



2. Un modelo genérico de localización de sucursales bancarias

Por Roger Sánchez del Río

I. INTRODUCCION

En un artículo anterior ya expusimos algunas de las aplicaciones potenciales que la Geocodificación de las Direcciones Postales conlleva en el análisis e investigación de ámbito urbano. Entre algunas de estas aplicaciones figuraba la de poder establecer, de forma más racional, las localizaciones de establecimientos del sector terciario, maximizando los rendimientos económicos derivados de su emplazamiento dentro de entornos urbanos concretos.

Es, por ello, que pensamos sería de una gran utilidad el desarrollar en profundidad uno de estos casos, que sirviera así de prototipo para una posible aplicación de esta tecnología en multitud de variaciones concretas al caso que ofrecemos en esta ocasión.

En tal sentido, nuestro objetivo en este artículo será el describir el desarrollo y aplicación de un modelo generalizado que nos sirva como herramienta válida para la realización de análisis preliminares de mercado y, en concreto, para la delimitación de las localizaciones más idóneas para la implantación de sucursales de establecimientos bancarios.

El primer problema será delimitar si las agencias bancarias siguen en su localización los modelos asignados a los establecimientos de carácter comercial o, por el contrario, aquellos correspondientes a la localización de servicios públicos. En principio, cuatro características principales parecen ser que definen las decisiones de carácter localizacional, relativas al sector público y, por ende, a aquellos servicios que éste genera:

a) La localización y nivel de gastos de los servicios públicos son determinados a través de un proceso público o casi público.

b) La competencia no es tanto entre las unidades que facilitan el servicio, caso de la localización

comercial, por ejemplo, sino entre las distintas comunidades que se disputan sus beneficios.

c) Normalmente, existe poca información sobre las decisiones relativas a la adecuación de los servicios existentes estudiada y medida en detalle.

d) En general, se trata más bien de localizar sistemas de facilidades que de establecimientos de tipo puntual.

De esta manera, y una vez consideradas estas características, la localización de agencias bancarias no debería responder a las pautas localizacionales de un servicio público y sí, más bien, a las de un establecimiento comercial, aunque con ligeras modificaciones, provenientes éstas, de que generalmente se trata de localizar sistemas de facilidades bancarias más que establecimientos puntuales aislados.

De todo lo anterior se deduce que la conducta localizacional de una agencia bancaria responderá y estará fuertemente condicionada por factores de índole económica y, en consecuencia, las variaciones espaciales en la misma supondrán grandes diferencias en sus beneficios potenciales, en tanto que el mayor o menor costo necesario sería, en comparación, insignificante. En otras palabras, se puede decir que la ATRACCION RELATIVA de localizaciones alternativas se medirá más en términos de los futuros beneficios derivados de ésta que de los costes reales precisos para su implantación, que se supondrán constantes para cada zona.

Consecuentemente, nuestro modelo pretende responder sobre la mayor o menor idoneidad de localizaciones alternativas del caso concreto que se plantee, según un formato interactivo con el usuario en cuestión. Asimismo, y como ya se ha dicho anteriormente, este modelo pretende ser lo suficientemente amplio, conceptualmente hablando, como para permitir una gran variedad de aplicaciones en

la localización de establecimientos varios, tanto en el sector público como privado, que es, en definitiva, el caso que nos ocupa.

II. METODOLOGIA

Una vez aceptado el carácter primordialmente comercial de las entidades bancarias en lo referente a su inserción en la estructura urbana, éstas deberán encontrar los emplazamientos idóneos que maximicen sus beneficios con independencia de los costes de implantación que serán, como antes dijimos, constantes para cada área urbana.

Estos beneficios, según la teoría de localización comercial, están típicamente asociados con tres variables básicas:

1. El área de mercado.
2. Los gastos potenciales del consumidor.
3. La competitividad de la zona.

En nuestro caso específico de localización de agencias bancarias, la segunda variable podría ser definida más bien como la «**capacidad económica de la población**», asumiendo, así, que el mayor índice económico de una zona, implica un mayor «consumo» potencial de instituciones bancarias y, por ende, una mayor idoneidad para el asentamiento de las mismas, supuestas constantes las otras dos variables.

De este modo, el procedimiento genérico para el desarrollo de un modelo como el considerado implicaría las siguientes fases operativas:

1. Eliminar las localizaciones potenciales claramente NO deseables, a fin de simplificar las opciones operativas del modelo.
2. Para el resto de las localizaciones posibles:
 - 2a. Estimar el tamaño del mercado.
 - 2b. Estimar las necesidades bancarias de la zona en función de las ca-

racterísticas socio-económicas de la misma.

- 2c. Estimar los posibles efectos procedentes de la competencia.
3. Calibrar cada localización potencial, en función de los puntos anteriores, de manera estandarizada.
4. Seleccionar aquella localización con una mayor capacidad potencial de beneficios.

III. DELIMITACION DE LAS AREAS DE MERCADO

Para su delimitación geográfica, se utilizarán los ficheros de clientes de las agencias bancarias, ya instaladas, sobre zonas cualitativa y cuantitativamente sinónimas con las que se pretendan evaluar mediante la aplicación de este modelo. Claramente la inclusión en esta fase de un mayor número de agencias bancarias aumentaría la significación de las conclusiones a costa de un mayor desembolso económico.

En líneas generales, podremos afirmar que la delimitación de las áreas de mercado de estas agencias bancarias se aproxima más a la de los establecimientos comerciales de consumo diario que de cualquier otro tipo, en tanto que:

- Se va frecuentemente a ellos, según modalidad secuencial por tipo de actividad y desarrollo económico.
- El prestigio y capacidad económica del Banco, la «marca» que ofrece, juegan un papel primordial en el proceso de elección por parte del futuro cliente.
- La accesibilidad en competencia con otras agencias afincadas en la zona tiene una importancia vital en lo relativo a su mayor o menor consumo por los habitantes de la zona.

Sin embargo, para una calibración exacta del modelo, será precisa una delimitación más nítida de dichas áreas de mercado en un tiempo y en un espacio concretos. Para ello, procederemos a la geo-

codificación de los archivos de los clientes, contenidos en las agencias bancarias a estudiar, mediante la asignación de PARES DE COORDENADAS X, Y, a las direcciones postales correspondientes a cada uno de ellos, distinguiendo si posee cuenta corriente y/o cartilla de ahorros. Asimismo, a cada uno de estos registros formados se le añadirán los CODIGOS DE AREA correspondientes —n.º, sección censal, por ejemplo—, así como sus DISTANCIAS espaciales a la agencia en cuestión.

