

**PROPUESTA DE UNA NUEVA METODOLOGÍA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE ZONAS EN LAS QUE APLICAR LOS DIFERENTES TIPOS DEL COEFICIENTE DE SITUACIÓN A EFECTOS DEL IMPUESTO DE ACTIVIDADES ECONÓMICAS**

**PROPOSAL OF A NEW METHODOLOGY TO DEFINE THE AREAS TO APPLY THE DIFFERENT RATES OF THE LOCATION COEFFICIENT OF THE ECONOMIC ACTIVITIES TAX**

Francisco GUIJARRO

Universidad Politécnica de Valencia, Facultad de Administración y Dirección de Empresas. Spain.

Email: [fracuima@upvnet.upv.es](mailto:fracuima@upvnet.upv.es)

**Resumen:**

El presente artículo realiza una propuesta para el establecimiento de zonas en las que aplicar los diferentes tipos del coeficiente de situación a efectos del Impuesto de Actividades Económicas (IAE). En primer lugar, se analiza la metodología utilizada más frecuentemente en la actualidad y se indican diversos puntos débiles, tanto en relación a su fundamentación como a su aplicación en la gestión cotidiana del impuesto, lo que evidencia la necesidad de una metodología alternativa. Seguidamente se propone una nueva metodología que propugna dividir el territorio municipal en zonas y aplicar a todas las empresas con una actividad concreta dentro de cada zona el mismo coeficiente de situación. Esta zonificación se realiza a partir de la capacidad de atracción de las diferentes zonas. Para detectar ese grado de atracción, se lleva a cabo un análisis de la distribución espacial de las empresas en el

municipio en cuestión, teniendo en cuenta las distintas clases de actividades económicas.

**Palabras clave:** impuesto de actividades económicas, zonificación, catastro, vecino más cercano

**Abstract:**

This paper makes a methodological proposal to determine the different zones or areas where the different location coefficients of the economic activities tax should be applied. In the first part of the paper, the most widely employed methodology in present is analyzed and some weaknesses are identified based on its foundation and on its daily implementation, so the need for an alternative methodology. In the second part, a new methodology is introduced, which advocates for dividing the territory of the city into different zones and apply on all the companies undertaking the same activity located in the same zone the same location coefficient. The zoning is made taking into account the attraction power of the different zones. In order to measure the attraction capability, an analysis of the spatial distribution of the companies is performed for each type of economic activity.

**Keywords:** economic activities tax, zoning maps, cadaster, nearest neighbor

**JEL:** H2, R1

## 1. INTRODUCCIÓN

El Impuesto de Actividades Económicas (IAE) es un impuesto que grava el mero ejercicio en territorio nacional de ciertas actividades económicas realizadas por personas jurídicas con una facturación superior al millón de euros. Por el principio constitucional de la progresividad impositiva, es posible exigir que aquellos que obtengan un mayor rendimiento por la realización de la actividad empresarial deban

aportar más a las arcas públicas. Dentro de este razonamiento, se puede argumentar que en el desempeño de una actividad empresarial, uno de los factores que puede influir en el éxito del negocio es la situación del local o inmueble en el que se desarrolla la actividad. Así, a modo de ejemplo, parece razonable pensar que la facturación de un hotel no es independiente del lugar en el que se encuentre ubicado, de forma tal que es muy probable que un hotel situado en el centro de la ciudad, bien comunicado y junto a las atracciones turísticas y centros de negocio y comerciales, facture más y pueda obtener un mayor beneficio que un hotel situado en las afueras de la ciudad, en un lugar mal comunicado y lejos de los focos de atracción de la ciudad. La existencia del coeficiente de situación se fundamenta en esta línea de argumentación, e implica que aquellas empresas que se considera están localizadas en lugares que favorezcan el desempeño de su actividad empresarial deben pagar más en concepto de IAE que aquellas que no lo están. Llegados a este punto es necesario resaltar que el IAE grava una amplia gama de actividades económicas, recogidas en las distintas agrupaciones que determina la ley, y que una localización que puede ser muy beneficiosa para un tipo de actividad no tiene por qué serlo necesariamente para una actividad distinta. Comparemos el caso de un hotel y una empresa dedicada al transporte marítimo en una ciudad portuaria. En este último caso, a la empresa no le conviene estar en un local céntrico, como probablemente sería el caso del hotel, sino junto al puerto.

