

# EFECTO DE LOS COSTES EN ORIGEN Y TRANSPORTE EN LAS LOCALIZACIONES ÓPTIMAS DE CENTROS DE DISTRIBUCIÓN\*

*MARÍA DOLORES GARCÍA PÉREZ*

*Universidad Católica San Antonio*

*BLAS PELEGRÍN PELEGRÍN*

*PASCUAL FERNÁNDEZ HERNÁNDEZ*

*Universidad de Murcia*

Este trabajo tiene por objeto estudiar las localizaciones óptimas de los centros de distribución de una empresa entrante, según varían los costes en origen y transporte. La empresa compete en precios de entrega con otras empresas, las cuales ofertan los precios de equilibrio en cada mercado. El estudio se aplica para la red de transporte de la Región de Murcia, donde los mercados son las cabeceras municipales, con una función de demanda lineal que depende del tamaño de la población. Para distintos costes en origen y transporte se han obtenido las localizaciones óptimas de la empresa entrante y los correspondientes beneficios de las empresas competidoras en cuatro escenarios distintos.

*Palabras clave:* localización, competencia espacial, precios de entrega.

*Clasificación JEL:* L11, R10.

**L**a localización de los centros de distribución de una empresa entrante es una decisión estratégica que depende en gran medida de cuáles son los costes en origen y transporte. En este trabajo se analiza el problema de localización para una empresa entrante, que tiene que competir en precios de entrega con otras empresas ya establecidas. Si los mercados están espacialmente separados, el beneficio de la empresa se verá fuertemente afectado por las localizaciones de sus centros de distribución y por los precios de venta que oferten sus competidores en cada mercado. Si el producto es homogéneo cada consumidor comprará a la empresa que oferte el menor precio, por lo que el proceso de competencia en precios conlleva que cada empresa monopolice un grupo de mercados en los que puede ofertar un precio más bajo que sus competidores.

---

(\*) Este trabajo forma parte del proyecto *ECO2011-24927*, financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad y el Fondo Europeo para el Desarrollo Regional (FEDER), a los que queremos expresar nuestro agradecimiento.

Hoover (1936) analizó por vez primera esta política de precios y concluyó que el precio de equilibrio para una empresa con el coste marginal de entrega más bajo es igual al segundo coste marginal de entrega más bajo. Este resultado fue extendido al caso de competencia espacial en un subconjunto compacto del plano por Lederer y Hurter (1986) y al caso de competencia en redes por Lederer y Thisse (1990). Esta política de precios se usa con frecuencia cuando la razón entre el coste de transporte y el precio total es alta [véase Philips (1985)]. Estudios sobre precios de equilibrio pueden verse en Lederer (2003) y Pacheco (2009), donde bajo ciertas condiciones se demuestra que el equilibrio en precios es único y está determinado por las localizaciones de los centros de distribución de las empresas que compiten.

Si las empresas ofertan los precios de equilibrio, el problema de decidir sobre localización y precio se reduce a un problema de decisión sobre localización. Este último ha sido estudiado principalmente en dos aspectos. Por un lado, se ha investigado la existencia de equilibrios en localización para las empresas que compiten. Si la demanda es completamente inelástica y los costes de producción son constantes, se ha demostrado que las localizaciones que minimizan el coste social (coste total de entrega si cada consumidor es servido por el centro con el menor coste marginal de entrega) son equilibrios de Nash en localización [Lederer y Thisse (1990) y Dorta y otros (2005)].

Sin embargo, esto no ocurre si la demanda es sensible al precio, o si los costes de producción no son constantes, [Hamilton y otros (1989) y Gupta (1994)]. Un estudio sobre la minimización del coste social en una red puede verse en Pelegrín y otros (2011). Por otro lado, se ha analizado cuáles son las mejores localizaciones para una empresa entrante. Este problema ha sido resuelto para redes de transporte bajo la hipótesis de concavidad en las aristas de los costes de producción y transporte. Bajo estas hipótesis, las localizaciones que maximizan el beneficio de la empresa entrante se encuentran en los nodos, lo que ha permitido usar modelos de Programación Lineal Entera para su obtención. En Fernández y otros (2007) se presenta un modelo que permite obtener las localizaciones óptimas para varios centros de distribución y una demanda constante. En García y otros (2011) se plantea un modelo para el caso en que la demanda varía con el precio ofertado en cada mercado, cualesquiera que sean las funciones de demanda.

En este trabajo hemos usado el modelo propuesto en García y otros (2011) para estudiar el efecto de los costes en origen y de transporte en las localizaciones óptimas de la empresa entrante y en los beneficios de las empresas competidoras. Para ello se han resuelto una gran diversidad de problemas de localización en la red de transporte de la Región de Murcia (España), para una función de demanda lineal en precio en cada uno de sus 45 municipios. Se han considerado cuatro escenarios, que corresponden a las diferentes localizaciones para los centros existentes. Para cada escenario se ha analizado el efecto producido al variar el coste marginal en origen y el coste marginal de transporte.

El resto del trabajo se estructura de la forma siguiente. En la Sección 1 se presentan las hipótesis básicas y la notación utilizada, se describe el problema de localización y se presenta su formulación como un modelo de optimización. En la Sección 2 se describe el estudio realizado y en las Secciones 3 y 4 se analizan los resultados obtenidos. Finalmente en la Sección 5 se sintetizan las principales conclusiones.

## 1. MODELO DE LOCALIZACIÓN

El modelo que se emplea en este trabajo parte de considerar una red de transporte en la que una empresa entrante desea localizar sus centros de distribución. La empresa entrante tiene que competir por la venta de un producto homogéneo con otras empresas ya establecidas. La demanda está espacialmente separada y podemos suponer que se produce en los nodos poblacionales de la red (véase Francis y otros (2002) para una agregación de la demanda). La función de demanda es conocida en cada nodo y viene dada por una función lineal en el precio, que puede ser diferente de un nodo a otro. Cada empresa oferta un precio en cada mercado, que incluye el coste de transporte, y envía el producto a los puntos de consumo. El precio ofertado en cada nodo debe estar comprendido entre el coste marginal de entrega y el precio máximo de venta correspondiente a la función de demanda. Al tratarse de un producto homogéneo los consumidores no tienen preferencia por ninguna empresa, por lo que compran a la que ofrece el precio más bajo. Si más de una empresa ofrece el precio más bajo en algún mercado, el proceso de competencia en precio conlleva que se compre a aquella que tenga el menor coste marginal de entrega. Si hay varias empresas con el menor coste marginal de entrega, dicho coste sería el precio de equilibrio y el beneficio de las empresas en ese mercado sería cero, por lo que no importa cómo se resuelvan estos empates.

Asimismo, se supone que el coste marginal de entrega de la empresa entrante es igual a la suma del coste marginal en origen y del coste marginal de transporte. El primero depende de la localización del punto de distribución y viene dado por una función cóncava en cada arista de la red. El segundo depende de la distancia entre el punto de distribución y el de consumo, y viene dado por una función cóncava y creciente con la distancia. Una justificación de la hipótesis de concavidad puede verse en Dorta *et al.* (2005) y García y otros (2011).

Las empresas ya establecidas no reaccionan localizando nuevos centros de distribución como consecuencia de la entrada de la nueva empresa, pero pueden reaccionar variando sus precios. Dichas empresas, aunque pueden ser varias, pueden considerarse como una sola empresa sin ninguna pérdida de generalidad en la formulación del modelo. Finalmente, se supone que el coste marginal de entrega en cada nodo es independiente de la cantidad vendida. El cuadro de la página siguiente sintetiza la notación a utilizar.

