

FACULTAD
DE CIENCIAS
ECONÓMICAS

MÉTODOS NO PARAMÉTRICOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE EMPRESAS LISTADAS EN EL MERCADO DE VALORES

JOSEFINA RACAGNI – HERNÁN P. GUEVEL – NADIA LUCZYWO – MARIANA GUARDIOLA

Programa y Proyectos



MÉTODOS CUANTITATIVOS APLICADOS AL ANÁLISIS DE ESTADOS FINANCIEROS DE EMPRESAS LISTADAS EN MERCADOS DE VALORES

Estudio del Comportamiento Asimétrico de los costos de empresas Latinoamericanas listadas en el Mercado de Valores.

Indicadores Compuestos con Metodología Multiatributo para evaluar empresas listadas en Mercados de Valores.

Análisis de la Información Financiera y de Mercado de las Empresas que Cotizan en los Mercados Latinoamericanos a través de Métodos Estadísticos.

Discrecionalidad en la determinación de Políticas Contables según las Normas Internacionales de Información Financiera (NIIF): Una aplicación empírica en Empresas Argentinas.

Selección de Portafolios Eficientes en las Empresas listadas en el Mercado de Valores de Buenos Aires.

Objetivo del Trabajo y Presentación del Caso



Objetivo: Clasificar un conjunto de empresas que cotizan sus activos financieros en el Mercado de Valores de Buenos Aires.

Se excluyen bancos, compañías financieras y de seguros por poseer regulación específica que las hace no comparables con las demás.

Del total de empresas con estas características, trabajamos con 48 unidades para las que existen datos completos.

Las variables analizadas surgen de los Estados Contables publicados por tales empresas.

Se analizó el último ejercicio económico cerrado hasta el 31 de diciembre de 2015.

Se consideraron 6 cuentas habitualmente utilizadas para el cálculo de ratios representativos de su situación económica y financiera.

Pasos Seguidos

PRIMER ANÁLISIS DEL PROBLEMA

- Los datos de las cuentas fueron desagregados y se eliminaron variables que duplicaban información.
- El análisis descriptivo de los datos evidenció la presencia de un gran número de valores atípicos.
- Se estudiaron diferentes opciones para su tratamiento.

- En el relevamiento de las variables candidatas a ser incluidas en el análisis se revisaron otros estudios para este tipo de unidades.
- Se analizó trabajar con ratios, construyéndolos a partir de los Estados Contables publicados y se llevó cabo una primera aplicación de las metodologías seleccionadas.
- La clasificación de las variables ratios, resultaba discutible y los resultados obtenidos fueron, previsiblemente, no concluyentes.

REVISIÓN DE LA BASE DE DATOS

DEA (Data Envelopment Analysis)



Se busca evaluar el desempeño de un conjunto de unidades homogéneas que, a partir de un mismo conjunto de “Entradas”, genera un mismo conjunto de “Salidas”, ordenándolas en términos de su “eficiencia relativa”.

Se determina una frontera de mejores prácticas, sobre la que se ubican las unidades eficientes.

Se debe incluir toda variable que contribuya a describir el problema abarcando sus aspectos relevantes; excluyendo aquellas que estén evaluando características ya representadas a través de otra/s variable/s.

EFICIENCIA: Una unidad es técnicamente eficiente en el proceso de transformación de un vector de entradas X en un vector de salidas Y , si y sólo si:

- El incremento de una salida (componente del vector Y) sólo es posible si disminuye otra salida, o si aumenta alguna entrada (componente del vector X).
- Para reducir una entrada (componente del vector X) se debe aumentar otra entrada o reducir alguna salida (componente del vector Y).

DEA (Data Envelopment Analysis)

MODEL O ADITIV O BÁSICO

Charnes, et
al (1985)

$$\text{Max}(Z) = \sum_{i=1}^m S_{i0}^- + \sum_{i=1}^m S_{i0}^+$$

$$\text{SA: } \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + S_{i0}^- = x_{i0}$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - S_{r0}^+ = y_{r0}$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j; S_{i0}^-; S_{r0}^+ \geq 0, j = \{1, 2, \dots, n\}, i = \{1, 2, \dots, m\}, r = \{1, 2, \dots, s\}$$

$S_{i0}^-; S_{r0}^+$ = Representan el valor de las holguras de cada input y output respecto a DMU_0 .

