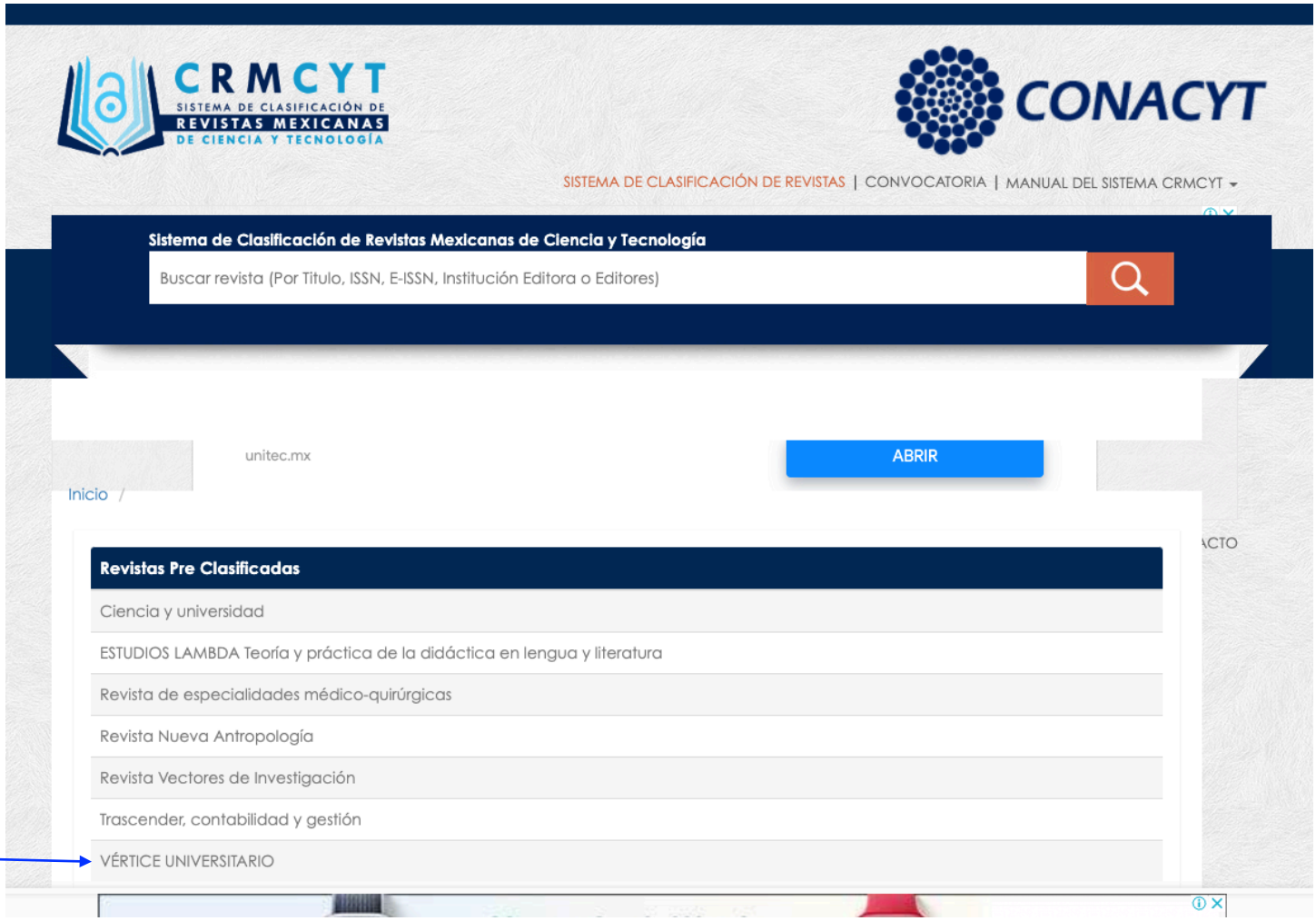

CRMCYT
SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE REVISTAS MEXICANAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
CONACYT
SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE REVISTAS | CONVOCATORIA | MANUAL DEL SISTEMA CRMCYT
Sistema de Clasificación de Revistas Mexicanas de Ciencia y Tecnología
Buscar revista (Por Titulo, ISSN, E-ISSN, Institución Editora o Editores)
unitec.mx
ABRIR
Inicio /
Revistas Pre Clasificadas
Ciencia y universidad
ESTUDIOS LAMBDA Teoría y práctica de la didáctica en lengua y literatura
Revista de especialidades médico-quirúrgicas
Revista Nueva Antropología
Revista Vectores de Investigación
Trascender, contabilidad y gestión
VÉRTICE UNIVERSITARIO

REVISTA VÉRTICE UNIVERSITARIO
http://www.revistavertice.uson.mx

UNIVERSIDAD DE SONORA

DIVISIÓN DE CIENCIAS
ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS

INVESTIGACIÓN

Ranking jerárquico del índice Dow Jones usando el método ELECTRE-III

Hierarchical ranking of the Dow Jones index using the ELECTRE-III method

Fecha de recepción:
01 Octubre del 2021

Eva Luz Miranda Espinoza[1],
Manuel Muñoz Palma[2]* y Pavel Anselmo Álvarez Carrillo[3]

Fecha de aprobación:
15 Diciembre del 2021

[1] Consultora en Negocios, Maestra en Administración Financiera, Universidad TecMilenio, Contador Público, Universidad de Sonora. Parte del grupo de investigación UADEO. Sus líneas de investigación son la lógica difusa en el campo de las finanzas y sistemas difusos. tel: (662) 127 8478[2]
Correo:mirandaeeva@hotmail.com. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0992-6956.

[2] Autor de corresoondencia. Doctor en Ciencias Administrativas por la Universidad de Occidente inscrito en el Padrón Nacional de Posgrados de Calidad SEP-CONACyT. . Profesor Investigador Tiempo Completo, Departamento de Administración. Universidad de Sonora, Línea de investigación: Finanzas, Lógica Difusa y Modelos Inteligentes en Finanzas., Actualmente miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel C. Blvd. Luis Encinas y Rosales S/N, Col. Centro Hermosillo, Sonora, México. Tel (662)181 0280
Correo: manuel.munoz@unison.mx. ORCID: https://orcid.org/orcid-search/sear=0000-0003-2980-4814.

[3] Profesor de Tiempo Completo en la Universidad Autónoma de Occidente. Actualmente es miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel I. Pavel Anselmo obtuvo su grado de doctor en el Doctorado en Ciencias Administrativas de la Universidad de Occidente inscrito en el Padrón Nacional de Posgrados de Calidad SEP-CONACyT. Sus áreas de interés en la investigación incluyen, recolección de información web, análisis multicriterio y sistema de apoyo para la toma de decisiones. Blvd. Lola Beltrán, C.P. 80020 Culiacán Rosales, Sinaloa, México. Tel: (667) 759 1300
Correo: pavel.alvarez@uadeo.mx. ORCID: http://orcid.org/0000-0003-4445-076X.

Resumen

El objetivo del artículo es presentar un enfoque de proceso jerárquico multicriterio para la toma de decisiones en la selección de acciones de las principales empresas que cotizan en el índice Dow Jones. Uno de los problemas que suelen enfrentar los inversores es decidir qué acciones deben incluirse en un portafolio de inversión. El artículo permite a los inversores dar respuesta a esa pregunta, mediante un enfoque jerárquico y el método ELECTRE III utilizando diferentes criterios basados en las ratios financieras de rentabilidad, liquidez, mercado y eficiencia. En este proceso el inversor genera un ordenamiento a un nivel global y un ordenamiento en subgrupo de criterios considerando las preferencias del inversor.

Palabras clave: Proceso jerárquico multicriterio, ELECTRE III, Ratios financieras, Dow Jones. **JEL:** *C61, M40, G15*

Abstract

The objective of the article is to present a multicriteria hierarchical process (MCHP) approach to decision making in the selection of stocks of the main companies of the Dow Jones index. One of the problems that investors often face is deciding which stocks should be included in an investment portfolio. The article allows investors to answer this question, through an MCHP approach and the ELECTRE III method using different criteria based on the financial relationships of profitability, liquidity, market, and efficiency. In this process, the investor generates a global ranking and a ranking of each subgroup of criteria regarding the investor's preferences.

Keywords: Hierarchical multicriteria process, ELECTRE III, Financial ratios, Dow Jones.

a obra está protegida bajo una Licencia Creative Commons
ibución-CompartirIgual 4.0 Internacional

https://doi.org/10.36792/rvu.v93i93.43

1. Introducción

La evolución de la teoría financiera se ha concebido a la administración financiera desde diferentes ángulos. La importancia de la administración financiera se hace evidente en la gestión, al enfrentar y resolver el dilema de endeudamiento versus rentabilidad para proveer los recursos necesarios en la oportunidad precisa para que se tomen las medidas que hagan más eficiente dicha gestión y para que se aseguren los retornos financieros que permitan el crecimiento de la empresa.

El principal problema por tratar cuando se refiere a la bolsa de valores es el riesgo. En el contexto bursátil, el aspecto para tener en cuenta al momento de transferir el riesgo es la cobertura, el aseguramiento y la diversificación. Bodie & Merton (2003) mencionan que la diversificación mantiene cantidades similares de muchos activos riesgosos en lugar de concentrar toda la inversión en un solo activo, por lo tanto, la diversificación limita la exposición al riesgo de cualquier activo individual. La diversificación permite reducir el riesgo. Por tanto, la técnica de Merton de cobertura dinámica en tiempo continuo proporciona un puente entre el modelo teórico de equilibrio de mercados completos de Kenneth Arrow y el mundo real de la planificación y gestión financiera personal (Bodie, 2019). El portafolio de inversión permite obtener diferentes tipos de activos para lograr esa diversificación. Los fundamentos del portafolio de inversión se basan en la teoría financiera clásica. Esta considera los conceptos de riesgo y rendimiento en un contexto de optimización.

Un modelo que incluye solo los criterios de rentabilidad y riesgo; y no incluye las preferencias del inversor mostrará un portafolio que el inversor no prefiere. Por otro lado, un modelo que considere las preferencias del inversor, incluidos los criterios de decisión adicionales, mostrará un portafolio incluyendo el punto de vista del inversor. Además, los inversores pueden tener diferentes perfiles y su percepción de la importancia relativa de varios criterios (Ehrgott et al., 2004). La diversificación para el riesgo de los activos individuales está estrechamente relacionada con el comportamiento del riesgo de los inversores (Basilio et al., 2018). Las herramientas tradicionales no consideran que el tomador de decisiones se enfrenta cada vez más a escenarios más complejos con un número creciente de factores caracterizados por la incertidumbre, la influencia de diferentes factores económicos, sociales, ambientales y la existencia de un número creciente de criterios conflictivos a considerar (Guerrero-Baena, Gómez-Limón, & Fruet-Cardozo, 2014).

La investigación se aborda desde los enfoques cuantitativo y cualitativo, se sitúa en los factores que influyen en la toma de decisiones para establecer estrategias en la selección de un portafolio de inversión ante la pandemia del COVID 19 y sus efectos en las ratios financieras, que cotizan en la bolsa de valores de New York. La importancia en la selección de un portafolio de inversión se aborda en diversas investigaciones, sin embargo, los enfoques actuales no consideran el perfil del inversor y la existencia de criterios contradictorios. En este sentido, se requieren herramientas analíticas para satisfacer las nuevas demandas en los procesos de toma de decisiones.

