

UBICACIÓN ÓPTIMA DE STRIP CENTERS EMPLEANDO UN MODELO COMPETITIVO DE LOCALIZACIÓN

Víctor M. Albornoz

Universidad Técnica Federico Santa María
Departamento de Industrias. Av. Santa María 6400. Santiago. Chile.
victor.albornoz@usm.cl

Andrés I. Barrera A.

Universidad Técnica Federico Santa María
Departamento de Industrias. Av. Santa María 6400. Santiago. Chile.
andres.barreraa@alumnos.usm.cl

Edward Johns N.

Universidad Técnica Federico Santa María
Departamento de Industrias. Av. Santa María 6400. Santiago. Chile.
edward.johns@usm.cl

RESUMEN

En este artículo se presenta una propuesta metodológica en apoyo a la toma de decisiones para la localización de un *Strip Center*, como herramienta para la evaluación de un proyecto de esta naturaleza. En particular, se muestran los resultados de encuesta sobre percepción y consumo tomadas a una muestra de clientes en el Gran Santiago, que permitió determinar los atributos y antecedentes más relevantes para esta decisión. Enseguida, se presenta un modelo de programación entera no-lineal de Interacción Competitiva Multiplicativa para un problema de localización. El modelo se resuelve mediante el modelado algebraico AMPL y también por una heurística de búsqueda local implementada en MATLAB, aplicándose a un problema de naturaleza real y utilizando el software AUTOCAD en el levantamiento de la información geográfica de consumidores, competencia y potenciales lugares de ubicación. Se exponen los principales resultados obtenidos y las conclusiones alcanzadas.

PALABRAS CLAVE. Localización de Instalaciones, Programación Entera, Modelo MCI.

ABSTRACT

A methodological proposal is presented to support decision making on the location of a *Strip Center*, as a tool for the evaluation of a project of this kind. In particular, the results of a survey on the perception and consumption of a sample of clients in Greater Santiago that allowed determining that the most relevant attributes and parameters for this decision are shown. Next, an integer nonlinear Multiplicative Competitive Interaction programming model for location problems is presented. The model is solved using the AMPL algebraic modeling and also local search heuristic implemented in MATLAB and applied to solve a real problem, using AUTOCAD for surveying the geographic information on consumers, competition, and potential location. The main results and conclusions are presented.

KEYWORDS. Facility Location, Nonlinear Integer Programming, MCI Model.

1. Introducción

En los últimos años en Chile ha proliferado una nueva tendencia inmobiliaria comercial: los *Strip Centers*. Estos centros comerciales generalmente se ubican en esquinas de gran flujo vehicular y cuentan con un alto número de estacionamientos en su frente. Para cumplir con este formato, se necesitan las siguientes características: que tenga tres o más locales, una tienda ancla, una superficie útil entre 500 y 5.000 m² y una tasa mínima de estacionamientos de 1 cada 50 m² de superficie comercial (Colliers International, 2010).

Los *Strip Centers* tienen como característica ser una alternativa rápida y conveniente para el cliente (Tecnología & Construcción Webmagazine, 2007). Sobre su composición, cerca del 40% corresponde a las llamadas tiendas ancla; específicamente, el rubro de mayor frecuencia corresponde al de minimarket ó formatos pequeños desarrollados por supermercados con alrededor de un 24%, seguido del rubro de farmacias con un 13% y bancos o instituciones financieras con un 7% aproximadamente (Global Property Solutions, 2009). A estos se agregan como actores complementarios del negocio centros de pago, lavanderías, peluquerías, veterinarias, reparadoras de calzado, librerías y tiendas de comida para llevar, entre otros.

La cantidad de factores que influyen y afectan la decisión de localización de un *Strip Center* para un inversionista del *retail* pueden ser numerosos. Aumenta la complejidad del problema el hecho que estos factores poseen características estratégicas relacionadas con el macro y el micro entorno industrial y las características del mercado (preferencias y segmentación de los consumidores). Por consiguiente, es necesario determinar aquellos que tienen una mayor ponderación sobre el beneficio total que percibirá el inversionista en el largo plazo.

