

# Modelo de trasvase indirecto de opciones de fabricación entre organizaciones: Una aplicación a la industria cerámica

R. RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ<sup>1</sup>, P. GÓMEZ-GASQUET<sup>1\*</sup>, R. F. OLTRA-BADENES<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación Gestión e Ingeniería de Producción (CIGIP)

<sup>1,2</sup>Departamento de Organización de Empresas

<sup>1,2</sup>Universitat Politècnica de València, Valencia, España

En los contextos actuales de competitividad es ampliamente aceptado que la colaboración entre empresas conduce muchas veces a mejores resultados. Además, la industria cerámica española debe mejorar y reducir los costes de sus procesos de fabricación para así poder competir con los productos de menor coste que provienen principalmente de países asiáticos. En este sentido, este trabajo presenta los resultados de aplicar un modelo innovador para facilitar el trasvase indirecto de opciones de fabricación entre dos empresas fabricantes cerámicas competidoras que comparten un mismo proveedor de productos, cuando una de ellas necesita más capacidad de fabricación de la que reservó en base a sus previsiones de demanda y la otra tiene un excedente. Así, se desarrollan una serie de mecanismos decisionales los cuales proporcionan los valores que deben tomar ciertos parámetros para aumentar el beneficio de todos los participantes en el proceso. Con la aplicación de este modelo se alcanzan mejores resultados empresariales tanto económicos como de nivel de servicio.

*Palabras clave: Opciones de fabricación, industria cerámica, colaboración indirecta, Newsboy model.*

**A model to enable indirect manufacturing options transactions between organisations: An application to the ceramic industry**

In the current competitive contexts, it is widely accepted and proved that inter-enterprise collaboration lead in many occasions to better results. The Spanish ceramic industry must improve, dropping its manufacturing costs in order to be able to compete with low cost products coming from Asia. In this sense, this work presents the main results obtained from applying an innovative model, which facilitates the transfer of manufacturing options between two ceramic enterprises that share a common supplier in the scenario where one of them needs more manufacturing capacity than the one booked according to its demand forecast and the another need less. Then, some decisional mechanisms are applied, which output the values for certain parameters in order to augment the benefit of all the three participants. With the application of this model better organisational results both economic and of service level are achieved.

*Keywords: Manufacturing options, ceramic industry, indirect collaboration, Newsboy model.*

*Cómo citar este artículo:* Rodríguez-Rodríguez, R.; Gómez-Gasquet, P. y Oltra-Badenes, R. F. (2014): Modelo de trasvase indirecto de opciones de fabricación entre organizaciones: Una aplicación a la industria cerámica, *Bol. Soc. Esp. Ceram. Vidr.*, 53 (6): 275-278. <http://dx.doi.org/10.3989/cyv.332014>

## 1. INTRODUCCIÓN

El sector cerámico es uno de los sectores productivos más importantes en España, siendo además uno de los principales fabricantes a nivel mundial (1). Sin embargo, en los últimos años su peso específico en el mercado internacional ha disminuido, y la tendencia es que siga haciéndolo en beneficio de países emergentes, que se están consolidando rápidamente (2). Los productores de baldosa cerámica españoles no pueden competir en coste, y deben hacerlo mediante otras estrategias, como puede ser la diferenciación, calidad y diseño del producto o la productividad (3). Así, dicha exigencia del mercado genera una serie de problemas, como la necesidad

de la reasignación de inventario a pedidos (4), y un sistema de información adecuado para la correcta gestión de la falta de homogeneidad de producto (5). Todo ello incide directamente en la programación de la producción de las cadenas de suministro cerámicas, siendo el criterio que más prioridad tiene en las empresas a la hora de programar la producción el cumplimiento de las fechas de entrega, seguido de la maximización de tamaños de lote y minimización de costes de producción (3).