En el presente trabajo se aborda el problema de la selección de portafolio como un problema de ordenamiento multicriterio a través de la adaptación del proceso jerárquico de multicriterio (Corrente et al., 2012), debido a la jerarquía natural que el problema de selección de acciones presenta en sus criterios. El problema de selección de portafolio de forma natural presenta una jerarquía de criterios, en ese sentido, el ranking de acciones para este análisis considera siete macro criterios (grupos de criterios): ratios de mercado, operación de resultados, ratios de valor de mercado, rentabilidad financiera y económica, liquidez, efectividad y dividendos. El objetivo de la investigación es generar un ordenamiento de las compañías del índice Dow Jones con un enfoque jerárquico. Esto significa en ordenar por grupos de criterios las acciones para analizar sus desempeños en esos grupos. Esto permite explicar el desempeño de las acciones y su potencial de inversión.

El artículo se organiza de la siguiente manera: la Sección 2 presenta la revisión literaria. En la Sección 3 se aborda la metodología del proceso jerárquico multicriterio donde se considera la versión jerárquica del método ELECTRE III. En la Sección 4, se analiza el desempeño de las acciones de las empresas y los resultados obtenidos. Las conclusiones se muestran en la Sección 5.

2. Revisión literaria

En 1790, surge la bolsa de valores en New York (NYSE). Los 30 principales valores industriales cotizados en NYSE están representados por el índice Dow Jones. Estas empresas pueden marcar los movimientos de todo el mercado, ya que se trata de un indicador muy potente de la economía estadounidense y de la confianza de los inversores en determinados títulos. Como líder mundial, NYSE, es el lugar donde los inversionistas acuden para acceder al capital y participar en los mercados globales. NYSE es un modelo único, que permite minimizar el riesgo de ejecución y la volatilidad de los precios de las acciones. Chahuán (2018) menciona una correlación positiva con el índice Dow Jones y otras bolsas, como la de Chile, donde el índice tiene una mayor correlación con los ingresos que con los resultados de las empresas. La importancia de los tomadores de decisión al realizar una inversión y conformación de un portafolio permite maximizar las utilidades y minimizar el riesgo de los inversionistas. Useche (2015) menciona la contribución de las instituciones financieras para realizar procesos de asesoría más adecuados, que respondan con mayor precisión a las necesidades de los clientes inversionistas, con alternativas que se ajusten verdaderamente a sus expectativas personales e intereses específicos.

La importancia del riesgo, analizada por distintos autores, tiene un efecto directo en las decisiones de financiación de una empresa, dado que la composición de la estructura de capital de la empresa, el nivel de apalancamiento financiero o coeficiente de endeudamiento de forma directa incide en el valor de la empresa. Milanesi (2016) menciona que en estudios realizados en la bolsa de Argentina para medir el efecto de la volatilidad con distintos grados de endeudamiento, se confirmó la consistencia entre volatilidad-valor-probabilidad de fracasos financieros del modelo propuesto. Si el uso del capital ajeno se incrementa, crece el riesgo de insolvencia y este se manifiesta en la caída del valor de las acciones. López-Dumrauf (2003) dice que la empresa debe acertar en la mezcla de financiamiento, que se alcanza cuando el costo del capital se hace mínimo y el valor de la empresa se hace máximo. Elselmy, Ghoneim y Elkhodary (2019) reflejan la importancia de la información contable en los estados financieros, lo que permite identificar los indicadores necesarios para la construcción de un modelo de negocios en la integración de carteras de inversión en la bolsa de valores de Egipto. Mansour et al. (2019) proponen una teoría de posibilidad combinada y un modelo que permite considerar compensaciones entre las preferencias de los inversores con respecto a varios objetivos inconmensurables en un entorno impreciso.

En la selección de una cartera bajo el principio de responsabilidad social empresarial y la utilización de técnicas multiobjetivo y multicriterio, de acuerdo con Suárez, Pimiento & Duarte, (2018) estas constituyen una herramienta para apoyar a los inversores socialmente responsables en la búsqueda de una cartera que pueda cumplir con sus expectativas de maximizar la rentabilidad y minimizar el riesgo. Cervelló, Guijarro & Michniuk (2014) mencionan que los resultados confirman la rentabilidad positiva ajustada al riesgo del patrón bandera sobre datos intradía del Dow Jones, para un horizonte temporal de algo más de 13 años. Ariza & Cadena (2017) aplicaron la beta mixtos en el riesgo de un activo o pronosticar retornos, lo que permitió elaborar presupuestos de capital, valorar activos, determinar el costo del capital contable y explicar el riesgo dentro de un contexto de tasas de interés.

Hoy en día existen una serie de técnicas de sistemas inteligentes propuestas como una solución al problema de selección de portafolios, tales como el aprendizaje por refuerzo (Moody et al., 1998); (Moody & Saffell, 2001); (OJ. et al., 2002), redes neuronales (Kimoto et al., 1993); (Dempster et al., 2001), algoritmos genéticos (Mahfoud & Mani, 1996); Allen & Karjalainen, 1999; Mandziuk & Jaruszewicz, 2011), árboles de decisión (Tsang et al., 2004), máquinas de soporte vectorial (Tay & Cao, 2002; Cao & Tay, 2003; (Lu et al., 2009), y potenciación y ponderación de expertos (Creamer & Freund, 2007); (Creamer, 2012). Aunque estas investigaciones intentan interpretar el estado del mercado y predecir la tendencia futura del mercado, no son beneficiosas para los pequeños inversores porque estas técnicas requieren un cierto grado de experiencia. Además, estas técnicas tampoco pueden ayudar a los inversores a comparar negocios en múltiples criterios de ambigüedad (Boonjing & Boongasame, 2016).

En el estudio se presenta un enfoque multiobjetivo que involucra parámetros difusos, donde las distribuciones de posibilidades están dadas por números difusos de la información y las preferencias del inversor se incorporan explícitamente a través del concepto de funciones de satisfacción. Aldalou

& Perçin (2018) proponen un modelo de evaluación del desempeño financiero. *Fuzzy* AHP se utiliza para asignar pesos para los criterios de evaluación. *Fuzzy* TOPSIS se usa para clasificar las alternativas. La aplicación de este modelo en compañías aéreas llevadas a cabo que cotizan en la Bolsa de Estambul para el período 2012-2016. Se propuso un modelo de optimización de cartera basado en el modelo clásico de varianza media de Markowitz (Ehrgott et al., 2004). El modelo se aplicó en la base de datos *Standard and Poor's* de 1.108 fondos de inversión. Sánchez, Milanesi y Rivitti (2010) estudiaron el problema de la cartera aplicando AHP para el análisis, 4 empresas argentinas y evaluaron su desempeño a través de cinco tipos de índices financieros (rentabilidad, actividad, liquidez, solvencia y valor de mercado) calculados con información contable desde 2006. Mohammad et al. (2012) aplicaron el método TOPSIS a una muestra de dieciocho empresas superiores de diferentes industrias de TSE durante un período de cinco años.

Bahloul & Abid (2013) desarrollaron métodos combinados AHP y de programación de objetivos (PG) para estudiar el impacto de una mezcla de barreras de inversión en la selección de cartera internacional. El AHP se usa primero para determinar las carteras de capital internacional adecuadas con respecto a las barreras a la inversión internacional. Por tanto, el modelo PG, que incorpora los pesos de mercado del rendimiento máximo, la varianza mínima y las carteras AHP, se formula para determinar las carteras óptimas de renta variable internacional. Pätäri et al. (2017) compara la eficacia de incluir la mediana de escala (MS), TOPSIS, AHP y la DEA para identificar las acciones futuras con mejor rendimiento en datos de muestra de acciones estadounidenses.

Altınırmak et al. (2016) aplicó AHP-PROMETHEE para evaluar el desempeño de nueve fideicomisos de inversión en valores negociados en BIST (índice bursátil de Turquía). Albadvi, Chaharsooghi y Esfahanipour (2006) mencionan que PROMETHEE se ha aplicado en la bolsa de Teherán (TSE) con información de encuestas, informes financieros y opiniones de expertos para llevar a cabo evaluaciones de criterios y organizaciones. Basilio et al. (2018) aplicaron el análisis de componentes principales y el método PROMETHEE II posterior para comparar los activos en términos de su desempeño en los indicadores (criterios) financieros sobre el conjunto de acciones negociadas en la bolsa de valores de São Paulo.

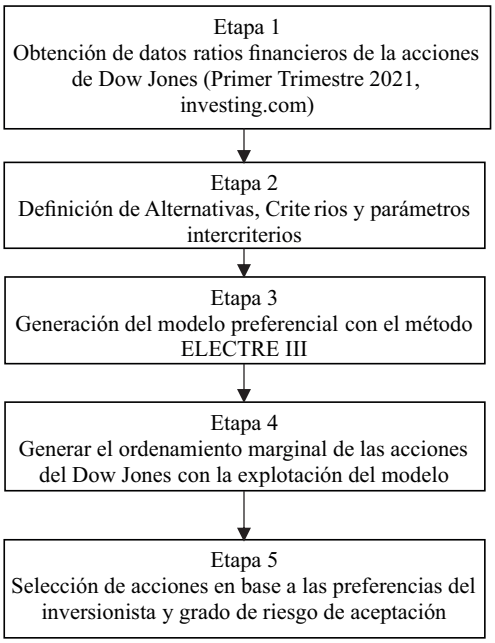
Lima y Soares (2013) aplicaron el método ELECTRE III para seleccionar qué activo se debería elegir, para formar una determinada cartera en una estrategia de compra y retención, y probar si excede el mercado medido por el Índice de Mercado Portugués (PSI-20TR). Vezmelai, Lashgari & Keyghobadi (2015) seleccionan y clasifican a 20 compañías listadas en 2011 en la bolsa de valores de Teherán (TSE) con el método ELECTRE III, en comparación con la clasificación ofrecida por el TSE. Boonjing & Boongasame (2016) proponen una selección de cartera combinatoria con el método ELECTRE III para apoyar a los pequeños inversores en su decisión de inversión. Xidonas et al. (2009) aplicaron ELECTRE III con la finalidad de clasificar en 8 distintas clases correspondiente a cada sector o actividad industrial para integrar un portafolio de inversión de Pareto. Los métodos de ayuda de decisión de multicriterio (su acrónimo en inglés, MCDA) se han aplicado para tratar el problema de la selección de portafolios; el método ELECTRE III ha utilizado la metodología MCDA aplicada al problema de las finanzas y la selección de portafolios (Spronk et al., 2016); (Govindan & Jepsen, 2016).

3. Metodología

Una de las características básicas del análisis multicriterio es comparar alternativas sobre la base de una serie de criterios. Por ello, los métodos de ordenamiento multicriterio están diseñados para construir una recomendación sobre un conjunto de alternativas acorde a las preferencias del experto o tomador de decisiones.