Actualmente, en gran número de las ciudades españolas el coeficiente de situación se establece a partir del valor catastral del suelo. Es decir, que si bien lo que se grava con el IAE es el ejercicio de una actividad económica, el factor determinante para fijar del coeficiente de situación está relacionado directamente con una variable que se emplea en el cálculo de otro impuesto local: el impuesto sobre bienes inmuebles de naturaleza urbana (IBI). La lógica detrás de esta decisión se fundamenta en que una empresa en un inmueble situado en un suelo caro debería obtener mayor beneficio que uno en suelo barato. Al fin y al cabo, en la valoración del suelo realizada por el Catastro ya se tiene en cuenta el uso del suelo, que puede ser residencial, industrial, para oficinas, comercial y turístico.

A partir del valor catastral del suelo, los inmuebles se agrupan dentro de los distintos tramos establecidos en función del valor del suelo y a los que se ha asignado un

coeficiente de situación, de manera que a cada inmueble se le asigna un valor del coeficiente, según el tramo en el que se encuentre.

Pero el empleo de los valores catastrales para la determinación del coeficiente de situación suscita una serie de inconvenientes. Efectivamente, los distintos usos del suelo (residencial, industrial, para oficinas, comercial y turístico), tienen un impacto en su valor catastral, lo cual es lógico. El problema es que, por ejemplo, dentro del uso para oficinas no se distingue la actividad económica que se va a desarrollar -- aspecto éste que sí se recoge en las agrupaciones del IAE-- ni si la zona en la que se encuentra el inmueble es la idónea para el desempeño de la actividad en cuestión. Por lo tanto, el valor del suelo de una oficina situada en el centro de la ciudad, permanece independiente de la actividad económica que se desarrolle en él y consecuentemente el coeficiente de situación que se le aplica también. Y esto plantea un problema. Volviendo a la empresa de transporte marítimo, esa localización en el centro de la ciudad no le resultaría en absoluto favorable, sino que la empresa preferiría estar cerca del puerto. Así pues, puede haber casos en los que las empresas prefieran ubicarse en lugares donde el valor del suelo es menor, pero no únicamente por ese ahorro de costes, sino porque es mejor para la marcha de su negocio y les permite tener un beneficio mayor. En estos casos, utilizar como medio de asignación del coeficiente de situación el valor catastral del suelo puede no ser una solución coherente, si lo que se pretende es que las empresas efectúen una mayor aportación tributaria en función del mayor beneficio derivado lugar en el que están ubicadas.

Además, al utilizar los valores catastrales como referencia, no se establecen verdaderas zonas en las que aplicar el mismo coeficiente, que es lo que sería de esperar: que en una ciudad haya zonas buenas, zonas indiferentes, zonas malas ... para cada tipo de actividad. Por el contrario el territorio municipal aparece atomizado, de forma tal que es habitual encontrar empresas adyacentes que soportan coeficientes de situación muy diferentes, lo que no parece muy razonable, siendo su localización prácticamente idéntica. Adicionalmente, esta situación dificulta en gran medida la gestión del impuesto, ya que exige determinar, inmueble a inmueble, el coeficiente de situación a aplicar.

Por otro lado, los valores catastrales, obtenidos tras la realización de las ponencias de valores pertinentes, que son los instrumentos administrativos que recogen los valores del suelo y de las construcciones, así como los coeficientes correctores a aplicar en un ámbito territorial, sólo son revisados cada 10 años, a pesar de que las normas del Catastro prevén las revisiones, de oficio o a instancia de la Entidad local correspondiente, cuando el planeamiento urbanístico u otras circunstancias pongan de manifiesto diferencias sustanciales entre aquéllos y los valores de mercado de los bienes inmuebles. Este plazo de 10 años es a todas luces insuficiente en periodos de alta volatilidad en los precios de los inmuebles. Porque, aunque la Ley permite revisiones cada 5 años, el Catastro se ve desbordado por razones técnicas y presupuestarias, especialmente cuando la actividad urbanizadora es elevada, de manera que es incapaz de realizar las ponencias y las modificaciones de valores necesarias. Además, aunque teóricamente las Leyes de Presupuestos Generales del Estado pueden actualizar los valores catastrales por aplicación de coeficientes, esta actualización no refleja en absoluto la variación de los precios de mercado. Todos estos factores redundan en una desviación entre el valor de mercado y el valor catastral.