De este modo, cada registro contenido en los archivos de una agencia cualquiera, que primitivamente contendría NOMBRE, DIRECCION y PTS/c. c. o PTS/ c. a., quedaría transformado en otro donde figurasen un PAR DE COORDENADAS X, Y, N.º, SECCION CENSAL Y DISTANCIA espacial a la agencia en cuestión, además de la información concerniente al estado de la cuenta corriente y/o cartilla de ahorros, que por el contrario no sufriría transformación alguna. Una muestra de un archivo antes y después de ser transformado es ofrecida a continuación:

registro primitivo, registro primitivo

NOMBRE	DIRECCION	PTS/cc	PTS/ca
Pacheco Alonso	Alcaldía, 12	2.566.873,00	—
Pacheco Alvarez	Buenaventura, 33	56.783,00	34.561,00

registro geocodificado, registro geocodificado.

ABSCISA	ORDENADA	N.º SECCION CENSAL	DISTANCIA
384.5	261.0	23	41.4
547.3	867.4	31	83.5

En definitiva, la transformación consiste en sustituir el nombre y dirección del usuario por las correspondientes coordenadas representativas de la dirección postal, así como por el número de la sección censal donde ésta se halla localizada. Del mismo modo se incluirá en este nuevo registro la distancia de cada una de estas direcciones postales a la agencia bancaria de donde procedan. La información relativa a la cantidad en pesetas que cada cliente posee,

bien en cuenta corriente y/o cartilla de ahorros, pertenece al tipo de datos descriptivos —DESCRIPTIVE DATA SET en la literatura anglosajona— y, por ello, figurará también integrada en los nuevos registros, al igual que la distancia.

Claramente, de lo que se trata es de transformar los datos de referenciación espacial primitivos en otros susceptibles de ser tratados automáticamente mediante su procesamiento en ordenadores. Por ello, que la existencia de un sistema de referenciación automática de direcciones postales producirá un ahorro claro en el tiempo y en los medios de toda índole utilizados, en el tratamiento de las mismas, aumentando así la posibilidad de procesar un mayor número de ellas, dentro de un presupuesto dado.

Ciertamente, que la no existencia de un sistema como el anteriormente expuesto no debería limitar la aplicación del modelo en cuestión, sustituyendo la lectura automatizada de dichas direcciones postales y su posterior conversión en códigos de área específicos, mediante programas adecua-

dos —ADMATCH, por ejemplo—, por la ejecución manual de dichas tareas con las pérdidas en tiempo y precisión que ello acarrearía.

En el primer supuesto, la asignación de coordenadas no necesitaría ser excesivamente precisa, utilizándose como origen de las mismas uno cualquiera para el que exista cartografía apropiada de la zona de la que se trate. En otras palabras, básicamente se tratará de establecer un sistema coordinado cualquiera, como marco de



referencia para la localización puntual de las direcciones postales, con vistas a la mecanización posterior de ulteriores operaciones.

La decisión de que los códigos de área asignados a cada uno de los registros del fichero sean básicamente las secciones censales está basada en que es la unidad geográfica mínima para la que existe información de tipo censal que, como más adelante veremos, será fundamental para la determinación de las necesidades de «consumo» bancario de la zona o área de mercado de la que se trate.

Por último, la asignación para cada dirección postal de su distancia a la agencia bancaria en cuestión nos servirá para la determinación tanto del círculo de distancia estándar como de la elipse del mismo nombre y, así, el grado de dispersión y estrechamiento de la distribución espacial de clientes alrededor de su agencia, respectivamente. En nuestro caso concreto, dichas distancias serán espacialmente medidas, pues obviamente simplifican el modelo, aún a costa de ignorar, en algunos casos, la existencia de barreras naturales que impidan el transporte o, por el contrario, de aquellas facilidades que lo mejoran por encima de su nivel normal.

Resumiendo, la delimitación del área de mercado para una agencia bancaria cualquiera conllevaría los siguientes pasos:

1. Extracción de los ficheros de los clientes de la agencia.
2. Localización geográfica de sus direcciones postales.
3. Asignación de pares de coordenadas X, Y, a las mismas.
4. Asignación de códigos de área —número de la sección censal donde ésta se halle incluida, en nuestro caso—, a las mismas.
5. Cálculo de la distancia aérea de cada una de estas direcciones a la agencia de donde provengan.

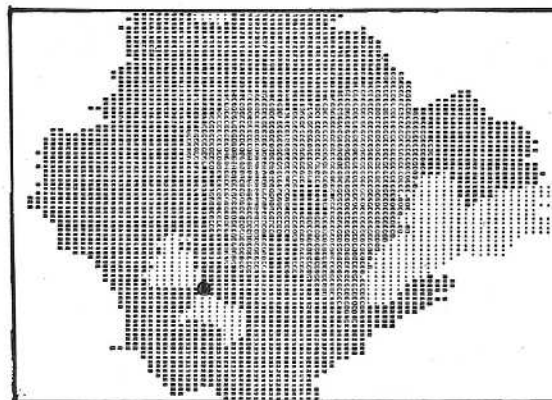
Una vez efectuadas las operaciones arriba apuntadas, se estable-

cerían los siguientes resultados —«outputs» del sistema—.

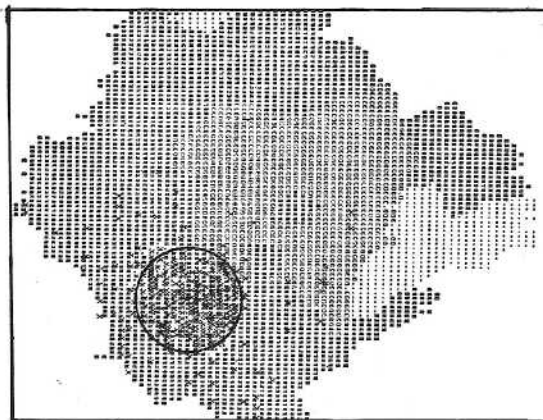
- a. Representación espacial de la nube de clientes alrededor de la agencia.
- b. Determinación del círculo de distancia estándar y de la elipse de desviación estándar.
- c. Obtención de la curva de variabilidad del número de clientes o porcentaje de los mismos en función de la distancia.

El primero de estos resultados lo utilizaríamos para la delimitación del número de clientes por sección censal, estableciendo los porcentajes correspondientes, a fin de evaluar la influencia socio-económica relativa de cada una de estas áreas, así como una primera imagen del tipo de distribución espacial, que ofrecen los clientes alrededor de su agencia. La segunda de estas salidas, por el contrario, nos proporcionará una serie de medidas explicitorias del grado de dispersión de la nube de clientes. Y, por último, la tercera de ellas, directamente relacionada con la anterior, nos facilitaría el número potencial de clientes en función de su distancia espacial a la agencia, suponiendo, por ello, uniforme la accesibilidad media de la zona.