λ_j = Es el vector de intensidades de cada DMU_0 .

DEA - Modelo Aditivo Básico

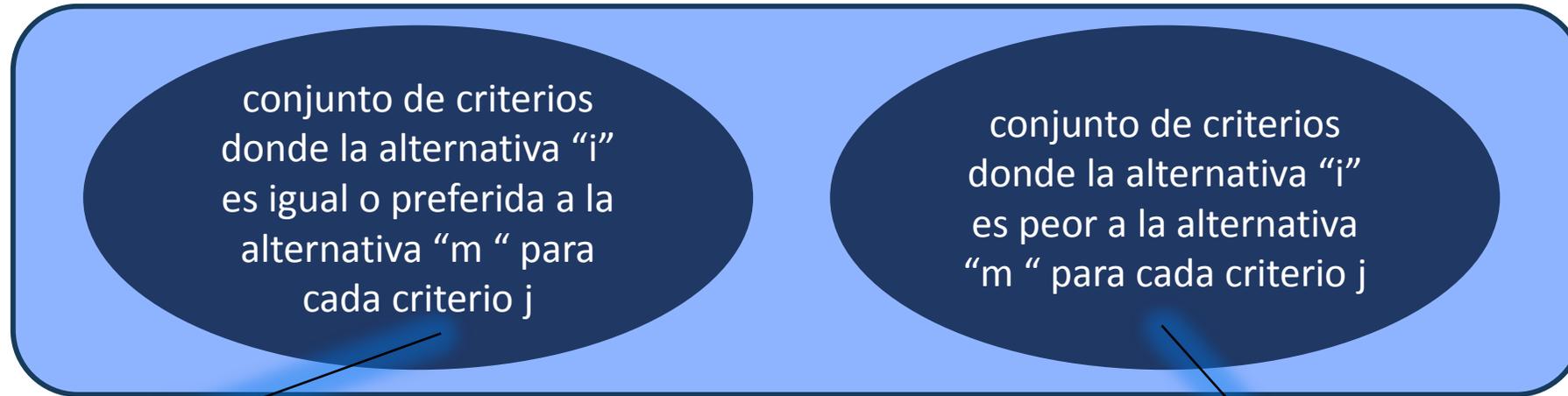
Ventajas:

- No requiere una hipótesis de relación funcional entre entradas y salidas.
- Las unidades se comparan con otras unidades o una combinación de ellas.
- Es independiente de las unidades de medida de las variables.
- Permite considerar economías de escala.
- Permite reescalar datos y no genera distorsiones de medición (translation invariance).

Desventajas:

- No funciona cuando el número de DMUs es bajo.
- DEA converge a la eficiencia absoluta y no nos indica cómo se comporta una unidad en relación con un “máximo teórico”.

Valoración de Alternativas en j criterios



Índice de concordancia

$$C_{(a,b)} = \frac{\sum_{j : g_j(a) \geq g_j(b)} w_j}{\sum_{j=1}^J w_j}$$

w_j = Denota el peso del criterio j

$g_j(a)$ = muestra la valoración de la alternativa a en el criterio j

Índice de discordancia

$$D_{(a,b)} = \max_{\{j : g_j(a) < g_j(b)\}} \left\{ \frac{g_j(b) - g_j(a)}{d} \right\}$$

$$d = \max_j \max_{(a,b) \in A} (g_j(b) - g_j(a))$$

A = Denota el conjunto de alternativas

Condiciones para trabajar con la familia de métodos Electre

1) Cuando se deba trabajar con al menos cinco criterios.