La empresa entrante monopolizará aquellos mercados para los cuales su coste marginal de entrega sea inferior al de sus competidores. El precio que ofertará en cada uno de estos mercados será el precio de equilibrio. En cada mercado  $k$  monopolizado por la empresa entrante, dicho precio viene dado por la solución del siguiente problema de optimización:

$$\text{Maximizar } \{ (a_k - b_k p) (p - c_k(X)) : c_k(X) \leq p \leq c_k^{com} \}$$

donde  $X$  es el conjunto de localizaciones de los centros de distribución de la empresa entrante y  $c_k(X) = \min \{c_{xk} : x \in X\}$  es el precio mínimo que puede ofertar la empresa entrante. La solución óptima de dicho problema depende de  $X$ , y viene dada por:

$$p_k(X) = \begin{cases} p_k^{mon}(c_k(X)) & \text{si } c_k(X) \leq 2c_k^{com} - \frac{a_k}{b_k} \\ c_k^{com} & \text{si } c_k(X) > 2c_k^{com} - \frac{a_k}{b_k} \end{cases}$$

donde  $p_k^{mon}(c_k(X)) = \frac{1}{2}(c_k(X) + \frac{a_k}{b_k})$  es el precio de monopolio de la empresa entrante en el mercado  $k$ . Por lo tanto el precio de equilibrio es  $p_k(X) = \min \{p_k^{mon}(c_k(X), c_k^{mon})\}$ .

---

Índices:

---

$j$	índice de los nodos de la red, $j = 1, 2, \dots, n$
$k$	índice de los nodos poblacionales, $k = 1, 2, \dots, m; m \leq n$

---

Datos:

---

$K$	conjunto de mercados, $K = \{1, 2, \dots, m\}$
$q_k(p)$	función de demanda en el mercado $k, k \in K: q_k(p) = a_k - b_k p$ si $0 \leq p \leq \frac{a_k}{b_k}, q_k(p) = 0$ en otro caso; $a_k > 0, b_k > 0$
$L$	conjunto de posibles localizaciones para la empresa entrante
$o_x$	coste marginal en origen, $x \in L$
$t_{xk}$	coste marginal de transporte entre $x$ y $k; x \in L, k \in K$
$c_{xk}$	coste marginal de entrega entre $x$ y $k, c_{xk} = o_x + t_{xk}$
$E$	conjunto de localizaciones de las empresas existentes
$c_k^{com}$	mínimo coste marginal de entrega de las empresas existentes en $k$

---

Variables de decisión:

---

$X$	localizaciones de los puntos de distribución de la empresa entrante
$p_k$	precio a ofertar en el mercado $k$ por la empresa entrante, $k \in K$

---

Si el mercado  $k$  es monopolizado por sus competidores, es decir  $c_k^{com} < c_k(X)$ , no hay beneficio y el precio de equilibrio es  $p_k(X) = c_k(X)$ .

Por lo que se refiere a las localizaciones óptimas, si la empresa entra en el mercado con  $r$  puntos de distribución, las mejores localizaciones se obtendrán resolviendo el siguiente problema:

$$\text{Maximizar } \left\{ \pi(X) = \sum_{k=1}^m \pi_k(X) : |X| = r, X \subset L \right\}$$

donde  $\pi_k(X)$  es el beneficio que obtiene en el mercado  $k$  al ofertar el precio de equilibrio  $p_k(X)$ .

En una red de transporte los centros de distribución pueden localizarse en los nodos o en las aristas. Bajo las hipótesis de concavidad de los costes en origen y transporte se verifica la siguiente propiedad:

Propiedad de optimalidad (García y otros 2011): Hay un conjunto de  $r$  nodos en los que se maximiza el beneficio de la empresa entrante.

Definimos los siguientes conjuntos y variables:

$$\begin{aligned}
 L_k &= \{ j \in L : c_{jk} < c_k^{com} \} \\
 K^* &= \{ k \in K : L_k \neq \emptyset \} \\
 x_j &= \begin{cases} 1 & \text{si un centro es localizado en } j \\ 0 & \text{en caso contrario} \end{cases} & j \in \bar{L} = \bigcup_k L_k \\
 y_{jk} &= \begin{cases} 1 & \text{si el mercado } k \text{ es servido desde } j \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases} & j \in L_k, k \in K^*
 \end{aligned}$$

donde  $L$  es el conjunto de nodos y  $L_k$  es el conjunto de nodos en los cuales la empresa entrante puede ofertar un precio inferior al de sus competidores, consiguiendo de esta forma el mercado  $k$ .  $K^*$  es el conjunto de mercados en los que la nueva empresa puede obtener un beneficio positivo.  $x_j$  e  $y_{jk}$  son las variables de localización y asignación, respectivamente.

Entonces, el problema de localización puede ser formulado como sigue:

$$\left\{ \begin{array}{l}
 \text{Max} \quad \sum_{k \in K^*} \sum_{j \in L_k} q_k(p_k(j)) (p_k(j) - c_{jk}) y_{jk} \\
 \text{s.a.} \quad \sum_{j \in L_k} y_{jk} \leq 1, \quad k \in K^* \\
 y_{jk} \leq x_j, \quad k \in K^*, j \in L_k \\
 \sum_{j \in L} x_j = r \\
 x_j, y_{jk} \in \{ 0, 1 \}
 \end{array} \right.$$

La función objetivo representa el beneficio obtenido por la empresa entrante si localiza  $r$  centros de distribución, donde los precios a ofertar vienen dados por:

$$p_k(j) = \begin{cases} \frac{1}{2}(c_{jk} + \frac{a_k}{b_k}) & \text{si } c_{jk} \leq 2c_k^{com} - \frac{a_k}{b_k} \\ c_k^{com} & \text{si } c_{jk} > 2c_k^{com} - \frac{a_k}{b_k} \end{cases}$$

El primer conjunto de restricciones indica que cada mercado  $k \in K^*$  puede ser servido a lo sumo por un nuevo centro de distribución, aquel que tenga asociado el mínimo coste marginal de entrega. El segundo conjunto de restricciones indica que un mercado  $k \in K^*$  puede ser servido sólo desde aquellas localizaciones  $j$  en las que se hayan abierto nuevos centros de distribución. La restricción tercera nos indica que debe ser  $r$  el número de nuevos centros abiertos. El cuarto conjunto de restricciones indica que las variables del modelo son todas de tipo binario.