En el caso de la industria logística, las empresas definen la localización en base a la minimización del tiempo de transporte y distancia, minimizando inventarios o frecuencia de distribución, concentrándose en la optimización de costos y beneficios para la compañía (Koçak, 2010). Un problema de naturaleza similar al abordado en este trabajo consiste en la instalación de un *Shopping Center*, que ha sido afrontada mediante modelos de localización que asumen que las preferencias de compra de los consumidores dependen del grado de atracción del mismo y de la distancia entre el consumidor y este (Carter y Vandell, 2005). Para el caso del *retail* los métodos de localización más utilizados se pueden agrupar en 5 procedimientos: análisis de “*checklist*”, métodos de analogía, análisis financiero, modelos de regresión y modelos de gravitación (Clarkson *et al.*, 1996; Koontz, 1997).

Basado en lo anterior, el presente artículo resume el desarrollo de una investigación que establece un marco metodológico que permite seleccionar cuáles son los principales factores que afectan una decisión de localización de un *Strip Center* y estudiar y aplicar un modelo de optimización basado en modelos gravitacionales, para la mejor ubicación geográfica usado en problemas de naturaleza similar en localización competitiva.

A continuación, el artículo resume los principales modelos gravitacionales empleados en problemas de localización del *retail*, seguido en la sección 3 del modelo de optimización empleado para abordar la problemática específica de localización de *strip centers*. La sección 4 muestra los principales atributos y antecedentes detectados a través de una encuesta, que debieran quedar incorporados en el modelo que apoya la decisión de localización. En la sección 5 se muestran los resultados alcanzados en la utilización de la metodología adoptada en su aplicación a un problema de naturaleza real. Por último, en la sección 6 se enumeran las principales conclusiones alcanzadas en este trabajo.

2. Modelos de Gravitación para Localización del Retail

Los modelos de gravitación (Clarkson *et al.*, 1996; Koontz, 1997; Colomé Perales, 2002) son deducidos a partir de la teoría de interacción espacial (Huff, 1963), siendo una versión modificada de la Ley de Gravitación del Retail de Reilly de 1931 propuesta como una analogía de la Ley de Gravitación Universal de Newton.

Según Reilly (1931), los centros comerciales ejercen atracción sobre los consumidores presentando una relación inversamente proporcional a la distancia. Huff (1963) modifica de una forma más realista el problema de localización, considerando que son los consumidores los que deciden acudir a cierto lugar con mayor o menor probabilidad, dependiendo de los factores de atracción que presenten para el cliente.

De esta forma, la Ley de Huff establece una probabilidad (P_{ij}) de que un consumidor ubicado en i elegirá comprar en una tienda j , que Dramowicz (2005) define por:

$$P_{ij} = \frac{A_j^\alpha D_{ij}^{-\beta}}{\sum_{j=1}^n A_j^\alpha D_{ij}^{-\beta}} \quad (1)$$

Donde A_j es una medida del grado de atracción de la tienda j , D_{ij} es la distancia entre i y j , α un parámetro de atracción estimado a partir de observaciones empíricas, β es el parámetro de decaimiento de la distancia estimado a partir de observaciones empíricas y n el número total de tiendas.

A partir de la Ley de Huff, Nakanishi y Cooper (1974) plantearon un Modelo de Interacción Competitiva Multiplicativa (o modelo MCI, por *Multiplicative Competitive Interaction*), postulando que la probabilidad de compra P_{ij} se comporta como una variable aleatoria que depende de k -atributos A_{kij} (con $k = 1$ hasta s) de cómo el lugar j atrae al cliente i sobre los m lugares existentes, siendo β_k un parámetro determinado empíricamente que refleja la sensibilidad de las consumidores al k -ésimo atributo o características considerados en la probabilidad de compra. De esta manera, la probabilidad se define según (Colomé Perales, 2002):

$$P_{ij} = \frac{\prod_{k=1}^s A_{kij}^{\beta_k}}{\sum_{j=1}^m \left(\prod_{k=1}^s A_{kij}^{\beta_k} \right)} \quad (2)$$

El modelo MCI ha sido utilizado en la localización de supermercados en España (Colomé Perales, 2002) y Ucrania (Shyrkova, 2005), considerando atributos claves del consumo como la distancia entre el cliente y el supermercado, el acceso por distintos medios de transporte y la política de imagen de bajos precios. En el caso de los Países Bajos (Timmermans, 1981), se determinó para el caso de los Shopping Centers que los consumidores priorizan su lugar de compra dependiendo de la disponibilidad de estacionamientos y de la separación entre su residencia y el centro comercial.

