

UNIVERSIDAD DE GRANADA

Departamento de Economía Aplicada

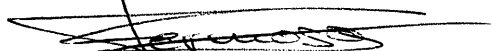
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA GRANADA
N.º Documento 1545-7746
N.º Copia 167 35870

**ADECUACIÓN Y APLICACIÓN DE TÉCNICAS CUANTITATIVAS
AL ANÁLISIS DEL VALOR DE LA VIVIENDA**

MEMORIA presentada por
Rafael Arturo Cano Guervós
para optar al grado de Doctor

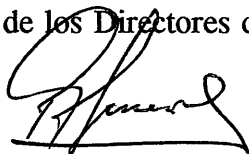


Fdo. Rafael Arturo Cano Guervós

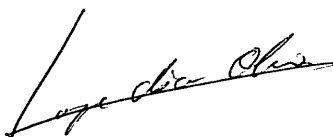


Fdo. José Alberto Hermoso Gutiérrez
Profesor Titular de Universidad
Economía Aplicada

Vº Bº de los Directores de la Tesis:



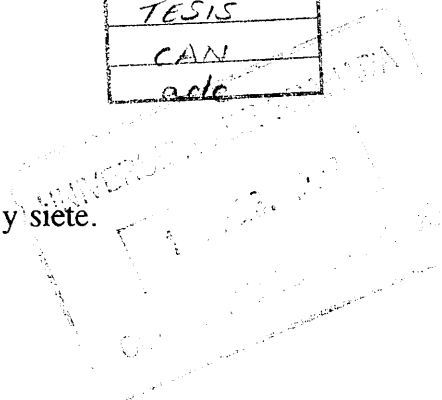
Fdo. Rafael Herreras Pleguezuelo
Catedrático de Universidad
Economía Aplicada



Fdo. Jorge Miguel Chica Olmo
Profesor Titular de Universidad
Economía Aplicada

ECONOMICAS Signatura
TESIS
CAN
adl

Granada, enero de mil novecientos noventa y siete.



*A Montse y Carmiña,
por su amada presencia,
por su bello recuerdo.*

AGRADECIMIENTOS

En momentos así lo daría todo por poseer la suficiente lucidez y habilidad para que mi agradecimiento a los directores de este trabajo, profesores Dr. Jorge Chica Olmo, Dr. José Alberto Hermoso Gutiérrez y Dr. Rafael Herrerías Pleguezuelo, fuera mucho más que un acto protocolario.

Quisiera que fuera una acto de justicia, pero me temo que nunca podré saldar la deuda que he contraído con ellos: el tiempo inmenso que me han dedicado, los doctos conocimientos que se han esforzado en transmitirme, el ánimo y el apoyo incansable con que me han alentado, el afecto con que me han arropado... ¿cómo podría compensarles? Espero que en los años de amistad que vamos a seguir compartiendo en el futuro pueda devolverles algo de lo mucho que me han dado.

También quiero mostrar la gratitud que siento hacia los profesores del grupo de Métodos Cuantitativos, mis compañeros y amigos, por la atención con que siempre me han escuchado y por la sabiduría de sus consejos. Además, he de expresar el reconocimiento a mis compañeros del Departamento de Economía Aplicada, que día a día se han interesado por la marcha de mi trabajo.

Deseo agradecer la colaboración del Banco Hipotecario de España (sucursal de Granada), del Servicio de Valoración y Asistencia Técnica, dependiente de la Delegación en Granada de la Consejería de Economía y Hacienda de la Junta de Andalucía, por haberme proporcionado los datos necesarios para realizar este trabajo. Por otro lado, también quiero mostrar mi gratitud al Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria, en particular, a la Gerencia Territorial de Granada Capital, integrada por unos magníficos y expertos funcionarios, que hicieron que me sintiera como uno más de la plantilla.

A todos ellos, mi más sincero agradecimiento.

ÍNDICE

ÍNDICE	9
--------------	---

INTRODUCCIÓN

1. OBJETIVOS	17
2. COMPENDIO DE LA MEMORIA	18

PRIMERA PARTE CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE LAS TÉCNICAS ESTADÍSTICAS APLICADAS

CAPÍTULO I: ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

1. INTRODUCCIÓN	39
2. ANÁLISIS GENERAL: PROBLEMA DE APROXIMACIÓN NUMÉRICA	42
2.1. Datos	42
2.2. Objetivo	43
2.3. Ajuste del subespacio	44
2.3.1. Ajuste por un subespacio en \mathbb{R}^p	44
2.3.2. Ajuste por un subespacio en \mathbb{R}^n	47
2.3.3. Relaciones entre los subespacios obtenidos en \mathbb{R}^p y en \mathbb{R}^n	48
2.4. Cantidad de información	49
2.5. Reconstitución de la matriz X	50
3. EL MÉTODO DEL ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES ..	51
3.1. Características generales	51
3.2. Análisis en \mathbb{R}^p	52
3.3. Análisis en \mathbb{R}^n	54
3.4. Interpretación del análisis de componentes principales	56
3.4.1. Interpretación de las componentes principales	56
3.4.2. Interpretación de la nube de variables originales	58
3.4.3. Interpretación de la nube de individuos	61
3.4.4. Interpretación simultánea de ambas nubes	64
3.5. Interpretación externa: variables e individuos suplementarios	64
3.5.1. Puntos-variables suplementarios	67
3.5.2. Puntos-individuos suplementarios	68
3.6. Elección del número de ejes	69

CAPÍTULO II: ELEMENTOS FUNDAMENTALES DE LA TEORÍA DE LAS VARIABLES REGIONALIZADAS Y DEL ESTIMADOR DE KRIGEAJE

1. INTRODUCCIÓN	73
2. ELEMENTOS FUNDAMENTALES DE LA TVR Y DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL	78
2.1. Variable regionalizada: concepto, características e hipótesis	78
2.1.1. Concepto	78
2.1.2. Características de la FA	82
2.1.3. Hipótesis	83
2.1.3.1. Hipótesis estacionaria	84
2.1.3.2. Hipótesis intrínseca	85
2.2. La función variograma y el análisis estructural	87
2.2.1. Relaciones entre covarianza y variograma	87
2.2.2. Variograma experimental y teórico	90
2.2.3. Análisis estructural de la variable regionalizada	94
2.2.3.1. Análisis del variograma en el origen	95
2.2.3.2. Análisis del variograma a grandes distancias	96
3. ESTIMADOR ESPACIAL DE KRIGEAJE	98
3.1. Concepto	98
3.2. Krigeaje ordinario	102
3.3. Krigeaje por bloques	105
3.4. Krigeaje cuando existe deriva. Krigeaje residual iterativo	110
3.5. Propiedades del estimador de Krigeaje	132

CAPÍTULO III: CONTRASTES DE HIPÓTESIS CON DATOS MULTIVARIANTES

1. INTRODUCCIÓN	139
2. CONTRASTE MULTIVARIANTE FRENTE A CONTRASTES UNIVARIANTES	140
3. COMPARACIÓN DE VALORES MEDIOS EN EL CASO MULTIVARIANTE	142
3.1. Para dos muestras	142
3.2. Para más de dos muestras	147
4. COMPARACIÓN DE VARIACIONES EN EL CASO MULTIVARIANTE	152
4.1. Para dos muestras	152
4.2. Para más de dos muestras	157

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS CANÓNICO DE POBLACIONES

1. INTRODUCCIÓN	161
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. PROPIEDADES DE LAS VARIABLES CANÓNICAS	162
3. OBTENCIÓN DE LAS COORDENADAS CANÓNICAS	171
4. REPRESENTACIÓN CANÓNICA	174
5. ESTRUCTURA FACTORIAL DE LAS VARIABLES CANÓNICAS ..	180
6. ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN	180
7. ANÁLISIS DEL CUMPLIMIENTO DE LAS HIPÓTESIS BÁSICAS DEL ANÁLISIS CANÓNICO DE POBLACIONES	182

**SEGUNDA PARTE
 APLICACIÓN DE TÉCNICAS ESTADÍSTICAS
 PARA EL ANÁLISIS DEL VALOR DE LA VIVIENDA**

CAPÍTULO V: APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

1. INTRODUCCIÓN	189
2. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA Y DE LAS VARIABLES OBSERVADAS	190
3. OBJETIVOS DE LA APLICACIÓN DEL ACP	198
4. PRINCIPALES RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DEL ACP ...	200
4.1. Interpretación de las componentes principales	200
4.2. Interpretación de la nube de variables	217
4.3. Interpretación de la nube simultánea de individuos (con adición de individuos suplementarios) y variables	231

CAPÍTULO VI: APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES Y DE LA TEORÍA DE LAS VARIABLES REGIONALIZADAS PARA UNA ZONIFICACIÓN ALTERNATIVA DE LA CIUDAD

1. INTRODUCCIÓN	265
2. INFORMACIÓN DISPONIBLE	268
3. DETECCIÓN Y TIPOLOGÍA DE LA DERIVA ESPACIAL	272
4. ESTIMACIÓN ESPACIAL DE LA CALIDAD GLOBAL DE LA VIVIENDA	293
5. VALIDACIÓN CRUZADA Y ERRORES DE ESTIMACIÓN	294
6. PLANOS DE ISOVALORES Y PLANOS DE BLOQUES	311
6.1. Planos de la estimación puntual: planos de isovalores	316
6.2. Planos de bloques. Comentarios sobre los barrios obtenidos	325

6.3. Análisis de la fiabilidad de las estimaciones del Krigeaje por bloques	346
6.4. Comentarios sobre la zonificación obtenida, desde la perspectiva del ACP	351

CAPÍTULO VII: APLICACIÓN DE CONTRASTES MULTIVARIANTES

1. INTRODUCCIÓN	373
2. ALGUNOS COMENTARIOS SOBRE LA METODOLOGÍA	374
3. APLICACIÓN DE CONTRASTES MULTIVARIANTES ENTRE LOS SECTORES ADMINISTRATIVOS DE LA CIUDAD	378
4. APLICACIÓN DE CONTRASTES MULTIVARIANTES ENTRE LOS BARRIOS OBTENIDOS POR KRIGEAJE	403
5. CONCLUSIONES	415

CAPÍTULO VIII: APLICACIÓN DEL ANÁLISIS CANÓNICO DE POBLACIONES

1. INTRODUCCIÓN	419
2. APLICACIÓN DEL ACPL SOBRE LOS SECTORES ADMINISTRATIVOS	420
2.1. Homogeneidad de las matrices de covarianzas	421
2.2. Comparación de las medias	422
2.3. Obtención de las variables canónicas	423
2.4. Estructura factorial de las variables canónicas	424
2.5. Representación canónica	427
2.6. Comentarios sobre la representación gráfica	430
3. APLICACIÓN DEL ACPL SOBRE LOS BARRIOS OBTENIDOS POR KRIGEAJE	434
3.1. Aplicación del ACPL sobre los barrios obtenidos por Krigeaje de la primera componente principal, utilizando bloques de 200 metros de lado	434
3.1.1. Homogeneidad de las matrices de covarianzas	434
3.1.2. Comparación de las medias	435
3.1.3. Obtención de las variables canónicas	435
3.1.4. Estructura factorial de las variables canónicas	436
3.1.5. Representación canónica	439
3.1.6. Comentarios sobre la representación gráfica	441
3.2. Aplicación del ACPL sobre los barrios obtenidos por Krigeaje de la primera componente principal, utilizando bloques de 400 metros de lado	443
3.2.1. Homogeneidad de las matrices de covarianzas	443
3.2.2. Comparación de las medias	443
3.2.3. Obtención de las variables canónicas	444

3.2.4. Estructura factorial de las variables canónicas	444
3.2.5. Representación canónica	447
3.2.6. Comentarios sobre la representación gráfica	448
4. EVALUACIÓN COMPARATIVA, DESDE LA PERSPECTIVA DEL ACPL, DE LAS DIVISIONES DE LA CIUDAD EN SECTORES ADMINISTRATIVOS Y EN BARRIOS OBTENIDOS POR KRIGEAJE .	450

**CAPÍTULO IX: APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DE COMPONENTES
PRINCIPALES Y DE LA TEORÍA DE LAS VARIABLES REGIONALIZADAS
PARA LA ESTIMACIÓN DEL VALOR DE LA LOCALIZACIÓN Y DEL
VALOR DE MERCADO DE LA VIVIENDA**

1. INTRODUCCIÓN	459
1.1. Principales conceptos utilizados en la valoración de los bienes urbanos	460
1.2. Fundamentos teóricos justificativos de la aplicación del KRI	475
2. METODOLOGÍA	486
3. APLICACIÓN	498
3.1. Información disponible	498
3.2. Obtención del residuo mínimo cuadrático ordinario	499
3.3. Detección y tipología de la deriva espacial de los residuos	510
3.4. Estudio de la estructura de autocorrelación espacial de los residuos	520
3.5. Estimación espacial del valor de mercado de la vivienda y del valor de la localización del suelo	531
3.5.1. Estimación espacial del valor de mercado de la vivienda. Validación cruzada y errores de la estimación	532
3.5.2. Estimación espacial del valor de la localización	543
4. CONCLUSIONES	570

**CAPÍTULO X: APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE LAS VARIABLES
REGIONALIZADAS PARA LA ESTIMACIÓN ESPACIAL DEL VALOR DEL
SUELO CATASTRAL Y DEL VALOR DEL SUELO DE LAS TASACIONES
HIPOTECARIAS**

1. INTRODUCCIÓN	573
2. DESCRIPCIÓN DE LOS MÉTODOS DE VALORACIÓN INMOBILIARIA	576
2.1. Métodos de valoración en los que se sustenta la normativa de la valoración catastral y la normativa de la tasación hipotecaria	576
2.1.1. Método de comparación según el mercado	577
2.1.2. Método del coste	580
2.1.3. Método residual de valoración del suelo	585
2.2. Metodología de la valoración catastral	590
2.2.1. Introducción	590

2.2.2. Principios en los que se basa el método de valoración catastral	595
2.2.3. Procedimiento de cálculo del valor catastral de los bienes urbanos	603
2.2.3.1. Cálculo del valor del suelo	612
2.2.3.2. Cálculo del valor de las construcciones	622
2.2.3.3. Cálculo del valor catastral del inmueble	629
2.3. Metodología de la valoración de bienes del mercado hipotecario . .	643
2.3.1. Introducción	643
2.3.2. Características locacionales y constructivas de la vivienda	644
2.3.3. La técnica de valoración	652
2.3.4. Críticas a la técnica de valoración hipotecaria	668
3. PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA ESTIMACIÓN ESPACIAL DEL VALOR DEL SUELO CATASTRAL Y DEL VALOR DEL SUELO DE LAS TASACIONES HIPOTECARIAS	673
4. APLICACIÓN	676
4.1. Información disponible	676
4.2. Detección y tipología de la deriva espacial del valor del suelo . . .	681
4.3. Estudio de la estructura de autocorrelación espacial de los residuos	695
4.4. Estimación espacial del valor de repercusión del suelo catastral y del valor de repercusión del suelo de las tasaciones hipotecarias	706
4.4.1. Validación cruzada y errores de estimación	709
4.4.2. Estimación espacial del valor del suelo	734
4.4.3. Comparación de los resultados obtenidos en la estimación espacial del valor del suelo	755
5. CONCLUSIONES	773

CAPÍTULO XI: RELACIONES DE LAS VARIABLES SUPLEMENTARIAS

1. INTRODUCCIÓN	779
2. DEFINICIONES DE LAS VARIABLES SUPLEMENTARIAS	780
3. RELACIONES DE LAS VARIABLES SUPLEMENTARIAS CON LAS COMPONENTES PRINCIPALES	781
4. RELACIONES DE LAS VARIABLES SUPLEMENTARIAS CON LAS VARIABLES ORIGINALES	786
5. RELACIONES ENTRE LAS VARIABLES SUPLEMENTARIAS	792
6. CONCLUSIONES	795

FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	797
--	------------

BIBLIOGRAFÍA	803
-------------------------------	------------

APÉNDICE Y ANEXOS

APÉNDICE 1: CRITERIOS DE VALORACIÓN PARA BIENES DE NATURALEZA URBANA DE LA PROVINCIA DE GRANADA, ELABORADOS POR EL SERVICIO DE VALORACIÓN Y ASISTENCIA TÉCNICA DE LA CONSEJERÍA DE ECONOMÍA Y HACIENDA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA 821

ANEXO 1: FICHA DE LA MUESTRA DEL MERCADO INMOBILIARIO, ENCARGADA POR EL SERVICIO DE VALORACIÓN Y ASISTENCIA TÉCNICA DE LA CONSEJERÍA DE ECONOMÍA Y HACIENDA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA 829

DEFINICIONES DE LAS VARIABLES INCLUIDAS EN LOS ANEXOS 2 Y 4 831

ANEXO 2: ESTADÍSTICAS BÁSICAS DE LOS SECTORES ADMINISTRATIVOS 837

ANEXO 3: COMPONENTES PRINCIPALES 6 A 13 877

ANEXO 4: ESTADÍSTICAS BÁSICAS DE LOS BARRIOS OBTENIDOS POR KRIGEAJE 881

INTRODUCCIÓN

1. OBJETIVOS.

En el presente trabajo se pueden señalar dos grandes objetivos: en primer lugar, un objetivo de carácter metodológico, consistente en la adecuación y adaptación de diversas técnicas estadísticas (de naturaleza multivariante y de estimación espacial), con el fin de que puedan ser utilizadas en el análisis de variables económicas espaciales, y, particularmente, en las relacionadas con la estructura urbana de una ciudad y con el valor de sus inmuebles. El segundo objetivo es de carácter práctico, pues consiste en la utilización de las antedichas técnicas estadísticas, con una doble finalidad: por un lado, obtener una división alternativa de la ciudad, de acuerdo con las características de sus viviendas, junto con la verificación estadística del grado de diferenciación conseguido con la zonificación propuesta; por otro lado, se pretende una estimación objetiva del valor de mercado y del valor de la localización de la vivienda, que, posteriormente, se compara con las estimaciones obtenidas siguiendo la metodología de valoración catastral y la de las tasaciones hipotecarias. Para realizar esta comparación, se toman como unidades territoriales básicas los barrios obtenidos en la zonificación a la

que se ha hecho referencia anteriormente. Es conveniente subrayar que si bien la aplicación de las técnicas estadísticas se ha llevado a cabo sobre la ciudad de Granada, ello no es óbice para que pueda ser extendida a cualquier otra ciudad de la que se disponga de la información adecuada. A lo largo de la presente Memoria se desarrollan estas técnicas con dicha vocación generalista, por lo que la aplicación a la ciudad de Granada puede considerarse como una particularización meramente ejemplificadora.

2. COMPENDIO DE LA MEMORIA.

En consonancia con la diferente naturaleza de los dos objetivos señalados, este trabajo se puede considerar dividido en dos partes. En la primera parte se desarrolla el objetivo metodológico, con la explicación de los principales conceptos de las técnicas estadísticas que, una vez adaptadas, son aplicadas en la segunda parte, cubriéndose así el objetivo práctico. La primera parte comprende desde el capítulo I al IV y la segunda abarca desde el capítulo V al XI. Al comienzo de cada capítulo se señalan los objetivos específicos del mismo, al tiempo que se incardina con los objetivos generales de la Memoria. Además, al final de los capítulos en los que se ha juzgado necesario (fundamentalmente en los de la segunda parte), se recogen las principales conclusiones extraídas a lo largo de su desarrollo y se conectan con las de los capítulos precedentes y posteriores.

A continuación, se exponen muy resumidamente los principales contenidos de los capítulos de la presente Memoria. Así, el **capítulo I** está dedicado al análisis de componentes principales (en adelante, ACP), herramienta multivariante de la que se exponen sus fundamentos, fases y claves interpretativas. Una realidad polifacética como es la de la vivienda, cuya valoración es la manifestación de una intrincada trama de factores, constituye el objeto ideal que puede ser abordado desde la estadística multidimensional. La aplicación del ACP (desarrollada en el capítulo V) proporcionará un resumen descriptivo de una tabla de grandes dimensiones, que contiene medidas de las variables (o características) observadas sobre las viviendas que componen la muestra. La interpretación de los gráficos obtenidos del ACP permite sintetizar las relaciones entre las características de las viviendas, señalar cuáles son las más discriminantes dentro de la muestra, y posicionar relativamente a las mismas.

En el **capítulo II** se presentan los principales elementos de la teoría de las variables regionalizadas (en adelante, TVR) y del estimador espacial de Krigeaje. Concretamente, se analizan el concepto y las características de variable regionalizada (VR), la función variograma como reveladora de la estructura espacial de variabilidad y el método del Krigeaje, puntual y por bloques. Es particularmente interesante la modalidad del Krigeaje residual iterativo (en adelante, KRI), como solución al problema de la estimación espacial cuando la variable presenta deriva, basada en la

descomposición de la variabilidad del fenómeno en dos partes, que son: la variabilidad a pequeña y gran escala espacial, con la modelización polinómica de ésta última. Desde la perspectiva de la TVR se supera la concepción tradicional de la localización espacial como la mera accesibilidad a uno o varios centros que provocan atracción, ya que la TVR analiza el fenómeno tal como aparece en la realidad, georreferenciado sobre el plano topográfico, siendo esta localización algo intrínseco al fenómeno; además, la localización se concibe de forma globalizadora, como la posición relativa de cada uno de los elementos respecto a todos los demás.

Una cualidad de la VR, utilizada en las aplicaciones posteriores, es que a partir del comportamiento de la variable sobre un determinado soporte, se puede deducir la nueva regionalización que produciría un cambio de soporte. Así, a partir de observaciones de la VR en viviendas puntuales, se puede inferir el valor de la misma sobre otro tipo de soportes (por ejemplo, bloques de 200 metros de lado, manzanas de viviendas o cualesquiera otros volúmenes de parcelación).

La metodología de la TVR y del estimador espacial de Krigeaje serán aplicados en los capítulos VI, IX y X. En el capítulo VI, la aplicación de esta metodología, en combinación con el ACP, proporciona una zonificación o división de la ciudad, alternativa a la clásica división

administrativa; en los capítulos IX y X se analiza la estructura espacial del valor de la localización de los bienes urbanos y se ofrecen distintas estimaciones del mismo. Estas aplicaciones, sobre las que volveremos posteriormente con más detenimiento al comentar los tres capítulos citados, sugieren varios campos en los que la TVR podría ser utilizada de forma fructífera. Así, la división de la ciudad en zonas homogéneas puede ser utilizada con fines de planeamiento urbanístico, sociología electoral, marketing empresarial, fiscalidad, tasación inmobiliaria, etc. Dicha zonificación presenta varias ventajas frente a la tradicional división administrativa: se obtiene una zonificación sobre bases objetivas, revisables en el tiempo mediante la actualización de los datos; se pueden definir distintas zonificaciones, en función de la VR utilizada; finalmente, dado que la zona delimitadas es homogénea se puede dar un tratamiento similar a toda ella. Uno de los campos en los que la aplicación de la TVR puede ser más efectiva es en el ámbito de la tasación inmobiliaria, pues permite obtener un valor objetivo del bien urbano, que es el valor más probable de acuerdo con la información muestral disponible. Con ello no se pretende sustituir la opinión y la pericia del experto, sino orientar y dotar de objetividad a su decisión.

En los capítulos III y IV se describen diversas técnicas estadísticas, que serán utilizadas para controlar el grado de discriminación logrado por la zonificación de la ciudad, obtenida al combinar la TVR y el ACP.

Concretamente, en el **capítulo III** se exponen someramente algunos contrastes de naturaleza multivariante, cuya finalidad es determinar si existen o no suficientes pruebas como para afirmar que dos o más muestras provienen de poblaciones con diferentes comportamientos. Los contrastes sobre las medias que se explican son: el contraste de la T^2 de Hotelling y el contraste de la razón de verosimilitudes o razón Λ de Wilks. Para la comparación de las dispersiones se desarrollan las generalizaciones de los contrastes de Levene y Van Valen. Estos contrastes multivariantes se aplican posteriormente en el capítulo VII.

El **capítulo IV** está dedicado al análisis canónico de poblaciones (ACPL), también denominado análisis de funciones discriminantes canónicas. Este método de análisis multivariante tiene como objetivo determinar aquella combinación lineal de variables que introduce mayor discriminación entre varias poblaciones, pertenecientes a una misma población global, tomando como base la distancia de Mahalanobis, la cual permite ordenar las poblaciones en función de dicho criterio. Las variables canónicas (combinaciones lineales de las originales) se construyen de tal forma que se pueden ordenar decrecientemente en función de su poder de discriminación entre las poblaciones, siendo interpretadas a la luz de las correlaciones que mantienen con las variables originales. Además del análisis numérico, el ACPL proporciona una imagen gráfica del posicionamiento relativo de las poblaciones y también permite representar

las regiones de confianza para los individuos medios, en un plano generado por las variables canónicas. De ahí que el ACPL se aplique en el capítulo VIII de la Memoria como otra herramienta (junto con los contrastes multivariantes) para verificar si la división de la ciudad en barrios, obtenida en el capítulo VI, introduce mayor discriminación que la división de la ciudad por sectores administrativos.

Con el **capítulo V** comienza la segunda parte de esta Memoria, en la que se exponen los resultados de las aplicaciones de las técnicas estadísticas expuestas en la primera parte. Como hemos comentado, la vivienda es un bien urbano cuya valoración se ve influida por un gran número de factores de muy diversa naturaleza. Para manejar e interpretar tal volumen de información es extraordinariamente útil la aplicación del ACP sobre las viviendas muestrales. Los objetivos específicos que se pretenden cubrir con la aplicación del ACP son: a) señalar qué características de las viviendas discriminan con mayor nitidez dentro de la muestra; b) reducir el volumen de información a unas pocas variables, combinaciones lineales de las originales, que son las componentes principales; c) determinar qué zonas de la ciudad presentan semejanzas y diferencias, en relación con las características analizadas.

Teniendo en cuenta que las variables más correlacionadas con la primera componente principal son las referidas a las calidades constructivas

y localizativas, dicha componente ha sido interpretada como calidad global de la vivienda. En consecuencia, el factor más discriminante, el que marca las mayores diferencias dentro de las viviendas de la muestra es la calidad global de las mismas, entendida como una combinación especial de calidades constructivas y localizativas. Así, se llega a un criterio de clasificación sencillo de aplicar, pues sólo depende del valor que tome la primera componente principal para cada una de las viviendas, pero, al mismo tiempo, es un criterio muy rico en información. Otros resultados reseñables de la aplicación del ACP se enumeran a continuación: como era de esperar se observa que en las mejores zonas se construye con buenas calidades, mientras que esto último es infrecuente en zonas de baja calidad localizativa; también se observa que a medida que aumenta la distancia a la zona central de la ciudad y se entra en los barrios periféricos, las calidades constructivas y localizativas disminuyen, lo cual es una evidencia de la jerarquización social de la localización urbana a través del espacio. Al representar como viviendas suplementarias los centros de gravedad o viviendas tipo de cada uno de los sectores, se observa una gradación de las mismas, desde la de menor calidad a la de mayor calidad.

En el capítulo VI se cubren dos objetivos: uno de carácter metodológico y otro de carácter práctico. El primero es la conexión entre la TVR y el ACP, que conlleva el análisis de la estructura espacial de variabilidad y la aplicación del estimador espacial de Krigeaje sobre la

primera componente principal (calidad global de la vivienda), obtenida en el capítulo V. El análisis espacial de la primera componente principal pone de manifiesto la presencia de autocorrelación espacial en sus valores. El fundamento teórico que explica la presencia de autocorrelación espacial en la calidad global de la vivienda es el mismo que justifica su presencia en la formación espacial del valor de los bienes urbanos¹, ya que este valor pretende ser el reflejo monetario de la calidad global de dichos bienes, mediante el cual se recoge la evaluación de sus características constructivas y localizativas. En consecuencia, la calidad global de la vivienda es conceptuada como una VR y, en virtud de ello, se puede aplicar el método del Krigeaje en el proceso de inferencia espacial. Concretamente, se aplica la modalidad del KRI, al haberse detectado la presencia de deriva o tendencia en la calidad global de la vivienda. Este método se basa en la estimación, mediante mínimos cuadrados generalizados (en adelante, MCG) de los coeficientes del polinomio de deriva, en presencia de perturbaciones autocorrelacionadas. La estimación por KRI de la calidad global de la vivienda es el resultado de un proceso en el que se tienen en cuenta la variabilidad de la misma a gran escala espacial, por medio de la deriva, y la variabilidad a una escala espacial menor, por medio del Krigeaje de los

¹ Las razones teóricas aludidas son: la proximidad entre localizaciones, el efecto atracción/repulsión entre usos y utilizadores, la transmisión de la información entre los utilizadores, el efecto del contagio espacial y el crecimiento centrífugo. La explicación pormenorizada de estos conceptos puede consultarse en las páginas 79-105 de la obra de CHICA OLMO, J.M. (1994, b): *Teoría de las Variables Regionalizadas. Aplicación en Economía Espacial y Valoración Inmobiliaria*. Biblioteca de Económicas y Empresariales. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Granada, Granada.

residuos MCG. La observación del plano de isovalores de la calidad global de la vivienda permite deducir la estructura multicéntrica de esta variable en la ciudad de Granada.

El objetivo de carácter práctico consiste en obtener una zonificación de la ciudad en función de los valores de la calidad global de las viviendas. Aplicando el Krigeaje de bloques sobre la citada variable se delimitan en el plano de la ciudad una serie de áreas, homogéneas en cuanto a la calidad global de sus viviendas. En el proceso de estimación se han utilizado dos tamaños para los bloques: de 200 metros de lado y de 400 metros de lado, lo que da lugar a dos zonificaciones distintas de la ciudad. Tras estimar el valor de la calidad global en cada uno de los bloques, el rango de la variable se ha dividido en cuatro tramos, los delimitados por los cuartiles. De esta forma se divide la ciudad en cuatro barrios, formados por la unión de todos los bloques asignados al mismo tramo. Los barrios han sido denominados en orden creciente, por lo que el barrio 1 es aquella zona de la ciudad ocupada por los bloques en los que el valor estimado de la calidad global de sus viviendas es menor o igual al primer cuartil, es decir, el barrio de menor calidad global de la vivienda, mientras que el barrio 4 es el de mayor calidad global de la vivienda. A través de este proceso se obtiene una zonificación de la ciudad que combina, por una parte, el criterio de la calidad global de las viviendas, que es el más diferenciador y rico en información, y, por otra parte, el criterio geográfico que

considera la localización espacial de las mismas, a través de la estimación sobre el plano de la calidad global. La proyección sobre el plano bifactorial de las viviendas tipo de los barrios da lugar a una nítida ordenación de éstos en función de la calidad global de sus viviendas. Una de las conclusiones que se extrae de la zonificación obtenida es que un potencial comprador de una vivienda de calidad similar a la de la vivienda tipo del barrio 3 ó 4 (los de mayor calidad), tiene mayores posibilidades para elegir emplazamientos que el potencial comprador de una vivienda de calidad similar a la prototípica del barrio 1 ó 2, que ha de constreñir su búsqueda a una menor diversidad de localizaciones y, en general, más periféricas.

En los dos capítulos siguientes se establecen los filtros que permiten verificar que la zonificación obtenida en el capítulo VI delimita unos barrios claramente diferentes, no sólo desde el punto de vista espacial, sino también desde el punto de vista de las características de las viviendas ubicadas en cada barrio. Concretamente, en el **capítulo VII** se aplican los contrastes multivariantes descritos en el III, poniendo de relieve las diferencias y semejanzas, en cuanto a las características de las viviendas analizadas, entre los sectores administrativos de la ciudad, por una parte, y entre los barrios obtenidos por Krigeaje de la primera componente principal, por otra. De la aplicación de estos contrastes se deduce que este último criterio de zonificación, que combina la metodología multivariante con la de estimación espacial, genera unos barrios con características

absolutamente diferentes entre sí, lo cual no ocurre con los sectores administrativos. Un rasgo destacable de los contrastes multivariantes es que las variables utilizadas no son las variables originales, sino las componentes principales obtenidas en el capítulo V².

En el capítulo VIII se aplica el ACPL, por un lado, sobre la muestra de viviendas clasificada por sectores administrativos y, por otro lado, sobre la muestra de viviendas clasificada por barrios obtenidos en el capítulo VI. Por medio del análisis de las correlaciones entre las variables originales y las variables canónicas, se llega a la conclusión de que el primer criterio de zonificación se basa casi exclusivamente en el aspecto de la distancia geográfica, "descuidando" otras características de las viviendas. En cambio, se pone de manifiesto que la zonificación de la ciudad mediante la aplicación del Krigeaje sobre la primera componente principal se basa en un criterio mixto, en el sentido de que combina el punto de vista espacial y el de las calidades globales de las viviendas. De la gran cantidad de solapamientos entre las regiones de confianza de los sectores administrativos y de la ausencia de solapamientos entre las de los barrios, también se deduce que el criterio de zonificación mixto es más potente en cuanto a su capacidad de discriminación. En consecuencia, la

² Las razones que justifican esta selección se explican con detenimiento en este capítulo, pudiendo resumirse así: el contraste puede enriquecerse gradualmente con mayor cantidad de información, mediante la introducción escalonada de las componentes principales; además, la cantidad de información introducida puede medirse numéricamente; finalmente, la distribución conjunta de las componentes principales se acerca al ideal de la normalidad multivariante.

zonificación por barrios obtenidos mediante Krigeaje va a ser la adoptada en los capítulos siguientes para diferenciar las distintas zonas de la ciudad.

A lo largo del **capítulo IX** se recogen los resultados derivados de la aplicación secuencial del ACP y de la TVR, encaminada a la estimación del valor de la localización y del valor de mercado de la vivienda. Para el proceso de estimación espacial de ambas variables ha sido utilizado el KRI, en un proceso bietápico: en una primera fase se aplica la regresión por MCG para estimar los coeficientes del modelo de regresión, que están referidos a las características constructivas de la vivienda y a la variabilidad a gran escala espacial o deriva del fenómeno; en una segunda fase, la que es propiamente de estimación espacial, se utiliza el método del Krigeaje para evaluar el valor de las características localizativas de la vivienda, que, sumado al valor de las características constructivas, determina el valor de mercado de ésta. Precisamente, al inicio del capítulo se aclara el significado de las dos variables que se pretenden estimar. Así, se define el valor de mercado como una estimación del precio o cantidad de dinero más probable con que se retribuye la mercancía inmobiliaria (una vivienda o una determinada localización) en el mercado urbano. Se entiende por valor del suelo o de la localización la parte del valor del inmueble que puede atribuirse a la localización del mismo. El referente del valor de la localización en el mercado residencial colectivo es el valor de repercusión del suelo, que es la parte del valor del m^2 edificable del

inmueble atribuible al suelo. Su cálculo se basa en la estimación del máximo que el promotor puede repercutir sobre el precio de venta; es decir, el suelo es valorado en función del máximo aprovechamiento económico que puede reportar la edificación que sustenta, en las condiciones de mejor y más intensivo uso posible³. Por tanto, en el valor de repercusión no sólo influye la cantidad de edificabilidad permitida, sino también la calidad, siendo el suelo más caro o más barato en función de que se pueda repercutir en mayor o menor medida sobre el precio de venta de las viviendas que se construyan (o se hayan construido) sobre él. Así, la jerarquización social de la estructura urbana, que se refleja en el valor de los inmuebles, también debe reflejarse en el valor de la localización.

El punto de partida de la aplicación es que el valor de mercado de la vivienda depende de las características constructivas y localizativas de ésta (encuadrando en las últimas las características medioambientales del barrio y la accesibilidad). Las constructivas son, al menos teóricamente, reproducibles en otros lugares del espacio, mientras que las localizativas están íntimamente ligadas al emplazamiento, por lo que no son reproducibles competitivamente en el mercado inmobiliario (esto provoca la escasez natural del suelo, lo que unido al derecho de la propiedad, dota al suelo de un valor de monopolio). Dado que la localización de la vivienda

³ Cuando se cumplen estas condiciones el valor de mercado del inmueble coincide con la suma de los valores del suelo y de la construcción, calculados por separado, tal como plantea el método aditivo. En caso contrario es desaconsejable la utilización del método aditivo, debiendo centrarnos en la estimación del valor global de la vivienda.

es el factor de mayor relevancia para explicar su precio, sería interesante separar, cuando sea posible, el valor de la localización del valor de las características constructivas⁴. La dependencia entre las características medioambientales y la accesibilidad con la localización, y la influencia de aquéllas sobre el valor de la localización hacen pensar en la consideración de éste como una VR. Desde el punto de vista teórico, las mismas razones que justifican la consideración del valor de mercado de la vivienda como VR son trasladables al valor de la localización. El valor de los bienes urbanos está influenciado por factores que actúan a gran escala espacial (macrolocalizativos) y a pequeña escala espacial (microlocalizativos). Precisamente, el valor del suelo depende esencialmente de la localización de la vivienda, lo que explica la dependencia a pequeña escala, es decir, la dependencia de los valores entre localizaciones próximas; esta cualidad causa la aparición de la autocorrelación espacial entre ellas, la cual es fundamental para entender la estructura de variabilidad espacial de los valores del suelo.

El planteamiento del método parte de la descomposición del precio de la vivienda en tres elementos: las características constructivas de la vivienda (recogidas mediante la primera componente principal de las mismas, para evitar problemas de multicolinealidad), la deriva del fenómeno (modelizada por una forma polinómica), ambos elementos no

⁴ Bajo este planteamiento aditivo subyace el cumplimiento de la condición del mejor y más intensivo uso posible de cada localización.

estocásticos, y la perturbación aleatoria, que es una función aleatoria estacionaria de segundo orden que presenta autocorrelación espacial⁵. Estimados por MCG los coeficientes del modelo de regresión y por Krigeaje los residuos del mismo, se obtienen las estimaciones del valor de las características constructivas, del valor de la localización y del valor de mercado de las viviendas. La primera y última de las variables sólo pueden estimarse para aquellas viviendas cuyas características constructivas sean conocidas, mientras que el valor de la localización es estimable en cualquier punto de la ciudad del que se conozcan sus coordenadas, por lo que puede obtenerse el plano de isolíneas del valor de la localización de la vivienda que más adelante comentaremos.

A lo largo del **capítulo X** se presentan los resultados obtenidos en la aplicación de la TVR y del método del KRI para la estimación del valor del suelo urbano (materializado en el valor de repercusión, en pts/m² de construcción). La diferencia con respecto del capítulo anterior es que ahora se parte de dos muestras de viviendas, para una de las cuales se conoce la valoración del suelo desde el punto de vista catastral, y para la otra el valor del suelo asignado por los tasadores inmobiliarios del mercado

⁵ La presencia de autocorrelación espacial en la variable explicada precio de la vivienda podría provocar también su aparición en las perturbaciones, pues son el resultado de sustraerle al precio el valor de las características constructivas y el efecto de la variabilidad a gran escala espacial (causada por factores macrolocalizativos), recogido en el deriva, quedando en las perturbaciones el efecto de la variabilidad a pequeña escala (causada por factores microlocalizativos).

hipotecario⁶; por tanto, no ha sido necesario deducir para cada vivienda muestral el valor del suelo, como se hizo en la aplicación del capítulo IX, sino que éste viene ahora dado por agentes externos. Así, a partir de las valoraciones catastrales y de las tasaciones se han obtenido dos nuevas estimaciones espaciales del valor del suelo para el conjunto de la ciudad, que vienen a unirse al valor de la localización obtenido en el capítulo precedente⁷. Precisamente, otro de los objetivos que se persigue en este capítulo es el de establecer comparaciones entre las tres valoraciones del suelo de las que se dispone, por lo que se evidencia la utilidad del método del Krigeaje como herramienta para reajustar entre sí las distintas valoraciones inmobiliarias. La detección de zonas supra o infravaloradas desde el punto de vista catastral es un aspecto importante, pues sería un indicativo de la ruptura del principio de equidad fiscal, lo que debería inducir al reajuste de las valoraciones en estas zonas. Si las diferencias se producen entre la valoración de los tasadores y las otras dos, ello tendría consecuencias en el ámbito de la financiación hipotecaria: por un lado, la

⁶ En el segundo epígrafe de este capítulo se exponen ambas metodologías de valoración inmobiliaria, pudiendo omitirse su lectura sin dificultar la comprensión de los epígrafes siguientes.

⁷ En las dos aplicaciones de este capítulo la variable sobre la que va a llevarse a cabo el proceso de inferencia espacial es el valor de repercusión del suelo, obtenido de tal forma que incluyera también la proporción de gastos y beneficios de la promoción, tanto los considerados normales como el plusbeneficio inmobiliario, en consonancia con la teoría de que todo beneficio extraordinario pertenece al suelo. Consideramos que esta variable es más comparable con el valor de la localización obtenido en el capítulo IX, del que no se detraía ninguna cantidad atribuible a los gastos y beneficios de la promoción (normales y extraordinarios), evitando así la realización de hipótesis simplificadoras sobre la cuantía de estos elementos.

sobrevaloración de los inmuebles llevaría consigo la asunción de un riesgo por parte de la entidad prestamista que no estaría respaldado por una garantía hipotecaria suficiente; en el otro extremo, la infravaloración provocaría una constricción errónea de la actividad crediticia.

El objetivo de carácter metodológico consiste en engarzar el método del Krigeaje con la metodología de valoración catastral y con la utilizada en las tasaciones hipotecarias, lo cual va a permitir, por una parte, la valoración masiva para el conjunto de la ciudad, primordial desde la perspectiva catastral, y, por otra parte, la valoración individualizada de cualquier bien urbano, que es la actividad habitual del tasador hipotecario⁸.

Para el análisis y estimación del valor de repercusión del suelo (catastral y de las tasaciones) se parte de la teoría ya aplicada en el capítulo IX: el valor del suelo se explica por la conjunción simultánea de los factores macrolocalizativos, que actúan a gran escala espacial, y cuya valoración se recoge en el polinomio de deriva, y, por otro lado, los factores microlocalizativos, que actúan a una escala espacial menor, explicativos de la presencia de autocorrelación espacial en los valores del suelo entre localizaciones próximas, debido a que el valor del suelo

⁸ En las dos aplicaciones la metodología del KRI ha debido ser readaptada, puesto que el proceso de inferencia espacial se ha aplicado sobre los logaritmos neperianos del valor del suelo (catastrales y de las tasaciones), de tal forma que se asegure la obtención de estimaciones del valor del suelo positivas, como se impone en sus respectivos métodos de valoración.

depende esencialmente de la localización relativa de la vivienda.

La comparación de los resultados obtenidos en los dos procesos de estimación pone de manifiesto que la deriva, es más explicativa en la valoración catastral del suelo, mientras que las estructuras de autocorrelación espacial, juegan un mayor papel en la valoración de los tasadores. Esta conclusión concuerda con los métodos y los fines de ambas metodologías de valoración: el procedimiento catastral está diseñado para ser aplicado de forma masiva, y el principio de equidad fiscal es determinante, por lo que es lógica la existencia de un patrón o esquema general de valores (recogido por la deriva), que marque en gran medida la valoración final, aunque ésta, además, venga matizada por factores microlocalizativos; por el contrario, la tasación hipotecaria se realiza para cada bien urbano de forma individualizada, y sobre el terreno, por lo que tienen más peso los factores microlocalizativos, los más cercanos geográficamente a la vivienda, directamente visualizados por el tasador.

De la comparación de los planos de isovalores de repercusión del suelo (catastral y de las tasaciones) y del valor de la localización, se deduce una gran cantidad de puntos de contacto en la distribución espacial de las tres valoraciones. Entre los puntos de coincidencia destaca la existencia de una gran plataforma que ocupa la parte central de la ciudad, donde los valores del suelo alcanzan guarismos semejantes (además, la

mayor parte de esta zona pertenece a los barrios de calidad global alta y media-alta). Dentro de la plataforma existen varios máximos, lo cual es una manifestación de la estructura multicéntrica de los valores del suelo en la ciudad. A su vez, las distribuciones espaciales de las tres valoraciones son absolutamente coherentes con la zonificación de la ciudad en barrios, según la calidad global de sus viviendas, realizada en el capítulo VI. Por ejemplo, en las estadísticas por barrios se observa, como era de esperar, que las medias de las tres valoraciones del suelo crecen del barrio 1 al 4, conforme lo hace la calidad global de las viviendas pertenecientes a los mismos.

Finalmente, en el **capítulo XI** se analizan las relaciones de un grupo de variables suplementarias (esto es, variables que no fueron introducidas en el ACP realizado en el capítulo V). Las relaciones de este grupo de variables suplementarias entre sí, con las componentes principales y con las variables originales, contribuyen a reafirmar las conclusiones extraídas en el capítulo V, fundamentalmente la interpretación de la primera componente como una medida de la calidad global de la vivienda. Estas variables suplementarias consisten en distintas valoraciones de las viviendas que componen la muestra, que fueron obtenidas a partir de las metodologías expuestas en los capítulos IX y X y en el apéndice 1. Si bien este capítulo se puede considerar como una parte del ACP del capítulo V, hemos considerado razonable situarlo al final de la Memoria, una vez que se conoce el significado pleno de cada una de las variables suplementarias.

PRIMERA PARTE
CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE
LAS TÉCNICAS ESTADÍSTICAS APLICADAS

ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

1. INTRODUCCIÓN.

Si se llevara a cabo exclusivamente el análisis por separado de cada una de las variables que influyen en la valoración de la vivienda, abandonando el estudio de las interrelaciones entre ellas, se obtendría, sin duda, una visión muy simplista del fenómeno objeto de nuestra atención. Precisamente, fenómenos como el valor de la localización o el valor de mercado de la vivienda, que no pueden ser explicados a través de una sola variable, son la manifestación de una compleja trama de factores, cada uno de los cuales recoge una sola faceta o aspecto del fenómeno global. Por ello, para acercarse al estudio de la vivienda y, en concreto, a la compleja problemática de evaluar su localización y su valor de mercado, lo ideal es adoptar un enfoque multivariante. No podría ser de otro modo si se pretende observar una realidad polifacética como es la de la vivienda.

Como es bien conocido, los métodos de estadística descriptiva

multidimensional o técnicas de análisis de datos se agrupan en dos grandes familias: por una lado, la formada por los métodos de clasificación y, por otro lado, la que engloba los métodos factoriales. Los primeros estudios en los cuales puede situarse el origen del análisis de componentes principales (en adelante ACP) son obra de Pearson (1901)¹ y Hotelling (1933)². Esta técnica multivariante se enmarca dentro del segundo grupo: el de los métodos factoriales. Éstos son un conjunto de técnicas, a través de las cuales se obtienen unas nuevas variables o factores que no pueden ser observados directamente sobre la realidad objeto de estudio, pero que sintetizan importantes características de ésta. Los siguientes rasgos son algunos de los que caracterizan el ACP:

- Se obtienen representaciones gráficas que permiten sintetizar las relaciones entre las características de la vivienda y sacan a la luz los rasgos más relevantes de cada vivienda o grupo de viviendas (ya sean éstos los sectores administrativos o barrios de la ciudad).
- Al ser el ACP un método descriptivo, no se parte de hipótesis probabilística alguna.

¹ PEARSON, K. (1901): On lines and planes of closes fit to a system of points in space. *Philosophical Magazine*, 2, 557-572.

² HOTELLING, H. (1933): Analysis of a complex of statistical variables into principal components. *Journal of Educational Psychology*, vol. 24, 417-441 y 498-520.

- Permite manejar toda la información de la que se dispone; será el propio análisis el que señale las características que se relacionan primordialmente con el valor de la localización, cuáles con el valor de mercado de la vivienda, las variables cuya información es redundante y aquéllas que apenas suministran información.

- La pérdida de información que se sufre al obtener una representación sintetizada de un gran *maremagnum* de variables e individuos, se compensa con la simplificación del problema. La información aportada por las variables iniciales se resume en unas pocas componentes principales, que recogen aspectos que no se solapan entre sí, debido a la incorrelación entre las mismas.

En definitiva, el ACP va a proporcionar un resumen descriptivo de una tabla de grandes dimensiones que contiene medidas de n observaciones o individuos (viviendas, en este caso), para los que se tiene información referente a p variables numéricas (en este estudio las variables medidas son las características de las viviendas que componen la muestra). Tras la obtención de los resultados (tablas y gráficos) es fundamental la fase de interpretación de los mismos, para lo cual es necesario el conocimiento de los principios de esta técnica, que a continuación se exponen.

2. ANÁLISIS GENERAL: PROBLEMA DE APROXIMACIÓN NUMÉRICA.

2.1. Datos.

Consideremos una tabla rectangular de valores numéricos formada por n filas, correspondientes a n individuos, y p columnas, que recogen la información referente a p variables. La tabla puede ser representada por una matriz X de orden $(n \times p)$ y de término general x_{ij} , valor que toma en el individuo i , $\{i = 1, \dots, n\}$, la variable j , $\{j = 1, \dots, p\}$.

Esta tabla puede ser representada en dos espacios geométricos diferentes:

- en las filas aparecen las coordenadas de los n puntos en cada una de las p variables, pudiendo ser representada la nube de n puntos en un espacio de p dimensiones: \mathbb{R}^p .
- las p columnas de la matriz X pueden ser consideradas como las coordenadas de p puntos en un espacio de n dimensiones: \mathbb{R}^n .

2.2. Objetivo.

El problema de aproximación numérica que subyace es el de intentar resumir los np valores x_{ij} en un número inferior de valores, de tal forma que, a partir de ellos, se puedan reconstituir los np valores originarios.

Si existiera un vector columna u_1 , de n componentes, y otro vector columna v_1 , de p componentes, tales que $X = v_1 u_1'$, entonces se habría logrado reconstituir los np valores de X a partir, únicamente, de $n+p$ valores. Sin embargo, no es probable, en la práctica, conseguir una descomposición tan sencilla como la expuesta, donde la matriz X sería de rango 1. La aproximación de rango q (con $q \leq p$) que ofrezca el mejor ajuste a la nube de puntos permitirá expresar la matriz X de la siguiente forma:

$$X = v_1 u_1' + v_2 u_2' + \dots + v_q u_q' + E \quad \text{Ec. (1)}$$

siendo E una matriz ($n \times p$) residual cuyos términos son lo suficientemente pequeños como para que se pueda considerar que los np valores componentes de X son reconstituidos de forma satisfactoria a través de los $q(n + p)$ valores de los vectores u_α y v_α , con $\alpha = 1, \dots, q$ ³.

³ Este planteamiento general del problema de aproximación numérica se halla recogido en LEBART, L.; MORINEAU, A.; FENELON, J.P. (1985): *Tratamiento Estadístico de Datos*. Marcombo-Boixareu Editores, Barcelona, pág. 277 y sigs.

2.3. Ajuste del subespacio.

2.3.1. Ajuste por un subespacio en \mathbb{R}^p .

Se va a intentar ajustar la nube de los n puntos por medio de un subespacio vectorial en \mathbb{R}^p . La determinación del subespacio se realiza a través de un proceso iterativo, en el que se va aumentando la dimensión del subespacio. Así, se comienza buscando la recta F_1 que pase por el origen y que logre el mejor ajuste con la nube de puntos, es decir, aquel subespacio vectorial que minimice la suma de los cuadrados de las distancias a F_1 (véase la Figura 1).

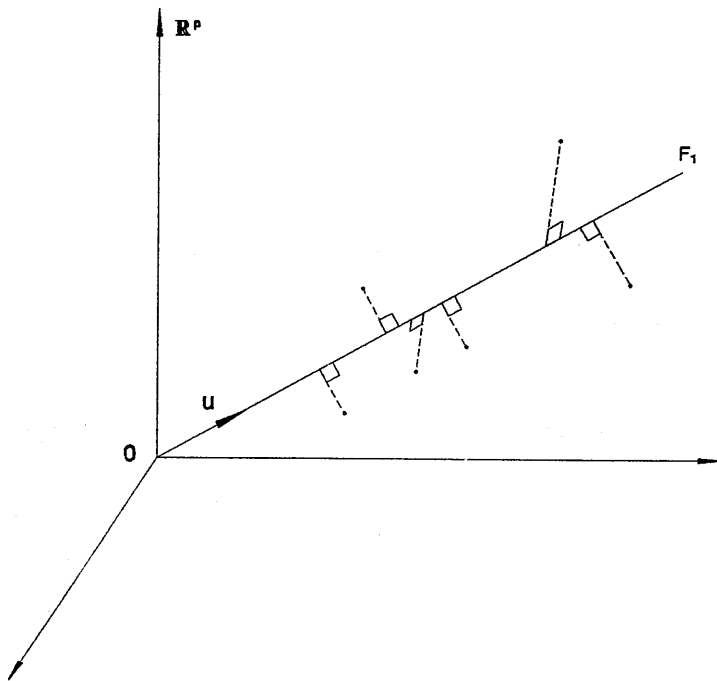


Figura 1. Proyecciones de la nube de puntos sobre F_1 .

Sea u el vector unitario director de F_1 . Dado que cada fila de X

representa un punto en \mathbb{R}^p , los n elementos del vector Xu son los productos escalares de los vectores asociados a estos puntos con u , es decir, las longitudes de las proyecciones de estos vectores sobre F_1 . Como puede observarse en la Figura 1, para cada punto, el cuadrado de su distancia al origen puede descomponerse como la suma del cuadrado de su distancia a F_1 y el cuadrado de su proyección sobre F_1 . Teniendo en cuenta que las distancias desde cada punto al origen están fijadas por los datos de partida, el mejor ajuste a la nube en el sentido de los mínimos cuadrados (esto es, el que minimiza la suma de los cuadrados de las distancias a F_1 , y, por tanto, el que minimiza la deformación de la nube proyectada) se consigue haciendo máxima la suma de los cuadrados de las proyecciones sobre F_1 . Por tanto, ha de determinarse aquel vector u , que consiga hacer máxima la cantidad

$$(Xu)' Xu = u' X' Xu \quad \text{Ec. (2)}$$

sujeta a la restricción $u' u = 1$. El vector así calculado, que denominaremos u_1 , engendra el subespacio vectorial de una dimensión que mejor se ajusta a la nube de n puntos, en el sentido de los mínimos cuadrados en regresión ortogonal. Se demuestra que u_1 es el vector propio de la matriz $X'X$ asociado al mayor valor propio, que denominaremos λ_1 . Este valor propio representa la cantidad de información o cantidad de varianza recogida por el eje F_1 . La variable definida por el conjunto de proyecciones de los individuos sobre el nuevo eje se denomina factor. El

factor es una nueva variable artificial, combinación lineal de las variables originales, y que se caracteriza por recoger la máxima cantidad de información (en el sentido de máxima varianza) de los puntos de partida.