## 2. ESTUDIO EN LA RED DE TRANSPORTE DE LA REGIÓN DE MURCIA

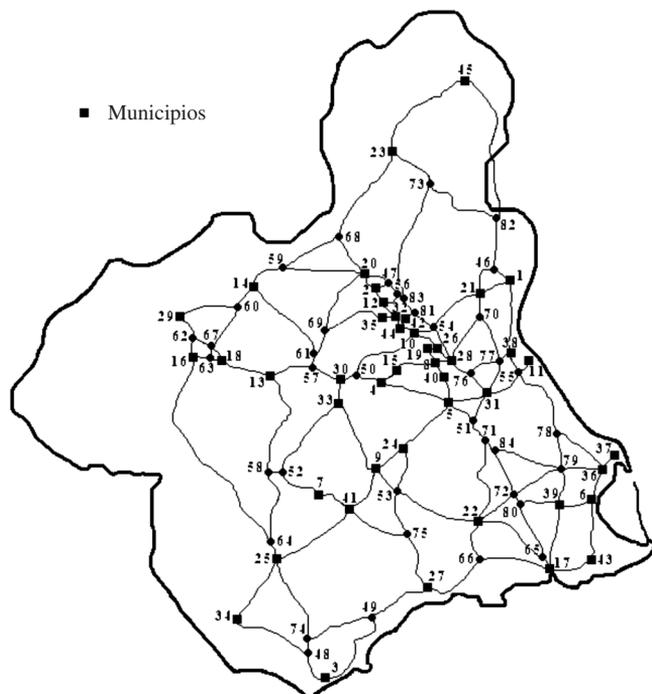
Las posibles variaciones que se produzcan en los costes en origen y transporte pueden afectar a la optimalidad de las localizaciones de los centros de distribución. Un cambio de localización es muy costoso para una empresa, por lo que le interesa conocer en qué medida una localización permanecerá siendo óptima ante un cambio del coste en origen o del coste de transporte. En el estudio realizado suponemos que las empresas ya establecidas reaccionan variando sus precios a la entrada de la nueva empresa, de manera que todas las empresas elegirán los precios de equilibrio que resulten después de que la empresa entrante fije sus localizaciones. Cualesquiera que sean los nuevos precios ofertados, la empresa entrante competirá en cada mercado con el centro ya establecido que tenga el menor coste marginal de entrega en ese mercado, no importa a qué empresa pertenezca. Por lo tanto, para obtener el precio óptimo y determinar el beneficio de la empresa entrante en cada mercado, podemos considerar a los centros ya establecidos como una sola empresa.

Para conocer cómo afectarán las posibles variaciones del coste en origen y del coste de transporte en la localización óptima de los centros de distribución, y por consiguiente en los beneficios de las empresas competidoras, hemos aplicado el modelo descrito con anterioridad a la Región de Murcia. Por simplicidad, consideramos un coste marginal en origen fijo para todas las posibles localizaciones de la empresa entrante, es decir  $o_x = o, \forall x \in L$ . Para la empresa ya establecida hemos considerado un coste en origen constante,  $o^{com}$ . Hemos supuesto que el coste de transporte es lineal con la distancia, siendo  $t$  el coste marginal de transporte por unidad de distancia y de producto. El valor de  $t$  es igual para las dos empresas, ya que suponemos que utilizan el mismo modo de transporte en la región.

En la red de transporte de la Región de Murcia (ver gráfico 1) hay 84 nodos que son los candidatos a localizar los centros de distribución de la empresa entrante (conjunto  $L$ ). De ellos, 45 son nodos poblacionales que corresponden a las cabeceras municipales en las que están agregados los mercados (véase el cuadro 1).

La demanda en cada nodo poblacional  $k$  viene dada por  $q_k(p) = a_k - (a_k/100)p$ , donde  $a_k$  es proporcional a la población en el nodo  $k$ ,  $k = 1, 2, \dots, 45$ , y  $p$  es el precio de venta por unidad de producto,  $0 \leq p \leq 100$ . Se ha considerado un coste  $o^{com} = 20$  y  $o \in \{16, 18, 20, 22, 24\}$  y, lo que refleja variaciones en los costes en origen de la empresa entrante respecto a sus competidores del 10% y 20%. Asimismo, se han tomado siete valores diferentes para el coste marginal de transporte  $t \in \{0.1, 0.2, \dots, 0.7\}$ , que permiten reflejar variaciones considerables del mismo. Para las empresas existentes se han seleccionado  $s$  centros de distribución,  $s = 1, \dots, 4$ , situados en los municipios de mayor población y separados espacialmente. Un cen-

Gráfico 1: RED DE TRANSPORTE DE LA REGIÓN DE MURCIA



Fuente: Elaboración propia.

tro corresponde a Murcia, dos centros a Murcia y Cartagena, tres centros a Murcia, Cartagena, y Lorca, y cuatro centros a Murcia, Cartagena, Lorca y Yecla.

Así pues, el estudio se ha realizado en cuatro escenarios que corresponden al número de centros ya existentes. Para cada escenario se ha variado el coste en origen,  $o$ , y el coste marginal de transporte,  $t$ , de acuerdo con los valores anteriores. Para cada par de valores de  $o$  y  $t$  se han encontrado las localizaciones óptimas para un número de centros de la empresa entrante  $r = 1, 2, 3$  y  $4$ . Ello ha requerido resolver 140 problemas de localización en cada escenario, para lo que se ha utilizado el optimizador FICO Xpress (2009).

Cuadro 1: NODOS POBLACIONALES Y POBLACIÓN

Nodo	Municipio	Población	Nodo	Municipio	Población
1	Abanilla	6.642	24	Librilla	4.455
2	Abarán	12.987	25	Lorca	90.924
3	Águilas	34.101	26	Lorquí	6.904
4	Albudeite	1.381	27	Mazarrón	34.351
5	Alcantarilla	40.458	28	Molina de Segura	62.407
6	Alcázares (Los)	15.171	29	Moratalla	8.424
7	Aledo	1.055	30	Mula	16.942
8	Alguazas	8.855	31	Murcia	430.571
9	Alhama de Murcia	19.417	32	Ojós	604
10	Archena	18.280	33	Pliego	4.032
11	Beniel	10.581	34	Puerto-umbreras	13.612
12	Blanca	6.226	35	Ricote	1.546
13	Bullas	12.374	36	San Javier	30.653
14	Calasparra	10.569	37	S. Pedro Pinatar	23.272
15	Campos del Río	2.212	38	Santomera	14.948
16	Caravaca de la Cruz	26.240	39	Torre-Pacheco	30.351
17	Cartagena	210.376	40	Torres de Cotillas	20.456
18	Chegín	16.188	41	Totana	28.976
19	Ceutí	9.759	42	Ulea	956
20	Cieza	35.144	43	Unión (La)	17.107
21	Fortuna	9.274	44	V.el Río Segura	2.186
22	Fuente-Álamo	14.925	45	Yecla	34.869
23	Jumilla	25.348	<b>Total</b>		<b>1.426.109</b>

Fuente: Censo de 2009.

### 3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para cada combinación de valores de los costes en origen y transporte y para cada valor del número de centros a localizar, se han obtenido los resultados correspondientes a:

- a) el conjunto de localizaciones óptimas,  $X$ , que viene dado por los números de los nodos de la red que corresponden a las localizaciones óptimas obtenidas;
- b) el beneficio de la empresa entrante,  $\pi(X)$ , y
- c) el beneficio de la empresa ya establecida,  $\pi(E)$ .

En el cuadro A.1 del anexo se muestran los resultados correspondientes al Escenario 4, esto es, el correspondiente a cuatro centros de distribución que se localizan en Murcia, Cartagena, Lorca y Yecla<sup>1</sup>.

### 3.1. Efecto de los costes en las localizaciones óptimas

Para medir el efecto de los costes en las localizaciones óptimas se ha calculado el Índice de Diversidad en Localización (*IDL*). Este índice se define para un parámetro que varía, permaneciendo fijos el resto de parámetros, y viene dado por:

$$IDL = \frac{\text{Número de localizaciones óptimas diferentes}}{\text{Número máximo de posibles localizaciones}} \times 100$$

Si el parámetro que varía toma valores distintos y el número de centros a localizar es  $r$ , entonces el número máximo de posibles localizaciones que pueden obtenerse al resolver el modelo variando dicho parámetro es  $v \times r$ , mientras que el número de localizaciones óptimas diferentes es el número de localizaciones distintas que se hayan obtenido al resolverlo. Así, por ejemplo, si el parámetro toma 10 valores y las empresas se localizan 2 centros, si el número de localizaciones diferentes obtenidas en los 10 casos es 5, entonces  $IDL = 25$ . Este índice refleja la sensibilidad de las localizaciones óptimas a los cambios en el parámetro objeto de estudio. Valores muy bajos de *IDL* indican que hay bastantes localizaciones que permanecen siendo óptimas al cambiar el valor del parámetro. Valores muy altos de *IDL* indican lo contrario.