Asimismo, el modelo MCI pudo utilizarse como método para evaluar la segmentación de clientes y sus posibles variables demográficas y socioeconómicas, aprovechando su capacidad de homogeneizar las preferencias de los consumidores. Tal es el caso del estudio realizado por González-Benito *et al.* (2000) en Salamanca (España), también para los supermercados, donde se segmentaron los hogares por ingreso, edad, gasto total en alimentos, entre otros factores.

3. Aplicación del Modelo Competitivo de Localización MCI para el caso *Strip Centers*

El Modelo MCI de Nakanishi y Cooper (1974) permite la ubicación de servidores de una compañía entrante (potenciales *Strip Centers* en nuestro caso), que busca maximizar su participación de mercado frente a competidores ya ubicados. El modelo supone que una nueva compañía (Firma A) desea ingresar con p instalaciones a un mercado, de manera de obtener la máxima captura de clientes, considerando que ya existe competencia con varias instalaciones. Sin

perder generalidad, se asume que sólo una compañía (Firma B) opera en el mercado y se consideran los siguientes supuestos adicionales: el consumidor desea comprar un producto específico, y no considera el efecto de una compra multi-propósito, el producto vendido es homogéneo (el consumidor compra el mismo producto en todas las instalaciones), el costo unitario es el mismo en todas las instalaciones de la firma A y B, ambas firmas están maximizando beneficios, el mercado espacial está definido como un grafo conexo, donde los nodos representan un mercado local con un número determinado de consumidores que generan una demanda por el producto y los restantes nodos corresponden a las ubicaciones de la competencia y las potenciales nuevas ubicaciones (pre-especificadas), permitiendo que un nodo de demanda i pueda ser atendido por más de un *Strip Center*.

En lo que sigue se detalla un modelo competitivo de localización descrito en Colomé Perales (2002) y que es utilizado en este trabajo para la ubicación de p *Strip Centers*. Las variables de decisión del modelo corresponden a la variable entera binaria x_{ij} que toma el valor 1 si el nodo de demanda i es capturado o asignado a la potencial nueva ubicación j y 0 en caso contrario, para $i=1, \dots, n, j=1, \dots, m$, y una variable de decisión x_{jj} que toma el valor 1 si la potencial ubicación j es abierta y 0 sino, para $j=1, \dots, m$, que toman su valor óptimo de acuerdo al siguiente modelo de programación entera no-lineal:

$$\text{MAX } Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m a_i \rho(x_{ij}) x_{ij} \quad (3)$$

$$\text{s. a. } x_{ij} \leq x_{jj}, \forall i, j \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^m x_{jj} = p \quad (5)$$

$$\rho(x_{ij}) = \frac{\prod_{k=1}^s A_{kij}^{\beta_k}}{\sum_{j=1}^m x_{ij} \cdot (\prod_{k=1}^s A_{kij}^{\beta_k}) + \sum_{j=m+1}^{m+e} (\prod_{k=1}^s A_{kij}^{\beta_k})} \quad \forall i, j \quad (6)$$

$$x_{ij} \in \{0,1\} \quad x_{jj} \in \{0,1\}, \quad \forall i, j \quad (7)$$

La función objetivo maximiza la participación de mercado frente a competidores ya ubicados, donde a_i representa la demanda en el nodo i y $\rho(x_{ij})$ es la probabilidad de compra de un consumidor i en el potencial *Strip Center* j , definida a través de un modelo del tipo explicativo-estocástico para un conjunto de s atributos en cada uno de los *Strip Centers*. La restricción (4) asegura que si un nodo de demanda i es atendido por un potencial *Strip Center* j , este necesariamente debe estar instalado. La restricción (5) indica el número de *Strip Centers* a ser instalados por la firma. En (6) se detalla la expresión que define la probabilidad $\rho(x_{ij})$ en términos de los atributos significativos con el cual el *Strip Center* j atrae al cliente i , tomando en cuenta los m potenciales servidores de la firma A como los e ya existentes de la competencia, donde el factor β_k determina empíricamente la sensibilidad de los consumidor i a la k -ésimo atributo A_{kij} para las diferentes combinaciones asociadas a los $m+e$ *Strip Centers* que considera la problemática, esto es los m potenciales y otros e ya existentes de la competencia. Por último, (7) expresa la condición de integralidad de las variables de decisión.

