1 de Junio de 2024, de Yahoo Finanzas: <https://es-us.finanzas.yahoo.com/>

Yahoo. (2025). *Yahoo*. Recuperado el 06 de Febrero de 2025, de Yahoo Finanzas: <https://es-us.finanzas.yahoo.com/quote/TSLA/history/>

Yahoo. (2025). *Yahoo*. Recuperado el 06 de Febrero de 2025, de Yahoo Finanzas: <https://es-us.finanzas.yahoo.com/quote/TSLA/chart/#eyJzYXlvdXQiOmsiaW50ZXJ2YWwiOiJkYXkiLCJwZXJpb2Rpb2l0eSI6MSwidGltZVVuaXQiOm51bGwsImNhbmRsZVdpZHRoIjoxNS41MTYxMjkwMzlyNTgwNjQsImZsaXBwZWQiOmZhbHNiLCJ2b2x1bWVvbmlcmxheSI6dHJ1ZSwiYWWRqIjp0cnVILCJjcm9zc2hhaXIi>

Zuluaga, S. (2024). *MDC Trading Academy*. Recuperado el 8 de Noviembre de 2024, de ¿Qué es el backtesting? Prueba tu estrategia de trading: <https://www.mdctradingacademy.com/blog/que-es-el-backtesting/>

12.ANEXOS

Anexo 1 – Conversión de código Binario a Decimal

Este trabajo de investigación, se complementa con información relevante con respecto al tema de sistema de numeración binario, ya que fue parte fundamental para la elaboración de este trabajo, tanto para la selección de la población inicial (que se generó de manera aleatoria a través de individuos en código binario), así como para que el banco de datos fuera más estable y la información procesada dentro de Python fuera más simple y eficiente en cuestiones de almacenamiento y procesamiento a niveles de código dentro del lenguaje de programación.

Para ejemplificar de manera clara la conversión de código binario, se deben tomar en cuenta algunos conceptos básicos dentro de este tema, como los que se presentan a continuación de acuerdo con el profesor José Andrés Vázquez Flores de la Facultad de Ciencias de la Computación de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (Vázquez Flores, 2025).

Código decimal

Este sistema numérico consta de diez elementos (0,1,2,3,4,5,6,7,8 y 9), denominados generalmente “cifras decimales”. Con ellos se pueden realizar las operaciones aritméticas (suma, resta, multiplicación, división, potenciación, etc.), así como operaciones lógicas (unión – disyunción, intersección-conjunción, negación, diferencia, etc.) su mayor ventaja es que es fácil de entender e interpretar, lo que facilita la lectura y el trabajo con números.

Código binario

También conocido como sistema de numeración base 2, utiliza solamente dos símbolos: 0 y 1, que significan “ninguna unidad” y “una unidad” respectivamente. Este código se ha convertido en un elemento fundamental para el lenguaje de programación y el almacenamiento de datos, ya que dicha información se procesa de manera eficiente.

Algunas de las ventajas de utilizar este código es que es universalmente reconocido por todos los dispositivos electrónicos, es altamente eficiente para el almacenamiento y procesamiento de información, es bastante confiable para la transmisión de señales electrónicas y es fácil de implementar (Dongee - Jesús, 2024).

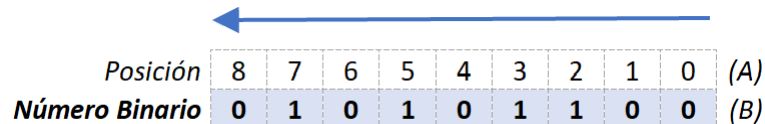
Por otro lado, algunas de las desventajas que se pueden encontrar al emplear este tipo de sistema es que la representación de este código, puede implicar cifras bastante extensas, lo cual podría implicar el incremento en el espacio de almacenamiento y la demora en el procesamiento de la información. Entre más cantidad de datos se tenga, mayor será el tiempo de ejecución de los procesos. Otra desventaja podría ser una difícil interpretación para el ser humano, ya que no es tan intuitivo como el código decimal (Dongee - Jesús, 2024).