De este modo dispondremos de un método efectivo para la delimitación del área de mercado de una agencia bancaria en situaciones similares a las estudiadas. Por un lado, el círculo de distancia estándar y la elipse de desviación estándar nos delimitarían el tipo de nube espacial; y la relación distancia/porcentaje de clientes, por otro lado, la potencialidad de cada sección censal o parte de la misma. Claramente, estas dos últimas salidas son, por decirlo de algún modo, complementarias y/o equivalentes, pues el círculo de distancia estándar tiene como radio la primera desviación típica de todas las distancias radiales de la distribución al centro de gravedad de la misma —la agencia en cuestión—. Del mismo modo, los radios mayor y menor de la elipse de desviación estándar representan la pri-



LOCALIZACION DE UNA AGENCIA BANCARIA QUE SE CONSIDERE PROTOTIPICA. En el mapa se expresa el nivel de instrucción predominante en cada una de las secciones censales.



DELIMITACION DE SU AREA DE MERCADO MEDIANTE EL TRAZADO DEL C. D. E. Las cruces representan las localizaciones de los clientes, procedentes de los archivos de la agencia en cuestión.

mera desviación típica de todas las distancias radiales medidas según los ejes principales, respectivamente. Dicho de otra manera, tanto el círculo como la elipse anteriormente descritas representan medidas de dispersión y como tales fácilmente expresables en porcentajes, según las distancias al centro de gravedad o agencia en cuestión.

IV. ESTIMACION DE LAS NECESIDADES BANCARIAS DE LA ZONA

Una vez estimada el área de mercado de la/s agencia/s consideradas como más ejemplares del caso que nos ocupe, se pasará a derivar las características socio-económicas que mejor expliquen el nivel de «consumo» bancario de la zona. Para ello, y mediante

un método de regresión, paso a paso, trataremos de explicar los «indicadores de consumo» bancario de la/s agencia/s en cuestión, mediante las variables socio-económicas vigentes en el área de mercado previamente delimitadas, que serían así las variables independientes de las ecuaciones de regresión antes aludidas.

Dichos indicadores de consumo o variables dependientes podríamos básicamente reducirlos a CUATRO:

- Y_1 = Número de cuentas corrientes.
- Y_2 = Total de pesetas en cuenta corriente.
- Y_3 = Número de cartillas de ahorro.
- Y_4 = Total de pesetas en cartilla de ahorro.

Evidentemente, todas ellas estarán referidas a las secciones censales o porcentajes de las mismas —delimitados en el punto anterior—, mientras que la diferenciación entre cuentas corrientes y cartillas de ahorros es debida al diferente tipo de clientes y comportamiento que implican una y otra, según algunas, aunque pocas, evidencias empíricas al respecto.

Por el contrario, los factores fundamentalmente socio-económicos explicativos del nivel de «consumo bancario», o variables independientes a considerar de acuerdo con la teoría de localización comercial, serían entre los más importantes los siguientes:

- X_1 = Número de personas.
- X_2 = Nivel de renta.
- X_3 = Status socio-económico.
- X_4 = Nivel de instrucción predominante.
- X_5 = Tamaño de la familia media.
- ...
- X_n = Sexo, edad y estado civil de la población.

Como podrá fácilmente ser constatado, las variables independientes expuestas son sólo variables prototípicas o genéricas, dependiendo su delimitación concreta y específica del tipo de información de que se disponga al nivel exigido, así como del conocimiento previo que en cada caso se tenga del mercado.

De este modo, obtendremos de forma progresiva las distintas variables independientes, de manera

que vayan aportando, de forma decreciente, explicación de los indicadores de consumo bancario antes indicados. Obviamente, la explicación de cada uno de estos indicadores no necesitará ni de las mismas variables ni del mismo número de ellas, y sí del mayor porcentaje explicativo acumulado que idealmente podríamos establecer en un 95 por 100 de la variación total.

Por ello, las ecuaciones genéricas del modelo serían así:

$$\begin{aligned} Y_1 &= a_1X_1 + b_1X_2 + c_1X_3 + \dots + z_1 \\ Y_2 &= a_2X_1 + b_2X_2 + c_2X_3 + \dots + z_2 \\ Y_3 &= a_3X_1 + b_3X_2 + c_3X_3 + \dots + z_3 \\ Y_4 &= a_4X_1 + b_4X_2 + c_4X_3 + \dots + z_4 \end{aligned}$$

Donde a_1, b_1, c_1, \dots serían los coeficientes de las variables independientes, mientras que z_1, z_2, z_3 y z_4 serían los términos independientes de las ecuaciones propuestas.

Escritas en forma matricial, dichas ecuaciones tendrían la forma siguiente:

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \\ Y_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_1b_1c_1 & \dots & z_1 \\ a_2b_2c_2 & \dots & z_2 \\ a_3b_3c_3 & \dots & z_3 \\ a_4b_4c_4 & \dots & z_4 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ X_4 \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix}$$

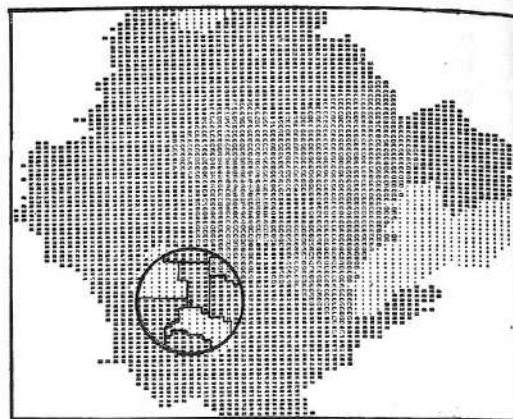
$$(Y_i) = (A) \times (X_j)$$

$$V_i = \{ 1, 2, 3 \text{ ó } 4 \}$$

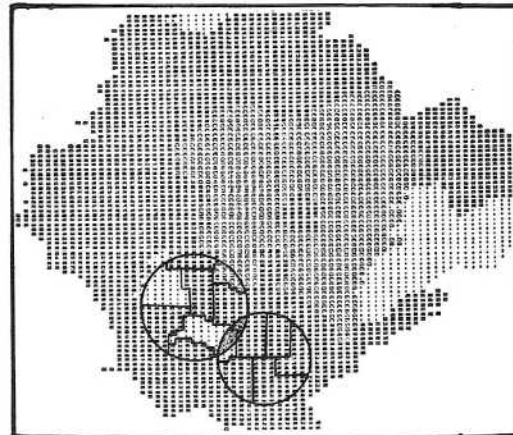
$$V_j = \{ 1, 2, \dots, n \}$$

Donde la matriz A de coeficientes representaría las incógnitas del sistema, siendo, por el contrario, las matrices, o mejor dicho, los vectores Y_i y X_j , datos dados del mismo. Asimismo, en este último vector X_j la componente X_n será por definición igual a la unidad, puesto que corresponde al conjunto de variables por las que habrá que multiplicar los términos independientes z_1, z_2, z_3 y z_4 , respectivamente.