Para estimar los factores de sensibilidad, el modelo MCI puede ser calibrado a partir de encuestas de percepción de los atributos A_{kij} de un *Strip Center*. Para ello, el primer paso consiste en transformar la ecuación (6) a su forma centrada y luego transformarla logarítmicamente para obtener una relación lineal entre la probabilidad de compra de un consumidor y los atributos, donde los coeficientes de la regresión lineal usando el método de mínimos cuadrados ordinarios son los factores de sensibilidad β_k de cada atributo considerado (Nakanishi y Cooper, 1974).

Cabe destacar que existen numerosos trabajos y modelos alternativos para problemas de localización competitiva. Por ejemplo en ReVelle (1986), se propone un modelo de Máxima Captura conocido por su sigla en inglés MAXCAP (Maximum Capture Model), que bajo las mismas hipótesis, $\rho(x_{ij})$ representa simplemente un parámetro que toma el valor 1 si la distancia entre el nodo de demanda i y el *Strip Center* j es menor a la ubicación más cercana de la competencia e imponiendo adicionalmente que cada nodo de demanda es capturado (asignado) a sólo un *Strip Center*. Esto permite abordar el problema mediante un modelo lineal pero sin incorporar aspectos como las preferencias respecto del modelo empleado en este trabajo.

4. Atributos relevantes en la ubicación de *Strip Centers*

Con el propósito de determinar los principales atributos que se debe tomar en cuenta para la decisión de apertura de un *Strip Center* se consideró una encuesta basada en el cuestionario aplicado en España y Gran Bretaña por Colomé Perales (2002) para el caso supermercados y se aplicó vía e-mail sobre una muestra de 47 consumidores. Se evaluaron 10 atributos específicos, agrupados en 3 dimensiones:

i. Conveniencia. Se evalúa la importancia subjetiva de un consumidor, en una escala de 5 puntos, para características como la ubicación, accesibilidad, distribución de los locales, horario de atención, entre otros.

ii. Servicio al Cliente. En una escala de 5 puntos, se cuantifica la rapidez de la atención, la presencia de servicios complementarios como cafeterías, farmacias, entre otros.

iii. Productos. Se evalúa la calidad de los productos/servicios entregados, la amplitud y profundidad de productos y los precios.

Para identificar los atributos más representativos se realizó un análisis estadístico usando el Método de Análisis de Factores a través del módulo “*Data Reduction*” de SPSS 13.0, empleando a su vez la técnica de Componentes Principales (Hair, 2009), la cual permite extraer una cantidad mínima de factores latentes que expliquen la varianza total de las variables.

Al emplear el Método de Análisis de Factores se observa que existen 4 factores que explican el 63.38% de la variabilidad de los 10 atributos estudiados. Para la estimación de la matriz de componentes principales se utilizó la técnica de rotación VARIMAX. Según Hair (2009), para una muestra de tamaño 50 y con un nivel de significación práctica del 95%, los componentes claramente significativos son aquellos mayores a 0.75. De esta forma, en este trabajo los factores no observables en la intención de compra serían: el factor de “atención al cliente” representado por el atributo que cuantifica el horario de cierre y apertura del centro comercial, el factor de “conveniencia” ligado al atributo que mide la percepción de facilidad de acceso a la compra (por ejemplo, con los estacionamientos), el factor de “características del producto” relacionado con el atributo que evalúa la percepción de la importancia de la amplitud y mezcla de productos en el *Strip Center* y el factor de “localización” que se relaciona estrechamente con la percepción de cercanía del centro comercial. Adicionalmente a estos factores de percepción subjetiva, se agregó como un quinto factor objetivo a la distancia Euclidiana entre el consumidor y el *Strip Center*, todos los cuales fueron considerados como potenciales factores para la determinación de la probabilidad de compra $\rho(x_{ij})$ del modelo (3)-(7).