¿Cómo convertir un número binario a decimal?

Para lograr la respuesta a esta pregunta, se realizará la explicación paso a paso a través de un ejemplo gráfico y visual a través de Excel para facilitar tanto la visualización como las operaciones.

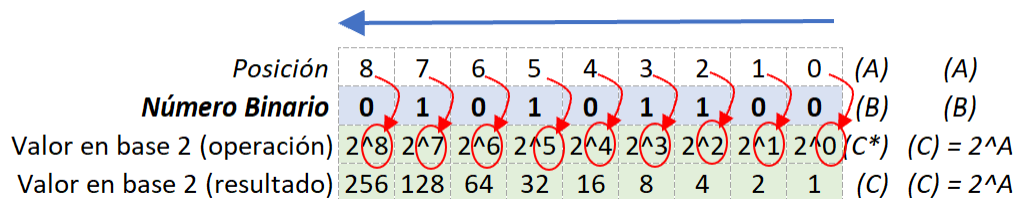
Se tiene el número binario **010101100** y se desea convertir a número decimal.

- Enumerar cada dígito del código binario derecha a izquierda, para tener identificada la posición de cada dígito.



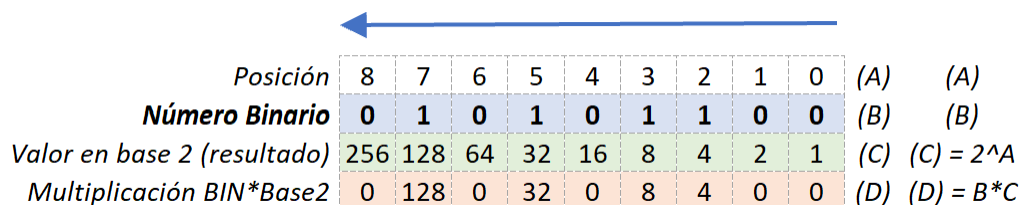
Posición	8	7	6	5	4	3	2	1	0	(A)
Número Binario	0	1	0	1	0	1	1	0	0	(B)

- Asignar a cada dígito, el valor correspondiente en base 2, es decir, 2 elevado a la potencia que corresponde al número de la posición de cada dígito.



Posición	8	7	6	5	4	3	2	1	0	(A)	(A)
Número Binario	0	1	0	1	0	1	1	0	0	(B)	(B)
Valor en base 2 (operación)	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	(C*)	(C) = 2^A
Valor en base 2 (resultado)	256	128	64	32	16	8	4	2	1	(C)	(C) = 2^A

- Multiplicar el valor de cada dígito del número binario por el valor correspondiente del punto anterior.



Posición	8	7	6	5	4	3	2	1	0	(A)	(A)
Número Binario	0	1	0	1	0	1	1	0	0	(B)	(B)
Valor en base 2 (resultado)	256	128	64	32	16	8	4	2	1	(C)	(C) = 2^A
Multiplicación BIN*Base2	0	128	0	32	0	8	4	0	0	(D)	(D) = B*C

- Por último, se tienen que sumar los resultados obtenidos del punto anterior, dando como resultado el **número decimal**.

											
Posición	8	7	6	5	4	3	2	1	0	(A)	(A)
Número Binario	0	1	0	1	0	1	1	0	0	(B)	(B)
Valor en base 2 (resultado)	256	128	64	32	16	8	4	2	1	(C)	(C) = 2^A
Multipliación BIN*Base2	0	128	0	32	0	8	4	0	0	(D)	(D) = B*C
Suma de los resultados obtenidos										= 172	(E) (E) = SUMA resultados de D
										Valor decimal	

- Dicho lo anterior, se puede concluir que el número binario **010101100** es igual al número **172** en decimal.

Como punto adicional, no está de más mencionar que el procedimiento visto anteriormente es la base para comprender la manera de operar el sistema binario, sin embargo, existen “calculadoras” en internet que facilitan la obtención de estos resultados, ingresando parámetros iniciales y obteniendo el resultado de manera automática.