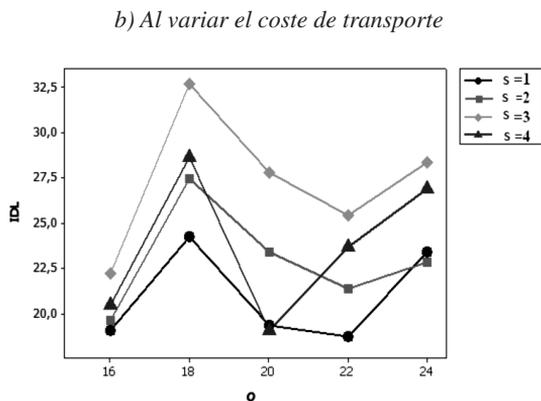
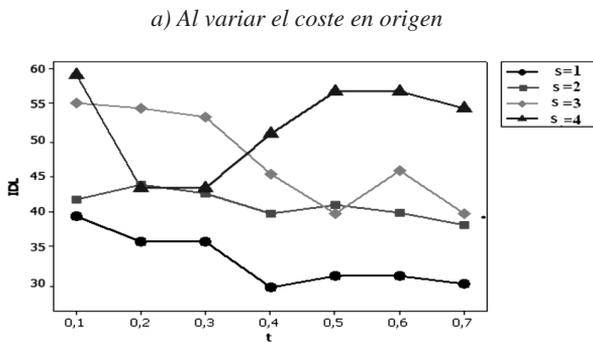
Para cada escenario se han obtenido los índices al variar el coste en origen, correspondientes a cada par de valores fijos de  $t$  y  $r$ . Una representación de los valores *IDL*-promedio, para cada valor fijo de  $t$ , se muestra en el panel superior del gráfico 2. Como puede apreciarse, el índice tiene tendencia a disminuir conforme va aumentando el coste de transporte, salvo en el Escenario 4, donde tiene un comportamiento inestable. Asimismo, se observa que el índice aumenta conforme el número de centros de la empresa ya establecida es mayor.

Adicionalmente, se han obtenido los índices al variar el coste de transporte correspondientes a cada par de valores fijos de  $o$  y  $r$ . Una representación gráfica de los valores *IDL*-promedio, para cada valor fijo de  $o$ , se muestra en el panel inferior del gráfico 2. Como puede apreciarse, no hay una tendencia del índice a crecer o decrecer, conforme aumenta el coste en origen, pero sí hay un comportamiento común en todos los escenarios. El *IDL*-promedio es moderadamente bajo, tomando siempre un valor inferior a 33.

Los valores promedio globales de *IDL* al variar el coste en origen, para cada valor fijo de  $t$ , y los valores promedio globales de *IDL* al variar el coste de transporte, para cada valor fijo de  $o$ , vienen reflejados en el gráfico 3. En el panel superior se observa que los valores están entre 39 y 49, y en el panel inferior están entre 20 y 29. Por tanto los valores promedio globales de *IDL* al variar el coste de transporte son bastante inferiores a los valores promedio globales de *IDL* al variar el coste en origen. Ello indica que las localizaciones óptimas son mucho más estables cuando hay cambios en el coste de transporte que cuando hay cambios en el coste en origen.

(1) Los resultados correspondientes a los escenarios 1 a 3 están disponibles bajo petición a los autores.

Gráfico 2: *IDL*-PROMEDIO AL VARIAR EL COSTE EN ORIGEN Y EN TRANSPORTE



Fuente: Elaboración propia.

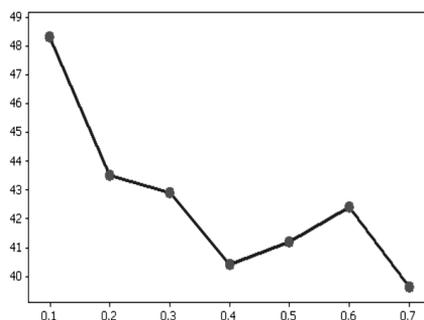
### 3.2. Efecto de los costes en los beneficios

Con la entrada de una nueva empresa el beneficio de la empresa existente cambia en cada escenario, dependiendo de cuáles sean el número de centros a localizar por la empresa entrante y los costes en origen y transporte. Los beneficios de las dos empresas se han determinado una vez conocidas las localizaciones óptimas de la empresa entrante según los precios de equilibrio. Para estudiar el efecto de los costes en origen y transporte en los beneficios de las dos empresas, se han calculado los valores promedio de los beneficios en los cuatro escenarios. Los resultados se muestran en los gráficos 4 y 5.

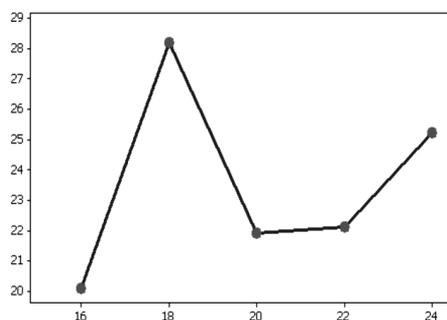
Como puede verse en el gráfico 4, el beneficio de la empresa entrante disminuye al aumentar el coste en origen para todos los valores del coste de transporte. Por el contrario, el beneficio de la empresa ya establecida crece al aumentar el coste en origen. Se observa que la tasa de decrecimiento en el beneficio de la em-

Gráfico 3: *IDL*-PROMEDIO GLOBAL

a) Al variar el coste en origen



b) Al variar el coste de transporte

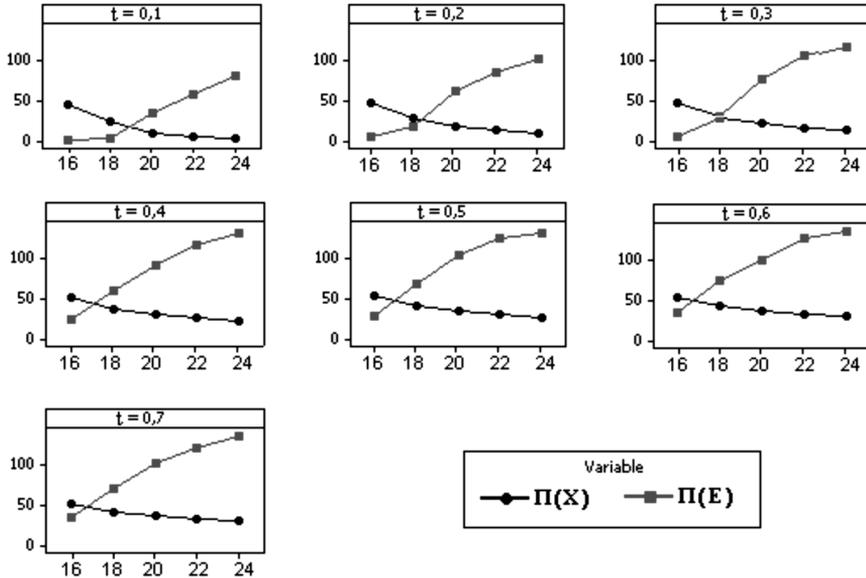


Fuente: Elaboración propia.

presa entrante es menor que la tasa de crecimiento de beneficio de la empresa ya establecida. Si el coste en origen es igual para las dos empresas,  $o = 20$ , el beneficio de la empresa ya establecida es mayor que el beneficio de la empresa entrante. Ello es debido a que la empresa ya establecida está bien posicionada en el mercado (sus centros están en los nodos de mayor demanda), y a la empresa entrante le resulta más rentable alejarse de su competidora.