Para generar el ordenamiento de las principales acciones se aplica el proceso jerárquico multicriterio a las acciones pertenecientes al mercado de valores de New York que integran el Índice Dow Jones, considerando los ratios financieros. Los datos de estas acciones corresponden al primer trimestre de 2021 y puede ser consultado en el portal financiero www.investing.com.

La Figura 1 presenta el marco de trabajo de esta investigación, aquí se definen cinco etapas de trabajo. La Etapa 1 identifica los principales datos de los resultados de los ratios financiero de las 30 empresas del Dow Jones. La Etapa 2 corresponde a una fase de inteligencia en la toma de decisiones, aquí se deben definir los criterios de decisión que representan a las acciones, las alternativas



Fuente: Elaboración propia.

Figura 1. Modelo de investigación del ordenamiento marginal de las 30 acciones del Dow Jones.

de decisión que corresponden a las empresas de la bolsa de valores, y también los parámetros del método multicriterio (ELECTRE III). En la Etapa 3 se aplica algún método de análisis multicriterio, en este caso aplicamos el método ELECTRE-III y se genera un modelo de preferencias (matriz valuada de las acciones). La Etapa 4 corresponde a la explotación del modelo preferencial, para este paso se utiliza un proceso de destilación que resulta en el ordenamiento de las acciones. En la Etapa 5 se presenta el resultado de ordenamiento y análisis de la información al inversionista para la selección final de las acciones. En este sentido el proceso y método considera el perfil del inversionista y el nivel de riesgo que está dispuesto a aceptar.

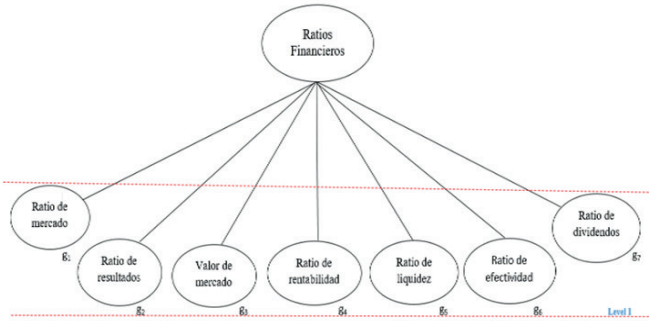
A continuación, se describe el proceso jerárquico multicriterio y el método multicriterio ELECTRE III para establecer el ordenamiento de las acciones.

3.1 Proceso Jerárquico Multicriterio

En el proceso del MCDA se desarrolla la definición de un conjunto de alternativas y una familia coherente de criterios . Cualquier método MCDA desarrolla un método integral de preferencias como procedimiento de agregación. El método genera una recomendación en un formato de ranking de alternativas en orden descendente de mejor a peor. La primera etapa del problema de selección de portafolios consiste en generar un ranking de evaluación de acciones. Para este problema es fácil observar la estructura jerárquica de los criterios de decisión. Por lo tanto, es frecuente el caso de que una aplicación práctica imponga una estructura jerárquica (Corrente et al., 2012). Por esa razón se genera el ranking multicriterio de acciones con un nuevo método, el proceso jerárquico multicriterio (MCHP, del inglés *Multiple Criteria Hierarchy Process)*.

Un método de análisis multicriterio en el enfoque clásico analiza las acciones al mismo nivel, evaluando todos los criterios al mismo tiempo (ver Figura 2). De esta forma se puede encontrar cuales acciones son las mejores y cuáles son las peores, pero no se puede entender como algunos subcriterios (subgrupos de índices) interactúan para evaluar una acción (por ejemplo, ratio de mercado, de resultados o de liquidez) que impactan en la selección de acciones. En este sentido, sería valioso un método diferente para evaluar las acciones por subconjunto de criterios en diferentes niveles siguiendo la metodología del MCHP para resolver el problema de selección de acciones.

A menudo ocurre que una aplicación práctica está imponiendo una estructura jerárquica de criterios (Salvatore Corrente *et al*., 2012). En el problema de la selección de acciones se encuentra una gran cantidad de criterios de decisión, de hecho, evaluar la selección de acciones requiere diversos tipos de información abordados comúnmente desde los índices Dow Jones. Considerando estas características, el enfoque MCHP, permite descomponer el problema de selección de acciones en subproblemas considerando una jerarquía de criterios para facilitar un análisis más profundo.



Fuente: elaboración propia

Figura 2. Criterios de evaluación en el mismo nivel para el problema de selección de acciones.

Para abordar los problemas de toma de decisiones donde los criterios de evaluación se consideran en el mismo nivel, en su lugar, se utiliza una estructura jerárquica para organizarlos en una parte del problema. La idea básica de MCHP se basa en la consideración de las relaciones de preferencia en cada nodo del árbol jerárquico de criterios. Estas relaciones de preferencias se refieren tanto a la fase de obtención de información de preferencias como a la fase de análisis de una recomendación final por parte del tomador de decisiones (Corrente *et al*., 2012).

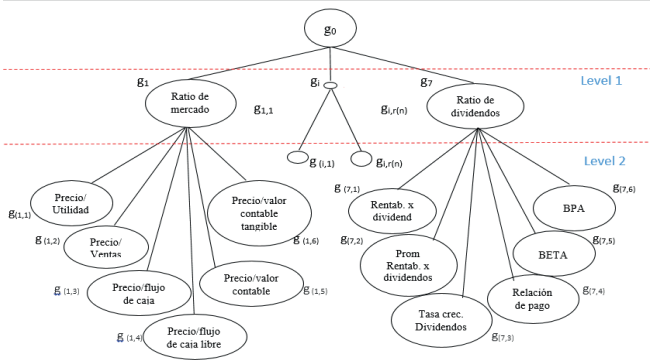
Una estructura jerárquica de criterios puede verse como un árbol de criterios. La estructura del árbol toma un interés particular por parte del experto o tomador de decisiones y aglomera un subconjunto de criterios en hojas. Las hojas están descomponiendo el problema en problemas más pequeños para comprender la interacción en criterios elementales. La Figura 2 trata un problema de ayuda a la decisión multicriterio que evalúa criterios en el mismo nivel. Sin embargo, el mismo problema puede analizarse en problemas más pequeños, como una jerarquía. En la estructura de criterios de árbol, algunas hojas contienen ramas con más hojas haciendo un árbol de problemas secundarios. Corrente, Figueira, Greco y Słowiński (2017) integra el MCHP con el método ELECTRE III. Para explicar la jerarquía ELECTRE III, se sigue la notación de Angilella *et al*. (2018):

G es un conjunto integral de todos los criterios a todos los niveles considerados en la jerarquía.

G_o es la raíz de los criterios.
l_G es el conjunto de índices de los criterios en *G*.
$E_G \subseteq l_G$ es el conjunto de indices de los criterios elementales.
g es el criterio genérico (donde *r* es un vector con longitud igual al nivel del criterio).
$g_{(r,1)},\ldots,g_{(r,n(r))}$ son los subcriterios inmediatos del criterio g_r (ubicado al nivel debajo de g_r).
$E(g_r)$ es el subconjunto de indices de todos los criterios elementales descendiendo de g_r.
E(F) es el conjunto de índices de un criterio elemental que descienden de al menos un criterio de la subfamilia $F \subseteq G$ (que es, $E(F) = U_{gr \in} E(gr)$).
G_r es el conjunto de subcriterios de ubicados al nivel en la jerarquía (debajo de g_r).

Para comprender mejor la notación anterior, en la estructura jerárquica el Nivel 1 contiene los macro criterios y los criterios elementales que descienden de estos están descomponiendo el subproblema. Todo el conjunto de criterios elementales está contenido en E_G. Se puede implementar un enfoque diferente para el problema de ayuda a la decisión multicriterio cuando se genera una estructura jerárquica con respecto a los criterios de interés en un nivel particular de la jerarquía.

El problema de selección de acciones para integrar un portafolio puede abordarse como un problema jerárquico, donde algunos macro criterios pueden integrar criterios elementales desde un nivel más profundo de la jerarquía. La Figura 3 ilustra una estructura resumida (dos macro criterios) del problema jerárquico completo de la selección de acciones del índice Dow Jones. El macro criterio Ratio de mercado (g_1) integra 6 criterios elementales, Ratio de resultados (g_2) integra 8 criterios elementales entre otros, hasta el macro criterio Ratio de dividendos (g_7) que integra 6 criterios elementales. La evaluación de las acciones del índice Dow Jones incluye 47 criterios elementales y está estructurada en la jerarquía de dos niveles, en el primer nivel se definen 7 macro criterios (criterios no elementales). En el Nivel 2, 47 criterios elementales constituyen los macro criterios del Nivel 1.



Fuente: elaboración propia.

Figura 3. Estructura simplificada del MCHP para la selección de acciones de la NYSE.

3.2 Método Jerárquico ELECTRE III

La versión adaptada de la jerarquía ELECTRE III fue introducida por primera vez por Corrente et al. (2017). El método ELECTRE es desarrollado en dos pasos, el primer paso es la agregación de preferencias, la información es desarrollada construyendo un modelo en la relación de superación valuada. Este proceso se explica con un ejemplo ilustrativo en el Apéndice. En el segundo paso la relación de superación valuada es explotada por el proceso de destilación, generando un ranking de alternativas parcial o completo. Para cada criterio elemental .

El índice de concordancia elemental, para cada criterio elemental

$$\phi_t(a,b) = \begin{cases} 1 & if \quad g_t(b) - g_t(a) \le q_t, (aS_t b) \\ \dfrac{p_t - [g_t(b) - g_t(a)]}{p_t - q_t} & if \quad q_t < g_t(b) - g_t(a) < p_t, (bQ_t a) \\ 0 & if \quad g_t(b) - g_t(a) \ge p_t, (bP_t a) \end{cases} \quad (1)$$

El índice discordante elemental, para cada criterio elemental

$$d_t(a,b) = \begin{cases} 1, & if \quad g_t(b) - g_t(a) \ge v_t, \\ \dfrac{[g_t(b) - g_t(a)] - p_t}{v_t - p_t} & if \quad p_t < g_t(b) - g_t(a) < v_t, \\ 0, & if \quad g_t(b) - g_t(a) \le p_t. \end{cases} \quad (2)$$

El índice de concordancia parcial para cada criterio no elemental

$$C_r(a,b) = \frac{\sum_{t \in E(g_r)} w_t \varphi_t(a,b)}{\sum_{t \in E(g_r)} w_t} \quad (3)$$

Índice de credibilidad parcial

$$\sigma_r(a,b) = \begin{cases} C(a,b)\, x \prod_{g_t \in E(g_r)} \dfrac{1 - d_t(a,b)}{1 - C_r(a,b)} \text{ if } \quad d_t(a,b) > C_r(a,b) \\ C(a,b) \end{cases} \quad (4)$$

La relación de superación valuada generada en el paso anterior corresponde al modelo preferencial del tomador de decisiones. El método de destilación es utilizado para explotar el modelo preferencial. La destilación se desarrolla en forma descendente y ascendente; por lo tanto, se obtiene el preorden final como la intersección de las dos destilaciones. Una descripción general del método de destilación se describe en Giannoulis & Ishizaka (2010).