MasterPLC

Simbología Código ASCII Electrónica Calculadoras Porcentajes

Convertir binario a decimal

Desde: Binario Para: Decimal

Ingrese el número binario:

010101100

= Convertir x Reset tl Cambiar

Valor Decimal: 172

Valor Hexadecimal: AC

Pasos de Cálculo:

$(010101100)_2 = (1 \times 2^2) + (1 \times 2^3) + (1 \times 2^5) + (1 \times 2^7)$

Impulsa tus ventas con IA

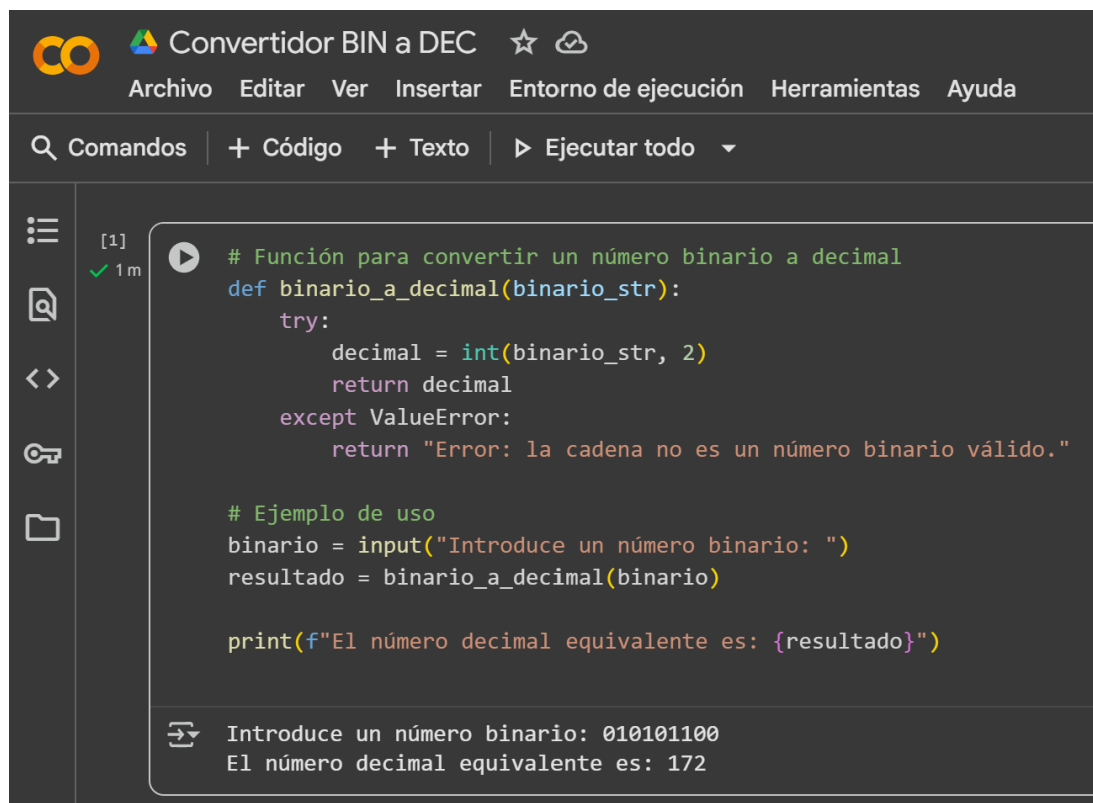
monday CRM Impresora 3D

Conversión de números

- Hexadecimal a Decimal
- Hexadecimal a binario
- Hexadecimal a octal

Ejemplo de calculadora de conversión de binario a decimal (Master PLC)
<https://masterplc.com/calculadora/convertir-binario-a-decimal/>