Por otra parte, como puede apreciarse en el gráfico 5, los beneficios de las dos empresas crecen al aumentar el coste de transporte para todos los valores del coste en origen. Al mismo tiempo, la tasa de crecimiento en el beneficio es mayor para la empresa ya establecida que para la empresa entrante. Para  $o = 16$ , a pesar de que la empresa ya establecida tiene sus centros en los nodos de mayor demanda, el beneficio de la empresa entrante es superior al de la empresa ya establecida, para cualquier valor del coste de transporte. Esto sucede porque el coste en origen

Gráfico 4: BENEFICIOS PROMEDIO AL CAMBIAR O, PARA CADA VALOR DE  $t$

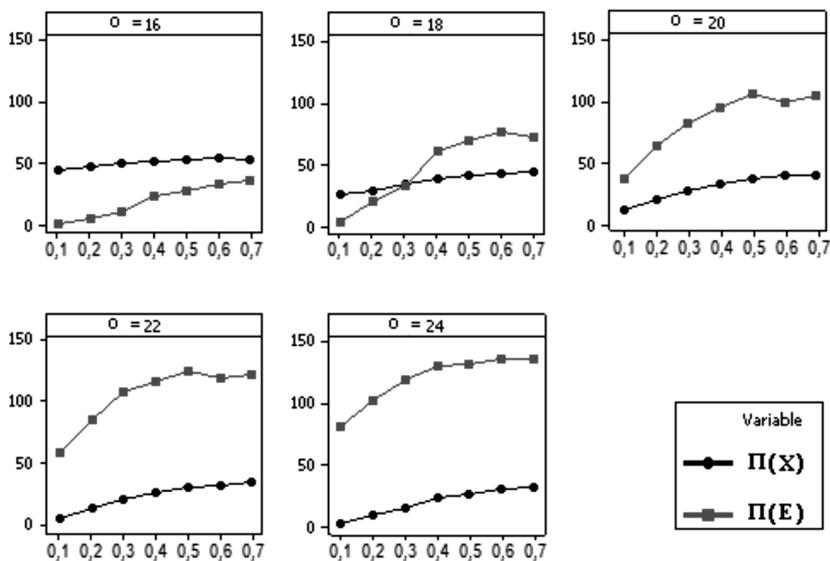


Fuente: Elaboración propia.

de la empresa entrante es mucho menor y puede ofertar precios más bajos que su competidora en muchos mercados. En este caso hay co-localización parcial en muchos escenarios. La situación anterior cambia conforme aumenta el coste en origen de la empresa entrante. De manera que para  $o \geq 20$  el beneficio de la empresa ya establecida supera al beneficio de la empresa entrante para todos los costes de transporte. Esto se explica por el buen posicionamiento en el mercado de la empresa ya establecida y el mayor coste en origen de la empresa entrante.

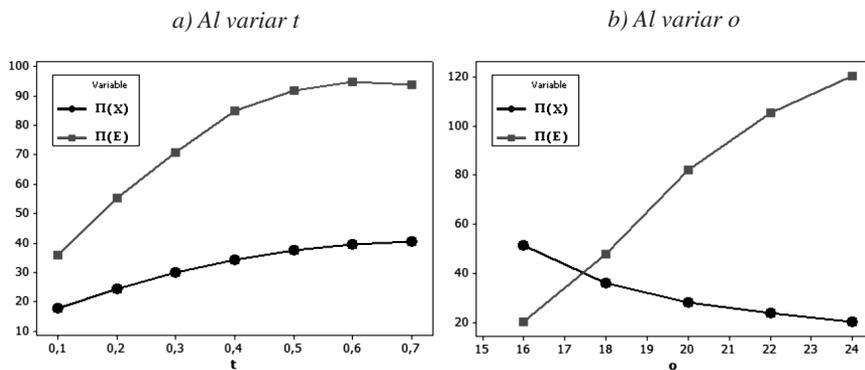
Los promedios globales de los beneficios obtenidos por cada empresa, cuando se fija el coste de transporte y el coste en origen, se muestran en el gráfico 6. Como puede verse, los beneficios de las dos empresas crecen al aumentar el coste de transporte, siendo la tasa de crecimiento mayor para la empresa ya establecida si los valores de  $t$  no son muy altos. Por otro lado, el beneficio de la empresa entrante disminuye al aumentar el coste en origen, mientras que ocurre lo contrario para la empresa ya establecida. Se observa que la tasa de disminución del beneficio de la empresa entrante es inferior a la tasa de aumento del beneficio de la empresa ya establecida.

Gráfico 5: BENEFICIOS PROMEDIO AL CAMBIAR  $t$ , PARA CADA VALOR DE  $o$



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 6: BENEFICIOS PROMEDIO GLOBALES



Fuente: Elaboración propia.

#### 4. ESTRATEGIA DE CO-LOCALIZACIÓN Y EFECTO NO ESPERADO

En esta sección se analizan los resultados obtenidos referentes a la co-localización de los nuevos centros. Asimismo, se explica un efecto no esperado en el beneficio de la empresa ya establecida, que ha ocurrido en algunos de los casos estudiados.

##### 4.1. Estrategia de co-localización

Cuando la empresa entrante localiza un número de centros no superior al número de centros ya establecidos,  $r \leq s$ , la estrategia de co-localización consiste en localizar los nuevos centros en lugares donde se encuentran centros ya establecidos. Si los costes en origen de la empresa entrante son menores que los costes en origen de la empresa establecida, parece razonable pensar que dicha estrategia sea óptima. Cada uno de los nuevos centros se llevaría todo el mercado que era capturado por algún centro ya establecido cuando ambos están localizados en el mismo lugar. En particular si  $r = s$  la empresa entrante se llevaría todo el mercado. Sin embargo, los resultados obtenidos en el estudio realizado ponen de manifiesto que dicha estrategia es óptima en algunos casos, pero no lo es en otros. Si por el contrario, los costes en origen son mayores, o iguales, que los costes en origen de la empresa establecida, entonces la empresa entrante obtendría un beneficio cero si co-localiza sus centros, por lo que en este caso la estrategia nunca sería óptima.

Se han determinado los casos donde la estrategia de co-localización es óptima cuando  $o < o^{com}$ ,  $r \leq s$ . En los escenarios 1 a 3 la estrategia suele ser óptima para valores del coste de transporte  $t$  menores o iguales que un cierto valor, y no es óptima para valores más grandes de  $t$ . En el escenario 4, mostrado en el Cuadro A.1 del Apéndice, ocurre lo mismo, excepto cuando  $r = s = 4$ , donde la estrategia no es óptima en ningún caso. ¿Por qué la estrategia de co-localización deja de ser óptima al aumentar el coste de transporte? y ¿por qué algunas veces nunca es óptima, aunque los costes en origen de la empresa entrante sean menores que los de la empresa establecida? A continuación se explican esos resultados.