En este contexto, se hace necesaria una coordinación entre las diferentes cadenas de suministro implicadas con el

\*Contacto: Raúl Rodríguez-Rodríguez, Universitat Politècnica de València. Centro de Investigación de Gestión e Ingeniería de la Producción, Camino de Vera s/n, 46022. Tfno: +34 963 879 680. E-mail: raurodro@cigip.upv.es

objetivo de servir a tiempo al cliente de una manera eficiente para todas ellas (6), (7). De esta forma, la lucha por ganar y mantener posiciones de mercado competitivas alcanza, mediante la cooperación entre empresas —en cualquiera de sus formas—, uno de sus mejores resultados (8), (9). Por ejemplo, se dan en la industria cerámica prácticas donde una empresa puede reservar capacidad de fabricación futura, de acuerdo a sus previsiones de demanda, de uno de sus proveedores de forma que, cuando dicha previsión se convierte en demanda real se puede ejecutar, total o parcialmente, la capacidad de fabricación a priori reservada. En este caso, la relación entre las partes es *win/win*, ya que esas empresas colaboran para así ser más eficaces, reducir costes y, por extensión, obtener un mayor beneficio.

Este tipo de acción colaborativa es conocida y está comenzando a ser aplicada en la industria cerámica, y es un paso más dentro del contexto de relaciones de colaboración que vienen manteniendo actores de dicha industria (principalmente fabricante de pavimentos y revestimientos cerámicos con sus proveedores de materia prima de primer nivel), tales como por ejemplo: compartición de información de previsiones de demanda, de planes de fabricación, prácticas de transporte colaborativo, etc. Dicha relación colaborativa ha sido modelada y tratada en la literatura, especialmente en el denominado *Newsboy Model* (10).

Sin embargo, en este trabajo se quiere extender la aplicación del problema y, partiendo de que la capacidad de fabricación a reservar del proveedor es finita, cabe preguntarse qué pasaría si, una vez la demanda es real, una empresa fabricante cerámica tuviera un excedente de opciones de fabricación y otra necesitara más capacidad de fabricación de su proveedor común de la que habían reservado en base a sus previsiones de demanda. Si se considera además que dichas empresas son competidoras, descartándose por tanto la posibilidad de que negocien el trasvase de capacidad de fabricación entre ellas, nos encontramos con un escenario novedoso en el campo de la gestión de las operaciones en general y de la industria cerámica en particular. En este contexto, sería necesario analizar si existe algún método indirecto de posibilitar dicho trasvase de capacidad de fabricación entre las empresas fabricantes que resultara en que todas las partes aumentaran su beneficio.

El presente trabajo presenta un método que modela cuantitativamente el problema anteriormente descrito, ofreciendo los principales resultados obtenidos en una aplicación real del sector cerámico.

## 2. MODELO DE GESTIÓN PARA FACILITAR EL TRASVASE INDIRECTO DE CAPACIDAD DE FABRICACIÓN

El modelo clásico *Newsboy* considera solamente una cadena de suministro: un fabricante principal (OEM) y a uno de sus proveedores de primer nivel. Dicho modelo permite al OEM, en función de sus previsiones de demanda y sujeto a algunos costes e ingresos esperados, reservar una cantidad óptima de capacidad de fabricación  $Q$  del proveedor. Al mismo tiempo, el modelo también calcula los beneficios esperados del proveedor en función de la cantidad de opciones de fabricación que el OEM reserva y ejecuta. A continuación se enumeran los costes e ingresos esperados que se utilizan

en el modelo para ofrecer, de forma analítica, los beneficios esperados de ambos actores de la cadena de suministro.

Desde un punto de vista del OEM, para el cálculo de la cantidad óptima a reservar de capacidad de fabricación del proveedor ( $Q$ ) que resultará en un beneficio mayor, se tienen en cuenta:

- Coste de reserva de capacidad de fabricación ( $c$ ).
- Coste de ejecución de la capacidad de fabricación reservada ( $x$ ).
- Precio de venta del producto ( $R$ ).
- Previsión de demanda ( $d$ ).

Desde un punto de vista del proveedor, para el cálculo de su beneficio se tienen en cuenta:

- Ingreso asociado a la reserva de capacidad de fabricación ( $c$ ).
- Ingreso asociado a la ejecución de la capacidad de fabricación reservada ( $x$ ).
- Coste de fabricación del producto a servir al OEM ( $M$ ).
- Previsión de demanda ( $d$ ).