De lo anterior resulta que para calcular el valor del coeficiente de situación se está recurriendo al empleo de información poco flexible, de difícil actualización y que no se adapta a los cambios del mercado. Estas circunstancias hacen que el volumen de recaudación por IAE se pueda ver afectado, en el caso de zonas del municipio que no hayan sido objeto de valoración por el Catastro o cuyo valor catastral no se haya modificado tras cambios en su estado que impliquen una revalorización.

Y todo esto sin entrar en la discusión acerca de si efectivamente es el valor del suelo el indicador más adecuado para fijar el coeficiente de localización.

Por lo expuesto hasta el momento, existen diversas causas que aconsejan la búsqueda de una metodología en la fijación del coeficiente de situación distinta a la que se utiliza actualmente por muchos ayuntamientos españoles. Entre estas causas destacan la divergencia entre el valor catastral y el valor de mercado y el impacto que esta diferencia puede tener en el volumen de recaudación, así como falta de flexibilidad y dificultades en la actualización de los valores.

Se hace, por tanto, necesaria una nueva metodología que:

- Permita dividir el territorio municipal en distintas zonas.
- Tenga en cuenta la actividad de las empresas a la hora de hacer la zonificación, de manera para cada tipo de actividad exista una zonificación ad hoc.
- Permita la actualización y revisión ágil del sistema, sin depender de organismos ajenos al Ayuntamiento.

El presente trabajo pretende aportar y aplicar una nueva metodología que reúna las características anteriores. La zonificación que se propone no se basa en el valor catastral y no es independiente de la actividad de las empresas. Por el contrario, para cada tipo de actividad, el término municipal se divide en varias zonas, para lo cual se debe determinar cuál es la zona del municipio en cuestión que se puede calificar de especial, idónea, buena o neutra para la realización de cada actividad. Posteriormente, se aplica a cada una de estas zonas un coeficiente de situación, que puede ser uno nuevo o uno ya existente, implicando, en este último caso, una simple reasignación.

Así pues, se trata de analizar individualmente cada tipo de actividad, en base a las agrupaciones descriptivas de las mismas a efectos del IAE, y comprobar si se pueden identificar unas zonas más atractivas que otras para instalar una empresa que desarrolle una determinada actividad. Para llegar a esta conclusión se parte de un estudio de la distribución de las empresas que desempeñan una actividad específica y de la premisa de que son mejores aquellas zonas en las que existe una concentración de empresas con esa actividad. Así, por ejemplo, si se constata que la concentración de hoteles no es homogénea en todo el territorio municipal, sino que es mayor en zonas concretas, como en el centro de la ciudad, se debería aplicar una zonificación en el centro de la ciudad diferenciada del resto de zonas, con menor concentración de empresas. Una vez identificadas las zonas, se les asigna a cada una de ellas el correspondiente coeficiente de situación.

## 2. BASE DE DATOS

La base de datos que se necesita para realizar la zonificación debe ser aportada necesariamente por el ayuntamiento en cuestión y debe incluir todas las empresas del padrón municipal a las que se les asigna un coeficiente de situación por disponer de un local donde realizan su actividad. Se trata de personas jurídicas de mediano y gran tamaño, con facturación superior al millón de euros, pues el resto de empresas, al igual que las personas físicas, están exentas.

Para cada empresa se dispone de información relativa a su tipo de actividad, un número de referencia y coordenadas del local o locales en los que desarrolla su actividad. Estas coordenadas geográficas (X e Y) permiten no sólo conocer la localización exacta de los locales, sino que nos servirán para crear los mapas que representan la distribución espacial de las empresas en el término municipal y son la base del análisis realizado. Finalmente, si se desea realizar el análisis de sensibilidad, se debe disponer igualmente, para cada local, de la cuota tributaria liquidada en los ejercicios anteriores, así como de la cuota base, que resulta antes de aplicar el coeficiente de situación.

Antes de comenzar con el análisis de la distribución espacial propiamente dicho, resulta oportuno realizar un análisis preliminar de las empresas de la base de datos, consistente en comprobar cuántas clases de actividades se desarrollan por las empresas objeto de estudio y la importancia relativa de dichas actividades en cuanto al número de empresas que las desarrollan.