En primer lugar, supóngase que hay co-localización y  $r = s$ . En tal caso, el coste de transporte a todas las poblaciones es el mismo para las dos empresas; por lo tanto, la empresa entrante al co-localizar sus centros se lleva todo el mercado. Si una población  $k$  está situada a una distancia  $d_k$  de la empresa entrante y esta cambia de localización y se sitúa a una distancia  $d'_k$ ,  $d'_k < d_k$ , entonces el coste marginal de entrega  $c_k$  a esa población cambia a un valor  $c'_k$ ,  $c'_k < c_k$ . Como el precio óptimo para la empresa entrante es el mínimo entre el precio de monopolio y el coste marginal de entrega de su competidora, caben dos posibilidades:

i) Si la empresa entrante ofertaba en la población  $k$  el precio de monopolio,  $p_k^{com}(c_k) \leq c_k^{com}$ , también puede ofertar el nuevo precio de monopolio  $p_k^{com}(c'_k)$  al cambiar de localización, ya que  $p_k^{com}(c'_k) < p_k^{com}(c_k)$  por ser  $c'_k < c_k$ . Como el beneficio aumenta al bajar el precio de monopolio, la empresa entrante obtendría un beneficio mayor en esa población con el cambio de localización.

ii) Si la empresa entrante ofertaba el mínimo coste marginal de entrega de su competidora,  $c_k^{com} < p_k^{com}(c_k)$ , al cambiar de localización pueden ocurrir dos casos. El primero es que  $c_k^{com} \leq p_k^{com}(c'_k)$ , entonces la empresa entrante seguiría ofertando el precio  $c_k^{com}$  en la población  $k$ , por lo que la demanda sería la misma, pero su

beneficio aumentaría debido al ahorro en el coste de transporte, ya que  $c'_k < c_k$ . El segundo es que  $p_k^{com}(c'_k) < c_k^{com}$ , entonces la empresa entrante ofertaría el precio de monopolio en la población  $k$  en vez de ofertar el precio  $c_k^{com}$ , en cuyo caso aumentaría su beneficio ya que este es máximo con el precio de monopolio.

En cualquiera de las situaciones i) y ii) para cualquier valor de  $d'_k$  el aumento de beneficio al cambiar de localización es mayor cuanto mayor sea el coste marginal de transporte ya que  $c_k - c'_k = t(d_k - d'_k)$ . Por otro lado, el acercamiento a la población  $k$  suele producir también un alejamiento de otras poblaciones y en ellas su beneficio disminuirá debido a que aumenta el coste de transporte. En consecuencia la estrategia de co-localización será óptima si el aumento en el beneficio que supone un acercamiento a unas poblaciones, al abandonar la co-localización, no supera la pérdida de beneficio que supone alejarse de otras poblaciones. En caso contrario no es óptima.

Alternativamente, supóngase que hay co-localización y  $r < s$ . En este caso, la empresa ya establecida perdería todo el mercado que era capturado por aquellos centros junto a los cuales se localizan los centros de la empresa entrante, y podría mantener el mercado capturado por los centros situados en los lugares donde no hay co-localización. El análisis de esta situación es similar al anterior.

Si el coste marginal de transporte es muy bajo, las variaciones en el coste marginal de entrega al cambiar de localización pueden ser pequeñas, y es posible que localizar en lugares distintos a los ya existentes sea peor que localizar junto a los centros ya establecidos y obtener todo su mercado. Si el coste marginal de transporte es muy alto, al abandonar la co-localización de alguno de los centros, podría haber un fuerte aumento en el beneficio que compense perder parte del mercado que se capturaba con la co-localización, y entonces sería mejor no co-localizar todos los centros. Esto es precisamente lo que ha ocurrido en el estudio realizado, donde la estrategia de co-localización suele ser óptima para valores bajos del coste de transporte y deja de serlo para valores grandes.

#### 4.2. Efecto no esperado

Por lo general, el beneficio de una empresa disminuye si sus competidoras aumentan su presencia en el mercado. Sin embargo en el estudio realizado hay situaciones en las que el beneficio de la empresa ya establecida crece al aumentar el número de centros de la empresa entrante, manteniendo fijos el coste en origen y el coste de transporte. Este insólito hecho se ha producido en algunos casos de los escenarios 1 a 3, mientras que no se ha presentado en el escenario 4<sup>2</sup>.

Una vez fijados los costes, supóngase que  $X_r$  es el conjunto de localizaciones óptimas para  $r$  centros, y  $X_{r'}$  es el conjunto de localizaciones óptimas para  $r'$  centros,  $r < r'$ . Si  $X_r \subset X_{r'}$ , el mínimo coste marginal de entrega de la empresa entrante

(2) En concreto, se ha presentado en el escenario 1 al cambiar el número de centros de la empresa entrante de  $r = 3$  a  $r = 4$ , y ha ocurrido en los siguientes casos:  $o = 20$  con  $t = 0,1$  y  $t = 0,2$ ;  $o = 22$  con  $t = 0,2$  y  $t = 0,3$ . En el escenario 2 se ha producido al cambiar el número de centros de la empresa entrante de  $r = 2$  a  $r = 3$ , y ha ocurrido para  $o = 20$  con  $t = 0,1$  y  $t = 0,2$ ;  $o = 22$  con  $t = 0,2$  y  $t = 0,3$ ;  $o = 24$  con  $t = 0,4$ . En el escenario 3 se produce al cambiar el número de centros de la empresa entrante de  $r = 1$  a  $r = 2$ , y ha ocurrido para  $o = 20$  con  $t = 0,1$  y  $t = 0,2$ ;  $o = 22$  con  $t = 0,3$ ;  $o = 24$  con  $t = 0,4$ .

te en cada población disminuye, o permanece igual, cuando la empresa entrante localiza  $r'$  centros en lugar de  $r$  centros, es decir  $c_k(X_{r'}) \leq c_k(X_r) \forall k$ . Entonces la empresa ya establecida no puede capturar nuevas poblaciones cuando la empresa entrante pasa a localizar  $r'$  centros. Además, podría verse obligada a bajar el precio óptimo que ofertaba cuando la empresa entrante localizaba  $r$  centros, por lo que disminuiría su beneficio y por tanto el efecto inesperado no ocurriría.

Por consiguiente, para que se presente el efecto no esperado tiene que haber alguna localización en  $X_r$  que no esté en  $X_{r'}$ . Si esto ocurre, podría darse el caso de que la empresa entrante no capture nuevo mercado al localizar  $r'$  centros, y pierda parte del mercado que capturaba al localizar  $r$  centros. Esto es posible si la disminución del beneficio causada por la pérdida de demanda es compensada por el aumento del beneficio que puede conseguir con el cambio en la localización de alguno de los  $r$  centros y una apropiada localización de los  $r' - r$  centros restantes. Como ya se ha explicado con anterioridad, se dan casos en los que la empresa entrante aumenta su beneficio perdiendo mercado, debido al ahorro en el coste de transporte que consigue con un cambio de localización.

Si la empresa entrante no captura nuevas poblaciones al localizar  $r'$  centros, y pierde parte de las que capturaba al localizar  $r$  centros, entonces la empresa ya establecida podría aumentar su beneficio. Esto es así porque el beneficio que obtendrá la empresa ya establecida en cada población  $k$  va a depender de cuál sea el mínimo coste marginal de entrega de la empresa entrante en ese mercado al localizar los  $r'$  centros, pudiendo presentarse tres casos:

i)  $c_k(X_r) < c_k(X_{r'})$ : Si la firma ya establecida ofertaba el precio de monopolio en la población  $k$ , entonces seguirá ofertándolo y su beneficio no se altera al cambiar la empresa entrante de  $r$  a  $r'$  centros. De lo contrario subirá el precio y obtendrá un beneficio mayor.

ii)  $c_k(X_r) = c_k(X_{r'})$ : La empresa ya establecida mantiene el precio en la población  $k$  y su beneficio no varía al cambiar la empresa entrante de  $r$  a  $r'$  centros.

iii)  $c_k(X_r) > c_k(X_{r'})$ : Si la empresa ya establecida ofertaba el precio de monopolio en la población  $k$ , y dicho precio es inferior o igual a  $c_k(X_{r'})$ , entonces seguirá ofertándolo y su beneficio no se altera al cambiar la empresa entrante de  $r$  a  $r'$  centros. De lo contrario se verá obligada a bajar el precio que ofertaba, obteniendo un beneficio menor.