Este sistema de ecuaciones supondrá así una de las partes esenciales del modelo genérico que nos ocupa, al aceptarse la matriz A de coeficientes, debidamente adaptada y calibrada, como la matriz básica de relaciones entre unas variables independientes que se conocen —vector X_j — y otras que se desean proyectar —vector Y_i — para cada caso concreto.



ESTIMACION DE LAS NECESIDADES BANCARIAS DEL AREA DE MERCADO. En el mapa, y dentro del área de mercado, se señalan las secciones censales, o porcentajes de las mismas, incluidas en ésta.



COMPETITIVIDAD ENTRE AGENCIAS. En el mapa se señalan las secciones censales, o porcentajes de las mismas, incluidas en las áreas de mercado respectivas. Con punteado, se marca la zona en litigio.

V. COMPETITIVIDAD ENTRE LAS AGENCIAS

Por último, una vez determinada el área de mercado de las agencias, así como el potencial de consumo de la misma, consideraremos el impacto que en las decisiones de localización de cualquier establecimiento comercial tienen las estrategias seguidas por establecimientos similares dentro de áreas geográficas comunes. En otras palabras, se trata de discernir el papel que la localización de otras agencias dentro del área de estudio considerada puede suponer en cuanto a posibles distorsiones, y/o enturbiamiento, de conclusiones previas.



Es, por ello, que introduciremos el factor competitividad para aquellas zonas que dentro del área de mercado previamente definida para una determinada agencia pertenezcan, a su vez, a otra/s área/s de mercado de otra/s agencia/s bancaria/s en competencia comercial con la anterior.

Este factor de competencia se aplicará, a modo de corrector, para el cálculo del potencial de consumo bancario de la zona que se especifique, y en ningún caso aumentará dicho potencial. La disminución, pues, de dichos potenciales estará en función del mayor o menor tamaño de las agencias en competencia y de la distancia de la zona en litigio —común a varias áreas de delimitación— a cada una de ellas.

Matemáticamente hablando, si la estimación de consumo bancario va a hacerse en la zona en litigio i es C_i , el consumo real de facilidades bancarias en dicha zona, teniendo en cuenta el factor competencia, será S_i .

$$S_{ij} = C_i \frac{F_j/d_{ij}}{\sum_j F_j/d_{ij}}$$

C_i = Consumo atribuido a la zona i .

S_{ij} = Consumo de la zona i en la agencia localizada en j .

F_j = M^2 de superficie de la agencia en j .

d_{ij} = Distancia del centroide de la zona en litigio i a la agencia situada en j .

Para el caso de que quisiésemos calcular el consumo de una zona en litigio i —perteneciente a dos áreas de mercado diferentes A y B —, que fluiría a cada una de estas, aplicaríamos las siguientes ecuaciones:

$$S_{iA} = C_i \frac{F_A/d_{iA}}{F_A/d_{iA} + F_B/d_{iB}}$$

$$S_{iB} = C_i \frac{F_B/d_{iB}}{F_A/d_{iA} + F_B/d_{iB}}$$

C_i = Capacidad de consumo de la zona en litigio.

F_A = Metros cuadrados de la agencia situada en A .

F_B = Metros cuadrados de la agencia situada en B .

d_{iA} = Distancia de la zona en litigio a la agencia situada en A .

d_{iB} = Distancia de la zona en litigio a la agencia situada en B .

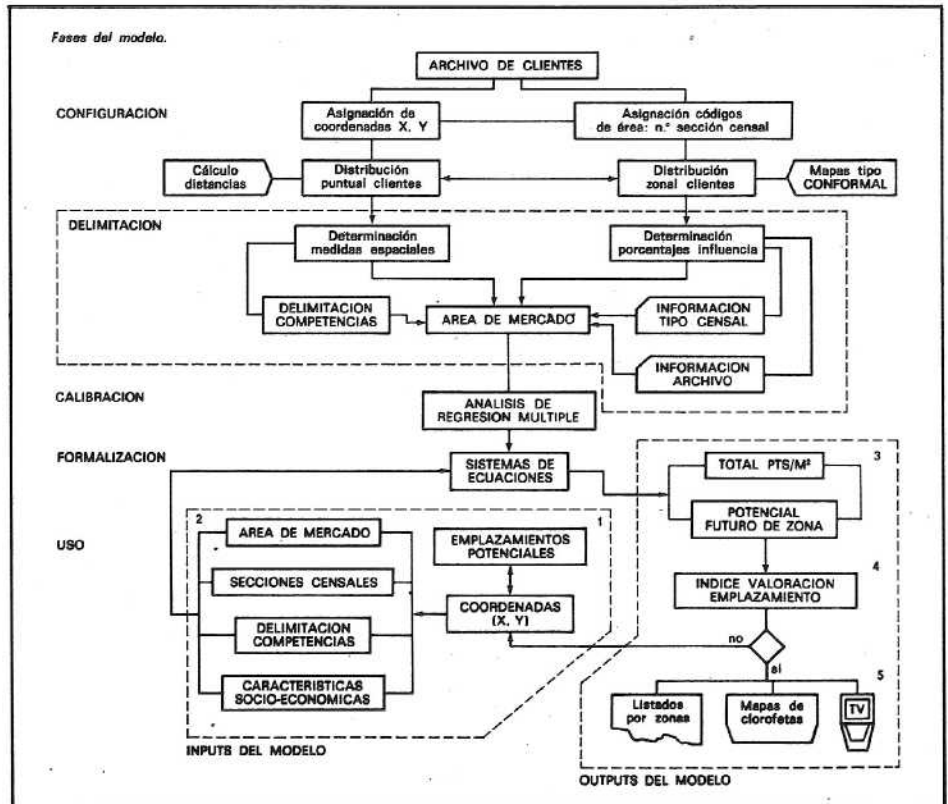
S_{iA} = Porcentaje del consumo zona i que va a la agencia situada en A .

S_{iB} = Porcentaje del consumo zona i que va a la agencia situada en B .