2) Y si se da al menos una de las siguientes situaciones:

- Datos de naturaleza cualitativa.
- Existencia de fuerte heterogeneidad en las evaluaciones.
- Compensación no aceptable.
- Pequeñas diferencias en términos de preferencias no son significativas individualmente, pero si puede serlo su agregación.
- Conocimiento imperfecto de los datos (Figueira et. al., 2005); (Roy et. al., 2014).

Desventajas (Figueira, 2010):

- No permite puntuar las alternativas.
- Ante criterios son cuantitativos, salvo que exista conocimiento imperfecto de los datos.
- No cumplen con la propiedad de independencia respecto de las alternativas irrelevantes. Existe *Rank reversal*. (Wang & Triantaphyllou, 2008)
- Funcionamiento del método Electre necesita que se cumpla con la transitividad.
- Objetivo no es mostrar la verdad absoluta, sino modificaciones cuando se modifica o añade una alternativa

ELECTRE I

Govindan &
Jepsen.

(2016)- Tzeng
& Huang
(2011).

- Construye matrices de concordancia y discordancia.
- Evalúa las matrices en función de umbrales p^* y q^* .
- Construye una matriz de superación.
- Determina el núcleo o subconjunto de alternativas no superadas.
- Si el núcleo es único y no tiene ciclos (se puede visualizar en el grafo) las unidades pertenecientes a éste, son eficientes en el sentido de Pareto.

CRITIC

Diakoulaki, et
al.
(1995)

$$w_j = s_j \sum_{k=1}^n (1 - r_{jk})$$

Donde:

s_j es la desviación estándar de la columna j y

r_{jk} es el coeficiente de correlación entre las columnas j y k de la matriz **X**

Mide la importancia relativa del indicador. Es mayor cuando aporta información diferente a la de los otros indicadores y posee mayor variabilidad.

Variables seleccionadas

| Variable (en millones de \$) | Concepto a medir | Clasificación Criterio |
|---------------------------------|---|---------------------------|
| Pasivo (P) | Recursos aportados por terceros. | Entrada – Min. |
| Patrimonio Neto (PN) | Recursos aportados por los accionistas. | Entrada – Min. |
| Activos Líquidos (AL) | Capacidad de pago de muy corto plazo. | Salida – Max. |
| Capital de Trabajo (CT) | Fondo de Maniobra para hacer frente a los compromisos de corto plazo. | Salida – Max. |
| Ventas (V) | Mide la actividad de económica de la empresa. | Salida – Max. |
| Resultado Operativo (RO) | Mide la rentabilidad antes de Intereses e Impuestos de la empresa. | Salida – Max. |

En **DEA** un indicador se clasifica como “**entrada**” cuando, manteniendo constantes los valores de todos los demás indicadores, la eficiencia de las unidades disminuye en caso de aumentar el valor de tal indicador. Para **ELECTRE**, será un criterio a **Minimizar**.

En **DEA** un indicador se clasifica como “**salida**” a un indicador si, manteniéndose constantes los valores de los restantes indicadores, la eficiencia de la DMU aumenta al aumentar su valor. Para **ELECTRE**, será un criterio a **Maximizar**.

Resultados – DEA Aditivo Básico

| | Base 48 | Base 43 |
|------|---------|---------|
| ALUA | A | A |
| ESME | A | A |
| BOLT | A | A |
| COLO | A | A |
| CTIO | A | A |
| CRES | A | |
| FERR | A | A |
| GARO | A | A |
| GBAN | A | A |
| GCLA | A | A |
| GRIM | A | A |
| INTR | A | A |
| IRSA | A | A |
| LEDE | A | A |
| MOLI | A | A |
| SEMI | A | A |
| MORI | A | |
| PATA | A | A |
| PESA | A | A |
| PSUR | A | A |
| PATY | A | |
| SAMI | A | A |
| TECO | A | A |
| TRAN | A | A |
| YPF | A | A |
| METR | A | A |

| | Base 48 | Base 43 |
|------|---------|---------|
| AGRO | B | A |
| CARC | B | B |
| CADO | B | B |
| CEPU | B | B |
| COME | B | B |
| DYCA | B | B |
| FIPL | B | B |
| JMIN | B | B |
| IRCP | B | |
| LONG | B | B |
| MIRG | B | B |
| PAMP | B | B |
| TGNO | B | B |
| TGSU | B | B |

| | Base 48 | Base 43 |
|------|---------|---------|
| CGPA | C | C |
| CELU | C | C |
| OEST | C | C |
| INDU | C | C |
| INVJ | C | C |
| PAMP | C | C |
| RIGO | C | C |
| TGLT | C | |