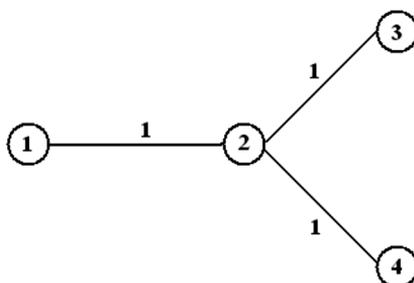
En consecuencia, el efecto inesperado ocurrirá si el aumento de beneficio que la empresa ya establecida obtiene en las poblaciones que estén en el caso i) es mayor que la pérdida de beneficio en las poblaciones que estén en el caso iii).

### 4.3. Un ejemplo ilustrativo

Consideremos la red del gráfico 7, cuyas aristas tienen longitud unitaria, y supóngase que hay una empresa ya establecida en el nodo 1. Las funciones de demanda son  $q_1(p) = 22 - 2,2p$ ,  $q_k(p) = 10 - p$ ,  $k = 2, 3, 4$ ,  $0 \leq p \leq 10$ . Los costes en origen son  $o^{com} = 5$  y  $o = 4$ , y el coste marginal de transporte es  $t$ ,  $0 < t < 2,5$ .

Si la empresa entrante localiza un centro, el beneficio máximo lo obtiene en el nodo  $k = 1$  si  $t \leq 1,27$ , por lo que la estrategia de co-localización es óptima para esos valores del coste marginal de transporte. Para  $t > 1,28$  la estrategia de co-localización no es óptima, ya que la mejor localización es el nodo  $k = 2$ .

Gráfico 7: RED DE TRANSPORTE



Fuente: Elaboración propia.

Si empresa entrante localiza dos centros se puede comprobar que no se produce el efecto inesperado para las funciones de demanda anteriores, ya que la localización óptima para un centro, cualquiera que sea el valor de  $t$ , sigue siendo óptima al localizar dos centros, es decir se cumple que  $X_1 \subset X_2$ . Sin embargo, si la demanda de los nodos 3 y 4 pasa a ser  $q_k(p) = 15 - 1,5p$ ,  $k = 3, 4$ , y consideramos los costes en origen  $o^{com} = 0 = 5$  y  $t = 2$ , se obtiene que los conjuntos de localizaciones óptimas para uno y dos centros son  $X_1 = \{2\}$  y  $X_2 = \{3, 4\}$  respectivamente. Para  $X_1 = \{2\}$  la empresa entrante captura la demanda de los nodos 2, 3 y 4 con un beneficio de 12,75 y la empresa ya existente obtiene un beneficio de 13,2. Para  $X_2 = \{3, 4\}$  la empresa entrante pierde la demanda del nodo 2 y obtiene un beneficio máximo de 18,75 y la empresa ya existente aumenta su beneficio a 13,75. Por lo que en esta situación ha ocurrido el efecto no esperado.

## 5. CONCLUSIONES

La localización de los centros de distribución de una empresa entrante es una decisión estratégica que depende en gran medida de cuáles son los costes en origen y transporte. En este trabajo, y para una variedad de problemas con datos de la Región de Murcia, se ha estudiado cómo los cambios en los costes afectarían a las localizaciones óptimas y, en consecuencia, a los beneficios obtenidos por las empresas que compiten en un mercado.

El efecto de los costes en las localizaciones óptimas se ha medido mediante el índice de diversidad en localización. Se ha obtenido que al variar el coste en origen el índice es mucho mayor que al variar el coste de transporte. Ello indica que las localizaciones óptimas para la empresa entrante son más sensibles a cambios en el coste en origen que a cambios en el coste de transporte. La tendencia a cambios en las localizaciones óptimas, debido a variaciones tanto del coste en origen como de transporte, es mayor cuanto mayor es el número de centros ya establecidos. Pequeños cambios en los costes no suelen producir un cambio de todas las localizaciones que maximizan el beneficio de la empresa entrante, sino que algunas de ellas permanecen siendo óptimas.

Cuando la empresa entrante localiza un número de centros menor o igual al número de centros establecidos, parece razonable pensar que localizar un centro junto a otro ya establecido es lo mejor para la empresa entrante si tiene menores costes en origen que las empresas ya establecidas. Sin embargo, no se puede afirmar que dicha estrategia sea la mejor en todos los casos, a pesar de la ventaja que supone capturar todo el mercado de cada centro ya establecido junto al cual se co-localiza otro centro de la empresa entrante. Los costes bajos de transporte pueden favorecer que la co-localización sea lo mejor, pero la optimalidad de la estrategia puede desaparecer a medida en que los costes de transporte sean grandes, debido al ahorro en el coste de transporte que puede suponer localizar en otros lugares. Si la empresa entrante no tiene costes en origen menores que las empresas ya establecidas, siempre es mejor para la empresa entrante localizar sus centros en lugares diferentes a los que se encuentran los centros ya establecidos.

Los beneficios para las dos empresas suelen crecer al aumentar el coste de transporte, cualquiera que sea el coste en origen. Por consiguiente, a las dos empresas les interesa competir con costes de transporte altos. El beneficio de la empresa entrante crece al aumentar el número de centros que tiene en el mercado, pero también puede aumentar el beneficio de las empresas ya establecidas, aunque estas no aumenten su presencia en el mercado. Este sorprendente efecto puede ocurrir si algunas localizaciones de la empresa entrante que eran óptimas dejan de serlo al aumentar el número de centros, y además la empresa entrante no le quita mercado a las ya establecidas. Este insólito hecho se presenta cuando el ahorro en el coste de transporte que supone aumentar el número de centros, variando algunas localizaciones, le proporciona a la empresa entrante un beneficio máximo sin capturar nuevo mercado.