A continuación se busca el subespacio vectorial de dos dimensiones que mejor se ajuste a la nube de puntos. Para ello se halla un vector director u_2 , normalizado y ortogonal a u_1 , que pase por el origen y que haga máxima la forma cuadrática $u_2'X'Xu_2$, de forma análoga a la utilizada para hallar el subespacio vectorial de una dimensión⁴. Dicho vector u_2 será el vector propio de $X'X$ asociado al segundo mayor valor propio, que denominaremos λ_2 . Las proyecciones de los individuos sobre este segundo eje definen una nueva variable artificial, combinación lineal de las p variables originales, denominada segundo factor, F_2 .

A través de un procedimiento iterativo se determina el subespacio de q dimensiones que mejor se ajuste a la nube de puntos. Éste es engendrado por los vectores propios de $X'X$, es decir, u_1, u_2, \dots, u_q , correspondientes a los q mayores valores propios $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_q$.

⁴ El cálculo del máximo de $u_1'X'Xu_1$, con la restricción $u_1'u_1 = 1$ y el máximo de $u_2'X'Xu_2$ con las restricciones $u_2'u_2 = 1$ y $u_1'u_2 = 0$ pueden consultarse en el libro de GRANDE ESTEBAN, I.; ABASCAL FERNÁNDEZ, E. (1989): *Métodos Multivariantes para la Investigación Comercial. Teoría, Aplicación y Programación BASIC*. Ariel Economía, Barcelona, págs. 34-36; también en LEBART, L.; MORINEAU, A.; FENELON, J.P. (1985), págs. 279-281.

2.3.2. Ajuste por un subespacio en \mathbb{R}^n .

De forma análoga, en el espacio de los individuos \mathbb{R}^n , donde la matriz X define una nube de p puntos, se pretende calcular los ejes que hacen máxima la suma de los cuadrados de las proyecciones de los p puntos-variables (es decir, que minimizan la suma de los cuadrados de las distancias de los p puntos a los ejes) y, por tanto, que hacen mínima la deformación de la nube.

Sea v el vector director del subespacio de dimensión uno (recta que denominaremos G_1) que pasa por el origen. Los valores de las proyecciones de los p puntos sobre G_1 son las p filas del vector de los productos escalares $X'v$ y, por tanto, la suma de los cuadrados de las proyecciones sería $v'XX'v$. Luego, se ha de buscar un vector v (de n componentes) que haga máxima la forma cuadrática $v'XX'v$, sujeta a la restricción $v'v = 1$.

Evidentemente, v será el vector propio v_1 de la matriz XX' , asociado al mayor valor propio μ_1 . Iterando el proceso se obtendrían Los sucesivos vectores propios de XX' , notados por v_1, \dots, v_q , asociados a los q mayores valores propios $\mu_1 > \dots > \mu_q$ generan el subespacio de q dimensiones ($q \leq r$, siendo $r = \text{rango de } X = \text{rango de } X'X = \text{rango de } XX'$) que mejor se ajusta a la nube de p puntos-variables en el sentido de los mínimos

cuadrados⁵.

2.3.3. Relaciones entre los subespacios obtenidos en \mathbb{R}^p y en \mathbb{R}^n .

a) Los valores propios $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_q$ de $X'X$ son iguales, respectivamente, a los valores propios $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_q$ de XX' . Ello implica que la cantidad de información recogida por los correspondientes ejes es la misma en ambos subespacios.

b) A partir de los vectores propios de un subespacio se pueden calcular los vectores propios del otro ⁶:

$$u_\alpha = \frac{1}{\sqrt{\lambda_\alpha}} X' v_\alpha \quad \text{Ec. (3)}$$

$$v_\alpha = \frac{1}{\sqrt{\lambda_\alpha}} X u_\alpha \quad \text{Ec. (4)}$$

Por tanto, existe una relación proporcional entre las coordenadas de los puntos sobre el eje factorial α (ya sean las de los puntos-individuos: Xu_α , en \mathbb{R}^p o de los puntos-variables: $X'v_\alpha$, en \mathbb{R}^n) y las componentes del

⁵ Análogamente a lo que ocurría en \mathbb{R}^p , el eje factorial o factor G_α (con $\alpha \leq r = \min\{p, n\}$), soporte del vector unitario v_α en \mathbb{R}^n , se obtiene como una combinación lineal de los valores de los n individuos.

⁶ Las demostraciones de las relaciones expuestas pueden consultarse en GRANDE ESTEBAN, I.; ABASCAL FERNÁNDEZ, E. (1989), págs. 37-38, y en LEBART, L.; MORINEAU, A.; FENELON, J.P. (1985), págs. 281-282.

vector unitario director del eje α en el otro espacio (v_α ó u_α , respectivamente).

2.4. Cantidad de información.

La cantidad de información recogida por el eje α , definida como la suma de los cuadrados de las proyecciones de los puntos sobre el eje α , viene dada por su correspondiente valor propio λ_α . Por tanto, si los últimos valores propios $\lambda_{q+1}, \dots, \lambda_p$ fuesen cercanos a cero, entonces en el subespacio generado por los q primeros ejes se podrán reconstruir con bastante exactitud las posiciones de los puntos. La calidad global de la reconstitución puede ser medida a través del coeficiente τ_q :

$$\tau_q = \frac{\sum_{\alpha=1}^q \lambda_\alpha}{\sum_{\alpha=1}^p \lambda_\alpha} \quad \text{Ec. (5)}$$

denominado tasa de inercia total o parte de varianza. Este coeficiente indica qué parte de la dispersión total de la nube es recogida en el subespacio de q dimensiones⁷.

⁷ Puede demostrarse que el denominador de la tasa de inercia es igual a la traza de $X'X$:

$$\sum_{\alpha=1}^p \lambda_\alpha = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p x_{ij}^2 = \text{traza}(X'X)$$

2.5. Reconstitución de la matriz X.

Si se utilizan tantos ejes factoriales o factores como número de variables de partida, se podría obtener una reconstitución perfecta de la matriz X ⁸:

$$X = \sum_{\alpha=1}^p \sqrt{\lambda_{\alpha}} v_{\alpha} u'_{\alpha} \quad \text{Ec. (6)}$$

En cambio, si nos limitamos a los q primeros ejes, se consigue una reconstitución aproximada de la matriz X que denominaremos X*, aumentando la exactitud en la medida en que $\sqrt{\lambda_{q+1}}, \dots, \sqrt{\lambda_p}$ se aproximen a cero:

$$X \approx X^* = \sum_{\alpha=1}^q \sqrt{\lambda_{\alpha}} v_{\alpha} u'_{\alpha} \quad \text{Ec. (7)}$$

En definitiva, se expresan los np valores de la matriz X por sólo q(n + p) elementos. Como se indicó anteriormente, la calidad global de

⁸ Demostración en GRANDE ESTEBAN, I.; ABASCAL FERNÁNDEZ, E. (1989), págs. 39-40 y en LEBART, L.; MORINEAU, A.; FENELON, J.P. (1985), págs. 282-283.

reconstitución viene dada por el coeficiente τ_q ⁹.

3. EL MÉTODO DEL ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES.

3.1. Características generales.

Esta técnica es utilizada para describir una matriz R de valores numéricos continuos del tipo individuos \times variables. Los elementos de la matriz, que notaremos por r_{ij} , recogen los valores que toman cada una de las variables j , $\{j=1, \dots, p\}$ en cada uno de los individuos i , $\{i=1, \dots, n\}$, como se dijo al comienzo del capítulo.

3.2. Análisis en \mathbb{R}^p .

Recordemos que en este espacio (\mathbb{R}^p) la nube de puntos son los n individuos. Las variables pueden ser heterogéneas, tanto en lo que respecta a sus valores medios como en cuanto a su dispersión, consecuentemente,

⁹ Teniendo en cuenta la nota a pie de página número 7, y las ecuaciones 5 y 7, τ_q podría ser definido también así:

$$\tau_q = \frac{\sum_{\alpha=1}^q \lambda_{\alpha}}{\sum_{\alpha=1}^p \lambda_{\alpha}} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p X_{ij}^{*2}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^p X_{ij}^2} = \frac{\text{traza}(X^* X^*)}{\text{traza}(X' X)}$$

la comparación directa entre las variables no tendría sentido. Por ello, es conveniente trabajar con los valores tipificados de las variables,

$$x_{ij} = \frac{r_{ij} - \bar{r}_j}{s_j} \quad \text{Ec. (8)}$$

$$\text{siendo } s_j^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (r_{ij} - \bar{r}_j)^2}{n} \quad \text{Ec. (9)}$$

Esta transformación equivale a una traslación del origen al centro de gravedad de la nube, con lo cual todas las variables tienen de media cero. Además, al tener las nuevas variables la misma desviación típica unitaria se evita que el cálculo de las distancias entre los puntos de la nube se vea influido por la mayor o menor dispersión de las variables originales. Así, al calcular el cuadrado de la distancia entre dos individuos i e i' ,

$$d^2(i, i') = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^p \left(\frac{r_{ij} - \bar{r}_j}{s_j} \right)^2 \quad \text{Ec. (10)}$$

se consigue que todas las variables tengan un peso análogo en la determinación de la proximidad entre puntos. Por otro lado, puede comprobarse que dividiendo por \sqrt{n} los elementos de X , la matriz $X'X$ coincide con la matriz de correlaciones y con la matriz de covarianzas empíricas entre las variables, que denominaremos C .

El análisis de componentes principales normalizado o estandarizado,

es decir, aplicado sobre la matriz transformada X , consiste en buscar los vectores propios u_α de la matriz de correlaciones empíricas $C = X'X$. La coordenada del punto-individuo i sobre el eje factorial o factor α , se obtiene mediante la expresión:

$$F_\alpha(i) = \sum_{j=1}^p x_{ij} u_{\alpha j} = x_{i1} u_{\alpha 1} + \dots + x_{ip} u_{\alpha p} \quad \text{Ec. (11)}$$

El conjunto de las coordenadas de los puntos-individuos sobre el eje α se denomina componente principal α , $\{\alpha = 1, \dots, p\}$. La componente principal es una variable artificial, combinación lineal de las variables originales.

En el ACP se sustituyen las variables originales, correlacionadas entre sí, por unas nuevas variables, las componentes principales, que son combinaciones lineales de las primeras, incorrelacionadas entre sí y con varianza máxima. Esto es tanto como decir que la primera componente principal es la variable que más discrimina, la que mejor jerarquiza dentro de la nube de individuos, conforme a un determinado criterio; además, la información aportada por dicha componente no se solapa con la de las demás. Ambas propiedades se desprenden de la forma en que se han seleccionado los vectores propios, al exigir que fueran ortogonales y que la dispersión de la nube proyectada fuera máxima.

3.3. Análisis en \mathbb{R}^n .

Recordemos que la nube está formada ahora por los p puntos-variables. La transformación realizada en la tabla de datos original produce en este espacio efectos diferentes. Así, la operación $x_{ij} = r_{ij} - \bar{r}_j$, que producía en \mathbb{R}^p una traslación del origen al centro de gravedad de la nube, es en \mathbb{R}^n una proyección paralela a la primera bisectriz¹⁰. Por otro lado, el cambio de escala de cada variable, es decir, la división de cada coordenada por $s_j\sqrt{n}$ provoca una deformación de la nube que sitúa a todos los puntos-variables a la distancia 1 del origen. Ello conlleva que los p puntos-variables se hallen sobre una hiperesfera de radio 1 cuyo centro es el origen de los ejes. La proyección de cada uno de estos puntos sobre el subespacio obtenido en el análisis general, estará situada a una distancia del origen igual o inferior a 1, dado que en toda proyección se reducen las distancias.

Por otro lado, el cuadrado de la distancia entre dos puntos-variables

¹⁰ La demostración de ésta y de las siguientes afirmaciones puede consultarse en GRANDE ESTEBAN, I.; ABASCAL FERNÁNDEZ, E. (1989), págs. 43-44 y en LEBART, L.; MORINEAU, A.; FENELON, J.P. (1985), págs. 288-289.

j y j' , puede obtenerse así:

$$d^2(j,j') = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{r_{ij} - \bar{r}_j}{s_j} - \frac{r_{ij'} - \bar{r}_{j'}}{s_{j'}} \right)^2 = 2(1 - c_{jj'}) \quad \text{Ec. (12)}$$

siendo $C_{jj'}$ el coeficiente de correlación entre ambas variables. Consecuentemente, la proximidad entre puntos-variables puede ser interpretada a la luz de su correlación. Así, dos puntos-variables estarán muy próximos si las variables presentan una correlación fuertemente positiva ($C_{jj'} \approx 1$), y muy distantes si la correlación es fuertemente negativa ($C_{jj'} \approx -1$).

Como se vio en el epígrafe 2.3.3., no es necesario diagonalizar la matriz XX' para obtener los factores en \mathbb{R}^n , ya que los vectores propios de XX' asociados a los valores propios λ_α , se pueden determinar a partir de los de $X'X$ mediante la ecuación 4.

La coordenada de un punto-variable j sobre el eje factorial α , es igual al coeficiente de correlación lineal entre la variable j y el factor α :

$$G_\alpha(j) = \sum_{i=1}^n x_{ij} v_{\alpha i} = \sqrt{\lambda_\alpha} u_{\alpha j} = \text{Cor}(\alpha, j) \quad \text{Ec. (13)}$$

El conjunto de las coordenadas de los p puntos-variables sobre el eje α , son los elementos del vector $G_\alpha = X'v_\alpha = \sqrt{\lambda_\alpha} u_\alpha$.

3.4. Interpretación del análisis de componentes principales.

Para efectuar la interpretación del análisis se representan las nubes de puntos sobre el plano bifactorial, es decir, sobre el plano generado por dos factores o componentes principales. Resulta ilustrativo superponer sobre el mismo plano las nubes de puntos-individuos y de puntos-variables.

La interpretación del ACP suele llevarse a cabo considerando las siguientes fases:

1. Interpretación de las componentes principales.
2. Interpretación de la nube de variables originales.
3. Interpretación de la nube de individuos.
4. Interpretación simultánea de ambas nubes.

3.4.1. Interpretación de las componentes principales.

Una componente se puede conceptualizar como una dimensión latente, es decir, una variable que no se puede medir directamente, sino que se construye artificialmente a partir de la agrupación de las variables originales, a través de una combinación lineal de éstas. De ahí que la componente principal deba ser interpretada tomando como base su correlación con las variables iniciales: el procedimiento para dar significado a la componente principal es relacionarla con las variables

originales cuyos coeficientes de correlación lineal sean mayores en valor absoluto.

Precisamente, la proyección de cada punto-variable sobre la componente coincide con el coeficiente de correlación lineal entre la variable y la componente (véase la ecuación 13), y éste, a su vez, es igual al coseno del ángulo que forma la componente y el segmento que une el origen con el punto-variable en la hiperesfera de correlaciones. Si una variable está muy correlacionada con una componente, tendrá una proyección muy alta, próxima a ± 1 . Cuando $G_{\alpha}(j) = \text{Cor}(\alpha, j) \approx \pm 1$. Cuando $G_{\alpha}(j) = 0$ no existe una correlación entre la variable y la componente principal, por lo que dicha variable no tiene peso en la interpretación de la componente principal. Por otro lado, se denomina contribución absoluta a la medida de la aportación de una variable a la inercia o cantidad de información recogida por el eje α , y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\text{CTA}_{\alpha}(j) = \frac{G_{\alpha}^2(j)}{\sum_{j=1}^p G_{\alpha}^2(j)} \quad \text{Ec. (14)}$$

Puede observarse que cuanto mayor sea la proyección de una variable sobre el eje factorial, mayor peso tiene en la formación y explicación de esta componente principal. La interpretación de la componente principal surge, frecuentemente, por la oposición entre dos grupos de variables: uno

correlacionado positivamente con la componente principal y el otro negativamente.

3.4.2. Interpretación de la nube de variables originales.

Como se dijo anteriormente, en el espacio \mathbb{R}^n los puntos-variables X_j se hallan situados en una hiperesfera de radio unidad, centrada en el origen. Al proyectar los puntos-variables sobre el plano bifactorial, generado por las componentes principales o factores F_1 y F_2 , las proyecciones caen en el interior del círculo intersección de la hiperesfera con el plano bifactorial (véase la Figura 2). Cuanto mayor sea la contracción, mayor pérdida de información se habrá producido al proyectar el punto-variable sobre el círculo, denominado círculo de correlaciones. Los puntos-variables más próximos al borde del círculo son los que están mejor representados sobre el plano bifactorial.

En cuanto a las proximidades entre puntos-variables, ha de guardarse cautela al interpretarlas si éstos no están próximos al borde del círculo de correlaciones: grandes distancias y, por tanto, grandes ángulos en la nube original de puntos-variables pueden venir representados gráficamente por ángulos pequeños en la proyección, lo cual podría inducir a la interpretación errónea de correlación fuerte entre dos variables que realmente no lo están.

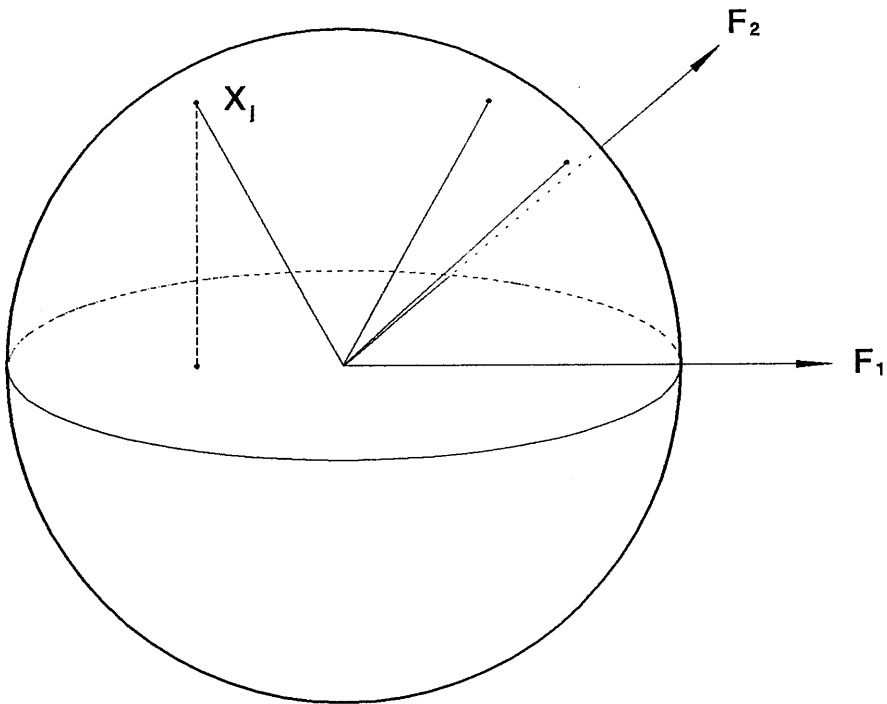


Figura 2. Esfera de correlaciones.

Supongamos que se ha obtenido una nube como la de la Figura 3. Puede observarse que las variables X_1 , X_2 , X_3 , X_4 , X_5 , X_6 y X_{10} están bien representadas sobre el plano bifactorial, en tanto que X_7 , X_8 y X_9 están mal representadas (lejos del borde del círculo de correlaciones). Por otro lado, las variables X_1 y X_2 tienen una correlación muy alta y positiva entre sí y con la primera componente, mientras que X_3 y X_4 están también muy correlacionadas positivamente entre sí, y muy negativamente con la primera componente. Las variables X_5 y X_2 están incorrelacionadas, al formar un ángulo recto los segmentos que unen sus proyecciones con el origen. La primera componente, que opone las variables X_1 y X_2 frente a X_3 y X_4 , puede expresarse, aproximadamente, como una combinación lineal con coeficientes positivos para X_1 y X_2 , y con coeficientes negativos

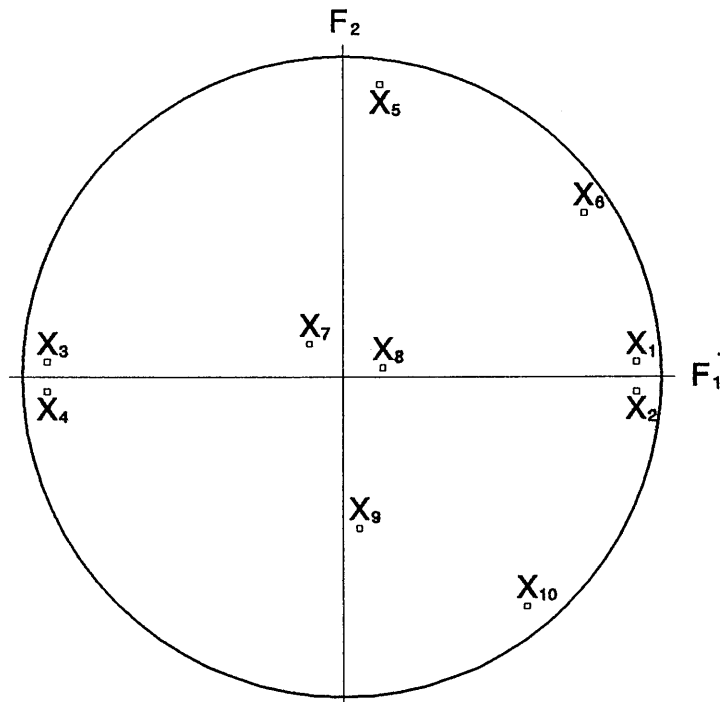


Figura 3. Nube de variables.

para X_3 y X_4 . El grupo de variables X_1 , X_2 , X_3 y X_4 podría ser sustituido por F_1 , sin que haya una gran merma de información.

De otra parte, la segunda componente, F_2 , perpendicular a F_1 y, por tanto, linealmente independiente de ésta, recoge un tipo de información diferente a la de F_1 . Debe ser interpretada en función de lo que signifique la variable X_5 ¹¹.

¹¹ Es frecuente que la primera componente recoja el denominado factor de tamaño: cuando la mayoría de las variables están correlacionadas positivamente entre ellas, ocurre que si una variable toma un valor alto para un individuo, todas las demás variables también alcanzarán un valor alto para ese individuo. La segunda componente principal serviría entonces para diferenciar individuos de tamaño semejante, y suele ser un factor de forma.

Por último, las variables X_7 , X_8 y X_9 no son de utilidad para la interpretación de las dos primeras componentes, pues su correlación con éstas es baja. Visto desde otra perspectiva: al estar dichas variables muy mal representadas sobre el plano bifactorial, su importancia ha de buscarse en otros ejes.

3.4.3. Interpretación de la nube de individuos.

La nube de individuos se representa sobre el plano bifactorial a través de las coordenadas de cada uno de ellos en las dos primeras componentes principales. Cuando la primera componente se halla muy correlacionada positivamente con una variable X_j , los individuos cuya coordenada sobre el primer eje es alta suelen tener un valor también alto en X_j . En este sentido, ha de recordarse que el centro de gravedad de la nube se ha hecho coincidir con el origen de los ejes principales, debido a la tipificación efectuada sobre los datos originales. Observando los individuos que se oponen a lo largo de cada eje, si éstos no son anónimos, se puede aclarar y enriquecer la interpretación de dicha componente principal.

Como ocurre en el caso de las variables, también podría ser útil calcular para cada eje la contribución aportada por los diversos individuos. La contribución de un individuo i a la formación de un eje α , es mayor

cuanto mayor sea su proyección o coordenada sobre el eje¹²:

$$CTA_{\alpha}(i) = \frac{F_{\alpha}^2(i)}{\sum_{i=1}^n F_{\alpha}^2(i)} \quad \text{Ec. (15)}$$

Por otro lado, la calidad de la representación de un individuo i sobre el eje α puede medirse a través de la contribución relativa, que es el cociente entre la cantidad de información restituida en proyección sobre el eje α (coordenada del individuo i sobre tal eje) y la cantidad de información aportada por tal individuo:

$$CTR_{\alpha}(i) = \frac{F_{\alpha}^2(i)}{\sum_{j=1}^p x_{ij}^2} \quad \text{Ec. (16)}$$

En el caso de que los individuos se hallen bien representados en el plano, su proximidad se interpreta como la existencia de un

¹² Cuando estas contribuciones no son excesivas, su consideración ayuda a la interpretación de los ejes. En cambio, no es conveniente que un solo individuo tenga una contribución desproporcionada (en relación con el resto de los individuos) en la formación de un eje, sobre todo para las primeras componentes. Ello sería un factor de inestabilidad, ya que si no se introduce tal individuo en el análisis, los resultados podrían ser muy diferentes. Conviene, en tal caso, repetir el análisis eliminando el individuo, y utilizarlo posteriormente como individuo suplementario. Téngase en cuenta también que lo que el análisis podría estar poniendo de manifiesto es un dato erróneo (por ejemplo, un error de medida) y, en tal caso debería ser eliminado sin más. Las consideraciones expuestas son válidas, fundamentalmente, cuando los individuos forman parte de una muestra y no presentan interés en sí mismos. Cuando los pesos de los individuos son todos iguales a $1/n$, las contribuciones no aportan más información que las coordenadas. De manera general, se considera importante una contribución que exceda el peso del individuo en cuestión.

comportamiento semejante entre ellos, es decir, como la plasmación gráfica de que los individuos toman valores próximos para la mayoría de las variables originales del estudio¹³ (véase la Figura 4).

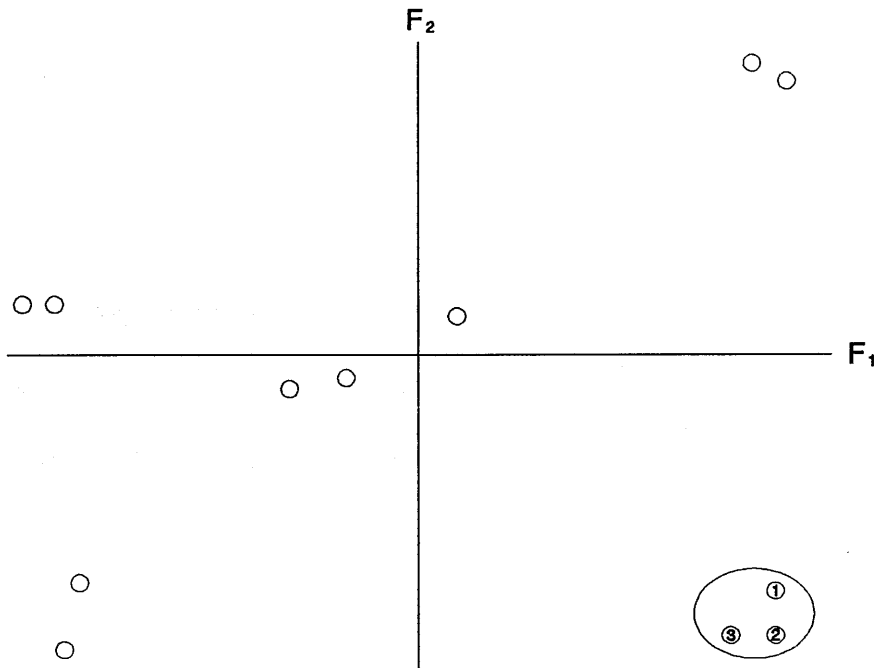


Figura 4. Nube de individuos.

Pero la observación de la proximidad de los individuos no es suficiente: hay que contemplar también la cantidad de información recogida por cada eje. Así, la semejanza entre los individuos 1 y 2 de la Figura 4 es mayor que la existente entre los individuos 2 y 3, aunque las distancias geométricas sean aproximadamente iguales; son más semejantes 1 y 2, porque tienen la misma coordenada sobre el primer factor, que es el que

¹³ Antes de realizar comentarios sobre los individuos es necesario comprobar la calidad de su representación. Ha de tenerse en cuenta que los ejes se obtienen a partir de la información suministrada por todos y cada uno de los individuos, por lo que no es infrecuente que alguno de ellos se halle mal representado (distante) del plano.

recoge mayor cantidad de información (mayor dispersión).

3.4.4. Interpretación simultánea de ambas nubes.

La disposición de los puntos-variables ayuda a interpretar la nube de individuos, ya que se puede observar qué variables explican la proximidad o lejanía entre individuos. Debe subrayarse que no tiene sentido calcular las distancias entre variables e individuos pues sus proyecciones no están en el mismo espacio. El eje de la primera componente principal contrapone a los individuos situados a la derecha, que suelen alcanzar valores por encima de la media para las variables correlacionadas positivamente con aquélla y por debajo de la media para las variables correlacionadas negativamente, frente a los individuos para los que ocurre lo contrario, situados a la izquierda del eje. La representación simultánea muestra, como se ha dicho, la posición relativa de los individuos respecto de algunas variables: un punto-individuo que se encuentre bien representado y alejado de la nube en la dirección marcada por la variable j , indica que tal individuo toma para esta variable un valor superior a la media de la nube.

3.5. Interpretación externa: variables e individuos suplementarios.

La interpretación de los resultados obtenidos en el ACP, tal y como ha sido explicada hasta ahora, presenta el inconveniente de ser tautológica:

los resultados se interpretan con ayuda de los datos a partir de los cuales se han obtenido tales resultados. Se corre el riesgo de tomar como un resultado lo que no es más que una consecuencia del método. De ahí que resulte aconsejable introducir en el ACP, una vez realizado, información externa, tanto con el fin de completar la interpretación como para servir de mecanismo de control.

Así, es frecuente que se disponga de información complementaria que no se desea que intervenga en el análisis, para conservar en el ACP un cuerpo homogéneo de características. Esta serie de variables, heterogéneas con el resto de variables consideradas, se pueden proyectar como variables suplementarias o ilustrativas. Por ello, es práctica habitual dividir en dos grupos el conjunto de variables: por una parte las variables activas, que sirven para determinar los ejes o componentes principales y, por otra parte, las variables pasivas o suplementarias, que se relacionan a posteriori con las componentes principales, enriqueciendo la interpretación de los factores.

De igual forma, pueden conocerse los valores de las p variables activas para algunos individuos nuevos, o para individuos que deliberadamente no se han introducido en el análisis. Este conjunto de individuos suplementarios podría ser un grupo de control externo a la muestra de individuos activos, permitiendo verificar sobre esta muestra-test

las conclusiones extraídas del ACP aplicado sobre los individuos activos.

Por otro lado, cuando el número de individuos es muy alto, la representación gráfica de una nube repleta de puntos suele ser poco ilustrativa, pues no permite destacar lo más esencial o significativo. Es de gran utilidad, en estos casos, proyectar como individuos suplementarios los centros de gravedad de las clases de individuos que pertenecen a una misma categoría, por ejemplo, edad, grupos de renta, barrio, etc. También es interesante recurrir a la representación de centros de gravedad de grupos de individuos cuando el interés no se centra en los individuos como tales, sino en ciertas características que tienen los individuos de cada grupo. Por ejemplo, proyectar los centros de gravedad de grupos de viviendas, agrupadas según las zonas de la ciudad en donde se hallen ubicadas.

Se complementa así la tabla inicial R con dos tablas: una constituida por n filas y p^s columnas, denominada R^s , y otra formada por n_s filas y p columnas, denominada R_s (véase la Figura 5). La proyección de las filas y las columnas suplementarias sobre el plano bifactorial puede ayudarnos en el análisis e interpretación de los resultados. A continuación, abordamos el problema del cálculo de las coordenadas sobre los ejes factoriales de estos puntos suplementarios.

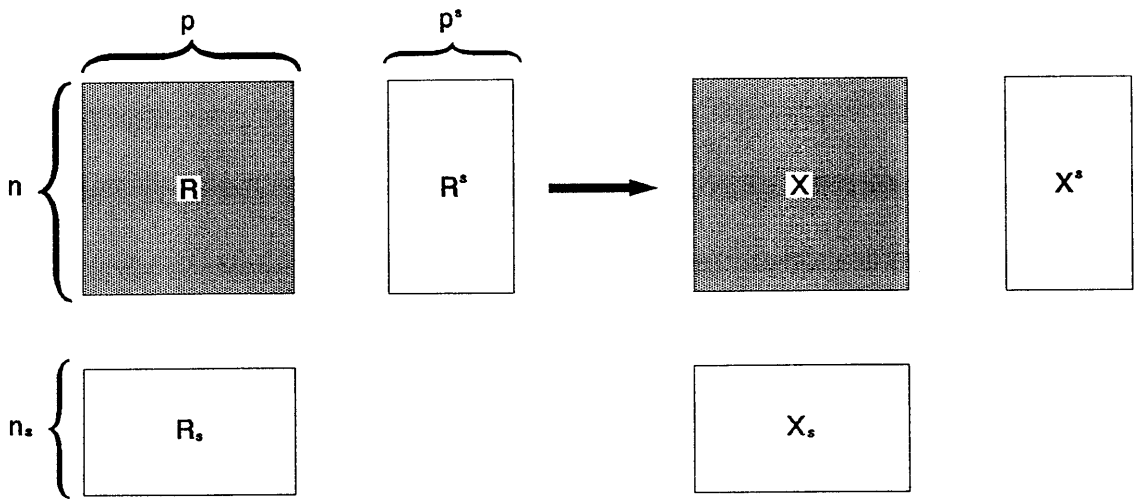


Figura 5. Variables e individuos suplementarios.

3.5.1. Puntos-variables suplementarios.

Las nuevas variables, j_s , de la matriz R_s se hacen comparables a las variables analizadas mediante la operación de centrado y reducción, de tal forma que las nuevas variables se trasladan también al círculo de radio unidad. Así, los valores r_{ij_s} , se transforman en los x_{ij_s} :

$$x_{ij_s} = \frac{r_{ij_s} - \bar{r}_{j_s}}{s_{j_s}} \quad \text{Ec. (17)}$$

Con el fin de que $X'X$ sea la matriz de correlaciones, se trabaja con los elementos de la matriz X , previamente divididos por \sqrt{n} .

Evidentemente, las proyecciones de los puntos-variables suplementarios sobre el eje α son los coeficientes de correlación lineal entre las variables suplementarias y la componente principal α . En la práctica, al igual que ocurría con las variables activas, las proyecciones de las variables suplementarias se obtienen como resultado del producto escalar con el vector unitario v_α que define este eje. Por lo tanto, las proyecciones de las variables suplementarias sobre el eje α son las p_s componentes del vector

$$(X^s)' v_\alpha \quad \text{Ec. (18)}$$

$$\text{siendo } v_\alpha = \frac{1}{\sqrt{\lambda_\alpha}} X u_\alpha \quad \text{Ec. (19)}$$

3.5.2. Puntos-individuos suplementarios.

Los individuos suplementarios deben ser comparables con los individuos activos incluidos en el análisis, para lo cual se tipifican utilizando las mismas medias y desviaciones típicas que los individuos activos. Finalmente, las coordenadas de los puntos-individuos suplementarios sobre el eje α se obtienen por proyección, de forma análoga a la de los individuos activos: mediante el producto de la matriz X_s por u_α .

3.6. Elección del número de ejes.

La principal finalidad del ACP es obtener una buena representación de un grupo de individuos en un subespacio de dimensión menor a p , siendo p el número de variables introducidas en el análisis. El principal escollo en la consecución de dicho objetivo es que a medida que se reduce el número de ejes factoriales o componentes principales, aumenta la pérdida de información que se sufre. Por ello, la elección del número de ejes es un punto esencial, a pesar de lo cual no hay una única solución definitiva sino diversas soluciones de compromiso.

Junto a diversos criterios de índole teórica, basados en el contraste de hipótesis sobre la igualdad entre los valores propios¹⁴, se han enunciado otros criterios empíricos, que son en realidad los más aplicados. Veamos a continuación algunos de ellos.

1º) Se puede fijar a priori el porcentaje mínimo de inercia que se pretende recoger y, en consecuencia, mantener el número de ejes necesario para ello. La fijación del porcentaje de inercia debe hacerse teniendo en cuenta el número de variables iniciales: por ejemplo, un porcentaje del

¹⁴ A este respecto pueden consultarse los dos artículos siguientes: LAWLEY, D.N. (1956): Test of significance for the latent roots of covariance and correlation matrices. *Biometrika*, 43, 128-136. JAMES, A.T. (1969): Test of equality of latent roots of the covariance matrix. *Multivariate Analysis II* (P.R. Krishnaiah ed.), 205-218. Academic Press, New York.

20% tiene menor importancia en un ACP en el que haya implicadas 10 variables que en otro ACP en el que haya 100.

2º) Criterio de Kaiser: se seleccionan las componentes principales cuyos valores propios sean superiores a 1 ¹⁵. Se puede aumentar el nivel de exigencia seleccionando aquellos ejes cuyos valores propios sean superiores a 2, 3, etc.

3º) Este criterio consiste en eliminar los ejes a partir del "codo" que se produce en el gráfico de los valores propios, tal como puede verse en la Figura 6 (recordemos que la tasa de inercia recogida por los ejes es decreciente). En el ejemplo de la Figura 6 nos quedaríamos con los cuatro primeros ejes, pero en la práctica no siempre resulta tan sencillo.

4º) La versión analítica del criterio anterior es el denominado scree test de Cattell¹⁶. Para aplicar el test se calculan las diferencias primeras:

$$\epsilon_1 = \lambda_1 - \lambda_2 \quad \epsilon_2 = \lambda_2 - \lambda_3 \dots$$

y las diferencias segundas:

$$\delta_1 = \epsilon_1 - \epsilon_2 \quad \delta_2 = \epsilon_2 - \epsilon_3 \dots$$

¹⁵ Al ser las componentes principales combinaciones lineales de las variables originales tipificadas, con varianza $\text{Var}(F_\alpha) = \lambda_\alpha$, sólo interesan aquellas componentes principales cuya varianza sea superior a la varianza de las variables originales tipificadas, es decir, las componentes principales cuyo valor propio sea mayor que 1.

¹⁶ Véase al respecto el artículo de CATTELL, R.B. (1966): The scree test for the number of factors. *Multivariate Behavioral Research*, 1, 245-276.

Finalmente se seleccionan los valores propios $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k, \lambda_{k+1}$ tales que $\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_k$ sean todas positivas.

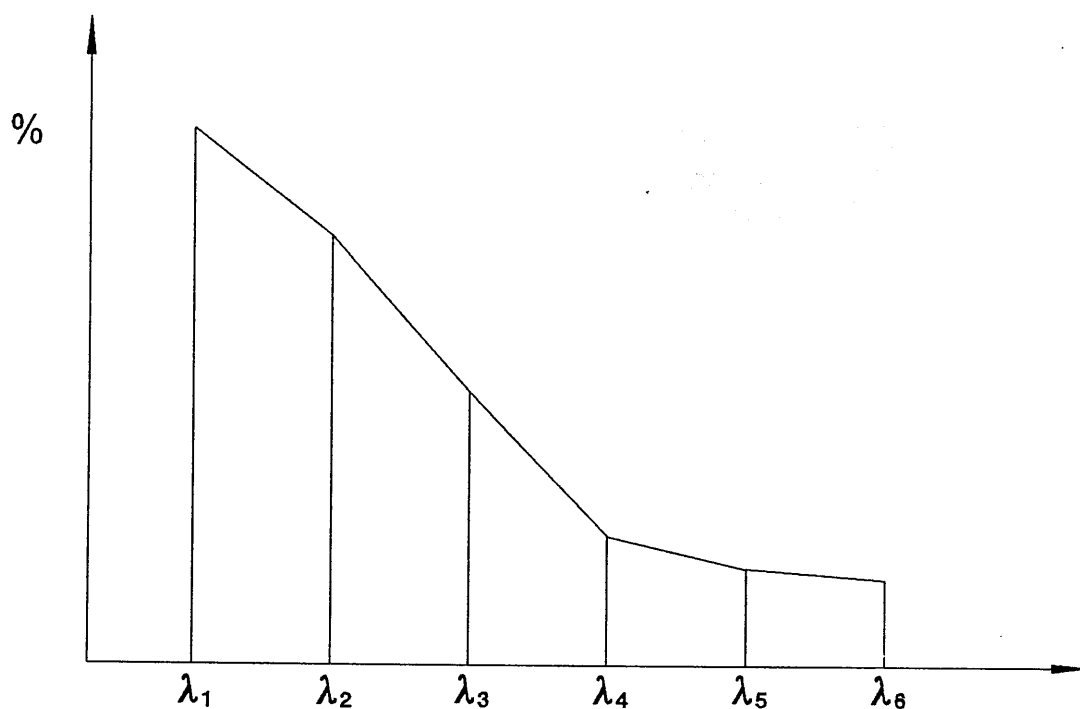


Figura 6. Elección del número de ejes.

En la práctica, la aplicación de los tres últimos criterios da lugar, generalmente, al mismo resultado, por lo que el más utilizado es el de Kaiser, gracias a su sencillez. A pesar de ello, no se puede desdeñar la siguiente máxima: se deben seleccionar nada más que las componentes principales que sean interpretables, para lo cual juegan un importante papel sus correlaciones con las variables activas y suplementarias.

El siguiente esquema resume las distintas fases que han de ser tenidas en cuenta para llevar a cabo el ACP:

20% tiene menor importancia en un ACP en el que haya implicadas 10 variables que en otro ACP en el que haya 100.

2º) Criterio de Kaiser: se seleccionan las componentes principales cuyos valores propios sean superiores a 1 ¹⁵. Se puede aumentar el nivel de exigencia seleccionando aquellos ejes cuyos valores propios sean superiores a 2, 3, etc.

3º) Este criterio consiste en eliminar los ejes a partir del "codo" que se produce en el gráfico de los valores propios, tal como puede verse en la Figura 6 (recordemos que la tasa de inercia recogida por los ejes es decreciente). En el ejemplo de la Figura 6 nos quedaríamos con los cuatro primeros ejes, pero en la práctica no siempre resulta tan sencillo.

4º) La versión analítica del criterio anterior es el denominado scree test de Cattell¹⁶. Para aplicar el test se calculan las diferencias primeras:

$$\epsilon_1 = \lambda_1 - \lambda_2 \quad \epsilon_2 = \lambda_2 - \lambda_3 \dots$$

y las diferencias segundas:

$$\delta_1 = \epsilon_1 - \epsilon_2 \quad \delta_2 = \epsilon_2 - \epsilon_3 \dots$$

¹⁵ Al ser las componentes principales combinaciones lineales de las variables originales tipificadas, con varianza $\text{Var}(F_\alpha) = \lambda_\alpha$, sólo interesan aquellas componentes principales cuya varianza sea superior a la varianza de las variables originales tipificadas, es decir, las componentes principales cuyo valor propio sea mayor que 1.

¹⁶ Véase al respecto el artículo de CATTELL, R.B. (1966): The scree test for the number of factors. *Multivariate Behavioral Research*, 1, 245-276.

Finalmente se seleccionan los valores propios $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k, \lambda_{k+1}$ tales que $\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_k$ sean todas positivas.

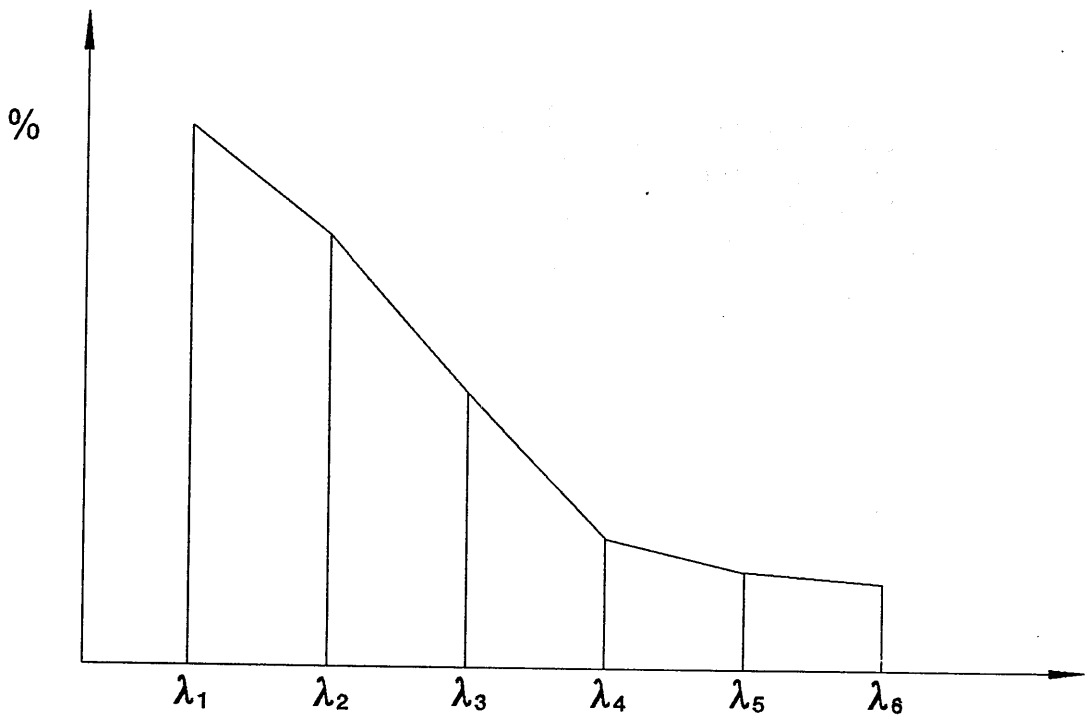


Figura 6. Elección del número de ejes.

En la práctica, la aplicación de los tres últimos criterios da lugar, generalmente, al mismo resultado, por lo que el más utilizado es el de Kaiser, gracias a su sencillez. A pesar de ello, no se puede desdeñar la siguiente máxima: se deben seleccionar nada más que las componentes principales que sean interpretables, para lo cual juegan un importante papel sus correlaciones con las variables activas y suplementarias.

El siguiente esquema resume las distintas fases que han de ser tenidas en cuenta para llevar a cabo el ACP:

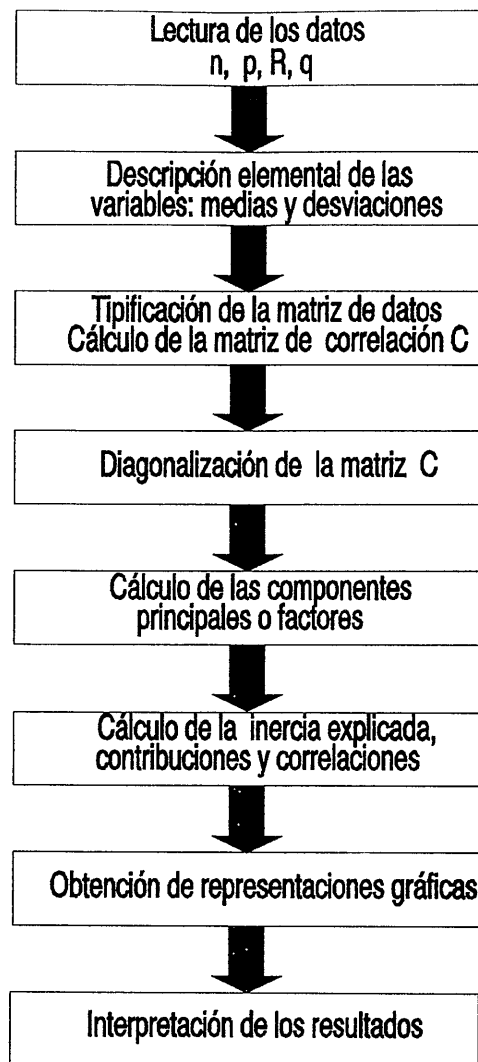


Figura 7. Fases del ACP.

ELEMENTOS FUNDAMENTALES DE LA TEORÍA DE LAS VARIABLES REGIONALIZADAS Y DEL ESTIMADOR DE KRIGEAJE

1. INTRODUCCIÓN.

La teoría de las variables regionalizadas (TVR) surge en torno a la década de los sesenta y se constituye como un pilar esencial de la Geoestadística. La TVR se ha ido adecuando paulatinamente para ser aplicada en otros ámbitos científicos distintos al señalado como originario. En este sentido, interesa destacar la aplicación de la TVR a variables económicas no sólo de carácter espacial sino también de carácter temporal¹. No obstante, en este estudio centraremos nuestra atención sobre

¹ Pueden consultarse varias aplicaciones de la TVR a variables económicas espaciales en la obra de CHICA OLMO, J.M. (1994, b): *Teoría de las Variables Regionalizadas. Aplicación en Economía Espacial y Valoración Inmobiliaria*. Biblioteca de Económicas y Empresariales. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Granada, Granada. Entre las aplicaciones de la TVR a variables económicas de carácter temporal puede citarse el artículo de CHICA OLMO, J.M.; CHICA OLMO, M. (1989): Análisis univariante del desempleo en la provincia de Granada (1976-1986). *Boletín ICE*, 2191, 2781-2785.

la faceta espacial de la TVR. Es importante comenzar destacando el tratamiento tan diferente que se ejerce sobre las variables económicas con una componente de localización espacial, desde la perspectiva tradicional frente a la propuesta por la TVR. Tradicionalmente, la localización espacial se concibe como la accesibilidad a uno o varios centros que provocan atracción, en razón inversa a la distancia, tiempo o coste de transporte. Esta concepción tradicional será aplicada en el capítulo V, donde se le da cabida en el ACP en forma de una variable. Pero esta concepción ha de ser complementada, a nuestro juicio, con una visión más natural y globalizadora de la localización espacial de la variable económica, o urbanístico-económica, en nuestro caso. En esto último estriba la aportación de la TVR: por un lado, el fenómeno se estudia de una forma natural, tal como se presenta en la realidad, pues los elementos a través de los que se plasma el fenómeno se hallan georreferenciados sobre el plano topográfico, y esta localización no tiene un sentido meramente instrumental, antes al contrario, es algo esencial e intrínseco al fenómeno analizado; por otro lado, se adopta una perspectiva globalizadora, pues la localización espacial se concibe como la posición relativa de cada uno de los elementos respecto a todos los demás, y no respecto a uno o varios centros.

La aplicación de la TVR se realiza en dos fases: en la primera, se analiza la estructura espacial de variabilidad de la variable, a través de la

función variograma; a partir de la información obtenida en la primera fase, comienza la segunda: en ésta, el estimador de Krigeaje es la piedra angular sobre la que descansa el proceso de inferencia en el espacio.

En este capítulo se va a desarrollar brevemente la TVR y la metodología del proceso de estimación por Krigeaje; en capítulos posteriores (VI, IX y X) se llevará a cabo la aplicación práctica de estos conocimientos. Con la aplicación de la TVR y del estimador de Krigeaje se persiguen, fundamentalmente, dos objetivos. El primero de ellos es conseguir el engarce práctico entre el método multivariante del ACP y la TVR. En esta línea, se aplica el método de estimación del Krigeaje sobre la primera componente principal, variable de contenido urbanístico-económico cuyos valores están determinados, en gran medida, por la localización espacial. Finalmente, se obtienen sobre el plano una serie de áreas, que son homogéneas en cuanto a los valores de la primera componente y heterogéneas frente al resto de las áreas. Ello da lugar a una zonificación de la ciudad, alternativa a la clásica división administrativa. Este primer objetivo se aborda en el capítulo VI. El segundo objetivo consiste en acercarse desde la perspectiva de la TVR al conocimiento de la estructura espacial del valor de la localización de los bienes inmuebles en una ciudad (en este caso se aplicará a la ciudad de Granada). Este segundo objetivo es cubierto en los capítulos IX y X.

Los dos objetivos señalados anteriormente, permiten sugerir varios campos en los que podría ser aplicada fructíferamente la TVR. La división del plano de la ciudad en zonas homogéneas en relación a una variable o una combinación lineal de éstas podría ser utilizada con fines de planeamiento urbanístico. A nuestro juicio, esta división tiene varias ventajas frente a la tradicional división en sectores administrativos. Por un lado, se obtiene una zonificación sobre bases objetivas, que además puede ser revisada regularmente en el tiempo sin más que actualizar la información de partida. Otra ventaja es que se puede trabajar con distintas zonificaciones, dependiendo de cuál sea la variable en función de la que se realiza la división. Dado que las zonas obtenidas son homogéneas respecto de una determinada variable (por ejemplo, precio del suelo o de la vivienda, renta familiar, volumen de ventas de los comercios, comportamiento electoral, consumo de energía eléctrica, o de cualquier otro bien, etc.), sería justificable un tratamiento similar por zonas (por ejemplo, valores de tasación orientativos, coeficientes fiscales, estrategias de marketing, etc.). La utilidad de esta forma de zonificación se puede extender, por tanto, a campos tan diversos como el de la planificación urbana, la tasación inmobiliaria, la fiscalidad, la sociología electoral, el marketing empresarial, etc.

En cuanto al conocimiento de la estructura espacial del valor de la localización o valor del suelo de los bienes inmuebles urbanos, se han

producido aportaciones significativas en los últimos años desde la metodología de la TVR. Esto ha provocado el interés de los profesionales de la tasación inmobiliaria por conocer esta herramienta². La ventaja más importante que se extrae al utilizar la TVR en este campo, es que ésta proporciona una valoración objetiva del bien urbano a partir de la información de la que se disponga. A través de esta metodología, se estima espacialmente el valor más probable del bien inmueble en cuestión; posteriormente será la pericia del experto tasador la que lo matice y module en función de un conjunto adicional de variables y conocimientos que éste posee. No se trata, por tanto, de un método sustitutivo de la opinión del experto sino de un método orientador y objetivador de su decisión.

Por otro lado, esta metodología posibilita la realización de un estudio evolutivo en el tiempo de la variable que se esté considerando. Evidentemente, para llevar a cabo el estudio evolutivo es necesario disponer de la información, localizada espacialmente, a lo largo del período de tiempo que se pretenda abarcar en el estudio. La interpretación y comparación de los sucesivos variogramas y planos son las claves del

² Así, se pueden citar varios artículos de CHICA OLMO, J.M. publicados en actas de reuniones de expertos en tasación inmobiliaria, a las que ha asistido por invitación de los mismos, como son los siguientes: CHICA OLMO, J.M. (1993, b): Ponderación óptima en el método sintético. *Actas del II Simposio Italo-Español de Estudios sobre Metodología Valorativa: Presente y Futuro*. Ed. Caballer y Guadalajara, Valencia. CHICA OLMO, J.M. (1993, c): Un nuevo instrumento de valoración inmobiliaria automatizado: el Krigeaje. *V Jornadas Técnicas de Valoración Tributaria*. Servicio de Asesoría Técnica y Publicaciones, Junta de Andalucía, Sevilla.

análisis. Además de la evolución de la variable objeto de estudio, también es interesante analizar la estructura espacial de la variable que recoge el incremento de la misma entre dos momentos consecutivos del tiempo³.