Posterior al análisis factorial, se aplicó una regresión lineal sobre los 5 atributos para determinar la sensibilidad β_k de cada uno. La regresión obtenida entrega como resultado la reducción de la probabilidad de compra como función de los 3 atributos más relevantes: la percepción subjetiva de horario de cierre y apertura del centro comercial, la percepción subjetiva de cercanía del *Strip Center* y la distancia Euclidiana entre en consumidor y el *Strip Center*. La regresión posee una significación estadística del 95% (estadígrafo F igual a 189.38 en Tabla ANOVA y un p-value igual a 1.6e-15), con un R^2 de 0.98 y un R^2 ajustado de 0.975. La prueba de la *t-Student* para los 3 parámetros entrega un *p-value* mucho menor que 5%, confirmando que los coeficientes son significativamente distintos de cero con un nivel de confianza del 95%.

A continuación, se diseñó una segunda encuesta de 10 preguntas, la cual fue respondida por 51 personas vía e-mail, cuyo objetivo consistió en determinar otros factores claves del consumo como la frecuencia de compra, el precio promedio y la cantidad promedio adquirida por los clientes a fin de poder estimar ventas promedio. A partir del análisis estadístico de dicha encuesta, y bajo supuesto de distribución normal de las variables medidas, se determinaron los intervalos de confianza para la media con un nivel de significación del 5% (Canavos, 1988) los cuales definen los escenarios promedio, optimista y pesimista.

De esta forma, independiente del estrato social, los hogares poseen un gasto promedio en una visita al *Strip Center* de $\$7,695 \pm \$1,382$ (sin IVA), con un consumo promedio por visita (independiente del estrato social) de 2.7 ± 0.5 unidades. Bajo estas condiciones, el precio promedio por unidad está dado por $\$2,850 \pm \$1,276$ por unidad (sin IVA). En particular, para el estrato ABC1 de ingresos más altos, el 52% de los hogares visita un *Strip Center* con una

frecuencia de compra alta (siempre o generalmente) igual a $2.1 \pm 0,7$ veces por semana y el 48% con una frecuencia baja (a veces o rara vez) de 0.6 ± 0.3 veces por semana. Para el estrato C2, el 29% de los hogares visita un *Strip Center* con una frecuencia de compra alta igual a 2.1 ± 0.7 veces por semana y el 71% con una frecuencia baja de 0.6 ± 0.3 veces por semana.

5. Resultados

El modelo competitivo de localización MCI descrito en (3)-(7) fue aplicado a un problema de naturaleza real, empleando para su resolución una heurística de búsqueda local, programada en MATLAB7, que puede resumirse de la siguiente manera:

Paso 0: Sea $J=\{1, \dots, m\}$ el conjunto de índices de todos los potenciales *Strip Centers* ($J^C=\emptyset$).

Paso 1: Se calcula el valor de la función de captura total en (3) que entregaría la instalación adicional de un nuevo potencial *Strip Center* j , para cada $j \in J$, asumiendo que están instalados todos aquellos en J^C .

Paso 2: Se ordenan los potenciales *Strip Centers* $j \in J$ en orden descendente de acuerdo al valor de la función de captura.

Paso 3: Denotando por q el *Strip Center* que encabeza la lista que entrega el mayor valor de captura. Se redefine $J = J - \{q\}$.

Paso 4: Si se alcanzó el máximo número de instalaciones a instalar ($|J^C|=p$), ir a Paso 5. Si no, volver al Paso 1.

Paso 5. Se instalan los p *Strip Centers* en J^C .

Para evitar caer rápidamente en un subóptimo, se aplica igualmente la heurística en dos nuevas corridas modificando el Paso 3 al seleccionar la ubicación q que entrega el segundo mayor valor de captura y luego seleccionando el tercer mayor valor, y se considera como solución final del problema la mejor de las obtenidas ante estas tres opciones.

Para validar la calidad de la estrategia de resolución adoptada, se resuelve un conjunto de instancias de prueba y sus valores son contrastados con la resolución directa del modelo de localización (3)-(7), empleando el software modelado algebraico AMPL en combinación con el solver BONMIN (Basic Open-source Nonlinear Mixed INteger programming) a través del Servidor NEOS (www.neos-server.org). Las instancias de prueba consideran como datos de entrada las coordenadas de ubicación de un total de 113 nodos de demanda (consumidores), m potenciales *Strip Centers* a ser ubicados, un total de e ya existentes de la competencia y un número máximo p de *Strip Centers* a instalar. Los resultados obtenidos ante distintas instancias de prueba se presentan en la Tabla N° 1.