Así mismo, estos procesos también se pueden trasladar a lenguajes de programación como Python, en donde existen bibliotecas que ayudan a ejecutar dicho requerimiento de manera simple y automatizada para poder utilizarlo en códigos que complementen la elaboración de trabajos y códigos más avanzados. Como ejemplo, en este trabajo de investigación, se incluyó esta función para, en primer lugar, obtener una población inicial de 100 individuos en código binario y, con esta, obtener el número decimal, que representa el número de ventana utilizado en el método de Promedios Móviles con el cual al final se identifica el ROI obtenido con este número de ventana.



```
[1] ✓ 1 m
# Función para convertir un número binario a decimal
def binario_a_decimal(binario_str):
    try:
        decimal = int(binario_str, 2)
        return decimal
    except ValueError:
        return "Error: la cadena no es un número binario válido."

# Ejemplo de uso
binario = input("Introduce un número binario: ")
resultado = binario_a_decimal(binario)

print(f"El número decimal equivalente es: {resultado}")

Introduce un número binario: 010101100
El número decimal equivalente es: 172
```

Ejemplo de código en para realizar la conversión de código binario a decimal (Google Colab)

Anexo 2 – Resultados de las 30 pruebas generadas (extracto)

TSLA			Promedios Móviles		Algoritmos Evolutivos					Resultados obtenidos				
Nº Prueba	Periodo: Fecha inicio	Periodo: Fecha fin	Nº de Generaciones	% de info a tomar	Tamaño del individuo (Bits)	Número de individuos (Población)	Cross-point (punto de cruce)	% de Probabilidad de mutación	% de mutación	Mejor Ventana (n)	Inversión inicial	Rendimiento Final	ROI final obtenido del proceso	Nº de generación en donde se llegó al mejor Rendimiento
1	26/oct/17	25/oct/22	30	40%	9	100	3	80%	0.05%	26	20.88	355.41	1602%	9
2	26/oct/17	25/oct/22	50	40%	9	100	3	80%	0.05%	26	20.88	355.41	1602%	2
3	26/oct/17	25/oct/22	100	40%	9	100	3	80%	0.05%	26	20.88	355.41	1602%	18
4	26/oct/17	25/oct/22	50	50%	10	100	3	80%	0.05%	26	20.88	355.41	1602%	3
5	26/oct/17	25/oct/22	50	50%	10	300	3	80%	0.05%	26	20.88	355.41	1602%	1
6	26/oct/17	25/oct/22	50	50%	10	300	5	80%	0.05%	26	20.88	355.41	1602%	1
7	26/oct/17	25/oct/22	50	40%	9	100	5	90%	0.05%	26	20.88	355.41	1602%	5
8	26/oct/17	25/oct/22	50	50%	10	300	3	90%	0.05%	26	20.88	355.41	1602%	2
9	26/oct/17	26/oct/18	50	40%	9	50	3	80%	0.05%	5	21.02	-23.22	-210%	1
10	25/oct/21	25/oct/22	50	40%	9	50	3	80%	0.05%	16	379.01	-214.71	-157%	1
11	01/ene/24	31/dic/24	50	40%	9	50	3	80%	0.05%	13	193.57	-73.11	-138%	2
12	01/ene/24	31/dic/24	100	50%	9	50	5	80%	0.05%	14	193.57	-50.5	-126%	31
13	01/ene/24	31/dic/24	300	50%	9	50	5	80%	0.05%	12	193.57	-75.03	-139%	237
14	01/ene/19	31/dic/24	50	40%	10	200	3	80%	0.05%	11	23.15	738.86	3092%	1
15	01/ene/19	31/dic/24	100	40%	10	200	3	80%	0.05%	11	23.15	738.86	3092%	1
16	01/ene/21	31/dic/24	50	40%	10	100	5	90%	0.05%	11	283.48	298.49	5%	3
17	01/ene/21	31/dic/24	50	40%	10	100	5	80%	0.05%	11	283.48	298.49	5%	13
18	01/ene/21	31/dic/24	50	40%	10	100	2	90%	0.05%	11	283.48	298.49	5%	1
19	01/ene/21	31/dic/24	50	50%	10	200	5	90%	0.05%	11	283.48	298.49	5%	1
20	01/ene/21	31/dic/24	50	10%	10	50	5	90%	0.05%	10	281.51	255.58	-9%	1
21	01/ene/18	31/dic/23	50	50%	10	100	5	90%	0.05%	27	23.07	575.95	2397%	35
22	01/ene/18	31/dic/23	100	50%	10	100	5	90%	0.05%	26	23.07	603.33	2515%	49
23	01/ene/18	31/dic/23	200	50%	10	100	5	90%	0.05%	26	23.07	603.33	2515%	1
24	01/ene/18	31/dic/23	100	50%	10	200	5	90%	0.05%	26	23.07	603.33	2515%	24
25	01/ene/18	31/dic/23	100	20%	10	100	5	90%	0.05%	26	23.07	603.33	2515%	3
26	01/ene/18	31/dic/23	100	80%	10	100	5	90%	0.05%	26	23.07	603.33	2515%	39
27	01/ene/18	31/dic/23	30	40%	10	100	3	80%	0.05%	26	23.07	603.33	2515%	1
28	01/ene/18	31/dic/23	10	50%	10	100	3	80%	0.05%	7	22.53	434.88	1830%	1
29	01/ene/19	31/dic/24	100	40%	10	100	3	90%	0.10%	26	23.07	603.33	2515%	10
30	01/ene/19	31/dic/24	100	40%	10	100	3	50%	0.05%	26	23.07	603.33	2515%	78

