

# ANÁLISIS DE DESEMPEÑO DE LAS CATEGORÍAS EN UN SUPERMERCADO USANDO DATA ENVELOPMENT ANALYSIS

(Revisión 22 Julio, 2004)

Máximo Bosch P ([mbosch@dii.uchile.cl](mailto:mbosch@dii.uchile.cl))

Marcel Goic F. ([mgoic@dii.uchile.cl](mailto:mgoic@dii.uchile.cl))

Pablo Bustos S. (<mailto:pabustos@ing.uchile.cl>)

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL · UNIVERSIDAD DE CHILE.

El aumento en la complejidad de la industria del retail es una tendencia mundial. Una de las expresiones más tangibles de este fenómeno es el explosivo aumento del número de productos ofrecidos por cada sala. Uno de los enfoques de solución para enfrentar es la complejidad es la introducción del concepto de Administración de Categorías en el que grupos de productos de características similares son administrados como si fueran negocios independiente. De esta forma, resulta interesante buscar una herramienta formal para analizar el desempeño de cada categoría. En este trabajo proponemos una metodología basada en DEA y la aplicamos para el caso de un supermercado en Santiago de Chile.

## 1. Administración de Categorías

Un supermercado moderno, de tamaño medio, ofrece a la venta diariamente del orden de veinte mil SKU (Stock Keeping Unit) cada uno identificado por un código de barras distintivo. Un hipermercado puede administrar más de sesenta mil SKU. Su administración significa que a cada uno de ellos se le debe fijar un precio, asignar una ubicación en el supermercado, un cierto espacio en góndola y determinar si habrá o no promociones que consideren a ese SKU. Por otro lado, la venta de un SKU depende, en distinto grado, de la venta de otros SKU, existiendo productos cuyas demandas son complementarias (correlación positiva) y otros que son sustitutas (correlación negativa) [1]. Es en este contexto que la administración de un supermercado se transforma en un problema de decisiones altamente complejo. Por ejemplo, si uno quisiera determinar el precio óptimo de cada SKU, debiera considerar (y estimar) las elasticidades cruzadas de cada SKU con cada uno de los restantes SKU. La forma en que se ha abordado este problema es dividir la mercadería de un supermercado en grupos de productos que tienen algún grado de relación entre sí en términos de la demanda misma (relacionados por el comportamiento del consumidor) u otras causas tales como requerimientos logísticos o del proveedor [2]. Cada una de estos grupos se denomina Categorías y es considerada como una unidad de negocio que se administra en forma relativamente independiente de las otras. En la práctica un supermercado estructura su mercadería en un árbol, en el que el primer nivel se llama “departamentos”, y cuyo número es normalmente inferior a la decena. A su vez cada una de ellos se estructura en Categorías, existiendo también del orden de diez Categorías en cada rama, por un total de alrededor de cien en el segundo nivel del árbol. Es a este nivel en el cual se definen las unidades de negocio, y en promedio, aunque existe mucha variabilidad, una Categoría contempla del orden de doscientos SKU. Cada categoría es asignada a la administración de un “Gerente de Categoría”, para lo cual se le entregan un conjunto de “recursos”: espacio y recursos económicos para promociones, principalmente. Por otro lado, una Categoría puede tener varios objetivos, no sólo maximizar su venta, o el margen bruto que le deja al supermercadista. Efectivamente, hay Categorías cuyo objetivo es “llevar

consumidores a la sala”, otras cuyo objetivo es responder satisfactoriamente, en precio y calidad a los requerimientos del consumidor, y otras cuyo objetivo es mejorar la rentabilidad del negocio, proveyendo un buen margen bruto [4]. En este sentido, indicadores de desempeño de una categoría no son sólo ventas o margen bruto, sino que también interesan otros relacionados con esos otros objetivos que el supermercadista le puede imponer a una Categoría.

## **2. Descripción del problema**

Si bien la Administración por Categorías ha sido una herramienta eficaz para abordar la complejidad de gestionar una sala de supermercado, ha dado origen a un problema administrativo a un nivel superior, correspondiente a la evaluación del desempeño de cada gerente de categoría. Este problema resulta particularmente importante en cadenas de supermercados. Piénsese que en una cadena de veinte salas se debe evaluar el desempeño del orden de dos mil categorías. Este problema se ha resuelto en la práctica recurriendo a un pequeño número de indicadores, tales como rentabilidad por metro de góndola (contribución bruta por metro lineal de góndola durante un cierto período de tiempo), o penetración de la categoría (porcentaje de los compradores que llevan algún SKU de la Categoría) [4]. Sin embargo, como existen distintos objetivos para cada categoría, es difícil poder evaluar sistemáticamente su desempeño. Así por ejemplo, de una categoría diseñada como rol de destino, es decir aquellas que gatillan la ida del cliente a la sala, se espera que tengan muy alta rotación, mientras que para una categoría diseñada como rol de conveniencia, es decir aquellas que no forman parte central de negocio pero que pueden complementarlo rentablemente, se privilegia más el margen que la rotación. De esta manera, el problema puede establecerse como la búsqueda de una forma de comparar el desempeño de las distintas Categorías asumiendo las diferencias en los esfuerzos dedicados y los resultados esperables.