Tabla N° 1. Resolución del modelo MCI para $n = 113$ clientes, usando Heurística en Lenguaje MATLAB7 y lenguaje AMPL resuelta con solver Bonmin, Neos-server.org

| m <i>Strip Centers</i> potenciales | p <i>Strip Centers</i> a instalar | e <i>Strip Centers</i> Existentes | Lenguaje AMPL, resolución en solver BONMIN, NEOS-SERVER.ORG | | | HEURÍSTICA programada en lenguaje MATLAB 7 (PC Intel Pentium Dual T3400 2,16GHz, 2GB RAM) | | | Error |
|--|--|---|--|-------------|----------------------|---|-------------|----------------------|-------|
| | | | Z óptimo | Ubicaciones | Tiempo (segundos) | Z | Ubicaciones | Tiempo (segundos) | |
| 4 | 3 | 1 | 3088090 | 1,3,5 | 0.12 | 3082900 | 1,2,5 | 0.421 | 0.17% |
| 3 | 3 | 2 | 2315380 | 2,3,5 | 0.001 | 2315380 | 2,3,5 | 0.234 | 0% |
| 4 | 2 | 1 | 2775250 | 1,5 | 0.68 | 2735100 | 1,2 | 0.297 | 1.45% |
| 3 | 2 | 2 | 1909490 | 2,5 | 0.1 | 1909490 | 2,5 | 0.218 | 0% |
| 4 | 1 | 1 | 2152520 | 1 | 0.34 | 2152520 | 1 | 0.172 | 0% |
| 3 | 1 | 2 | 1241760 | 2 | 0.14 | 1241760 | 2 | 0.109 | 0% |

Los resultados alcanzados por la heurística implementada alcanzan la solución óptima en 4 de las 6 instancias resueltas y en las 2 restantes los errores relativos son pequeños contrastados

con el óptimo alcanzado por el solver BONMIN.

Enseguida, se aborda un problema de naturaleza real que considera una comuna del Gran Santiago cuyos datos fueron geo-referenciados por manzana para diferentes grupos socioeconómicos (Mapcity Geobusiness, 2010). Se traspasaron los sectores asociados a grupos socioeconómicos ABC1 y C2 en AUTOCAD 2007. Se definieron 45 áreas para el estrato socioeconómico ABC1 y 68 para el C2, en cuyo centro geométrico se ubica el nodo de demanda respectivo. Para la resolución del modelo, se proponen $m = 9$ lugares de instalación potenciales, considerando sólo uno ya existente ($e = 1$) en la comuna (Cámara Chilena de Centros Comerciales, 2010).

Se considera que la cantidad total de hogares de la comuna de La Florida es de 102,696 hogares (según la Encuesta CASEN 2006) y que el área total de la comuna de La Florida es de 70,2 km². De esta forma, al hacer el cociente se estima para La Florida una densidad de $D_H = 0.0014629$ hogares por metro cuadrado, con una demanda anual:

$$\alpha_i = F \left[\frac{\text{unidades}}{\text{hogar año}} \right] \times \text{Área Nodo } i \text{ [m}^2\text{]} \times D_H \left[\frac{\text{hogares}}{\text{m}^2} \right] \quad (8)$$

donde los valores de F dependen del escenario y se estiman a partir de los resultados de la encuesta de consumo, para un escenario promedio $F=194$ unidades/hogar-año para el estrato ABC1 y un $F=145$ unidades/hogar-año para el estrato C2.

El modelo de localización MCI fue resuelto utilizando la heurística de búsqueda local y la resolución directa en lenguaje AMPL (Fourer *et al.*, 2002) a través del solver BONMIN, imponiendo un número máximo de *Strip Centers* a instalar $p = 3$. Los resultados alcanzados por la heurística ($Z = 3,227,700$ unidades/año) difieren en un 0,32% de la solución óptima igual a $Z = 3,238,190$ unidades al año.

Los resultados alcanzados por la heurística en la resolución del modelo se presentan en Tabla N° 2, que arroja instalar los *Strip Centers* potenciales 1, 4 y 8.