2. ELEMENTOS FUNDAMENTALES DE LA TVR Y DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL.

2.1. Variable regionalizada: concepto, características e hipótesis.

2.1.1. Concepto.

El impulsor de la TVR fue el profesor Matheron⁴, que desarrolla la idea de variable regionalizada (en adelante, VR) con el fin de poder conceptualizar analíticamente aquellos fenómenos que presenten una cierta estructura de autocorrelación, ya sea en el tiempo como en el espacio. Esta concepción subraya la principal esencia de la VR: el valor que toma la variable depende, en gran medida, del lugar del espacio o del momento del tiempo en que se sitúe aquél. De ahí surge otro corolario: los valores que

³ Puede consultarse a este respecto el artículo de CANO GUERVÓS, R.A.; CHICA OLMO, J.M.; HERMOSO GUTIÉRREZ, J.A. (1994, a): Estudio de la variación del valor de la vivienda tasada en el período 1989-1992 en la ciudad de Granada. *Estudios de Economía Aplicada. Actas de la VIII Reunión de la Asociación Científico Europea de Economía Aplicada (ASEPELT-España)*, vol. IV, 329-336. Departament d'Economía i Empresa, Universitat de les Illes Balears, Palma de Mallorca.

⁴ MATHERON, G. (1965): *Les Variables Regionalisées et Leur Estimation*. Masson, Paris.

toman puntos próximos presentan autocorrelación (espacial o temporal, dependiendo de la naturaleza de la variable). Ahora bien, para que la variable pueda ser caracterizada como VR, la importante presencia de autocorrelación en el espacio o en el tiempo no debe ser óbice para la existencia de cierto grado de comportamiento aleatorio, de tal forma que los valores de la variable puedan cambiar imprevisiblemente de un lugar o de un momento a otro. En definitiva, la VR exige como necesaria la presencia de una estructura de autocorrelación, pero ello no es suficiente si no existe un cierto grado de aleatoriedad. Ambas facetas se hallan indisolublemente unidas al concepto de VR, aunque, a veces, sólo se hace hincapié en la primera, por ser más distintiva de este tipo de variables.

Esta doble faceta caracterizadora de la VR puede ser observada en multitud de variables económicas y urbanístico-económicas. Además de las ya citadas en el epígrafe anterior (renta familiar, consumo de un determinado bien, precio del suelo o de la vivienda, etc.) podrían añadirse otras, como el grado de equipamiento comercial o educativo (medido por el número de locales o de plazas escolares, por ejemplo), número de viajeros que suben o se apean en cada una de las paradas de los vehículos de transporte colectivo, número de transeúntes a pie o número de automóviles que pasan por los puntos de control, número de delitos

cometidos en distintos puntos de la ciudad, etc⁵.

Por definición, una VR se despliega en un subespacio D incluido en \mathbb{R}^n , que se denomina dominio o campo geométrico. Así, el dominio es aquel subespacio formado por todos los puntos donde está definida la VR. En nuestro caso, sería el área de la ciudad donde se hallan contenidos todos los bienes inmuebles de los cuales se quiere analizar su valor de localización (también se podría estar interesado en analizar su valor de mercado o su valor en la primera componente principal). Por otro lado, se denomina soporte a cada uno de los elementos de dimensiones finitas y perfectamente determinadas sobre los cuales se observa y se mide la VR. Por ejemplo, si se está analizando el valor de la localización de las viviendas de 90 m² en una ciudad (D), el soporte sería cada una de las viviendas de 90 m² de la ciudad. Como se verá más adelante, los valores que toma la VR sobre los soportes pueden ser de dos tipos: valores puntuales y valores medios de los volúmenes o bloques elementales que hayan sido utilizados en el análisis.

Podemos recoger los anteriores conceptos de dominio y soporte y,

⁵ Pueden consultarse una gran cantidad de variables de tipo urbanístico y edificatorio, determinantes de la variable económica precio del suelo en el estudio de ROCA CLADERA, J. (1986, c): *Los Precios del Suelo en el Ámbito Metropolitano*. Corporación Metropolitana de Barcelona, Barcelona. La gran mayoría de estas variables sería susceptible de tratamiento desde la perspectiva de la TVR.

siguiendo a Míguez⁶, añadir una noción de la VR que complementa la definición dada por Matheron: la VR toma valores sobre un determinado soporte a medida que éste se desplaza sobre un dominio o campo geométrico dado, no quedando definida plenamente la VR si el soporte y el dominio no lo están.

Para clarificar la doble faceta estructural y aleatoria de la VR, Matheron⁷ introduce la concepción probabilística de la VR mediante la utilización de la función aleatoria (FA). La FA $Z(x)$ es una función de la localización x (con $x \in D$). Si se fija $x = x_0$, entonces el valor que toma la FA $Z(x)$ en la localización x_0 , que notaremos por $Z(x_0)$, es una variable aleatoria (VA). En la práctica se suele estar interesado en los valores que toma la FA $Z(x)$ en un conjunto de localizaciones x_1, \dots, x_n , es decir, en los valores que toman las variables aleatorias:

$$Z(x_1), \dots, Z(x_n)$$

Desde el punto de vista de la teoría de las FA, la VR se puede interpretar como una realización de la FA $Z(x)$, que proporciona el valor de la característica analizada Z (por ejemplo, el valor de la localización o el valor de mercado de la vivienda). A modo de ejemplo, suponga que el

⁶ MÍGUEZ, F. (1984): *Introducción a la Teoría de la Variable Regionalizada*. Madrid.

⁷ MATHERON, G. (1970): *La Théorie des Variables Regionalisées et ses Applications*. Centre de Géostatistique et de Morphologie Mathématique, Fas. 1, Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris.

valor de mercado de la vivienda en la localización x_1 es $z(x_1) = 120$. Este resultado sería una realización de la VA $Z(x_1)$, es decir, de la VA valor del suelo de la vivienda en la localización x_1 . Al conjunto de realizaciones del valor del suelo de la vivienda para todo punto que esté dentro de la ciudad (es decir, dentro del dominio) se le denomina variable regionalizada.

2.1.2. Características de la FA.

1.- Si se lleva a cabo un cambio en la medida del soporte, ello produce una regionalización diferente de la VR. No obstante, a partir del comportamiento de la variable sobre un determinado soporte, se puede deducir la nueva regionalización que produciría un cambio de soporte. Así, a partir de los parámetros de la VR valor de la localización de las viviendas, calculados sobre un soporte puntual, es decir, a partir del análisis vivienda a vivienda, pueden obtenerse los parámetros de la VR sobre un soporte diferente, por ejemplo, sobre determinadas zonas, como son los sectores administrativos o barrios de la ciudad, manzanas de viviendas, o cualesquiera otras superficies de parcelación en las que se esté interesado.

2.- Continuidad: se examina en la variable si a medida que dos puntos están más próximos (en el espacio o en el tiempo), los valores que,

presumiblemente, toma la variable en ellos, tienden a parecerse más o no. Así, se dice que una VR es continua en media si:

$$\lim_{x \rightarrow x_0} E[Z(x) - Z(x_0)] = 0 \quad \text{Ec. (1)}$$

y es continua en media cuadrática si:

$$\lim_{x \rightarrow x_0} E \{ [Z(x) - Z(x_0)]^2 \} \quad \text{Ec. (2)}$$

En el caso de que la variable no sea continua en media cuadrática, sino que la expresión anterior tienda a un valor $C_0 \neq 0$, entonces, se dice que existe "efecto pepita".

3.- Anisotropía: una VR presenta comportamiento anisótropo en \mathbb{R}^2 cuando aparecen direcciones particulares de variabilidad; esto es, en alguna o algunas direcciones la variabilidad es diferente a la que se produce en otras⁸.

2.1.3. Hipótesis.

Es bastante frecuente en el ámbito económico o urbanístico-económico que del fenómeno que pretendemos analizar, sólo se disponga de una única realización para cada uno de los puntos (por ejemplo, un

⁸ Mientras no se explicita lo contrario, la exposición teórica de la TVR se hará suponiendo que el fenómeno presenta un comportamiento isótropo.

precio para cada vivienda no varios), lo cual hace inviable llevar a cabo cualquier proceso de inferencia estadística. Para superar esta dificultad es necesario asumir ciertas hipótesis restrictivas sobre los primeros momentos de la FA $Z(x)$. Dichas hipótesis son la estacionaria y la intrínseca.

2.1.3.1. Hipótesis estacionaria.

Una FA se denomina estacionaria si su ley de distribución conjunta de probabilidad en K puntos cualesquiera permanece invariable aunque se produzca la traslación del conjunto de K puntos:

$$f[Z(x_1), \dots, Z(x_n)] = f[Z(x_1+h), \dots, Z(x_n+h)] \quad \text{Ec. (3)}$$

donde h es el vector de la traslación.

La hipótesis de invariabilidad por traslación se puede relajar, limitando su cumplimiento a los dos primeros momentos, de ahí que se hable de $Z(x)$ como FA estacionaria de orden 2, si cumple las dos condiciones siguientes:

1^a) Su esperanza matemática existe y es constante, por lo que ésta no se ve influida por el punto de soporte.

$$E[Z(x)] = m(x) = m = E[Z(x+h)] \quad \forall x \quad \text{Ec. (4)}$$

2ª) La covarianza entre cada par de VA $Z(x)$ y $Z(x + h)$ existe y no depende de los dos puntos de apoyo, x y $x + h$, sino de la magnitud y dirección del vector h

$$C(h) = E\{[Z(x) - m][Z(x+h) - m]\} = E\{Z(x)Z(x+h)\} - m^2 \quad \text{Ec. (5)}$$

Un caso particular especialmente importante se da cuando $h=0$:

$$C(0) = E[Z(x) - m]^2 = \text{Var}[Z(x)] \quad \forall x \quad \text{Ec. (6)}$$

Por tanto, si se cumple esta hipótesis la FA $Z(x)$ tiene una varianza finita. En caso contrario, si el fenómeno no presenta varianza finita, esto es, $C(0)$ no existe, entonces estamos ante un fenómeno con deriva (espacial o temporal).

2.1.3.2. Hipótesis intrínseca.

En el campo económico no son infrecuentes los casos de fenómenos con varianza no finita, de ahí que sea especialmente conveniente enunciar una hipótesis menos restrictiva que la estacionaria, como es la intrínseca. Así, se dice que $Z(x)$ es una FA intrínseca de orden 0 si cumple:

1. La esperanza de los incrementos de primer orden es nula:

$$E[Z(x+h)-Z(x)]=0 \quad \text{Ec. (7)}$$

2. La varianza de los incrementos de primer orden existe y no depende de los puntos de soporte, x y $x + h$:

$$\text{Var}[Z(x+h)-Z(x)]=2 \gamma(h) \quad \text{Ec. (8)}$$

$$\gamma(h)=\frac{1}{2} \text{Var}[Z(x+h)-Z(x)]=\frac{1}{2} E\{[Z(x+h)-Z(x)]^2\} \quad \text{Ec. (9)}$$

En definitiva, bajo la hipótesis intrínseca la esperanza y la varianza de los incrementos de primer orden no dependen de los puntos de apoyo; además, se supone que dichos incrementos son estacionarios.

A la función $\gamma(h)$, función vectorial dependiente del vector h , se le da el nombre de variograma. En el epígrafe, siguiente se explica detalladamente su significado y utilidad.

Puede comprobarse que la hipótesis estacionaria implica la intrínseca, pero no al contrario. En el caso de que el fenómeno cumpla alguna de las dos, ello posibilita la estimación de los momentos de la FA $Z(x)$ y la realización de inferencia estadística sobre esta variable. Cuando la FA $Z(x)$ presenta deriva (o tendencia) y sus incrementos de primer orden tampoco son estacionarios se dice que la FA $Z(x)$ es no estacionaria;

en este caso la esperanza de la FA $Z(x)$ depende del punto de apoyo x :

$$E[Z(x)] = m(x) \quad \text{Ec. (10)}$$

2.2. La función variograma y el análisis estructural.

El variograma es una función que depende del vector h , definida por la varianza de los incrementos de primer orden o por la esperanza de los incrementos cuadráticos (véanse las ecuaciones 8 y 9), y que cuantifica probabilísticamente la variabilidad temporal o espacial de la FA⁹.

2.2.1. Relaciones entre covarianza y variograma.

Cuando $Z(x)$ cumple la hipótesis de estacionariedad se puede establecer la siguiente relación entre la covarianza y el variograma:

$$\gamma(h) = C(0) - C(h) = \text{Var}[Z(x)] - C(x_i - x_j) \quad \text{Ec. (11)}$$

⁹ Para profundizar más en esta importante herramienta de la TVR puede consultarse la obra citada de MATHERON, G. (1970).

A) Propiedades de la función covarianza:

1ª) La varianza es no negativa:

$$\text{Var}[Z(x)] = C(0) \geq 0 \quad \text{Ec. (12)}$$

2ª) Función simétrica:

$$C(h) = C(-h) \quad \text{Ec. (13)}$$

3ª) Desigualdad de Schwarz:

$$|C(h)| \leq C(0) \quad \text{Ec. (14)}$$

En general, a medida que crece la distancia h entre dos puntos, x y $x + h$, el grado de correlación entre los valores que toma la variable, $Z(x)$ y $Z(x + h)$, decrece y llega a anularse cuando $h \geq (a)$ (véase la Figura 1).

B) Propiedades de la función variograma:

1ª) Función no negativa:

$$\gamma(h) \geq 0; \quad \gamma(0) = 0 \quad \text{Ec. (15)}$$

2ª) Función simétrica:

$$\gamma(h) = \gamma(-h) \quad \text{Ec. (16)}$$

Las relaciones que pueden establecerse entre la función variograma

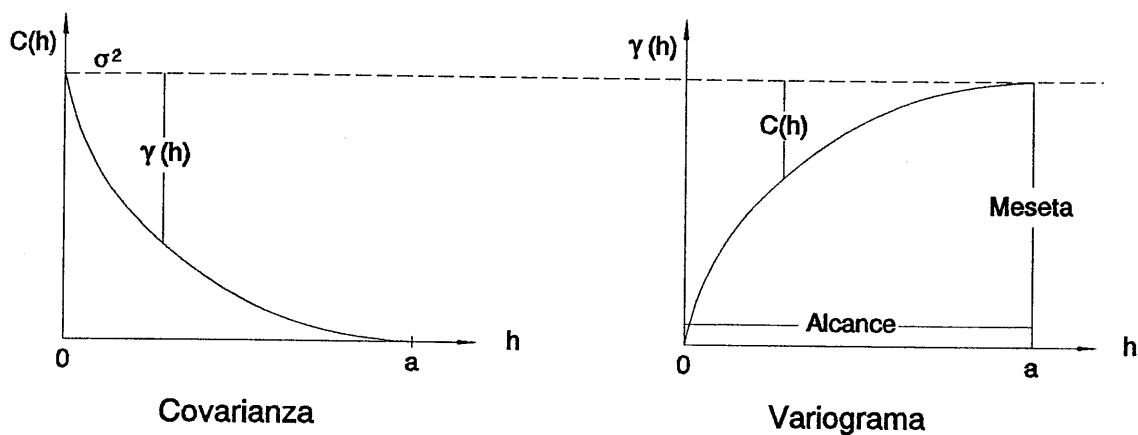


Figura 1. Relaciones entre covarianza y variograma.

y la covarianza, cuya expresión gráfica se halla en la Figura 1, son las siguientes: a) al definirse el variograma como varianza de los incrementos o desviación cuadrática media entre puntos cuya distancia es h , el variograma crece a partir del origen, presentando siempre valores positivos, mientras que la covarianza puede tomar valores negativos; b) generalmente el variograma es una función monótona no decreciente, en tanto que la covarianza es monótona decreciente; c) bajo la hipótesis estacionaria, a partir de la distancia a el variograma tiende a estabilizarse en torno a la varianza de la variable, debido a que la variable está incorrelacionada para distancias mayores o iguales que a , y, por tanto, se cumple que $C(a)=0$ y $\gamma(a)=C(0)=\text{Var}[Z(x)]=\sigma^2$. El elemento a se denomina alcance e indica la distancia hasta la cual se extiende la zona de

influencia de la VR; el valor del variograma para $h \geq a$ tiene la denominación de meseta.

En el caso estacionario de orden 2 el variograma es limitado y se dice que presenta un comportamiento estacionario, mientras que cuando no se cumple esta hipótesis, aunque sí la intrínseca, el variograma es ilimitado (la varianza es infinita) y se dice que tiene un comportamiento no estacionario o que presenta deriva.

Cuando el fenómeno que se pretende analizar es estacionario de orden 2, tanto el variograma como la covarianza son dos herramientas de fácil manejo para conocer la estructura de variabilidad espacial de la variable; no obstante, la utilización del variograma reporta alguna ventaja de índole práctica sobre la covarianza: no se necesita estimar la media y siempre está definido en el origen.

2.2.2. Variograma experimental y teórico.

La expresión que define en \mathbb{R}^2 un estimador insesgado y robusto del

variograma teórico $\gamma(h)$ es la siguiente:

$$\gamma^*(h_\alpha) = \frac{1}{2 NP(h_\alpha)} \sum_{i=1}^{NP(h_\alpha)} [Z(x_i+h) - Z(x_i)]^2 \quad \text{Ec. (17)}$$

siendo:

$Z(x_i)$, $Z(x_i + h)$ valores experimentales de la variable Z en las localizaciones x_i y $x_i + h$;

$NP(h_\alpha)$ es el número de parejas que pueden formarse a la distancia h_α ;

h_α es la distancia entre parejas en la dirección α del plano y se denomina paso del variograma¹⁰;

α : dirección en el plano, determinada por el ángulo α ; generalmente se suele utilizar alguna de las cuatro direcciones siguientes: N-S, E-O, SE-NO, SO-NE.

Normalmente, los datos de las variables económicas o de las urbanístico-económicas no se hallan distribuidos de manera regular en el espacio, pues raramente se puede sondear sobre los nudos de una malla regular superpuesta sobre el plano, que sería el caso ideal. Al estar los datos experimentales irregularmente situados, el cálculo del variograma experimental se efectúa tomando los datos que se encuentran dentro del haz

¹⁰ Para el cálculo del variograma experimental es aconsejable no sobrepasar la mitad de la longitud del dominio como valor máximo del paso del variograma; en este sentido puede consultarse la obra de JOURNEL, A. (1975): *Guide Pratique de Géostatistique Minière*. Paris.

formado por el ángulo $\alpha \pm \delta\alpha$ (donde $\delta\alpha$ es la tolerancia angular) y a una distancia $h \pm \epsilon h$ (siendo ϵh la tolerancia de la distancia). Así, como se ve en la Figura 2, se tomarían las parejas formadas por x_1 con x_5 , x_6 , x_7 y x_8 .

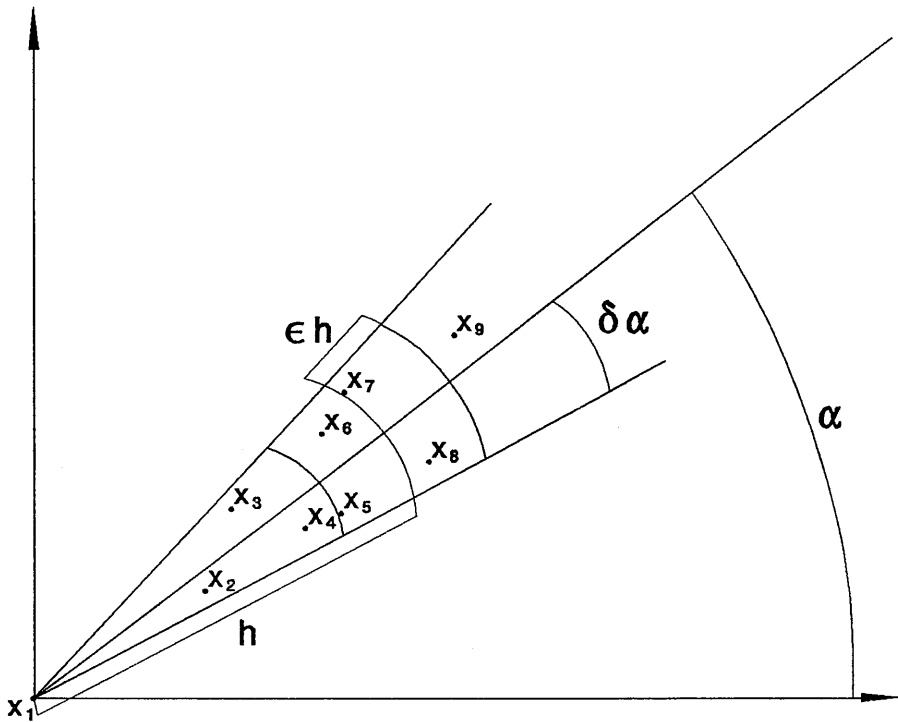


Figura 2. Cálculo del variograma experimental a partir de datos irregulares en el plano.

Con la utilización de un amplio intervalo de distancias, se pretende la detección de posibles cambios en la variabilidad del fenómeno para distintas escalas; el cálculo de variogramas direccionales tiene como finalidad poner de relieve el posible comportamiento anisotrópico de la variable.

Como hemos visto, el variograma experimental es un estimador de

la función variograma; no obstante, en la práctica la distribución espacial de la variable se estudia a través del variograma teórico, que es un modelo de variograma ajustado al variograma experimental. Los parámetros del modelo de variograma teórico se hallan tabulados, lo cual facilita su posterior utilización en la fase de estimación.

Se pueden diferenciar dos grandes grupos de modelos de variogramas teóricos: con meseta y sin meseta. Los variogramas con meseta son estacionarios, produciéndose su estabilización en torno a la meseta; los modelos con meseta más comunes son el esférico o de Matheron y el gaussiano (véase la Figura 3). Los variogramas sin meseta corresponden a una FA intrínseca pero no estacionaria, esto es, con varianza no finita, por lo que presentan una capacidad de crecimiento ilimitada; el modelo potencial es el más aplicado de este segundo grupo.

Si en el fenómeno estudiado aparecen distintos comportamientos de variabilidad a diferentes escalas, suele presentarse un variograma experimental cuyo ajuste debe resolverse utilizando un modelo compuesto, resultado de la composición de varios modelos teóricos. El modelo compuesto más habitual es el formado por la superposición de dos modelos esféricos simples. El alcance del modelo esférico compuesto coincide con el mayor de los alcances de los esféricos simples y la meseta se obtiene

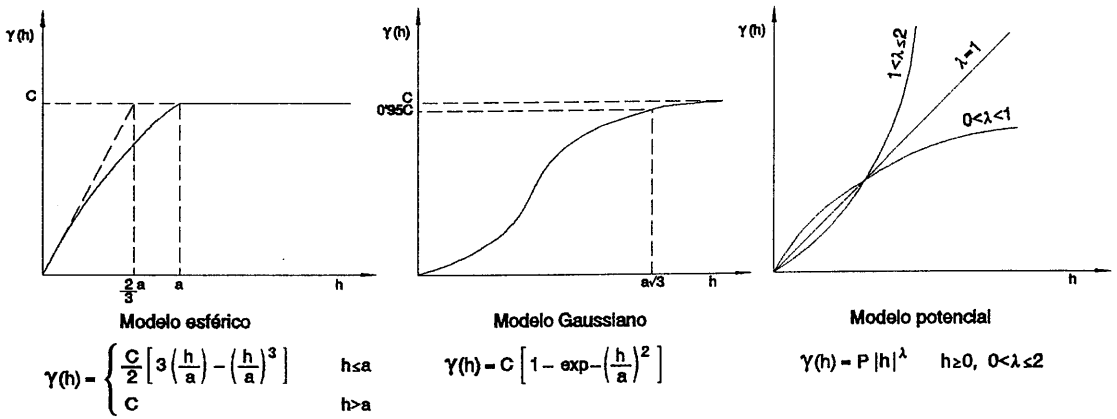


Figura 3. Modelos de variogramas más comunes.

como la suma de ambas¹¹.

2.2.3. Análisis estructural de la variable regionalizada.

El análisis detallado del gráfico del variograma tiene como finalidad revelar la estructura espacial de variabilidad del fenómeno bajo estudio. En entornos cercanos al origen, esto es, para pequeños distancias, la atención se centra en el grado de continuidad y regularidad de la variable. Por su parte, el análisis del variograma para grandes distancias, aporta conocimientos sobre la estacionariedad de la variable y sobre la posible

¹¹ Puede consultarse un ejemplo de variograma esférico compuesto, ajustado al valor homogeneizado de mercado de la vivienda en el citado artículo de CANO GUERVÓS, R.A.; CHICA OLMO, J.M.; HERMOSO GUTIÉRREZ, J.A. (1994, a).

presencia de anisotropías y otros comportamientos particulares.

2.2.3.1. Análisis del variograma en el origen.

El análisis del variograma para valores de h pequeños, puede poner de relieve la existencia de diferentes escalas de variabilidad para cortas distancias. Por otro lado, el grado de continuidad de la variable se analiza observando si los incrementos en la variabilidad se producen de manera suave o abrupta. En la Figura 4 se recoge la tipología de comportamientos en el origen más frecuentes, ordenados de mayor a menor continuidad¹². Así, el comportamiento parabólico en el origen se corresponde con una variable más regular que la del caso lineal.

Aunque la función variograma se anula en el origen ($\gamma(0) = 0$), como ha quedado recogido con anterioridad, en la práctica los variogramas experimentales de cierto número de variables económicas presentan discontinuidad en el origen o efecto pepita, notado por C_0 . Ello se interpreta en el sentido de que la variable estudiada contiene un alto grado de irregularidad. Las razones por las cuales aparece el efecto pepita son de variada naturaleza y no siempre fáciles de determinar: puede deberse a que el fenómeno presenta variabilidad a una escala inferior a la escala o malla

¹² Se pueden consultar varios ejemplos de variables económicas espaciales y temporales, ilustrativos de los distintos tipos de variogramas que se van a explicar a continuación, en la citada obra de CHICA OLMO, J.M. (1994, b).

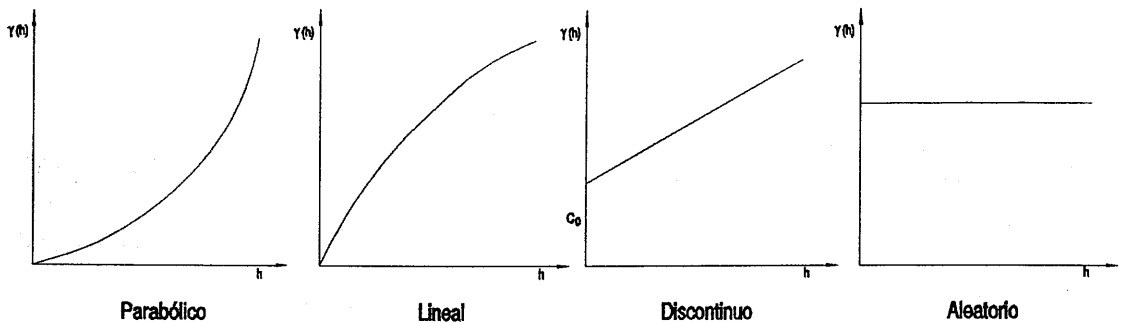


Figura 4. Comportamientos del variograma en el origen.

utilizada en el muestreo, por lo que éste ha sido incapaz de detectarla, apareciendo así un cierto grado de aleatoriedad en el origen; también puede ser causado por errores de medida o de muestreo. Por último, la variable presenta un comportamiento aleatorio puro cuando el grado de correlación entre cualquier par de valores de la variable es nulo.

2.2.3.2. Análisis del variograma a grandes distancias.

A) Variograma estacionario versus variograma no estacionario: el variograma estacionario aparece en las variables que cumplen la hipótesis de estacionariedad y se caracteriza porque se produce un incremento en los valores del variograma hasta llegar a la meseta, a partir de la cual se

estabiliza el variograma. Cuando el fenómeno incumple la hipótesis estacionaria y cumple la intrínseca, la VR presenta deriva; en tal caso su variograma crece ilimitadamente, superando el valor de la varianza experimental de los datos muestrales.

B) Anisotropías: la existencia de direcciones particulares de variabilidad en el fenómeno tiene como consecuencia que los valores del variograma no dependan solamente del módulo del vector h , como ocurriría en caso de isotropía, sino también de su dirección, como sucede ante un fenómeno anisotrópico. En la práctica, la anisotropía se evidencia comparando los distintos variogramas direccionales de la VR. En este punto se debe obrar con cautela pues, además de la causa teórica de aparición de la anisotropía, señalada más arriba, también la excesiva heterogeneidad de los datos o, simplemente, las fluctuaciones experimentales, pueden provocar la aparición de variogramas direccionales diferentes.

C) Estructuras imbricadas: como se ha comentado al explicar los modelos de variogramas compuestos, la VR puede contener en su seno una superposición jerarquizada de estructuras de variabilidad a diferentes escalas, encajadas unas dentro de otras¹³.

¹³ Una explicación detallada de las diferentes microestructuras, macroestructuras e hiperestructuras que pueden presentarse se encuentra en la citada obra de JOURNEL, A. (1975).

D) Estructuras con periodicidad: los valores del variograma se van repitiendo simétricamente en ciclos regulares de forma periódica, en función de h . La causa de la periodicidad es la alternancia en la variable de correlaciones positivas y negativas.

E) Estructuras con efecto de pozo: también aparecen cuando el fenómeno tiene alguna componente periódica o semiperiódica. Se caracterizan porque el crecimiento del variograma experimental no es monótono, pudiendo ser estacionario o no estacionario.

3. ESTIMADOR ESPACIAL DE KRIGEAJE.

3.1. Concepto.

El método de estimación del Krigeaje se nutre, por un lado, de la información empírica aportada por los datos experimentales y, por otro, de la información estructural sobre el fenómeno, proporcionada por el análisis del variograma y la covarianza.

Para aplicar este método de estimación sobre el espacio de dos dimensiones, se parte del conocimiento de los valores experimentales que toma la variable Z en n puntos del plano x_1, x_2, \dots, x_n , que notaremos por $Z(x_1), Z(x_2), \dots, Z(x_n)$ o más abreviadamente por Z_1, Z_2, \dots, Z_n .

Utilizando esta información experimental, se pretende estimar el valor que toma la variable Z en el punto x_0 , que notaremos por $Z(x_0)$ o Z_0 (véase la Figura 5).

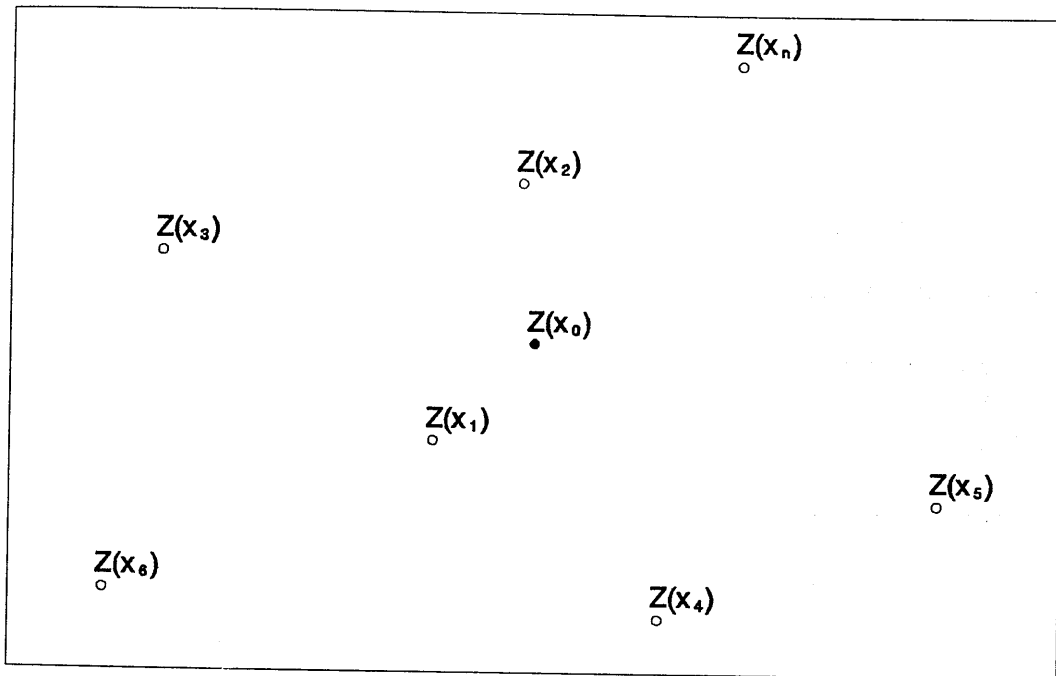


Figura 5. Localización espacial de $Z(x_0)$.

Para llevar a cabo este proceso de inferencia espacial, se obtiene el estimador de Kriging, definido como una combinación lineal de los datos experimentales Z_i y de unos ponderadores o pesos λ_i , que han de ser determinados:

$$Z_k = \sum_i \lambda_i Z_i \tag{Ec. (18)}$$

donde:

Z_k es la estimación por Kriging de la variable Z en el punto x_0 .

λ_i son los ponderadores o pesos.

Z_i son los valores observados que toma la variable Z en los puntos x_i .

Se demuestra que el estimador de Krigeaje es lineal, insesgado y óptimo¹⁴. Es importante destacar que la obtención de los pesos que determinan el método de estimación del Krigeaje se basa en la localización espacial de los datos experimentales y en las características estructurales de la regionalización, mientras que los valores particulares de la variable en cada punto no influyen en la obtención de los mismos. Más concretamente, el Krigeaje asigna pesos fuertes a los valores de los puntos geográficamente más próximos al punto donde se realiza la estimación, x_0 , y pesos débiles a los más alejados de éste, sin tener en cuenta los valores que tome la variable en dichos puntos. Esta norma general puede ser matizada e incluso incumplida, en función de las características particulares de variabilidad del fenómeno (por ejemplo, en el caso de detección de un comportamiento anisotrópico).

Evidentemente, el número de ponderadores coincide con el número de datos experimentales que intervienen en la estimación de Z_k . A este respecto, en la estimación pueden utilizarse todos los datos de los que se dispone (criterio de vecindad única) o bien, los situados dentro de un

¹⁴ Véase la citada obra de MATHERON, G. (1965).

entorno próximo al punto donde se pretende estimar el valor de la variable (criterio de vecindad ligada). Cuando la variable es cuasiestacionaria o el número total de datos es muy elevado resulta conveniente optar por el criterio de vecindad ligada¹⁵.

El método del Krigeaje es un denominador común que, en realidad, engloba a un conjunto de métodos, clasificables en función de dos criterios: según cuál sea el soporte de la estimación y dependiendo de las características de la variable estudiada. Así, cuando las observaciones experimentales son puntuales y se pretende realizar las estimaciones sobre soportes también puntuales, se recurre al Krigeaje puntual; en cambio, si el objetivo es estimar el valor medio de la variable sobre un soporte de mayor tamaño, se utiliza el Krigeaje por bloques. Por otro lado, si la variable es estacionaria de orden 2 con media y covarianza conocidas se aplica el Krigeaje simple; cuando es estacionaria de orden 2 con covarianza conocida y media desconocida o cuando se cumple la hipótesis intrínseca de orden 0, que son los casos más frecuentes, utilizamos el Krigeaje ordinario; la mayor complejidad se presenta ante variables con media no constante, esto es, con deriva, proponiéndose entonces varias alternativas:

¹⁵ En tal caso se suelen utilizar entre 10 y 20 datos localizados lo más próximamente al punto donde se quiere realizar la estimación, como se aconseja en el artículo de DELHOMME, J.P. (1978): Applications de la théorie des variables regionalisées dans les sciences de l'eau. *Bulletin du BRGM*, 4, 341-375. El número exacto de datos se ajusta por ensayos sucesivos, dependiendo de las características del variograma ajustado y de la regularidad con que se hallen distribuidos espacialmente en el plano.

Krigeaje universal, Krigeaje de funciones aleatorias intrínsecas de orden K y Krigeaje residual. En este capítulo reseñaremos, solamente, los métodos utilizados posteriormente en la aplicación práctica: Krigeaje ordinario, que es, en cierta forma, la base genérica de todos los demás, Krigeaje por bloques y Krigeaje residual.

3.2. Krigeaje ordinario.

El Krigeaje ordinario, como ha quedado reseñado más arriba, se aplica cuando la variable cumple la hipótesis estacionaria de orden 2 y tiene media desconocida y covarianza conocida, o bien, cuando la variable es intrínseca de orden cero. En ambos casos es conveniente utilizar la formulación dada en términos de variograma, en vez de la expresada en función de la covarianza: en el caso de estacionariedad con media desconocida y covarianza conocida, porque la función variograma no requiere determinar la media, lo cual es ineludible si se utilizara la covarianza; cuando la variable no es estacionaria pero sí intrínseca, la covarianza en el origen, $C(0) = \text{Var}[Z(x)]$, no existe (estamos ante un fenómeno con deriva espacial), en cambio sí existe el variograma.

Para obtener el sistema de ecuaciones y la varianza de estimación del Krigeaje ordinario, que más adelante se define, ha de imponerse la condición de insesgadez al estimador de Krigeaje $Z_k = \sum_i \lambda_i Z_i$, la cual se

cumple si y sólo si $\sum_i \lambda_i = 1$. Junto a ello, el sistema de ecuaciones a

través del cual se determinan los pesos λ_i , se obtiene haciendo mínima la varianza de estimación del Krigearje, que es, en términos estrictos, la varianza del error de estimación o valor esperado del error cuadrático:

$E[(Z_k - Z_0)^2]$, sujeta a la restricción $\sum_i \lambda_i = 1$; donde Z_0 representa el

verdadero valor de la variable Z en el punto x_0 y Z_k el valor estimado por Krigearje en el mismo punto. Para llevar a cabo la minimización se utiliza el lagrangiano:

$$\mathcal{L}(\lambda_i, \mu) = \frac{1}{2} E[(Z_k - Z_0)^2] - \mu (\sum_i \lambda_i - 1) \quad \text{Ec. (19)}$$

derivando la función anterior respecto a los pesos λ_i y el multiplicador de Lagrange μ , e igualando a cero, se obtiene el sistema de ecuaciones del Krigearje ordinario, formado por $n + 1$ ecuaciones con $n + 1$ incógnitas:

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^n \lambda_j \gamma(x_i - x_j) + \mu = \gamma(x_i - x_0) & \text{para } i=1, \dots, n \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \end{cases} \quad \text{Ec. (20)}$$

denominando a $\gamma(x_i - x_j) = \gamma_{ij}$, $\gamma(x_i - x_0) = \gamma_{i0}$ y teniendo en cuenta que $\gamma(0) = 0$, el sistema de ecuaciones anterior puede expresarse en forma

matricial:

$$\begin{bmatrix} 0 & \gamma_{12} & \gamma_{13} \dots \gamma_{1n} & 1 \\ \gamma_{21} & 0 & \gamma_{23} \dots \gamma_{2n} & 1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \gamma_{n1} & \gamma_{n2} & \gamma_{n3} \dots 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \dots 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \vdots \\ \lambda_n \\ \mu \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \gamma_{10} \\ \gamma_{20} \\ \vdots \\ \gamma_{n0} \\ 1 \end{bmatrix} \quad \text{Ec. (21)}$$

y en su forma reducida: $\Gamma \Lambda = \Gamma_0$

donde:

Γ es una matriz simétrica de orden $(n + 1)$.

Λ es un vector columna $(n + 1)$.

Γ_0 es un vector columna $(n + 1)$.

Se demuestra que la matriz Γ es definida positiva¹⁶, por lo que la solución del sistema se puede expresar así:

$$\Lambda = \Gamma^{-1} \Gamma_0 \quad \text{Ec. (22)}$$

Para obtener el valor estimado, se calcula el vector de pesos Λ y se sustituyen los λ_i en la expresión del estimador de Krigeaje, Z_k .

La expresión de la varianza de estimación del Krigeaje ordinario es

¹⁶ Puede consultarse al respecto la obra citada de MÍGUEZ, F. (1984).

la siguiente:

$$\sigma_{k0}^2 = \text{Var}(Z_k - Z_0) = E[(Z_k - Z_0)^2] = \sum_i \lambda_i \gamma_{i0} + \mu \quad \text{Ec. (23)}$$

También puede expresarse matricialmente de forma reducida:

$$\sigma_{k0}^2 = \Lambda' \Gamma_0 \quad \text{Ec. (24)}$$

3.3. Krigeaje por bloques.

La metodología del Krigeaje por bloques se utiliza, fundamentalmente, en los dos casos siguientes:

- Cuando la VR se desarrolla a lo largo del espacio sobre un soporte de dimensión mayor a la puntual, y se pretende la realización de estimaciones del valor medio sobre unos bloques o volúmenes de las mismas dimensiones o, incluso, mayores que las del soporte de partida. Por ejemplo, a partir del valor del suelo (en pesetas/m²) observado sobre varias manzanas de viviendas, se puede estar interesado en estimar el valor medio para toda la zona o barrio que contiene a dichas manzanas. De hecho, hay multitud de variables económicas espaciales soportadas sobre una superficie, como por ejemplo el número de locales comerciales de un municipio o el valor del metro cuadrado de suelo de la vivienda, donde sería de aplicación el Krigeaje por bloques. No obstante, sobre este particular

debe hacerse una matización: cuando la superficie a la que viene referida la variable (en los ejemplos citados, el municipio o la vivienda) es pequeña en comparación con el dominio considerado (la provincia o la ciudad, respectivamente), frecuentemente el dato experimental es georreferenciado a través de las coordenadas de un punto. Una vez que se ha llevado a cabo esta localización puntual, se puede utilizar como aproximación el Krigeaje puntual¹⁷.

- Cuando la VR se desarrolla sobre un soporte puntual o, al menos, el fenómeno es georreferenciado artificialmente de forma puntual, se utiliza el Krigeaje por bloques si se desea estimar el valor medio de la variable sobre una superficie. Así, más adelante comentaremos una aplicación práctica de este método: la llevada a cabo para estimar el valor medio de la primera componente principal en una serie de bloques en los que se ha dividido la ciudad, para lo cual se parte de los valores de la primera componente principal en una muestra de viviendas, georreferenciadas puntualmente.

Al proceso de cálculo del valor medio de la variable $Z(x)$ (por ejemplo, valor del metro cuadrado de suelo de la vivienda), definida de forma puntual o en una superficie, sobre un bloque (que puede ser un

¹⁷ Sobre este particular puede consultarse la obra de CHRISTENSEN, R. (1991): *Linear Models for Multivariate, Time Series and Spatial Data*. Springer-Verlag, New York.

barrio, sector administrativo, manzana de viviendas, etc.), se denomina proceso de regularización de la VR. Así, vamos a denominar Z_B a la VR regularizada o lo que es igual a los valores medios de $Z(x)$ sobre los bloques, cuyas áreas son iguales a B (en \mathbb{R}^2):

$$Z_B = \frac{1}{B} \int_B Z(x) dx \quad \text{Ec. (25)}$$

Las propiedades de la VR regularizada Z_B se derivan de las de la VR de la que se parte, siendo reseñables las siguientes:

- 1^a) Si la variable $Z(x)$ es estacionaria de orden 2, entonces Z_B también cumple dicha hipótesis¹⁸.
- 2^a) El variograma de Z_B tiene una meseta inferior a la de $Z(x)$ ¹⁹.
- 3^a) El proceso de regularización no altera la media:

$$E[Z_B] = E[Z(x)] = m \quad \text{Ec. (26)}$$

A continuación vamos a obtener el sistema de ecuaciones del Krigeaje por bloques. Se parte del conocimiento de n valores experimentales de la variable $Z(x)$ en los puntos del plano x_1, \dots, x_n . Para estimar el valor medio de $Z(x)$ en B , Z_B , utilizamos el estimador de

¹⁸ La demostración puede consultarse en MÍGUEZ, F. (1984).

¹⁹ Véase al respecto CHICA OLMO, M. (1987): *Análisis Geoestadístico en el Estudio de la Explotación de los Recursos Minerales*. Tesis Doctoral, Universidad de Granada, Granada.

Kriging por bloques, Z_{kB} , definido como una media ponderada de los n datos disponibles:

$$Z_{kB} = \sum_i \lambda_i Z(x_i) \quad \text{Ec. (27)}$$

Los valores de los pesos λ_i se obtienen, al igual que se hizo en el Kriging puntual, imponiendo dos condiciones:

- la insesgadez del estimador de Kriging, para lo cual $\sum_i \lambda_i = 1$.
- minimización de la varianza de estimación:

$$\text{Var}(Z_{kB} - Z_B) = E[(Z_{kB} - Z_B)^2] \quad \text{Ec. (28)}$$

Ello conduce a la minimización del lagrangiano respecto a los λ_i y a μ :

$$\mathcal{L}(\lambda_i, \mu) = \frac{1}{2} E[(Z_{kB} - Z_B)^2] - \mu \left(\sum_i \lambda_i - 1 \right) \quad \text{Ec. (29)}$$

y a la obtención del sistema de ecuaciones del Kriging por bloques:

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^n \lambda_j \gamma_{ij} + \mu = \gamma_{iB} & \text{para } ij = 1, \dots, n \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \end{cases} \quad \text{Ec. (30)}$$

donde:

$\gamma_{ij} = \gamma(x_i - x_j)$ es el valor del variograma entre los puntos experimentales x_i y x_j .

$\gamma_{iB} = \frac{1}{B} \int_B \gamma(x_i - x) dx$ representa el valor medio del variograma

entre el punto x_i y el punto que recorre la superficie B. Esta es la única diferencia con el sistema de ecuaciones del Krigeaje puntual ordinario, donde aparece $\gamma_{i0} = \gamma(x_i - x_0)$ en vez de γ_{iB} .

La varianza de estimación del Krigeaje por bloques, se obtiene a través de la siguiente expresión:

$$\sigma_{kB}^2 = E[(Z_{kB} - Z_B)^2] = \text{Var}(Z_{kB} - Z_B) = \sum_i \lambda_i \gamma_{iB} + \mu - \gamma_{BB} \quad \text{Ec. (31)}$$

donde $\gamma_{BB} = \frac{1}{B^2} \int_B \int_B \gamma(x - x') dx dx'$ es el valor medio del variograma

entre dos puntos que recorren la superficie B de forma independiente el uno del otro.

Si comparamos la expresión de la varianza de estimación del Krigeaje por bloques con la del Krigeaje puntual ordinario (véanse las ecuaciones 23 y 31), podemos observar que la varianza de estimación del Krigeaje por bloques es menor, ya que en el caso puntual no aparece γ_{BB} al ser la expresión equivalente a $\gamma(x_0 - x_0) = \gamma(0) = 0$.

Dos conceptos interesantes relacionados con el Krigeaje por bloques

son los de la varianza de extensión y la varianza de dispersión. La varianza de extensión cuantifica el error de estimación que se comete al asignar el valor de Z , medido en un punto x_i o en un soporte $s < B$ (notados por Z_i o Z_s , respectivamente), al valor medio de Z_B en el bloque B . Se obtiene como la esperanza de las desviaciones cuadráticas entre Z_B y el valor experimental de la variable (Z_i o Z_s). La varianza de dispersión cuantifica las fluctuaciones de Z dentro del bloque B , y se calcula como la esperanza de las desviaciones cuadráticas medias de Z respecto de Z_B ²⁰. Puede demostrarse que si se aumenta el tamaño del soporte (por ejemplo, de puntual a s), entonces la varianza de dispersión disminuye.

3.4. Kriging cuando existe deriva. Kriging residual iterativo.

El método del Kriging ordinario, ya sea en su modalidad puntual como por bloques, solamente es aplicable cuando $Z(x)$ es estacionaria de orden 2 o intrínseca de orden cero. Cuando la variable no cumple ninguna de estas hipótesis se dice que el fenómeno económico o urbanístico-económico presenta deriva, y entonces la media no es constante ($E[Z(x)] = m(x)$) sino que varía con el punto de apoyo. En tal caso, no se puede aplicar el Kriging ordinario, pero hay diversas metodologías alternativas para llevar a cabo el proceso de estimación espacial. La aplicación de estas metodologías para realizar estimaciones sobre el valor de la variable en un

²⁰ La varianza de dispersión es definida por MATHERON, G. (1970).

punto x_0 , $Z(x_0)$, exige el establecimiento de hipótesis acerca del comportamiento de la deriva $m(x)$. La hipótesis más restrictiva consiste en suponer que la deriva presenta cuasi-estacionariedad, de tal forma que se puede aceptar que la deriva es estacionaria a una escala local. En este entorno reducido de trabajo sí se podría aplicar el método del Krigeaje ordinario. Existen otras soluciones menos restrictivas que la anterior. Una de ellas es el Krigeaje de funciones aleatorias de orden K (FAI- K), donde la hipótesis intrínseca de orden cero se generaliza para los incrementos de orden K , de tal forma que se supone que éstos son estacionarios. Por su parte, las soluciones aportadas por el Krigeaje universal y por el Krigeaje residual iterativo (en adelante, KRI) parten de una hipótesis análoga acerca de la deriva: ésta presenta un comportamiento que puede ser modelizado a través de una función polinómica. En este apartado se comenta con mayor detenimiento el método del KRI, que ha sido finalmente el aplicado a lo largo de este estudio para llevar a cabo la estimación espacial sobre variables que presentan deriva. En pocas palabras, el método del KRI pretende filtrar la deriva del fenómeno, de tal forma que se pueda llevar a cabo el proceso de estimación espacial sobre una función aleatoria estacionaria.

El planteamiento del método parte de la descomposición de la FA $Z(x)$ en dos términos:

$$Z(x) = m(x) + u(x) \quad \text{Ec. (32)}$$

donde:

$u(x)$ representa la perturbación aleatoria y se considera una función aleatoria estacionaria de orden 2, con media cero²¹; a través de ella se pretende recoger la variabilidad local del fenómeno, por lo que se está suponiendo que presenta correlación espacial a pequeña escala.

Se supone que la perturbación aleatoria $u(x)$, además de media nula, $E[u(x)] = 0$, tiene varianza constante, $\text{Var}[u(x)] = V$ y sus covarianzas son $\text{Cov}[u(x_i), u(x_j)] = V_{ij}$.

$m(x)$, es la media no constante o deriva de la FA $Z(x)$, representativa de la tendencia o deriva del fenómeno.

Por tanto, $u(x)$ y $m(x)$ recogen la variación del fenómeno analizado a pequeña y gran escala espacial, respectivamente,.

En el caso de que $m(x)$, que es desconocida y no estocástica, sea suficientemente regular en su comportamiento, podría ser modelizada a través de un polinomio de orden K :

$$m(x) = \sum_r a_r f^r(x) \quad \text{para } r = 0, \dots, T \quad \text{Ec. (33)}$$

donde:

²¹ La definición de FA estacionaria de 2º orden puede adaptarse de forma inmediata: la FA $u(x)$ se considera estacionaria de orden 2 si su esperanza matemática es constante y, además, si para cada par $u(x)$, $u(x + h)$, existe la covarianza y sólo depende de la magnitud y dirección del vector h .

a_r son coeficientes desconocidos.

f^r son monomios cualesquiera, desconocidos y linealmente independientes, de grado igual o inferior a K ; los monomios f^r son de la forma $x^p y^q$, con $0 \leq p + q \leq K$, siendo el par (x, y) las coordenadas cartesianas sobre el plano que determinan la localización espacial de la vivienda y que definen al vector x .

Esta modelización polinómica del comportamiento espacial de un fenómeno se encuadra dentro de la metodología denominada análisis de superficies de tendencia (en adelante, AST), que en la práctica ha sido utilizada tradicionalmente para describir la relación entre el valor de la variable, en este caso la deriva $m(x)$, y su localización, dada por las coordenadas cartesianas. Dicha relación funcional suele ser plasmada mediante una forma polinómica limitada de primer o segundo orden, denominada polinomio de tendencia o de deriva. Así, para:

$K = 0$, $m(x, y) = a_0 f^0(x) = a_0$ no hay deriva.

$K = 1$, $m(x, y) = a_0 + a_1x + a_2y$ deriva lineal.

$K = 2$, $m(x, y) = a_0 + a_1x + a_2y + a_3x^2 + a_4y^2 + a_5xy$ deriva cuadrática.

$K = 3$, $m(x, y) = a_0 + a_1x + a_2y + a_3x^2 + a_4y^2 + a_5xy + a_6x^2y + a_7xy^2 + a_8x^3 + a_9y^3$ deriva cúbica.

En \mathbb{R}^2 , el número de términos del polinomio de deriva $m(x, y)$ se calcula a través de la expresión: $T = (K + 1)(K + 2)/2$. La Tabla 1 recoge el número de términos y el número máximo de extremos que caracterizan la

representación de estas superficies polinómicas, desde el primer grado al octavo²².

	GRADO DEL POLINOMIO DE DERIVA							
	1	2	3	4	5	6	7	8
NÚMERO DE TÉRMINOS	3	6	10	15	21	28	36	45
NÚMERO DE EXTREMOS	0	1	4	9	16	25	36	49

Tabla 1

Se pueden representar superficies del tipo sierras montañosas utilizando los polinomios de grados más altos pero, precisamente, un rasgo atractivo del AST es que con polinomios de grados tan bajos como el tercero o el cuarto se pueden llegar a representar superficies muy complejas.

La inexistencia de deriva, como sabemos, indica que la media de la FA $Z(x)$ se mantiene constante a lo largo del plano. Existe deriva lineal cuando la media del fenómeno tiende a crecer o a disminuir, de forma constante en todas las direcciones, a medida que nos movemos sobre el dominio de la variable. En tal caso es adecuada la utilización de un polinomio de primer grado, que representa un plano. Si la media del fenómeno crece y luego disminuye, adoptando una forma acampanada, sería apropiado considerar la existencia de deriva cuadrática, recogida a través de un polinomio de segundo grado, que, como puede observarse en

²² Véase el artículo de JACKSON, J.R. (1977): Investigation of population density gradients using trend surface analysis: comment. *Land Economics*, 53, 2, 246-250.

la tabla, permite la consideración de un máximo.

Por tanto, la FA $Z(x)$ puede ser expresada, finalmente, de esta forma:

$$Z(x) = m(x) + u(x) = \sum_r a_r f^r(x) + u(x) \quad \text{Ec. (34)}$$

donde la perturbación aleatoria $u(x)$ es ruido blanco.

El principal inconveniente que presenta este planteamiento es que el variograma de $u(x)$ es desconocido, y no puede ser estimado a partir de los datos experimentales²³. En la solución dada a este problema se encuentra el punto a partir del cual se desgajan las metodologías del Krigeaje universal y del residual iterativo. El primero ofrece una solución apoyada en una hipótesis bastante restrictiva: suponer que el variograma de $u(x)$ es aproximadamente igual al de $Z(x)$. Esta solución es tanto más eficaz cuanto más se restrinja el entorno de estimación, lo cual es una importante limitación metodológica de la que no adolece el Krigeaje residual iterativo (en adelante, KRI). Por tanto, vamos a seguir desarrollando los conceptos básicos de esta última metodología, que ha sido la aplicada en los capítulos

²³ Véase CHICA OLMO, M. (1987).