VI. CONCEPTUALIZACION Y SISTEMATICA DEL MODELO

Como ya dijimos al principio de este artículo, este modelo genérico de localización de agencias bancarias sólo pretende una calibración normalizada de cada uno de los emplazamientos potencia-

les que se sometan a dicho modelo, y así obtener una evaluación numérica de las distintas alternativas que se planteen, siguiendo la mecánica expuesta a través de los puntos anteriores. En esencia, el organigrama del proceso de acción sería el siguiente:



De este modo, la «configuración» inicial del modelo estará formada por la asignación de pares de coordenadas (X, Y), así como de los códigos de área correspondientes —en nuestro caso el número de la sección censal—, a cada una de las direcciones postales de los clientes de la agencia bancaria en cuestión. Evidentemente, dicho proceso se vería ampliamente favorecido con la existencia de un sistema de georreferenciación de datos automatizado,

al reducirse el tiempo de realización y aumentar, al mismo tiempo, la calidad de dichas tareas. En concreto, la utilización de un programa del tipo ADMATCH ya citado anteriormente permitiría la asignación automatizada del número de sección censal correspondiente a cada dirección postal con la simple lectura de la misma y siempre que existiese una infraestructura informativa previa que siguiera las pautas de un sistema de archivos del tipo del DIME. Sin em-

bargo, y para terminar, la configuración NO MANUAL del modelo no será decisiva ni tampoco obligada para una implementación correcta del mismo, aunque en el caso contrario ello inevitablemente conllevaría un cierto retraso en la elaboración de dichas operaciones.

La fase de «delimitación» del modelo sería, pues, por una parte, la determinación de los círculos de distancia estándar, de manera que quede integrado un porcentaje aceptable de clientes —normalmente un 90 por 100 mínimo— dentro de los mismos. Una vez estos determinados, se procederá a la delimitación de los porcentajes de las secciones censales incluidas en dichos círculos de distancia estándar, a fin de prever los pesos de cada una de estas secciones y, por ende, de la información contenida en ellas, a la hora de efectuar los análisis de regresión entre la información contenida en el archivo de clientes —DESCRIPTIVE DATA SET— y la procedente de las variables socio-económicas en su mayoría procedentes del censo.

La «calibración» del modelo, por el contrario, consistirá en la determinación de la matriz **A** de coeficientes, conocidos los valores de las variables dependientes, vector $Y_i = (Y_1, Y_2, Y_3, Y_4)$, e independientes, vector $X_j = (X_1, X_2, \dots, X_n)$, como ya dijimos con anterioridad. Evidentemente, las variables dependientes podrían ser básicamente reducidas a aquellas referentes al total de pesetas, bien por concepto de cuenta corriente —cc—, o de cartilla de ahorros —ca—, por ser estas las que lógicamente parecen tener un mayor peso a la hora de decidir sobre la mayor o menor conveniencia de una localización concreta. De esta manera, reduciríamos el número de ecuaciones, aunque por el contrario perderíamos parte de la visión del proceso global de localización, por lo que no estimamos conveniente el suprimirlas, pero sí sopesarlas de modo diferente, para la elaboración del INDICE FINAL DE VALORACION de cada emplazamiento concreto. Sin embargo, lo que sí

consideramos interesante a la hora de calibrar el modelo fue el expresar las variables dependientes antes citadas en función de los METROS CUADRADOS que fuera a tener la agencia bancaria en cuestión. De este modo, las nuevas variables a explicar serían ahora:

- $Y_2^* = Y_2 / \text{Total m}^2 \text{ superficie de la agencia.}$
- $Y_7^* = \text{Total de PTS en cuenta corriente por m}^2 \text{ de superficie.}$
- $Y_1^* = Y_1 / \text{Total m}^2 \text{ superficie de la agencia.}$
- $Y_4^* = \text{Total de PTS en cartilla de ahorros por m}^2 \text{ de superficie.}$
- $Y_3^* = \text{Número de cartillas de ahorros por m}^2 \text{ de superficie.}$
- $Y_7^* = \text{Número de cuentas corrientes por m}^2 \text{ de superficie.}$

Evidentemente, de esta manera, en los «outputs» del modelo figurarían las PTS/M² de superficie y/o N.º, cc. o ca./M² para cada emplazamiento potencial, referido según un par de coordenadas (X, Y).

La «formalización» del modelo sería así el sistema de ecuaciones obtenido tras la determinación de la matriz **A** de coeficientes en el caso anterior. De este modo, la matriz **A** permanecería constante para la determinación del vector Y_i dado el X_j , definido para cada área de mercado alrededor de cada emplazamiento potencial. Finalmente, una función lineal de los valores del vector Y_i donde se expresen los intereses concretos del Banco en cuestión —maximizar PTS/cc.—, o bien el número de cartillas de ahorros de la agencia dentro del sistema de ecuaciones dado, nos servirá para la obtención de un índice indicativo del potencial económico de cada emplazamiento o localización puntual.

Por ello, que la aplicación práctica o «uso» del modelo en cuestión comenzaría con la asignación de un emplazamiento potencial (1) que automáticamente se transformaría en un par de coordenadas (X, Y). Una vez definidas estas coordenadas, el modelo generará —punto 2 del organigrama anterior— el área de mercado correspondiente —círculo de distancia/s estándar—, las secciones censales o porcentajes de las mismas constituyentes de dichas áreas de mercado para así poder ponderar los datos de carácter socio-económi-

cos en él vertidos y, por último, la delimitación de competencias sobre las zonas en litigio —aquellas pertenecientes a dos o más áreas de mercado al mismo tiempo—. Conocidos estos datos —en definitiva, el vector **X** y la matriz **A** de coeficientes—, el modelo derivará

el vector **Y** ponderado en función de los M² de superficie (3), si previamente estos han sido así considerados durante la calibración del mismo. Luego, y como antes hemos dicho, una función lineal de los componentes del vector **Y** —simple suma de cada una de estas componentes, por ejemplo— nos proporcionará la evaluación final de cada emplazamiento (4), cuyos resultados podrán ser expuestos mediante LISTADOS de zonas, MAPAS de clorofetas y/o pantalla de TV.

VII. DESCRIPCION MATEMATICA DEL USO DEL MODELO

a) Seleccionar emplazamiento: (X_n, Y_n) .

b) Calcular el círculo de distancia/s estándar alrededor de (X_n, Y_n) .

La ecuación del círculo de distancia estándar CDE será $X^2 + Y^2 = R^2$, suponiendo (X_n, Y_n) como el origen de coordenadas del sistema. **R** será el radio del CDE y su valor será:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (d_i - d_M)^2}{N}$$

$$d_M = \frac{\sum_{i=1}^N d_i}{N}$$

d_i = Distancia entre (X_i, Y_i) y (X_n, Y_n)
 $i = 1, 2, \dots, n$
N = Número de clientes considerados.

c) Determinar los porcentajes de las unidades censales comprendidas dentro del círculo de distancia/s estándar CDE.