En la base de datos, conforme a la normativa reguladora del IAE, se asigna a cada tipo de actividad un código. Este código consta de varios dígitos, en función del nivel de detalle con el que se precise el tipo de actividad. Por lo general, será suficiente llegar al nivel agrupación, que se corresponde con la especificación de dos dígitos. Esto se debe, por un lado, a que a este nivel la actividad de las empresas ya se encuentra suficientemente especificada, por lo que no se requiere un mayor desglose con el fin de discriminar las diferentes actividades, puesto que un mayor grado de detalle no parece que fuera a incidir en la ubicación de las empresas. Por otro lado, una división con mayor detalle incidiría negativamente en la muestra a analizar, pues quedaría demasiado atomizada. Efectivamente, en caso de no

llegarse a 10 empresas no es posible realizar el análisis de la distribución espacial de las empresas. Ante tal situación, debe considerarse que existe una sola zona. Es decir, en estos casos, existe la posibilidad de aplicar a todas las empresas el mismo coeficiente de situación, o de atribuir a la agrupación en cuestión la misma zonificación que a otra agrupación de características similares y para la cual sí que se disponga de suficiente información como para realizar el estudio de distribución espacial.

La distribución de las empresas entre los distintos tipos de actividades no será homogénea, realizando la mayor parte de las empresas gravadas por el IAE un número reducido de actividades.

### **3. METODOLOGÍA**

La metodología propuesta en este informe para la asignación del coeficiente de localización se basa en cinco premisas:

- a. Para cada tipo de actividad empresarial, existen unas zonas dentro del término municipal que son más atractivas que otras
- b. Las zonas más atractivas para una actividad lo son porque tienen ventajas comparativas con respecto a las restantes del municipio
- c. Las empresas tienden a concentrarse en esas zonas de mayor atracción
- d. Las empresas ubicadas en las mejores zonas deberían soportar un coeficiente de situación más elevado.
- e. La zonificación debe efectuarse tomando en consideración la simplificación en la gestión del impuesto.

Basándonos en estas premisas, la metodología que se va a aplicar consiste en identificar cómo se agrupan en el espacio las empresas pertenecientes a cada clase de actividad, discriminando así diferentes zonas dentro del término municipal, en función de la preferencia mostrada por las empresas, determinar el número de zonas y asignar a cada zona un coeficiente de situación. Posteriormente se puede



comprobar el impacto potencial de los cambios realizados sobre la liquidación realizada por el Ayuntamiento.

Pasemos a comentar pormenorizadamente cómo se realiza el estudio de la distribución de las empresas en el término municipal. En primer lugar hay que recordar que este análisis se realiza individualmente para cada agrupación siempre y cuando el número de empresas sea mayor que 10.

Conviene señalar que las empresas pueden distribuirse en el espacio siguiendo diversos patrones. Así, puede que se distribuyan aleatoriamente, o de forma homogénea. Ambos casos indicarían que no existen unas zonas mejores que otras, que las empresas no prefieren ubicarse en zonas concretas, sino que la localización les es indiferente. En estos casos, se debería aplicar el mismo coeficiente de localización en todo el término municipal. Otra opción es que las empresas se concentren en zonas concretas que consideren mejores para su negocio, formando clusters o agrupaciones, en las que la densidad de empresas será mayor. Obviamente pueden aparecer, para un mismo tipo de actividad, diferentes zonas que muestren agrupación de empresas, pero con un grado de densidad diferente. En este caso se debería asignar un coeficiente de actividad diferente a cada zona. Para determinar la forma en que las empresas se distribuyen en el espacio se realiza el análisis estadístico que se comenta más adelante.

Antes de entrar en el análisis estadístico propiamente dicho, a partir de las coordenadas con la situación exacta de las empresas, se realiza un gráfico para ver cómo se reparten las empresas a lo largo y ancho del término municipal. Este gráfico orientativo permite obtener una primera impresión de la forma en la que se reparten las empresas en el espacio. Realizar el análisis visual de los gráficos en este primer estadio sirve para detectar la presencia de outliers o puntos extremos. Se trata de empresas que por su situación pueden distorsionar el análisis estadístico, pues están situadas en zonas claramente anómalas. Por ejemplo, si todas las empresas se ubican en la zona centro de la ciudad excepto una que está en la periferia, a varios kilómetros del centro, la presencia de esta empresa en el momento de hacer el análisis estadístico podría hacer que parezca que existe un solo cluster, en la zona urbana, cuando en realidad puede que haya efectivamente un cluster, o haya varios, o que las empresas se distribuyan aleatoriamente dentro de la zona urbana.