VI, IX y X de esta Memoria²⁴.

El objetivo del KRI es estimar espacialmente el valor de la variable Z , no estacionaria, de forma indirecta: se realiza la estimación espacial sobre un residuo estacionario, obtenido después de determinar y aislar la influencia de la deriva y, posteriormente, se reconstruye el valor de Z . Para ello, el modelo de la ecuación 34 lo vamos a expresar en forma matricial:

$$Z = Fb + u \quad \text{Ec. (35)}$$

donde:

Z es un vector columna $n \times 1$, donde se recogen los n valores $Z(x_1), \dots, Z(x_n)$ que toma la variable $Z(x)$, que, evidentemente, son desconocidos: $Z = (Z_1, \dots, Z_n)'$.

F es una matriz $n \times T$, donde T es el número de términos del polinomio de deriva; esta matriz recoge los valores que toman los

²⁴ Puede consultarse una aplicación del KRI en el artículo de CHICA OLMO, J.M. (1995, b): Spatial estimation of housing prices and locational rents. *Urban Studies*, 32, 8, 1331-1344.

monomios de la función de deriva $f(x)$:

$$F = \begin{pmatrix} 1 & f_{12} & f_{13} & \dots & f_{1T} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 1 & f_{n2} & f_{n3} & \dots & f_{nT} \end{pmatrix} \quad \text{Ec. (36)}$$

donde la segunda columna recoge las coordenadas x_i de las n viviendas, la tercera recoge las coordenadas y_i , etc.

b es un vector $T \times 1$ de parámetros desconocidos a_r .

u es un vector $n \times 1$ de perturbaciones, con $E(u) = 0$ y $\text{Var}(u) = V$, siendo V una matriz de dimensión $n \times n$, simétrica y definida positiva.

Dado que las perturbaciones, u , presentan autocorrelación espacial, la estimación del vector de parámetros b no puede llevarse a cabo mediante mínimos cuadrados ordinarios (MCO), sino mediante mínimos cuadrados generalizados (MCG), obteniendo así estimadores lineales, insesgados y óptimos. Ello requiere el conocimiento de la matriz de covarianzas de las perturbaciones o, en su defecto, el conocimiento de la función variograma, ya que en el caso hipotético de que la función variograma de $u(x)$:

$$\gamma_u(h) = \frac{1}{2} E\{[u(x+h) - u(x)]^2\} \quad \text{Ec. (37)}$$

fuera conocida, los elementos de la matriz de covarianzas de u , denominada V , podrían obtenerse de forma inmediata, habida cuenta de

que $u(x)$ es estacionaria de orden 2, a través de la siguiente expresión:

$$V_{ij} = C_u(h) = C_u(0) - \gamma_u(h) \quad \text{Ec. (38)}$$

siendo:

$$\begin{aligned} C_u(h) &= \text{Cov}[u(x), u(x+h)] \\ C_u(0) &= \text{Var}[u(x)] \end{aligned} \quad \text{Ec. (39)}$$

Recordemos que cuando la función aleatoria, en este caso $u(x)$, es estacionaria, entonces $C_u(0)$, esto es, la varianza, coincide con el mayor valor que toma la función variograma, al que se denomina meseta.

Conocida V , la estimación del vector de coeficientes del polinomio de deriva, \hat{b} , puede llevarse a cabo por MCG, a través de la conocida minimización:

$$\min (Z - F\hat{b})' V^{-1}(Z - F\hat{b}) \quad \text{Ec. (40)}$$

obteniéndose el estimador MCG de b :

$$\hat{b} = (F' V^{-1} F)^{-1} F' V^{-1} Z \quad \text{Ec. (41)}$$

y los residuos MCG del modelo:

$$\hat{u} = Z - F\hat{b} \quad \text{Ec. (42)}$$

Una vez que se han estimado los parámetros del polinomio de

deriva, contenidos en $\hat{\mathbf{b}}$, el objetivo a cubrir es estimar el valor de la variable Z (por ejemplo, valor de la localización de la vivienda, valor de la primera componente principal, etc.) en un punto del plano \mathbf{x}_0 , conocidas sus coordenadas:

$$Z(\mathbf{x}_0) = \mathbf{F}_0' \mathbf{b} + u(\mathbf{x}_0) = \mathbf{F}_0' \hat{\mathbf{b}} + \hat{u}(\mathbf{x}_0) \quad \text{Ec. (43)}$$

donde:

\mathbf{F}_0' es el transpuesto del vector \mathbf{F}_0 , que recoge los valores de los monomios $f^i(\mathbf{x}_0)$, conocidos a raíz de las coordenadas del punto \mathbf{x}_0 .

$\hat{u}(\mathbf{x}_0)$ es el residuo MCG en \mathbf{x}_0 .

Como ya se ha comentado, no se puede llevar a cabo la estimación espacial por Krigeaje de la variable Z , al no ser estacionaria, pero sí del residuo, que será estacionario si el filtrado de la deriva se ha realizado convenientemente, es decir, si la estimación de los parámetros del polinomio de deriva, $\hat{\mathbf{b}}$, es satisfactoria. En consecuencia, para estimar el valor de Z en \mathbf{x}_0 , es necesario definir el estimador de KRI, cuya expresión es:

$$Z_k(\mathbf{x}_0) = \mathbf{F}_0' \hat{\mathbf{b}} + u_k(\mathbf{x}_0) \quad \text{Ec. (44)}$$

donde:

$Z_k(\mathbf{x}_0)$ es el estimador de KRI.

$u_k(\mathbf{x}_0)$ es la estimación por Krigeaje del residuo MCG en \mathbf{x}_0 , $\hat{u}(\mathbf{x}_0)$.

La estimación $u_k(x_0)$ se obtiene adaptando la expresión general del estimador de Krigeaje al caso que nos ocupa:

$$u_k(x_0) = \sum_{i=1}^{n_k} \lambda_i \hat{u}(x_i) \quad \text{Ec. (45)}$$

donde:

n_k es el número de valores localizados en las proximidades de x_0 , que son los utilizados para llevar a cabo la estimación espacial.

λ_i son los pesos de Krigeaje.

$\hat{u}(x_i)$ son los residuos MCG, obtenidos a raíz de la información proporcionada por observaciones reales de $Z(x_i)$ y por los valores del polinomio de deriva para cada x_i .

La propia construcción del método asegura que el estimador de KRI, $Z_k(x_0)$, es lineal, insesgado y óptimo, para cualquier valor de λ_i . Además, el error en que se incurre al estimar por Krigeaje el valor de la variable en el punto x_0 [$Z_k(x_0) - Z(x_0)$], es decir, el denominado error de estimación por Krigeaje, coincide exactamente con el error que se comete al estimar por Krigeaje el residuo MCG en dicho punto:

$$\begin{aligned} e_k(x_0) &= Z_k(x_0) - Z(x_0) = F_0' \hat{b} + u_k(x_0) - F_0' \hat{b} - \hat{u}(x_0) = \\ &= u_k(x_0) - \hat{u}(x_0) \end{aligned} \quad \text{Ec. (46)}$$

Ello permite minimizar el error de estimación de la variable objetivo, Z , mediante la minimización del error de estimación del residuo MCG, \hat{u} .

Como ya ha quedado recogido en los epígrafes anteriores, la determinación de los ponderadores de Krigeaje, λ_i , se efectúa a través de la minimización de la varianza de estimación. Por tanto, siguiendo pasos idénticos a los desarrollados en el Krigeaje puntual ordinario, se obtiene el sistema de ecuaciones del KRI puntual:

$$\begin{pmatrix} \Gamma_{ij} & \mathbf{i} \\ \mathbf{i}' & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \boldsymbol{\lambda} \\ \mu \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \boldsymbol{\gamma}_0 \\ 1 \end{pmatrix} \quad \text{Ec. (47)}$$

donde:

Γ_{ij} es la matriz formada por $\gamma_{\hat{u}}(\mathbf{x}_i - \mathbf{x}_j)$ con $i, j = 1, \dots, n_k$, simétrica de orden n_k .

\mathbf{i} es un vector columna de unos, de orden $n_k \times 1$.

$\boldsymbol{\lambda}$ es un vector columna que contiene los pesos λ_i , con $i = 1, \dots, n_k$, de orden $n_k \times 1$.

μ es el multiplicador de Lagrange.

$\boldsymbol{\gamma}_0$ es el vector columna formado por $\gamma_{\hat{u}}(\mathbf{x}_i - \mathbf{x}_0)$, con $i = 1, \dots, n_k$, de orden $n_k \times 1$.

La varianza de estimación del KRI, obtenida a través de la adaptación de la ecuación 23, tiene la siguiente expresión:

$$\sigma_k^2 = \sum_{i=1}^{n_k} \lambda_i \gamma_{\hat{u}}(\mathbf{x}_i - \mathbf{x}_0) + \mu \quad \text{Ec. (48)}$$

que ofrece una medida del riesgo incurrido al realizar la estimación.

Por analogía con el Kriging ordinario por bloques, se puede obtener el sistema de ecuaciones del KRI por bloques:

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^{n_k} \lambda_j \gamma_{ij} + \mu = \gamma_{iB} & \text{para } i, j = 1, \dots, n_k \\ \sum_{j=1}^{n_k} \lambda_j = 1 \end{cases} \quad \text{Ec. (49)}$$

donde:

$\gamma_{ij} = \gamma_{\hat{u}}(x_i - x_j)$ es el valor del variograma de los residuos MCG entre los puntos experimentales x_i y x_j .

$\gamma_{iB} = \frac{1}{B} \int_B \gamma_{\hat{u}}(x_i - x) dx$ representa el valor medio del variograma

de los residuos MCG entre el punto x_i y el punto que recorre el bloque B.

Este sistema se puede expresar de forma matricial:

$$\begin{pmatrix} \Gamma_{ij} & \mathbf{i} \\ \mathbf{i}' & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \lambda \\ \mu \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \gamma_B \\ 1 \end{pmatrix} \quad \text{Ec. (50)}$$

donde:

Γ_{ij} es la matriz simétrica de orden n_k , formada por $\gamma_{\hat{u}}(x_i - x_j)$, con $i, j = 1, \dots, n_k$.

i es un vector columna de unos, de orden $n_k \times 1$.

λ es un vector columna que contiene los pesos λ_j , con $j = 1, \dots, n_k$, de orden $n_k \times 1$.

μ es el multiplicador de Lagrange de la ecuación 29.

γ_B es un vector columna formado por $\gamma_{iB} = \frac{1}{B} \int_B \gamma_{\hat{u}}(x_i - x) dx$,

de orden $n_k \times 1$.

La varianza de estimación del KRI por bloques se obtiene a través de una expresión análoga a la de la ecuación 31, correspondiente al Krigeaje ordinario por bloques.

Hasta este punto se ha explicado la metodología del KRI para obtener estimaciones de una variable no estacionaria, suponiendo que la matriz de covarianzas de las perturbaciones, V , fuera conocida. Pero lo habitual es que se desconozca la matriz de covarianzas, puesto que las perturbaciones y los valores de su variograma, a partir de los que obtenemos la matriz V , generalmente son desconocidos; de ahí que el proceso de inferencia espacial deba llevarse a cabo con una estimación de la matriz de covarianzas, V^* . Se han planteado dos vías diferentes para obtener V^* : a través del método de máxima verosimilitud y por el procedimiento iterativo. El primero ofrece un estimador consistente de V ,

pero los estimadores de los parámetros son bastante sesgados a pequeñas escalas de variación²⁵. En cambio, el procedimiento iterativo ofrece un aproximación de V razonablemente precisa, aunque tampoco en este caso se ve libre de cierto sesgo. Por ello, nos hemos inclinado por la utilización del KRI, combinación del procedimiento iterativo y del método del Krigeaje residual. El KRI estima V en dos etapas que vamos a explicar a continuación²⁶.

Primera etapa en la estimación de V .

Dado que la variable en estudio, Z , no es estacionaria, se hace necesario determinar el orden del polinomio de deriva. Para ello se trabaja, en principio, como si las perturbaciones u estuvieran incorrelacionadas, obteniendo una primera estimación de éstas a través de la aplicación del método de MCO al modelo de la ecuación 34. En dicho modelo de regresión se va incrementando el orden del polinomio de deriva, K , (con $K = 1, 2$, etc.), hasta el momento en que el variograma de los residuos obtenidos, $\gamma_{\hat{u}}(h)$, muestre un comportamiento estacionario. El definitivo orden del polinomio de la deriva es el más alto que se haya alcanzado.

²⁵ Véase CRESSIE, N. (1991): *Statistics for Spatial Data*. John Wiley and Sons, New York.

²⁶ Este procedimiento se encuentra desarrollado en el artículo de NEUMAN, S.P.; JACOBSON, E.A. (1984): Analysis of non-intrinsic spatial variability by residual Kriging with application to regional groundwater levels. *Mathematical Geology*, 16, 499-521.

Precisamente, la determinación del grado del polinomio y la selección adecuada de los monomios que deben ser incluidos en la superficie polinómica es un paso delicado para la correcta implementación de la metodología del AST y del KRI. Por un lado, si se considera un polinomio con un grado demasiado bajo, entonces la superficie estimada podría no ser capaz de captar todas las variaciones espaciales atribuibles a la tendencia a gran escala o deriva. Por el lado contrario, la inclusión de más términos polinomiales para captar la deriva espacial tiene un alto coste, puesto que se pierden rápidamente grados de libertad y, sobre todo, se incrementa enormemente la multicolinealidad entre los términos polinomiales a medida que éstos van siendo introducidos. Se han propuesto varios criterios para determinar el grado polinomial. Uno de ellos consiste en examinar las líneas de nivel (isovalores) que generan las sucesivas superficies polinómicas para intentar detectar si son o no coherentes con el comportamiento espacial esperado del fenómeno en estudio²⁷. Dicha propuesta ha sido criticada por su evidente apriorismo y porque, si bien esta representación es interesante e indicativa de una tendencia espacial general, no es suficiente como para concluir que la forma funcional elegida es la más razonable. El criterio más utilizado²⁸ consiste en comenzar con un polinomio de primer grado y estimar polinomios de grados cada vez

²⁷ Véase a este respecto el artículo de SCHROEDER, L.D.; SJOQUIST, D. (1976): Investigation of population density gradients using trend surface analysis. *Land Economics*, 52, 3, 382-392.

²⁸ Esta segunda propuesta puede consultarse en el citado artículo de JACKSON, J.R. (1977).

mayores, hasta que el bajo incremento en la suma de cuadrados explicada por la regresión indique que un aumento de términos no añade poder explicativo apreciable al modelo. Determinado el grado del polinomio de la deriva surge el problema de seleccionar los términos que deben entrar en su composición, esto es, si se va a considerar un polinomio completo o incompleto. Es criticable la utilización en exclusiva del criterio de la significación de los coeficientes (validados conjunta o individualmente), para juzgar la precisión estadística de la estimación de la superficie de tendencia, debido a que la multicolinealidad entre los términos polinomiales puede llegar a ser importante, aumentando a medida que se agregan más términos. Una alta multicolinealidad provoca la aparición de grandes desviaciones típicas de los coeficientes estimados, la consecuente disminución de los valores de los estadísticos y, por tanto, un aumento no controlado de las posibilidades de aceptar la hipótesis nula de no significación de los coeficientes. Pero aún puede reseñarse la aparición de un nuevo problema que afecta a la fiabilidad del criterio de la significación de los coeficientes, el de la autocorrelación espacial de los residuos del modelo. Este problema afecta negativamente a la validez del criterio arriba citado para la determinación del grado del polinomio, por un lado y, por otro lado, si la autocorrelación es positiva tiene un efecto sobre la significación de los coeficientes de sentido contrario y compensador, hasta cierto punto, del efecto que produce el problema de la multicolinealidad.

Así, Barnbrock y Greene²⁹ subrayan la precaución extrema con la que deben interpretarse los resultados de la inferencia realizada sobre la significación del modelo y de los coeficientes del polinomio de deriva cuando los residuos del modelo presentan autocorrelación espacial. Precisamente la existencia de autocorrelación espacial en los residuos es muy frecuente en este tipo de variables económicas y urbanísticas, como consecuencia de que los residuos recogen la variabilidad a pequeña escala, pero además es la condición *sine qua non* para poder aplicar sobre éstos la TVR y el estimador espacial de Krigeaje. En definitiva, cuando existe correlación espacial en los residuos la regresión MCO presenta varios problemas, pero en nuestro caso es necesario llevarla a cabo en esta primera etapa como paso previo para una segunda, en la cual se utilizará la técnica de regresión MCG. Los aludidos problemas que pueden aparecer en la regresión MCO son los siguientes:

- 1º) Los estimadores de los parámetros son insesgados pero no tienen varianza mínima y, por tanto,
- 2º) Las predicciones de la variable explicada no son eficientes.
- 3º) La estimación de la varianza residual tiende a subestimar a la verdadera varianza de los residuos.
- 4º) Las varianzas de los estimadores MCO tiende a subestimar a las verdaderas varianzas.

²⁹ Véase BARNBROCK, J.; GREENE, D.L. (1977): Investigation of population density gradients using trend surface analysis: comment. *Land Economics*, 53, 2, 239-245.

5º) Se plantean dudas acerca de la validez de los contrastes de hipótesis sobre la significación del modelo (estadístico F-Snedecor) y sobre la significación individual de los coeficientes (estadísticos t-Student)³⁰.

Como Norcliffe ha puesto de manifiesto en sus estudios sobre el AST, la presencia de autocorrelación tiende a inflar artificialmente la varianza explicada por la regresión y, por tanto, el coeficiente R^2 y el valor del estadístico F de la validación conjunta de los coeficientes³¹. Al mismo tiempo, la presencia de autocorrelación espacial provoca la pérdida de eficiencia en la estimación MCO de los parámetros del modelo de regresión y si dicha correlación es positiva tendería a aumentar artificialmente los valores de los estadísticos experimentales tipo t-Student, utilizados para la significación individual de los coeficientes. Por tanto, la presencia de autocorrelación espacial en los residuos aumenta las posibilidades de rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis de significación del modelo y de los coeficientes estimados. En consecuencia, sólo deberían aceptarse aquellos modelos y coeficientes altamente significativos si se atiende al problema de la autocorrelación espacial en los residuos, mientras que, por el contrario, no se debería extremar la

³⁰ Véase KING, L. (1969): *Statistical Analysis in Geography*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.

³¹ Véase NORCLIFFE, G.B. (1969): On the use and limitations of trend surface models. *Canadian Geographer*, 13, 4, 338-348.

exigencia de significación si nos atenemos al problema de la multicolinealidad entre los términos de la superficie polinómica. La conjunción de ambos efectos implica que los resultados obtenidos en los contrastes de hipótesis sobre la significación del modelo ajustado y de sus coeficientes deban ser tomados con precaución.

Como un complemento del criterio sobre el grado de significación del modelo y de sus coeficientes, puede ser utilizado el criterio que vamos a reseñar a continuación. Dado que el filtrado de la deriva pretende la obtención de unos residuos estacionarios y autocorrelacionados espacialmente, el procedimiento para determinar el grado del polinomio de la deriva consiste en ir incrementando el orden de éste, hasta el punto en que el variograma de los residuos sea estacionario y se comporte isotrópicamente.

Resulta sumamente ilustrativo acompañar los procedimientos anteriores con un análisis gráfico del tipo de deriva que presenta la variable, a través de la observación de los valores que toma ésta en los puntos experimentales localizados espacialmente. Si el elevado número de datos disponibles impide una visión clara de la forma funcional de la deriva, la representación de las medias y las medianas muestrales a lo largo de las filas y las columnas trazadas sobre el plano puede facilitar esta

visión³². Este procedimiento gráfico enfatiza el aspecto espacial de los datos³³ y se basa en la obtención de la media y la mediana de los datos, que son encuadrados en una banda o franja según sus coordenadas cartesianas se encuentren dentro de un intervalo de valores de la coordenada X y de la coordenada Y ³⁴.

Finalmente, es necesario subrayar que con el ajuste del polinomio de deriva se obtienen unos residuos en los que se ha eliminado la tendencia espacial a gran escala recogida por dicho polinomio, pero no necesariamente la autocorrelación espacial de éstos. Por ejemplo, los residuos de una superficie polinómica de segundo grado, presumiblemente estarán libres del efecto de disminución de sus valores a medida que aumenta la distancia al máximo, esto es, libres de la tendencia a gran escala, pero no de la influencia de otros factores que afectan a una escala menor y que se reflejan en el mantenimiento de la autocorrelación espacial de los residuos, constatable a través de su representación sobre el plano o a través de su variograma. Ello permite aplicar sobre dichos residuos el

³² Una explicación detallada, con ejemplos adicionales, puede consultarse en la citada obra de CRESSIE, N. (1991).

³³ Además permite cubrir un objetivo adicional al de la detección del tipo de deriva, cual es el señalamiento de posibles observaciones atípicas a través de la comparación de un estadístico robusto, como es la mediana, con otro que lo es menos, caso de la media. Si la diferencia entre la media o la mediana de la fila (o la columna) es bastante grande, deberían examinarse los valores incluidos en la misma para detectar los posibles datos anómalos.

³⁴ En los capítulos VI, IX y X de esta Memoria se pueden encontrar varias aplicaciones de este procedimiento de detección de la tendencia espacial de los datos.

método de estimación espacial de Kriging. Evidentemente, la estimación final de la variable ha de ser el resultado de la confluencia de la tendencia a gran escala o deriva, junto con la estimación espacial por Kriging de los residuos, que recoge la influencia de factores que inciden a una escala espacial menor.

Segunda etapa en la estimación de V .

Una vez determinado el orden del polinomio de deriva se obtienen las estimaciones de los elementos de la matriz de covarianzas a través de la siguiente expresión:

$$V_{ij}^* = C_{\hat{u}}(h) = C_{\hat{u}}(0) - \gamma_{\hat{u}}(h) \quad \text{Ec. (51)}$$

donde $C_{\hat{u}}(0)$ es la meseta de la función variograma de los residuos mínimo cuadráticos.

Tras la estimación bietápica de V , se sustituye en la ecuación 41 la matriz de covarianzas por su estimación, V^* , obteniéndose una primera estimación MCG del vector de parámetros, \hat{b} . Como se ha comentado anteriormente, es necesario utilizar la regresión MCG, debido a la presencia de autocorrelación espacial en las perturbaciones. Para estimar éstas, \hat{b} se sustituye en la ecuación 42, resultando una primera estimación

MCG de los residuos, \hat{u} ; a partir de éstos, se puede calcular un nuevo variograma residual $\gamma_{\hat{u}}(h)$ y nuevas estimaciones de b y de u . El proceso iterativo descrito más arriba continúa hasta que los valores del variograma residual y de los coeficientes se estabilicen.

En la práctica se trabaja con el modelo de variograma residual ajustado al variograma experimental, calculándose éste último a través de la adaptación de la ecuación 17 al caso del KRI³⁵:

$$\gamma_{\hat{u}}^*(h_{\alpha}) = \frac{1}{2 NP(h_{\alpha})} \sum_{i=1}^{NP(h_{\alpha})} [\hat{u}(x_i + h_{\alpha}) - \hat{u}(x_i)]^2 \quad \text{Ec. (52)}$$

siendo:

$\hat{u}(x_i)$ y $\hat{u}(x_i + h_{\alpha})$ los residuos en los puntos x_i y $x_i + h_{\alpha}$, respectivamente.

$NP(h_{\alpha})$ el número de parejas distantes h en la dirección α .

3.5. Propiedades del estimador de Krigeaje.

1^a) El estimador de Krigeaje es lineal, insesgado y óptimo.

³⁵ Ha de aclararse que las estimaciones del variograma residual son sesgadas, si bien el sesgo es pequeño en distancias, h , próximas al origen; el sesgo del variograma residual estimado es importante, únicamente para muestras pequeñas y distancias grandes. A este respecto puede consultarse la obra de CRESSIE, N. (1991).

2ª) Las relaciones entre la función variograma y la covarianza permiten plantear las ecuaciones en las que intervienen a partir de cualquiera de ellas, indistintamente.

3ª) El sistema de ecuaciones de Krigeaje tiene solución única si y sólo si la matriz Γ es estrictamente definida positiva.

4ª) El estimador de Krigeaje es exacto: si la localización del punto donde se pretende realizar la estimación, x_0 , coincide con la de alguno de los puntos experimentales, x_i , entonces la estimación coincide con el valor experimental, $Z_k(x_0)$, siendo nula la varianza de estimación.

5ª) Cuando existe efecto pepita puro, esto es, el fenómeno es totalmente aleatorio, las covarianzas son nulas y los pesos $\lambda_i = \frac{1}{n}$, por lo que la mejor estimación en cualquier punto la ofrece la media aritmética de toda la muestra. Por ello, a medida que el efecto pepita crece, los pesos tienden a valer $\frac{1}{n}$, lo cual se denomina efecto pantalla³⁶.

³⁶ Se puede consultar una explicación más detallada en DAVID, M. (1977): *Geostatistical ore reserve estimation*. Elsener Scientific Publishing Company, New York. Un ejemplo numérico se halla recogido en la obra de CHICA OLMO, J.M. (1994, b).

6^a) La relación entre la varianza de los valores reales, σ_z^2 , la varianza de los valores estimados por Kriging, σ_{zk}^2 , y la varianza de estimación del Kriging (o varianza del error de estimación), σ_k^2 , viene dada por:

$$\sigma_z^2 = \sigma_{zk}^2 + \sigma_k^2 + 2\mu \quad \text{Ec. (53)}$$

dado que 2μ suele ser una cantidad muy pequeña, se puede afirmar que:

$$\sigma_z^2 \approx \sigma_{zk}^2 + \sigma_k^2 \quad \text{Ec. (54)}$$

Ello implica que las estimaciones del Kriging tienen menor variabilidad que los valores reales, en una magnitud determinada por la varianza del error de estimación del Kriging³⁷. Este efecto se denomina "alisado", ya que, a medida que aumenta la extensión del soporte, la varianza de estimación del Kriging disminuye, como se señaló que ocurría al pasar de la estimación puntual a la estimación por bloques.

7^a) El método de estimación del Kriging se basa en la geometría espacial de los datos y en su estructura espacial de variabilidad, como lo

³⁷ El desarrollo pormenorizado de estas relaciones puede consultarse en la citada obra de DAVID, M. (1977).

prueban las siguientes propiedades enunciadas por Delhomme³⁸:

- a) En el método del Krigeaje se tiene en cuenta tanto la posición relativa del punto o bloque donde se va a estimar respecto a los puntos experimentales (a través de γ_{i0} o γ_{iB}), como la posición relativa entre los puntos experimentales (γ_{ij}).
- b) La estructura de variabilidad o correlación del fenómeno se halla recogida a través de $\gamma(h)$ o $C(h)$.
- c) La varianza de estimación del Krigeaje σ_k^2 , no depende de los valores experimentales sino únicamente de la geometría del dominio donde se va a estimar (representada por γ_{BB} , siendo $\gamma_{BB} = 0$ en el caso puntual). Esta propiedad es de extraordinaria utilidad en el diseño de la malla del muestreo, pues se puede controlar la varianza de estimación conociendo el variograma $\gamma(h)$, para lo cual sólo es necesario conocer la localización de los puntos experimentales, x_i , pero no hay necesidad de disponer de los valores de la variable en los puntos experimentales, $Z(x_i)$.

8^a) En el método del Krigeaje el proceso de validación cruzada tiene como finalidad la medición de la cuantía de los errores cometidos en la estimación empírica por el método del Krigeaje, esto es, el cálculo de las

³⁸ Véase DELHOMME, J.P. (1976): *Applications de la Théorie des Variables Regionalisées dans les Sciences de l'Eau*. Thèse Docteur Ingenieur, Univ. Pierre et Marie Curie, Paris.

diferencias entre el valor real observado en un punto y el valor estimado por Krigeaje en esta misma localización:

$$e_i = e_k(x_i) = Z_K(x_i) - Z(x_i) \quad \text{Ec. (55)}$$

Las diferencias positivas indicarían los lugares en los cuales el método del Krigeaje sobreestima y las diferencias negativas aparecen en los lugares donde se producen subestimaciones.

En la práctica, la forma de obtener estos errores es suprimir ficticiamente cada dato $Z(x_i)$ y, a continuación, proceder a su estimación mediante el método del Krigeaje. Evidentemente, se obtienen tantos errores como número de datos experimentales utilizados en la estimación. Si estos errores, que se encuentran localizados espacialmente, son mayoritariamente bajos, y se observa un reducido número de puntos dispersos en los que alcancen valores absolutos inusualmente altos, se puede deducir que la estructura de variabilidad recogida en el modelo de variograma ajustado se corresponde con la del fenómeno estudiado. Por su parte, los errores inusualmente altos responden a un comportamiento anómalo, fuera del comportamiento normal de variabilidad, por lo que la validación cruzada también permite la localización espacial de datos *outliers*.

Además, resulta ilustrativo un análisis estadístico de la variable errores de estimación, a través del cálculo de una serie de estadísticos reveladores del grado de bondad de las estimaciones conseguidas con el

modelo de variograma ajustado. Las definiciones de estos estadísticos se recogen a continuación:

$$\text{Media de los errores: } ME = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e_i$$

$$\text{Error cuadrático medio: } ECM = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e_i^2$$

$$\text{Media del error típico o desviación típica de estimación: } MET = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sigma_{ki}$$

$$\text{Error medio adimensional: } EMA = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{e_i}{\sigma_{ki}}$$

$$\text{Error cuadrático medio adimensional: } ECMA = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{e_i}{\sigma_{ki}} \right)^2}$$

Es conveniente que la media de los errores (ME) y el error medio adimensional (EMA) tomen valores próximos a cero y que el error cuadrático medio adimensional (ECMA) sea próximo a uno. A efectos de comparación entre distintos modelos de variogramas ajustados, es preferible aquél cuyo error cuadrático medio (ECM) y cuya media del error típico de estimación (MET) sean menores, manteniendo las mismas condiciones de estimación.

CONTRASTES DE HIPÓTESIS CON DATOS MULTIVARIANTES

1. INTRODUCCIÓN.

El objetivo de este capítulo es describir someramente algunos contrastes de naturaleza multivariante¹. A través de dichos contrastes se trata de comprobar si existen suficientes pruebas como para afirmar que dos o más muestras provienen de poblaciones con diferente comportamiento medio o diferente dispersión. En definitiva, se pretende verificar si dichas poblaciones son heterogéneas entre sí o, por el contrario, tienen características semejantes. Posteriormente, en el capítulo VII, se aplicarán estos contrastes al análisis de las semejanzas y diferencias entre los sectores administrativos y entre los barrios obtenidos aplicando el estimador de Krigeaje sobre la primera componente principal.

¹ Puede encontrarse una explicación breve y concisa de estos contrastes en MANLY, B.F.J. (1986): *Multivariate Statistical Methods: A Primer*. Chapman and Hall, London, New York.

2. CONTRASTE MULTIVARIANTE FRENTE A CONTRASTES UNIVARIANTES.

La realización de una batería de contrastes univariantes sobre dos o más muestras no es óbice, en absoluto, para la conveniencia de realizar un contraste multivariante conjunto. De hecho, las conclusiones obtenidas en uno y otro caso no necesariamente tienen por qué ser coincidentes. Por ejemplo, unos valores medios en todas las variables de una muestra mayores que los de otra muestra pueden dar resultados no significativos en los contrastes individuales, pero ser significativo el resultado del contraste multivariante al acumularse todas las diferencias en un solo sentido. También puede ocurrir lo contrario: la obtención de algunos resultados significativos en los contrastes univariantes frente a un contraste multivariante no significativo.

Existe un aspecto importante que pone de manifiesto la conveniencia de realizar un contraste multivariante, al margen de que se haya realizado una batería de contrastes univariantes: el contraste multivariante permite controlar la probabilidad de cometer un error de primera especie o tipo uno. Es bien sabido que en un test univariante en el que el nivel de significación (o probabilidad de cometer un error tipo uno) sea del 5%, existe un 0'05 de probabilidad de obtener un resultado significativo y, por tanto, de rechazar la hipótesis nula, a pesar de ser cierta; en contrapartida,

existe una probabilidad de 0'95 de obtener un resultado no significativo en el caso de que la hipótesis nula sea cierta. Consiguientemente, al llevarse a cabo p contrastes univariantes independientes, la probabilidad de obtener resultados no significativos en todos ellos baja a $(0'95)^p$ y, por tanto, la probabilidad de cometer al menos un error de primera especie se eleva hasta $1 - (0'95)^p$. Si se encadena un grupo numeroso de contrastes univariantes, la probabilidad de cometer algún error tipo uno puede llegar a ser considerable. Por ejemplo, si se llevan a cabo contrastes univariantes para 6 variables, la probabilidad de obtener al menos un resultado significativo asciende a $1 - (0'95)^6 = 0'26$. Bien es cierto que cuando se manejan datos multivariantes, las variables no suelen ser totalmente independientes por lo que $1 - (0'95)^p$ no da la medida exacta de la probabilidad de obtener algún resultado significativo al realizar p contrastes univariantes. A pesar de ello, el principio general aún puede mantenerse: en la mayoría de los casos aumentará la probabilidad de cometer algún error tipo uno. Por el contrario, en un contraste multivariante, la utilización de un nivel de significación del 5% sí implicaría inequívocamente que existe una probabilidad de 0'05 de cometer un error de primera especie, independientemente del número de variables introducidas en el contraste. Esta es una importante ventaja de realizar un contraste multivariante en vez de una batería de contrastes univariantes, tanto más reseñable cuanto mayor sea el número de variables implicadas. Con el objetivo de ejercer un control sobre la probabilidad global de

cometer algún error de primera especie cuando se realiza una batería de contrastes univariantes, se han formulado diversas alternativas tendentes al ajuste de los niveles de significación. Sin embargo, en la mayoría de los casos, la realización de un simple contraste multivariante es la mejor de las alternativas.

Por último, el contraste multivariante tiene otra ventaja añadida: maneja adecuadamente el problema de la correlación entre las variables, aspecto no contemplado en los contrastes univariantes.

3. COMPARACIÓN DE VALORES MEDIOS EN EL CASO MULTIVARIANTE.

3.1. Para dos muestras.

Como es bien sabido, el contraste de la t-Student puede ser utilizado para la comparación de los valores medios de dos poblaciones en el caso univariante. Recordemos la expresión de su estadístico experimental:

$$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_r)}{s_p \sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_r}}} \quad \text{Ec. (1)}$$

que sigue una distribución t-Student con $N_1 + N_r - 2$ grados de libertad, donde \bar{x}_1 y \bar{x}_r son las medias de la variable X en cada una de las muestras,

N_1 y N_r son los tamaños muestrales respectivos y s_p^2 es la estimación de la varianza conjunta de la población obtenida a partir de las dos muestras, mediante la ponderación de las varianzas dentro de cada muestra s_1^2 y s_r^2 .

$$s_p^2 = \frac{(N_1 s_1^2 + N_r s_r^2)}{(N_1 + N_r - 2)} \quad \text{Ec. (2)}$$

El contraste es particularmente robusto en el caso de que la variable estudiada siga una distribución normal univariante.

La información aportada por cada uno de los contrastes univariantes de la t-Student nos permite afirmar en qué variables presentan diferencias significativas los valores medios de las dos poblaciones. No obstante, además de ello, podría ser interesante saber si la diferencia es o no significativa en todas las variables, consideradas conjuntamente; esto es, saber si la prueba global apunta hacia la existencia o no de diferencias significativas entre ambas poblaciones. Tal dicotomía puede resolverse a través de un contraste multivariante. Concretamente, el más utilizado para la comparación de valores medios es el contraste de la T^2 de Hotelling, que es la generalización multivariante del cuadrado del estadístico t-Student descrito más arriba.

Para construir el contraste de la T^2 de Hotelling ha de suponerse que

la distribución conjunta de las p variables² X_1, X_2, \dots, X_p que están siendo estudiadas, en cada una de las dos poblaciones consideradas, Q_l y Q_r , sigue una normal multivariante $N_p(M_l, C)$ y $N_p(M_r, C)$, respectivamente, donde M_l y M_r son los desconocidos vectores de medias de cada población,

$$M_l = \begin{pmatrix} m_{l1} \\ m_{l2} \\ \vdots \\ m_{li} \\ \vdots \\ m_{lp} \end{pmatrix} \quad M_r = \begin{pmatrix} m_{r1} \\ m_{r2} \\ \vdots \\ m_{ri} \\ \vdots \\ m_{rp} \end{pmatrix} \quad \text{Ec. (3)}$$

C es la matriz de covarianzas global, puesto que se supone el cumplimiento de la condición de homogeneidad de covarianzas; la matriz C también es desconocida.

Los valores de las p variables para el h -ésimo individuo de la muestra l lo representaremos por $x_{11h}, x_{12h}, \dots, x_{1ih}, \dots, x_{1ph}$ y los del h -ésimo individuo de la muestra r por $x_{r1h}, x_{r2h}, \dots, x_{rih}, \dots, x_{rph}$. Ambas muestras han de ser independientes entre sí. A partir de estas condiciones se pretende contrastar la hipótesis nula de igualdad de vectores medios frente a su alternativa:

$$H_0: M_l = M_r$$

$$H_1: M_l \neq M_r$$

Para el contraste se requiere el cálculo de las estimaciones de M_l , M_r y C .

² También pueden considerarse p combinaciones lineales de variables, como son las componentes principales.

Los vectores de medias poblacionales M_1 y M_r son estimados a través de sus correspondientes vectores de medias muestrales:

$$\bar{x}_1 = \begin{pmatrix} \bar{x}_{11} \\ \bar{x}_{12} \\ \vdots \\ \bar{x}_{1i} \\ \vdots \\ \bar{x}_{1p} \end{pmatrix} \quad \bar{x}_r = \begin{pmatrix} \bar{x}_{r1} \\ \bar{x}_{r2} \\ \vdots \\ \bar{x}_{ri} \\ \vdots \\ \bar{x}_{rp} \end{pmatrix} \quad \text{Ec. (4)}$$

donde:

$$\bar{x}_{ri} = \frac{1}{N_r} \sum_{h=1}^{N_r} x_{rih} \quad \text{Ec. (5)}$$

es la media de la variable X_i en la muestra r y, por tanto, \bar{x}_r representa el individuo medio de la muestra r (en nuestro caso, sería la vivienda media o vivienda tipo del barrio o sector administrativo r). Es necesario obtener las matrices de covarianzas para cada una de las muestras $S_r = (s_{ij}^{(r)})$, donde:

$$s_{ij}^{(r)} = \frac{1}{N_r} \sum_{h=1}^{N_r} (x_{rih} - \bar{x}_{ri})(x_{rjh} - \bar{x}_{rj}) \quad i, j = 1, \dots, p \quad \text{Ec. (6)}$$

Bajo la suposición de que las matrices de covarianzas poblacionales son las mismas para cada una de las dos poblaciones que están siendo comparadas, la matriz de covarianzas global, C , puede ser estimada sin sesgo a través

de la matriz agrupada dentro de las poblaciones \hat{S} (*pooled within groups*):

$$\hat{S} = \frac{1}{N_1 + N_r - 2} (N_1 S_1 + N_r S_r) \quad \text{Ec. (7)}$$

El estadístico de la T^2 de Hotelling se define como:

$$T^2 = N_1 N_r (\bar{x}_1 - \bar{x}_r)' \hat{S}^{-1} (\bar{x}_1 - \bar{x}_r) / (N_1 + N_r) \quad \text{Ec. (8)}$$

Dado que T^2 es una forma cuadrática, se obtiene como resultado un escalar, que también puede ser expresado así:

$$T^2 = \frac{N_1 N_r}{N_1 + N_r} \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^p (\bar{x}_{1i} - \bar{x}_{rj}) \hat{S}_{ij}^{-1} (\bar{x}_{1j} - \bar{x}_{rj}) \quad \text{Ec. (9)}$$

Un valor alto de este estadístico sería una prueba de que los vectores de medias son diferentes en las dos poblaciones de las que provienen las muestras. La significación o no significación del estadístico T^2 se decide teniendo en cuenta que, bajo la hipótesis nula de igualdad de vectores de medias, se obtendría el estadístico transformado

$$F = (N_1 + N_r - p - 1) T^2 / [(N_1 + N_r - 2)]p \quad \text{Ec. (10)}$$

que sigue una distribución F-Snedecor con p y $(N_1 + N_r - p - 1)$ grados de libertad.

Aunque el contraste T^2 se base en la suposición de que las dos

muestras provienen de sendas distribuciones normales multivariantes, con matrices de covarianzas iguales, pequeñas desviaciones de la normalidad multivariante no son demasiado problemáticas. Tampoco es grave una moderada diferencia entre las matrices de covarianzas, particularmente si se emplean tamaños muestrales parecidos.

3.2. Para más de dos muestras.

En este caso se tienen t poblaciones diferentes $Q_1, Q_2, \dots, Q_r, \dots, Q_t$, cuya unión conforma una población global Q y que cumplen la condición de que $Q_i \cap Q_r = \emptyset$, con $i, r = 1, \dots, t$ (por ejemplo, podrían ser las viviendas de una ciudad agrupadas en t barrios). De cada población se toma una muestra de tamaño N_r y se observan p variables X_1, \dots, X_p sobre cada uno de los N individuos que componen la muestra global, con

$N = \sum_{r=1}^t N_r$. Suponiendo que las observaciones se hallan normalmente

distribuidas, con matriz de covarianzas C común, se pretende contrastar la hipótesis de que los valores medios de las poblaciones son iguales frente a la hipótesis alternativa de que, al menos, hay dos poblaciones cuyos valores medios difieren entre sí. A modo de ejemplo se puede citar la aplicación que se desarrolla en el capítulo VII, donde se plantea la hipótesis de que las viviendas medias o viviendas tipo de los distintos barrios y sectores administrativos se pueden considerar semejantes, frente

a la hipótesis alternativa.

Cuando se comparan las medias de varias poblaciones en relación con una sola variable X_i , la generalización del contraste de la t-Student lleva al contraste de la F-Snedecor del análisis de la varianza de un factor (ANOVA). En este caso, las hipótesis nula y alternativa se enunciarían así:

$$H_0 : m_{i1} = \dots = m_{i2} = \dots = m_{it} = \dots = m_{it}$$

$$H_1 : m_{i1} \neq m_{it} \text{ para, al menos, dos medias } m_{i1}, m_{it} \text{ cualesquiera.}$$

Los cálculos para llevar a cabo el contraste se encuentran en la Tabla 1:

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media de cuadrados	F
Entre poblaciones	$B = \sum_{r=1}^t N_r (\bar{x}_{ri} - \bar{x}_i)^2$	t-1	B/(t-1)	$\frac{B/(t-1)}{W/(N-t)}$
Dentro de poblaciones	$W = \sum_{r=1}^t \sum_{h=1}^{N_r} (x_{rih} - \bar{x}_{ri})^2$	N-t	W/(N-t)	
Total	$T=B+W = \sum_{r=1}^t \sum_{h=1}^{N_r} (x_{rih} - \bar{x}_i)^2$	N-1		

Tabla 1

donde \bar{x}_i es la media muestral de la variable X_i en el conjunto de la muestra. En el caso de que se cumpla la H_0 , el estadístico F sigue una distribución F-Snedecor con $t-1$ y $N-t$ grados de libertad.

Cuando hay más de dos poblaciones y se pretenden comparar sus medias en relación con más de una variable, debe utilizarse una generalización del contraste descrito más arriba. Para la comparación entre los vectores de medias se plantea la siguiente pareja de hipótesis:

$$H_0: M_1 = M_2 = \dots = M_1 = \dots = M_r = \dots = M_t$$

$$H_1: M_1 \neq M_r \text{ para, al menos, un par de vectores de medias cualesquiera } M_1, M_r, \text{ con } 1 \leq 1 < r \leq t.$$

El contraste es la razón de verosimilitudes o razón Λ de Wilks del análisis multivariante de la varianza de un factor (MANOVA) (véase la Tabla 2).

Fuente de variación	Matriz de la suma de cuadrados	Grados de libertad	Estadístico Λ
Entre poblaciones	B	t - 1	$\Lambda = \frac{ W }{ W+B } = \frac{ W }{ T }$
Dentro de poblaciones	W	N - t	
Total	T = B + W		

Tabla 2

El estadístico Λ puede obtenerse también como el producto de los valores

propios de la matriz W respecto de T . W es la matriz agrupada de sumas de cuadrados y productos cruzados dentro de las poblaciones, la denominada matriz de dispersión dentro de las poblaciones. Dicha matriz $W = (w_{ij})$ se define como:

$$W = (N-t)\hat{S} = \sum_{r=1}^t N_r S_r \quad \text{Ec. (11)}$$

por lo que el elemento que ocupa la i -ésima fila y la j -ésima columna de la matriz correspondiente a la población Q_r , se obtiene así:

$$w_{ij}^{(r)} = \sum_{h=1}^{N_r} (x_{rih} - \bar{x}_{ri})(x_{rjh} - \bar{x}_{rj}) = N_r s_{ij}^{(r)} \quad i, j = 1, \dots, p \quad \text{Ec. (12)}$$

En definitiva, el elemento w_{ij} de la matriz W , que ocupa la i -ésima fila y la j -ésima columna se obtiene a través de la expresión:

$$w_{ij} = \sum_{r=1}^t \sum_{h=1}^{N_r} (x_{rih} - \bar{x}_{ri})(x_{rjh} - \bar{x}_{rj}) = \sum_{r=1}^t N_r s_{ij}^{(r)} = \sum_{r=1}^t w_{ij}^{(r)} \quad \text{Ec. (13)}$$

B es la matriz de sumas de cuadrados y productos cruzados entre las poblaciones, denominada matriz de dispersión entre las poblaciones. Los elementos de la matriz $B = (b_{ij})$ se calculan de la siguiente forma:

$$b_{ij} = \sum_{r=1}^t N_r (\bar{x}_{ri} - \bar{x}_i)(\bar{x}_{rj} - \bar{x}_j) \quad \text{Ec. (14)}$$

T es la matriz de sumas totales de cuadrados y productos cruzados, llamada matriz de dispersión total; se obtiene como la suma de las dos

matrices anteriores, $T = W + B$. Los elementos de la matriz $T = (t_{ij})$, se obtienen así:

$$t_{ij} = w_{ij} + b_{ij} = \sum_{r=1}^t \sum_{h=1}^{N_r} (x_{rjh} - \bar{x}_i)(x_{rjh} - \bar{x}_j) \quad \text{Ec. (15)}$$

Se han formulado diversas aproximaciones asintóticas del estadístico $\Lambda = |W|/|T|$. La que vamos a desarrollar en este capítulo se debe a Srivastava y Carter³, que proponen el siguiente estadístico:

$$\begin{aligned} \Phi &= -[N-1 - \frac{1}{2}(p-t)] \log_e[|W|/|T|] = \\ &= [N-1 - \frac{1}{2}(p-t)] \log_e[|T|/|W|] \end{aligned} \quad \text{Ec. (16)}$$

Bajo la hipótesis nula de igualdad de medias poblacionales, este estadístico seguiría una distribución chi-cuadrado con $p(t-1)$ grados de libertad.

Como ya quedó apuntando más arriba, este contraste también parte de dos suposiciones: la primera es que la distribución conjunta de las p variables en cada una de las t poblaciones sigue una normal multivariante;

³ Véase SRIVASTAVA, M.S.; CARTER, E.M. (1983): *An Introduction to Applied Multivariate Statistics*. North Holland, New York, pág. 97 y sigs. Por otro lado, en el epígrafe 7 del capítulo IV, dedicado a la explicación teórica del análisis canónico de poblaciones (en adelante, ACPL), se comentará la aproximación asintótica de la distribución Λ de Wilks, propuesta por Rao. Ésta fue formulada en el artículo de RAO, C.R. (1951): An asymptotic expansion of the distribution of Wilk's criterion. *Bull. Inst. Inter. Statist.*, XXXIII, 2, 177-180. También puede ser consultada en la obra de CUADRAS, C.M. (1991): *Métodos de Análisis Multivariante*. Promociones y Publicaciones Universitarias (PPU), Barcelona, pág. 48 y capítulo 20.

la segunda suposición es que la matriz de covarianzas dentro de las poblaciones es común para todas ellas. No obstante, el contraste es bastante robusto, en el sentido de que no se ve afectado fuertemente por moderadas desviaciones respecto de las suposiciones citadas.

4. COMPARACIÓN DE VARIACIONES EN EL CASO MULTIVARIANTE.

4.1. Para dos muestras.

El contraste comúnmente utilizado para comparar la dispersión entre dos poblaciones, en relación con una sola variable, es el que se basa en el estadístico experimental definido por la expresión

$$\frac{\frac{N_1}{N_1 - 1} s_1^2}{\frac{N_r}{N_r - 1} s_r^2} = \frac{\hat{s}_1^2}{\hat{s}_r^2} \quad \text{Ec. (17)}$$

donde s_1^2 , s_r^2 son las varianzas de la variable en las muestras 1-ésima y r-ésima, respectivamente, y \hat{s}_1^2, \hat{s}_r^2 son las cuasivarianzas muestrales. Como es sobradamente conocido, este estadístico sigue una distribución F-Snedecor con $N_1 - 1$ y $N_r - 1$ grados de libertad. El principal problema de este contraste radica en que es bastante sensible a la violación de la hipótesis de normalidad, hasta el punto de que un valor del estadístico experimental

significativo puede deberse tanto a la desigualdad en las dispersiones de ambas poblaciones como a que la variable no se distribuya normalmente. Por esta razón, la comparación de dispersiones en el caso multivariante no va a tomar como base de partida este contraste, procurando una generalización posterior, sino que las alternativas van a discurrir por otras vías.

El contraste que se aplica con mayor frecuencia para la comparación de la dispersión en dos poblaciones multivariantes es el de Bartlett. Sin embargo, presenta el mismo problema que el test F-Snedecor univariante: es muy sensible a la suposición de que las muestras provienen de distribuciones normales multivariantes⁴, por lo que existe la posibilidad de que el valor del estadístico experimental sea significativo debido a la desigualdad real entre las matrices de covarianzas poblacionales o bien, debido a la violación de la hipótesis de normalidad. Por esta razón, se han formulado contrastes más robustos que el de Bartlett, como son los propuestos por Levene (1960) y Van Valen (1978)⁵. En un principio, el contraste de Levene es diseñado como una alternativa que aporta más robustez que el contraste de la F-Snedecor univariante, pero además puede

⁴ Véase al respecto SRIVASTAVA, M.S.; CARTER, E.M. (1983).

⁵ El denominado test de Levene se halla recogido en el artículo de LEVENE, H. (1960): Robust test for equality of variance. *Contributions to Probability and Statistics* (I. Olkin, S.G. Ghurye, W. Hoeffding, W.G. Madow and H.B. Mann eds.), 278-292. Stanford University Press, California. El test de Van Valen puede consultarse en el artículo de VAN VALEN, L. (1978): The statistics of variaton. *Evolutionary Theory*, 4, 33-43 (Erratum *Evolutionary Theory* 4, 202).

ser generalizado al caso multivariante. La idea básica consiste en transformar los datos de partida en desviaciones absolutas respecto de las medias o respecto de las medianas muestrales, proporcionando esta última modalidad, sugerida por Schultz⁶, mayor robustez aún al contraste. Así, la cuestión acerca de si dos muestras recogen cantidades de dispersión significativamente diferentes se transforma en una cuestión acerca de si los valores transformados presentan diferencias significativas en cuanto a sus valores medios. Para comprobarlo, el segundo paso después del cálculo de las desviaciones absolutas respecto de las medias o medianas, es obtener las desviaciones medias para cada muestra. En el caso univariante las desviaciones medias de ambas muestras se comparan a través del clásico contraste de la t-Student para la comparación de medias (recogido en la ecuación 1). En el caso multivariante se comparan los vectores de las desviaciones medias a través del contraste de la T^2 de Hotelling si se trata de dos muestras o a través del test Φ si son más de dos muestras.

La otra alternativa para llevar a cabo la comparación de las dispersiones entre dos poblaciones es el contraste de Van Valen. En éste se trabaja con desviaciones respecto de las medias o de las medianas muestrales al cuadrado, en vez de hacerlo con desviaciones absolutas, como en el contraste de Levene. También en el contraste de Van Valen la

⁶ Esta modalidad del test de Levene se encuentra recogida en el artículo de SCHULTZ, B. (1983): On Levene's test and other statistics of variaton. *Evolutionary Theory*, 6, 197-203.

utilización de las medianas proporciona una mayor robustez. Las desviaciones del contraste de Van Valen son calculadas a través de la siguiente expresión:

$$d_{rh} = \sqrt{\sum_{i=1}^p (x_{rjh} - M_{ri})^2} \quad \text{Ec. (18)}$$

donde x_{rjh} es el valor que toma la observación h -ésima de la muestra r en la variable X_i y M_{ri} es la media aritmética, $M_{ri} = \bar{x}_{ri}$, o la mediana, $M_{ri} = Me_{ri}$, de dicha variable en la citada muestra. A continuación, se obtiene para cada una de las muestras la media de sus desviaciones d_{rh} ,

mediante la expresión: $\bar{d}_r = \frac{1}{N_r} \sum_{h=1}^{N_r} d_{rh}$. Finalmente, las medias de las

desviaciones (\bar{d}_r), son comparadas a través del contraste de la t -Student para la diferencia de medias. Evidentemente, si una muestra presenta mayor variabilidad que otra, entonces el valor de la media de sus desviaciones también será más alto. Por otro lado, con el fin de lograr que todas las variables tengan igual peso, sería conveniente tipificar los valores de partida antes del cálculo de las desviaciones d_{rh} ⁷.

⁷ Para llevar a cabo el test de Levene no es necesaria la tipificación, pues se obtiene el mismo valor del estadístico experimental que si se utilizan los datos originales.