Para el par en el proceso jerárquico, las alternativas son ordenadas en un preorden parcial o completo para cada criterio no elemental como sigue:

aP*$_r$ *b* : *a *es estrictamente preferido a b* en el macro criterio $\boldsymbol{g}_r$ sí en al menos uno de los ordenamientos, *a* es ubicada antes que *b*, y sí en el otro ordenamiento *a* es al menos tan buena como *b*.

aI*$_r$ *b* : *a es indiferente a *b* en el macro criterio $\boldsymbol{g}_r$ sí las dos acciones pertenecen a la misma posición en los dos preordenes.

aR*$_r$ *b* : *a *es incomparable a b* en el macro criterio $\boldsymbol{g}_r$ sí *a* esta ordenado mejor que *b* en la destilación ascendente y *b* está mejor ordenado que *a* en la destilación descendente o viceversa.

4. Análisis de las acciones dow jones con el proceso jerárquico multicriterio

El análisis se realiza con base a los estados financieros del primer trimestre del 2021, obtenidos del portal financiero *Investing* recopilados de la NYSE que genera un índice de rendimiento que informa a las empresas del Índice Dow Jones y muestra las capacidades existentes para los inversores (ver Apéndice, Tabla A.2.1). Se toman las ratios financieras para seleccionar los macro criterios que permitan evaluar el desempeño de cada empresa (ver Tabla 2), estos dan indicios acerca de su situación financiera y perspectivas de su desempeño, así como la evaluación de la posición de una empresa frente a otras.

Los datos obtenidos de la NYSE se agrupan en 7 dimensiones utilizadas para evaluar las acciones que cotizan en el Dow Jones. Cada dimensión se conforma con un subgrupo de diferentes indicadores (criterios elementales), en total hay 47 indicadores para evaluar las acciones de las 30 empresas del Índice Dow Jones. Los datos de NYSE se utilizan en este trabajo con un nuevo enfoque, el proceso jerárquico multicriterio (MCHP) para analizar el rendimiento de la acción, pero con respecto a la interacción de subgrupos de criterios en diferentes niveles en una jerarquía a través del ordenamiento de las empresas del Dow Jones, esto se muestra en la Tabla 1. Los macro criterios para el problema de selección de acciones, criterios elementales y sus pesos correspondientes se muestran en la Tabla 2.

Con respecto a la metodología propuesta en la Sección 3.1, el MCHP se aplica para resolver el problema de la selección de acciones para integrar un portafolio de inversión. En el primer paso, se estructura el problema en una jerarquía multicriterio, descomponiendo el problema en 7 macro criterios como subproblemas de las acciones. Como se muestra en la estructura jerárquica de la Figura 3, las acciones que cotizan NYSE se estructuran en una jerarquía con respecto a los 7 macrocriterios y los 47 criterios elementales. La nueva estructura jerárquica para el problema de rendimiento en las acciones permite que el análisis se acerque al MCHP. Este enfoque implementado en este artículo

Tabla 1. Empresas del Índice Dow Jones

Etiqueta	Empresa	Etiqueta	Empresa
A1	3M	A16	Merck
A2	American Express	A17	Microsoft
A3	AT&T	A18	Nike
A4	Caterpillar, Inc.	A19	Pfizer
A5	Chevron Corporation	A20	Boeing
A6	Cisco	A21	Home Depot
A7	The Coca-Cola Company	A22	Procter & Gamble
A8	Dupont	A23	The Travelers Companies
A9	Exxon Mobil	A24	Walt Disney
A10	Goldman Sachs	A25	United Health Group
A11	Intel	A26	Raytheon Technologies
A12	IBM	A27	Verizon Communications
A13	Johnson & Johnson	A28	Visa
A14	JP Morgan Chase	A29	Wal-Mart
A15	McDonald's	A30	Walgreens Boots Alliance Inc.

Fuente: elaboración propia con datos de NYSE.

evalúa cada macro criterio permitiendo analizar la interacción entre subcriterios descendentes inmediatos directamente relacionados con el macro criterio. Y, se lleva a cabo generando modelos preferenciales y ordenamientos para cada macro criterio para comprender cómo funciona una acción frente a otra y, al mismo tiempo, cómo impacta en el problema de selección de acciones.

Los métodos ELECTRE III jerárquico y de destilación de la Sección 3.2 se aplicaron para resolver cada subproblema g_i (macro criterio) y el nivel integral. La Tabla 3 ilustra el ranking integral g_0 que genera 29 posiciones de las acciones de las empresas analizadas y asigna en la posición 1 a *Microsoft* (A17), esta empresa se encuentra en el mismo lugar o posición dentro del ranking; en la posición 28 se encuentran Dupont (A8) y Raytheon Technologies (A26); en la posición 2 se encuentran *Visa* (A28); y *American Express* (A2) en la posición 17 siendo empresas del mismo sector económico. En la **última** posición están la empresa Boeing (A20) y Exxon Mobil (A9), se puede explicar que, durante la pandemia del COVID, el sector de transportes aéreo fue el de mayor afectación, debido al apagón económico, el paro y cierre de empresas, así como la disminución en la movilidad de la población. Aunque estas empresas compartan posición, el ranking integral (g_0) asigna a *Microsoft* (A17), *Visa* (A28), *Home Depot* (A21), *Intel* (A11) y *Goldman Sachs* (A10) en las primeras cinco posiciones como las empresas con mejor evaluación de las acciones. Acentuando la característica de que son empresas de tecnología y de servicios. En la Tabla 4 se muestra el ranking individual, donde se analizan los macro criterios, considerando aquellos con mayor valor de importancia para el tomador de decisiones.

Cada macro criterio se evalúa mediante un subconjunto de subcriterios (criterios elementales que pertenecen al último nivel de la jerarquía). La Tabla 4 contiene los ordenamientos de cada macro criterio ($g_1 \ldots g_{10}$). El ordenamiento generado es el resultado de la interacción de criterios elementales que evalúan los macro criterios correspondientes. Para el problema de selección de acciones, se analizó cómo la interacción del subconjunto de criterios elementales influye en los macro criterios (Nivel 2 de la jerarquía) y luego la interacción del impacto de macro criterios para el problema de selección de acciones integral (Nivel 1).

La importancia relativa de los macro criterios más importantes es $g4 \succ g3 \succ g2 \succcurlyeq g1 \succ g7 \succ g5 \succ g6$, con los pesos 0.2650, 0.1550, 0.1500, 0.1500, 0.1350, 0.0950

Tabla 2. Macro criterios y criterios elementales de la selección de acciones.

Índice	Macrocriterio	Índice	Criterios elementales	Pesos
g1	Ratios de mercado	g1,1	Ratio precio/utilidad TTM	0.0300
		g1,2	Precio/ventas TTM	0.0200
		g1,3	Precio/flujo de caja MRQ	0.0100
		g1,4	Precio/flujo de caja libre TTM	0.0200
		g1,5	Precio/valor contable MRQ	0.0400
		g1,6	Precio/valor contable tangible MRQ	0.0300
g2	Ratio de resultados	g2,1	Margen bruto TTM	0.0200
		g2,2	Margen bruto 5YA	0.0200
		g2,3	Margen de operación TTM	0.0150
		g2,4	Margen de operación 5YA	0.0150
		g2,5	Margen antes de impuestos TTM	0.0150
		g2,6	Margen antes de impuestos 5YA	0.0200
		g2,7	Margen neto TTM	0.0200
		g2,8	Margen neto 5YA	0.0250
g3	Ratios valor de mercado	g3,1	Beneficios/acción TTM	0.0250
		g3,2	BPA básico ANN	0.0250
		g3,3	BPA diluido ANN	0.0200
		g3,4	Valor contable/acción MRQ	0.0200
		g3,5	Valor contable tangible/acción MRQ	0.0200
		g3,6	Efectivo/acción MRQ	0.0200
		g3,7	Flujo de caja/acción TTM	0.0250
g4	Ratios de rentabilidad	g4,1	Rentabilidad financiera TTM	0.0250
		g4,2	Rentabilidad financiera 5YA	0.0300
		g4,3	Rentabilidad económica TTM	0.0300
		g4,4	Rentabilidad económica 5YA	0.0250
		g4,5	Rentabilidad sobre fondos propios TTM	0.0250
		g4,6	Rentabilidad sobre la inversión 5YA	0.0300
		g4,7	BPA (MRQ) vs trim. del año anterior MRQ	0.0200
		g4,8	BPA(TTM) vs TTM del año anterior TTM	0.0250
		g4,9	Ventas (TTM) vs TTM del año anterior	0.0250
		g4,10	Ventas (MRQ) vs Trim. Año Anterior MRQ	0.0300
g5	Ratios de liquidez	g5,1	Crecimiento del BPA en 5 Años 5YA	0.0350
		g5,2	Crecimiento de las ventas en 5 años 5YA	0.0100
		g5,3	Crec del gasto de capital en 5 años 5YA	0.0100
		g5,4	Prueba ácida MRQ	0.0100
		g5,5	Ratio de solvencia MRQ	0.0100
		g5,6	Deuda a largo plazo a capital MRQ	0.0100
		g5,7	Deuda total a capital MRQ	0.0100
g6	Ratio de efectividad	g6,1	Rotación de activos TTM	0.0100
		g6,2	Rotación de inventarios TTM	0.0100
		g6,3	Beneficio/empleado TTM	0.0100
		g6,4	Ingresos netos/empleado TTM	0.0100
		g6,5	Rotación de cuentas por cobrar TTM	0.0100
g7	Ratio de dividendos	g7,1	Rentabilidad por dividendos ANN	0.0300
		g7,2	Prom. rentabilidad dividendos 5 años 5YA	0.0400
		g7,3	Tasa de crecimiento de los dividendos ANN	0.0400
		g7,4	Relación de pago TTM	0.0250

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3. Ranking integral (g_0) del índice Dow Jones.

Posición	g_o	Posición	g_o
1	A17	16	A4
2	A28	17	A2
3	A21	18	A16
4	A11	19	A27
5	A10	20	A14
6	A6	21	A29
7	A18	22	A23
8	A25	23	A30
9	A22	24	A5
10	A1	25	A24
11	A19	26	A3
12	A13	27	A9
13	A12	28	A8, A26
14	A15	29	A20
15	A7		

Fuente: elaboración propia.

y 0.0400 respectivamente. En ratios de rentabilidad (g_4) se muestran las primeras posiciones para A21> A1 = A17> A22. Ratios de valor de mercado (g_3) muestra *A10>A25>A23>A14>A29*; Ratios de resultados (g_2) muestra *A28>A17>A10>A11>A6=A7*; ratios de mercado (g_1) muestra *A17=A18>A28>A6>A15*.

En base al ordenamiento de multicriterio se puede observar que en el macro criterio ratios de mercado hay un empate en primer lugar entre dos empresas Microsoft (A17) y Visa y segundo Home Depot (A21). En tanto que son empresas de distintos sectores económicos servicios informáticos y financieros, son los que muestran mejores resultados en sus indicadores financieros en relación con el valor de mercado de acciones y en tercer lugar la empresa dedicada el ramo de construcción y materiales Home Depot, con relación al ranking global . Por lo anterior, cada uno de los siete ordenamientos permite conocer la posición de la acción en su

Tabla 4. Ranking individual de las acciones de las empresas.