Este modelo clásico se ejecuta en un paso y proporciona la cantidad óptima de capacidad de fabricación,  $Q$  a reservar a priori, antes de que la demanda sea real, por el OEM y los beneficios asociados tanto para el OEM como para el proveedor. Por tanto, dicho modelo clásico no describe qué hacer una vez la demanda es real como tampoco estudia diferentes escenarios que podrían darse en función de si la demanda es mayor o menor de lo previsto. Adicionalmente, el modelo no ofrece la posibilidad, en su concepción clásica, de aplicarse a más de una cadena de suministro al mismo tiempo. De esta forma, en este trabajo se modelan dos cadenas de suministro cerámicas que cuentan con dos fabricantes (OEMs) y un proveedor de primer nivel, el cual es común a ambos fabricantes. Así, este nuevo modelo cuenta con los parámetros utilizados en caso de una cadena de suministro e incorpora una serie de nuevos parámetros para gobernar el intercambio indirecto de capacidad de fabricación entre los fabricantes. A continuación se describe el proceso así como dichos parámetros asociados.

En primer lugar ambos fabricantes reservan, de forma independiente, una cantidad de capacidad productiva del proveedor común, denominada  $Q1$  y  $Q2$  en función de los parámetros anteriormente presentados.

Hasta este momento se sigue el modelo clásico del *Newsboy*, pero una vez la demanda se hace real ( $D$ ) es posible que aparezca un escenario donde uno de los fabricantes haya reservado más capacidad de fabricación de la que en realidad necesita, por ejemplo el fabricante 1 ( $Q1 > D1$ ) y, por el contrario, que el otro fabricante haya reservado menos de la que necesita ( $Q2 < D2$ ). Dicho fabricante 2 puede intentar acceder a más capacidad de fabricación del proveedor el cual es posible que tenga suficiente para ofrecer en la cantidad requerida ( $D2 - Q2$ ) o que no tenga. Es este último caso el que resuelve el presente trabajo, donde el comportamiento del proveedor puede ser intentar obtener del fabricante 1, que ha reservado en exceso y tiene capacidad sobrante, la cantidad requerida por el fabricante 2. Dado que ambos fabricantes son competidores, el proveedor debe asumir un rol de mediador indirecto entre ambos, de forma que facilite el trasvase de capacidad de fabricación del fabricante 1 al 2. Evidentemente, el fabricante 2 debe estar dispuesto a pagar un cierto precio

premium ( $P$ ) por dicha capacidad extra a ser trasvasada desde el fabricante 1, siendo  $P$  mayor que el precio pagado tanto para reservar capacidad a priori ( $c$ ) como para ejecutarla ( $x$ ),  $P > x > c$ , el cual pasará al fabricante 1 total o parcialmente de acuerdo a la comisión que decida retener el proveedor ( $Com$ ). De esta forma, se debe cumplir que la cantidad recibida por el fabricante 1 por el trasvase ( $N$ ) es igual a la cantidad pagada por el fabricante 2 menos la comisión retenida por el fabricante ( $P-Com$ ). El proveedor es parte activa del proceso de colaboración indirecta ya que no solamente decide qué comisión se queda sino que también debe de actuar de facilitador entre ambos fabricantes a la hora de negociar el precio premium del trasvase de opciones de fabricación. Es importante pensar que el proveedor común puede decidir no retener ninguna comisión para facilitar el trasvase de opciones de fabricación y mantener o incluso aumentar el nivel de servicio a sus clientes. Este es un comportamiento típico de los proveedores de la industria cerámica española, dado que prefieren mantener un nivel de servicio alto/muy alto de la cadena de suministro con sus clientes, ya que es uno de los factores competitivos más importantes que pueden ofrecer frente a la competencia de otros mercados, sobre todo los emergentes.

Por tanto, diferentes nuevos parámetros ( $P$ ,  $Com$ ,  $N$ ) han sido introducidos en el modelo clásico del *Newsboy* para facilitar el trasvase de capacidad de fabricación.

La Figura 1 ilustra el comportamiento del modelo desarrollado indicando mediante números entre paréntesis la secuencia que se sigue en el proceso.

No debemos olvidar que este tipo de propuesta debe sustentarse en sistemas de información adecuados, fundamentalmente orientados a servicios con algunas propuestas que complementan la de este trabajo (11).