ANEXO

Cuadro A.1: ESCENARIO 4: E = {MURCIA (31), CARTAGENA (17), LORCA (25), YECLA (45)}

Costes		Localizaciones óptimas (X)												$\pi(E)$			
Origen	Transp.	Nº de nuevos centros (r)												Nº de nuevos centros (r)			
o	t	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
16	0,1	31	17, 31	17, 25, 31	17, 20, 25, 31	28,6	37,9	43	46	5,2	3,4	1,2	0,6				
	0,2	31	17, 31	17, 25, 31	17, 25, 31, 67	25,8	36,6	42,3	47,5	22,1	11,6	3,8	3,7				
	0,3	31	17, 31	17, 31, 67	17, 25, 31, 67	24,7	35,8	43,5	48,7	37,2	18,4	18,3	5,6				
	0,4	31	17, 31	17, 31, 57	17, 28, 31, 67	23,9	35,1	44,5	50,7	49,5	23,5	22,8	22,7				
	0,5	31	17, 31	17, 31, 57	17, 28, 31, 67	23,4	34,6	45	52,3	58,6	26,8	26	26				
	0,6	31	31, 57	17, 31, 57	17, 28, 31, 67	23	34,2	45,1	53,4	64,7	64	27,7	27,6				
	0,7	31	31, 57	17, 31, 57	17, 28, 31, 67	22,7	34,1	44,8	54	68,4	67,9	28,2	27,9				
18	0,1	31	17, 31	17, 31, 67	17, 25, 31, 67	13,1	18,6	21,7	24,3	11,7	6,2	6,2	2				
	0,2	31	17, 31	17, 31, 67	17, 28, 31, 67	12,3	18,1	23,7	27,1	29,2	14,4	14,3	13,8				
	0,3	31	31, 67	17, 31, 67	17, 28, 31, 67	12,1	19,6	25,3	30,2	43,8	43,5	20,5	20				
	0,4	31	31, 57	31, 36, 57	28, 31, 36, 67	11,9	20,9	27,6	33,8	55,2	54,1	42,5	42,6				
	0,5	28	31, 57	31, 36, 57	28, 31, 36, 67	11,7	21,8	29,5	36,9	83,2	62,2	49,2	49,2				
	0,6	28	28, 67	28, 36, 67	28, 31, 36, 67	12,8	22,5	31	39,2	90,9	90,6	70,9	53,6				
	0,7	28	28, 67	28, 36, 67	28, 31, 36, 67	13,8	23,5	32,7	40,8	95,8	95,6	77,6	56,7				
20	0,1	67	28, 67	28, 36, 67	20, 28, 36, 67	2,8	4,6	6,1	7,2	64,7	26,9	19,9	19,1				
	0,2	67	28, 67	28, 36, 67	20, 28, 36, 67	5,2	8,6	11,5	13,6	114,3	49,6	37,3	35,8				
	0,3	67	28, 67	28, 36, 67	20, 28, 36, 67	7,1	12	16,2	19,2	148,9	68,2	52	50,2				
	0,4	57	28, 67	28, 36, 67	20, 28, 36, 67	8,7	14,9	20,2	23,9	137,2	82,6	64	62,2				
	0,5	57	28, 67	28, 36, 67	28, 36, 41, 67	9,8	17,1	23,5	27,9	150,6	92,9	73,5	59,3				
	0,6	57	28, 67	28, 36, 67	28, 36, 41, 67	10,6	18,8	26,1	31,1	158,6	99,6	80,8	67,5				
	0,7	57	28, 67	28, 36, 67	28, 36, 41, 67	10,9	20	28	33,6	163,2	103,4	86,8	74,9				

Cuadro A.1: Escenario 4: E = {MURCIA (31), CARTAGENA (17), LORCA (25), YECLA (45)} (continuación)

Costes		Localizaciones óptimas (X)				$\pi(X)$				$\pi(E)$			
Origen	Transp.	N° de nuevos centros (t)				N° de nuevos centros (t)				N° de nuevos centros (t)			
o	t	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	0,1	67	20, 67	20, 36, 67	20, 27, 36, 67	1,8	2,5	3	3,4	81,9	64,8	49,9	45,2
	0,2	67	20, 67	20, 36, 67	20, 27, 36, 67	4,2	6,4	8,3	9,6	127,6	100,5	76,4	68,6
	0,3	67	20, 67	20, 36, 67	20, 27, 36, 67	6,2	9,6	12,9	15	158,3	127,3	98,6	89
22	0,4	67	20, 67	20, 36, 67	20, 27, 36, 67	7,7	12,3	16,7	19,5	174,7	145,2	116,7	106,4
	0,5	67	20, 67	20, 36, 67	20, 27, 36, 67	8,7	14,3	19,7	23,2	181,5	155,4	130,5	120,7
	0,6	67	36, 67	20, 36, 67	20, 28, 36, 67	9,3	15,7	22	26,4	181,8	153,8	140,5	89,3
	0,7	57	36, 57	28, 36, 67	20, 28, 36, 67	9,6	16,8	23,8	29	166,7	150	95,7	94,6
	0,1	67	14, 16	13, 14, 16	13, 14, 16, 29	0,7	0,9	1	1	98	96,6	86,1	86,1
	0,2	67	20, 67	20, 36, 67	20, 27, 36, 67	3,2	4,6	5,5	6,4	139,9	114	90,7	83
	0,3	67	20, 67	20, 36, 67	20, 27, 36, 67	5,3	7,9	10,2	11,9	166,7	138	111	101,7
24	0,4	67	20, 67	20, 36, 67	20, 27, 36, 67	6,9	10,7	14,2	16,6	179,7	153,1	127,1	117,4
	0,5	67	20, 67	20, 36, 67	20, 27, 36, 67	8	12,8	17,4	20,5	184,2	161,2	139,1	130
	0,6	67	20, 67	20, 36, 67	20, 27, 36, 67	8,7	14,3	19,9	23,5	182,9	165,4	147,3	139,6
	0,7	67	36, 67	20, 36, 67	20, 27, 36, 67	8,8	15,3	21,6	25,7	179,8	163,7	152,9	146,3

Fuente: Elaboración propia.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Dorta-González P., Santos-Peñate D.R. y Suárez-Vega R. (2005): "Spatial Competition in networks under delivered pricing", *Papers in Regional Science*, vol. 84, págs. 271-280.
- Francis R.L., Lowe T.J. y Tamir A. (2002): "Demand point aggregation for location models", en Drezner Z. y Hamacher H. (eds.): *Facility Location: Application and Theory*, págs. 207-232. Springer Verlag.
- Fernández P., Pelegrín B., García M.D. y Peeters P. (2007): "A discrete long-term location-price problem under the assumption of discriminatory pricing: Formulations and parametric analysis", *European Journal of Operations Research*, vol. 179, págs. 1050-1062.
- FICO Xpress Mosel. Fair Isaac Corporation (2009).
- García M.D., Pelegrín B. y Fernández P. (2011): "Location strategy for a firm under competitive delivered prices", *Annals of Regional Science*, vol. 47, págs. 1-23.
- Gupta B. (1994): "Competitive spatial price discrimination with strictly convex production costs", *Regional Science and Urban Economics*, vol. 24, págs. 265-272.
- Hamilton J.H., Thisse J.F. y Weskamp A. (1989): "Spatial discrimination, Bertran vs. Cournot in a model of location choice", *Regional Science and Urban Economics*, vol. 19, págs. 87-102.
- Hoover E.M. (1936): "Spatial price discrimination", *Review of Economic Studies*, vol. 4, págs. 182-191.
- Lederer P.J. (2003): "Competitive delivered spatial pricing", *Networks and Spatial Economics*, vol. 3, págs. 421-439.
- Lederer P.J. y Hurter A.P. (1986): "Competition of firms: discriminatory pricing and location", *Econometrica*, vol. 54, págs. 623-640.
- Lederer P.J. y Thisse J.F. (1990): "Competitive Location on Networks under Delivered Pricing", *Operations Research Letters*, vol. 9, págs. 147-153.
- Pacheco C. (2009): "Location choice under delivered pricing: a reinterpretation", *The Annals of Regional Science*, vol. 43, págs. 199-213.
- Pelegrín B., Dorta P. y Fernández P. (2011): "Finding Location Equilibria for Competing Firms under Delivered Pricing", *Journal of the Operational Research Society*, vol. 62, págs. 729-741.
- Phlips L. (1985): *The Economics of Price Discrimination*, Cambridge University Press.

*Fecha de recepción del original: mayo, 2012*

*Versión final: marzo, 2013*

## ABSTRACT

The aim of this paper is to study the optimal locations of distribution centers for an entering firm when there are changes in production and transportation costs. The firm competes with other firms under delivered pricing and the equilibrium prices are offered in each market. The study is applied to the transportation network of the Region of Murcia (Spain), where the markets are the municipalities and a linear demand function which depends on the size of the population is used. Optimal locations and profits are obtained in different scenarios for a variety of values of the production and transportation costs.

*Key words:* location, spatial competition, delivered prices.

*JEL Classification:* L11, R10.