Anexo 3 – Resultados de pruebas generadas del comparativo entre trading del método tradicional VS trading con GA (extracto)

TSLA			Resultados obtenidos trading GA			Trading Tradicional					Mejor
Nº Prueba	Periodo: Fecha inicio	Periodo: Fecha fin	Inversión inicial	Rendimiento Final	ROI final obtenido del proceso	Periodo: Fecha inicio	Periodo: Fecha fin	Inversión inicial	Rendimiento Final	ROI método tradicional	
1	26/oct/17	25/oct/22	20.88	355.41	1602%	26/oct/17	25/oct/22	20.88	222.41	965%	GA
2	26/oct/17	26/oct/18	21.02	-23.22	-210%	26/oct/17	26/oct/18	21.02	22.05	5%	Tradicional
3	25/oct/21	25/oct/22	379.01	-214.71	-157%	25/oct/21	25/oct/22	379.01	222.41	-41%	Tradicional
4	01/ene/24	31/dic/24	193.57	-73.11	-138%	01/ene/24	31/dic/24	193.57	403.83	109%	Tradicional
5	01/ene/19	31/dic/24	23.15	738.86	3092%	01/ene/19	31/dic/24	23.15	403.83	1644%	GA
6	01/ene/21	31/dic/24	281.51	255.58	-9%	01/ene/21	31/dic/24	281.51	403.83	43%	Tradicional
7	01/ene/18	31/dic/23	23.07	575.95	2397%	01/ene/18	31/dic/23	23.07	248.47	977%	GA
8	01/ene/19	31/dic/24	23.07	603.33	2515%	01/ene/19	31/dic/24	23.07	403.83	1650%	GA
9	15/jun/18	15/jun/20	23.3	38.89	61%	15/jun/18	15/jun/20	23.87	66.05	177%	Tradicional
10	15/jun/18	15/jun/22	23.3	337.36	1347%	15/jun/18	15/jun/22	23.87	293	876%	GA
11	15/jun/18	15/jun/24	23.3	594.28	2450%	15/jun/18	14/jun/24	23.87	178	646%	GA
12	15/jun/18	13/may/25	23.3	763.18	3448%	15/jun/18	12/may/25	23.87	318.38	1234%	GA
13	02/ene/18	31/dic/20	22.42	74.04	230%	02/ene/18	31/dic/20	21.36	235.22	1001%	Tradicional
14	02/ene/18	30/dic/22	23.07	348.53	1410%	02/ene/18	30/dic/22	21.36	123.18	477%	GA
15	02/ene/18	31/dic/24	22.97	723.73	3050%	02/ene/18	31/dic/24	21.36	403.83	1791%	GA
16	02/ene/18	12/may/25	22.97	803.08	3396%	02/ene/18	12/may/25	21.36	318.38	1391%	GA
17	15/mar/18	13/mar/20	20.38	2.8	-87%	15/mar/18	13/mar/20	21.7	36.44	68%	Tradicional
18	15/mar/18	15/mar/22	19.6	211.88	981%	15/mar/18	15/mar/22	21.7	267.29	1132%	Tradicional
19	15/mar/18	15/mar/24	19.6	613.8	3031%	15/mar/18	15/mar/24	21.7	163.57	654%	GA
20	15/mar/18	13/mar/25	20.38	714.19	3404%	15/mar/18	13/mar/25	21.7	240.67	1009%	GA
21	17/sep/18	15/sep/20	19.93	84.2	322%	17/sep/18	15/sep/20	19.65	149.91	663%	Tradicional
22	17/sep/18	15/sep/22	19.6	391.39	1896%	17/sep/18	15/sep/22	19.65	303.75	1446%	GA
23	17/sep/18	14/sep/24	20.05	626.36	3023%	17/sep/18	13/sep/24	19.65	230.28	1072%	GA
24	17/sep/18	12/may/25	20.05	820.54	3992%	17/sep/18	12/may/25	19.65	318.38	1520%	GA
25	15/nov/18	31/dic/20	23.56	77.76	230%	15/nov/18	31/dic/20	23.22	235.22	913%	Tradicional
26	15/nov/18	30/dic/22	22.99	373.07	1522%	15/nov/18	30/dic/22	23.22	123.18	430%	GA
27	15/nov/18	31/dic/24	23.36	686.32	2838%	15/nov/18	31/dic/24	23.22	403.83	1639%	GA
28	15/nov/18	12/may/25	23.89	818.51	3326%	15/nov/18	12/may/25	23.22	318.38	1271%	GA
29	02/mar/20	31/mar/23	36.58	514.11	1305%	02/mar/20	31/mar/23	49.57	207.46	319%	GA
30	30/mar/20	31/mar/23	52.17	482.93	825%	30/mar/20	31/mar/23	33.47	207.46	520%	GA