Tabla N° 2. Ubicación de los *Strip Centers* Localizados utilizando la Heurística para $n = 113$ clientes, $m = 9$ lugares potenciales, $e = 1$ competencia existente y $p = 3$ *Strip Centers* a instalar.

| ID | Posición x [m] | Posición y [m] | Ubicación | Captura Z por <i>Strip Center</i> [unidades/año] |
|-------------|----------------|----------------|--|--|
| POTENCIAL 1 | 353720 | 628900 | Avda La Florida esquina Gerónimo de Alderete | 1,035,900 |
| POTENCIAL 4 | 355650 | 628830 | Rojas Magallanes esquina Avda Tobalaba | 1,167,300 |
| POTENCIAL 8 | 354480 | 628700 | Trinidad Oriente esquina Avda La Florida | 1,024,500 |

Usando en esta solución un precio promedio de \$2,850 por unidad (sin IVA), las ventas anuales son de \$9,198,945,000. Finalmente, en la estimación del beneficio anual del inversionista se suponen costos operacionales proporcionales al volumen de ventas con costos promedio proyectados equivalentes a un 96,30% de las ventas promedio (según estadísticas de la industria del *retail* para el año 2011), arrojando un beneficio neto de \$340,360,965 por año.

5. Conclusiones

En este artículo se propone una metodología para evaluar el beneficio de un inversionista basado en el modelo de localización competitiva MCI que busca maximizar la captura de clientes. Dicho modelo de localización permiten ubicar locales a una firma nueva maximizando la participación de mercado frente a un competidor ya instalado. La pertinencia del modelo se basa en que permite reflejar las preferencias de los consumidores mediante una probabilidad de compra.

El empleo de la estrategia adoptada incluyó la realización de encuestas de percepción y consumo y la estimación de los costos operacionales de la industria de los *Strip Centers*, lo cual permitió cuantificar la utilidad a través de las ventas realizadas y de los costos operacionales, bajo un escenario dado. Los resultados encontrados a partir de la encuesta de percepción de los atributos de un *Strip Center* permiten concluir que existen factores latentes o desconocidos que explican el 63,38% de la variabilidad. Estos factores no observables en la intención de compra

son el factor de “atención al cliente”, relacionado con el horario de cierre y apertura del centro comercial, el factor de “conveniencia”, ligado a la percepción de facilidad de acceso a la compra (por ejemplo, con los estacionamientos) y el factor de “localización”, relacionado con la ubicación del centro comercial.

Aplicada la metodología a un caso específico esta resulta muy pertinente pues permite determinar el beneficio de un inversionista ante diferentes escenarios de evaluación, pudiendo incorporar factores cuantitativos como costos operacionales, precio unitario y frecuencia de compra anual por estrato socioeconómico, que apoyadas por el modelo de localización competitiva y la heurística de búsqueda local desarrollada para su resolución, permite apoyar la toma de decisiones con la selección de las ubicaciones propuestas para los *Strip Centers* a invertir.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido posible gracias al apoyo de financiamiento otorgado por la Dirección General de Investigación y Postgrado (Proyecto USM 28.10.37) y el Centro de Investigación del Departamento de Industrias CIDIEN, ambos de la Universidad Técnica Federico Santa María.