Por esta razón, una vez identificada la presencia de outliers, éstos deben ser eliminados y debe realizarse de nuevo el análisis.

Para contrastar las apreciaciones provenientes del análisis visual, se calcula el estadístico Z (Getis y Boots, 1978; Davis, 2002) tal y como se pormenoriza en el anexo.

Cuando se elimina un outlier de la muestra, se debe calcular de nuevo el estadístico Z con el fin de verificar el impacto del valor extremo sobre los resultados obtenidos antes de su eliminación.

Centrándonos en los valores del estadístico Z, un valor inferior a 2 indica que las empresas se distribuyen aleatoriamente, y un valor superior a 3 indica que las empresas no se distribuyen aleatoriamente, sino que existe un patrón en su localización. Valores de Z entre 2 y 3 muestran que nos encontramos en una zona de incertidumbre.

Por lo tanto, cuando Z es menor que 2 no se pueden identificar diferentes zonas, todo el término municipal constituye una única zona. En este caso, el análisis finaliza, a expensas de determinar el coeficiente de situación a aplicar en esa zona.

Cuando el estadístico Z toma valores entre 2 y 3 nos encontramos en una zona de incertidumbre, por lo que se ha optado por actuar de la misma manera que con valores de Z menores que 2.

Un valor de Z mayor que 3 implica que la distribución de las empresas no es aleatoria, sino que las empresas se concentran en zonas concretas. En estos casos hay que ver en qué zonas es mayor la concentración de empresas, es decir, cuáles son las zonas preferidas por las empresas para ubicarse. Este análisis se realiza mediante unos mapas, en los que se ven las diferentes zonas sobreimpresionadas en un mapa del término municipal. A partir de estos mapas se establecen las zonas a las que aplicar los distintos coeficientes de situación y se delimitan. La delimitación se establece mediante coordenadas geográficas así como señalando las calles que constituyen el perímetro de las zona. Finalmente, se asigna un coeficiente de situación a cada una de las zonas resultantes.

La figura 3.1 muestra el procedimiento empleado en forma de algoritmo:



Como resultado de aplicar la metodología descrita se obtienen una serie de mapas del término municipal, uno por cada tipo de actividad analizada. Estos planos muestran en qué zonas es mayor la concentración de empresas.

Es posible que para la gran mayoría de actividades las empresas se concentren en el centro de la ciudad. Fuera de esta zona centro también se ubican las empresas, evidentemente, pero el grado de concentración suele ser mucho menor. Finalmente, fuera del casco urbano apenas encontraremos empresas.

Un ejemplo de esta distribución de las empresas lo encontramos en la ciudad de Valencia, en la agrupación 67, que engloba restaurantes, cafeterías y empresas de restauración. La figura 3.2 muestra la distribución de las empresas de la agrupación 67 en el término municipal de Valencia.

A partir de esta información parece razonable establecer que, para esta actividad en concreto (y probablemente este patrón se repita para la mayoría de actividades), se pueden discriminar tres zonas.

Figura 3.2. Mapa de distribución de restaurantes y cafeterías



La primera será la zona centro, que es la preferida por las empresas para ubicarse. Se trata de una zona que, por sus características en cuanto a situación céntrica desde el punto de vista geográfico y centro económico tradicional de la ciudad de Valencia, dispone de ventajas comparativas evidentes y actúa como foco de atracción de empresas de servicios a las que, en numerosas ocasiones, les interesa situarse unas junto a otras creando clusters. Además, es una zona bien comunicada y con numeroso transporte público. Finalmente, se encuentran en esta zona numerosas atracciones turísticas, lo cual es de gran importancia para algunas de las empresas que se sitúan en esta ubicación, como las de restauración y hostelería.

La segunda zona es la que engloba el resto del área urbana. Esta zona dispone igualmente de una buena dotación de servicios públicos y concentra suficiente población como para llegar a un número elevado de clientes. No obstante, no cuenta con algunos de los atractivos de la zona centro que se han descrito en el párrafo anterior.