### 3. Enfoque de solución

La técnica de Data Envelopment Analysis (DEA) busca determinar dentro de un grupo homogéneo de objetos a aquellos que tienen un mejor desempeño relativo. La evaluación de desempeño se hace en términos de consumo de insumo - generación de productos. Un objeto será eficiente si no existe ningún otro elemento en el grupo o combinación ellos de permita generar la misma cantidad de productos con un nivel inferior de insumos o visto de otro modo que permita generar una mayor cantidad de productos con el mismo nivel de insumos. En 1978, Charnes, Cooper y Rhodes desarrollaron un enfoque de programación lineal para modelar el problema [5] y desde entonces varias modificaciones han sido propuestas al modelo original [6], [7].

Consideremos un conjunto de  $n$  objetos, en que cada objeto  $i$  queda descrito por un vector  $\{x_{ji}\}$  en que cada componente indica la cantidad del insumos  $j$  utilizada ( $j=1\dots m$ ), y por un vector  $\{y_{ki}\}$  en que cada componente indica la cantidad de producto  $k$  generada ( $k=1\dots s$ ) por el objeto. Luego el problema puede resolverse encontrando para cada objeto  $i$  los valores de las importancias relativas de insumos ( $u_j$ ) y productos ( $v_k$ ) asignados de modo de maximizar el ratio insumo/producto y tal que los ratios de cada objeto se mantenga acotado. Es fácil mostrar que, para cada objeto  $p$ , la formulación primal (P) y dual (D) de este problema pueden expresarse como [8]:

$$\begin{array}{ll}
 \text{(P) } \max \sum_{k=1}^s v_k y_{kp} & \text{(D) } \min \theta_p \\
 \text{s.a } \sum_{j=1}^m u_j x_{jp} = 1 & \text{s.a } \sum_{i=1}^n \lambda_i x_{ji} - \theta x_{jp} \leq 0 \quad \forall j \\
 \sum_{k=1}^s v_k y_{kp} - \sum_{j=1}^m u_j x_{jp} \leq 0 \quad \forall i & \sum_{i=1}^n \lambda_i y_{ki} - y_{kp} \leq 0 \quad \forall k \\
 v_k, u_j \geq 0 \quad \forall k, j & \lambda_i \geq 0 \quad \forall i
 \end{array}$$

En el problema (D), El valor de  $\theta_p$  corresponde a un índice de desempeño que indica que el objeto  $p$  es eficiente solo si  $\theta_p$  vale 1. Las variables  $\lambda_i$  corresponden a los valores duales y pueden interpretarse como el peso del objeto  $i$  en la combinación lineal que configuran la medida de referencia con que se comparará el objeto  $p$  bajo análisis. Si el objeto  $p$  resulta ineficiente, entonces todos los objetos con  $\lambda_i$  que verifiquen valores no nulos pueden utilizarse como benchmarks. En una aplicación de DEA suele preferirse su formulación dual ya que reporta un mejor rendimiento computacional.

La literatura reporta el uso de DEA para la evaluación del desempeño de distintas unidades de negocio a lo largo de múltiples industrias como la bancaria, farmacéutica o de retail [7], [9]. En una aplicación tradicional de DEA, las unidades de análisis corresponden a objetos diseñados para cumplir un mismo objetivo, como es el caso de las sucursales o grupos de trabajo de una misma compañía. La visión de las categorías de un supermercado como unidades de negocio independientes sugiere la posibilidad de la aplicación directa de DEA, pero con la complejidad de evaluar unidades con propósitos distintos.

La primera dificultad en la modelación del problema es la definición de un conjunto de insumos y productos que permitan caracterizar adecuadamente todas las categorías del supermercado. Considerando los distintos roles que pueden estar presentes en un supermercado y la disponibilidad de datos de los puntos de venta (POS), se ha propuesto un conjunto de 7 insumos y 3 productos para caracterizar a cada categoría.

### **Insumos**

- **Espacio:** Corresponde al espacio disponible en góndola para que la categoría exhiba sus productos en el supermercado. Se mide como el metro lineal de góndola asignado.
- **Promoción:** Considera los descuentos en precio de los productos pertenecientes a la categoría.