Posición	g1	g2	g3	g4	g5	g6	g7
1	A17, A18	A28	A10	A21	A17	A17	A21
2	A28	A17	A25	A1, A17	A10	A30	A19
3	A6	A10	A23	A22	A18	A25	A14
4	A15	A11	A14	A18	A11	A6	A6, A15
5	A4	A6, A7	A29	A11	A21	A29	A4
6	A2	A13	A4	A13, A28	A16	A15	A28
7	A7	A15	A21	A6	A26	A20	A12
8	A29	A16	A2	A10	A1	A24	A1
9	A21	A19	A12	A27	A25	A11, A22	A27
10	A25	A22	A5	A7	A28	A13	A13
11	A11	A27	A17	A25	A13	A8	A10
12	A19	A2	A1	A12, A19	A30	A18	A7
13	A22	A1	A11	A29	A19	A27	A25
14	A13	A12	A30	A15	A24	A26	A16
15	A14	A18	A13	A16	A29	A19	A18
16	A1	A3	A28	A4, A30	A6	A9	A3
17	A8	A21	A22	A23	A27	A16	A11, A17
18	A23	A4	A18	A2	A23	A5	A5
19	A24	A5	A6	A14	A22	A3	A9
20	A16	A24	A24	A26	A3, A15	A23	A22
21	A12	A14	A27	A24	A4	A1	A30
22	A5	A29	A16	A3, A8	A2	A28	A2
23	A10	A23	A8, A26	A5	A12	A4	A23
24	A9	A30	A15	A9	A7	A7	A29
25	A27	A25	A9	A20	A14	A14	A26
26	A3, A30	A8, A9	A7		A8	A12	A8
27	A20	A26	A19		A20	A2	A24
28	A26	A20	A3		A5, 9	A21	A20
29			A20			A10	

Fuente: elaboración propia.

respectivo grupo. Para determinar el ranking jerárquico, se establecieron los pesos de acuerdo con la decisión y opinión del tomador de decisiones de acuerdo con las perspectivas del perfil de inversionista para asumir el riesgo, el cual puede influir en la generación del ranking (ver Tabla 2).

Dado que Microsoft (A17) y Visa (A28) se muestran en las primeras posiciones en los macro criterios del desempeño en el ranking individual (ver Tabla 4), Microsoft destaca en los subcriterios g1, g5 y g6 a diferencia de Visa que destaca en g2 y Home Depot en g4. El macro criterio de ratios de rentabilidad (g4) tiene mayor peso (0.265); sin embargo, Home Depot en el resto de los macro criterios tiene un menor desempeño, posicionándose en el lugar 17 (g2), lugar 28 (g6) y lugar 9 (g1). Por lo anterior el buen desempeño en las ratios de rentabilidad coloca a Home Depot en la posición 3 del ranking global (g0). En la ratio de valor de mercado (g3) la acción de Goldman Sachs (A10), empresa del sector financiero, se encuentra en la primera posición en el ranking individual y dentro del ranking integral (g0) en la posición 5. Para el caso de integrar un portafolio para un inversionista que le interese el desempeño del mercado se puede incluir la acción de Goldman Sachs (A10) en este.

Las acciones que se encuentran en las últimas posiciones: lugar 29, Boeing (A20); lugar 24, Exxon Mobil (A9); lugar 23, Chevron Corporation (A5); y lugar 22, AT&T (A3) y Dupont (A8). Para el caso de las acciones de Boeing (A20), Tecnologies (A28), Dupont (A28) y Raytheon (A26); en el índice Dow Jones estas empresas presentan una baja evaluación en su desempeño. La acción de Boeing (A20) es una de las posiciones más bajas en 5 macro criterios como (g2, g3, g4, g5 y g7), esto obedece en particular a esta empresa del sector aéreo, que se ve afectada por las condiciones actuales del mercado provocado por las repercusiones y efectos económicos y financieras de la pandemia COVID19 en el mercado a nivel mundial.

Estas variaciones son importantes a tener en cuenta porque es posible identificar cuánto puede cambiar el ordenamiento si se usan diferentes parámetros con la misma información. En este sentido, los ordenamientos no son absolutos, pero puede cambiar la preferencia y muchos otros elementos relacionados con diferentes parámetros cuantitativos. Por eso, es importante utilizar metodologías que puedan adaptarse a la realidad del tomador de decisiones, para la integración de un portafolio de inversión, con base a los indicadores financieros de las empresas, y de acuerdo con el perfil y preferencias del inversionista.

5. Conclusiones

El artículo analiza el desempeño de las empresas del índice Dow Jones, y evalúa las variables que afectan el desempeño en las acciones, con 7 macro criterios y 47 criterios elementales. Desde una perspectiva metodológica, se utilizó un Proceso Jerárquico Multicriterio (MCHP) para analizar el desempeño de las empresas que cotizan en la NYSE. Los subgrupos de criterios elementales se evalúan para comprender su interacción e impacto de un macro criterio en el nivel superior de la jerarquía. Con esto se aplicó el proceso de análisis, generando un modelo preferencial y un ordenamiento para cada macro criterio, y un ordenamiento integral para el problema de selección de acciones para un portafolio de inversión y el efecto del COVID 19 en las ratios financieras.

El MCHP permite evaluar la interacción entre subcriterios en todos los niveles de la jerarquía para analizar su influencia en cualquier nivel. Para el problema de la selección de acciones, muestra las oportunidades y necesidades de las empresas y permite una toma de decisiones más robustas y confiables. El uso de MCHP para evaluar las acciones de las empresas que integran el Dow Jones podría aplicarse como un instrumento en la formulación de políticas y decisiones más asertivas dentro de las organizaciones. En consecuencia, alcanzaría condiciones favorables para impulsar al inversor. En este sentido, el método ELECTRE III proporciona soporte para la toma de decisiones para problemas del mundo real con un enfoque no compensatorio.

No obstante la investigación, presenta limitaciones al no considerar la volatilidad de las acciones en el análisis. Esta limitación podría subsanarse considerando la beta como criterio para evaluar la volatilidad.

Para futuras líneas de investigación, la selección de acciones permitirá integrar portafolios de mercado utilizando el modelo basado en la teoría de Markowitz y el modelo CAPM (Capital Asset Pricing Model) propuesto por Sharpe (1964). Conjuntamente, analizar otras áreas de las ciencias sociales y los fenómenos económicos que permitan minimizar

el grado de incertidumbre en las decisiones de los gerentes en organizaciones públicas o privadas.

Referencias

Aldalou, E., & Perçin, S. (2018). Financial Performance Evaluation of Turkish Airline Companies Using Integrated Fuzzy AHP Fuzzy Topsis Model. *Uluslararası **İktisadi** ve **İdari İncelemeler** Dergisi*.

Albadvi, A., Chaharsooghi, S., & Esfahanipour, A. (2006). Decision making in stock trading: An application of PROMETHEE. *European Journal of Operational Research*, 177(2), 673–683.

Almeida J., Figueira, J. R., y Roy, B. (2006). *The software ELECTRE III-IV: Methodology and user Manual*, Paris, Francia: University Paris-Dauphine Lamsade.

Altınırmak, S., Gülcan2, B., & **Çağlar**, K. (2016). Analyzing securities investment trusts traded in BIST via AHP PROMETHEE methodology. *Journal of International Scientific Publications*, *10*, 458–472.

Angilella, S., Catalfo, P., Corrente, S., Giarlotta, A., Greco, S., & Rizzo, M. (2018). Robust sustainable development assessment with composite indices aggregating interacting dimensions: The hierarchical-SMAA-Choquet integral approach. *Knowledge-Based Systems*, *158*, 136–153.

Ariza, M., & Cadena, J. (2017). Selección de portafolios de renta variable: una propuesta a través de betas al alza y a la baja en el mercado colombiano. *Criterio Libre*. 11(19), 225-243.

Bahloul, S., & Abid, F. (2013). A combined analytic hierarchy process and goal programming approach to international portfolio selection in the presence of investment barriers. *International Journal of Multicriteria Decision Making*, *3*(1), 1–20. https://doi.org/10.1504/IJMCDM.2013.052455

Basilio, M., De Freitas, J., Kämpffe, M. G., & Rego, R. (2018). Investment portfolio formation via multicriteria decision aid: A Brazilian stock market study. *Journal of Modelling in Management*, *13*(12), 394–417. https://doi.org/https://doi.org/10.1108/JM2-02-2017-0021

Bay, Y., Yudan, W., & Li Quian. (2017). an optimal trade-off model for portfolio selection with sensitivity of PARAMETERS Yanqin Bai ∗ , Yudan Wei and Qian Li. *Journal of Industria l and Management Optimization*, *13*(2), 947–965. https://doi.org/10.3934/jimo.2016055

Bodie, Z. (2019). Merton and the Science of Finance. *Annual Review of Financial Economics*, *11*(1), 1–20.

Bodie, Z., & Merton, R. (2003). *Finanzas*. Pearson Eduación.

Boonjing, V., & Boongasame, L. (2016). Combinatorial Portfolio Selection with the ELECTRE III method: Case study of the Stock Exchange of Thailand (SET). *Proceedings of the 2016 Federated Conference on Computer Science and Information Systems*, *8*(4), 719–724.

Cao, L. J., & Tay, F. E. H. (2003). Support vector machine with adaptive parameters in financial time series forecasting. *IEEE Transactions on Neural Networks*, *14*(6), .1506–1518.

Cervelló, R., Guijarro, F., & Michniuk, K. (2014). Estrategia de inversión bursátil y reconocimiento gráfico de patrones: Aplicación sobre datos intradía del índice Dow Jones. *Cuadernos de Administración*.

Corrente, S., Figueira, J. R., Greco, S., & Słowiński, R. (2017). A robust ranking method extending ELECTRE III to hierarchy of interacting criteria. *Omega (United Kingdom)*, *73*, 1–17.

Corrente, S., Greco, S., & Słowiński, R. (2012). Multiple criteria hierarchy process in robust ordinal regression. *Decision Support Systems*, *53*(3), 660–674. https://doi.org/10.1016/j.dss.2012.03.004

Creamer, G. (2012). Model calibration and automated trading agent for euro futures. *Quantitative Finance*, *12*(4), 531–545.

Creamer, G., & Freund, Y. (2007). A boosting approach for automated. *Journal of Trading*, *2*(3), 84–96.

Chahuán, K. (2018). Relación Dow Jones sustainability index Chile e ingresos, resultados y rentabilidad sobre patrimonio de empresas. *Capic Review*, *16*. https://doi.org/10.35928/cr.vol16.2018.68

Dempster, M. A. H., Payne, T. W., Romahi, Y., & Thompson, G. W. T. (2001). Computational learning techniques for intraday FX trading using popular technical indicators. *EEE Transactions on Neural Networks*, *12*(4), 744–754.

Ehrgott, M., Klamroth, K., & Schwehm, C. (2004). *An MCDM approach to portfolio optimization*. *155*, 752–770. https://doi.org/10.1016/S0377-2217(02)00881-0

Elselmy, H., Ghoneim, A., & Elkhodary, I. (2019). Portfolio selection factors: Egypt equity market case study. *ACM International Conference Proceeding Series*, 212–216.