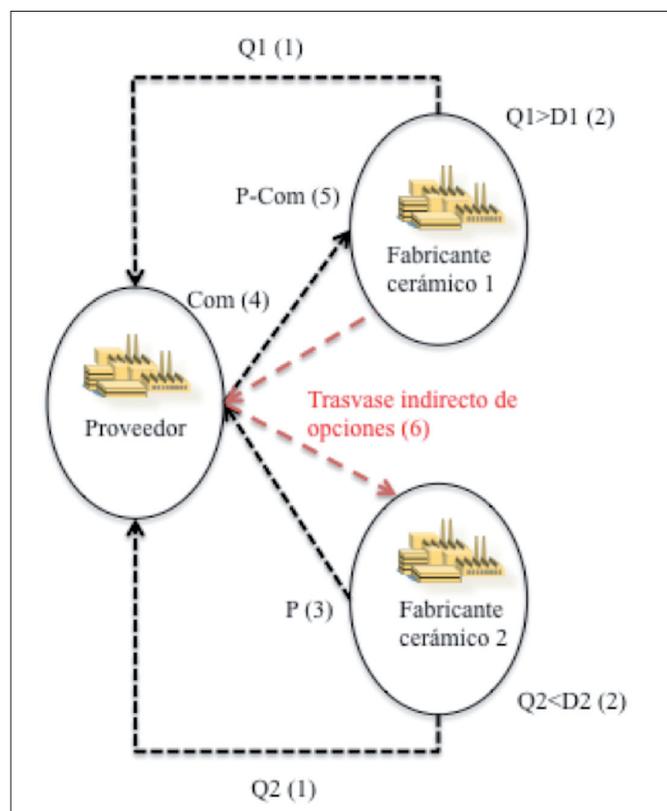


Figura 1. Ilustración del proceso de trasvase indirecto de opciones de fabricación

### 3. APLICACIÓN A UNA EMPRESA DEL SECTOR CERÁMICO

Con la finalidad de evaluar e ilustrar el modelo desarrollado en el presente trabajo para el sector productivo cerámico se ha aplicado el mismo a dos empresas fabricantes españolas del sector cerámico ubicadas ambas en Castellón. Dichas empresas (F1 y F2) son fabricantes de pavimentos y revestimientos cerámico y comparten un proveedor (PR) de primer nivel de esmaltes ubicado en la zona de Sassuolo, en el norte de Italia.

F1 y F2 tienen una previsión de demanda que sigue un comportamiento normal de valores (325, 50) y (700, 125) respectivamente. Además, los precios de venta son  $R1=280$ ,  $R2=325$  y los valores de reserva de capacidad y de ejecución de la misma son:  $c1=11$ ,  $c2=15$ ,  $x1=16$ ,  $x2=2$ . Por su parte, PR tiene unos valores de sus parámetros de  $M1=90$ ,  $M2=125$ . Hasta este momento, se puede obtener el beneficio obtenido por cada una de las dos cadenas de suministro (F1-PR y F2-PR) aplicando el modelo clásico del *Newsboy*, tal y como se puede observar en la segunda columna de la Tabla 1. Por otra parte, al aplicar la extensión del modelo presentada en este trabajo, se obtienen los resultados mostrados en la tercera columna de la Tabla 1 (dichos resultados se alcanzan para un precio premium  $P=25$  y de comisión  $Com=0$  de trasvase de opciones del F1 al F2, considerando que dicho trasvase cubre las necesidades extras del F2). La última columna de la Tabla 1 muestra el incremento de beneficio obtenido al aplicar el presente trabajo con respecto a la aplicación del modelo clásico del *Newsboy*.

TABLA 1. BENEFICIOS CALCULADOS (EN €)

	Modelo clásico	Trasvase de opciones (P=25, Com=0)	Incremento de beneficio
F1-PR	56.571	60.207	3.636
F2-PR	74.012	79.943	5.931
Red global (F1-F2-PR)	130.583	140.150	9.567

El incremento de beneficio de toda la red global como resultado de propiciar la colaboración indirecta entre los fabricantes por medio del trasvase de opciones de fabricación es sustancial, cercano al 7 %, tal y como puede verse en la cuarta fila de la Tabla 1. Dicho beneficio máximo de la red global viene dado para unos valores concretos de comisión ( $Com=0$ ) y de precio premium de trasvase ( $P=25$ ). Lógicamente pueden alcanzarse otros valores de beneficio de la red para diferentes combinaciones de  $Com$  y de  $P$ , siendo interesante analizar el comportamiento en el tiempo de diferentes combinaciones para tener más información a la hora de tomar decisiones (en este caso el Proveedor).