Una cuestión que conviene tener presente en la aplicación de ambos tipos de contrastes es que el de Van Valen es direccional, mientras que el de Levene no lo es. Vamos a aclarar a continuación esta propiedad. El test de Van Valen se basa en la suposición implícita de que si las dos muestras comparadas difieren en su grado de variabilidad, entonces una de las muestras es más dispersa que la otra para todas las variables que están siendo consideradas. En cambio, podría obtenerse un resultado no significativo en el caso de que, por ejemplo, X_1 , X_2 y X_3 sean mucho más dispersas en la muestra l que en la r, pero X_4 , X_5 y X_6 presenten mayor dispersión en la muestra r que en la l. El efecto que podría tener esta diferencia de dispersiones es que tendieran a igualarse entre sí las medias de las desviaciones de Van Valen, \bar{d}_l y \bar{d}_r , pudiendo arrojar el contraste un valor del estadístico experimental que resultara ser no significativo. Por esta razón el contraste de Van Valen no es apropiado para situaciones donde existe, para una muestra respecto de la otra, mayor dispersión en un grupo de variables y menor dispersión en otro; por el contrario, sí es apropiado cuando una muestra tiene mayor (o menor) dispersión que la otra muestra en todas las variables. En definitiva, el contraste de Van Valen presenta la ventaja frente al de Levene de ser direccional, en el sentido de que es más sensible a los efectos producidos por la existencia de una mayor variación en una muestra que en otra, cuando esta mayor dispersión apunta en el mismo sentido para todas las variables.

4.2. Para más de dos muestras.

El contraste más difundido para comparar las dispersiones entre varias poblaciones es el de Bartlett⁸, que ya ha sido mencionado en el epígrafe 4.1., cuando lo que se pretendía era llevar a cabo la comparación de dos poblaciones sobre la base de más de una variable. Para más de dos poblaciones el test de Bartlett adolece del mismo inconveniente que fue comentado con anterioridad: es muy sensible al incumplimiento de la suposición de normalidad multivariante en la distribución de las variables que están siendo estudiadas. Las alternativas más robustas que pueden ser recomendadas implican la generalización a más de dos muestras de los contrastes de Levene y Van Valen. La generalización del contraste de Levene requiere el cálculo de las desviaciones absolutas respecto de la media o mediana muestrales para las t muestras. Si estas muestras van a ser comparadas en relación con la dispersión de una sola variable, estos valores transformados pueden ser tratados como las observaciones $x_{i,h}$ en el contraste F-Snedecor del análisis de la varianza de un factor (ANOVA), que se encuentra recogido en la Tabla 1. Un valor significativo del estadístico experimental ha de ser interpretado en el sentido de que las muestras provienen de poblaciones con diferentes desviaciones medias, esto es, de poblaciones con distinta variabilidad. En el caso de que se efectuara

⁸ De hecho, es el que se ofrece en la mayoría de los paquetes estadísticos. No nos extenderemos ahora sobre él, sino que se comentará con mayor profundidad en el capítulo IV, en el que se desarrolla el ACPL.

la comparación de dispersiones sobre la base de más de una variable, los valores transformados en desviaciones serían introducidos en el contraste de la razón de verosimilitudes o razón Λ de Wilks del análisis multivariante de la varianza de un factor (MANOVA), que se halla recogido en la Tabla 2. Así, cuando el valor del estadístico experimental ϕ (definido en la ecuación 16 en la modalidad de Srivastava y Carter), resulte ser significativo, ello se interpreta como que las dispersiones del vector de variables no son comunes en las t poblaciones de las que se han extraído las muestras.

En la generalización del contraste de Van Valen para las t muestras, que es la otra vía para conseguir un test robusto, es aconsejable la tipificación previa de los datos, al igual que ocurría cuando se comparaban dos muestras. Tras el cálculo de las t medias de las desviaciones (d_{rh}) definidas en la ecuación 18, estas t desviaciones medias $\bar{d}_1, \dots, \bar{d}_1, \dots, \bar{d}_r, \dots, \bar{d}_t$ son comparadas a través del contraste F-Snedecor del análisis univariante de la varianza de un factor (ANOVA). Si el valor del estadístico experimental es significativo, se infiere que algunas poblaciones de las que se han extraído las muestras presentan mayor variabilidad que otras. Al igual que ocurre en el caso de las dos muestras, este contraste es particularmente apropiado cuando algunas de las muestras son más dispersas que otras en todas las variables que están siendo estudiadas, pues entonces surte efecto la cualidad del test de Van Valen de ser direccional.

RESUMEN DE LOS CONTRASTES EXPLICADOS EN EL CAPÍTULO

Comparación de Medias		
	1 Variable	> 1 Variable
2 Muestras	* Contraste de la t-Student.	* Contraste de la T^2 de Hotelling.
> 2 Muestras	* Contraste F-Snedecor (ANOVA).	* Contraste de la razón de verosimilitudes o razón Λ de Wilks (MANOVA), con dos opciones: a) Aproximación de Srivastava y Carter: estadístico ϕ . b) Aproximación de Rao (epígrafe 7, cap. IV).
Comparación de Variaciones		
	1 Variable	> 1 Variable
2 Muestras	* Contraste F-Snedecor del cociente de varianzas. * Contraste de Levene (combinado con el contraste de la t-Student para las medias). * Contraste de Van Valen (combinado con el contraste de la t-Student para las medias).	* Contraste de Levene (combinado con el contraste de la T^2 de Hotelling). * Contraste de Van Valen (combinado con el de la t-Student para las medias). * Contraste de Bartlett (epígrafe 7, cap. IV).
> 2 Muestras	* Contraste de Levene (combinado con el contraste F-Snedecor de ANOVA). * Contraste de Van Valen (combinado con el contraste F-Snedecor de ANOVA).	* Contraste de Levene (combinado con la razón Λ de Wilks (MANOVA), ya sea en la aproximación de Srivastava y Carter o en la de Rao). * Contraste de Van Valen (combinado con el contraste F-Snedecor de ANOVA). * Contraste de Bartlett (epígrafe 7, cap. IV).

ANÁLISIS CANÓNICO DE POBLACIONES

1. INTRODUCCIÓN.

El análisis canónico de poblaciones (ACPL), también denominado análisis de funciones discriminantes canónicas¹, tiene como objetivo determinar aquella combinación lineal de variables que mayor discriminación introducen entre varias poblaciones pertenecientes a una misma población global, de tal forma que se pueda llegar a una ordenación de las poblaciones en la que se logre la mayor heterogeneidad entre ellas y la mayor homogeneidad dentro de ellas. Al igual que otros métodos de análisis factorial, proporciona una imagen gráfica del posicionamiento relativo de estas poblaciones.

¹ La denominación de análisis canónico de poblaciones es utilizada, entre otros, por CUADRAS, C.M. (1991): *Métodos de Análisis Multivariante*. Promociones y Publicaciones Universitarias (PPU), Barcelona. Sin embargo, la denominación de análisis de funciones discriminantes canónicas, como una parte del análisis de funciones discriminantes, es más utilizada en la literatura anglosajona, como puede constatarse en la obra de MANLY, B.F.J. (1986): *Multivariate Statistical Methods: A Primer*. Chapman and Hall, London, New York.

Posteriormente, se comentará la aplicación del análisis canónico de poblaciones como una herramienta para verificar si la división de la ciudad en barrios, obtenida utilizando el estimador de Krigeaje sobre la primera componente principal, introduce mayor discriminación que la división de la ciudad en los sectores administrativos que tradicionalmente se han venido considerando. Esta aplicación se desarrollará en el capítulo VIII.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. PROPIEDADES DE LAS VARIABLES CANÓNICAS.

Sea Q una población general compuesta por la unión de t poblaciones o grupos disjuntos Q_1, Q_2, \dots, Q_t (por ejemplo, grupos de viviendas pertenecientes a barrios o a sectores administrativos de una misma ciudad):

$$Q = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_t \quad Q_1 \cap Q_r = \emptyset \quad 1, r = 1, \dots, t \quad \text{Ec. (1)}$$

Consideremos X_1, X_2, \dots, X_p características observables sobre la población general Q . Se dispone de N_r observaciones ($r = 1, \dots, t$) de las p variables observables, tomadas sobre la población Q_r (en nuestro caso, podrían ser las características de las N_r viviendas muestrales pertenecientes al r -ésimo barrio o sector administrativo de la ciudad). Dado que sobre cada individuo se observan p variables, los datos obtenidos formarán una tabla $N \times p$,

siendo $N = \sum_{r=1}^t N_r$

VARIABLES

$X_1 \quad X_2, \dots, X_i, \dots, X_p$

POBLACIONES

Q_1	$X_{111} \quad X_{121}, \dots, X_{1i1}, \dots, X_{1p1}$	N_1
	
	$X_{11N_1} \quad X_{12N_1}, \dots, X_{1iN_1}, \dots, X_{1pN_1}$	
.....		
Q_r	$X_{r11} \quad X_{r21}, \dots, X_{ri1}, \dots, X_{rp1}$	N_r
	
	$X_{r1h} \quad X_{r2h}, \dots, X_{rih}, \dots, X_{rph}$	
.....		
Q_t	$X_{t11} \quad X_{t21}, \dots, X_{ti1}, \dots, X_{tp1}$	N_t
	
	$X_{t1N_t} \quad X_{t2N_t}, \dots, X_{tiN_t}, \dots, X_{tpN_t}$	

Tabla 1

X_{rih} es el valor que toma la variable X_i en la observación h-ésima de la población Q_r (en nuestro ejemplo, el valor que tiene la característica X_i en la vivienda observada h-ésima del barrio o sector administrativo r-ésimo).

Por otro lado, la media de la variable X_i en la población Q_r , sería:

$$\bar{x}_{ri} = \frac{1}{N_r} \sum_{h=1}^{N_r} x_{rih} \quad \text{Ec. (2)}$$

y el individuo medio de la población Q_r vendría dado por el punto cuyas coordenadas son las medias de cada una de las p variables (en nuestro caso, sería la vivienda media o vivienda tipo del barrio o sector administrativo r -ésimo):

$$\bar{x}_r : (\bar{x}_{r1}, \bar{x}_{r2}, \dots, \bar{x}_{rp})' \quad r = 1, \dots, t \quad \text{Ec. (3)}$$

Llevaremos el planteamiento del problema al ámbito poblacional, aunque posteriormente regresaremos al ámbito muestral. Vamos a denominar C_r a la matriz de covarianzas poblacionales correspondiente a la población Q_r . Supondremos que se cumple la condición de homogeneidad entre las matrices de covarianzas de cada una de las t poblaciones y, a su vez, de éstas con la población global

$$C_1 = \dots = C_t = C \quad \text{Ec. (4)}$$

donde C es la matriz de covarianzas global. También se supone que la distribución conjunta de las variables X_1, \dots, X_p , para cada población Q_r , sigue una normal multivariante $N_p(M_r, C)$, donde M_r es el vector de medias de la población Q_r . El vector de medias $M_r = (m_{r1}, \dots, m_{rp})'$ recoge las coordenadas del individuo medio poblacional, representativo de la

población Q_r , en relación con las variables observadas X_1, \dots, X_p . Lógicamente, M_r puede ser estimado por \bar{x}_r . Por otro lado, generalmente la matriz de covarianzas C_r es desconocida, pudiendo ser estimada a través de la matriz de covarianzas muestrales $S_r = (s_{ij}^{(r)})$, como se comentó en el capítulo III

$$s_{ij}^{(r)} = \frac{1}{N_r} \sum_{h=1}^{N_r} (x_{rih} - \bar{x}_{ri}) (x_{rjh} - \bar{x}_{rj}) \quad i, j = 1, \dots, p \quad \text{Ec. (5)}$$

Por su parte, la matriz de covarianzas global puede ser estimada sin sesgo a través de la matriz agrupada dentro de las poblaciones \hat{S} (*pooled within groups*):

$$\hat{S} = \frac{1}{N-t} \sum_{r=1}^t N_r S_r \quad \text{Ec. (6)}$$

y la covarianza entre \bar{x}_{ri} y \bar{x}_{rj} es:

$$\text{Cov}(\bar{x}_{ri}, \bar{x}_{rj}) = \frac{c_{ij}}{N_r} \quad \text{Ec. (7)}$$

Bajo estas condiciones, puede demostrarse² la generalización multidimensional del teorema de Fisher sobre la distribución de los

² La demostración del teorema que se enuncia a continuación puede consultarse en ANDERSON, T.W. (1958): *An Introduction to Multivariate Statistical Analysis*. Wiley and Sons, New York, pág. 183.

estadísticos media y cuasivarianza muestrales y la independencia entre ellos, resumida en tres puntos:

1) La distribución de cada vector de medias \bar{x}_r es: $N_p(M_r, N_r^{-1}C)$

2) La distribución de la matriz $W = (N - t) \hat{S}$, denominada en el capítulo III como matriz agrupada de sumas de cuadrados y productos cruzados dentro de las poblaciones o matriz de dispersión dentro de las poblaciones es una distribución del tipo Wishart³ $W_p(C, N-t)$, generalización multivariante de la distribución χ^2 de Pearson.

3) Los individuos medios de las poblaciones, $\bar{x}_1, \dots, \bar{x}_t$, son estocásticamente independientes entre sí, e independientes respecto de la matriz W o \hat{S} .

A partir de los elementos anteriormente desarrollados, puede definirse la distancia de Mahalanobis entre la población Q_1 y la población Q_r como el escalar que recoge la distancia estadística entre sus individuos

³ Una explicación más detallada sobre la distribución de Wishart puede consultarse en el capítulo 2 de la obra de CUADRAS, C.M. (1991).

medios, teniendo en cuenta las correlaciones entre las variables:

$$D_{lr}^2 = D^2(Q_l, Q_r) = \sum_{i=1}^P \sum_{j=1}^P (m_{li} - \bar{m}_l) c_{ij}^{-1} (m_{rj} - \bar{m}_r) \quad \text{Ec. (8)}$$

donde c_{ij}^{-1} es el elemento que ocupa la i -ésima fila y la j -ésima columna de la inversa de la matriz de covarianzas global, notada por C . La expresión anterior puede ser escrita a través de la forma cuadrática:

$$D_{lr}^2 = D^2(Q_l, Q_r) = (M_l - \bar{M}_l)' C^{-1} (M_r - \bar{M}_r) \quad \text{Ec. (9)}$$

La utilización de la distancia de Mahalanobis, tiene una importante ventaja sobre otras distancias como la euclídea o la de Penrose: cuando dos variables están midiendo esencialmente lo mismo y, por tanto, están altamente correlacionadas, la distancia de Mahalanobis evita que ambas contribuyan al cálculo de la distancia en la misma medida que una tercera variable que sea independiente de éstas. De esta forma, se consigue definir una distancia que mida realmente las diferencias entre los individuos, al no verse afectada por información redundante ni por la utilización de una u otra escala de medida⁴.

Si los vectores de medias de las poblaciones Q_l y Q_r y la matriz de covarianzas global son desconocidos, pueden ser estimados, como se ha señalado anteriormente, a través de \bar{x}_l , \bar{x}_r y \hat{S} , respectivamente,

⁴ Las propiedades de la distancia de Mahalanobis pueden consultarse en el libro de CUADRAS, C.M. (1991), págs. 238-244.

obteniéndose así una buena estimación de la distancia de Mahalanobis:

$$\hat{D}_{lr}^2 = \hat{D}^2(Q_l, Q_r) = (\bar{x}_l - \bar{x}_r)' \hat{S}^{-1} (\bar{x}_l - \bar{x}_r) \quad \text{Ec. (10)}$$

El ACPL conduce a la transformación de la matriz de medias muestrales $X = (\bar{x}_{ri})$, obtenida directamente de la tabla de datos, en la matriz de datos $Y = (y_{ri})$, referida a las variables canónicas Y_i , tal que

$$Y = X V : \\ (t \times p) \quad (t \times p) \quad (p \times p)$$

	$X_1 \dots X_i \dots X_p$		$Y_1 \dots Y_i \dots Y_p$
Q_1	$\bar{x}_{11} \dots \bar{x}_{1i} \dots \bar{x}_{1p}$		$y_{11} \dots y_{1i} \dots y_{1p}$
...
Q_l	$\bar{x}_{l1} \dots \bar{x}_{li} \dots \bar{x}_{lp}$		$y_{l1} \dots y_{li} \dots y_{lp}$
...	\Rightarrow
Q_r	$\bar{x}_{r1} \dots \bar{x}_{ri} \dots \bar{x}_{rp}$		$y_{r1} \dots y_{ri} \dots y_{rp}$
...
Q_t	$\bar{x}_{t1} \dots \bar{x}_{ti} \dots \bar{x}_{tp}$		$y_{t1} \dots y_{ti} \dots y_{tp}$

$$X = (\bar{x}_{ri}) \Rightarrow Y = X V = (y_{ri}) \quad \text{Ec. (11)}$$

La transformación canónica cumple las siguientes propiedades:

1ª) La distancia euclídea entre las proyecciones canónicas de los individuos medios, es decir, la distancia entre los puntos (y_{11}, \dots, y_{1p}) y (y_{r1}, \dots, y_{rp}) coincide con la distancia de Mahalanobis de los puntos originales $(\bar{x}_{11}, \dots, \bar{x}_{1p})$ y $(\bar{x}_{r1}, \dots, \bar{x}_{rp})$:

$$\hat{D}^2(Q_p, Q_r) = \sum_{i=1}^p (y_{li} - y_{ri})^2 \quad \text{Ec. (12)}$$

Las filas de la matriz Y son denominadas coordenadas canónicas de las poblaciones. La dimensión efectiva de este conjunto es $e = \min(t-1, p)$, puesto que a partir de e, las demás coordenadas se mantienen constantes.

2ª) Las siguientes combinaciones lineales de las variables se denominan variables canónicas o funciones discriminantes canónicas:

$$Y_1 = v_{11} X_1 + \dots + v_{p1} X_p$$

.....

$$Y_i = v_{1i} X_1 + \dots + v_{pi} X_p$$

.....

$$Y_j = v_{1j} X_1 + \dots + v_{pj} X_p$$

.....

$$Y_p = v_{1p} X_1 + \dots + v_{pp} X_p$$

Las variables canónicas tienen varianzas unitarias y están incorrelacionadas

entre sí con respecto a la matriz de covarianzas \hat{S} ⁵:

$$\left. \begin{aligned} \text{Var}_{\hat{S}}(Y_i) = \text{Cov}_{\hat{S}}(Y_i, Y_i) = v_i' \hat{S} v_i = 1 \\ \text{Cov}_{\hat{S}}(Y_i, Y_j) = v_i' \hat{S} v_j = 0 \end{aligned} \right\} \text{con } \begin{cases} i, j = 1, \dots, p \\ i \neq j \end{cases} \quad \text{Ec. (13)}$$

con $v_i = (v_{li}, \dots, v_{pi})'$, $v_j = (v_{lj}, \dots, v_{pj})'$.

3^a) Las d primeras coordenadas canónicas son las coordenadas de los individuos medios de las poblaciones, restringidas al subespacio canónico de dimensión d , S_d^c , formado por la d primeras variables canónicas:

$$S_d^c = \langle Y_1, \dots, Y_d \rangle \quad \text{Ec. (14)}$$

La distancia euclídea entre estos individuos medios en dimensión d también coincide con la distancia de Mahalanobis restringida al subespacio canónico de dimensión d , S_d^c . Estas coordenadas presentan máxima dispersión, es decir, para una dimensión d preestablecida, la siguiente expresión es máxima:

$$D(S_d^c) = \sum_{l,r=1}^t \hat{D}_{S_d^c}^2(Q_l, Q_r) = \sum_{l,r=1}^t \sum_{i=1}^d (y_{li} - y_{ri})^2 \quad \text{Ec. (15)}$$

Es decir, los individuos medios en el subespacio canónico de dimensión d

⁵ La demostración de estas dos propiedades puede consultarse en el capítulo 11 de la obra de CUADRAS, C.M. (1991), bajo la denominación de primer teorema fundamental (págs. 250-255 y 264-266).

están alejados al máximo entre sí, consiguiéndose así la máxima discriminación entre las poblaciones. En definitiva, las variables canónicas Y_1, \dots, Y_d son combinaciones lineales de las variables originales, construidas de tal forma que Y_1 refleje las diferencias entre las poblaciones, tanto como sea posible; Y_2 refleja, tanto como sea posible, las diferencias entre poblaciones no mostradas por Y_1 ; Y_3 recoge las diferencias entre poblaciones no mostradas por Y_1 ni por Y_2 , etc. Lo ideal es que un pequeño número de variables canónicas sea suficiente para recoger la mayor parte de las diferencias importantes entre las poblaciones.

3. OBTENCIÓN DE LAS COORDENADAS CANÓNICAS.

Consideremos la matriz de datos \bar{X} , obtenida a partir de X :

$$\bar{X} = \begin{pmatrix} \bar{x}_{11} - \bar{x}_1 & \bar{x}_{12} - \bar{x}_2 & \dots & \bar{x}_{1i} - \bar{x}_i & \dots & \bar{x}_{1p} - \bar{x}_p \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \bar{x}_{21} - \bar{x}_1 & \bar{x}_{22} - \bar{x}_2 & \dots & \bar{x}_{2i} - \bar{x}_i & \dots & \bar{x}_{2p} - \bar{x}_p \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \bar{x}_{r1} - \bar{x}_1 & \bar{x}_{r2} - \bar{x}_2 & \dots & \bar{x}_{ri} - \bar{x}_i & \dots & \bar{x}_{rp} - \bar{x}_p \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \bar{x}_{t1} - \bar{x}_1 & \bar{x}_{t2} - \bar{x}_2 & \dots & \bar{x}_{ti} - \bar{x}_i & \dots & \bar{x}_{tp} - \bar{x}_p \end{pmatrix} \quad \text{Ec. (16)}$$

Si consideramos como observaciones muestrales las medias muestrales de las t poblaciones, entonces la matriz A , definida por el siguiente producto $A = \bar{X}' \bar{X}$, sería proporcional a la matriz de covarianzas entre las variables medias muestrales. La matriz A mediría la covariabilidad entre las

poblaciones. Si A se multiplica por el escalar $1/t$ se obtiene la estimación máximo verosímil de la matriz de covarianzas entre las medias poblacionales; si A se multiplica por $1/(t-1)$ se obtendría la estimación insesgada de dicha matriz de covarianzas entre las medias poblacionales.

Por otro lado, la matriz de covarianzas global C , común para cada una de las t poblaciones, mide la covariabilidad dentro de cada población. Como ya se ha comentado, C puede ser estimada sin sesgo a través de \hat{S} .

Para obtener una representación que recoja la distancia de Mahalanobis entre las poblaciones se procede a la diagonalización de $A = \bar{X}' \bar{X}$ con respecto de \hat{S} (o con respecto de C , en caso de que fuera conocida) y, posteriormente, se aplica la proyección canónica. El algoritmo de diagonalización y la obtención de las variables y coordenadas canónicas se puede resumir en los siguientes pasos:

1^o) Se calculan los vectores propios $v_i = (v_{1i}, \dots, v_{pi})'$, resultado de

la diagonalización de A con respecto de \hat{S} :

$$A v_i = \lambda_i \hat{S} v_i \Leftrightarrow \hat{S}^{-1} A v_i = \lambda_i v_i \quad \text{Ec. (17)}$$

$$|A - \lambda_i \hat{S}| = 0, \quad \lambda_1 \geq \dots \geq \lambda_p \geq 0 \quad \text{Ec. (18)}$$

siendo λ_i los valores propios de la diagonalización anterior.

2º) Las variables canónicas se obtienen como una combinación lineal de las columnas de la matriz de datos \bar{X} (que son las medias muestrales en desviaciones):

$$Y_i = v_{1i} X_1 + \dots + v_{pi} X_p, \quad \text{con} \quad \text{Var}_{\hat{S}}(Y_i) = v_i' \hat{S} v_i = 1 \quad \text{Ec. (19)}$$

3º) La matriz V , que contiene los vectores propios ordenados de mayor a menor valor propio

$$V = \begin{pmatrix} v_{11} & \dots & v_{1e} \\ \vdots & & \vdots \\ v_{p1} & \dots & v_{pe} \end{pmatrix} \quad \text{donde} \quad e = \min(t-1, p) \quad \text{Ec. (20)}$$

es la utilizada para llevar a cabo el cambio de coordenadas euclídeas a canónicas, a través de la proyección canónica $Y = \bar{X} V$. Este producto proporciona las coordenadas canónicas de los individuos medios como las filas de la matriz Y . Recordemos que la dimensión efectiva de este conjunto de individuos es $e = \min(t-1, p)$.

4. REPRESENTACIÓN CANÓNICA.

La representación geométrica de dicha configuración euclídea tomando las d primeras coordenadas, sería la representación canónica en dimensión d , que, como se ha dicho, tiene máximo poder de discriminación entre las poblaciones, representadas por sus individuos medios.

En el ACPL no sólo se puede representar la proyección canónica de los individuos medios, sino también las regiones de confianza para los individuos medios de cada una de las poblaciones. Para construir las regiones de confianza vamos a considerar los siguientes elementos:

1º) La distancia estadística:

$$D^2(\gamma, M_r) = (g - M_r)' C^{-1} (g - M_r) \quad g \in Q_r \quad \text{Ec. (21)}$$

de un individuo γ de coordenadas $g = (x_1, \dots, x_p)'$ al individuo medio de la población a la que pertenece, en relación con las variables observadas X_1, \dots, X_p . Dado que $M_r = (m_{r1}, \dots, m_{rp})'$ es un punto del espacio euclídeo \mathbb{R}^p y C es una matriz definida positiva, puede demostrarse⁶ que el conjunto de individuos H_r incluidos en la población Q_r , tales que su

⁶ Véanse las páginas 253 y siguientes del libro de CUADRAS, C.M. (1991).

distancia al individuo medio M_r es inferior a la constante a :

$$H_r = \{ \gamma / D^2(\gamma, M_r) \leq a \} \quad H_r \subset Q_r \quad \text{Ec. (22)}$$

constituye en \mathbb{R}^p un elipsoide de concentración⁷ cuyo centro es el individuo medio M_r (véase la Figura 1):

$$E_r^{(a)} = \{ g / (g - M_r)' C^{-1} (g - M_r) \leq a \} \quad \text{Ec. (23)}$$

2º) A continuación, vamos a considerar el subespacio $S_d = \langle Y_1, \dots, Y_d \rangle$, generado por d variables obtenidas como combinaciones lineales de las observables X_1, \dots, X_p . La distancia de un individuo γ al individuo medio de la población Q_r , $D^2(\gamma, M_r)$, se puede restringir al subespacio S^d :

$$\begin{aligned} D_{S_d}^2(\gamma, M_r) &= (g^* - M_r^*)' C_d^{-1} (g^* - M_r^*) = \\ &= (g - M_r)' V C_d^{-1} V' (g - M_r) \end{aligned} \quad \text{Ec. (24)}$$

donde V es la matriz del cambio de coordenadas que contiene a los vectores propios, es decir, recoge los coeficientes de las combinaciones

⁷ El concepto de elipsoide de concentración como una herramienta para analizar la mayor o menor dispersión multidimensional existente en una distribución multivariante, es formulada por CRAMER, H. (1968): *Métodos Matemáticos de Estadística*. Aguilar, Madrid. Así, dadas dos distribuciones multivariantes, correspondientes a dos conjuntos de variables, la distribución de la primera está más concentrada que la de la segunda si el elipsoide de concentración de la primera distribución está contenido en el elipsoide de concentración de la segunda.

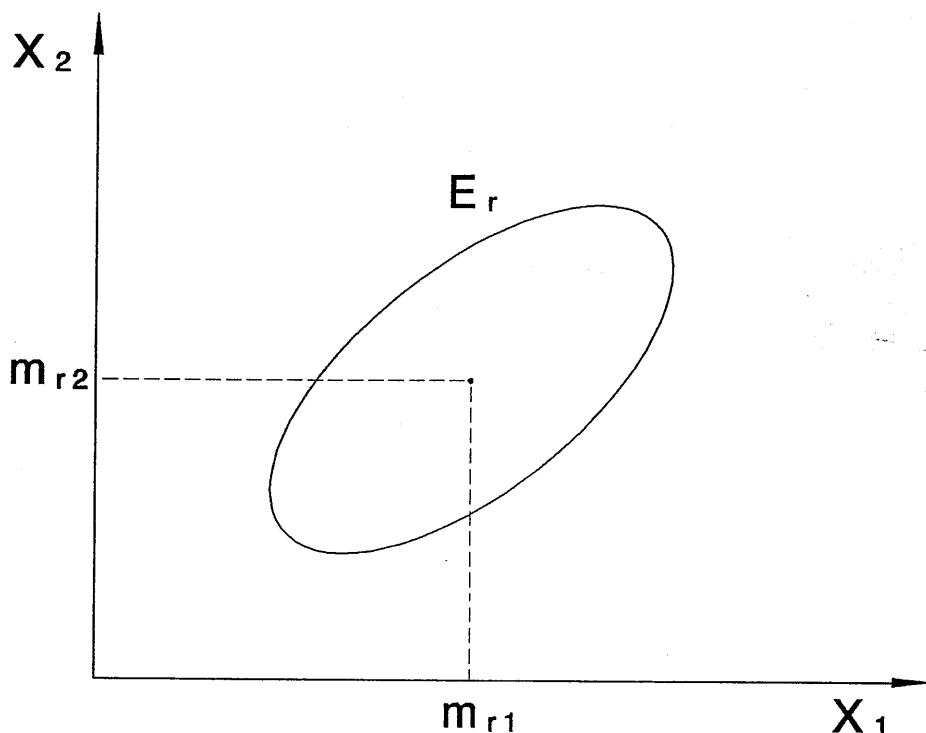


Figura 1. Elipsoide de concentración.

lineales de las variables originales, siendo dicha matriz de orden $d \times d$; $g^* = V'g$, $M_r^* = V'M_r$ son las proyecciones de los individuos g y del individuo medio M_r , respectivamente, en el subespacio S_d ; C_d es la matriz de covarianzas de las variables Y_1, \dots, Y_d .

3º) Por otra parte, puede demostrarse⁸ que la proyección del elipsoide de concentración $E_r^{(a)}$ es otro elipsoide de concentración, referido

⁸ La demostración de este teorema se halla recogida en la página 128 del libro de DEMPSTER, A.P. (1969): *Elements of Continuous Multivariate Analysis*. Addison-Wesley, Reading, Massachusetts.

a las variables Y_1, \dots, Y_d

$$E_r^{*(a)} = \left\{ \mathbf{g}^*/(\mathbf{g}^* - \mathbf{M}_r^*)' C_d^{-1}(\mathbf{g}^* - \mathbf{M}_r^*) \leq a \right\} \quad \text{Ec. (25)}$$

4º) Supongamos que la distribución conjunta de las variables observables X_1, \dots, X_p en la población Q_r es $N_p(\mathbf{M}_r, C)$, con $r = 1, \dots, t$. Sea F_ϵ la abscisa de una distribución F de Snedecor con p y $[(N-t)-(p-1)]$ grados de libertad, tal que $P(F > F_\epsilon) = \epsilon$; sea R_ϵ^2 igual al siguiente valor:

$$R_\epsilon^2 = F_\epsilon \frac{(N-t)p}{[(N-t)-(p-1)]} \quad \text{Ec. (26)}$$

Consideremos también las proyecciones canónicas en dimensión d de los individuos medios, es decir, las coordenadas canónicas obtenidas como $\bar{y}_r = \mathbf{V}' \bar{\mathbf{x}}_r$, con $r = 1, \dots, t$.

A partir de todos los elementos anteriores, pueden construirse los elipsoides de concentración de dimensión d para los vectores de medias poblacionales $\mathbf{M}_1^*, \dots, \mathbf{M}_t^*$, cuyos centros son las proyecciones canónicas de los individuos medios muestrales $\bar{y}_1, \dots, \bar{y}_t$, sujetos a la condición de

que la distancia sea inferior a $\frac{R_\epsilon^2}{N_r}$

$$(\mathbf{M}_r^* - \bar{\mathbf{y}}_r)' \mathbf{C}_d^{-1} (\mathbf{M}_r^* - \bar{\mathbf{y}}_r) \leq \frac{R_\epsilon^2}{N_r} \quad \text{Ec. (27)}$$

Puede demostrarse que los vectores de medias poblacionales \mathbf{M}_r^* pertenecen al elipsoide construido, con un nivel de confianza $1-\epsilon^9$, de ahí que se denominen regiones confidenciales esféricas (círculos de confianza si $d = 2$):

$$\begin{aligned} & P[(\mathbf{M}_r^* - \bar{\mathbf{y}}_r)' \mathbf{I} (\mathbf{M}_r^* - \bar{\mathbf{y}}_r) \leq \frac{R_\epsilon^2}{N_r}] = \\ & = P \left[\|\mathbf{M}_r^* - \bar{\mathbf{y}}_r\| \leq \frac{R_\epsilon}{\sqrt{N_r}} \right] = 1 - \epsilon \quad r = 1, \dots, t \end{aligned} \quad \text{Ec. (28)}$$

Como las variables canónicas son ortogonales y son de módulo unidad respecto a la covarianza, se verifica que $\mathbf{C}_d^{-1} = \mathbf{I}$ (matriz identidad), con lo cual el elipsoide construido se representa geoméricamente según una esfera de radio $\frac{R_\epsilon}{\sqrt{N_r}}$ (véase la Figura 2).

⁹ Véase CUADRAS, C.M. (1974): Análisis discriminante de funciones paramétricas estimables. *Trab. Estad. Inv. Oper.*, 25, 3, 3-31.

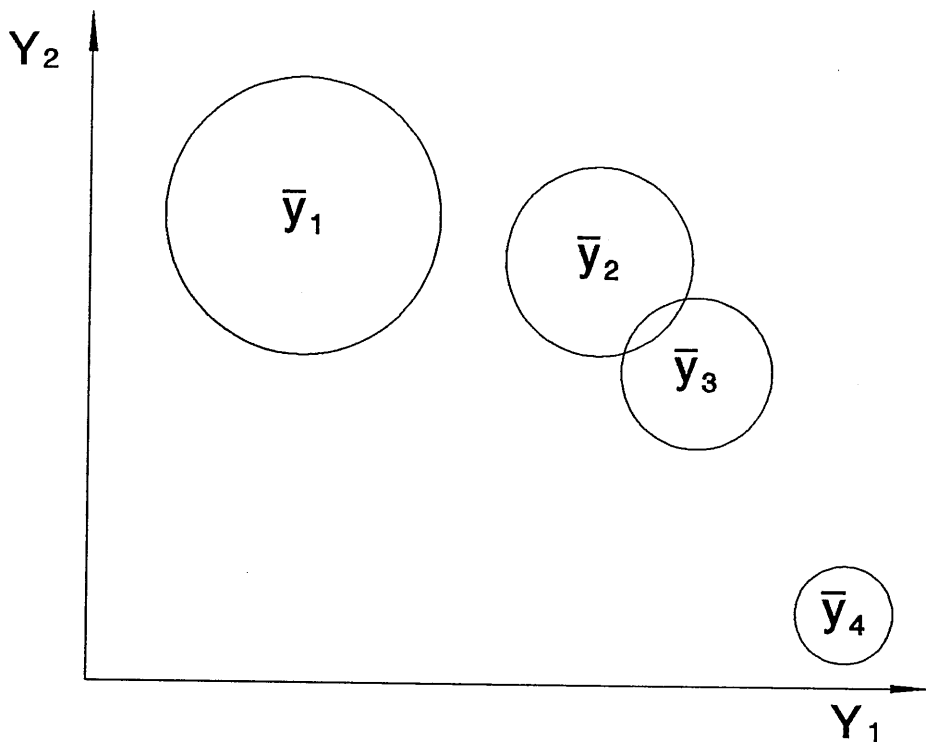


Figura 2. Círculos de confianza.

Evidentemente, cuanto mayor sea el tamaño de la población, N_i , menor será el radio de la esfera, para un nivel de confianza dado. La observación de la posición relativa de las esferas de confianza ofrece una visión del grado de separación o semejanza entre las diversas poblaciones. En nuestro caso, podrían dar una idea de la mayor o menor discriminación lograda en la zonificación de una ciudad, atendiendo a que el criterio de división sea uno u otro: por ejemplo, que la zonificación sea la plasmada en la división administrativa en sectores, frente a la zonificación propuesta en esta Memoria, división ésta última, que, como se explicará en el capítulo VI, combina la metodología del análisis de componentes principales y la teoría de las variables regionalizadas. De la observación de las esferas confidenciales representativas de las zonas obtenidas bajo

sendos criterios, se puede concluir cuál de los dos criterios de división de la ciudad tiene mayor poder de discriminación.

5. ESTRUCTURA FACTORIAL DE LAS VARIABLES CANÓNICAS.

Teniendo en cuenta que las variables canónicas Y_i son combinaciones lineales de las variables observables originales X_i , aquéllas pueden ser contempladas desde su perspectiva de factores. Así, la observación de la matriz de correlaciones entre las variables canónicas y las variables observables sería fundamental para determinar cuáles de éstas últimas son las que mayor peso tienen en la interpretación de la primera variable canónica, de la segunda, etc. De esta forma, se pondrían de manifiesto las variables que mayor discriminación introducen entre las poblaciones, dado que el primer eje canónico es el más discriminante, seguido por el segundo, etc.

6. ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN.

Se ha visto que como consecuencia del método de construcción de las variables canónicas, las distancias geométricas euclídeas entre las representaciones canónicas de las poblaciones, son iguales a las distancias de Mahalanobis, salvo la pérdida de información que pueda producirse al

reducir la dimensión para efectuar dichas representaciones. La representación canónica debe ser realizada en una dimensión $d \leq e = \min(t-1, p)$, de ahí que sea importante conocer la tasa de dispersión explicada o tasa de inercia explicada por los d primeros ejes:

$$\tau = \frac{\lambda_1 + \dots + \lambda_d}{\lambda_1 + \dots + \lambda_e} \quad \text{Ec. (29)}$$

En caso de normalidad es conveniente aplicar el test de Bartlett sobre la significación de los ejes canónicos, que permite testar la hipótesis nula de que los ejes Y_{d+1}, \dots, Y_e no son significativos. Sean $\hat{\lambda}_1, \dots, \hat{\lambda}_e$ los valores propios de $A = \bar{X}'\bar{X}$ respecto de \hat{S} . Sean $\lambda_1, \dots, \lambda_e$ los valores propios poblacionales. Evidentemente, si $\lambda_i = 0$, entonces la variable canónica Y_i no tiene variabilidad respecto a la covarianza entre las poblaciones y, por tanto, no hay discriminación a lo largo del eje Y_i . En consecuencia, el contraste de significación de los ejes canónicos parte de la hipótesis nula de que los valores propios $\lambda_{d+1}, \dots, \lambda_e$ son nulos

$$H_0: \lambda_d > \lambda_{d+1} = \dots = \lambda_e = 0 \quad \text{Ec. (30)}$$

en cuyo caso, los ejes Y_{d+1}, \dots, Y_e no serían significativos, por lo que los vectores de medias de las t poblaciones M_1, \dots, M_t estarían contenidos en

un hiperplano de dimensión d . El citado test tiene el siguiente estadístico:

$$\chi_d^2 = \left[N - 1 - \frac{p + t}{2} \right] [\log(1 + \mu_{d+1}) + \dots + \log(1 + \mu_e)] \quad \text{Ec. (31)}$$

donde $\mu_1 > \dots \geq \mu_e$ son los valores propios de la matriz de sumas de cuadrados y productos cruzados entre las poblaciones (también denominada matriz de dispersión entre las poblaciones), que notaremos por B , respecto de W , que es la matriz agrupada de sumas de cuadrados y productos cruzados dentro de las poblaciones (denominada matriz de dispersión dentro de las poblaciones)¹⁰. Si $\text{rango}(B) = d$ y N es grande, entonces el estadístico χ_d^2 sigue una distribución chi-cuadrado con un número de grados de libertad igual a $(p - d)(t - d - 1)$ ¹¹.

7. ANÁLISIS DEL CUMPLIMIENTO DE LAS HIPÓTESIS BÁSICAS DEL ANÁLISIS CANÓNICO DE POBLACIONES.

Para que la aplicación del ACPL sea correcta, se deben contrastar

¹⁰ Ambas matrices fueron definidas en el capítulo III, siendo utilizadas en el contraste multivariante de más de dos vectores de medias, en el que se aplica la razón Λ de Wilks del análisis multivariante de la varianza de un factor (MANOVA).

¹¹ Pueden consultarse algunas puntualizaciones sobre este test en las siguientes referencias bibliográficas: CUADRAS, C.M. (1991), pág. 360. RAO, C.R. (1973): *Linear Statistical Inference and Its Applications*. John Wiley and Sons, New York. FUJIKOSHI, Y.; VEITCH, L. G. (1979): Estimation of dimensionality in canonical correlation analysis. *Biometrika*, 66, 2, 345-351.

previamente dos hipótesis:

1ª) La hipótesis de homogeneidad de las matrices de covarianzas de las poblaciones $H_0: C_1 = \dots = C_t$ debe ser aceptada. Para contrastar la hipótesis puede utilizarse el test de Bartlett de razón de verosimilitud:

$$\lambda = \frac{\prod_{r=1}^t |S_r|^{N_r/2}}{|S|^{N/2}} \quad \text{Ec. (32)}$$

donde $|S_r|$ es el determinante de la matriz de covarianzas muestrales de

la población Q_r y $S = \frac{N-t}{N} \hat{S}$ es el estimador máximo verosímil de la

matriz de covarianzas poblacional C . Dicho test utiliza el estadístico:

$$\chi_c^2 = -2 \log \lambda = N \log |S| - \sum_{r=1}^t N_r \log |S_r| \quad \text{Ec. (33)}$$

que asintóticamente sigue una distribución chi-cuadrado con un número de grados de libertad igual a $(t-1)p(p+1)/2$.

Es muy frecuente, en la práctica, que la hipótesis de homogeneidad de covarianzas resulte rechazada, lo cual implica que los elipsoides de concentración de las poblaciones tienen una orientación diferente. Ello no obstante, si al comparar las matrices de correlaciones de las poblaciones, se observa que los signos de los coeficientes de correlación que tienen mayor valor absoluto no varían de una matriz a otra, entonces la

orientación de los elipsoides es semejante, siendo posible la construcción de unos ejes comunes (los denominados ejes canónicos) para representar simultáneamente las distintas poblaciones.

2ª) La hipótesis de igualdad de medias:

$$H_0: M_1 = \dots = M_t \quad \text{Ec. (34)}$$

debe ser rechazada, puesto que si la hipótesis nula fuera cierta, la representación canónica se reduciría a un punto en el que coincidirían todas las poblaciones, salvo las fluctuaciones debidas al muestreo. El contraste de la hipótesis puede hacerse en este caso a través de la razón de verosimilitudes o razón Λ de Wilks, utilizada en el análisis multivariante de la varianza de un factor (MANOVA):

$$\Lambda = \frac{|W|}{|W + B|} = \frac{|W|}{|T|} \quad \text{Ec. (35)}$$

donde Λ también puede obtenerse como el producto de los valores propios de W respecto de T , siendo T la matriz de dispersión total. La matriz de dispersión dentro de las poblaciones, $W = (w_{ij})$, verifica que:

$$W = (N - t) \hat{S} = \sum_{r=1}^t N_r S_r \quad \text{Ec. (36)}$$

como se explica en el epígrafe 2. Los elementos de la matriz W se obtienen mediante las ecuaciones 12 y 13 del capítulo III. Por su parte, los elementos de la matriz de dispersión entre las poblaciones, $B = (b_{ij})$, se

hallan así:

$$b_{ij} = \sum_{r=1}^t N_r (\bar{x}_{ri} - \bar{x}_i)(x_{rj} - \bar{x}_j) \quad \text{Ec. (37)}$$

cumpléndose que $B = N_r A = N_r \bar{X}' \bar{X}$ cuando $N_1 = \dots = N_t$. Por tanto, B también es proporcional a la matriz de covarianzas entre las variables. B sigue una distribución Wishart $W_p(C, t-1)$.

Finalmente, los elementos de la denominada matriz de dispersión total $T = B + W$, se calculan así:

$$t_{ij} = b_{ij} + w_{ij} = \sum_{r=1}^t \sum_{h=1}^{N_r} (x_{rih} - \bar{x}_i)(x_{rjh} - \bar{x}_j) \quad \text{Ec. (38)}$$

expresión que también se dio a conocer en el capítulo III.

Para el cálculo del valor del estadístico $\Lambda = |W|/|T|$ puede recurrirse a la utilización de dos aproximaciones asintóticas. Por un lado, se cuenta con la aproximación a la distribución chi-cuadrado, enunciada por Srivastava y Carter¹², que fue explicada en el capítulo III. Por otro lado, se encuentra la aproximación asintótica de la distribución Λ de Wilks (que se puede considerar como una versión multivariante de la distribución

¹² Véase SRIVASTAVA, M.S.; CARTER, E.M. (1983): *An Introduction to Applied Multivariate Statistics*. North Holland, New York, pág. 97 y sigs.

F-Snedecor) a la distribución F-Snedecor, que denominaremos aproximación asintótica de Rao¹³:

$$F = \frac{ab - 2c}{p(t-1)} \frac{1 - \Lambda^{1/b}}{\Lambda^{1/b}} \quad \text{Ec. (39)}$$

donde F tiene asintóticamente la distribución F-Snedecor con $p(t-1)$ grados de libertad en el numerador y $(ab - 2c)$ grados de libertad en el denominador, siendo:

$$a = (N-t) + (t-1) - [p + (t-1) + 1]/2$$

$$b^2 = [p^2(t-1)^2 - 4]/[p^2 + (t-1)^2 - 5]$$

$$c = [p(t-1) - 2]/4$$

¹³ Esta aproximación se debe a RAO, C.R. (1951): An asymptotic expansion of the distribution of Wilk's criterion. *Bull. Inst. Inter. Statist.*, XXXIII, 2, 177-180. También puede consultarse en la página 48 y en el capítulo 20 del libro de CUADRAS, C.M. (1991).

SEGUNDA PARTE

APLICACIÓN DE TÉCNICAS ESTADÍSTICAS

PARA EL ANÁLISIS DEL VALOR DE LA VIVIENDA

APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

1. INTRODUCCIÓN.

La vivienda como bien urbano participa de un gran número de características de muy diversa naturaleza. El manejo e interpretación de tal volumen de variables hace necesario realizar una representación sintetizada de éstas, de una manera conjunta o global. Precisamente, las características del ACP explicadas en el capítulo I hacen de éste una herramienta estadística que reporta una gran ayuda para llevar a cabo esta labor de síntesis. El análisis de estas representaciones sintetizadas conducirá al agrupamiento de las numerosas variables originales en unas pocas variables latentes, que son denominadas factores o componentes principales. Estas nuevas variables han de ser representativas del conjunto de las variables originales y deben ser interpretadas a partir de su relación con éstas, como ya se explicó en el capítulo I. Estas agrupaciones de variables pueden ser de gran utilidad desde un punto de vista descriptivo para conocer cuáles

son, de todo este conglomerado de características o variables, las que mejor caracterizan a un colectivo de viviendas y las que mayor discriminación introducen dentro de dicho colectivo¹. Estas nuevas variables o factores (las componentes principales) pueden ser utilizados para clasificar las viviendas en función del mayor o menor valor que tomen las variables para cada una de las viviendas.

2. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA Y DE LAS VARIABLES OBSERVADAS.

El ACP se ha aplicado sobre los datos recogidos a través de una encuesta del Servicio de Valoración y Asistencia Técnica, integrado dentro de la Dirección General de Tributos e Inspección Tributaria, dependiente de la Consejería de Economía y Hacienda de la Junta de Andalucía. La muestra del mercado inmobiliario del municipio de Granada se extrajo durante el primer semestre de 1991, estando disponible su consulta a finales de 1992. Con el fin de evitar heterogeneidades, sólo se ha trabajado con viviendas del mercado secundario, excluyendo, por tanto, las promociones de nueva edificación, pues éstas tienen unas peculiaridades específicas, diferentes a las de las viviendas usadas. Una razón adicional

¹ Una aplicación del ACP en esta línea de estudio puede consultarse en CANO GUERVÓS, R.A.; CHICA OLMO, J.M.; HERMOSO GUTIÉRREZ, J.A. (1993, b): Categorización de las características de la vivienda en venta en la ciudad de Granada. *Estudios de Economía Aplicada. Actas de la VII Reunión de la Asociación Científico Europea de Economía Aplicada (ASEPELT-España)*, vol. I, 46-55. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz, Cádiz.

que justifica la selección de las viviendas usadas es que no resulta posible hacer el mismo tipo de estudio (ni de naturaleza multivariante ni de naturaleza espacial) para las promociones que para las viviendas del mercado secundario, pues aquéllas son escasas en número y concentradas espacialmente en muy pocos puntos de la capital, como consecuencia de la escasez de suelo libre edificable.

Razones semejantes a las anteriores nos han llevado a separar las viviendas colectivas de las viviendas unifamiliares, pues las mismas características en ambos tipos de viviendas no tienen idéntica valoración en uno y otro caso al ser bienes inmobiliarios diferentes, en los que los potenciales compradores buscan utilidades no equiparables. Además, el tratamiento del valor de la localización en la literatura relativa a la tasación inmobiliaria también es diferente para ambas tipologías edificatorias. Debido a la escasez y elevada concentración espacial de las viviendas unifamiliares en venta, se ha optado por fijar la atención en viviendas colectivas, más numerosas y diseminadas por toda la ciudad. Como consecuencia de esta decisión, se ha excluido del estudio el barrio del Albayzín (denominado sector 3), donde la mayoría de las viviendas en venta de la muestra eran de tipología unifamiliar y donde la localización se valora conforme a unos parámetros urbanísticos singulares, entre los que prima la componente paisajística.

Definitivamente, la muestra seleccionada se compone de 298 viviendas colectivas (pisos) del mercado secundario. Si se tiene en cuenta que el número de transacciones de bienes inmuebles de esta naturaleza, registrado a lo largo del año 1991 por el Servicio de Valoración y Asistencia Técnica ronda las 750, podríamos considerar este sondeo como bastante representativo del comportamiento de la oferta de este mercado. En dicho sondeo se recaba información muy variada, como puede verse en el anexo 1. Las características cuantitativas de las viviendas que se han considerado más relevantes, y que han sido incluidas en el ACP, se materializan en las siguientes variables:

1^a) Antigüedad: se define como la diferencia entre el año del sondeo (1991) y el año de edificación. Este dato ha sido verificado para las 298 viviendas, contrastándolo con el que figura registrado en la base de datos del Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria (CGCCT) de Granada. En caso de inconcordancia, por diversas razones consideramos este último como más preciso y fiable que el que pueda aportar el vendedor de la vivienda.

2^a) Conservación: toma los valores enteros 1 (buena conservación) y 2 (mala conservación).

3^a) Habitaciones (HABITAC): número de dependencias, excluidas

la cocina, baños y aseos. Recoge el número de dormitorios y piezas de estar (salones, comedores y salas de estar), obteniéndose como la suma de los campos 24 y 25.

4^a) Amplitud: cociente entre la superficie construida de la vivienda (que es otra de las variables seleccionadas) y número de habitaciones (HABITAC). Se interpreta como una medida objetiva de la calidad habitacional de la vivienda: en general, una mayor amplitud de las habitaciones implicaría más habitabilidad y mayor calidad.

5^a) Áreas de esparcimiento y ocio (ESPARC): se acumulan puntos de 0 a 6 en función de que la vivienda disponga de áreas de recreo (piscina, pista deportiva o jardín). Si el área de recreo es compartida con otras viviendas se le asigna 1 punto, y si es privada, 2 puntos. Así, por ejemplo, se podrían encontrar las siguientes puntuaciones:

0 puntos: la vivienda no cuenta con áreas de ocio.

1 punto: tiene un área de ocio compartida.

2 puntos: tiene un área de ocio privada o dos áreas de ocio compartidas.

3 puntos: tiene un área de ocio privada y una compartida o tiene tres compartidas.

Ha de hacerse notar que la puntuación máxima que se ha alcanzado

Definitivamente, la muestra seleccionada se compone de 298 viviendas colectivas (pisos) del mercado secundario. Si se tiene en cuenta que el número de transacciones de bienes inmuebles de esta naturaleza, registrado a lo largo del año 1991 por el Servicio de Valoración y Asistencia Técnica ronda las 750, podríamos considerar este sondeo como bastante representativo del comportamiento de la oferta de este mercado. En dicho sondeo se recaba información muy variada, como puede verse en el anexo 1. Las características cuantitativas de las viviendas que se han considerado más relevantes, y que han sido incluidas en el ACP, se materializan en las siguientes variables:

1^a) Antigüedad: se define como la diferencia entre el año del sondeo (1991) y el año de edificación. Este dato ha sido verificado para las 298 viviendas, contrastándolo con el que figura registrado en la base de datos del Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria (CGCCT) de Granada. En caso de inconcordancia, por diversas razones consideramos este último como más preciso y fiable que el que pueda aportar el vendedor de la vivienda.

2^a) Conservación: toma los valores enteros 1 (buena conservación) y 2 (mala conservación).

3^a) Habitaciones (HABITAC): número de dependencias, excluidas

la cocina, baños y aseos. Recoge el número de dormitorios y piezas de estar (salones, comedores y salas de estar), obteniéndose como la suma de los campos 24 y 25.

4^a) Amplitud: cociente entre la superficie construida de la vivienda (que es otra de las variables seleccionadas) y número de habitaciones (HABITAC). Se interpreta como una medida objetiva de la calidad habitacional de la vivienda: en general, una mayor amplitud de las habitaciones implicaría más habitabilidad y mayor calidad.

5^a) Áreas de esparcimiento y ocio (ESPARC): se acumulan puntos de 0 a 6 en función de que la vivienda disponga de áreas de recreo (piscina, pista deportiva o jardín). Si el área de recreo es compartida con otras viviendas se le asigna 1 punto, y si es privada, 2 puntos. Así, por ejemplo, se podrían encontrar las siguientes puntuaciones:

0 puntos: la vivienda no cuenta con áreas de ocio.

1 punto: tiene un área de ocio compartida.

2 puntos: tiene un área de ocio privada o dos áreas de ocio compartidas.

3 puntos: tiene un área de ocio privada y una compartida o tiene tres compartidas.

Ha de hacerse notar que la puntuación máxima que se ha alcanzado

entre las viviendas del sondeo es de 3 puntos, consecuencia de que sólo se han incluido viviendas colectivas, en las que las áreas de ocio y esparcimiento son compartidas.

6^a) Superficie construida de la vivienda (SUP_C_VIV): en metros cuadrados construidos (también este dato ha sido cruzado con el que figura registrado en la base de datos del CGCCT).

7^a) Coeficiente de exterioridad (COEFEXTER): se hace una evaluación global del grado de exterioridad versus interioridad de la vivienda. Para ello, se asignan puntuaciones diferentes a las viviendas en función de que se consideren exteriores (3 puntos), interiores de manzana (2 puntos) o interiores de parcela (1 punto). Esta puntuación se matiza sumándole el cociente entre el número de habitaciones que abren luces a la fachada (campo 26 de la ficha) y el número total de habitaciones (HABITAC).