Para ello, habrá que resolver los sistemas de ecuaciones siguientes:

$$\begin{aligned} X^2 + Y^2 = R^2 & \quad X^2 + Y^2 = R^2 \\ Y = f_1^A(X) & \quad Y = f_1^B(X) \quad \dots \quad Y = f_1^Z(X) \\ Y = f_2^A(X) & \quad Y = f_2^B(X) \quad \dots \quad Y = f_2^Z(X) \\ \vdots & \quad \vdots \quad \dots \quad \vdots \\ Y = f_n^A(X) & \quad Y = f_n^B(X) \quad \dots \quad Y = f_n^Z(X) \end{aligned}$$

$X^2 + Y^2 = R^2$ Círculo de distancia/s estándar.
 A, B, C, ..., Z Secciones censales.
 $Y = f_1^A, f_2^A, \dots, f_n^A(X)$ Ecuaciones definitorias de poligonales alrededor de A, B, C, ..., Z.

Evidentemente, la resolución de estos sistemas de ecuaciones nos proporcionarán los puntos definitorios, en cada caso, de la poligonal común a la sección censal y al círculo de distancia/s estándar CDE. En el caso de la sección A sería:

$$\begin{aligned} X^2 + Y^2 = R^2 & & (X_1^A, Y_1^A) \\ Y = f_1^A(X) & & (X_2^A, Y_2^A) \\ Y = f_2^A(X) & & \vdots \\ \vdots & & \vdots \\ Y = f_n^A(X) & & (X_n^A, Y_n^A) \end{aligned}$$

El cálculo de la superficie de dicha poligonal como porcentaje del CDE nos delimitará la influencia relativa de dicha sección en el área de mercado del emplazamiento en cuestión. Siguiendo con el ejemplo anterior, el cálculo de esta influencia relativa sería:

$$(CDE) \cap A = S_A \frac{S_A \times 100}{CDE} = \% S_A$$

S_A = Poligonal definida por los puntos solución del sistema anterior:
 $(X_1^A, Y_1^A), (X_2^A, Y_2^A), \dots, (X_n^A, Y_n^A)$
 $\% S_A$ = Porcentaje de CDE que S_A representa.

En el caso de las otras secciones censales B, C, D, ..., Z obtendríamos, del mismo modo, las poligonales $S_B, S_C, S_D, \dots, S_Z$ respectivamente, que, expresadas en términos de CDE, serían $\% S_B, \% S_C, \% S_D, \dots, \% S_Z$. Lógicamente, la suma total de estos últimos porcentajes nos reproducirían el área de mercado.

Siendo. $A \cap (CDE) \neq 0$
 $B \cap (CDE) \neq 0$
 $C \cap (CDE) \neq 0$
 \vdots
 $Z \cap (CDE) \neq 0$

$\% S_A + \% S_B + \% S_C + \dots + \% S_Z = CDE$
 CDE = Círculo de distancia/s estándar.

d) Sustitución de las variables independientes del modelo por su valor real en cada caso, de manera que cada una de ellas tenga en cuenta los pesos específicos de dichas secciones, según los porcentajes obtenidos.

$$\begin{aligned} X_1 &= \% S_A X_{1A} + \% S_B X_{1B} + \% S_C X_{1C} + \dots + \% S_Z X_{1Z} \\ X_2 &= \% S_A X_{2A} + \% S_B X_{2B} + \% S_C X_{2C} + \dots + \% S_Z X_{2Z} \\ X_3 &= \% S_A X_{3A} + \% S_B X_{3B} + \% S_C X_{3C} + \dots + \% S_Z X_{3Z} \\ \vdots & \quad \vdots \quad \dots \quad \vdots \\ X_n &= \% S_A X_{nA} + \% S_B X_{nB} + \% S_C X_{nC} + \dots + \% S_Z X_{nZ} \end{aligned}$$

Ecuaciones que escritas de forma matricial serían:

$$\begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ \vdots \\ X_n \end{pmatrix} = (\% S_A + \% S_B + \% S_C + \dots + \% S_Z) \times \begin{pmatrix} X_{1A} X_{1B} X_{1C} \dots X_{1Z} \\ X_{2A} X_{2B} X_{2C} \dots X_{2Z} \\ X_{3A} X_{3B} X_{3C} \dots X_{3Z} \\ \vdots \\ X_{nA} X_{nB} X_{nC} \dots X_{nZ} \end{pmatrix}$$

Generalizando para la totalidad de las variables independientes, tendríamos que:

$$(X_j) = (S) \times (X_{js}) \quad j = \{ 1, 2, 3, \dots, n \} \quad s = A, B, C, \dots, Z$$

Donde, como antes se ha expresado, el vector (X_j) será en todo momento igual al vector $S = (\% S_A + \% S_B + \dots + \% S_Z)$ por la matriz (X_{js}) representante de los valores parciales de las variables independientes utilizadas en cada sección censal. De este modo multiplicamos el valor de dichas variables por la influencia específica de la sección censal a la que corresponden en el área de mercado que se trate, y obtener así un valor representativo de cada una de estas variables para cada área de mercado.

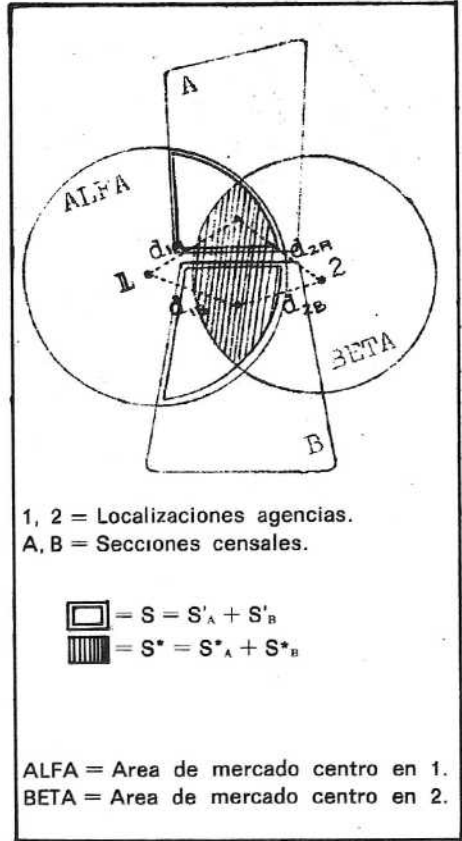
e) Cálculo de las variables dependientes, conocidos la matriz A de coeficientes y el vector anteriormente calculado (X_j) .

$$(Y_i) = (A) \times (X_j)$$

(Y_i) = Vector variables dependientes. Dimensión i.
 (A) = Matriz de coeficientes. Dimensión i x j.
 (X_j) = Vector variables independientes. Dimensión j.