Así, la Figura 2 muestra el incremento global de la red de acuerdo con los diferentes valores de  $Com$  y de  $P$ . Se observa que cuanto menores son ambas variables, mayor es el incremento de beneficio de la red global. Asimismo, se puede ver que las funciones de beneficio adoptan una función convexa, por lo que es posible calcular el valor mínimo para una combinación óptima de  $Com$  y de  $P$ . Aunque esto implica que es necesario hacer un análisis iterativo para encontrar dicha solución óptima, los beneficios que la red global puede alcanzar son muchos mayores. También es reseñable que las diferencias en valor del incremento de beneficio de la red global son pequeñas para valores de  $Com$  entre 0,5 y 1. Esto

puede ser debido al hecho de que altas comisiones llevan a que casi toda la cantidad de dinero que paga un fabricante,  $P$ , no llega al otro fabricante porque se lo queda el proveedor y se compensa, debido a los parámetros del modelo la cantidad global de incremento de beneficio de la red.

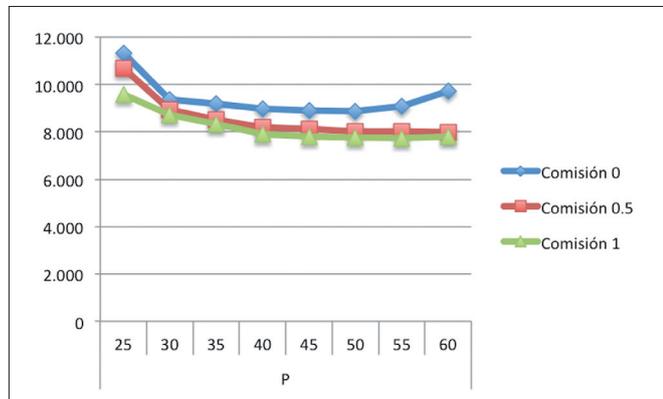


Figura 2. Evolución del incremento de beneficio de la red global en función de Com y de P.

Es posible efectuar análisis similares de forma individualizada para los diferentes actores de la red global cerámica (F1, F2, PR). De esta forma, es interesante analizar la evolución del beneficio del proveedor, que es quien juega el rol determinante desde un punto de vista decisional en este modelo ampliado del *Newsboy*. Analizando dicha evolución se demuestra que cuanto mayor es el valor de la comisión retenida (Com) mayor es el beneficio del proveedor, como era de esperar. Profundizando en el valor de dicha comisión retenida, se ha calculado que el valor a partir del cual el proveedor experimenta incrementos positivos de beneficio (comparado con el beneficio obtenido con el modelo clásico) es del 0,53. Eso significa que, cuando el proveedor retiene más del 53 % del precio *premium* ( $P$ ) obtiene dichos incrementos positivos. Observando la Figura 2, se observa que para valores a partir de esa magnitud de comisión (0,53) los valores de incremento de beneficio de la red global se mantienen casi constantes, esto es debido a que cuando el proveedor experimenta incrementos de beneficio los fabricantes aumentan su nivel de pérdidas. En general, es posible concluir que valores bajos de la variable comisión y valores relativamente bajos y altos de la variable precio *premium* proporcionan más beneficios para todos los miembros de la red global. Sin embargo, el proveedor debe tener en cuenta que, para valores bajos de comisión, incurrirá en incrementos de beneficio negativos. Este hecho hará que, en determinadas situaciones, el proveedor deberá decidir si decide sacrificar su propio incremento de beneficios para alcanzar un incremento de beneficio global de la red.