8^a) Baños por dormitorio (BAÑOPORDORM): se obtiene mediante el cociente del número de baños y aseos de la vivienda entre el número de dormitorios. Por cada baño se asigna a la vivienda el valor 1 y por cada aseo un 0'6. El coeficiente de baños por dormitorio es un indicador objetivo de la calidad de la vivienda.

9ª) DISTANCIA2: suma de las distancias a dos subcentros de la ciudad. El primero de ellos es lo que se denomina como el centro comercial y de negocios tradicional. Este CCN se ha localizado simbólicamente en Puerta Real. El segundo subcentro considerado es más moderno y se caracteriza porque hacia él se ha desplazado buena parte de la actividad comercial, a raíz de la apertura de un conocido hipermercado; está situado junto al Campus Universitario de Fuentenueva, con su consiguiente orla de establecimientos de ocio destinados a la juventud. Este nuevo subcentro se ha localizado simbólicamente en la entrada de la Facultad de Ciencias (junto a la plaza de Einstein).

Para el cálculo de las distancias desde cada vivienda a los dos subcentros, se requiere previamente la localización de los inmuebles sobre el plano de la ciudad. Dicha localización se ha llevado a cabo de forma escalonada, por medio de la consulta de las bases de datos y de la cartografía informatizada del CGCCT: primero se han cruzado las direcciones de las viviendas recogidas en el sondeo con las registradas en las bases de datos del CGCCT. Una vez verificada la identidad de la vivienda mediante la contrastación de los datos disponibles de antigüedad, tipología edificatoria de la vivienda, superficie construida y exterioridad, se obtiene el número de referencia catastral, que identifica unívoca e

inequívocamente a la vivienda². Posteriormente, se busca la referencia catastral en la capa de manzanario de la base de datos de la cartografía informatizada, obteniendo así la localización exacta del inmueble y sus coordenadas. Dichas coordenadas se someten a un cambio de origen, de escala y a una rotación, de tal forma que las viviendas puedan localizarse en un plano a escala 1/8000, que es la dimensión más utilizada a nivel general.

10^a) Calidad de la zona (CAL_ZONA): se evalúan las características de la zona de la ciudad donde se encuentra la vivienda, entre las que cabe citar: nivel de servicios públicos y privados, equipamiento comercial, dotación educativa, sanitaria y de ocio, infraestructuras de transporte y comunicaciones, status socioeconómico, delincuencia, problemas de convivencia social, etc.

11^a) Calidad de la ubicación del edificio dentro de la zona (CAL_UBICA).

² Es esta una larga tarea, pues en muchas ocasiones se presentan diversos tipos de problemas, entre los que se pueden citar: la denominación diferente de la calle en el sondeo y en el CGCCT; en viviendas situadas en edificios con portales a más de una calle cabe la posibilidad de que el inmueble se asigne a una vía u otra; la numeración diferente de los inmuebles de la calle en el sondeo (que se guía por el que figura en la en el exterior del edificio) y en el CGCCT; los inmuebles de edificación reciente que no han sido aún registrados informáticamente o cuyo nombre de calle aún no ha sido dado de alta, y son asignados a la prolongación de una calle cercana, etc. Debido a esta multiplicidad de problemas, algunas viviendas no se han podido localizar mediante el procedimiento descrito, por lo que la localización sobre el plano se ha efectuado a través del callejero numerado con el que trabaja el Ayuntamiento de la ciudad.

12^a) Calidad del edificio (CAL_EDIF): se evalúan las características físicas (constructivas) del edificio en el que se halla la vivienda.

13^a) Calidad de la vivienda (CAL_VIV): se valoran las características constructivas de la vivienda en particular, incluyendo las posibles mejoras que se hayan realizado en la misma.

Las variables 10^a, 11^a, 12^a y 13^a toman los valores 5 (muy buena), 4 (buena), 3 (regular), 2 (mala) y 1 (muy mala).

Por tanto, como puede deducirse de la comparación de este listado de variables con los campos contenidos en la ficha de la encuesta (recogida en el anexo 1), los valores de algunas de estas variables se obtienen directamente del sondeo (2^a, 6^a, 10^a, 11^a, 12^a y 13^a) y el resto de forma indirecta.

En definitiva, se ha obtenido una tabla de medidas con $n = 298$ filas (viviendas) y $p = 13$ columnas (variables). En el anexo 2 pueden consultarse las estadísticas básicas de las 13 variables para el conjunto de la muestra (esto es, para Granada capital) y para cada uno de los sectores administrativos que considera el Servicio de Valoración y Asistencia Técnica de la Junta de Andalucía. Al final de este capítulo, en la Figura 5 se muestra un plano con las principales calles y lugares de referencia de

la ciudad y en la Figura 6 un plano en el que se recoge la división de la ciudad en sectores administrativos.

3. OBJETIVOS DE LA APLICACIÓN DEL ACP.

En este capítulo se pueden diferenciar dos tipos de objetivos: los específicos del ACP, por un lado, y un objetivo incardinado en los objetivos generales del estudio, por otro. Los objetivos específicos que se pretenden cubrir con el ACP son:

a) Sacar a la luz cuáles de las características de la vivienda discriminan o diferencian con mayor nitidez dentro del colectivo formado por una muestra de viviendas.

b) Reducir el volumen de información de estas trece características o variables a un pequeño número de variables, combinaciones lineales de las originales, con la menor pérdida de información posible.

c) Determinar qué zonas de la ciudad presentan semejanzas y entre cuáles se aprecian radicales diferencias, así como las características sobre las que se asientan ambas³.

³ Para la consecución de este objetivo se pueden aplicar diversas técnicas de naturaleza multivariante. Así, puede consultarse una aplicación de diversos contrastes multivariantes en las dos siguientes referencias bibliográficas: CANO GUERVÓS, R.A.; CHICA OLMO, J.M.; HERMOSO GUTIÉRREZ, J.A. (1993, a): Aplicación

Dentro de los objetivos globales del estudio, el ACP cumple una finalidad adicional. Como ya se ha quedado comentado en otras ocasiones, cada componente principal es una variable artificial y latente⁴, que se obtiene como combinación lineal de las trece variables originales observadas. La primera componente principal es la variable más discriminante, es decir, la que mejor jerarquiza o clasifica, la que marca mayores diferencias dentro del colectivo de viviendas. Además, dicha clasificación de viviendas se hace conforme a una sola variable (la primera componente principal), pero implica la concurrencia de todas las variables observadas, unas en mayor medida que otras, al ser la componente principal una combinación lineal de éstas. De este modo se llega a un criterio de clasificación sencillo de aplicar, pues sólo depende del mayor o menor valor que tome la primera componente principal para cada una de las viviendas, pero, al mismo tiempo, muy rico en información. En el siguiente capítulo se combina este criterio de clasificación con el de la

de técnicas multivariantes para la agrupación de barrios en la ciudad de Granada. *Actas de la XIX Reunión de Estudios Regionales de la Asociación Española de Ciencia Regional*, 554-558. Asociación Castellano-Leonesa de Ciencia Regional, Salamanca. CANO GUERVÓS, R.A.; CHICA OLMO, J.M.; HERMOSO GUTIÉRREZ, J.A. (1994, b): Use of multivariate techniques for the grouping together of districts. Application in the city of Granada. *APL in Business-Workshop Papers*, 11. University of Wales, Swansea. Por otro lado, se recoge una aplicación del análisis canónico de poblaciones en CANO GUERVÓS, R.A.; CHICA OLMO, J.M.; HERMOSO GUTIÉRREZ, J.A. (1995, b): Análisis de los criterios latentes en la división administrativa de los barrios. Aplicación en la ciudad de Granada. *Actas de la IX Reunión de la Asociación Científico Europea de Economía Aplicada (ASEPELT-España)*, vol. V, 83-45. ASEPELT-España, Universidad de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela.

⁴ Véase SAPORTA, G. (1990): *Probabilités, Statistique et Analyse des Données*. Editions Technip, Paris.

localización espacial, mediante la aplicación de la TVR y del estimador espacial de Krigeaje en concordancia con el ACP.

4. PRINCIPALES RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DEL ACP.

Tras la tipificación de la tabla de datos 298×13 , se calcula la matriz de correlaciones entre las variables (véanse las Tablas 1.A y 1.B). La matriz de correlaciones es una primera aproximación al estudio de las ligaduras entre las variables, pero es difícil obtener una visión de conjunto con la sola observación de esta matriz 13×13 . Indudablemente, una expresión más plástica y sintetizada de esta información se puede obtener a través de la aplicación del ACP, sin perjuicio de que más tarde se vuelva nuevamente sobre la matriz de correlaciones con el fin de corroborar algunas conclusiones. Los resultados obtenidos en la aplicación del ACP van a ser expuestos en el siguiente orden:

1. Interpretación de las componentes principales.
2. Interpretación de la nube de variables.
3. Interpretación de la nube simultánea de individuos (con adición de individuos suplementarios) y variables.

4.1 Interpretación de las componentes principales.

En la Tabla 2 se recogen los valores propios de la matriz de

VARIABLES	ANTIGÜEDAD	CONSERVACIÓN	HABITAC	AMPLITUD	ESPARC	SUP_C_VIV	COEFEXTER
ANTIGÜEDAD	1'0000	0'6288	0'2112	-0'2387	-0'1949	0'0277 (0'6337)	0'1279
CONSERVACIÓN	0'6288	1'0000	0'1692	-0'1976	-0'1260	0'0310 (0'5939)	0'1236
HABITAC	0'2112	0'01692	1'0000	-0'3006	0'0762 (0'1897)	0'6810	0'1508
AMPLITUD	-0'2387	-0'1976	-0'3006	1'0000	-0'0877 (0'1307)	0'4569	-0'2340
ESPARC	-0'1949	-0'1260	0'0762 (0'1897)	-0'0877 (0'1307)	1'0000	-0'0296 (0'6102)	-0'0116 (0'8419)
SUP_C_VIV	0'0277 (0'6337)	0'0310 (0'5939)	0'6810	0'4569	-0'0296 (0'6102)	1'0000	-0'0087 (0'8804)
COEFEXTER	0'1279	0'1236	0'1508	-0'2340	-0'0116 (0'8419)	-0'0087 (0'8804)	1'0000
BAÑOPORDORM	-0'4150	-0'3299	-0'4989	0'5357	0'0136 (0'8147)	-0'0945 (0'1035)	-0'2965
DISTANCIA2	0'0028 (0'9623)	0'1213	0'0898 (0'1220)	0'3424	0'4394	-0'1968	0'2396
CAL_ZONA	-0'1389	-0'2419	0'1429	0'3668	-0'0345 (0'5528)	0'3939	-0'1014 (0'0804)
CAL_UBICA	-0'0816 (0'1602)	-0'2145	0'0598 (0'3035)	0'2178	-0'0965 (0'0963)	0'2189	-0'0465 (0'4237)
CAL_EDIF	-0'5007	-0'4621	0'0109 (0'8511)	0'3333	0'0944 (0'1040)	0'2459	-0'1477
CAL_VIV	-0'4736	-0'4508	-0'1023 (0'0779)	0'3939	0'1048 (0'0708)	0'1894	-0'2086

Nota: entre paréntesis figura el nivel de significación cuando éste es mayor o igual a 0'05 en el contraste $H_0: \rho = 0$.

Tabla 1.A

VARIABLES	BAÑOPORDORM	DISTANCIA2	CAL_ZONA	CAL_UBICA	CAL_EDIF	CAL_VIV
ANTIGÜEDAD	-0'4150	0'0028 (0'9623)	-0'1389	-0'0816 (0'1602)	-0'5007	-0'4736
CONSERVACIÓN	-0'3299	0'1213	-0'2419	-0'2145	-0'4621	-0'4508
HABITAC	-0'4989	0'0898 (0'1220)	0'1429	0'0598 (0'3035)	0'0109 (0'8511)	-0'1023 (0'0779)
AMPLITUD	0'5357	-0'3424	0'3668	0'2178	0'3333	0'3939
ESPARC	0'0136 (0'8147)	0'4394	-0'0345 (0'5528)	-0'0965 (0'0963)	0'0944 (0'1040)	0'1048 (0'0708)
SUP_C_VIV	-0'0945 (0'1035)	-0'1968	0'3939	0'2189	0'2459	0'1894
COEFEXTER	-0'2965	0'2396	-0'1014 (0'0804)	-0'0465 (0'4237)	-0'1477	-0'2086
BAÑOPORDORM	1'0000	-0'2865	0'3300	0'2409	0'3467	0'4151
DISTANCIA2	-0'2865	1'0000	-0'4983	-0'4004	-0'3220	-0'3292
CAL_ZONA	0'3300	-0'4983	1'0000	0'5686	0'6714	0'6218
CAL_UBICA	0'2409	-0'4004	0'5686	1'0000	0'5029	0'4260
CAL_EDIF	0'3467	-0'3220	0'6714	0'5029	1'0000	0'7907
CAL_VIV	0'4151	-0'3292	0'6218	0'4260	0'7907	1'0000

Nota: entre paréntesis figura el nivel de significación cuando éste es mayor o igual a 0'05 en el contraste $H_0: \rho = 0$.

Tabla 1.B

correlaciones, a partir de los cuáles se calculan los porcentajes de varianza o porcentajes de la inercia total explicada por cada componente principal. Las componentes principales se hallan situadas en orden decreciente de importancia; es decir, comienza la Tabla 2 con la componente que marca las mayores diferencias entre las viviendas colectivas en venta que componen el sondeo (que, obviamente, es la primera componente), terminando la tabla con la última componente⁵. Se observa que la primera componente principal recoge casi el 33% de la dispersión o cantidad de información contenida en la muestra de viviendas, por lo que éste es el porcentaje de información que puede ser reconstruido si se utiliza sólo esta variable artificial. La segunda componente principal recoge la mitad que la primera (17%) y la tercera explica un poco menos que la segunda (13%). Como ya se explicó en el capítulo I, se pueden aplicar diversos criterios empíricos para decidir cuántas componentes principales merecen una mayor atención.

⁵ El último valor propio debería ser rigurosamente nulo ya que 13 puntos se encuentran siempre en un subespacio de dimensión igual o inferior a 12. La diferencia observada es debida a la aproximación numérica.

NÚMERO DE COMPONENTE	VALORES PROPIOS λ_α	PORCENTAJE DE VARIANZA	PORCENTAJE ACUMULADO
1	4'27316	32'87045	32'87045
2	2'19269	16'86685	49'73730
3	1'67306	12'86970	62'60700
4	1'10616	8'50892	71'11591
5	0'86107	6'62364	77'73955
6	0'81905	6'30041	84'03996
7	0'52678	4'05217	88'09214
8	0'41927	3'22515	91'31729
9	0'38778	2'98291	94'30020
10	0'31966	2'45888	96'75908
11	0'22499	1'73067	98'48975
12	0'17530	1'34849	99'83825
13	0'02103	0'16175	100'00000

Tabla 2

1^{er} criterio: criterio gráfico de representación del porcentaje de varianza explicada por cada componente.

Se seleccionan los ejes cuyo número de orden es anterior o igual al "codo". Ello nos llevaría a seleccionar las dos primeras componentes principales⁶ (véase la Figura 1). En cualquier caso, el criterio no despeja todas las sombras de duda, antes bien, conduce a decisiones discutibles.

⁶ En el caso de que se quisiera ampliar el número de componentes principales analizadas, el segundo "codo" nos llevaría a la quinta componente.

Por ello, se ponen en práctica otros criterios, de naturaleza analítica.

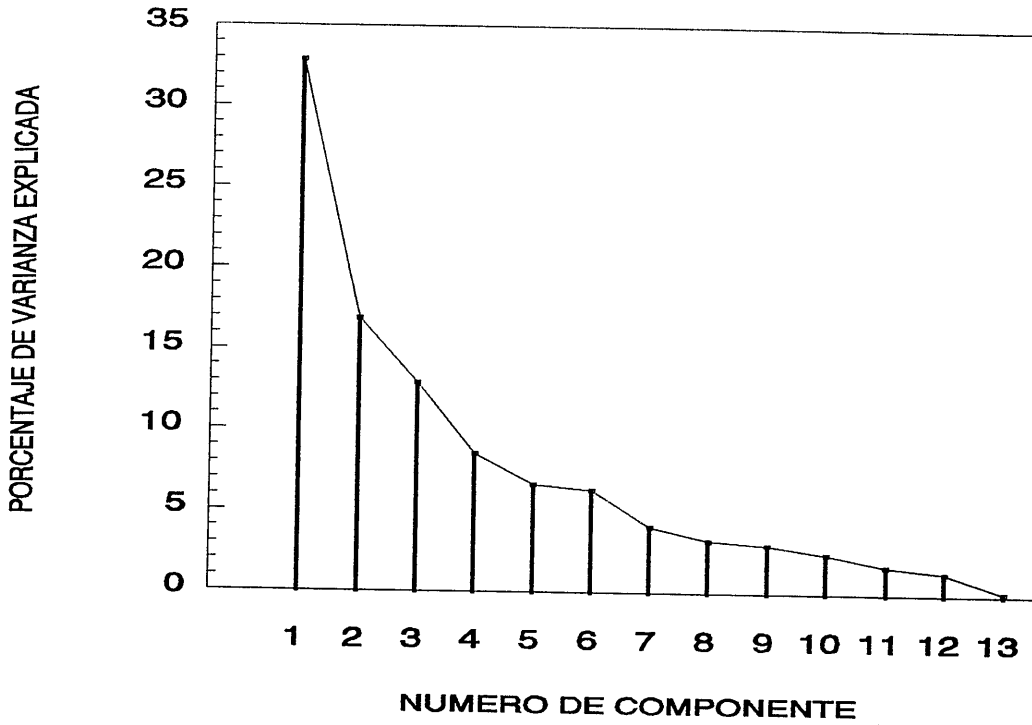


Figura 1. Test del "codo".

2º criterio: scree test de Cattell⁷.

Recordemos que el test calcula las diferencias primeras y las diferencias segundas, seleccionando aquellas componentes tales que las diferencias segundas sean todas positivas (véase la Tabla 3).

⁷ Los fundamentos del citado test fueron explicados en el capítulo I, pudiendo encontrar más detalles en CATTELL, R.B. (1966): The scree test for the number of factors. *Mult. Behav. Res.*, 1, 245-276.

Diferencias primeras	Diferencias segundas
$\epsilon_{\alpha} = \lambda_{\alpha} - \lambda_{\alpha+1}$	$\delta_i = \epsilon_{\alpha} - \epsilon_{\alpha+1}$
$\epsilon_1 = 2,08047$ $\epsilon_2 = 0,51963$ $\epsilon_3 = 0,56690$ $\epsilon_4 = 0,24509$ $\epsilon_5 = 0,04202$ $\epsilon_6 = 0,29227$	$\delta_1 = 1,56084$ $\delta_2 = -0,04727$ $\delta_3 = 0,32181$ $\delta_4 = 0,20307$ $\delta_5 = -0,25025$

Tabla 3

Una vez aplicado el test, se escogerían sólo las dos primeras componentes⁸.

3^{er} criterio: criterio de Kaiser.

Si nos centramos en las componentes principales cuya varianza sea superior a la de las variables originales observadas, escogeríamos aquéllas cuyo valor propio fuera superior a 1, o lo que es lo mismo, aquéllas cuyo porcentaje de varianza fuese superior a $\frac{1}{p} \times 100 = \frac{1}{13} \times 100 = 7'6923\%$; por

tanto, se seleccionarían las cuatro primeras componentes principales. Si se decide conservar los ejes que restituyan una parte de la inercia superior a $\frac{2}{p} \times 100 = \frac{2}{13} \times 100 = 15'3846\%$, o lo que es lo mismo, aquéllas cuyo

⁸ Si decidiéramos ampliar el número, habría que llegar hasta la quinta componente.

valor propio es mayor que 2, se escogerían las dos primeras componentes principales.

A la vista de los resultados obtenidos tras aplicar los criterios precedentes, nos vamos a centrar, fundamentalmente, en las dos primeras componentes, que reconstruyen la mitad de la variabilidad de la muestra de viviendas. En un segundo plano quedará la interpretación de las tres siguientes componentes, que expresan alguna particularidad de determinadas viviendas. En las Tablas 4 a 8 se recogen, entre otros conceptos, las correlaciones de cada una de las variables observadas con cada una de las cinco primeras componentes principales, información que se reagrupa en la Tabla 9. Dichas componentes han de ser interpretadas teniendo en cuenta las variables con las que mantienen una mayor correlación⁹. Por otro lado, las correlaciones de las variables con las dos primeras componentes, que son las coordenadas o proyecciones de las variables en el plano bifactorial, se representan en el denominado círculo de correlaciones de radio unidad. Con la ayuda del círculo de correlaciones puede interpretarse el significado de las dos primeras componentes principales, así como la proximidad de conjuntos de variables (véase la Figura 2).

⁹ En el capítulo I se recogen explicaciones detalladas de las principales claves de interpretación de las componentes principales. Pueden consultarse varios ejemplos numéricos en los que se aplican estas claves interpretativas en GRANDE ESTEBAN, I.; ABASCAL FERNÁNDEZ, E. (1989): *Métodos Multivariantes para la Investigación Comercial. Teoría, Aplicación y Programación BASIC*. Ariel Economía, Barcelona.

COMPONENTE PRINCIPAL 1	PESOS u_{α}	CORRELACIÓN	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	CONT. TOTAL ABSOLUTA $CTA_{\alpha}(j)$
ANTIGÜEDAD	0'267417	0'552794	0'8297	0'071512
CONSERVACIÓN	0'277575	0'573793		0'077048
HABITAC	0'080827	0'167083		6'5330510 ⁻³
AMPLITUD	-0'303130	-0'626618		0'091888
ESPARC	6'0548810 ⁻³	0'012516		3'6661510 ⁻⁵
SUP_C_VIV	-0'145040	-0'299821		0'021037
COEFEXTER	0'153393	0'317087		0'023529
BAÑOPORDORM	-0'308735	-0'638205		0'095317
DISTANCIA2	0'263603	0'544909		0'069486
CAL_ZONA	-0'365639	-0'755834		0'133692
CAL_UBICA	-0'288730	-0'596852		0'083365
CAL_EDIF	-0'40396	-0'835058		0'163187
CAL_VIV	-0'40419	-0'835525		0'163369

Nota: aparece el nivel de significación cuando éste es mayor o igual a 0'05 en el contraste $H_0: \rho = 0$.

Tabla 4

COMPONENTE PRINCIPAL 2	PESOS u_{α}	CORRELACIÓN	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	CONT. TOTAL ABSOLUTA $CTA_{\alpha}(j)$
ANTIGÜEDAD	0'305185	0'451909	0'9481	0'093138
CONSERVACIÓN	0'232716	0'344599		0'054157
HABITAC	0'549574	0'813792		0'302031
AMPLITUD	-0'5661410 ⁻³	-3'7998610 ⁻³		6'5850710 ⁻⁶
ESPARC	-0'141382	-0'209355		0'019989
SUP_C_VIV	0'520705	0'771044		0'271134
COEFEXTER	0'127235	0'188406		0'016189
BAÑOPORDORM	-0'301666	-0'446698		0'091002
DISTANCIA2	-0'172591	-0'255567		0'029787
CAL_ZONA	0'269193	0'398613		0'072465
CAL_UBICA	0'214914	0'318239		0'046188
CAL_EDIF	0'061999	0'091806		3'8438310 ⁻³
CAL_VIV	-8'2663210 ⁻³	-0'012240		6'8331910 ⁻⁵

Nota: aparece el nivel de significación cuando éste es mayor o igual a 0'05 en el contraste $H_0: \rho = 0$.

Tabla 5

COMPONENTE PRINCIPAL 3	PESOS u_{α}	CORRELACIÓN	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	CONT. TOTAL ABSOLUTA CTA $_{\alpha(i)}$
ANTIGÜEDAD	-0'324482	-0'419707		0'105288
CONSERVACIÓN	-0'268557	-0'347370		0'072123
HABITAC	0'326527	0'422353		0'106620
AMPLITUD	-0'222700	-0'288056		0'049595
ESPARC	0'554852	0'717685		0'307861
SUP_C_VIV	0'116055	0'150114		0'013469
COEFEXTER	0'185400	0'239809		0'034373
BAÑOPORDORM	-0'190621	-0'246563		0'036336
DISTANCIA2	0'450817	0'583118		0'203236
CAL_ZONA	-7'6429510 ⁻³	-9'8859210 ⁻³	0'8649	5'8414610 ⁻⁵
CAL_UBICA	-0'062713	-0'081117	0'1624	3'9328710 ⁻³
CAL_EDIF	0'210011	0'271643		0'044105
CAL_VIV	0'151666	0'196175		0'023002

Nota: aparece el nivel de significación cuando éste es mayor o igual a 0'05 en el contraste $H_0: \rho = 0$.

Tabla 6

COMPONENTE PRINCIPAL 4	PESOS u_{α}	CORRELACIÓN	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	CONT. TOTAL ABSOLUTA CTA $_{\alpha(i)}$
ANTIGÜEDAD	-0'035724	-0'037572	0'5178	1'2762010 ⁻³
CONSERVACIÓN	0'137704	0'144829		0'018962
HABITAC	0'078260	0'082309	0'1565	6'1245910 ⁻³
AMPLITUD	0'527039	0'554308		0'277770
ESPARC	0'241917	0'254434		0'058524
SUP_C_VIV	0'450919	0'474249		0'203327
COEFEXTER	-0'423859	-0'445789		0'179656
BAÑOPORDORM	0'177906	0'187111		0'031651
DISTANCIA2	0'153174	0'161099	0'053	0'023462
CAL_ZONA	-0'145109	-0'152617	0'083	0'021057
CAL_UBICA	-0'373531	-0'392857		0'139525
CAL_EDIF	-0'173855	-0'182850		0'030225
CAL_VIV	-0'091862	-0'096615	0'0959	8'4385810 ⁻³

Nota: aparece el nivel de significación cuando éste es mayor o igual a 0'05 en el contraste $H_0: \rho = 0$.

Tabla 7

COMPONENTE PRINCIPAL 5	PESOS v_{α}	CORRELACIÓN	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	CONT. TOTAL ABSOLUTA $CTA_{\alpha}(i)$
ANTIGÜEDAD	-0'215672	-0'200131		0'046514
CONSERVACIÓN	-0'140129	-0'130031		0'019636
HABITAC	-0'104162	-0'096656	0'0959	0'010850
AMPLITUD	0'385046	0'357300		0'148261
ESPARC	-0'283114	-0'262713		0'080154
SUP_C_VIV	0'222483	0'206451		0'049499
COEFEXTER	0'768567	0'713184		0'590695
BAÑOPORDORM	0'083226	0'077228	0'1836	6'9265010 ⁻³
DISTANCIA2	0'084982	0'078858	0'1745	7'2219010 ⁻³
CAL_ZONA	-0'098199	-0'091122	0'1165	9'6429810 ⁻³
CAL_UBICA	-0'125718	-0'116659		0'015805
CAL_EDIF	-0'073773	-0'068457	0'2387	5'4425010 ⁻³
CAL_VIV	-0'096705	-0'089737	0'1221	9'3519310 ⁻³

Nota: aparece el nivel de significación cuando éste es mayor o igual a 0'05 en el contraste $H_0: \rho = 0$.

Tabla 8

	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5
ANTIGÜEDAD	0'552794	0'451909	-0'419707	-0'037572	-0'020013
CONSERVACIÓN	0'573793	0'344599	-0'347370	0'144829	-0'130031
HABITAC	0'167083	0'813792	0'422353	0'082310	-0'096656
AMPLITUD	-0'626618	-3'7998610 ⁻³	-0'288056	0'554308	0'357300
ESPARC	0'012516	-0'209355	0'717685	0'254434	-0'262713
SUP_C_VIV	-0'299821	0'771044	0'150114	0'474249	0'206451
COEFEXTER	0'317087	0'188406	0'239809	-0'445789	0'713184
BAÑOPORDORM	-0'638205	-0'446698	-0'246563	0'187111	0'077228
DISTANCIA2	0'544909	-0'255567	0'583118	0'161099	0'078858
CAL_ZONA	-0'755834	0'398613	-9'8859210 ⁻³	-0'152617	-0'091122
CAL_UBICA	-0'596852	0'318239	-0'081117	-0'392857	-0'116659
CAL_EDIF	-0'835058	0'091806	0'271643	-0'182850	-0'068457
CAL_VIV	-0'835525	-0'012240	0'196175	-0'096615	-0'089737

Tabla 9

Primera componente principal (CP1)

Las características de la vivienda más correlacionadas con la primera componente principal son las cinco siguientes (véase la Tabla 4): calidad de la vivienda (-0'84), calidad del edificio (-0'84), calidad de la zona en la que se localiza la vivienda (-0'76); en menor medida, baños por dormitorio (0'64) y amplitud (-0'63). Las contribuciones totales absolutas de estas variables a la formación del eje son bastante equilibradas.

Además, puede observarse que en nueve de las trece variables el valor absoluto del coeficiente de correlación lineal es superior a 0'55. Ello implica la existencia de un cierto grado de factor de tamaño bidireccional: cuando una vivienda toma valores muy altos en cualquiera de estas nueve características, generalmente también debe presentar valores muy altos en las variables que tienen correlación positiva con ella y muy bajos en las variables con correlación negativa.

A continuación vamos a interpretar la primera componente principal a partir de sus correlaciones con las variables originales. Si observamos en la Figura 2 el posicionamiento de los puntos-variables sobre el primer eje podemos apreciar que las variables con mayor peso en la formación del eje hacen referencia a la calidad constructiva (de la vivienda y del edificio) y a la calidad de la zona. En un segundo nivel de influencia se encuentran

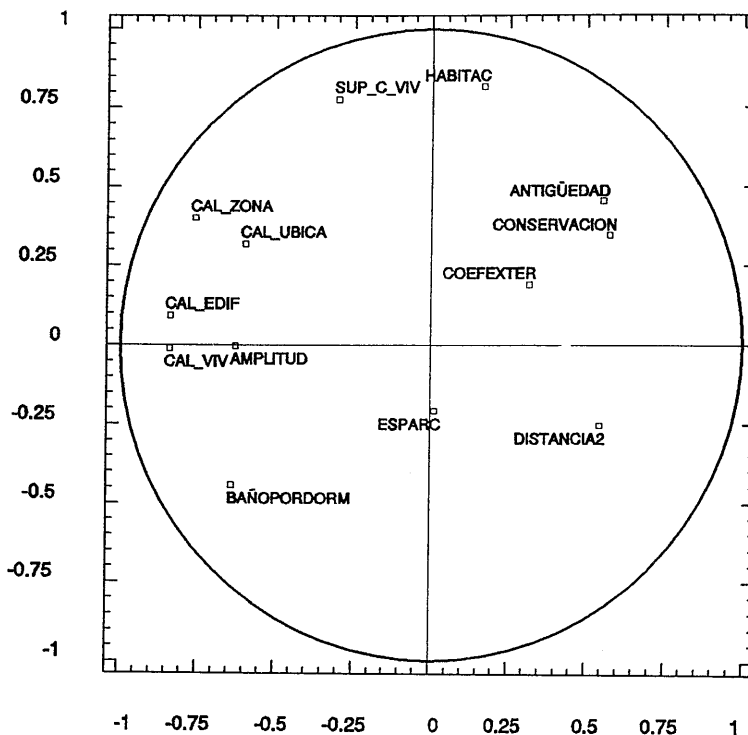


Figura 2. Círculo de correlaciones.

el número de cuartos de baño por dormitorio y la amplitud de las habitaciones, que también son indicadores de calidad. Por último, entre las variables con cierto peso encontramos la calidad de ubicación, que se sitúa en el mismo lado que el resto de las calidades, y, en el opuesto, la conservación y la antigüedad, además de la distancia a los dos subcentros. Es destacable, por tanto, que la primera componente oponga las variables relacionadas con la calidad de la vivienda frente a su antigüedad y estado de conservación, por un lado, y frente a la distancia a los dos subcentros considerados, por otro. La zona central, que se puede obviar en la interpretación del eje, recoge el resto de las variables: exterioridad, superficie construida de la vivienda, número de habitaciones y áreas de esparcimiento.

Teniendo en cuenta que las variables más correlacionadas con el primer eje son las relativas a la calidad constructiva y medioambiental, podemos interpretar la primera componente principal como *calidad global de la vivienda*. Por tanto, el primer factor de discriminación en que se basan las diferencias entre las viviendas colectivas en venta que componen la muestra, esto es, el que asegura una separación máxima entre ellas, es su calidad global, entendida como una combinación especial de calidad constructiva y medioambiental. El factor calidad permite una clasificación de las viviendas a lo largo del primer eje, situándose a la izquierda los inmuebles que reúnen mayor calidad global y a la derecha los de menor calidad¹⁰.

Segunda componente principal (CP2)

Las características de la vivienda más correlacionadas con la segunda componente principal, que se deducen de la Tabla 5, son: número de habitaciones (0'81) y superficie construida (0'77). Entre ambas variables concentran cerca del 60% de la contribución a la formación del segundo eje, lo cual contrasta con el reparto muy equilibrado entre varias variables de la contribución a la formación del primer eje. Lógicamente, la amplitud

¹⁰ La calidad global aumenta de derecha a izquierda, y los valores negativos implican mayor calidad que los positivos, como consecuencia de que el algoritmo de diagonalización ha orientado, arbitrariamente, el eje de esta forma. A este respecto puede consultarse el artículo de CANO GUERVÓS, R.A.; CHICA OLMO, J.M.; HERMOSO GUTIÉRREZ, J.A. (1993, b).

de las habitaciones (definida como SUP_C_VIV/HABITACIONES) presenta una correlación con la segunda componente principal y una contribución a la formación del segundo eje que se pueden considerar nulas, ya que todo su poder explicativo en este segundo eje se ve absorbido por la superficie construida y por el número de habitaciones.

También en el círculo de correlaciones puede observarse que son las variables número de habitaciones y superficie construida las que mayor coordenada alcanzan en el segundo eje. Por tanto, la segunda componente principal, que aporta una información independiente de la del primer factor, es una variable que puede interpretarse como *tamaño de la vivienda*. Los valores que toman las viviendas en este segundo eje podrían ser utilizados para clasificarlas en función de su tamaño. Las viviendas de mayor tamaño se sitúan en la parte superior del eje y las de menor tamaño en la parte inferior.

El criterio de clasificación según tamaño sería el segundo más diferenciador dentro del colectivo de viviendas, por detrás del criterio de calidad global de la vivienda. El porcentaje de varianza acumulado para las dos primeras componentes (véase la Tabla 2), nos permite afirmar que una clasificación de las viviendas combinando los criterios de calidad global y de tamaño, recogería casi el 50% de la cantidad de información aportada por las trece variables originales observadas sobre las 298 viviendas de la

muestra. Por tanto, una clasificación de las viviendas atendiendo simultáneamente al par calidad/tamaño sería bastante esclarecedora. Además, el propio método de construcción del ACP asegura que ambas componentes principales son linealmente independientes, luego se constata que en el mercado hay viviendas de distinta calidad asociadas a toda la gama de tamaños, y viceversa.

Tercera componente principal (CP3)

Puede observarse en la Tabla 6 que la característica de la vivienda más correlacionada es la existencia de áreas de esparcimiento y ocio (0'72) y, en un segundo plano, la distancia a los dos subcentros (0'58). Ambas variables concentran más del 50% de la contribución a la formación de la tercera componente principal. Se entiende que hay un mayor predominio de viviendas con áreas de esparcimiento (piscina, pistas deportivas o zonas ajardinadas) a medida que nos alejamos de la zona central de la capital, donde se hallan situados los dos subcentros considerados. Ello es coherente con el hecho de que el área central de la ciudad apenas contiene complejos edificatorios tipo urbanización (donde suele haber, al menos, alguna zona ajardinada, siquiera de uso colectivo). Dicha tipología edificataria abunda más en los anillos que circundan a la zona central, alejándose de ella¹¹.

¹¹ Pueden consultarse al respecto las conclusiones sobre la morfología, estructura y zonificación residencial de la Granada actual y su evolución histórica en las siguientes referencias bibliográficas: BOSQUE MAUREL, J. (1962): *Geografía Urbana de Granada*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Zaragoza. BOSQUE

En definitiva, la existencia de áreas de esparcimiento anexas a las viviendas (al margen por tanto de la posible existencia o no de verde público) en zonas algo alejadas del centro (frente a lo contrario) es un tercer factor que podría ser utilizado para introducir matizaciones en la clasificación efectuada por calidad global y tamaño de la vivienda. Con la inclusión de esta tercera componente, que es perpendicular al plano bifactorial calidad/tamaño, se recogería el 63% de la cantidad de información aportada por las trece variables originales (véase la Tabla 2).

Cuarta componente principal (CP4)

Como puede observarse en la Tabla 7, la característica de la vivienda con mayor preponderancia es la amplitud de las habitaciones, que presenta una correlación de 0'55 con este cuarto factor. A corta distancia aparece la superficie construida de la vivienda (0'47) y el coeficiente de exterioridad (-0'45). Estas tres características de la vivienda, consideradas conjuntamente, contribuyen con casi el 70% a la formación del cuarto eje. A la vista de las correlaciones antedichas, en el extremo superior de la cuarta componente principal se situarían las viviendas grandes y amplias,

MAUREL, J. (1988): *Geografía Urbana de Granada*. Col. Archivum, Edición facsímil. Universidad de Granada, Excmo. Ayuntamiento de Granada, Granada.
BOSQUE MAUREL, J.; FERNÁNDEZ GUTIÉRREZ, F.; BOSQUE SENDRA, J.; PÉREZ ALCALDE, F. (1984): *Atlas Social de la Ciudad de Granada*. Biblioteca de Ensayo de la Caja General de Ahorros de Granada, 5, Granada. FERNÁNDEZ GUTIÉRREZ, F. (1977): *Análisis Geográfico Estructural de Granada y sus Barrios*. Caja General de Ahorros y Monte de Piedad de Granada, Seminario de Estudios. III Premio de Poesía e Investigación.

pero poco exteriores, frente a pequeños apartamentos, con alto grado de exterioridad, en el extremo opuesto del eje. El concurso de esta cuarta componente principal permite la reconstrucción del 70% de la cantidad de inercia de la nube de variables e individuos (véase la Tabla 2).

Quinta componente principal (CP5)

Una sola variable, el coeficiente de exterioridad de la vivienda, contribuye en un 60% a formar este eje, con el que presenta una correlación de 0'71 (véase la Tabla 8). La interpretación del eje es, por tanto, sencilla: a largo de él se podrían clasificar las viviendas, en función de su mayor o menor grado de exterioridad, para lo cual se tendría en cuenta si la vivienda es completamente exterior o, por el contrario, da al interior de la manzana o de la parcela, matizado por un ratio que pondera el número de habitaciones que abren luces a la fachada de la vivienda.

4.2. Interpretación de la nube de variables.

La observación de la matriz de correlaciones, recogida en las Tablas 1.A y 1.B, supone una primera aproximación analítica tendente a la correcta interpretación de la nube de variables representada en el círculo de correlaciones. Comencemos destacando qué características de la vivienda son las que presentan mayores y menores ligaduras con el resto.

Para ello, a partir de las Tablas 1.A y 1.B se ha obtenido para cada variable el sumatorio de los cuadrados de los coeficientes de correlación, excluyendo de la suma, evidentemente, la correlación consigo misma. Los valores de los sumatorios se recogen en la segunda columna de la Tabla 11 y la ordenación de las variables en función de su correlación global con las demás, en la primera columna de la Tabla 10. Puede observarse que las nueve primeras variables de esta columna coinciden, salvo alguna permutación de lugar, con las nueve primeras de la siguiente columna, donde se ordenan las variables por su correlación (en valor absoluto) con la primera componente (véase la columna 2 de la Tabla 10 y la columna 3 de la Tabla 11). Por tanto, las variables con mayor peso en la interpretación del primer eje son, al mismo tiempo, las que más se relacionan con el conjunto de características estudiadas. En consecuencia, en la construcción del criterio de la calidad global de la vivienda se ven implicadas fuertemente la gran mayoría de las variables (9 de 13), permaneciendo muy pocas al margen, y, además, las variables implicadas mantienen fuertes correlaciones entre sí.

ORDENACIÓN DE LAS VARIABLES EN FUNCIÓN DE SU:			
CORRELACIÓN CON EL RESTO DE LAS VARIABLES $\Sigma\rho^2$	CORRELACIÓN CON CP1	CORRELACIÓN CON CP2	MÓDULO DEL VECTOR SOBRE EL CÍRCULO DE CORRELACIONES
CAL_EDIF CAL_VIV CAL_ZONA BAÑOPORDORM AMPLITUD ANTIGÜEDAD CONSERVACIÓN CAL_UBICA DISTANCIA2 SUP_C_VIV HABITAC COEFEXTER ESPARC	CAL_VIV CAL_EDIF CAL_ZONA BAÑOPORDORM AMPLITUD CAL_UBICA CONSERVACIÓN ANTIGÜEDAD DISTANCIA2 COEFEXTER SUP_C_VIV HABITAC ESPARC	HABITAC SUP_C_VIV ANTIGÜEDAD BAÑOPORDORM CAL_ZONA CONSERVACIÓN CAL_UBICA DISTANCIA2 ESPARC COEFEXTER CAL_EDIF CAL_VIV AMPLITUD	CAL_ZONA CAL_EDIF CAL_VIV HABITAC SUP_C_VIV BAÑOPORDORM ANTIGÜEDAD CAL_UBICA CONSERVACIÓN AMPLITUD DISTANCIA2 COEFEXTER ESPARC

Tabla 10

	$\Sigma\rho^2$ (excepto el de la propia variable $\rho=1$)	CORRELACIÓN CON CP1	CORRELACIÓN CON CP2	MÓDULO DEL VECTOR
ANTIGÜEDAD	1'225266	0'552794	0'451909	0'714005
CONSERVACIÓN	1'140008	0'573793	0'344599	0'669318
HABITAC	0'947448	0'167083	0'813792	0'830767
AMPLITUD	1'310026	-0'626618	-3'7998610 ⁻³	0'626629
ESPARC	0'292025	0'012516	-0'209355	0'209729
SUP_C_VIV	1'022273	-0'299821	0'771044	0'827286
COEFEXTER	0'332436	0'317087	0'188406	0'368837
BAÑOPORDORM	1'455486	-0'638205	-0'446698	0'779002
DISTANCIA2	1'131996	0'544909	-0'255567	0'601864
CAL_ZONA	1'917323	-0'755834	0'398613	0'854504
CAL_UBICA	1'139117	-0'596852	0'318239	0'676394
CAL_EDIF	2'219416	-0'835058	0'091806	0'840089
CAL_VIV	2'157508	-0'835525	-0'012240	0'835615

Tabla 11

Las cuatro variables que menor relación global tienen con las demás, también tienen una correlación baja con la primera componente principal, como era de esperar. Lógicamente, como contrapartida, estas cuatro variables tienen un fuerte peso en la interpretación de las demás componentes principales: así, la superficie construida y el número de habitaciones lo tienen en la interpretación de la segunda componente (véase la columna 3 de la Tabla 10 y la columna 4 de la Tabla 11), las áreas de esparcimiento en la tercera y el coeficiente de exterioridad en la quinta.

Una vez que se han señalado las características que globalmente presentan mayores y menores correlaciones con las demás, se aborda el análisis detallado de las proximidades entre las variables, mediante la información gráfica aportada por el círculo de correlaciones. Creemos que no está de más reiterar la advertencia de cautela formulada en el capítulo I: la interpretación de las proximidades entre puntos-variables ha de hacerse con prudencia cuando sus proyecciones no están próximas al borde del círculo de correlaciones, pues, en tal caso, ángulos pequeños en la proyección, que, en principio podrían ser interpretados como fuertes correlaciones, pueden corresponderse realmente con grandes ángulos en la nube de puntos-variables y, por tanto, con correlaciones bajas entre las variables. Con el fin de detectar la posible presencia de este problema, a partir de las correlaciones de las variables con las dos primeras componentes principales (véanse las columnas 3 y 4 de la Tabla 11) se ha

calculado el módulo del vector que une la proyección del punto-variable sobre el círculo de correlaciones con el centro del mismo, valores que se recogen en la columna 5 de la Tabla 11. Las variables cuyo módulo del vector se acerque a la unidad (que es el radio del círculo de correlaciones) están bien representadas sobre el plano bifactorial calidad/tamaño generado por las dos primeras componentes principales. En la columna 4 de la Tabla 10 se han ordenado las variables atendiendo a este criterio. Lógicamente, las posiciones altas son ocupadas por las características de la vivienda que mayor correlación tienen con alguna de las dos primeras componentes principales o con las dos, pero sobre todo con la primera. No obstante, para once de las trece variables el radio es superior a 0'6, consecuencia de la mayor o menor implicación de nueve de ellas en la formación de la primera componente y de dos de ellas en la formación de la segunda. Por tanto, la proximidad gráfica entre las proyecciones de estas 11 variables sí podría ser interpretada en términos de correlación, sin incurrir en grandes errores, mientras que, por el contrario, no podemos interpretar en los mismos términos la proximidad a las dos restantes variables (coeficiente de exterioridad de la vivienda y existencia de áreas de esparcimiento), pues no están bien representadas en este plano bifactorial calidad/tamaño.

A través del círculo de correlaciones se puede observar la existencia de tres grupos de características de la vivienda (véase la Figura 2):

1º) Un grupo de cuatro características situadas en el segundo cuadrante y que hacen frontera con el tercero. Dado que tienen una buena calidad de representación (véase la columna 5 de la Tabla 11), la proximidad mutua implica una elevada correlación entre ellas, como puede comprobarse directamente en la matriz de correlaciones (Tablas 1.A y 1.B). Dichas características hacen referencia a la calidad constructiva (del edificio y de la vivienda) y la calidad medioambiental (de la zona y de la ubicación dentro de ésta). El sondeo del mercado confirma, como era esperable, que se construye con buenas calidades en las zonas urbanísticamente buenas, y que es difícil encontrar alta calidad constructiva en zonas de baja calidad medioambiental¹².

Tanto en el círculo como en la matriz de correlaciones, se aprecia que este grupo de cuatro variables también presenta una correlación destacable con otras dos: la amplitud de las habitaciones y el número de cuartos de baño por dormitorio¹³. La relación de estas dos variables es más fuerte, lógicamente, con las calidades constructivas, sobre todo con la

¹² Se llegó a conclusiones similares en el mencionado estudio de CANO GUERVÓS, R.A.; CHICA OLMO, J.M; HERMOSO GUTIÉRREZ, J.A. (1993, b).

¹³ La correlación entre la amplitud de las habitaciones y el número de cuartos baño por dormitorio es fuerte (0'5357) por varias razones. Una de ellas es que los denominadores de ambas variables (número de habitaciones, en la primera, y número de dormitorios, en la segunda) están altamente correlacionados, pues el segundo está incluido en el primero. Otra razón es la fuerte correlación entre los numeradores: se obtuvo una correlación entre la superficie construida y el número de cuartos de baño de 0'68 en el citado trabajo de CANO GUERVÓS, R.A.; CHICA OLMO, J.M; HERMOSO GUTIÉRREZ, J.A. (1993, b).

calidad de la vivienda, pero también con la calidad de zona.

Por otra parte, dicho grupo de cuatro variables (calidades constructivas y medioambientales) se sitúa en el lado opuesto de la variable que mide la distancia a los dos subcentros considerados. Ello es un reflejo esperado del hecho de que a medida que aumenta esta distancia y nos acercamos a los barrios periféricos, las calidades constructivas y medioambientales disminuyen, siendo la disminución de la calidad de zona la que más rápidamente se produce. Omitimos más comentarios, pues no pretendemos más que constatar lo que es una evidencia de la jerarquización socioeconómica de la localización urbana a través del espacio.

2º) Otro grupo de características se sitúa en torno a la parte positiva del eje de la segunda componente principal: número de habitaciones y superficie construida de la vivienda. Dichas características se hallan bien representadas en el plano bifactorial, como indica la longitud de sus vectores (véase la columna 5 de la Tabla 11). Por ello, la proximidad entre ambas variables no hace más que confirmar algo lógico: la relación fuerte y de signo positivo entre el número de habitaciones y la superficie de la vivienda. Concretamente, el coeficiente de correlación entre ambas características es de 0'68, como puede verse en la matriz de correlaciones, que es la segunda correlación más alta de las 78 parejas de variables (sólo superada por la correlación entre la calidad del edificio y la calidad de la

vivienda). No obstante, la correlación no es perfecta, de ahí que tenga sentido incluir en el estudio la variable amplitud de las habitaciones, que es el cociente entre ambas, con el objeto de que ésta recoja buena parte de lo no explicado por aquellas dos variables cuando se consideran por separado. Teniendo en cuenta la definición de la amplitud como razón, los signos de las correlaciones de la amplitud con la pareja de variables superficie y número de habitaciones son los esperados: positivo con la primera variable, que es el numerador (concretamente, 0'4569) y negativo con la segunda (-0'3006), que es el denominador. Por ello, vamos a centrarnos en el valor absoluto de los dos coeficientes citados: la correlación de la amplitud con la superficie de la vivienda es mayor que con el número de habitaciones. De ahí se puede deducir lo siguiente: a) lógicamente hay dos pares de fuerzas con sentidos opuestos: si una mayor superficie implica un aumento en el número de habitaciones proporcionalmente inferior, ello repercute en un incremento de la amplitud de las habitaciones, y al contrario: si el aumento en el número de habitaciones es proporcionalmente superior al de la superficie, ello implica una disminución en la amplitud de las habitaciones; b) de las correlaciones antedichas se deduce que el par superficie-amplitud es más potente que el par número de habitaciones-amplitud, por lo que incrementos en la superficie de la vivienda conllevan incrementos en la amplitud de las habitaciones proporcionalmente mayores que las disminuciones de la amplitud provocadas por el mayor número de habitaciones.

Este juego de equilibrios también se halla presente en las relaciones entre el primer grupo de cuatro variables y el segundo grupo de dos variables. Al estar incorrelacionadas las componentes principales, las correlaciones entre ambos grupos de variables son, en general, muy bajas, siendo prácticamente nulas las correlaciones entre una variable que tenga mucho peso en la primera componente principal y otra que lo tenga en la segunda (por ejemplo, entre el número de habitaciones y la calidad del edificio, entre el número de habitaciones y la calidad de la vivienda, etc.). No obstante, la característica de la superficie construida presenta correlaciones con las calidades que, sin ser muy altas, no deben ser pasadas por alto. Téngase en cuenta que las viviendas con mayor superficie se asocian con mayor amplitud y, por tanto, con mayor calidad global, si bien en los sucesivos pasos la relación va perdiendo algo de fuerza, quedando una asociación muy sutil entre superficie y calidades (sobre todo entre superficie y calidad de zona). En cualquier caso, ello no invalida la afirmación genérica de incorrelación entre la calidad global de la vivienda y su tamaño.

A continuación vamos a analizar la oposición gráfica entre el número de cuartos de baño por dormitorio y la pareja de variables número de habitaciones y superficie construida. La correlación negativa entre el número de baños por dormitorio y el número de habitaciones (-0'4989), es consecuencia de la forma en que se define la primera (su denominador,

número de dormitorios, es un sumando fundamental en la definición del número de habitaciones), sin que se pueda deducir claramente ninguna otra implicación entre el número de baños por dormitorio y el tamaño de la vivienda. Esta afirmación se fundamenta en que la superficie construida de la vivienda, que no tiene lazos definitorios con baños por dormitorio que puedan dificultar la interpretación de su correlación, presenta una correlación prácticamente nula con esta última variable. En definitiva, el número de cuartos de baño por dormitorio se relaciona más con la calidad global de la vivienda que con su tamaño, como se aprecia en el círculo de correlaciones.

3º) El tercer grupo de puntos-variables se halla en el primer cuadrante: antigüedad de la vivienda (elevada) y estado de conservación (malo). Esta pareja de variables, relativamente bien representada sobre el plano bifactorial (véase la columna 5 de la Tabla 11), muestra una fuerte correlación mutua (0'6288), como era de esperar. Este par de características está muy alejada y en el lado opuesto del grupo de calidades, consecuencia de la fuerte correlación negativa con las calidades constructivas (del edificio y de la vivienda). Por tanto, las calidades constructivas altas predominan en viviendas de reciente construcción y buena conservación. Sobre este último aspecto convendría introducir, además, una matización: hay una correlación prácticamente nula entre antigüedad y calidades medioambientales: consecuentemente, en el sondeo

se recogen viviendas antiguas y modernas sitas en zonas tanto de alta como de baja calidad desde el punto de vista urbanístico. En consecuencia, la antigüedad es un buen indicador de la calidad del edificio y de la vivienda, pero no así de la calidad de su entorno.

Por otro lado, este tercer grupo de variables (antigüedad y conservación) presenta una correlación nula con la distancia a los dos subcentros, pudiendo deducirse que el sondeo recoge indistintamente viviendas antiguas y modernas que se hallan próximas y alejadas de la zona central de la ciudad. Por tanto, no se detecta una polarización geográfica de viviendas en razón de su antigüedad ni de su conservación¹⁴.

En el círculo de correlaciones se observa también la oposición de este par de variables con una característica de la vivienda fuertemente ligada a las calidades constructivas: el número de baños por dormitorio;

¹⁴ Atendiendo a la estructura urbana de Granada, puede resultar paradójico que no se hayan obtenido correlaciones negativas entre la distancia a los dos subcentros y la pareja compuesta por la antigüedad y la conservación, puesto que la zona central de la capital presenta un parque de viviendas más antiguo. Pueden consultarse al respecto las referencias bibliográficas citadas con anterioridad: BOSQUE MAUREL, J. (1988). BOSQUE MAUREL, J.; FERNÁNDEZ GUTIÉRREZ, F.; BOSQUE SENDRA, J.; PÉREZ ALCAIDE, F. (1984). FERNÁNDEZ GUTIÉRREZ, F. (1977). A nuestro juicio, la explicación es que no tiene porqué existir necesariamente concordancia en una zona entre la antigüedad del parque inmobiliario y la antigüedad del flujo de viviendas que se ponen a la venta en el mercado inmobiliario. Así, en el anexo 2 puede consultarse la variable ANTIGÜEDAD en los distintos sectores administrativos y comprobar como la antigüedad media de las viviendas de los sectores con un parque inmobiliario más antiguo (caso del Centro y del Realejo) es inferior a la antigüedad media de la ciudad e inferior a la de sectores cuyo parque inmobiliario es más moderno. Esta aparente paradoja es explicable si se tiene en cuenta que una gran parte de las viviendas en venta de estos dos sectores son rehabilitaciones integrales.

sobre todo destaca la correlación negativa con la antigüedad (-0'4150). Como era de esperar, son las viviendas más antiguas y, por lo general, peor conservadas, aquéllas que presentan un menor ratio de cuartos de baño por dormitorio, dado que es relativamente reciente en los patrones constructivos la tendencia de aumentar este ratio, que se considera como indicativo de mayor calidad edificatoria.