Giannoulis, C. & Ishizaka, A. (2010). A web-based decision support system with ELECTREIII for a personalized ranking of British universities," Decision Support Systems, 48(3), 488-497.

Govindan, K., & Jepsen, M. B. (2016). ELECTRE: A comprehensive literature review on methodologies and applications. *European Journal of Operational Research*, *250*(1), 1–29.

Guerrero-Baena, D. D., Gómez-Limón, J. A., & Fruet Cardozo, V. V. (2014). Are multi-criteria decision making techniques useful for solving corporate finance problems? A bibliometric analysis. *Revista de Metodos Cuantitativos Para La Economia y La Empresa*, *17*(1), 60–79.

Kimoto, T., Asakawa, K., Yoda, M., & Takeoka, M. (1993). Stock market prediction system with modular neural networks. *Neural Networks in Finance and Investing*, 343–357.

Lima, A., & Soares, V. (2013). Financial ratios applied to portfolio selection : Electre III methodology in buy-and-hold strategy Indicadores financeiros aplicados à seleção de carteiras : Metodologia Electre III numa estratégia de buy-and-hold. *Organizações Em Contexto*, *9*(17), 281–319.

Lopez-Dumrauf, G. (2003). Finanzas corporativas. Buenos Aires: Grupo Guia.

Lu, C. J., Lee, T. S., & Chiu, C. C. (2009). Financial time series forecasting using independent component analysis and support vector regression. *Decision Support Systems*, *47*(2), 115–125.

Macharis, C., Brans, J. P., Mareschal, B., (1998) The GDSS ROMETHEE procedure: a PROMETHEE–GAIA based procedure for group decision support, Journal of Decision Systems, 7, pp. 283–307.

Mahfoud, S., & Mani, G. (1996). Financial forecasting using genetic algorithms. *Applied Artificial Intelligence*, *10*(6), 543–565.

Mandziuk, J., & Jaruszewicz, M. (2011). Neuro-genetic system for stock index prediction. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, *22*(2–3), 93–123.

Milanesi, G. (2016). Un modelo de opciones barreras para estimar las probabilidades de fracasos financieros de empresas. Barrier options model for estimate firm´s probabilities for financial distress. *TEC Empresarial*. https://doi.org/10.18845/te.v10i3.2936

Mansour, N., Cherif, M. S., & Abdelfattah, W. (2019). Multi-objective imprecise programming for financial portfolio selection with fuzzy returns. *Expert Systems With Applications*.

Mohammad, J., Mohammad, E., & Sanam, B. (2012). Selection of Portfolio by using Multi Attributed Decision Making. *American Journal of Scientific Research*, *1450-223X*(44), 15–29.

Moody, J., & Saffell, M. (2001). Learning to trade via direct reinforcement. *IEEE Transactions on Neural Networks*, *12*(4), 875–889.

Moody, J., Wu, L., Liao, Y., & Saffell, M. (1998). Performance functions and reinforcement learning for trading systems and portfolios. *Journal of Forecasting*, *17*(5), 441–471.

OJ., L., J.W., & Zhang, B. T. (2002). Stock trading system using reinforcement learning with cooperative agents. *Proceedings of the 19th International Conference on Machine Learning*, *451–458*.

Pätäri, E., Karell, V., Luukka, P., & Yeomans, J. S. (2017). Comparison of the multicriteria decision-making methods for equity portfolio selection: The U.S. evidence. *European Journal of Operational Research*, *265*(2), 655–672. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2017.08.001

Shabani Vezmelai, A., Lashgari, Z., & Keyghobadi, A. (2015). Portfolio selection using ELECTRE III: Evidence from Tehran Stock Exchange. *Decision Science Letters*, *4*(2), 227–236.

Shah, P., Mallory, M. L., Ando, A. W., & Guntenspergen, G. R. (2017). Fine-resolution conservation planning with limited climate-change information. *Conservation Biology*, *31*(2).

Sharpe, W. (1964). Capital Asset Prices. The Journal of Finance, 19(3).

Spronk, J., Steuer, R. E., & Zopounidis, C. (2016). Multicrieria Decision Aid/Analysis in Finance. In *International Series In operations Research & Management Science* (pp. 1011–1065).

Suárez, L., Pimiento, N., & Duarte, J. (2018). Selección de portafolios de inversión socialmente responsables usando el método de las restricciones y la técnica multicriterio Proceso Analítico Jerárquico. *Revista EIA*. https://doi.org/10.24050/reia.v0i0.634

Sun, Y. F., Grace, A., Teo, K. L., & Zhou, G. L. (2015). Portfolio optimization using a new probabilistic risk measure. *Journal of Industrial and Management Optimization*, *11*, 1275–1283.

Sun, X., Zheng, X. & Li, D. (2013). Recent advances in mathematical programming with semicontinuous variables and cardinality constraint. *Journal Operations Research Society of China*, *1*, 55–77.

Tay, F. E. H., & Cao, L. J. (2002). Modified support vector machines in financial time series forecasting. *Neurocomputing*, *48*(1–4), 559–565.

Teo, K. & Yang, X. (2001). Portfolio selection problem with minimax type risk function. *Annals of Operations Research*, *101*, 333–349.

Tsang, E., Yung, P., & Li, J. (2004). 'EDDIE-automation', A Decision Support Tool for Financial Forecasting. *Decision Support Systems, Periodical Style*, *37*, 559–565.

Tian, Y., Fang, S., Deng, Z. & Jin, Q. (2016). Cardinality constrained portfolio selection problem: A completely positive programming approach. *Journal of Industrial and Management Optimization*, *12*, 1041–1056.

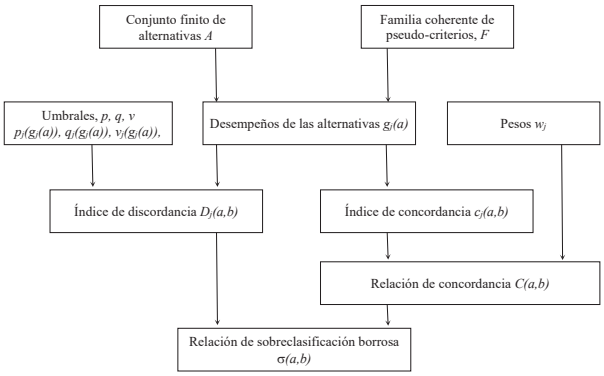
Useche, A. J. (2015). Construcción de portafolios de inversión desde las finanzas del comportamiento: una revisión crítica. *Cuadernos de Administración*. https://doi.org/10.11144/javeriana.ca028-51.cpif

Zhu, S.S., Li, D., & Sun, X. L. (2010). Portfolio selection with marginal risk control. *The Journal of Computational Finance*, *14*(1), 3–28. https://doi.org/doi:10.21314/JCF.2010.213

Apéndice

A.1 Ilustración de la aplicación del método ELECTRE III

En esta sección se presenta un ejemplo ilustrativo de la aplicación del método ELECTRE-III. La Figura A.1.1 muestra un esquema general en el proceso de la aplicación del método. Para la ilustración del método, se utilizan los datos de un problema presentado en (Macharis, Brans & Mareschal, 1998), una explicación detallada del método se puede encontrar en Almeida, Figueira & Roy (2006). La Tabla A.1.1 contiene la matriz de evaluación y la Tabla A.1.2 los parámetros que serán utilizados en la aplicación del método ELECTRE III.



Fuente: Almeida, Figueira & Roy (2006).

Figura A.1.1. Estructura general del método ELECTRE III

Tabla A.1.1. Matriz de evaluación de alternativas

Código	País	g1	g2	g3	g4
A1	Italia	8	0.5	9	0
A2	Bélgica	1	4	3	5
A3	Alemania	4	3.5	7	65
A4	Suiza	7	0	10	0
A5	Austria	3	4.5	2	10
A6	Francia	5	3.5	4	10

Tabla A.1.2. Parámetros del método ELECTRE III

	g1	g2	g3	g4
	Min	*Min*	*Max*	*Min*
w	0.589	0.178	0.120	0.113
q	3.193	1.372	0.196	3.893
p	3.690	1.698	2.127	41.031
v	-	2.937	-	-

El índice de concordancia

$$\phi_t(a,b) = \begin{cases} 1 & if \quad g_t(b) - g_t(a) \le q_t, (aS_t b) \\ \dfrac{p_t - [g_t(b) - g_t(a)]}{p_t - q_t} & if \quad q_t < g_t(b) - g_t(a) < p_t, (bQ_t a) \\ 0 & if \quad g_t(b) - g_t(a) \ge p_t, (bP_t a) \end{cases} \qquad (A.1)$$

El índice de concordancia entre las alternativas Italia (a) y Suiza (b) considerando el criterio g3 se calcula con la Ecuación A.1 de la siguiente forma.

Dato $\varphi_t(a,b) \rightarrow \varphi_t$ (Italia, Suiza), tenemos los siguientes valores en el criterio 3, g_3 (Italia) = 9, g_3 (Suiza)= 10. La diferencia entre ambas ciudades para el criterio g3 es g_3 (Suiza) - g_3 (Italia)= 1. Esta diferencia no es menor o igual que q_3, (q_3=0.196), tampoco es mayor que p_3, (p_3=2.127). Entoces se realiza el cálculo del segundo caso de la Ecuación A.1.

$$\frac{p_3 - [g_3(b) - g_3(a)]}{p_3 - q_3} = \frac{2.127 - [1]}{2.127 - 0.196} = 0.58$$

Los índices de concordancia resultantes de la comparación de cada país con el resto de países se muestran en la Tabla A.1.3.

Tabla A.1.3. Índices de concordancia

Italia (A1)					Suiza (A4)				
	g1	**g2**	**g3**	**g4**		**g1**	**g2**	**g3**	**g4**
(A1,A2)	0	1	1	1	(A4,A1)	1	1	1	1
(A1,A3)	0	1	1	1	(A4,A2)	0	1	1	1
(A1,A4)	1	1	0.58	1	(A4,A3)	1	1	1	1
(A1,A5)	0	1	1	1	(A4,A5)	0	1	1	1
(A1,A6)	1	1	1	1	(A4,A6)	1	1	1	1
Bélgica (A2)					Austria (A5)				
(A2,A1)	1	0	0	0.97	(A5,A1)	1	0	0	0.84
(A2,A3)	1	1	0	1	(A5,A2)	1	1	0.58	0.97
(A2,A4)	1	0	0	0.97	(A5,A3)	1	1	0	1
(A2,A5)	1	1	1	1	(A5,A4)	1	0	0	0.84
(A2,A6)	1	1	0.58	1	(A5,A6)	1	1	0.066	1
Alemania (A3)					Francia (A6)				
(A3,A1)	1	0	0.066	0	(A6,A1)	1	0	0	0.84
(A3,A2)	1	1	1	0	(A6,A2)	0	1	1	0.97
(A3,A4)	1	0	0	0	(A6,A3)	1	1	0	1
(A3,A5)	1	1	1	0	(A6,A4)	1	0	0	0.84
(A3,A6)	1	1	1	0	(A6,A5)	1	1	1	1

El índice de discordancia

$$d_t(a,b)=\begin{cases}1, & if \quad g_t(b)-g_t(a)\geq v_t,\\ \dfrac{[g_t(b)-g_t(a)]-p_t}{v_t-p_t} & if \quad p_t<g_t(b)-g_t(a)<v_t,\\ 0, & if \quad g_t(b)-g_t(a)\leq p_t.\end{cases} \qquad \text{(A.2)}$$

El índice de discordancia entre las alternativas Bélgica (a) e Italia (b) considerando el criterio g2 se calcula con la Ecuación A.2 de la siguiente forma.