La tercera y última zona la constituye el resto del término municipal. Se trata de un área donde la población está mucho más dispersa y si bien se dispone de todos los servicios públicos necesarios, la intensidad de los mismos es menor a la que se encuentra en las otras dos zonas.

Si bien es probable que la división de la ciudad en tres zonas se pueda aplicar a la mayoría de las actividades analizadas, existirán algunas actividades cuyas empresas sigan un patrón de distribución distinto y requieran de una distribución específica.

Figura 3.3. Ejemplo de mapa de zonificación



Tras realizar un análisis individual de la distribución de las empresas de cada uno de las agrupaciones, se establece el número de zonas en las que se podría dividir el territorio municipal, y el tipo de coeficiente de situación que se debería aplicar a cada zona. La zonificación se realiza mediante la delimitación en el callejero, coordenadas geográficas y planos de situación. El valor del coeficiente de situación se determinará en un paso posterior.

Como se ha comentado más arriba, es de esperar que la mayoría de las agrupaciones analizadas presente una distribución que llamaremos "standard", con una zona preferida situada en el centro de la ciudad (zona especial), una zona que puede considerarse como normal que abarca el resto de la zona urbana (zona buena), y una tercera zona que correspondería al resto del término municipal (zona neutra). A cada una de estas zonas les correspondería un valor del coeficiente de

situación, siendo el más elevado el de la zona especial y el menor el de la zona neutra.

Al margen de esa distribución standard, algunas agrupaciones presentarán otro patrón de distribución, lo que implica que el número de zonas varía en función de la actividad de que se trate.

Con esta propuesta se divide el territorio municipal en diversas zonas, que se agrupan en un número reducido de categorías (especial, buena, neutra...), a cada una de las cuales se le aplicará un coeficiente de situación. Tener un número reducido de categorías no sólo simplifica la gestión del impuesto, sino que también parece bastante razonable y acorde el análisis de la distribución de las empresas. De hecho, por lo general, no será justificable tener un número elevado de zonas, siendo, a lo sumo, cuatro o cinco las zonas necesarias. Estas zonas tendrán características suficientemente diferentes como para que se les pueda asignar coeficientes de situación distintos.

Una vez definidas las zonas, a cada una de ellas se le asigna un coeficiente de localización. Con independencia del tipo de actividad de que se trate, una vez que se define una zona como especial, buena, neutra etc., se le debe aplicar el mismo coeficiente de situación.

#### **4. CONCLUSIONES**

El presente trabajo propone una nueva metodología para la determinación del coeficiente de situación que debe asignarse a las empresas sujetas al Impuesto de Actividades Económicas (IAE).

En primer lugar, se analiza la metodología utilizada más frecuentemente en la actualidad y se indican diversos puntos débiles, tanto en relación a su fundamentación como a su aplicación en la gestión cotidiana del impuesto, lo que hace necesaria una metodología alternativa. Seguidamente se propone una nueva metodología que propugna dividir el territorio municipal en zonas y aplicar a todas las empresas con una actividad concreta dentro de cada zona el mismo coeficiente

de situación, en lugar de asignar a cada local un coeficiente de situación en función de su valor catastral, tal y como ocurre en la actualidad. Esta zonificación se realiza a partir de la capacidad de atracción de las diferentes zonas. Para detectar ese grado de atracción, así como para fijar los límites de las mismas, se establece la premisa de que aquellas zonas donde se concentra el mayor número de empresas son las más atractivas.

A continuación, se estudia la distribución espacial de las empresas sujetas al IAE en la ciudad de Valencia mediante técnicas estadísticas que permiten determinar si las empresas se distribuyen en el territorio de forma aleatoria o si siguen algún patrón que indique la existencia de clusters o zonas donde se concentren las empresas.

Seguidamente, a partir del análisis visual de los planos de densidades generados, se detectan las diferentes zonas en las que se puede dividir el territorio municipal en relación a la concentración de empresas en dichas zonas. Este análisis se realiza para cada una de las agrupaciones del IAE. Es de esperar que para casi todas las actividades la distribución de las empresas sea muy similar, existiendo entre tres y cinco zonas en función del número de empresas que se ubican en las mismas.

## **5. BIBLIOGRAFÍA**

Davis, J.C. (2002). *Statistics and data analysis in geology*. 3<sup>rd</sup>. Edition. Wiley. New York.

Getis, A.; Boots, B. (1978). *Models of spatial processes: An approach to the study of point, line and área patterns*. Cambridge University Press, Cambridge.