Anexo 4 – Resultados de pruebas generadas de las distintas configuraciones de los instrumentos de inversión (extracto)

consecu tivo	Nombre de Instrumento	Ticker	Configu ración	N° Prueba	N° años	Periodo: Fecha Inicio	Periodo: Fecha fin	N° de Generaciones	% de info a tomar	Tamaño del individuo (Bits)	Número de individuos (Población)	Cross-point (punto de cruce)	% de Probabilidad de cruzamiento	% de mutación	Mejor Ventana (n)	Inversión inicial	Rendimiento Final	ROI final obtenido del proceso
1	Tesla, Inc.	TSLA	1	1	1	01/ene/24	31/dic/24	50	40%	9	50	3	80%	0.05%	14	193.57	-50.5	-126%
2	Tesla, Inc.	TSLA	1	2	1	01/ene/24	31/dic/24	50	40%	9	50	3	80%	0.05%	14	193.57	-50.5	-126%
3	Tesla, Inc.	TSLA	1	3	1	01/ene/24	31/dic/24	50	40%	9	50	3	80%	0.05%	13	193.57	-73.11	-138%
4	Tesla, Inc.	TSLA	1	4	1	01/ene/24	31/dic/24	50	40%	9	50	3	80%	0.05%	14	193.57	-50.5	-126%
5	Tesla, Inc.	TSLA	1	5	1	01/ene/24	31/dic/24	50	40%	9	50	3	80%	0.05%	14	193.57	-50.5	-126%
6	Tesla, Inc.	TSLA	1	6	1	01/ene/24	31/dic/24	50	40%	9	50	3	80%	0.05%	13	193.57	-73.11	-138%
7	Tesla, Inc.	TSLA	1	7	1	01/ene/24	31/dic/24	50	40%	9	50	3	80%	0.05%	15	193.57	-72.12	-137%
8	Tesla, Inc.	TSLA	1	8	1	01/ene/24	31/dic/24	50	40%	9	50	3	80%	0.05%	15	193.57	-72.12	-137%
9	Tesla, Inc.	TSLA	1	9	1	01/ene/24	31/dic/24	50	40%	9	50	3	80%	0.05%	14	193.57	-50.5	-126%
10	Tesla, Inc.	TSLA	1	10	1	01/ene/24	31/dic/24	50	40%	9	50	3	80%	0.05%	14	193.57	-50.5	-126%
11	Tesla, Inc.	TSLA	1	11	1	01/ene/24	31/dic/24	50	40%	9	50	3	80%	0.05%	14	193.57	-50.5	-126%
12	Tesla, Inc.	TSLA	1	12	1	01/ene/24	31/dic/24	50	40%	9	50	3	80%	0.05%	15	193.57	-72.12	-137%
13	Tesla, Inc.	TSLA	1	13	1	01/ene/24	31/dic/24	50	40%	9	50	3	80%	0.05%	15	193.57	-72.12	-137%
14	Tesla, Inc.	TSLA	1	14	1	01/ene/24	31/dic/24	50	40%	9	50	3	80%	0.05%	14	193.57	-50.5	-126%