#### 4. CONCLUSIONES

Este trabajo aborda y soluciona cuantitativamente un escenario difícil desde un punto de vista de la gestión,

aplicando un modelo que resuelve dicha problemática en el sector cerámico. En dicho escenario se encuentran dos empresas fabricantes de productos cerámicos competidoras que comparten un proveedor común de esmaltes y que les permite reservar a priori su capacidad productiva, necesitando uno de esos fabricantes más capacidad de fabricación y teniendo el otro dicha capacidad disponible pero no siendo posible que se la venda directamente, al ser ambos competidores. De los resultados obtenidos de la aplicación práctica llevada a cabo en esa red de empresas, es posible afirmar que el modelo que facilita el trasvase indirecto de opciones de fabricación es un herramienta de toma de decisiones organizacionales que permite decidir, desde un punto de vista económico, cuándo y bajo qué condiciones dicho trasvase proporciona incrementos de beneficio para todos los miembros de la red global (fabricantes cerámicos y proveedor de esmaltes). La aplicación de este modelo proporciona mejores resultados empresariales tanto económicos como de nivel de servicio.

#### REFERENCIAS

- Albors, J.; Márquez, P.; Hervás, J.L.; (2008): Las relaciones fabricante distribuidor como elementos básicos de un modelo competitivo en el caso del cluster cerámico español: Análisis empírico de los factores moderadores, *Bol. Soc. Esp. Ceram. Vidr.*, 47 (6): 339-344. <http://dx.doi.org/10.3989/cyv.2008.v47.i6.159>.
- Albors, J.; Márquez, P.; Segarra, M.; (2009): Internet como herramienta de creación de valor en sectores maduros. El caso de los productores y distribuidores cerámicos en España, *Bol. Soc. Esp. Ceram. Vidr.*, 48 (6): 279-288. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2009.03.005>
- Vallada, E.; Maroto, C.; Ruiz, R.; (2005): Análisis de la programación de la producción en el sector cerámico español, *Bol. Soc. Esp. Ceram. Vidr.*, 44 (1): 39-44. <http://dx.doi.org/10.3989/cyv.2005.v44.i1.401>
- Alemany, M.M.E.; Alarcón, F.; Oltra, R.F.; Lario, F.C.; (2013): Reasignación óptima del inventario a pedidos en empresas cerámicas caracterizadas por la falta de homogeneidad en el producto (FPH), *Bol. Soc. Esp. Ceram. Vidr.*, 52 (1): 31-41. <http://dx.doi.org/10.3989/cyv.072011>
- Oltra-Badenes, R.F.; Gil-Gómez, H.; Bellver López, R.; Asensio-Cuesta, S.; (2013): Análisis de requerimientos y diseño de modelo de datos para el desarrollo de una solución ERP vertical adaptada al sector cerámico, *Bol. Soc. Esp. Ceram. Vidr.*, 52 (12): 63-70. <http://dx.doi.org/10.3989/cyv.82013>
- Alarcón, F.; Alemany, M.M.E.; Lario, F.C.; Oltra, R.F.; (2011): La falta de homogeneidad del producto (FHP) en las empresas cerámicas y su impacto en la reasignación del inventario, *Bol. Soc. Esp. Ceram. Vidr.*, 50 (1): 49-58. <http://dx.doi.org/10.3989/cyv.072011>
- Li, X.; Wang, Q.; (2007): Coordination mechanisms of supply chain systems, *Eur. J. Oper. Res.*, 179: 1-16.
- Rodríguez-Rodríguez, R.; Perez Gonzalez, P.; Leisten, R.; (2011): From competitive to collaborative supply networks: A simulation study, *Appl. Math. Model.*, 35: 1054-1064. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apm.2010.07.050>
- Nagarajan, M. (2006): Game-Theoretic analysis of cooperation among supply chain agents: Review and extensions. En *Marshall Research Paper IOM 04-06*, 1-37. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.900744>
- Rudi, N.; Pyke, D.F.; (2000): Teaching supply chain concepts with the newsboy model, En *Supply Chain Management: Innovations for Education POMS Series in Technology and Operations Management*, 2: 170-180.
- Pereyra, R. D. F.; Ortiz, A.; Gasquet, P. (2011): Service-Oriented Approach Supporting Dynamic Manufacturing Networks Operations. En *Collaborative Systems for Reindustrialization*, Springer, Berlin Heidelberg, Alemania, pp. 345-354. [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-40543-3\\_37](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-40543-3_37)

Recibido: 02/10/2014

Recibida versión corregida: 10/12/2014

Aceptado: 11/12/2014