Dato $d_t(a,b)\rightarrow d_t$ (Bélgica, Italia), tenemos los siguientes valores en el criterio 2, g_2 (Bélgica) = 4, g_2 (Italia)= 0.5. La diferencia entre ambas ciudades para el criterio g2 es $g_2(a) - g_2(b)=3.5$. Esta diferencia es menor o igual que v_2, ($v_2 = 2.937$). Entonces aplica el primer caso de la Ecuación A.2. Los datos completos del índice de discordancia se muestran en la Tabla A.1.4.

$$g_t(a)-g_t(b) \geq v_2, \text{ entonces } d_t(a,b)=1$$

El índice de concordancia completo

$$C_r(a,b)=\frac{\sum_{t\in E(g_r)} w_t\varphi_t(a,b)}{\sum_{t\in E(g_r)} w_t} \qquad \text{(A.3)}$$

El índice de concordancia completo corresponde a ponderar cada valor del índice de concordancia , obtenido por la Ecuación A.1) por su valor de importancia correspondiente (w_t).

$C(a,b) = w_1 * c_1(a,b) + \ldots + w_{ll} * c_{ll}(a,b)$

La Ecuación A.3 corresponde a ese producto, un ejemplo de ello sería calcular el índice de concordancia completo entre Italia comparado contra Bélgica de la siguiente manera.

C (A1, A2)→C (Italia, Bélgica)

C (Italia, Bélgica) = 0.589*0 + 0.178*1 + 0.12*1 + 0.113*1 = 0.41

C (Italia, Bélgica) = 0.41

Los datos completos del índice de concordancia completo se muestran en la Tabla A.1.5.

Tabla A.1.4. Índices de discordancia

	Italia (A1)					Suiza (A4)			
	g1	g2	g3	g4		g1	g2	g3	g4
dj(A1,A2)	0	0	0	0	dj(A4,A1)	0	0	0	0
dj(A1,A3)	0	0	0	0	dj(A4,A2)	0	0	0	0
dj(A1,A4)	0	0	0	0	dj(A4,A3)	0	0	0	0
dj(A1,A5)	0	0	0	0	dj(A4,A5)	0	0	0	0
dj(A1,A6)	0	0	0	0	dj(A4,A6)	0	0	0	0
	Bélgica (A2)					Austria (A5)			
dj(A2,A1)	0	1	0	0	dj(A5,A1)	0	1	0	0
dj(A2,A3)	0	0	0	0	dj(A5,A2)	0	0	0	0
dj(A2,A4)	0	1	0	0	dj(A5,A3)	0	0	0	0
dj(A2,A5)	0	0	0	0	dj(A5,A4)	0	1	0	0
dj(A2,A6)	0	0	0	0	dj(A5,A6)	0	0	0	0
	Alemania (A3)					Francia (A6)			
dj(A3,A1)	0	1	0	0	dj(A6,A1)	0	1	0	0
dj(A3,A2)	0	0	0	0	dj(A6,A2)	0	0	0	0
dj(A3,A4)	0	1	0	0	dj(A6,A3)	0	0	0	0
dj(A3,A5)	0	0	0	0	dj(A6,A4)	0	1	0	0
dj(A3,A6)	0	0	0	0	dj(A6,A5)	0	0	0	0

Tabla A.1.5 Índice de concordancia completo

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A1	1	0.41	0.41	0.95	0.41	1
A2	0.7	1	0.88	0.7	1	0.95
A3	0.6	0.89	1	0.59	0.89	0.89
A4	1	0.41	1	1	0.41	1
A5	0.68	0.95	0.88	0.68	1	0.89
A6	0.68	0.41	0.88	0.68	1	1

Tabla A.1.6. Índice de credibilidad

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A1	1	0.41	0.41	0.95	0.41	1
A2	0	1	0.88	0	1	0.95
A3	0.6	0.89	1	0.59	0.89	0.89
A4	1	0.41	1	1	0.41	1
A5	0.68	0.95	0.88	0.68	1	0.89
A6	0.68	0.41	0.88	0.68	1	1

Índice de credibilidad

$$\sigma_r(a,b)=\begin{cases} C(a,b)\,x\prod_{g_t\in E(g_r)}\dfrac{1-d_t(a,b)}{1-C_r(a,b)} & \text{if} \quad d_t(a,b)>C_r(a,b) \\ C(a,b) \end{cases} \qquad \text{(A.4)}$$

El índice de credibilidad corresponde a reducir su valor (credibilidad) a los pares de alternativas donde . Algunos ejemplos de ellos son los pares d2 (A2, A1) y d2 (A2, A4) (Ver Tabla A.1.4) La Tabla A.1.6 contiene el índice de credibilidad, aquí se observa cómo se reduce el valor a o del índice de concordancia completo en (A2, A1) y (A2, A4) debido a la discordancia que se presenta en estos pares de alternativas.

A.2 Datos de los ratios financieros de las empresas que integran el Índice Dow Jones

Tabla A.2.1 Desempeño de los ratios financieros de las empresas que integran el Índice Dow Jones (Parte 1, continua…)

	Ratios de mercado (g1)						Ratio de resultados (g2)								Ratios valor de mercado (g3)						
	g1,1	g1,2	g1,3	g1,4	g1,5	g1,6	g2,1	g2,2	g2,3	g2,4	g2,5	g2,6	g2,7	g2,8	g3,1	g3,2	g3,3	g3,4	g3,5	g3,6	g3,7
A1	21.4	3.56	35.5	35.5	8.87	0	0.4876	0.4875	0.2222	0.2223	0.2085	0.2142	0.1676	0.165	55.28	9.32	9.25	22.3	-12	8.72	12.55
A2	39.4	3.22	45.2	45.2	5.2	5.19	0.7242	0.7084	0.116	0.1839	0.116	0.1839	0.0847	0.1369	45.94	3.77	3.77	28.6	28.6	40	5.71
A3	0	1.24	17	17	1.31	0	0.5342	0.5305	0.0373	0.1245	-0.0166	0.089	-0.0222	0.0628	23.93	-0.8	-0.8	22.7	-17	1.37	3.41
A4	43.7	3.04	64.4	64.4	8.27	16.6	0.3044	0.3118	0.1091	0.1146	0.0957	0.1018	0.0697	0.0763	76.15	5.36	5.32	28.1	14	17.15	9.74
A5	0	2.12	0	0	1.51	1.57	0.4642	0.436	-0.0599	0.022	-0.0791	0.0403	-0.059	0.0297	50.37	-3	-3	68.4	66.1	2.92	7.45
A6	21.6	4.54	25.3	26.3	5.57	74.6	0.6417	0.6301	0.2593	0.2614	0.2641	0.2695	0.2109	0.2202	11.32	2.65	2.64	9.27	0.69	7.25	2.81
A7	29.8	6.96	142	68	11.9	0	0.5931	0.6096	0.2901	0.2249	0.2953	0.2397	0.2353	0.1899	7.64	1.8	1.79	4.49	-2.2	2.54	2.15
A8	41.7	2.02	20.4	20.4	1.47	0	0.3371	0.2755	-0.1129	0.0061	-0.142	0.0009	-0.1409	0.0028	27.73	-4	-4	52.4	-3.9	3.46	0.3
A9	0	1.35	0	0	1.53	1.54	0.3032	0.3083	-0.1717	0.0128	-0.1617	0.0424	-0.1303	0.0297	41.81	-5.3	-5.3	37.1	37.1	1.03	5.32
A10	8.42	1.92	0	0	1.18	1.18	0.8103	0.6918	0.3213	0.2317	0.3213	0.2317	0.2489	0.1788	168.59	25	24.7	286	286	557.01	45.81
A11	13.2	3.4	17	17	3.26	5.88	0.5601	0.5974	0.3041	0.2923	0.3221	0.3084	0.2684	0.2567	18.4	4.98	4.94	20	11.1	5.88	7.83
A12	21.2	1.61	12.9	12.9	5.75	0	0.4832	0.4737	0.063	0.1281	0.063	0.1281	0.0762	0.126	82.11	6.3	6.26	23.1	-59	15.47	13.73
A13	29.7	5.11	43.5	43.5	6.67	0	0.657	0.6711	0.1998	0.2263	0.1998	0.2263	0.1745	0.1918	30.94	5.47	5.4	24	-10	9.57	8.11
A14	12.1	3.73	0	0	1.85	2.04	0	0	0.4044	0.3533	0.4044	0.3533	0.3282	0.2756	40.11	8.89	8.88	92.7	74.7	234.9	10.23
A15	36.7	8.98	198	198	0	0	0.5077	0.4813	0.3813	0.3891	0.3197	0.3424	0.2463	0.2509	25.61	6.35	6.31	-11	-14	4.63	8.64
A16	27.6	4.04	0	0	7.66	0	0.681	0.6956	0.1647	0.1782	0.1832	0.1849	0.1476	0.1495	18.91	2.79	2.78	10	-3.8	3.19	4.22
A17	38.7	12.8	65	56.6	15	24.6	0.6835	0.6571	0.3918	0.3272	0.3962	0.3329	0.3347	0.2822	20.05	5.82	5.76	17.3	10.5	17.49	8.28
A18	63.1	5.48	0	93.9	17.7	18.5	0.4336	0.4451	0.1072	0.1179	0.104	0.1198	0.089	0.1032	24.16	1.63	1.6	7.56	7.23	7.93	2.69
A19	30.1	5	66.1	66.1	3.31	0	0	0.7895	0.1789	0.2035	0.1789	0.1886	0.1675	0.1745	7.55	1.26	1.24	11.4	-2.7	2.2	2.12
A20	0	2.5	0	0	0	0	-0.0884	0.1366	-0.2177	0.0327	-0.2468	0.0249	-0.2036	0.0234	103.16	-21	-21	-31	-49	43.94	-17.05
A21	27	2.63	35	35	105	0	0.3395	0.3411	0.1384	0.1424	0.1285	0.1327	0.0974	0.095	122.61	12	11.9	3.06	-3.6	7.33	14.28
A22	25.9	4.57	51.7	41	7.15	0	0.5191	0.5047	0.2378	0.1854	0.2316	0.1842	0.1884	0.1422	28.27	5.13	4.96	19.6	-6.9	4.85	6.35
A23	14.7	1.21	6.86	6.86	1.33	1.56	0	0	0.1116	0.1189	0.101	0.1071	0.0842	0.0867	126.04	10.6	10.5	116	98.7	2.86	13.71
A24	0	5.55	168	128	3.94	0	0.2985	0.4136	-0.0737	0.1815	-0.0711	0.1821	-0.0754	0.1276	33.52	-1.6	-1.6	47.2	-22	9.58	0.44
A25	22.2	1.4	23.7	20.1	5.32	5.32	0	0	0.0918	0.0788	0.0857	0.0725	0.0657	0.0532	273.87	16.2	16	73.3	73.3	24.24	21.05
A26	0	2.09	0	0	1.64	0	0.1578	0.2299	-0.0335	0.0877	-0.0416	0.0757	-0.0517	0.0552	38.52	-2.3	-2.3	47.5	-15	5.79	0.84
A27	13.4	1.86	21.3	21.3	3.52	0	0.6009	0.5852	0.2111	0.1973	0.1868	0.1678	0.143	0.1269	30.98	4.3	4.3	16.4	-15	5.36	8.47
A28	52.1	22.5	68.7	72.4	13.2	0	0.7904	0.8124	0.6476	0.6277	0.6315	0.6188	0.4991	0.4648	8.34	5.27	4.33	19	-3.5	9.09	4.47
A29	29.6	0.71	20.1	20.1	4.89	7.6	0.2483	0.2511	0.0253	0.0356	0.0368	0.034	0.0245	0.0237	196.64	4.77	4.75	28.7	18.4	6.29	8.74
A30	0	0.35	19.6	18.6	2.2	0	0.1995	0.2299	-0.0053	0.0375	-0.0067	0.033	-0.0067	0.0271	153.89	0.52	0.52	24.4	-2.1	1.19	1.2

Tabla A.2.1 Desempeño de los ratios financieros de las empresas que integran el Índice Dow Jones (Parte 2, continua...)