Referencias

- Applebaum, W.** (1966), Methods for Determining Store Trade Areas, Market Penetration, and Potential Sales, *Journal of Marketing Research*, Vol. 3, No. 2 (May, 1966), pp. 127-141
- Cámara Chilena de Centros Comerciales** (2010), en la página del *Catastro Nacional de Centros Comerciales* [en línea]. Santiago de Chile, Disponible en: http://www.camaracentroscomerciales.cl/catastro_cchcc/index.html [Accesado el 25 de Septiembre de 2010]
- Canavos, G.C.** (1988), *Probabilidad y Estadística. Aplicaciones y Métodos*. 1° edición, México: Editorial McGraw Hill Interamericana.
- Carter, C.C., Vandell, K.D.** (2005), Store Location in Shopping Centers: Theory and Estimates, *Journal of Real Estate Research*, 27 (3), 237-266
- Clarkson R.M., Clarke-Hill, C.M., Robinson, T.** (1996), UK supermarket location assessment, *International Journal of Retail & Distribution Management*, 24 (6) 22–33.
- Colliers International** (2010), “Retail, Research & Forecast Report” en la página de la *Cámara Chilena de Centros Comerciales* [Documento PDF]. Santiago, Disponible en: http://www.camaracentroscomerciales.cl/Informes/RETAIL-Informe_1%20Semestre%202010.pdf?viewMode=magazine&mode=embed [Descargado el 25 de Agosto de 2010]
- Colomé-Perales, R.** (2002), *Consumer Choice in Competitive Locations Models*, Universitat Pompeu Fabra, Departamento de Economía de la Empresa, Tesis Doctoral, en la página de Tesis Doctorales en Red [Documento PDF]. España, Disponible en: http://www.tdr.cesca.es/TESIS_UPF/AVAILABLE/TDX-0227103-135727/trcp1de1.pdf [Descargado el 28 de Septiembre de 2010]
- Craig, C.S., Ghosh, A., McLafferty, S.** (1984), Models of the Retail Location Process: A Review, *Journal of Retailing*; Vol. 60 Issue 1, p5.
- Dramowicz, E.** (2005), Retail Trade Area Analysis Using the Huff Model, en *Directions Magazine* [en línea]. EEUU, Disponible en: <http://www.directionsmag.com/articles/retail-trade-area-analysis-using-the-huff-model/123411> [Accesado el 1° de Septiembre de 2010]
- Fourer R., Gay, D.M., Kernigham, B.W.** (2002). *AMPL: a modeling language for mathematical programming*. 2nd ed. Duxbury Press, USA.
- Global Property Solutions** (2009), “Informe Strip Center, 2do Semestre 2009” en la página de GPS [Documento PDF]. Santiago de Chile, Disponible en: <http://www.gpsproperty.cl/informes->

y-estudios/retail [Descargado el 6 de Julio de 2010]

González-Benito, O., Grotorex, M., Muñoz-Gallego, P.A. (2000), Assessment of potential retail segmentation variables: An approach based on a subjective MCI resource allocation model, *Journal of Retailing and Consumer Services*, 7 (2000) 171-179

Hair, J.F. (2009), *Multivariate Data Analysis*, 7th Edition, Prentice Hall.

Huff, D.L. (1963), A probabilistic analysis of shopping centre trade areas, *Land Economics*, Vol. 39, 1963, pp. 81-90.

Koçak, H. (2010), Convex Programming Approach to the Shopping Mall (AVM), Site Selection Problem and Sakarya, *European Journal of Social Sciences*, Volume 13, Number 2 [Documento PDF]. Disponible en: http://www.eurojournals.com/ejss_13_2_07.pdf [Descargado el 28 de Agosto de 2010]

Koontz, C.M. (1997), *Library Facility Siting and Location Handbook*, Greenwood Publishing Group.

Mapcity Geobusiness (2010), en *Mapcity Chile* [Documento PDF]. Santiago de Chile, Disponible en: http://beta.mapcity.com/Download/Ac_Mapcity_geo.pdf [Descargado el 23 de Noviembre de 2010]

Nakanishi, M., Cooper, L.G. (1974), Parameter estimate for multiplicative interactive choice model: least square approach. *Journal of Marketing Research*, 11, 303-311.

Reilly, W. J. (1931), *The Law of Retail Gravitation*, Knickerbocker, Press, New York, NY, 1931.

ReVelle, C. (1986), The maximum capture or sphere of influence location problem: Hotelling revisited on a network. *Journal of Regional Science* 26, 343-358.

Shyrkova, K. (2005), "The Optimal Location of a Retail Store", Thesis of Master of Arts in Economics, National University "Kyiv-Mohyla Academy", Ucrania, en la pagina de la Kyiv School of Economics [Documento PDF]. Ucrania, Disponible en: <http://www.kse.org.ua/uploads/file/library/2005/shyrkova.pdf> [Descargado el 26 de Octubre de 2010]

Tecnología & Construcción Webmagazine (2007), Año 2, Edición N°12, Octubre 2007 [en línea]. Santiago de Chile, Disponible en: www.seconstruye.com [Accesado el 22 de Julio de 2010]

Timmermans, H.J.P. (1981), Multiattribute shopping models and ridge regression analysis, *Environment and Planning A*, 1981, vol. 13, 43-56