15	Tesla, Inc.	TSLA	1	15	1	01/ene/24	31/dic/24	50	40%	9	50	3	80%	0.05%	14	193.57	-50.5	-126%
16	Tesla, Inc.	TSLA	1	16	1	01/ene/24	31/dic/24	50	40%	9	50	3	80%	0.05%	15	193.57	-72.12	-137%
17	Tesla, Inc.	TSLA	1	17	1	01/ene/24	31/dic/24	50	40%	9	50	3	80%	0.05%	14	193.57	-50.5	-126%
18	Tesla, Inc.	TSLA	1	18	1	01/ene/24	31/dic/24	50	40%	9	50	3	80%	0.05%	14	193.57	-50.5	-126%
19	Tesla, Inc.	TSLA	1	19	1	01/ene/24	31/dic/24	50	40%	9	50	3	80%	0.05%	14	193.57	-50.5	-126%
20	Tesla, Inc.	TSLA	1	20	1	01/ene/24	31/dic/24	50	40%	9	50	3	80%	0.05%	14	193.57	-50.5	-126%
...	Tesla, Inc.	TSLA	1	21	1	01/ene/24	31/dic/24	50	40%	9	50	3	80%	0.05%	13	193.57	-73.11	-138%
...	Tesla, Inc.	TSLA	1	22	1	01/ene/24	31/dic/24	50	40%	9	50	3	80%	0.05%	14	193.57	-50.5	-126%
...	Tesla, Inc.	TSLA	1	23	1	01/ene/24	31/dic/24	50	40%	9	50	3	80%	0.05%	13	193.57	-73.11	-138%
...	Tesla, Inc.	TSLA	1	24	1	01/ene/24	31/dic/24	50	40%	9	50	3	80%	0.05%	14	193.57	-50.5	-126%
...	Tesla, Inc.	TSLA	1	25	1	01/ene/24	31/dic/24	50	40%	9	50	3	80%	0.05%	14	193.57	-50.5	-126%
...	Vestas Wind Sys	VWSB.DE	25	14	5	01/ene/20	31/dic/24	200	40%	9	50	3	80%	0.05%	41	14.66	-15.7	-207%
...	Vestas Wind Sys	VWSB.DE	25	15	5	01/ene/20	31/dic/24	200	40%	9	50	3	80%	0.05%	37	14.82	-17.51	-218%
...	Vestas Wind Sys	VWSB.DE	25	16	5	01/ene/20	31/dic/24	200	40%	9	50	3	80%	0.05%	41	14.66	-15.7	-207%
...	Vestas Wind Sys	VWSB.DE	25	17	5	01/ene/20	31/dic/24	200	40%	9	50	3	80%	0.05%	30	14.91	-16.42	-210%
...	Vestas Wind Sys	VWSB.DE	25	18	5	01/ene/20	31/dic/24	200	40%	9	50	3	80%	0.05%	30	14.91	-16.42	-210%
17.801	Walmart Inc.	WMT.MX	27	11	5	01/ene/20	31/dic/24	200	40%	9	200	3	80%	0.05%	41	14.66	-15.7	-207%
17.802	Walmart Inc.	WMT.MX	27	12	5	01/ene/20	31/dic/24	200	40%	9	200	3	80%	0.05%	57	14.05	-22.69	-261%
17.803	Walmart Inc.	WMT.MX	27	13	5	01/ene/20	31/dic/24	200	40%	9	200	3	80%	0.05%	41	14.66	-15.7	-207%