Ley 39/1988, de 28 de diciembre, reguladora de las Haciendas Locales

Real Decreto Legislativo 1175/1990, de 28 de septiembre, por el que se aprueban las tarifas y la instrucción del Impuesto sobre Actividades Económicas

## ANEXO 1. CÁLCULO DEL ESTADÍSTICO Z

El análisis que se ha empleado para estudiar la distribución espacial de las empresas es el denominado nearest-neighbor análisis o análisis del vecino más cercano. Este análisis compara las características de las distancias observadas entre los dos puntos (en nuestro caso los puntos representan la localización de las empresas) que constituyen los puntos más cercanos entre sí, con aquellas que serían de esperar en el caso de que los puntos se distribuyeran aleatoriamente en el espacio. Las características de un patrón aleatorio teórico se pueden derivar de la distribución de Poisson. Si se ignora el efecto de los contornos o límites del plano, la distancia media esperada entre los vecinos más cercanos es

$$\bar{\delta} = \frac{1}{2} \sqrt{A/n}$$

Donde A es el área total del plano y n es el número de puntos (empresas), de forma que A/n es la densidad de puntos,  $\lambda$ . La varianza de la muestra  $\bar{\delta}$  viene dada por:

$$\sigma_{\bar{\delta}}^2 = \frac{(4 - \pi)A}{4\pi n^2}$$

Si despejamos las constantes:

$$\sigma_{\bar{\delta}}^2 = \frac{0.06831 A}{n^2}$$

El error standard de la distancia media entre los vecinos más cercanos es la raíz cuadrada de  $\sigma_{\bar{\delta}}^2$

$$s_e = \frac{0.26136}{\sqrt{A/n^2}}$$



La distribución de  $\bar{\delta}$  es normal si  $n$  es mayor que 6, por lo que se puede emplear el test  $z$  para comprobar si se cumple la hipótesis de que la distancia media observada entre los vecinos más cercanos,  $\bar{d}$ , es igual al valor de  $\bar{\delta}$  obtenido de un patrón aleatorio de puntos con la misma densidad. El test es:

$$z = \frac{\bar{d} - \bar{\delta}}{s_e}$$

Si bien ésta es la forma en la que normalmente se presenta el test de los vecinos más cercanos, a efectos prácticos su aplicación presenta algunas dificultades. El valor esperado de  $\bar{\delta}$  presupone que no hay efecto marco, es decir, que el patrón de distribución observado se repite hasta el infinito en todas las direcciones, a fin de que los valores de  $\bar{d}$  y  $\bar{\delta}$  se puedan comparar. Como el mapa no se extiende hasta el infinito, sino que tiene unos límites, los vecinos más cercanos de aquellos puntos situados junto a los límites o bordes del mapa deben situarse dentro del propio mapa, lo que desvirtúa el valor de  $\bar{d}$ , obteniéndose un valor mayor al verdadero. Existen diversas soluciones a este problema. La solución que se ha escogido consiste en ajustar  $\bar{d}$  de manera que el efecto originado por la localización en los límites del mapa se vea incluido en su valor esperado. Se ha demostrado, usando simulación numérica, que se pueden usar las siguientes expresiones como alternativas a las teóricas para el cálculo de la distancia media del vecino más cercano y de la varianza de la muestra:

$$\bar{\delta} \approx \frac{1}{2} \sqrt{\frac{A}{n}} + \left( 0.514 + \frac{0.412}{\sqrt{n}} \right) \frac{p}{n}$$

y

$$s_{\bar{\delta}}^2 \approx 0.070 \frac{A}{n^2} + 0.035 p \frac{\sqrt{A}}{n^{5/2}}$$

En estas aproximaciones,  $p$  es el perímetro del plano rectangular.

A partir de estas expresiones es posible calcular el valor de  $Z$ . En cuanto a la interpretación del valor de éste estadístico, hay que recordar que se distribuye como una Normal. Así pues, si el valor de  $Z$  es menor que 3 se acepta la hipótesis nula de que los puntos se distribuyen en el espacio de forma aleatoria. Por el contrario, un valor de  $Z$  igual o mayor que 3 nos indica que existe un patrón de distribución que no es aleatorio, lo que implica la existencia de clusters o agrupaciones de puntos en localizaciones concretas del mapa.