Resultados – ELECTRE I

| | base 48 080 | base43 080 | | base 48 080 | base43 080 | | base 48 080 | base43 080 |
|------|-------------|--------------|------|-------------|--------------|------|-------------|------------|
| ALUA | A | A | AGRO | B | B | CADO | C | C |
| ESME | A | B | CGPA | B | C | CTIO | C | C |
| BOLT | A | B | CARC | B | C | FIPL | C | C |
| CELU | A | C | CEPU | B | B | OEST | C | B |
| COLO | A | A | DYCA | B | C | INVJ | C | C |
| COME | A | B | GBAN | B | B | PAMP | C | C |
| CRES | A | X | INDU | B | B | | | |
| FERR | A | A | MORI | B | X | | | |
| GARO | A | A | PAMP | B | B | | | |
| GCLA | A | A | PSUR | B | C | | | |
| GRIM | A | A | RIGO | B | C | | | |
| JMIN | A | C | TGLT | B | X | | | |
| INTR | A | A | METR | B | B | | | |
| IRSA | A | A | | | | | | |
| IRCP | A | X | | | | | | |
| LEDE | A | A | | | | | | |
| LONG | A | A | | | | | | |
| MIRG | A | A | | | | | | |
| MOLI | A | A | | | | | | |
| SEMI | A | A | | | | | | |
| PATA | A | A | | | | | | |
| PESA | A | A | | | | | | |
| PATY | A | X | | | | | | |
| SAMI | A | A | | | | | | |
| TECO | A | A | | | | | | |
| TGNO | A | A | | | | | | |
| TGSU | A | A | | | | | | |
| TRAN | A | A | | | | | | |
| YPF | A | A | | | | | | |

Comparación de métodos



| | Base 48 | Base 43 | | base 48 080 | base43 080 |
|------|---------|--------------|------|-------------|--------------|
| ALUA | A | A | ALUA | A | A |
| ESME | A | A | ESME | A | B |
| BOLT | A | A | BOLT | A | B |
| COLO | A | A | CELU | A | C |
| CTIO | A | A | COLO | A | A |
| CRES | A | X | COME | A | B |
| FERR | A | A | CRES | A | X |
| GARO | A | A | FERR | A | A |
| GBAN | A | A | GARO | A | A |
| GCLA | A | A | GCLA | A | A |
| GRIM | A | A | GRIM | A | A |
| INTR | A | A | JMIN | A | C |
| IRSA | A | A | INTR | A | A |
| LEDE | A | A | IRSA | A | A |
| MOLI | A | A | IRCP | A | X |
| SEMI | A | A | LEDE | A | A |
| MORI | A | X | LONG | A | A |
| PATA | A | A | MIRG | A | A |
| PESA | A | A | MOLI | A | A |
| PSUR | A | A | SEMI | A | A |
| PATY | A | X | PATA | A | A |
| SAMI | A | A | PESA | A | A |
| TECO | A | A | PATY | A | X |
| TRAN | A | A | SAMI | A | A |
| YPF | A | A | TECO | A | A |
| METR | A | A | TECO | A | A |
| | | | TGNO | A | A |
| | | | TGSU | A | A |
| | | | TRAN | A | A |
| | | | YPF | A | A |

| | Base 48 | Base 43 |
|------|---------|--------------|
| AGRO | B | A |
| CARC | B | B |
| CADO | B | B |
| CEPU | B | B |
| COME | B | B |
| DYCA | B | B |
| FIPL | B | B |
| JMIN | B | B |
| IRCP | B | X |
| LONG | B | B |
| MIRG | B | B |
| PAMP | B | B |
| TGNO | B | B |
| TGSU | B | B |