17.804	Walmart Inc.	WMT.MX	27	14	5	01/ene/20	31/dic/24	200	40%	9	200	3	80%	0.05%	14	14.44	-24.94	-273%
17.805	Walmart Inc.	WMT.MX	27	15	5	01/ene/20	31/dic/24	200	40%	9	200	3	80%	0.05%	30	14.91	-16.42	-210%
17.806	Walmart Inc.	WMT.MX	27	16	5	01/ene/20	31/dic/24	200	40%	9	200	3	80%	0.05%	41	14.66	-15.7	-207%
17.807	Walmart Inc.	WMT.MX	27	17	5	01/ene/20	31/dic/24	200	40%	9	200	3	80%	0.05%	30	14.91	-16.42	-210%
17.808	Walmart Inc.	WMT.MX	27	18	5	01/ene/20	31/dic/24	200	40%	9	200	3	80%	0.05%	37	14.82	-17.51	-218%
17.809	Walmart Inc.	WMT.MX	27	19	5	01/ene/20	31/dic/24	200	40%	9	200	3	80%	0.05%	30	14.91	-16.42	-210%
17.810	Walmart Inc.	WMT.MX	27	20	5	01/ene/20	31/dic/24	200	40%	9	200	3	80%	0.05%	28	15.37	-17.82	-216%
17.811	Walmart Inc.	WMT.MX	27	21	5	01/ene/20	31/dic/24	200	40%	9	200	3	80%	0.05%	41	14.66	-15.7	-207%
17.812	Walmart Inc.	WMT.MX	27	22	5	01/ene/20	31/dic/24	200	40%	9	200	3	80%	0.05%	30	14.91	-16.42	-210%
17.813	Walmart Inc.	WMT.MX	27	23	5	01/ene/20	31/dic/24	200	40%	9	200	3	80%	0.05%	30	14.91	-16.42	-210%
17.814	Walmart Inc.	WMT.MX	27	24	5	01/ene/20	31/dic/24	200	40%	9	200	3	80%	0.05%	41	14.66	-15.7	-207%
17.815	Walmart Inc.	WMT.MX	27	25	5	01/ene/20	31/dic/24	200	40%	9	200	3	80%	0.05%	28	15.37	-17.82	-216%
17.816	Walmart Inc.	WMT.MX	27	26	5	01/ene/20	31/dic/24	200	40%	9	200	3	80%	0.05%	41	14.66	-15.7	-207%
17.817	Walmart Inc.	WMT.MX	27	27	5	01/ene/20	31/dic/24	200	40%	9	200	3	80%	0.05%	41	14.66	-15.7	-207%
17.818	Walmart Inc.	WMT.MX	27	28	5	01/ene/20	31/dic/24	200	40%	9	200	3	80%	0.05%	41	14.66	-15.7	-207%
17.819	Walmart Inc.	WMT.MX	27	29	5	01/ene/20	31/dic/24	200	40%	9	200	3	80%	0.05%	30	14.91	-16.42	-210%
17.820	Walmart Inc.	WMT.MX	27	30	5	01/ene/20	31/dic/24	200	40%	9	200	3	80%	0.05%	41	14.66	-15.7	-207%