- Catalogo: Corresponde al número de veces que salió algún producto de la categoría en un catálogo.
- Variedad: La principal dificultad en la incorporación de este factor es que a priori no podemos esperar que cualquier aumento en la variedad genere un aumento en los productos. En efecto, como el espacio es acotado, un aumento en variedad conlleva disminución del espacio asignado a cada SKU. Esto a su vez disminuye la visibilidad de los SKU y aumentan la probabilidad de quiebres de stock. Por esto, se ha descompuesto el efecto variedad en dos factores que entran como productos al modelo:
  - Numero de SKU: Corresponde al porcentaje de SKU en góndola respecto a un referente para la categoría.
  - Espacio por SKU: Corresponde a la cantidad de espacio ocupada en promedio por los SKU perteneciente a la categoría.

## **Productos**

- Boletas: Corresponde al porcentaje de boletas que contienen algún producto de la categoría y mide la presencia de la categoría en una canasta de compra típica de la sala.
- Ventas: Corresponde al valor monetario de las ventas registradas por los productos pertenecientes a la categoría y se calcula como la suma de los precios de venta por el numero de unidades vendidas.
- Margen: Corresponde a los precios de venta menos los costos de adquisición de los productos pertenecientes a la categoría.

#### 4. Resultados Preliminares

El modelo propuesto permite detectar conjuntamente: posibles ineficiencias en la administración de algunas categorías, un conjunto de categorías que sirven como comparación para cada categoría detectada como ineficiente y valores referenciales para los indicadores que no cumplen con los estándares del grupo. El modelo fue implementado en GAMS [10] y aplicado a 31 categorías de un Supermercado en Santiago de Chile de las cuales 14 resultaron ser detectadas como ineficientes, como lo indica la Tabla 1.

<b>Categoría</b>	<b><math>\theta</math></b>	<b>Categoría</b>	<b><math>\theta</math></b>
Vinos	1.00	Margarina	1.00
Confites	1.00	Papel higienico	1.00
Cervezas	1.00	Shampoo	0.85
Helados	1.00	Pañales	0.89
Te	1.00	Toallas Higienicas	1.00
Harinas	0.91	Plasticos	0.93
Fideos	1.00	Leches Liquidas	0.86
Accites	0.89	Galletas	0.83
Azucar	1.00	Bebidas	1.00
Arroces	0.87	Panadería	1.00
Mayonesas	1.00	Frutas y Verduras	0.88
Jugos en Polvo	1.00	Cednas	1.00
Café	0.87	Quesos	0.91
Alimento Infantil	0.73	Carnes	0.90
Leche en Polvo	0.91	Yoghurt	0.86
Detergente	0.89		

Tabla 1: Resultado de la aplicación del modelo DEA a una sala en Santiago de Chile.

Un primer análisis nos indica que el modelo es lo suficientemente robusto para poder detectar ineficiencias en un número considerable de categorías. Sin embargo, puede resultar interesante incorporar restricciones adicionales al modelo para disminuir la flexibilidad con que cada categoría escoge las ponderaciones con que se evalúa su desempeño. Este análisis, junto con la realización de análisis de sensibilidad al modelo y la elaboración de una propuesta de uso desde el punto de vista de la gestión de la sala, son los elementos que constituyen el actual desarrollo de la investigación.

## 5. Referencias

1. Bosch M. and Musalem A., “Análisis de Interrelaciones en las Canastas de Compra en un Supermercado”, *Revista Ingeniería de Sistemas*, Volumen XV, Número 1. (Junio 2001).
2. Berman, Barry; Evans, Joel; “Retail management: a strategic approach”; ed. Prentice Hall. (2001).
3. Blattberg, R. And E. Fox, “Category Management Guide”, Food Marketing Institute, Washington, DC, (1995).
4. Dussart C., “Category Management: Stregths, Limits and Developments”, *European Management Journal*, Vol 16 No1. (Febrero 1998).
5. Charnes A., Cooper W. y Rhodes E. “Measuring the efcieny of decision making units” *European Journal of Operational Research*, pp. 429–444. (1978)
6. Banker R., Chang H. y Cooper W., "Equivalence and implementation of alternative methods for determining returns to scale in data envelopment analysis", *European Journal of Operacional Research*, pp 473-481, (Marzo 1996).
7. Tavares, G. “A bibliography of Data Envelopment Analysis”. *Rutcor Research Report*, Enero (2002).
8. Talluri, S. “Data Envelopment Analysis: Models and Extensions”. *Decision Line*, pp. 8-11. (Mayo 2000)
9. Al-Shammari, M., "Optimization modeling for estimating and enhancing relative efficiency with application to industrial companies", *European Journal of Operational Research* 115(3), pp 488-496. (1999).
10. Kalvelagen, E. “Efficently solving DEA models with GAMS”. *GAMS Development Corp*, (Noviembre 2002).