Como ya he apuntado, las variables dependientes podrán ser expresadas en términos absolutos o bien en términos relativos a la superficie del establecimiento en cuestión, dependiendo del cómo hayan sido consideradas en el cálculo de la matriz A de coeficientes.

f) En el caso de que existan algunas zonas en litigio, dentro del CDE, habrá que calcular previamente el porcentaje de dicha zona integrada dentro del área de mercado que se considere y, luego de ésta, calcular el porcentaje de ésta que se queda y el perteneciente a la competencia.



En el ejemplo de la figura, dadas dos áreas de mercado ALFA y BETA alrededor de dos localizaciones potenciales en los puntos 1 y 2, las secciones censales A y B estarán sometidas a la competencia de ambas agencias bancarias.

- S^* = Área en litigio.
 S_A^* = Área en litigio perteneciente a la sección A.
 S_B^* = Área en litigio perteneciente a la sección B.
 S_A^I = Superficie de A contenida en área de mercado centro en 1.
 S_B^I = Superficie de B contenida en área de mercado centro en 2.
 S_{1A}^* = Porcentaje de S_A^* que va a consumir a 1.
 S_{2A}^* = Porcentaje de S_A^* que va a consumir a 2.
 S_{1A}^T = Porcentaje total de S_A^I que va a consumir a 1.
 S_{2B}^T = Porcentaje total de S_B^I que va a consumir a 2.

Evidentemente, tendremos que:

$$S_{1A}^T = S_A^I - S_{2A}^*$$

$$S_{1B}^T = S_B^I - S_{2B}^*$$

Es decir, el modelo calculará en primer lugar la zona en litigio perteneciente a cada una de las secciones (S_A y S_B). Luego deducirá los porcentajes de la misma que irán a parar a uno u otro emplazamiento (S_{1A}^* y S_{2A}^*). El porcentaje total que vaya a consumir a cada emplazamiento potencial, perteneciente a las secciones A y B, se hallará deduciendo del porcentaje inicial (S_{1A}^I o S_{1B}^I) la parte que debido a la competencia se traslada a la otra área de mercado —en nuestro caso S_{2A}^* y S_{2B}^* , respectivamente—.

- S_{1B}^* = Porcentaje de S_B^* que va a consumir a 1.
 S_{2B}^* = Porcentaje de S_B^* que va a consumir a 2.

Sin embargo, y como ya ha sido explicitado con anterioridad, el reparto de estos consumos potenciales a una y otra agencia estará en función de la ATRACTIVIDAD, directamente relacionada con la distancia, y de la COMPETITIVIDAD de cada una de ellas con el resto de las existentes. De este modo, y para el caso que nos ocupa, tendremos:

$$S_{1A}^* = S_A^* \frac{F_1/d_{1A}}{F_1 + F_2} \frac{d_{1A}}{d_{2A}}$$

$$S_{2A}^* = S_A^* \frac{F_2/d_{2A}}{F_1 + F_2} \frac{d_{1A}}{d_{2A}}$$

- d_{1A} = Distancia de la agencia situada en 1 al centroide de S_A^* .
 d_{2A} = Distancia de la agencia situada en 2 al centroide de S_A^* .
 F_1 = Superficie de la agencia situada en 1.
 F_2 = Superficie de la agencia situada en 2.

Del mismo modo, para el caso que se considere el área en litigio situada dentro de la sección censal B, es decir, S_B^* , los porcentajes que de los consumos potenciales irían a parar a las agencias localizadas en 1 ó 2 serían los siguientes:

$$S_{1B}^* = S_B^* \frac{F_1/d_{1B}}{F_1 + F_2} \frac{d_{1B}}{d_{2B}}$$

$$S_{2B}^* = S_B^* \frac{F_2/d_{2B}}{F_1 + F_2} \frac{d_{1B}}{d_{2B}}$$

- d_{1B} = Distancia de la agencia situada en 1 al centroide de S_B^* .
 d_{2B} = Distancia de la agencia situada en 2 al centroide de S_B^* .

Claramente, lo dicho para las dos áreas de influencia consideradas y las dos secciones censales A y B puede ser ampliado hasta hacerlo tan complejo como se quiera. Sin embargo, la práctica del modelo se supone que va a ser realizada sobre áreas no enteramente consolidadas, urbanísticamente hablando, y, por ende, el factor competencia raramente comportará más de tres o cuatro agencias sobre una misma zona en litigio. De cualquier manera, el no considerar dichas competencias supondría, tan sólo, una versión simplificada del modelo que conservaría, no obstante, sus características primordiales.

VIII. POSIBLES REFINAMIENTOS DEL MODELO

En principio, la realización manual del proceso de localización geográfica de las direcciones postales de los clientes, contenidas en los ficheros primitivos, así como la posterior asignación de códigos de área a las mismas, sería en teoría posible, aunque siguiendo un proceso más lento y costoso, lo cual de algún modo limitaría la utilización extensiva de la información existente. Por el contrario, la existencia de un sistema de archivo del tipo DIME, ya implementado sobre la zona objeto del estudio, simplificaría enormemente esta tarea. Si, además, se dispone de forma operativa de un programa del tipo ADMATCH —Address Matching— que leyera automáticamente las direcciones postales y así asignarles a cada una de ellas sus coordenadas (X, Y) y códigos de área respectivos, el tiempo ahorrado, así como la efectividad conseguida, justificarían

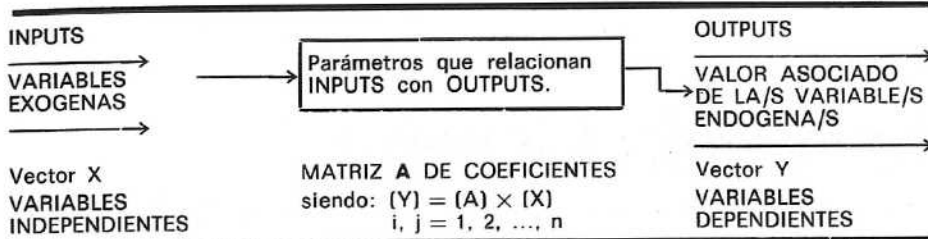
plenamente la adopción de este programa.

Otro refinamiento posible, pero difícil de llevar a la práctica, sería la consideración de unidades espaciales más pequeñas que las secciones censales. Decimos de difícil operatividad en tanto que, en la actualidad, es el censo la única fuente de información fiable y periódica en todo el ámbito urbano. Sin embargo, siempre que se posean los archivos de datos pertinentes en las áreas de estudio, sería conveniente utilizar unidades espaciales más pequeñas que, si bien complejizarían el tratamiento de los datos y, por ende, del propio modelo, nos permitiría a cambio un mayor afinamiento en sus conclusiones finales.