	Ratios de rentabilidad (g4)										Ratios de liquidez (g5)						
	g4,1	g4,2	g4,3	g4,4	g4,5	g4,6	g4,7	g4,8	g4,9	g4,10	g5,1	g5,2	g5,3	g5,4	g5,5	g5,6	g5,7
A1	0.4696	0.4854	0.1172	0.1364	0.1444	0.1702	0.4302	0.1833	0.0015	0.0582	0.0404	0.0123	0.0054	1.35	1.89	1.3981	1.4607
A2	0.1318	0.2497	0.0161	0.0299	0.0315	0.0563	-0.1392	-0.5286	-0.1792	-0.1888	-0.0569	0.0215	0.0196	0	0	1.8688	5.7303
A3	-0.031	0.0637	-0.0071	0.0222	-0.0084	0.0262	-6.9751	-1.3994	-0.0521	-0.0241	0	0.0319	-0.0399	0	0.82	0.9511	0.9726
A4	0.1951	0.2543	0.0371	0.0462	0.0558	0.0707	-0.3548	-0.4889	-0.224	-0.1452	0.0495	-0.0235	-0.083	1.09	1.53	1.6958	2.424
A5	-0.0402	0.0257	-0.0233	0.0151	-0.0261	0.017	0.9075	-3.0188	-0.3277	-0.2836	0	-0.0613	-0.2127	0.92	1.18	0.3248	0.3365
A6	0.2714	0.2137	0.1089	0.0971	0.1482	0.1279	-0.1103	-0.1329	-0.0684	-0.0037	0.086	0.0006	-0.089	1.56	1.61	0.2442	0.372
A7	0.4048	0.3501	0.0895	0.08	0.1214	0.1172	-0.288	-0.1333	-0.1141	-0.0504	0.0144	-0.0571	-0.1435	1.09	1.32	2.0791	2.2174
A8	-0.073	-0.0007	-0.041	0.0005	-0.0456	0.0007	1.3966	-2.9164	-0.0518	0.0092	0	-0.16	-0.2045	1.52	2.31	0.5663	0.5665
A9	-0.1288	0.0369	-0.0669	0.0198	-0.083	0.0243	-5.0558	-2.6506	-0.3013	-0.2743	0	-0.0573	-0.0819	0.46	0.8	0.3002	0.4304
A10	0.1619	0.1076	0.0126	0.0093	0.0297	0.0205	4.9793	1.1844	0.1287	0.5826	0.153	0.0742	0.2804	0	0	2.2347	7.7143
A11	0.2634	0.2437	0.1443	0.1401	0.1723	0.1656	-0.1003	0.0456	0.082	-0.0114	0.1618	0.0706	0.1388	1.57	1.91	0.4183	0.4492
A12	0.2709	0.5397	0.0364	0.0753	0.0487	0.1057	-0.6608	-0.4166	-0.0457	-0.0647	-0.1438	-0.0207	-0.0489	0.94	0.98	2.6388	2.9876
A13	0.2349	0.2387	0.0867	0.0991	0.1134	0.1252	-0.5662	-0.0406	0.0064	0.0833	-0.003	0.0334	-0.0068	0.99	1.21	0.5157	0.5573
A14	0.1617	0.121	0.0119	0.0113	0	0	4.738	0.4223	-0.2711	-0.2552	0.0814	0.0483	0	0	0	0.9954	2.2743
A15	0	0	0.0945	0.144	0.1047	0.1586	-0.1393	-0.211	-0.1009	-0.0211	0.0563	-0.0545	-0.0199	1	1.01	0	0
A16	0.276	0.2004	0.0805	0.0726	0.1122	0.0947	-1.8803	-0.2795	0.0246	0.0545	0.1221	0.0397	0.2956	0.79	1.02	1.0017	1.2557
A17	0.427	0.3603	0.1748	0.1304	0.2232	0.1733	0.3405	0.1693	0.1418	0.1672	0.313	0.0885	0.2104	2.55	2.58	0.5064	0.5532
A18	0.3268	0.3439	0.1099	0.1579	0.1516	0.2172	0.684	-0.2161	-0.067	0.025	-0.0292	0.041	0.0243	2.02	2.78	0.7889	0.7892
A19	0.1105	0.124	0.0436	0.0481	0.0544	0.0596	1.2513	-0.3255	0.0179	0.1182	0.0224	-0.0302	0.1328	1.04	1.35	0.5872	0.6299
A20	0	0	-0.0836	0.0175	-0.2374	0.0497	-7.2164	-16.433	-0.3084	-0.2314	0	-0.094	-0.1186	0.46	1.39	0	0
A21	140.61	9.2595	0.2112	0.217	0.3205	0.333	0.1622	0.165	0.1985	0.2513	0.1692	0.0834	0.1038	0.51	1.23	10.858	11.288
A22	0.2955	0.176	0.1202	0.0788	0.1648	0.1055	0.0427	1.9623	0.063	0.0825	0.1183	0.0006	-0.0383	0.59	0.78	0.4673	0.6455
A23	0.097	0.106	0.0238	0.0248	0	0	0.5253	0.0566	0.0143	0.0458	-0.0067	0.0358	0	0	0	0.2209	0.2243
A24	-0.0567	0.1286	-0.0227	0.0623	-0.0292	0.081	-0.9864	-1.4594	-0.1918	-0.2217	0	0.045	-0.0117	1.26	1.31	0.629	0.6932
A25	0.2674	0.2351	0.0877	0.0796	0	0	0.4451	0.2318	0.0676	0.0896	0.2167	0.1036	0.0568	0	0	0.5399	0.6674
A26	-0.0546	0.0677	-0.0194	0.0239	-0.0272	0.0332	-0.8713	-1.5028	0.2478	0.4041	0	0.0017	-0.012	0.95	1.21	0.4299	0.441
A27	0.2755	0.3557	0.0603	0.061	0.0705	0.0711	-0.1006	-0.0764	-0.0271	-0.0024	-0.0032	-0.0051	-0.0602	1.33	1.38	1.8156	1.9024
A28	0.3247	0.3117	0.1381	0.1376	0.1712	0.1634	-0.1402	-0.1844	-0.087	-0.0606	0.1093	0.095	0.122	0	2.12	0.5588	0.5588
A29	0.1737	0.1533	0.0561	0.0563	0.0899	0.0897	-1.5099	-0.087	0.0672	0.0735	0.0077	0.0301	-0.0221	0.49	0.97	0.5566	0.6039
A30	-0.0359	0.1326	-0.0099	0.0494	-0.0151	0.0712	0.0879	-1.244	0.0293	0.046	-0.3357	0.0617	0.0189	0.56	0.83	0.5687	0.8144

Tabla A.2.1. Desempeño de los ratios financieros de las empresas que integran el Índice Dow Jones (Parte 3)

	Ratio de efectividad (g6)					Ratio de dividendos (g7)			
	g6,1	g6,2	g6,3	g6,4	g6,5	g7,1	g7,2	g7,3	g7,4
A1	0.7	3.94	338.83	56.78	6.78	0.03	0.0274	0.0775	0.6293
A2	0.19	0	0	0	0.74	0.0116	0.0141	0.095	0.4586
A3	0.32	0	746.78	-16.61	7.38	0.0699	0.0562	0.02	0
A4	0.53	2.56	429.06	29.9	5.28	0.0177	0.0246	0.0995	0.77
A5	0.39	8.76	1.97	-116.49	7.6	0.0499	0.0413	0.061	0
A6	0.52	12.34	619.69	130.7	9.76	0.0287	0.0285	0.0963	0.6009
A7	0.38	4.04	411.13	96.74	9.28	0.0315	0.031	0.0374	0.9096
A8	0.29	3.36	599.91	-84.53	5.52	0.0156	0	0.0172	0
A9	0.51	6.66	2.48	-323.28	7.51	0.0611	0.0458	0.0438	0
A10	0.05	0	1.5	372.4	0.42	0.0148	0.0154	0.1991	0.0928
A11	0.54	3.99	704.04	188.96	10.8	0.0214	0.025	0.07	0.2668
A12	0.48	22	196.17	14.96	9.53	0.0492	0.0441	0.0333	1.033
A13	0.5	3.09	614.01	107.17	5.89	0.0252	0.0259	0.0623	0.7271
A14	0	0	0	0	0	0.0237	0.0238	0.2084	0.2148
A15	0.38	186.69	96.04	23.65	8.86	0.0223	0.0242	0.0958	0.7933
A16	0.55	2.49	648.58	95.72	6.56	0.0339	0.03	0.0167	0.8925
A17	0.52	25.89	940.39	314.79	6.03	0.0086	0.015	0.0916	0.3152
A18	1.23	3.49	510.7	45.46	9.46	0.0082	0.0107	0.11	0.4504
A19	0.26	0	533.86	89.44	5.7	0.0415	0.0377	0.059	1.2271
A20	0.41	0.81	416	-84.69	5.27	0	0.0207	-0.2874	0
A21	2.17	5.6	261.71	25.49	51.8	0.0204	0.0213	0.1901	0.5014
A22	0.64	6.2	747.22	140.79	14.8	0.0254	0.0294	0.0392	0.5705
A23	0.28	0	1.05	88.14	0	0.022	0.0227	0.0631	0.323
A24	0.3	27.94	299.31	-22.56	3.9	0	0.013	-0.1737	0
A25	1.33	0	796.72	52.37	0	0.0128	0.0139	0.1888	0.2109
A26	0.38	5.16	312.64	-16.18	3.49	0.0244	0.0366	-0.074	0
A27	0.42	31.82	970.44	138.79	5.04	0.0435	0.042	0.0211	0.5777
A28	0.28	0	1.05	522.93	12.6	0.0057	0.006	0.2205	0.2603
A29	2.29	9.4	243.11	5.96	87.4	0.0157	0.0198	0.0192	0.4527
A30	1.48	11.76	599.08	-4.04	21.5	0.0348	0.0254	0.0685	0