La pareja antigüedad y conservación presenta una correlación nula con la superficie construida, de lo que se deduce la existencia de viviendas de distinta superficie, tanto entre las antiguas como entre las de reciente construcción. En cambio, entre las viviendas más antiguas sí se aprecia una cierta tendencia a un mayor número de habitaciones. Ello tiene una interpretación sociodemográfica inmediata: la paulatina disminución de miembros de la unidad familiar, que se ha venido produciendo en los últimos decenios, implica una modificación de la tipología edificatoria, en el sentido de disminuir el número de estancias dentro de la vivienda. Dado que una mayor antigüedad de la vivienda no implica necesariamente mayor superficie pero sí una cierta tendencia a mayor número de habitaciones, esta mayor compartimentación de la vivienda tiene su reflejo en una menor amplitud de las habitaciones, de ahí la correlación negativa de esta última variable con la antigüedad de la vivienda (y, en menor medida, con la conservación de la misma).

4º) En este último grupo de variables vamos a incluir el coeficiente de exterioridad y las áreas de esparcimiento de la vivienda. Ha de aclararse en primer lugar que ambas variables presentan una correlación mutua nula. Consecuentemente, la agrupación sólo se hace desde el punto de vista de que ambas variables se caracterizan porque sus proyecciones están muy próximas al origen y, por tanto, muy mal representadas sobre el plano bifactorial calidad/tamaño. Ello es consecuencia de su prácticamente nula importancia en la formación de las dos primeros componentes principales. Por tanto, el círculo de correlaciones no puede ser utilizado en este caso para mostrar sus asociaciones con otras características, sino que para tal finalidad habrá que recurrir directamente a la matriz de correlaciones (véanse las Tablas 1.A y 1.B). Puede destacarse de su observación que la existencia de áreas de esparcimiento sólo presenta una correlación medianamente importante con la distancia a los dos subcentros. Como ya se dijo en la interpretación de la tercera componente, se detecta una mayor presencia de viviendas con estas dotaciones en zonas relativamente alejadas del área central.

Para terminar el estudio de las correlaciones entre las variables y, dado que este análisis multivariante será complementado en capítulos posteriores con análisis espacial, vamos a destacar una cuestión relacionada con este último aspecto: las relaciones que se establecen entre la variable que mide la distancia desde las viviendas a los dos subcentros considerados

y el resto de las características de la vivienda. Se señaló con anterioridad que el círculo de correlaciones mostraba la oposición gráfica entre la distancia a los subcentros y las variables relativas a la calidad englobadas en el primer grupo (calidad de zona, ubicación, edificio y vivienda). Como no podía ser de otra forma, también existe una relación inversa entre la distancia y otras variables que miden la calidad de la vivienda: amplitud de las habitaciones y número de baños por dormitorio.

La correlación de la variable distancia con el grupo de variables que hacen referencia al tamaño de la vivienda debe matizarse: por un lado, es prácticamente nula con el número de habitaciones, por otro lado, es baja y negativa con la superficie construida. De aquí que tome más importancia la relación negativa detectada entre la distancia y la amplitud de las habitaciones, pues aporta más información que la que se obtiene estudiando separadamente la relación entre la distancia y cada una de las variables que definen la amplitud, cuales son la superficie construida y el número de habitaciones.

4.3. Interpretación de la nube simultánea de individuos (con adición de individuos suplementarios) y variables¹⁵.

El valor que toma cada una de las viviendas de la muestra sobre las dos primeras componentes principales establece las coordenadas que permiten su representación gráfica sobre el plano bifactorial calidad/tamaño¹⁶. Los individuos, como se sabe, forman parte de una muestra, por lo que no presentan interés en sí mismos; no obstante, se ha aprovechado la información que permite localizar cada vivienda en uno de los diez sectores administrativos en los que divide la ciudad el Servicio de Valoración y Asistencia Técnica de la Junta de Andalucía (véase la Figura 6)¹⁷. Así, en la Figura 3 cada vivienda de la muestra se ha representado en la nube a través del símbolo asignado al sector administrativo donde se halla ubicada. Como se dijo con anterioridad, el análisis de la nube de los individuos se hace con respecto a su centro de gravedad, que coincide con

¹⁵ En el capítulo XI se analiza la información adicional aportada por un conjunto de variables suplementarias, que recogen las valoraciones de las viviendas en venta desde distintas perspectivas. El capítulo XI es un complemento del capítulo actual, pero ha sido ubicado al final de la Memoria porque la obtención de dichas valoraciones se explica en los capítulos posteriores.

¹⁶ Los pesos de las viviendas que componen el sondeo son todos iguales entre sí, por lo que sus contribuciones a la formación del eje no aportan mayor información que las coordenadas. Por esta razón se ha omitido el estudio de las contribuciones de los individuos a la formación del eje.

¹⁷ En este estudio vamos a centrarnos en nueve de los sectores: Polígono de Almanjáyar-Cartuja, barrio de La Chana, Avenida de la Constitución-Plaza de Toros-Doctores, Camino de Ronda, barrio del Zaidín, Pedro Antonio de Alarcón, Centro y barrio del Realejo, excluyendo el barrio del Albayzín, por las razones mencionadas anteriormente en este capítulo.

el punto de intersección de los dos ejes. La propia construcción del método divide a la nube en cuatro partes, con el mismo número de viviendas, aproximadamente, en cada uno de dichos cuadrantes.

Teniendo en cuenta que la calidad global de las viviendas aumenta de derecha a izquierda y su tamaño lo hace de abajo hacia arriba, la posición relativa de las viviendas puede ser muy ilustrativa. Así, por ejemplo, en el primer cuadrante se sitúan las viviendas con calidad inferior a la media, pero tamaño por encima del promedio, y en el tercer cuadrante las viviendas con calidad por encima de la vivienda, pero tamaño menor al medio. La observación de la nube muestra como la mitad izquierda del gráfico ofrece una mayor dispersión vertical (es decir, una mayor dispersión en la segunda componente principal) que la mitad derecha. Ello no invalida la conclusión de que el tamaño de la vivienda es independiente de la calidad global de ésta. De ahí el hecho de que la nube tenga la forma de un haz que se abre más a medida que nos movemos hacia la izquierda (hacia una mayor calidad global de las viviendas). Dicho haz sitúa su foco en la parte derecha del eje de calidades, lo cual indica que en las viviendas de calidad inferior a la media se reduce la gama de tamaños (menor dispersión), situándose las viviendas más concentradas en torno al tamaño medio. De ello podría inferirse que la vivienda de calidad inferior a la media es más estándar en lo que se refiere al tamaño, en tanto que la vivienda de mayor calidad global se mueve desde el extremo superior de

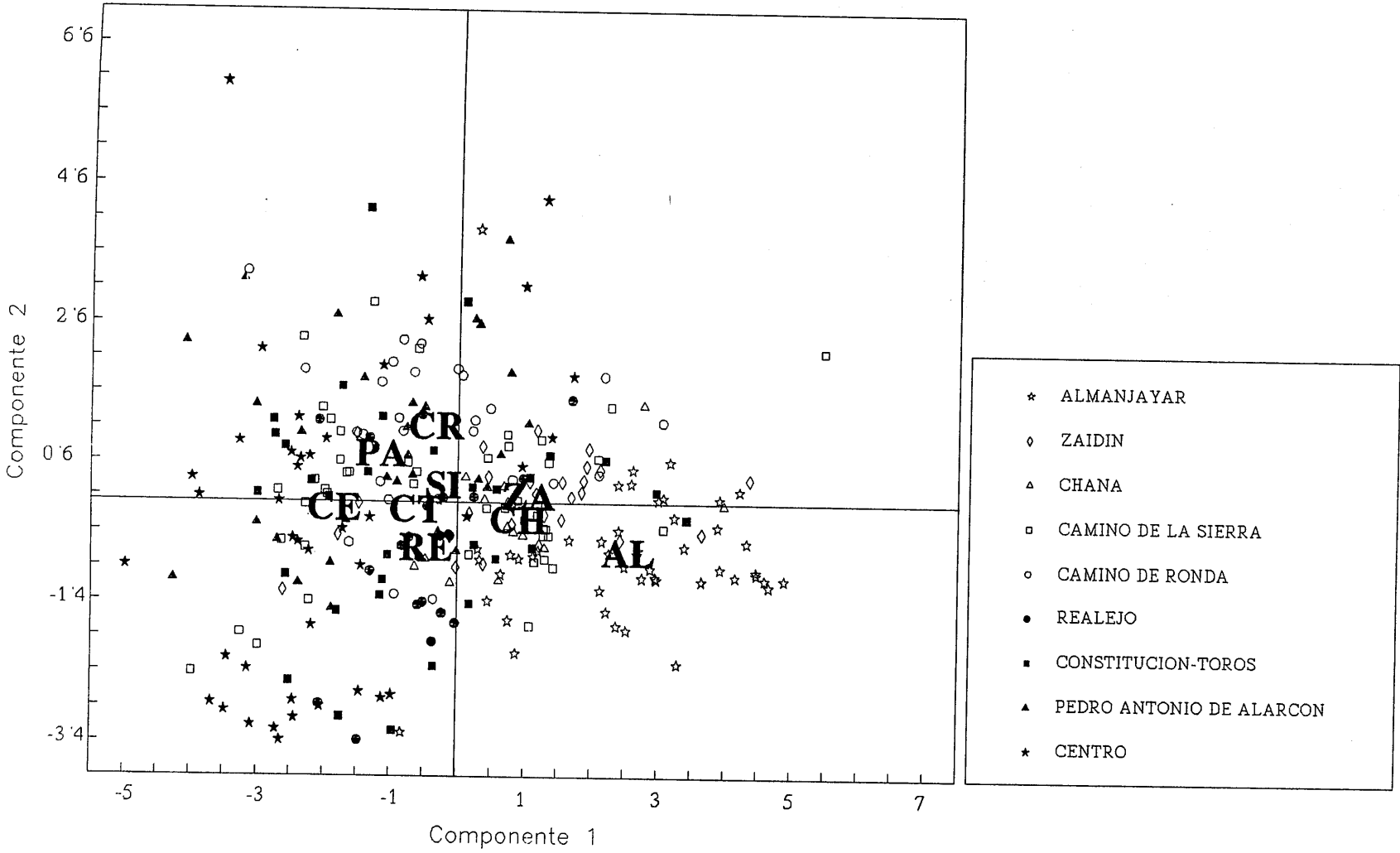


Figura 3. Nube de viviendas y centros de gravedad de los sectores.

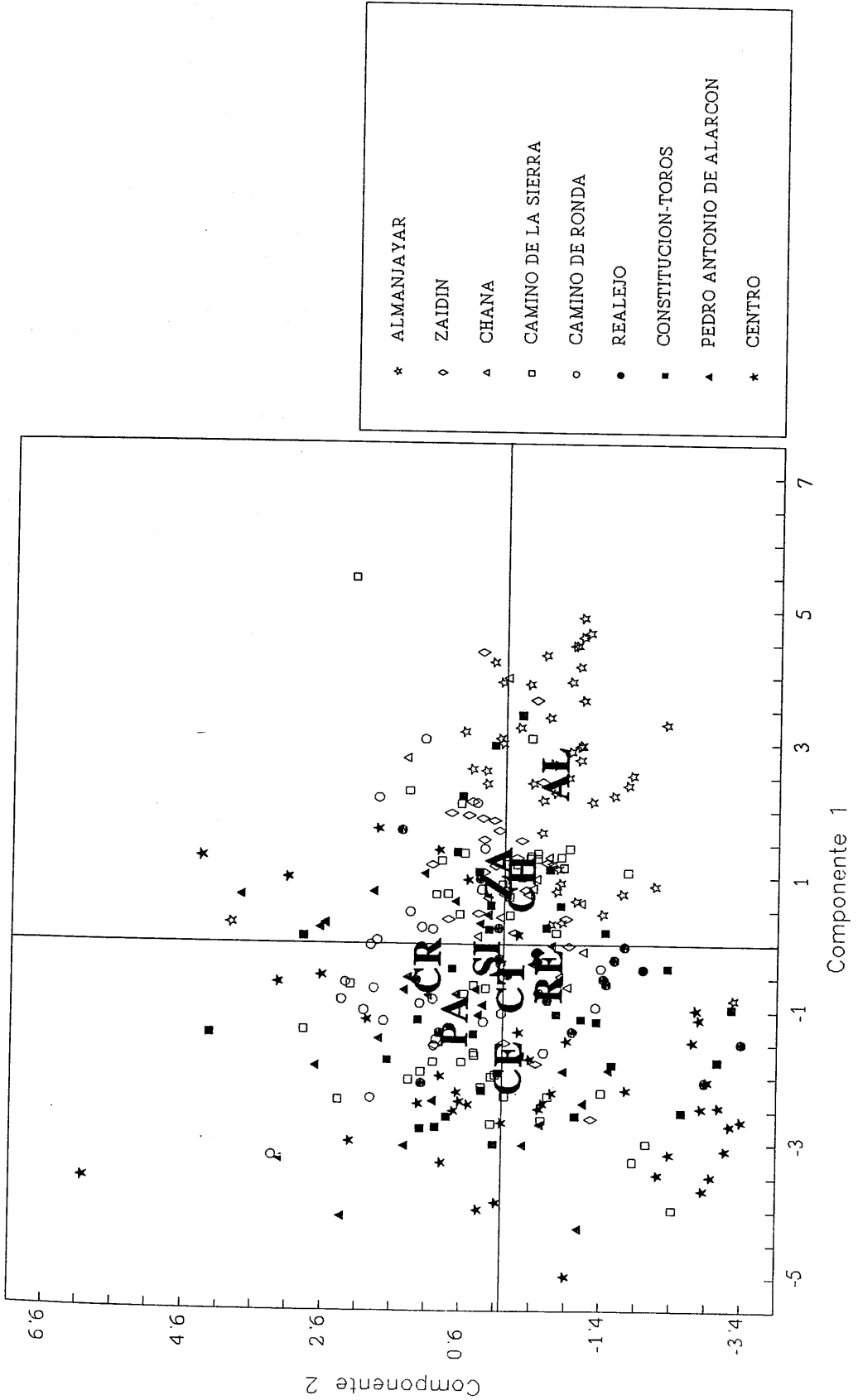


Figura 3. Nube de viviendas y centros de gravedad de los sectores.

tamaños, como era de esperar, hasta el extremo inferior, donde se recogen pequeños apartamentos o estudios.

Esta tendencia general vamos a complementarla con la observación de las viviendas de la nube situadas en los dos extremos de calidades. En las 25 viviendas de mayor calidad global se observa una franja de calidades con una gran dispersión de tamaños, como puede observarse a simple vista en la Figura 3. En cuanto a su localización espacial, la mayoría se ubican en los sectores administrativos del Centro y Pedro Antonio de Alarcón (véase la Figura 6). Entre las 25 viviendas de peor calidad, situadas en el extremo derecho del eje, se observa un fuerte estrechamiento de la gama de tamaños. Por lo que se refiere a la localización espacial de las 25 viviendas de la muestra de peor calidad global, la inmensa mayoría de ellas se localiza en el sector de Almanjáyar-Cartuja (véase la Figura 6).

A continuación, vamos a fijar nuestra atención en las viviendas situadas en la parte superior e inferior de la nube, que se corresponden con las viviendas de mayor y menor tamaño, respectivamente. Así, entre las 25 viviendas de mayor tamaño hay bastante dispersión en cuanto a su nivel de calidad global y también en lo que se refiere a su localización. El grupo de las 25 viviendas de menor tamaño presenta una alta concentración, no sólo en lo que respecta a sus valores en las dos componentes principales (lo cual

determina su gran proximidad en la Figura 3)¹⁸, sino también en cuanto a su localización: la inmensa mayoría son apartamentos de los sectores administrativos del Centro y del Realejo, producto de la rehabilitación integral y nueva división interior de edificios antiguos de esta parte céntrica de la ciudad.

En resumen: observada la tendencia general de la nube podemos concluir que la calidad global y el tamaño de las viviendas de la muestra son dos factores independientes entre sí. Aun así, los grupos de viviendas que toman los valores más extremos en cada uno de los dos ejes nos inducen a introducir algunas matizaciones. La primera de ellas es que entre las viviendas de mayor calidad se cumple plenamente la afirmación general, pues las hay de muy diversos tamaños, pero a medida que disminuye la calidad, la vivienda se mueve en un intervalo menor de tamaños, en torno al promedio, o en valores algo inferiores al mismo. La segunda es que en ambos extremos de calidad hay una cierta polarización en cuanto a la localización espacial: predomina la ubicación en la zona central de la ciudad entre las viviendas de calidad superior, mientras que la inmensa mayoría de las de calidad inferior pertenecen al sector de Almanjáyar-Cartuja, situado en la periferia de la capital. La tercera es que las viviendas de calidad superior a la media son mayoritarias en ambos

¹⁸ Téngase en cuenta que entre las viviendas de menor tamaño entra en juego un tamaño mínimo, que podríamos denominar técnico, por debajo del cual raramente se construye, lo cual comprime la gama baja del intervalo de tamaños.

extremos de tamaños: no sólo entre las viviendas más grandes (como era previsible), sino, sobre todo, entre las más pequeñas. La cuarta, y última, es que las viviendas de menor tamaño (apartamentos) se localizan mayoritariamente en el sector del Centro y del Realejo, pues la mayoría corresponden a rehabilitaciones, en tanto que, entre las de mayor tamaño hay bastante diversidad de localizaciones.

En esta aplicación del ACP no son las viviendas del muestreo en sí mismas lo que nos interesa, sino ciertas características conocidas de ellas como es, en este caso, el sector administrativo al que pertenecen. Así, vamos a complementar el ACP teniendo en cuenta la localización de la vivienda; para ello, representamos como viviendas suplementarias los centros de gravedad de las viviendas que pertenecen a un mismo sector, pudiendo consultar la localización geográfica de los mismos en la Figura 6¹⁹. Estos centros de gravedad, que se construyen a partir de la información de las Tablas 12.A y 12.B, son viviendas ficticias que representan las viviendas tipo o perfiles medios de cada uno de los nueve sectores administrativos (en dichas tablas figura entre paréntesis el número de viviendas de la muestra pertenecientes a cada sector). Los centros de gravedad se incluyen en la nube de viviendas a través de su proyección sobre el plano bifactorial calidad/tamaño. Las coordenadas de estas

¹⁹ Este método es esencial cuando el número de viviendas es muy elevado, como es este caso, ya que la proyección de todos los individuos resulta confusa al ser muy densa. Véase a este respecto el libro de GRANDE ESTEBAN, I.; ABASCAL FERNÁNDEZ, E. (1989).

viviendas, representativas de los sectores administrativos en los que se divide la ciudad, se muestran en la Tabla 14, y la ordenación de los sectores en función de sus coordenadas, en la Tabla 15²⁰. El análisis del posicionamiento relativo de los centros de gravedad enriquece y complementa la información obtenida anteriormente a través de la observación de la nube de viviendas. La primera cuestión que llama la atención en la Figura 3 es que, de los nueve sectores administrativos considerados, seis de sus centros de gravedad (es decir, seis de las viviendas tipo) tienen una calidad superior a la media (por lo que sus coordenadas en la primera componente principal tienen signo negativo, como puede verse en la Tabla 14) y en sólo tres de los centros de gravedad ocurre lo contrario. Este desequilibrio se explica porque el centro de gravedad de la nube no tiene porqué coincidir con el punto medio de los centros de gravedad, debido a los distintos tamaños de las muestras. También se observa una gradación de menor calidad a mayor calidad (de derecha a izquierda) en las viviendas tipo de cada sector: desde el de Almanjáyar-Cartuja (AL), que es el sector más marginal de la ciudad, hasta el sector del Centro (CE), donde se observan las mayores calidades medioambientales y, sobre todo, constructivas. El reflejo gráfico de este comportamiento se observa en la Figura 4: la vivienda tipo del sector del

²⁰ Las estadísticas básicas de las cinco primeras componentes principales, tanto para el conjunto de la muestra de viviendas como para los sectores administrativos, pueden consultarse en el anexo 2. En este apartado nos centraremos en las medias de las componentes principales por sectores, que son las coordenadas de las viviendas tipo de los mismos (véase la Tabla 14), y en las desviaciones típicas, que, una vez ordenadas, se recogen en la Tabla 16.

Centro se aleja de la nube en la dirección marcada por la variable calidad de la vivienda. De hecho, en las Tablas 12.A y 12.B puede comprobarse que las viviendas de la muestra del Centro presentan el mayor valor medio de calidad de la vivienda. Por su parte, la vivienda tipo del sector de Almanjáyar-Cartuja, se aleja del comportamiento medio por la senda opuesta a la calidad de zona. En la Tabla 13 se observa que este sector ocupa las últimas posiciones en todas las variables relativas a la calidad y en la Tabla 12 se constata que las mayores diferencias con respecto a los demás sectores se producen en relación a la calidad de la zona.

	CHANA (14)		ALMANJÁYAR (50)		CONSTITUCIÓN- DOCTORES (32)		CAMINO DE RONDA (27)		ZAIDÍN (27)	
	MEDIA	COEF. VAR.	MEDIA	COEF. VAR.	MEDIA	COEF. VAR.	MEDIA	COEF. VAR.	MEDIA	COEF. VAR.
ANTIGÜEDAD	7'4286	121'87	12'180	44'529	8'4062	103'43	15'074	82'241	11'926	53'8380
CONSERVACIÓN	1'2857	36'463	1'5400	32'692	1'2500	35'195	1'4074	35'577	1'4444	35'0564
HABITAC	4'4286	11'596	4'4200	24'225	4'1562	27'405	4'5926	16'271	4'4815	16'8016
AMPLITUD	24'693	12'005	22'523	21'830	28'801	24'750	27'111	18'176	25'209	21'4055
ESPARC	0'0714	374'17	0'9600	59'375	0'4687	108'16	0'2593	252'99	0'1111	288'231
SUP_C_VIV	108'77	13'429	97'600	23'634	118'12	35'335	125'67	28'685	111'30	21'4497
COEFEXTER	3'8643	7'4316	3'9263	8'0832	2'8109	45'756	3'5407	21'372	3'7068	13'8507
BAÑOPORDORM	0'4750	31'225	0'3618	37'559	0'5541	31'624	0'4364	21'385	0'4506	39'3436
DISTANCIA2	3605'1	22'429	5399'5	15'488	2525'7	24'526	1942'6	42'911	4798'2	14'6819
CAL_ZONA	2'9286	9'1260	2'2800	19'823	3'3125	17'880	3'6667	13'101	3'0000	16'0128
CAL_UBICA	3'0000	13'074	2'7000	21'492	3'5937	17'108	3'7778	15'283	3'3704	16'7601
CAL_EDIF	3'2143	21'756	2'6200	25'447	3'5000	21'771	3'5185	21'400	3'1111	16'2762
CAL_VIV	3'0714	20'047	2'8800	18'076	3'5000	24'069	3'4815	18'461	3'2222	17'9178

Tabla 12.A

	P.A. ALARCÓN (30)		CENTRO (43)		REALEJO (23)		CAMINO DE LA SIERRA (52)		GRANADA (298)	
	MEDIA	COEF. VAR.	MEDIA	COEF. VAR.	MEDIA	COEF. VAR.	MEDIA	COEF. VAR.	MEDIA	COEF. VAR.
ANTIGÜEDAD	13'633	80'246	7'6279	173'05	5'2609	104'93	9'5192	138'47	10'282	101'88
CONSERVACIÓN	1'3333	35'960	1'1860	33'198	1'0870	26'506	1'2500	38'399	1'3188	35'938
HABITAC	4'3333	25'231	3'9070	44'618	3'7826	25'152	4'7885	25'270	4'3456	27'215
AMPLITUD	29'091	24'008	29'749	23'959	27'909	23'347	25'142	20'366	26'535	23'895
ESPARC	0'0667	380'56	0'2326	183'81	0'1304	479'58	0'8654	97'164	0'4497	146'99
SUP_C_VIV	125'17	32'241	113'37	46'568	105'04	33'970	116'65	19'504	113'06	31'391
COEFEXTER	3'3743	28'556	3'1388	39'390	3'4333	28'581	3'6318	21'368	3'4902	26'625
BAÑOPORDORM	0'5176	30'071	0'6675	42'899	0'5347	41'774	0'5173	29'951	0'5028	40'212
DISTANCIA2	1646'0	44'020	2000'6	23'661	2688'1	10'616	4727'6	18'685	3444'1	46'635
CAL_ZONA	3'8667	13'123	3'8837	14'001	3'0870	9'3329	3'5769	19'453	3'2919	22'955
CAL_UBICA	3'7333	13'951	3'5814	16'386	3'2609	16'585	3'5961	14'837	3'3993	19'424
CAL_EDIF	3'7333	21'024	4'0698	17'288	3'6087	13'828	3'7500	25'257	3'4631	24'858
CAL_VIV	4'0333	20'051	4'3256	20'002	3'7391	14'464	3'7308	27'126	3'5805	24'714

Tabla 12.B

ANTI GÜE DAD	CON SER VA CIÓN	HAB ITAC	AMP LITUD	ES PARC	SUP CVIV	COE FEX TER	BAN OPOR DORM	DIS TAN CIA 2	CAL ZONA	CAL UBICA	CAL EDIF	CAL VIV
CR PA AL ZA SI CT CE CH RE	AL ZA CR PA CH CT SI CE RE	SI CR ZA CH AL PA CT CE RE	CE PA CT RE CR CE ZA SI CH AL	AL SI CT CR CE RE ZA CH PA	CR PA CT SI CE ZA CH RE AL	AL CH ZA SI CR RE PA CE CT	CE CT RE PA SI CH ZA CR AL	AL ZA SI CH RE CT CE CR PA	CE PA CR SI CT RE ZA CH AL	CR PA SI CT CE ZA RE CH AL	CE SI PA RE CR CT CH ZA AL	CE PA RE SI CT CR ZA CH AL

Tabla 13

SECTOR	COMPONENTE PRINCIPAL 1	COMPONENTE PRINCIPAL 2	COMPONENTE PRINCIPAL 3	COMPONENTE PRINCIPAL 4
CH	0'84596	-0'23905	-0'09706	-0'1213
AL	2'56213	-0'71819	0'87490	0'4159
CT	-0'64664	-0'10400	-0'46740	0'3879
CR	-0'35382	1'05233	-0'66120	-0'3476
ZA	1'01284	0'04636	0'00289	-0'0516
PA	-1'17645	0'84155	-0'92290	-0'2885
CE	-1'86962	-0'12848	-0'63590	-0'1159
RE	-0'50142	-0'65488	-0'38670	-0'1383
SI	-0'18902	0'15881	1'04357	-0'0752

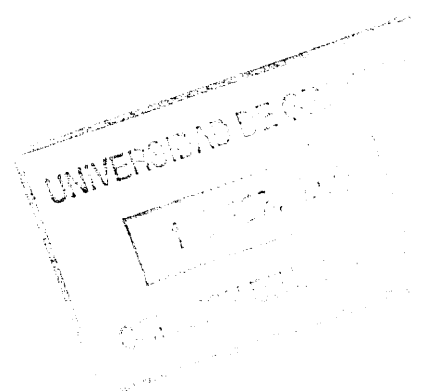
Tabla 14

COMPONENTE PRINCIPAL 1	COMPONENTE PRINCIPAL 2	COMPONENTE PRINCIPAL 3	COMPONENTE PRINCIPAL 4
AL	CR	SI	AL
ZA	PA	AL	CT
CH	SI	ZA	ZA
SI	ZA	CH	SI
CR	CT	RE	CE
RE	CE	CT	CH
CT	CH	CE	RE
PA	RE	CR	PA
CE	AL	PA	CR

Tabla 15

CP1	CP2	CP3	CP4	CP5
GR: 2'06716	GR: 1'48077	GR: 1'29347	GR: 1'05174	GR: 0'92794
SI: 1'89279	CE: 2'35620	SI: 1'62604	CT: 1'38282	CE: 1'16059
CT: 1'69598	CT: 1'57996	CR: 1'20161	CE: 1'32217	CT: 1'14788
CE: 1'61892	PA: 1'37882	CT: 1'00838	PA: 1'22707	RE: 0'98434
ZA: 1'55947	RE: 1'27893	RE: 1'00254	RE: 1'18137	PA: 0'94561
PA: 1'48402	SI: 1'13594	CE: 0'91750	SI: 0'87899	CR: 0'94387
CR: 1'38333	CR: 1'09980	AL: 0'90089	CR: 0'83723	SI: 0'84832
AL: 1'37699	AL: 0'98287	PA: 0'83226	CH: 0'80120	ZA: 0'65783
CH: 1'22530	CH: 0'68446	CH: 0'64700	ZA: 0'68830	AL: 0'60827
RE: 0'84534	ZA: 0'58332	ZA: 0'62078	AL: 0'67544	CH: 0'48136

Tabla 16



	CALIDAD DE REPRESENTACIÓN SOBRE CP1	CALIDAD DE REPRESENTACIÓN SOBRE CP2	CALIDAD DE REPRESENTACIÓN SOBRE CP3	CALIDAD DE REPRESENTACIÓN SOBRE EL PLANO 1, 2
CH	0'4178	0'0334	0'0055	0'4512
AL	0'8073	0'0634	0'0941	0'8707
CT	0'3343	0'0086	0'1746	0'3429
CR	0'0601	0'5321	0'2101	0'5922
ZA	0'5927	0'0012	0'0000	0'5939
PA	0'4343	0'2222	0'2673	0'6565
CE	0'8416	0'0040	0'0973	0'8456
RE	0'1728	0'2947	0'1027	0'4675
SI	0'0215	0'0152	0'6566	0'0367

Tabla 17

En definitiva, las viviendas tipo de estos dos sectores administrativos se desmarcan del resto en cuanto a su calidad global, alejándose cada una por un extremo del eje. Esta interpretación es, además, consistente, pues ambos sectores tienen una muy buena calidad de representación sobre la primera componente principal, como puede verse en la Tabla 17.

Los sectores del Zaidín (ZA) y de La Chana (CH), ensanches sur y noroeste, con perfiles socioeconómicos similares en muchos aspectos, presentan una calidad global de la vivienda media-baja (véanse las Figuras 3 ó 4). En las Tablas 12 y 13 puede observarse que esta pareja figura siempre dentro de los últimos puestos de las variables relativas a las calidades del bien inmueble, tanto en sus aspectos constructivos como

medioambientales. Además, por lo que respecta al sector de La Chana, la posición de su vivienda tipo respecto al eje que mide la calidad global es bastante representativa del conjunto de viviendas en venta del sector, pues presenta una de las desviaciones típicas más bajas en la primera componente principal, como puede observarse en la Tabla 16. Por otro lado, la calidad de representación de ambas viviendas tipo sobre la primera componente es suficientemente buena (véase la Tabla 17) como para poder aceptar la fiabilidad de las afirmaciones anteriores.

Dentro de la gama media de la calidad global de la vivienda puede encuadrarse un grupo de cuatro sectores: Camino de Ronda (CR), Camino de la Sierra (SI), Constitución-Plaza de Toros-Doctores (CT) y Realejo (RE) (véase la Figura 3 y la Tabla 15). Las viviendas tipo de dichos sectores se sitúan en una franja en torno al centro de gravedad de la nube pero, también en todos los casos, estas viviendas tipo se ubican un poco a la izquierda de aquél. Es decir, las viviendas tipo representativas de los sectores con calidad media, basculan hacia una calidad global de la vivienda un poco mayor que la del promedio de la nube. Evidentemente, el posicionamiento de este grupo de viviendas tipo sobre el primer eje se corresponde con la ocupación de los lugares centrales en la ordenación de los sectores respecto de las variables relativas a la calidad de la vivienda (véanse las Tablas 12.A, 12.B y 13). Por lo que se refiere a la dispersión de las viviendas respecto de la vivienda tipo de su sector (véase la Tabla

16), hay que distinguir dos parejas: por un lado, las viviendas del Camino de Ronda y del Realejo se encuentran bastante concentradas a lo largo de la franja que ocupa su centro de gravedad, sobre todo en el caso del segundo de los sectores citados; lo contrario ocurre con los sectores administrativos del Camino de la Sierra y Constitución-Plaza de Toros-Doctores, a los que les corresponden las dos dispersiones más altas en la primera componente principal.

En la Figura 4 vamos a señalar nuevamente si se produce el alejamiento de algún centro de gravedad, a lo largo de la dirección marcada por las variables relativas a las calidades de las viviendas. Se puede observar (y confirmar en las Tablas 12.A, 12.B y 13) que la vivienda tipo del Realejo se distingue del resto por tener menor antigüedad y mejor conservación, de ahí que se aleje en la dirección opuesta a los puntos-variables de estas dos características. También influye en este alejamiento su alto valor medio en la ratio de baños por dormitorio.

Por otro lado, la calidad de representación sobre el primer eje no es buena en los sectores del Camino de la Sierra y Camino de Ronda (véase la Tabla 17), por lo que no deben extraerse conclusiones definitivas sobre su posición en dicho eje. La vivienda tipo del sector de Constitución-Plaza de Toros-Doctores sí tiene una buena calidad de representación y, además, es la que presenta mayor calidad global de la vivienda dentro del grupo de

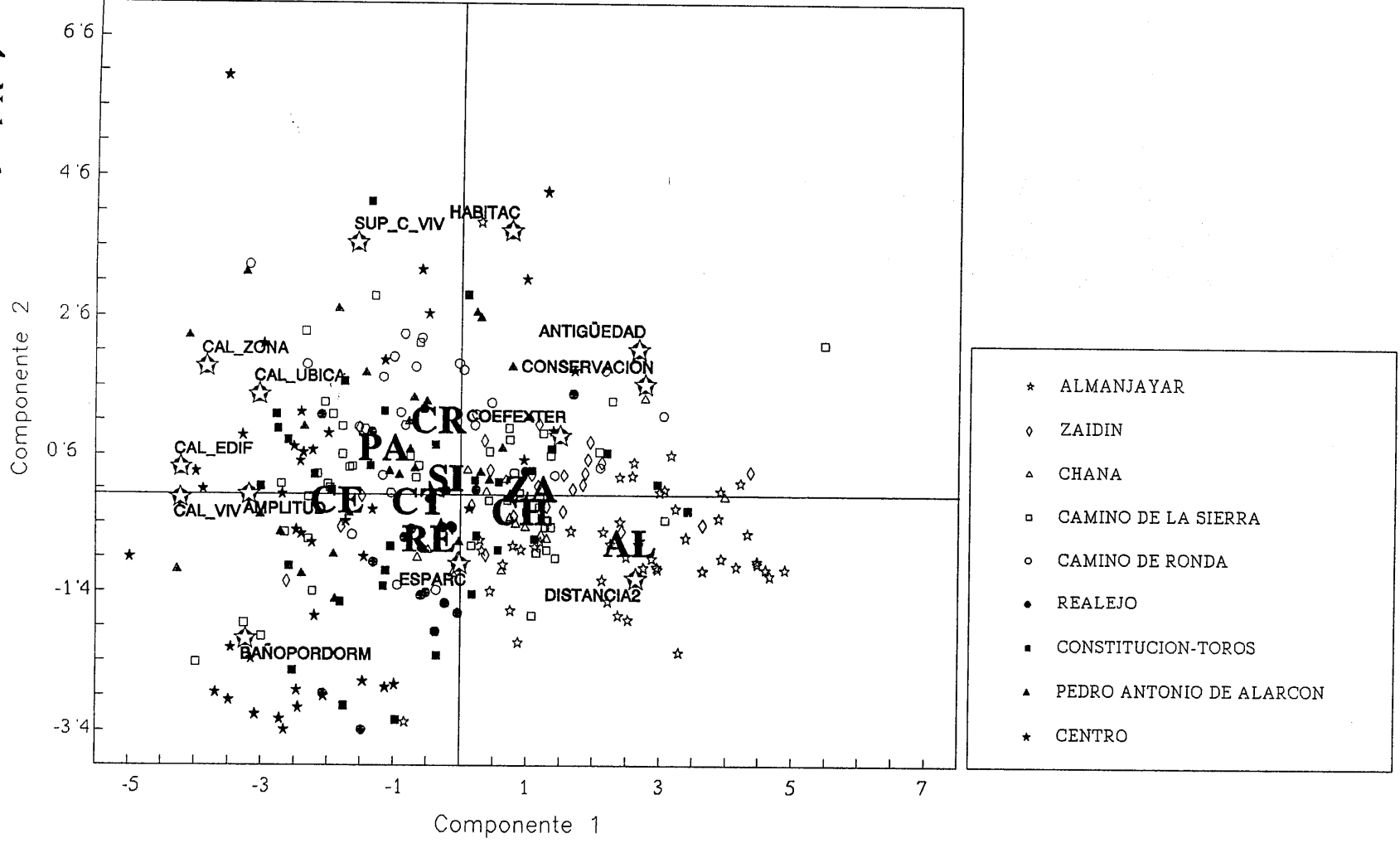


Figura 4. Nube de viviendas, nube de variables y centros de gravedad de los sectores.

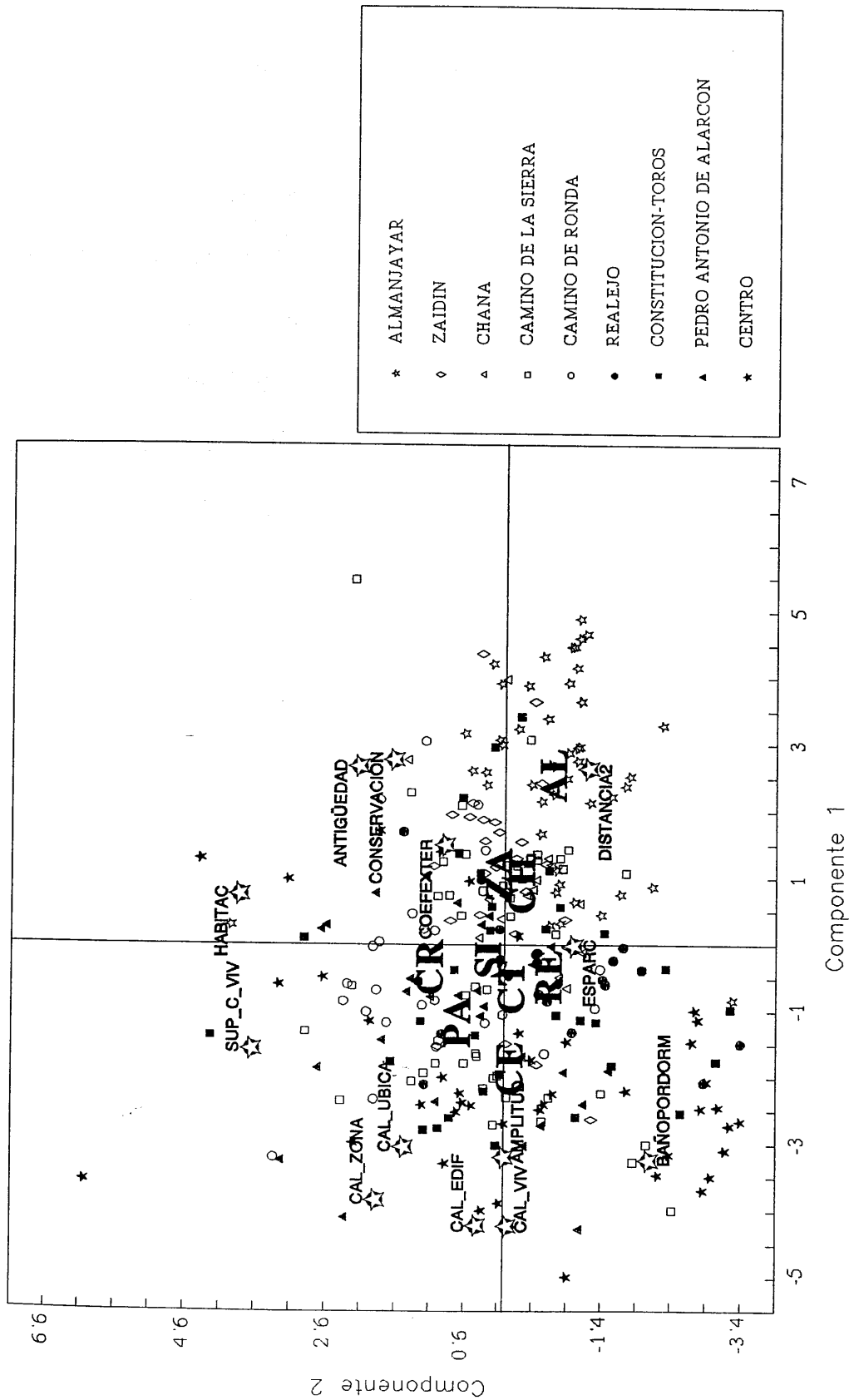


Figura 4. Nube de viviendas, nube de variables y centros de gravedad de los sectores.

cuatro sectores que estamos considerando, pero no destaca extraordinariamente en ninguna variable, de ahí que no se produzca un alejamiento apreciable en ninguna dirección.

Centremos ahora nuestra atención sobre la vivienda tipo del sector de Pedro Antonio de Alarcón. Se sitúa sobre el primer eje en una posición que se puede caracterizar como de calidad global de la vivienda media-alta (véase la Figura 4). Ello es acorde también con el segundo lugar (después del sector del Centro) que ocupa en la mayoría de las variables relativas a las calidades de la vivienda, como puede observarse en las Tablas 12.A, 12.B y 13. La calidad de representación de la vivienda tipo de este sector sobre el primer eje es aceptable, así como el grado de concentración de las viviendas de este sector a lo largo de la franja situada en torno a la vivienda tipo (véase la Tabla 16). En la Figura 4 se observa un cierto alejamiento de esta vivienda tipo del resto de la nube, a lo largo de la senda marcada por las calidades medioambientales (calidad de zona y ubicación), aunque en este alejamiento tiene mayor responsabilidad el segundo eje, es decir, el tamaño de las viviendas, como se comentará más adelante.

Las posiciones de las viviendas tipo de todos los sectores respecto de la segunda componente principal han de ser estudiadas con precaución, pues la calidad de representación sobre este eje es aceptable sólo para tres

centros de gravedad: buena para el del Camino de Ronda, y admisible para los de Pedro Antonio de Alarcón y Realejo (véase la Tabla 17). Una primera observación que puede hacerse es que, en cuanto al tamaño de la vivienda, los centros de gravedad están más próximos que en cuanto a la calidad de la vivienda, lo cual confirma que la primera componente principal es más discriminante que la segunda. De ahí que la nube de los centros de gravedad tenga forma elipsoidal, cuyo brazo mayor es el horizontal. En función del valor que toman los centros de gravedad en la segunda componente principal, vamos a clasificarlos en una gradación de tres tamaños de la vivienda: mayor, mediano y menor. Las viviendas en venta de mayor tamaño medio corresponden a los sectores del Camino de Ronda y Pedro Antonio de Alarcón. La gran mayoría de viviendas pertenecientes al primero de estos sectores se ubica en la nube en una franja horizontal relativamente estrecha en torno a su centro de gravedad, en tanto que para el segundo sector se observa una mayor dispersión en cuanto al tamaño. Por otro lado, puede observarse en la Figura 4 (y corroborarse en las Tablas 12.A, 12.B y 13), que el alejamiento de la vivienda tipo de Pedro Antonio de Alarcón se produce tanto en razón de una mayor calidad global (sobre todo en lo referente a la calidad de zona y de ubicación), como en razón de una mayor superficie construida; el compromiso entre ambas tensiones tiene como consecuencia que el desplazamiento se haga en la dirección de la bisectriz del segundo cuadrante. En su desplazamiento vertical hacia arriba (en razón del mayor

tamaño medio de sus viviendas), la vivienda tipo del Camino de Ronda se sitúa más cerca del segundo eje que la vivienda tipo de Pedro Antonio de Alarcón, lo cual se debe a que la calidad global de la primera se halla más cerca de la media de la ciudad (igual a cero) que la de la segunda (véase la Tabla 14 y la Figura 4).

Los sectores cuyas viviendas tipo se pueden considerar como de tamaño medio, enumerados de mayor a menor calidad global de las mismas, son los siguientes: Centro, Constitución-Plaza de Toros-Doctores, Camino de la Sierra, La Chana y Zaidín. Otra característica común a todos ellos es su mala calidad de representación sobre la componente principal definida como tamaño de la vivienda, por lo que eludiremos realizar más comentarios sobre su posicionamiento.

Las viviendas en venta con menor tamaño medio son las ubicadas en los sectores del Realejo y de Almanjáyar-Cartuja. En el primero de los sectores la dispersión de sus viviendas en relación con la segunda componente es más alta que en el segundo (véase la Tabla 16): puede observarse en la Figura 4 que las viviendas del sector de Almanjáyar-Cartuja se ubican en una estrecha franja horizontal en torno a su centro de gravedad. El menor tamaño de la vivienda tipo de este sector y su baja dispersión puede ser explicado teniendo en cuenta el fuerte peso de las viviendas sociales de promoción pública en la estructura urbana de este

sector (pueden encontrarse mayores aclaraciones en la nota a pie de página número 22). Por otro lado, entre las viviendas en venta del sector del Realejo es abundante la presencia de rehabilitaciones integrales de edificios, con una nueva división interior en pequeños apartamentos, lo cual explica el pequeño tamaño medio. Pero este tipo de bien inmueble coexiste en este sector con otro tipo de vivienda más tradicional, de ahí que la dispersión en cuanto al tamaño de la vivienda sea relativamente alta²¹. La vivienda tipo del sector de Almanjáyar-Cartuja es, por un lado, la de menor calidad global (además, con bastante diferencia respecto del resto); por otro lado, es la de menor tamaño, fundamentalmente en lo que respecta a la superficie, pero no tanto en lo que se refiere al número de habitaciones. Como consecuencia de ambas tendencias, se sitúa en el plano bifactorial calidad/tamaño muy alejada de las demás viviendas tipo²².

²¹ La segunda componente principal, tamaño de la vivienda, también muestra una alta dispersión en el sector del Centro; la razón que lo explica es la misma que la que acabamos de enunciar para el sector del Realejo.

²² A comienzos de la década de los sesenta, se pone en marcha lo que podría considerarse como el origen de la ocupación de la zona norte de la capital: el Plan Parcial del Polígono de la Paz. Se trataba de una experiencia novedosa desarrollada por la iniciativa pública, que terminaría siendo malograda por el rechazo social provocado por la instalación en la zona de los damnificados por las lluvias torrenciales de 1963, que habían visto destruidas las infraviviendas y cuevas que ocupaban en el Sacromonte y Haza Grande. Posteriormente, durante los primeros años de la década de los setenta, el Ministerio de la Vivienda pone en marcha una nueva oleada de ocupación de la zona septentrional de la ciudad. Así, surge el Polígono de Cartuja cuya construcción se basa en la fórmula de la promoción estatal de suelo urbano y su posterior edificación por la iniciativa privada y, en menor medida, por la pública. Mediante iniciativas similares en las que se oferta suelo urbanizado público a efectos residenciales, comienza en la década de los ochenta la construcción de un nuevo polígono, el de Almanjáyar, que viene a rellenar parte del espacio libre entre el Polígono de Cartuja y el complejo residencial de San Francisco. Como suele suceder en los polígonos residenciales de promoción pública, el tamaño medio del parque de viviendas de este sector es de los

La situación sobre el plano bifactorial de las viviendas tipo de los distintos sectores administrativos en los que se divide la ciudad, puede esquematizarse a través de la Tabla 18.

		CALIDAD GLOBAL DE LA VIVIENDA				
		ALTA	MEDIA-ALTA	MEDIA	MEDIA-BAJA	BAJA
TAMAÑO DE LA VIVIENDA	MAYOR	PA		CR		
	MEDIO	CE		CT, SI	CH, ZA	
	MENOR			RE		AL

Tabla 18

A continuación vamos a comentar brevemente las coordenadas de algunas viviendas tipo o centros de gravedad sobre la tercera componente principal (véase la Tabla 14). Los sectores en los que la tercera componente es mayor son los del Camino de la Sierra y Almanjáyar-Cartuja, es decir, aquéllos sectores que ocupan las primeras posiciones en las dos variables más correlacionadas con la tercera componente: la existencia de zonas de esparcimiento (que en la mayoría de los casos son

más bajos de la capital; valga como ejemplo el tamaño medio de menos de 50 m² en el Polígono de Almanjáyar. También es el sector de la capital con el menor porcentaje de viviendas construidas de más de 120 m² (entre el 1% y el 2%, frente a zonas de la ciudad con porcentajes entre el 13% y el 27%). A este respecto pueden consultarse, entre otras, la obra de BOSQUE MAUREL, J.; FERNÁNDEZ GUTIÉRREZ, F.; BOSQUE SENDRA, J.; PÉREZ ALCAIDE, F. (1984). En contraste con este pequeño tamaño de la vivienda se encuentra el hecho de que este sector periférico es el destino natural de parejas de edad media y joven de baja extracción social, con el número de hijos por familia y con el tamaño medio de la familia más altos de la ciudad.

jardines de uso colectivo anexos a la vivienda²³) y distancia a los dos subcentros considerados (véanse las Tablas 12.A, 12.B y 13). En la parte opuesta del eje se sitúan las viviendas tipo de los sectores de Pedro Antonio de Alarcón, Camino de Ronda y Centro (si bien, en estos dos últimos es más determinante la cercanía a los dos subcentros que la escasa existencia de zonas de esparcimiento). La posición de los tres sectores se explica por estar situados en la zona céntrica de la capital y porque presentan una estructura urbana muy macizada y, por tanto, con menores dotaciones de áreas de esparcimiento adosadas a la vivienda (cuestión diferente es la existencia de áreas de ocio de titularidad pública, como pueden ser plazas y jardines, no pertenecientes a ninguna vivienda o urbanización).

La observación de las Figuras 3 y 4 sugiere la realización de algunos comentarios sobre las proximidades entre viviendas tipo. Como ya se explicó en el capítulo I, tal proximidad es un indicador de la similitud de sus comportamientos en cuanto a las variables con mayor peso en las dos primeras componentes principales, a partir de las que se genera el plano bifactorial calidad/tamaño. No obstante, la proximidad gráfica entre

²³ Paradójicamente, el sector de Almanjáyar-Cartuja, el de menor calidad global de la vivienda según los resultados del ACP, es el primero en la variable que mide la existencia de zonas de esparcimiento para la vivienda. El análisis de los datos originales del sondeo muestran que en la gran mayoría de las viviendas del sector que tienen áreas de esparcimiento, éste es un pequeño jardín de uso colectivo. Esto viene explicado porque en dicho sector es muy abundante la tipología edificatoria del bloque exento, con un número relativamente alto de plantas (6-10), y un pequeño jardín de uso colectivo en la entrada del bloque.

viviendas tipo debe ser matizada y contrastada con la participación de otros tres elementos. El primero de ellos es que para pronunciarse sobre la proximidad entre dos viviendas tipo hay que considerar la cantidad de información que recoge cada eje; así, como la cantidad de información que recoge el eje de la calidad global de la vivienda es el doble que la recogida por el eje del tamaño de la vivienda, una misma distancia sobre ambos ejes implica el doble de diferencia en cuanto a la calidad que en cuanto al tamaño. El segundo elemento que ha de tenerse en cuenta es la calidad de representación de la vivienda tipo sobre el plano bifactorial. Si la calidad de representación es mala, se entiende que las viviendas del sector poseen alguna característica particular que no queda recogida por las dos primeras componentes principales. En tal caso, la proximidad de la vivienda tipo mal representada a otra podría ser sólo aparente. Con el fin de aclarar las dudas que pudieran surgir por esa razón, se introduce un tercer elemento: el análisis puede enriquecerse con la información de las distancias euclídeas entre las viviendas tipo, distancias estadísticas calculadas sobre todas las variables que intervienen en el ACP (véase la ecuación 10 del capítulo I).

Sobre el plano bifactorial se observa que las viviendas tipo más alejadas del resto son las del Centro y, sobre todo, las de Almanjáyar-Cartuja. El alejamiento de los centros de gravedad de estos dos sectores también se traduce en que presentan las mayores distancias estadísticas en relación al conjunto de variables bajo estudio, como puede verse en la

Tabla 19 (las distancias han sido calculadas de acuerdo con la ecuación 10 del capítulo I)²⁴. Además, son los dos únicos sectores, de los nueve considerados, con una distancia superior a la media, siendo muy destacable la gran distancia que presenta la vivienda tipo de Almanjáyar-Cartuja respecto de las demás²⁵. Otra prueba del alejamiento de estos dos sectores respecto del resto se halla en la Tabla 20, donde se han ordenado de mayor a menor las 36 distancias entre viviendas tipo. Así, se observa que, de las 11 mayores distancias, en 6 se halla implicada la vivienda tipo de Almanjáyar-Cartuja y en 4 la del Centro. Además, las cinco mayores distancias corresponden a la vivienda tipo de Almanjáyar-Cartuja; y, como era de esperar, la distancia entre ésta y la del Centro es la mayor de todas, pues cada una de ellas se sitúa en un extremo de la nube.

²⁴ A modo de aclaración del contenido de la Tabla 19, la suma de las distancias estadísticas desde la vivienda tipo de Almanjáyar-Cartuja hasta las otras ocho viviendas tipo es de 27'87. Por su parte, la suma de las distancias desde la vivienda tipo del Centro hasta las demás es de 20'26.

²⁵ El total de la suma de distancias es 168'8353. La suma de distancias de la vivienda tipo de Almanjáyar-Cartuja es de 27'866, lo cual representa el 16'505% sobre dicho total; si el reparto del total de distancias entre las nueve viviendas tipo fuera uniforme, a cada una le correspondería el 11'111% del total, por lo que la vivienda tipo del sector de Almanjáyar-Cartuja tiene una mayor distancia que las demás, cifrada en $16'505 - 11'111 = 5'394\%$.