Quizá algo más difícil de conseguir, y en ningún caso a corto plazo, sería la posibilidad de adaptar el modelo a un sistema de ecuaciones fácilmente programables en calculadores de bolsillo, de manera que la posible eficacia que se perdería en la simplificación del modelo se compensase con una mayor operatividad del mismo en procesos decisivos de carácter primario. En otras palabras, las ventajas derivadas de esto favorecerían la elección, en una primera vuelta, de algunos de los emplazamientos con mayor potencialidad de atracción, para luego calibrar cada uno de ellos por separado, siguiendo las pautas anteriormente expuestas para la utilización del modelo en cuestión.

IX. CONCLUSIONES

El modelo expuesto puede ser considerado como un modelo estático y comparativo, en tanto que asume que un determinado tipo de relaciones va a repetirse, o aproximadamente hacerlo, en una serie de situaciones distintas localizacionalmente hablando. De este modo, los parámetros que relacionan los INPUTS y OUTPUTS del modelo —matriz A de relaciones— se mantienen constantes una vez calculados para uno o varios casos, considerados como más prototípicos. Teóricamente, el modelo podría esquemáticamente representarse como sigue:



En definitiva, y como puede observarse, el modelo descrito es un «modelo de equilibrio», en el sentido que genera siempre el valor del dinero que se consumirá en un emplazamiento potencial, por parte de los usuarios y en función de características concretas de los mismos y/o del entorno. Este «equilibrio» es asumido al considerar que existe un balance o estabilidad entre los INPUTS y OUTPUTS arriba descritos, en un espacio temporal concreto. Es por ello que este modelo es básicamente un modelo ATEMPORAL, pues no considera el proceso de cambio que se generaría entre dos puntos diferentes en el tiempo.

No obstante, en nuestro caso concreto y con unas circunstancias óptimas de desarrollo —tales como la existencia de un sistema de información ya implementado a niveles operativos—, al ser el tiempo que media entre la detección de unas relaciones —matriz A de coeficientes— y su aplicación en situaciones concretas muy reducido, podremos corregir casi constantemente los valores de dichos parámetros y, en consecuencia, la evaluación de localizaciones específicas según variables independientes en un proceso continuo de actuación.

No se trata éste de un modelo válido más que para un período de tiempo idealmente instantáneo; de otro modo la posible validez de sus conclusiones se invalidaría en razón directa con la duración del tiempo transcurrido entre la obtención de la matriz A de coeficientes y su utilización para la obtención de unos resultados, en función de situaciones exógenas concretas. De aquí la importancia de la existencia de un sistema de información con base geográfica como herramienta precisa y casi indispensable para la prosecución

de todo este tipo de análisis y/o investigaciones de ámbito urbano.

Referente al posible traslado de los conceptos vertidos en la elaboración de este modelo a situaciones concretas distintas de las inicialmente elegidas, diremos que, en principio, los presupuestos matemáticos sobre los que este modelo en particular se asienta pueden ser perfectamente válidos para su aplicación en campos diferentes de actuación, tales como la localización de establecimientos típicamente comerciales y/o industriales, por ejemplo. No obstante, sí habría que considerar otros presupuestos teóricos, que básicamente afectarían en un modelo de este tipo a la elección tanto de las variables dependientes que se quisieran proyectar como las de aquellas que presumiblemente más ayudarían a explicar la variación del fenómeno en cada situación particular.

Para terminar, recalcaremos una vez más el papel que la geocodificación de las direcciones postales puede suponer en la toma de decisiones relativas a la localización de establecimientos puntuales, en general, y de las agencias bancarias en el problema que nos ocupa. Ejemplo de ello lo constituye la explotación de unos determinados ficheros de forma automatizada, como punto de partida para la configuración del modelo que nos ocupa. Modelos que, en definitiva, nos ayudarán a comprender mejor cómo los establecimientos —ya sean públicos o privados— se comportan localizacionalmente hablando y así evitar los costos derivados de los posibles errores cometidos. Del mismo modo, y aunque también es posible que la detección de pautas localizacionales distintas nos obligue a modificar nuestros propios planteamientos, modelos como el des-

critos nos pueden siempre servir para derivar las pautas localizacionales de los establecimientos de carácter comercial, a una escala mayor que el caso que nos compete, y así cimentar una teoría de localización basada en la incertidumbre de dichos establecimientos, cuando han de decidir una localización urbana que maximice sus rendimientos económicos.

BIBLIOGRAFIA

BARB, C. E.: «Automated Street Address Geocoding Systems: Their Local Adaptation and Institutionalization». Urban Data Center. Research Report No. 9. University of Washington. Seattle, 1974.

«A Spatial Display and Analysis Methodology for Monitoring Urban Change». Public Data Use, Vol. 2, No. 4. Octubre 1974. Páginas 21-27.

BATTY, M.: «System Modelling and Planning». Contenido en: «Models, Evaluations and Information Systems for Planners». Editado por PERRATON & BAXTER. MTP Construction. Lancaster. Inglaterra, 1974.

BERRY, B. J. L.: «Geography of Market Centers and Distributions». Englewood Cliffs. Prentice Hall. N. J., 1967.

CALKINS, H. W.: «An Information System and Monitoring Framework for Plan Implementation and the Continuing Planning Process». Tesis Doctoral no publicada. University of Washington. Seattle, 1972. Departamento de Ingeniería Civil.

CENSUS USE STUDY: «Geocoding with ADMATCH». U.S. Department of Commerce. Bureau of the Census. Washington D. C. Enero, 1971.

COHEN, S. B. y C. K. LEWIS: «Form and Function in the Geography of Retailing». Economic Geography. Enero, 1967. Páginas 1-42.

CORDEY-HAYES, M.: «Contemporary Thoughts on Urban Models». Contenido en: «Models, Evaluations and Information Systems for Planners». Editado por PERRATON & BAXTER. MTP Construction. Lancaster. Inglaterra, 1974.

DANGERMOND, J.: «A Classification and Review of Coordinate Identification and Computer Mapping Systems». 1973 URISA Conference. Claremont. California, 1973.

HEALY, J.: «ABLES: Automated Branch Location Evaluation System». 1972 URISA Proceedings. Springfield, Virginia.

HUFF, D. L.: «A Programmed Solution for Approximating an Optimum Retail Location». Land Economics XLII, 3. Agosto, 1966. Págs. 293-303.

LAKSHAMANAN, T. R. y HANSEN, W. G.: «A Retail Market Potential Model». JAIP 31, 2. Mayo, 1965. Págs. 134-143.

MILLS, E. S.: «Studies in the Structure of the Urban Economy». John Hopkins Press. Londres, 1972.

NORTHWOOD, L. K.: «One-Man Armies: A Response to Urban Violence». Urban Systems Research Center. University of Washington. Seattle, 1974.

WEBBER, M. J.: «Impact of Uncertainty on Location». MIT Press. Londres, 1972.