| | base 48 080 | base43 080 |
|------|-------------|--------------|
| AGRO | B | B |
| CGPA | B | C |
| CARC | B | C |
| CEPU | B | B |
| DYCA | B | C |
| GBAN | B | B |
| INDU | B | B |
| MORI | B | X |
| PAMP | B | B |
| PSUR | B | C |
| RIGO | B | C |
| TGLT | B | X |
| METR | B | B |

| | Base 48 | Base 43 |
|------|---------|--------------|
| CGPA | C | C |
| CELU | C | C |
| OEST | C | C |
| INDU | C | C |
| INVJ | C | C |
| PAMP | C | C |
| RIGO | C | C |
| TGLT | C | X |

| | base 48 080 | base43 080 |
|------|-------------|------------|
| CADO | C | C |
| CTIO | C | C |
| FIPL | C | C |
| OEST | C | B |
| INVJ | C | C |
| PAMP | C | C |

Conclusiones

- Ambos métodos permitieron clasificar al conjunto de empresas en 3 grupos.
- En el caso del Modelo Aditivo Básico (DEA) la clasificación fue muy estable, y prácticamente invariante tanto al trabajar con todas las DMUs, como excluyendo las unidades atípicas.
- En el caso de ELECTRE I, hay una mayor tasa de variación en la clasificación, debido a la falta de independencia respecto a la alternativa irrelevante, es decir, al cambiar el conjunto de alternativas aparecen nuevas relaciones de superación.
- Al trabajar con el conjunto completo de Unidades, estos dos métodos alcanzan un 60,42% de coincidencia en la clasificación, mientras que quitando las unidades atípicas (conjunto de 43 empresas) el porcentaje de coincidencia desciende a un 58,14%.
- Como pasos a seguir deseamos ahondar en el análisis de sensibilidad de los cambios en las clasificaciones a partir del uso de metodologías alternativas de ponderación, tanto en los pesos como en los umbrales definidos para ELECTRE, trabajar con otros modelos DEA, analizando los pesos de cada variable considerada para el conjunto de DMUs y la comparación con algún otro método, previo un adecuado tratamiento de los valores atípicos.

Bibliografía

- COMISIÓN NACIONAL DE VALORES (2016) “Estados Contables”. Versión obtenida el 31/12/16.
http://www.cnv.gov.ar/info_financiera.asp?Lang=0
- COOPER W., SEIFORD L. M. Y TONE K. (2007) *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*. Springer 2007.
- DIAKOULAKI, D., MAVROTAS, G., Y PAPAYANNAKIS, L. (1995). “Determining objective weights in multiple criteria problems: The critic method”. *Computers & Operations Research*, 22(7), pp763-770.
- FIGUEIRA JOSÉ RUI MATOS, GRECO SALVATORE, EHRGOTT M., (2005), “Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys”, (pp. 133-162) Springer-Media, New York, 2005.
- FIGUEIRA, J. R., GRECO, S., ROY, B., & SŁOWIŃSKI, R. (2010) ELECTRE methods: main features and recent developments. In *Handbook of multicriteria analysis* (pp. 51-89). Springer Berlin Heidelberg.
- GOVINDAN, K., Y JEPSEN, M. B. (2016). “ELECTRE: A comprehensive literature review on methodologies and applications”. *European Journal of Operational Research*, 250(1), pp. 1-29.
- ROY, B., FIGUEIRA, J. R., & ALMEIDA-DIAS, J. (2014). Discriminating thresholds as a tool to cope with imperfect knowledge in multiple criteria decision aiding: Theoretical results and practical issues. *Omega*, 43, 9-20.
- TZENG, G. H., Y HUANG, J. J. (2011). “*Multiple attribute decision making. Methods and applications*”. Taylor & Francis Group.
- WANG, & TRIANTAPHYLLOU, (2008). Ranking irregularities when evaluating alternatives by using some ELECTRE methods. *Omega*, 36(1), 45-63.