	CH	AL	CT	CR	ZA	PA	CE	RE	SI
CH	0	2'3558	2'0539	2'2317	1'1293	2'6817	2'9721	1'5495	2'1735
AL	2'3558	0	3'6336	3'8694	2'1964	4'5117	4'7870	3'4595	3'0524
CT	2'0539	3'6336	0	1'5014	2'1884	1'5600	1'6317	1'2753	1'9900
CR	2'2317	3'8694	1'4014	0	2'2531	1'0134	2'0831	1'9896	2'1997
ZA	1'293	2'1964	2'1884	2'2531	0	2'7746	3'1739	2'0586	1'8200
PA	2'6817	4'5117	1'5600	1'0134	2'7746	0	1'3105	1'9058	2'5110
CE	2'9721	4'7870	1'6317	2'0831	3'1739	1'3105	0	1'7486	2'5554
RE	1'5495	3'4595	1'2753	1'9896	2'0586	1'9058	1'7486	0	2'2162
SI	2'1735	3'0524	1'9900	2'1997	1'8200	2'5110	2'5554	2'2162	0
SUMA DE DISTANCIAS	17'147	27'866	15'834	17'141	17'594	18'269	20'262	16'203	18'518
(TOTAL DE LA SUMA DE DISTANCIAS = 168'8353)									
% S/TOTAL DE LA SUMA DE DISTANCIAS	10'156	16'505	9'378	10'153	10'421	10'820	12'001	9'597	10'968
REPARTO UNIFORME DE DISTANCIAS (100/9)	11'111	11'111	11'111	11'111	11'111	11'111	11'111	11'111	11'111
DIFERENCIA	-0'955	5'394	-1'733	-0'958	-0'690	-0'291	0'890	-1'514	-0'143

Tabla 19

ORDENACIÓN DE LAS DISTANCIAS ENTRE CENTROS DE GRAVEDAD							
AL-CE	4,79	CH-PA	2,68	CT-ZA	2,19	CE-RE	1,74
AL-PA	4,51	CE-SI	2,56	CH-SI	2,17	CT-CE	1,63
AL-CR-	3,87	PA-SI	2,51	CR-CE	2,08	CT-PA	1,56
AL-CT	3,63	CH-AL	2,36	ZA-RE	2,06	CH-RE	1,55
AL-RE	3,46	CR-ZA	2,25	CH-CT	2,05	CT-CR	1,50
ZA-CE	3,17	CH-CR	2,23	CT-SI	1,99	PA-CE	1,31
AL-SI	3,05	RE-SI	2,22	CR-RE	1,99	CT-RE	1,28
CH-CE	2,97	CR-SI	2,20	PA-RE	1,91	CH-ZA	1,13
ZA-PA	2,77	AL-ZA	2,20	ZA-SI	1,82	CR-PA	1,01

Tabla 20

La posición sobre el plano bifactorial de la vivienda tipo del Camino de la Sierra, la sitúa muy cerca del centro de gravedad de la nube (véase la Figura 4). De esta ubicación cabría esperar una distancia global pequeña; sin embargo, paradójicamente, es la tercera con mayor distancia respecto del resto, después de las citadas de Almanjáyar-Cartuja y Centro (véase la Tabla 19). La consulta de la Tabla 20 subraya esta "anómala" posición: de sus distancias a los otros ocho sectores, sólo una figura entre las diez distancias más cortas, y cinco de ellas están en la primera mitad de la tabla, la parte de donde se recogen las mayores distancias. Además, sus tres distancias más cortas no se corresponden con las tres viviendas tipo de calidad media (correspondientes a los sectores de Constitución-Plaza de Toros-Doctores, Camino de Ronda y Realejo), como podría esperarse de la observación de la Figura 4, sino sólo con una de ellas, concretamente con la de Constitución-Plaza de Toros-Doctores, así como con las dos viviendas tipo de calidad media-baja (Zaidín y La Chana). La causa del comportamiento no concordante entre las distancia gráficas y las distancias estadísticas de la vivienda tipo del sector del Camino de la Sierra, se debe buscar en su mala calidad de representación sobre el plano bifactorial, la peor de todas, con mucha diferencia sobre las demás (véase la Tabla 17). Por tanto, existe una característica específica en las viviendas de este sector que no queda recogida suficientemente en las dos primeras componentes principales. En cambio, esa dimensión particular sí se recoge en la tercera componente principal, la que mide la existencia de áreas de

esparcimiento y la distancia a los dos subcentros: en esta componente principal la vivienda tipo del sector del Camino de la Sierra alcanza la coordenada más alta (véase la Tabla 14) y la mayor calidad de representación (véase la Tabla 17). En definitiva, las distancias gráficas de la vivienda tipo del Camino de la Sierra son sólo aparentes, por lo que las afirmaciones sobre ésta que se basen sólo en las dos primeras componentes deben ser tomadas con cautela, mientras no sean complementadas con la tercera componente, que es la que mejor caracteriza y la que más distingue a esta vivienda tipo del resto.

Las viviendas tipo de los demás sectores ubicadas en el centro de la nube (Camino de Ronda, Constitución-Plaza de Toros-Doctores y Realejo), presentan unas distancias gráficas sobre el plano que sí son acordes con las distancias estadísticas recogidas en las Tablas 19 y 20. La vivienda tipo más cercana al centro de gravedad de la nube (después de la del Camino de la Sierra, obviamente) es la del sector de Constitución-Plaza de Toros-Doctores. Esta vivienda tipo es también la que globalmente se halla más cercana a las demás, dado que la distancia estadística es la más pequeña; la segunda vivienda tipo más cercana globalmente a las demás es la del Realejo; y la tercera, la del Camino de Ronda (véase la Tabla 19). En la Tabla 20 también se pueden encontrar datos ilustrativos de esta gradación. Así, de las 14 distancias más cortas, en 6 de ellas está presenta la vivienda tipo del sector de Constitución-Plaza de Toros-Doctores, en 5 la del

Realejo y en 3 la del Camino de Ronda. También la vivienda tipo del sector de Constitución-Plaza de Toros-Doctores incluye a 7 de sus 8 distancias, en la segunda mitad de la Tabla 20, donde se recogen las distancias más cortas, la del Realejo tiene a 6 y el Camino de Ronda a 4. A modo de conclusión sobre este grupo, la vivienda tipo del sector de Constitución-Plaza de Toros-Doctores es la que más se parece, en promedio, al perfil prototípico de la vivienda en venta del conjunto de la ciudad²⁶.

Gráficamente se observa que tras las dos viviendas tipo situadas en los extremos (las del sector de Almanjáyar-Cartuja y del Centro), las siguientes en lo que se refiere a mayores distancias respecto a las demás son las de Pedro Antonio de Alarcón, por el lado de calidad media-alta, y las del Zaidín y La Chana, por el de calidad media-baja. La vivienda tipo

²⁶ Este hecho no es ajeno a la estructura urbana tan diversa de este sector: contiene desde viviendas con una calidad global muy alta, como pueden ser las ubicadas en la avenida de la Constitución y avenida de Madrid, hasta la baja calidad que puede hallarse a las espaldas de estas vías principales o en ciertas zonas de los subsectores de la Plaza de Toros, barrio de Doctores, barrio de los Pajaritos y Real de Cartuja. Además, esta diversidad no sólo aparece en la primera componente principal, sino que este sector también se sitúa entre los primeros puestos en lo que se refiere a las dispersiones de las cuatro componentes principales siguientes (véase la Tabla 16). La diversidad de viviendas que encontramos en este sector está íntimamente relacionada con la diversidad socioeconómica de sus ocupantes, y, como prueba de ello, reproducimos el siguiente párrafo de la obra citada de BOSQUE MAUREL, J.; FERNÁNDEZ GUTIÉRREZ, F.; BOSQUE SENDRA, J.; PÉREZ ALCAIDE, F. (1984): "Si bien el ensanche organizado en torno a la avenida de la Constitución, con presencia mayoritaria de colectivos de status alto, constituye el área más representativa de la zona (...), ésta incluye otras áreas de características incluso opuestas --zonas históricas populares como Real de Cartuja o bordes del Albayzín-- y también áreas de clase media y media-baja (Pajaritos, Doctores). Por ello, esta zona resulta la más heterogénea de las delimitadas (...), dificultando la interpretación de los resultados".

de Pedro Antonio de Alarcón presenta una alta distancia global, como consecuencia, fundamentalmente, de su fuerte alejamiento de los sectores de Almanjáyar-Cartuja, Zaidín y La Chana (figurando las distancias a estos tres sectores entre las diez más altas), y no tanto por sus diferencias con las otras cinco viviendas tipo (ya que cuatro de estas distancias están entre las once menores). Por otro lado, la vivienda tipo más cercana a la de Pedro Antonio de Alarcón es la del Camino de Ronda, que además es la menor distancia del total de 36 (véase la Tabla 20), a pesar de que sobre el plano bifactorial calidad/tamaño no es la menor. Por tanto, las dos viviendas tipo más parecidas, en promedio, con respecto del conjunto de las 13 variables originales observadas, son las del Camino de Ronda y Pedro Antonio de Alarcón. No resulta una sorpresa, pues la estructura urbana de ambos sectores, nivel de servicios urbanísticos y de todo tipo, período de construcción, nivel socioeconómico, proximidad espacial, etc., hace que sean considerados como muy similares en los estudios sobre la capital granadina²⁷. De hecho, otras divisiones de la ciudad diferentes a

²⁷ A este respecto puede consultarse, entre otras, la obra de BOSQUE MAUREL, J.; FERNÁNDEZ GUTIÉRREZ, F.; BOSQUE SENDRA, J.; PÉREZ ALCAIDE, F. (1984). En esta obra se caracterizan ambas zonas como parte de una corona de ensanches modernos, desarrollados fundamentalmente entre 1960 y 1980 (si bien, algunas islotas comienzan a ser ocupadas ya en la posguerra); son los barrios de mayor altura en la edificación, máximas densidades de población y construcción e índices de confort más destacables; desde la perspectiva socioeconómica y demográfica también se caracteriza a ambas zonas de forma similar: como de predominio de clase media y media-alta, con altos porcentajes de población con estudios universitarios y de edad madura. La planificación urbana desde instancias oficiales también ofrece un tratamiento similar a ambas zonas; así, el Plan General de Ordenación Urbana de la Comarca de Granada de 1973, considera ambos sectores como de zona residencial intensiva, resolviéndose estas áreas desde el punto de vista de la tipología edificatoria mediante las categorías de edificación en manzana cerrada densa y manzana cerrada con patio de

la proporcionada por el Departamento de Valoraciones Inmobiliarias, considera ambos sectores, o buena parte de ellos englobados en uno²⁸.

La distancia más corta sobre el plano bifactorial es la existente entre los dos sectores de calidad media-baja y tamaño medio: La Chana y Zaidín, que además tienen una buena calidad de representación sobre el plano. Además, es la segunda pareja de sectores con menor distancia estadística en el conjunto de variables (por detrás de la citada en el párrafo anterior: Camino de Ronda y Pedro Antonio de Alarcón). Aunque los sectores de La Chana y del Zaidín se encuentran alejados geográficamente entre sí, pues ocupan posiciones completamente opuestas en el plano de la ciudad, presentan perfiles socioeconómicos y urbanísticos comunes²⁹. Por

manzana, en condiciones de máxima ocupación del suelo (80-100%) y con alturas comprendidas entre 3 y 8 plantas, con rígidas alineaciones tendentes a facilitar la circulación del tráfico de vehículos. Además de los citados, se pueden enumerar multitud de rasgos de similitud entre ambos sectores: altura de la edificación (pág. 66), densidad inmobiliaria (pág. 67), transporte urbano (pág. 80), accesibilidad a centros sanitarios (pág. 87), densidad y distribución por edades de la población (pág. 94 y sigs.), nivel de estudios (pág. 98), variables socioeconómicas y laborales (pág. 99 y sigs.), nivel de equipamientos sanitarios, deportivos, asistenciales, sociales, culturales y educativos (pág. 200 y sigs.), etc.

²⁸ En esta línea, puede citarse la división que considera el propio Ayuntamiento de Granada. Véase al respecto AYUNTAMIENTO DE GRANADA (1985): *Plan General de Ordenación Urbana*. Ayuntamiento de Granada, Granada. También la división utilizada en la obra de BOSQUE MAUREL, J.; FERNÁNDEZ GUTIÉRREZ, F.; BOSQUE SENDRA, J.; PÉREZ ALCAIDE, F. (1984).

²⁹ En relación con la similitud entre ambos sectores, véase la obra de BOSQUE MAUREL, J.; FERNÁNDEZ GUTIÉRREZ, F.; BOSQUE SENDRA, J.; PÉREZ ALCAIDE, F. (1984). En ésta se engloba a los sectores de La Chana y del Zaidín en un segundo cinturón que contornea el centro histórico, dividido en dos extensas zonas de construcción posterior a 1970 e, incluso, a 1980, y principales polos actuales de expansión. Se encuentran situados al norte y al sur, respectivamente, de un primer

otro lado, puede observarse en la Tabla 20 que tanto el sector del Zaidín como el de La Chana se hallan, en conjunto, más próximos a los sectores de calidad global de la vivienda media (Camino de Ronda, Constitución-Plaza de Toros-Doctores, Camino de la Sierra y Realejo) que al sector de calidad baja (Almanjáyar-Cartuja)³⁰.

cinturón de ensanche más antiguo (que engloba parte del sector de Constitución, Camino de Ronda y Pedro Antonio de Alarcón). En ambos sectores (Zaidín y La Chana) hay que comenzar reseñando la similitud de sus orígenes: surgen en la década de los cincuenta, en plena vega, fuera de la Granada tradicional, unos islotes de edificación de escasa altura, poca densidad, baja calidad constructiva y de carácter proletario, que fueron el germen de los dos sectores citados. Estos dos nuevos asentamientos de "casas baratas" en el extrarradio eran de iniciativa oficial, municipal o estatal, y pretendían ser una respuesta al problema de la vivienda para las clases bajas, problema agravado por el fuerte flujo de emigración rural con destino a la ciudad, que tiene especial incidencia en la década de los sesenta y setenta (el balance demográfico de estas dos décadas muestra un aumento poblacional de 105.000 personas, lo que representa un incremento del 78%, pasando la capital de recoger al 20% de la población de la provincia en 1960 al 34% en 1981). A este flujo se une el desplazamiento interior de una gran parte de las clases populares, desde los barrios tradicionales (en concreto, del Albayzín) hacia los nuevos barrios periféricos. En la década de los setenta y, sobre todo, en la de los ochenta, estos primeros enclaves son literalmente engullidos por una enorme cantidad de promociones, en muchos casos de iniciativa pública, previa planificación o semiplanificación oficial. El crecimiento de estos dos sectores se ve favorecido por su localización junto a importantes accesos a Granada (carretera de Málaga, en el caso de La Chana, y carretera hacia la Costa, en el caso del Zaidín). En sus orígenes estos dos sectores contienen una población predominantemente joven, con fuertes índices de crecimiento, y clase media y baja. Asimismo, junto a una densidad de edificación media y baja, los niveles de altura son considerables y los de confort, variables. En la obra citada se pueden encontrar una gran cantidad de rasgos de similitud entre ambos sectores, desde todos los puntos de vista: por ejemplo, en relación a la densidad inmobiliaria (pág. 67), calefacción en la vivienda (pág. 62), tamaño medio de la vivienda (pág. 70), transporte urbano (pág. 80), accesibilidad a zonas verdes (pág. 82), variables demográficas (pág. 94 y sigs.), nivel de estudios (pág. 98), socioeconómicas y laborales (pág. 99 y sigs.), de sociología electoral (pág. 186 y sigs.), de déficits de equipamientos deportivos, asistenciales y socioculturales (pág. 195 y sigs.), de demanda escolar (pág. 204 y sigs.), y un largo etcétera.

³⁰ La distancia entre la vivienda tipo del sector del Zaidín y la del Camino de Ronda es la única mayor que la existente entre la del Zaidín y Almanjáyar-Cartuja.

El análisis de las proximidades entre las viviendas tipo, representativas de los sectores administrativos de la ciudad, es complementado más adelante con dos herramientas: en primer lugar, con la realización de contrastes estadísticos multivariantes entre las viviendas de los distintos sectores, aplicados sobre las componentes principales (en el capítulo VII); en segundo lugar, con la utilización del ACPL (en el capítulo VIII). Por medio de dichas técnicas se tratará de verificar si se consigue un mayor grado de diferenciación a través de la zonificación de la ciudad obtenida por combinación del ACP y de la TVR (aplicación desarrollada en el capítulo VI), o a través de la división de la ciudad en los sectores administrativos que tradicionalmente se han venido considerando.

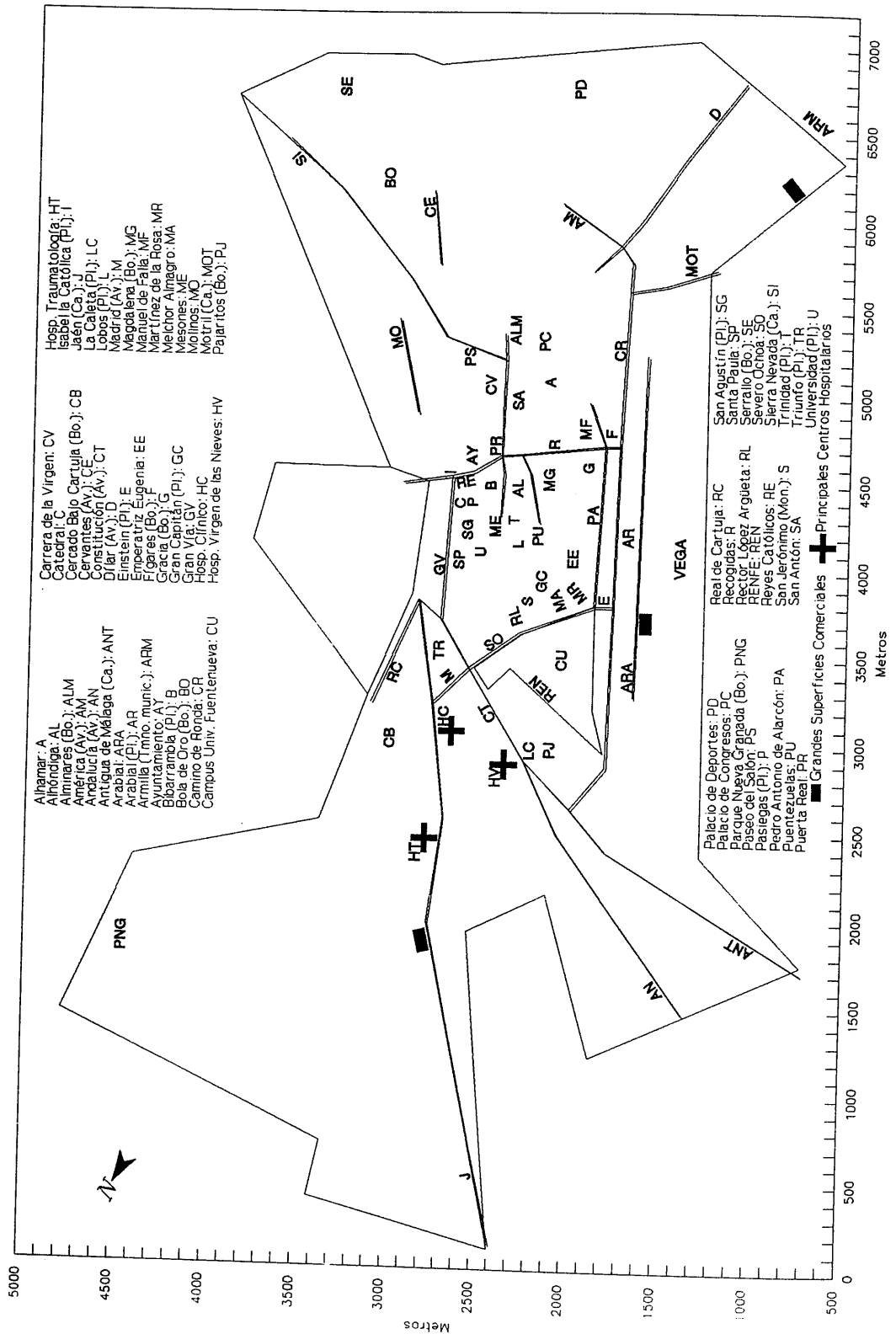
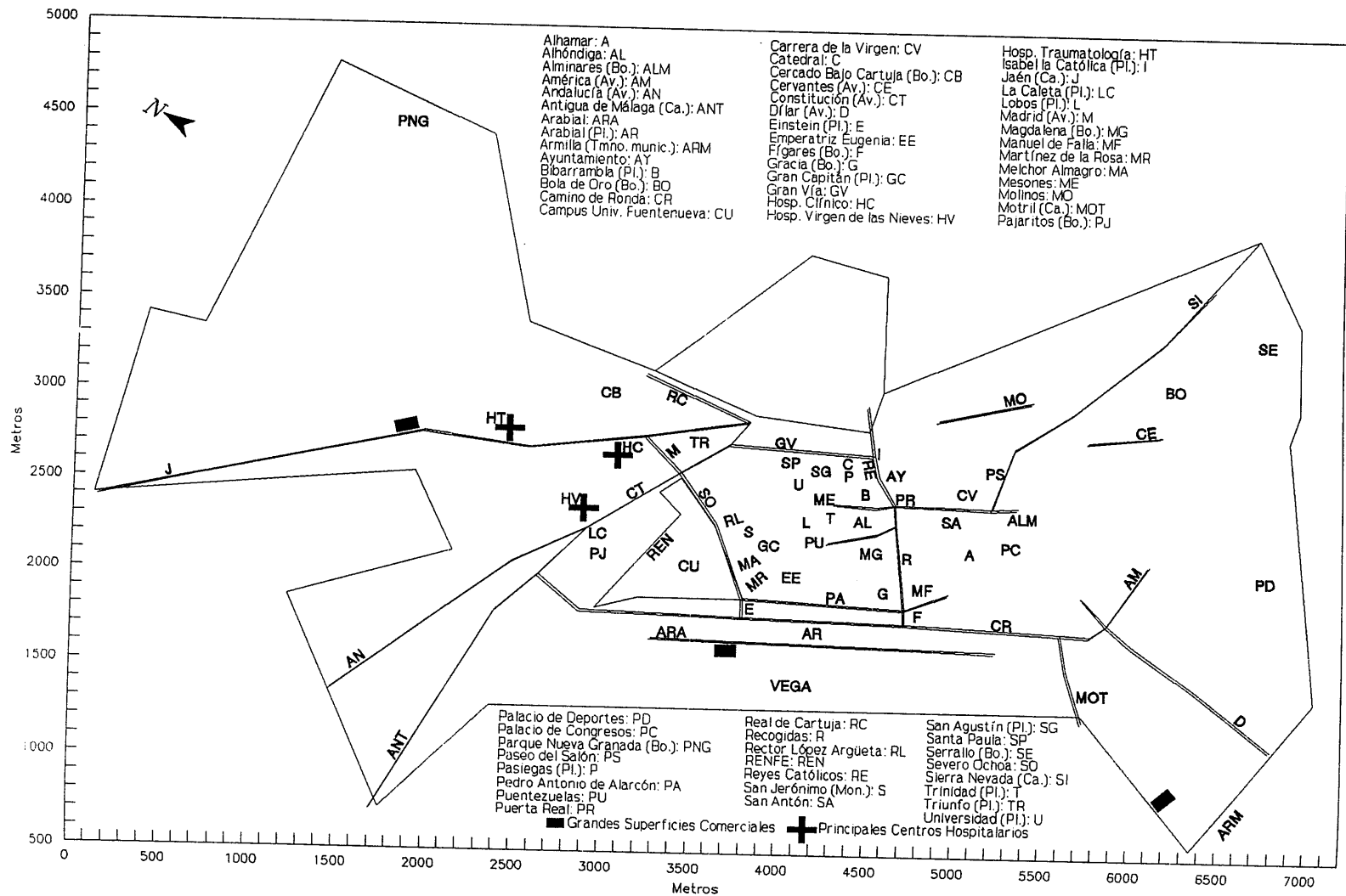


Figura 5. Principales calles y lugares de referencia de la ciudad.

Figura 5. Principales calles y lugares de referencia de la ciudad.



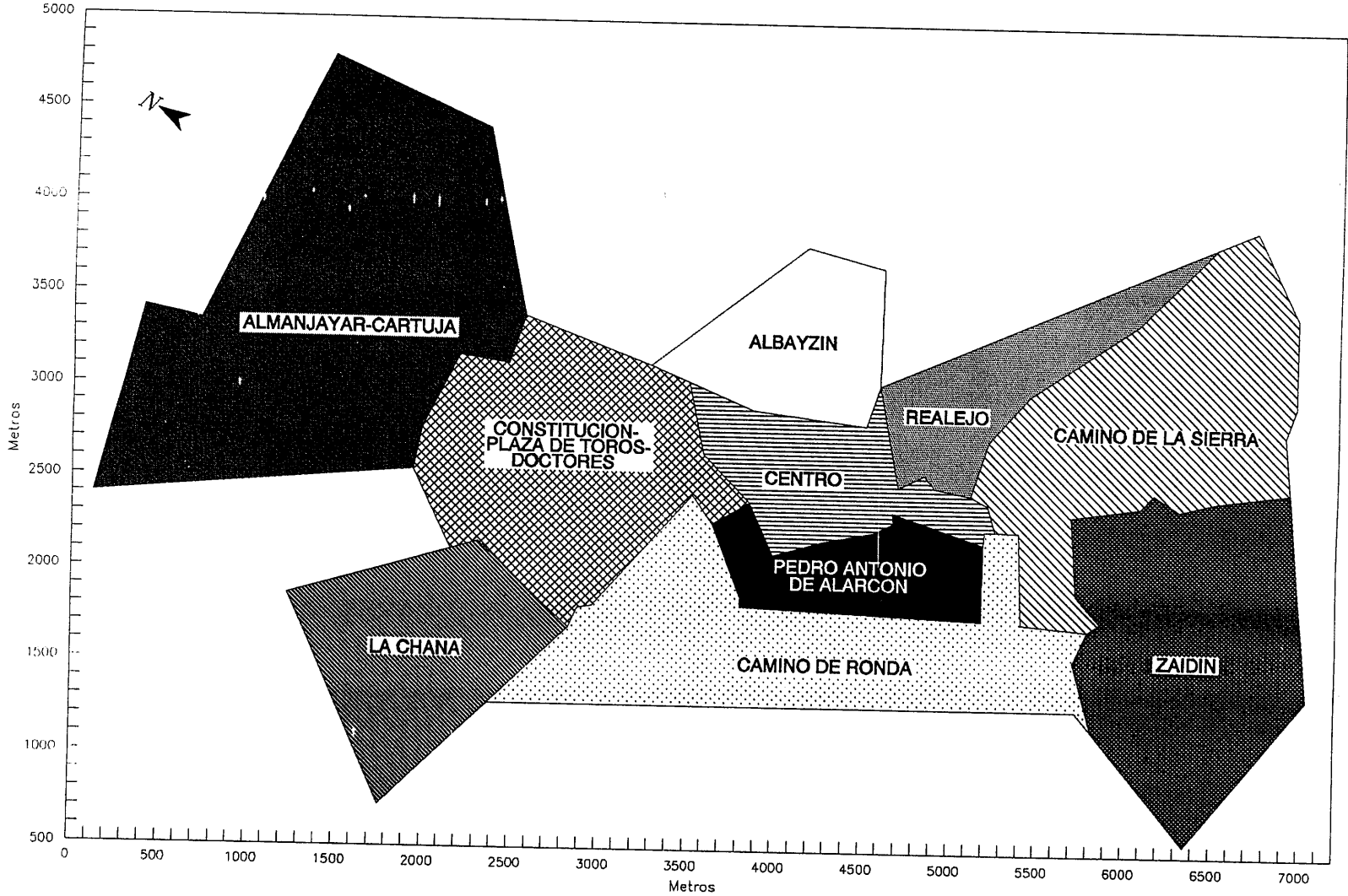


Figura 6. Zonificación de la ciudad en sectores administrativos.

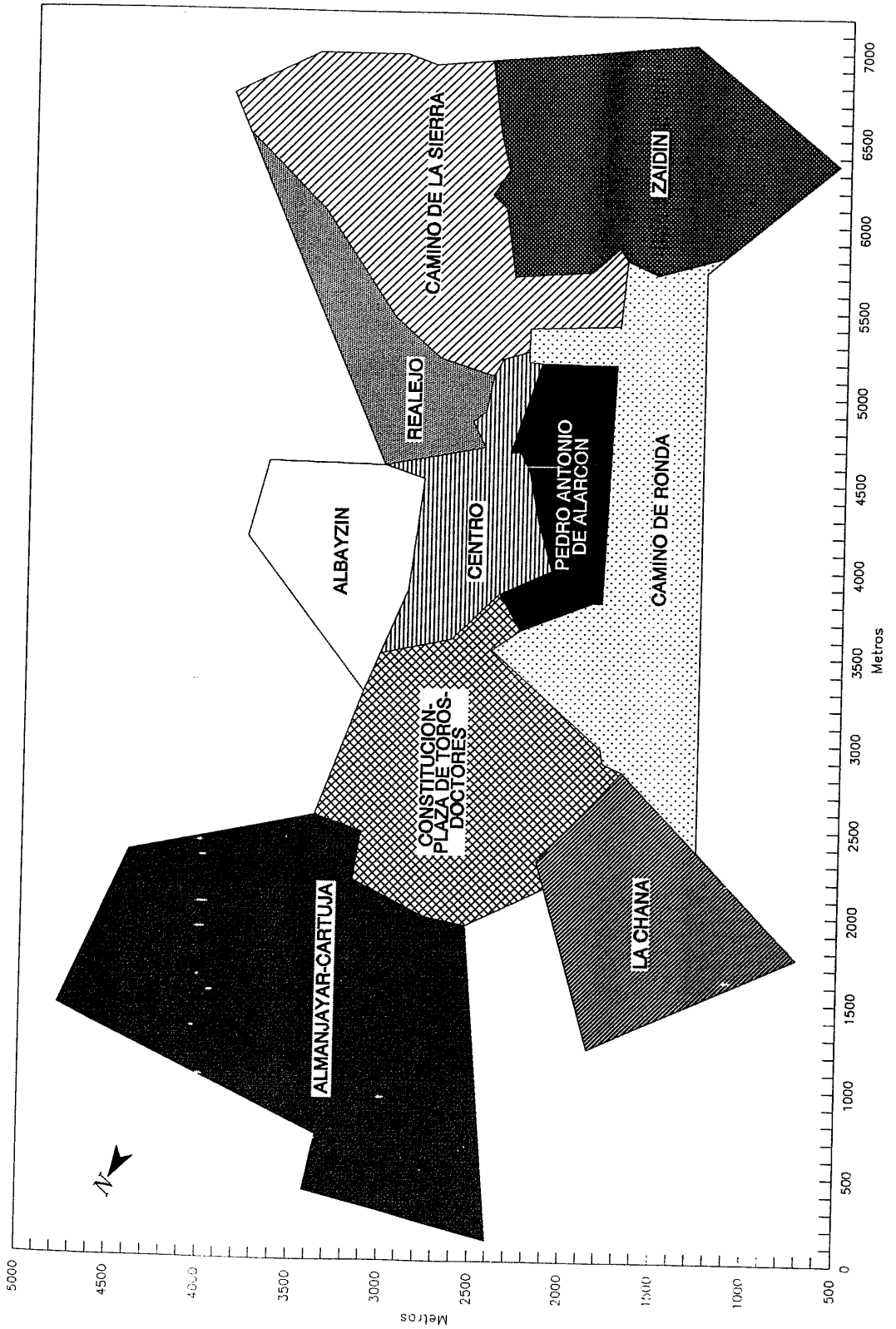
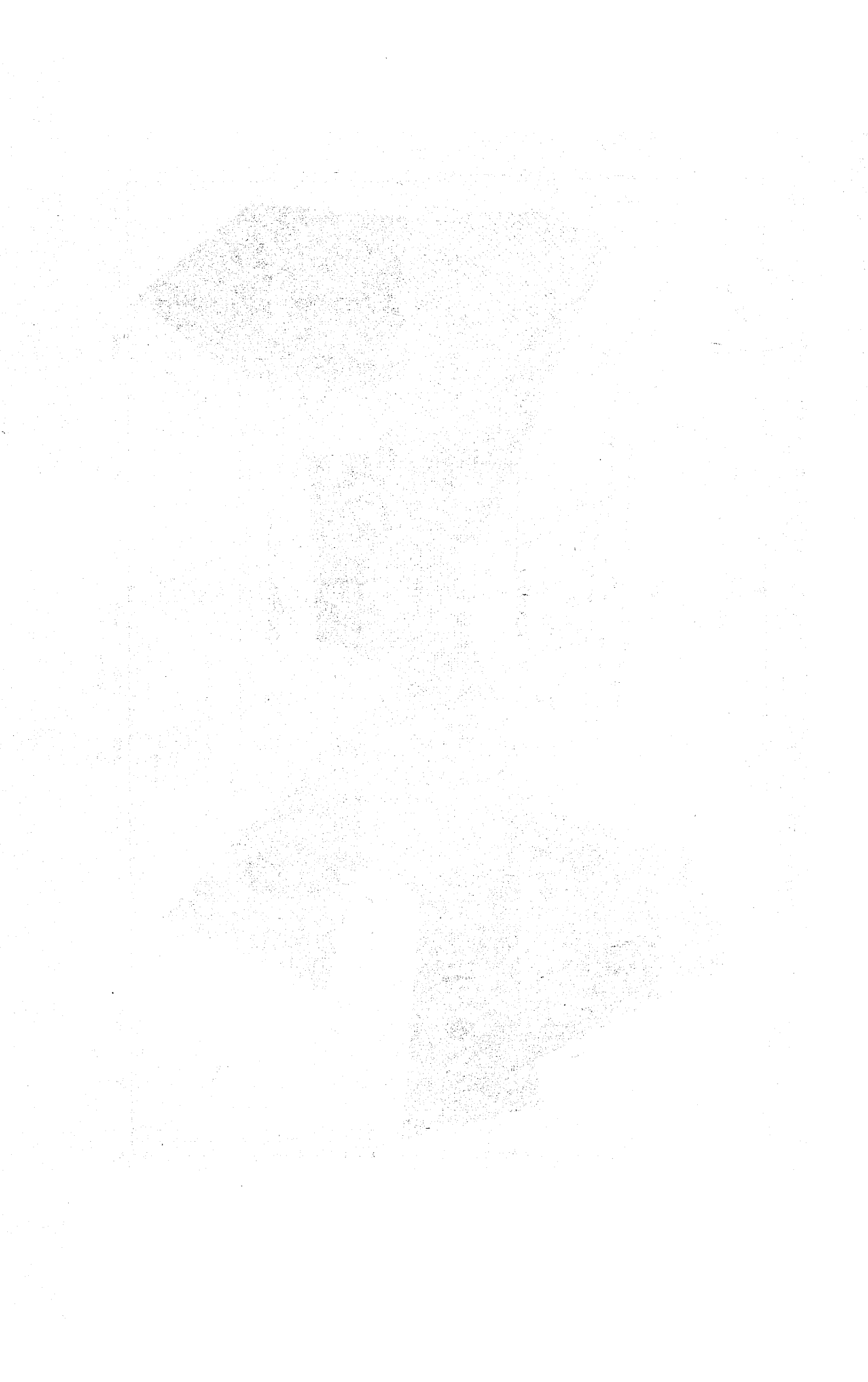


Figura 6. Zonificación de la ciudad en sectores administrativos.



APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES Y DE LA TEORÍA DE LAS VARIABLES REGIONALIZADAS PARA UNA ZONIFICACIÓN ALTERNATIVA DE LA CIUDAD

1. INTRODUCCIÓN.

El objetivo de carácter metodológico de este capítulo consiste en la conexión práctica que se va a establecer entre dos metodologías aparentemente inconexas, como son la metodología multivariante del análisis de componentes principales (ACP) y la teoría de las variables regionalizadas (TVR). El punto de enlace entre ambas se encuentra en la aplicación del método de estimación espacial del Krigeaje sobre la primera componente principal, obtenida en el capítulo V. El estudio de la estructura espacial de variabilidad de esta combinación lineal de características de la vivienda mostrará que sus valores se hallan correlacionados espacialmente, por lo que éstos dependen del lugar del espacio en que se hallan situados, en virtud de lo cual se justifica la aplicación del estimador espacial de

Krigeaje. Pero la variable objeto del análisis espacial, la primera componente principal, no sólo presenta autocorrelación espacial, sino que también presenta deriva o tendencia. En consecuencia, se aplicará la metodología explicada en el capítulo II denominada Krigeaje residual iterativo (KRI), que permite realizar estimaciones espaciales sobre una variable económica o urbanístico-económica de corte transversal localizada geográficamente, cuando ésta presenta deriva. Como ya se ha comentado en el capítulo II, el método del KRI se basa en la estimación, mediante mínimos cuadrados generalizados, de los coeficientes del polinomio de deriva que describe la tendencia espacial a gran escala, en presencia de perturbaciones autocorrelacionadas, que recogen la variación a pequeña escala espacial.

Por otra parte, el objetivo de carácter práctico consiste en obtener una zonificación de la ciudad en la que el criterio de división recoja la mayor cantidad posible de información, en este caso, la aportada por las características de las viviendas muestrales en venta. Evidentemente, el criterio de división basado en los valores de la primera componente principal cumple esta premisa. De acuerdo con dicho criterio se marcan sobre el plano de la ciudad una serie de áreas, homogéneas en cuanto a los valores de la primera componente principal. En capítulos posteriores se podrá verificar que dicha zonificación diferencia nítidamente entre las distintas zonas consideradas; diferenciación clara no sólo desde el punto de

vista espacial, sino también desde el punto de vista de las características de las viviendas ubicadas en cada zona. La división de la ciudad así obtenida no coincide con la zonificación tradicional establecida a través de los sectores administrativos, razón por la cual la hemos calificado a la primera de alternativa y hemos denominado a las zonas con el apelativo de barrios, para distinguirlos de los sectores administrativos. En el capítulo II se señalaron algunas de las ventajas que reporta este método de división de la ciudad (criterio objetivo, revisable en el tiempo, delimitación automatizada de los contornos), si bien ahora interesa recordar y subrayar uno de ellos: los barrios obtenidos son homogéneos dentro de sí en relación con la calidad global de las viviendas en venta que componen la muestra, dado que la zonificación se va a basar en los valores que tome esta variable a lo largo y ancho del plano de la ciudad. Ello justifica un tratamiento similar para todas las viviendas ubicadas dentro de un mismo barrio, como pudiera ser la búsqueda de la distribución de probabilidad de algún fenómeno ligado a la vivienda; por ejemplo, la distribución de probabilidad del valor de la localización o valor del suelo en un determinado barrio, o la obtención de intervalos de confianza en torno al valor de la localización más probable en el barrio, por mencionar sólo algunos ejemplos de aplicaciones.

Por medio del proceso de estimación que se desarrolla en el presente capítulo, se obtiene una zonificación de la ciudad en la que se tienen en

cuenta, por un lado, el criterio de considerar la combinación de características de las viviendas que más las diferencian entre sí, a través de la primera componente principal, y, por otro lado, el criterio geográfico de contemplar su localización espacial como un aspecto determinante, mediante el análisis de la primera componente principal como variable regionalizada y su posterior estimación sobre el plano.

2. INFORMACIÓN DISPONIBLE.

En el capítulo XI, que complementa al capítulo V, se destaca el alto grado de correlación existente entre la primera componente principal, esto es, la calidad global de la vivienda, y un conjunto de variables suplementarias que recogen valoraciones alternativas del bien urbano: precio por metro cuadrado construido ofertado al mercado por el vendedor; valor de mercado estimado conforme a los criterios del Servicio de Valoración y Asistencia Técnica de la Junta de Andalucía (véase el apéndice 1); valor de la localización del suelo estimado combinando el ACP y la TVR (desarrollado en el capítulo IX); valor de mercado y valor de repercusión del suelo de acuerdo con los criterios del Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria (expuestos en el capítulo X); así como el valor de repercusión del suelo obtenido por Krigeaje, a partir de la información suministrada por la metodología catastral. La utilización de cualquiera de estas valoraciones como variable a partir de la cual llevar a

cabo la zonificación de la ciudad, hubiera sido en la práctica perfectamente realizable. Pero ello hubiera supuesto dar mayor verosimilitud a una determinada valoración, en detrimento de otras, sin que esta preferencia pudiera ser justificada con argumentos objetivos, pues al fin y al cabo toda valoración debe pretender la mayor aproximación posible a un valor que finalmente es desconocido, ya sea éste el valor de mercado de la vivienda o el valor de la localización. La fuerte correlación de la primera componente principal, combinación lineal de un amplio número de características de la vivienda, con este conjunto de valoraciones inmobiliarias la configuran como una variable muy válida para basar en ella el criterio de zonificación de la ciudad. Como ya se ha comentado, el método de estimación espacial utilizado para llevar a cabo la división de la ciudad ha sido el KRI, y más concretamente, en la vertiente del Krigeaje por bloques. Su aplicación requiere el estudio previo de la estructura de autocorrelación del fenómeno bajo estudio, que en este caso es la primera componente principal como una medida de la calidad global de la vivienda, para confirmar la presencia de autocorrelación espacial en los valores de esta variable. Pensamos que el sustento teórico que justifica la presencia de autocorrelación espacial en los valores de la variable calidad global de la vivienda, puede ser el mismo que se ha venido utilizando para argumentar la presencia de autocorrelación espacial en la formación espacial del valor de los bienes urbanos: al fin y al cabo, la valoración de los bienes urbanos pretende ser el reflejo monetario o cuantificación de la

calidad global de éstos, en la que se combinan características dependientes de la localización (calidad de la zona, medidas de accesibilidad, etc) junto con características constructivas de la vivienda. La base teórica a la que se ha hecho referencia, que justifica el papel crucial jugado por la autocorrelación espacial de los valores urbanos para explicar la formación espacial de éstos, y que también justifica indirectamente la autocorrelación espacial que presenta la calidad global de la vivienda, puede compendiarse en las ideas de "proximidad entre localizaciones, el efecto atracción/repulsión entre usos y utilizadores, la transmisión de la información entre los utilizadores, el efecto del contagio espacial y el crecimiento centrífugo", que han sido desarrolladas por Chica Olmo¹. En conclusión, la calidad global de la vivienda, sobre la que se sustenta la valoración monetaria de estos bienes urbanos (ya sea el precio de mercado ofertado por el vendedor, o los diferentes valores de mercado que pueden obtenerse desde distintos criterios e instancias de valoración), podría considerarse como una variable regionalizada, siendo susceptible la aplicación sobre ella de la metodología de la TVR.

En la aplicación desarrollada en este capítulo, la información experimental de partida es el valor que toma la primera componente

¹ CHICA OLMO, J.M. (1994, b): *Teoría de las Variables Regionalizadas. Aplicación en Economía Espacial y Valoración Inmobiliaria* (págs. 79-105). Biblioteca de Económicas y Empresariales. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Granada, Granada.

principal (calidad global de la vivienda), para cada una de las 298 viviendas en venta que componen la muestra. Como ya se comentó en el capítulo V, el algoritmo de diagonalización utilizado en el ACP había producido un efecto sobre la orientación del eje de la primera componente principal que podría resultar equívoco, pues la calidad global de la vivienda aumentaba a medida que nos desplazábamos hacia la izquierda del eje, de tal forma que las viviendas de mayor calidad presentaban valores absolutos altos, pero negativos, y las viviendas de menor calidad valores altos y positivos. Para evitar que este efecto se reprodujera nuevamente en el proceso de inferencia espacial, se ha cambiado el signo a los valores que toma la primera componente principal para las viviendas del muestreo, de tal forma que ahora los valores altos y positivos correspondieran a las viviendas de mayor calidad global. Además, para que todos los valores fueran positivos se ha movido en bloque la variable hacia arriba, con un cambio de origen de 10 unidades. Evidentemente, la estructura espacial relativa de los valores de la primera componente principal, que es lo realmente importante para llevar a cabo la zonificación, pues el valor en sí no significa nada, permanece absolutamente inalterable. En la Tabla 1 pueden observarse las estadísticas básicas de la primera componente principal y de su transformada, que será finalmente la variable sobre la que se realizarán las estimaciones (de ahora en adelante, cuando se hable de la primera componente principal siempre nos estaremos refiriendo a su transformada).

	CP1	CP1 TRANSFORMADA
NÚMERO DE DATOS	298	298
MÍNIMO	-4'98601	4'53154
1^{er} CUARTIL	-1'63833	8'70602
MEDIANA	4'338410 ⁻³	9'9956616
3^{er} CUARTIL	1'29398	11'63833
MÁXIMO	5'46846	14'98601
RANGO	10'45447	10'45447
MEDIA	0	10
MODA	1'0693	8'9307
VARIANZA	4'27316	4'27316
DESVIACIÓN TÍPICA	2'06716	2'06716

Tabla 1

3. DETECCIÓN Y TIPOLOGÍA DE LA DERIVA ESPACIAL.

En la Figura 1 se hallan situadas las 298 viviendas sobre el plano de la ciudad², siendo el tamaño del símbolo proporcional al valor que toma la primera componente principal para cada vivienda de la muestra. En un primer acercamiento se observa que, en general, las viviendas cuya calidad global es baja se sitúan en la zona periférica de la ciudad, sobre todo en la periferia norte, mientras que en el resto de la ciudad hay una mayor gama de calidades. No obstante, hay determinados focos donde predomina la vivienda en venta de mayor calidad, como es la zona situada a la

² Dado que la superposición del etiquetado con el nombre de las calles puede dificultar la visión del fenómeno concreto que se pretende representar, se ha considerado conveniente su no inclusión, aunque en algunas figuras (como es la Figura 1) sí se represente el trazado de las calles. En cualquier caso, los nombres de las calles trazadas en el gráfico pueden consultarse en la Figura 5 del capítulo V.

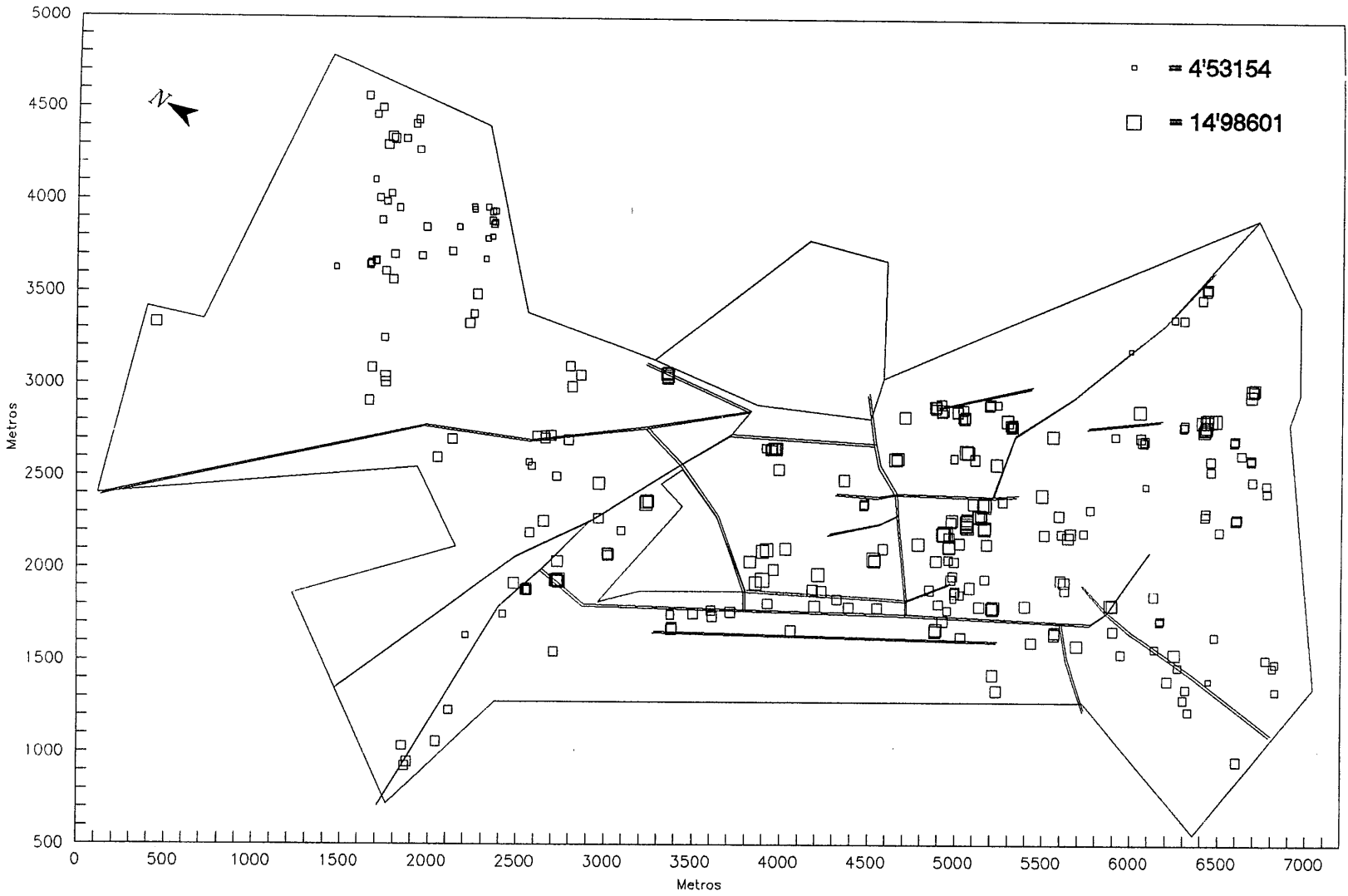


Figura 1. Localización de las viviendas, con símbolos de tamaños proporcionales a los valores de la primera componente (transformada).

derecha del polígono universitario, desde los 3800 hasta los 5300 metros en la coordenada X.

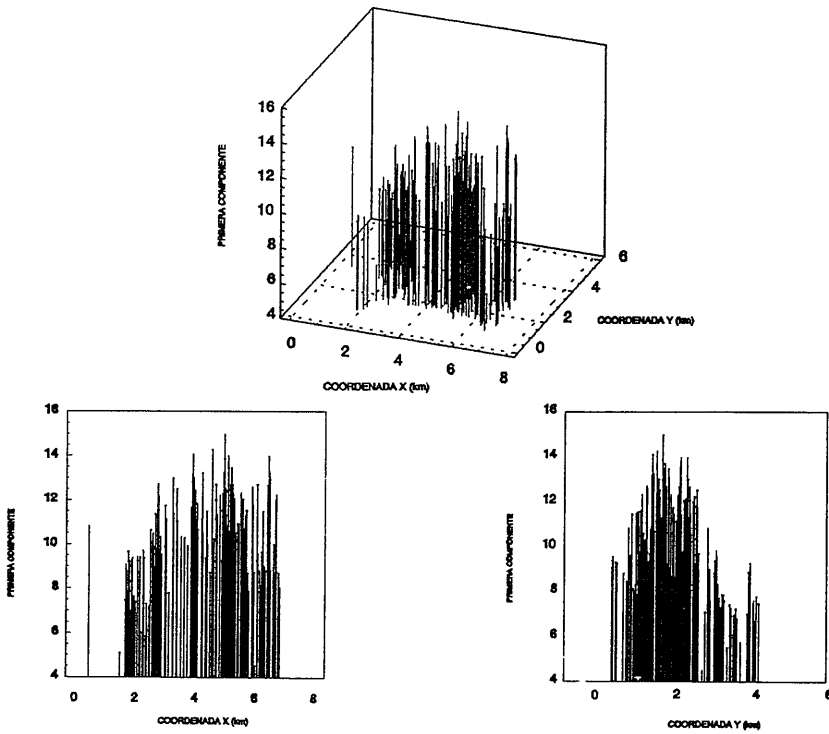


Figura 2. Valores de la primera componente (transformada).

El primer paso del proceso de estimación consiste en la detección, en el caso de que la hubiera, de la presencia de deriva y de su tipología, lo cual caracteriza la forma en que se producen las variaciones de los valores de la primera componente principal a gran escala espacial. Una primera aproximación al análisis de la deriva puede venir a través de la representación de los propios valores de la primera componente principal, desde los ejes de coordenadas y tridimensionalmente. En la Figura 2 se ofrecen las tres visiones de la primera componente principal, pudiendo apreciarse la presencia de deriva cuadrática en los datos, por la forma

acampanada de las representaciones.

Puede surgir la duda acerca de que el elevado número de datos esté dificultando una visión más nítida del fenómeno, por lo que se debe completar la observación con otro análisis gráfico que clarifique la presencia y el tipo de deriva, como es el basado en el cálculo de las medias y medianas, por columnas y por filas. Así, se han obtenido las medias y medianas de la primera componente principal dentro de unas bandas de 300 metros, y se han calculado sus medias y medianas. Este proceso se ha llevado a cabo desde X (columnas) y desde Y (filas). Los resultados se recogen en las Tablas 2 y 3 y en la Figura 3³.

³ El primer intervalo considerado por columnas es el que va desde los 450 hasta los 750 metros en X, debido a que la vivienda cuya coordenada en X es más baja presenta el valor 450. A partir de este primer valor se va haciendo el barrido de datos en bandas de 300 metros. Análogamente, la vivienda cuya coordenada en Y es más baja presenta el valor 928, por lo que este es el punto de arranque para el barrido por filas.

NÚMERO DE COLUMNA	INTERVALO	MEDIA	MEDIANA	NÚMERO DE DATOS
1	450-750	10'830	10'830	1
2	750-1050	-	-	0
3	1050-1350	-	-	0
4	1350-1650	6'295	6'295	2
5	1650-1950	7'874	7'685	30
6	1950-2250	7'873	7'604	11
7	2250-2550	6'998	6'352	15
8	2550-2850	10'077	9'790	23
9	2850-3150	10'215	10'359	7
10	3150-3450	11'475	11'563	10
11	3450-3750	10'043	10'134	4
12	3750-4050	11'687	11'686	15
13	4050-4350	10'961	10'733	6
14	4350-4650	10'869	10'299	9
15	4650-4950	11'657	11'484	21
16	4950-5250	11'093	11'049	55
17	5250-5550	10'619	10'526	11
18	5550-5850	10'468	10'761	13
19	5850-6150	9'089	8'802	14
20	6150-6450	9'834	9'204	26
21	6450-6750	10'083	9'303	19
22	6750-7050	8'234	8'196	66

Tabla 2

NÚMERO DE FILA	INTERVALO	MEDIA	MEDIANA	NÚMERO DE DATOS
1	928-1228	9'311	9'317	5
2	1228-1528	8'660	8'456	13
3	1528-1828	10'189	10'368	39
4	1828-2128	10'860	10'701	47
5	2128-2428	11'282	11'362	51
6	2428-2728	9'907	9'434	41
7	2728-3028	10'956	10'791	44
8	3028-3328	9'656	9'695	10
9	3328-3628	8'888	9'018	11
10	3628-3928	6'732	6'928	17
11	3928-4228	6'222	6'095	10
12	4228-4528	7'886	7'626	9
13	4528-4828	7'476	7'476	1

Tabla 3

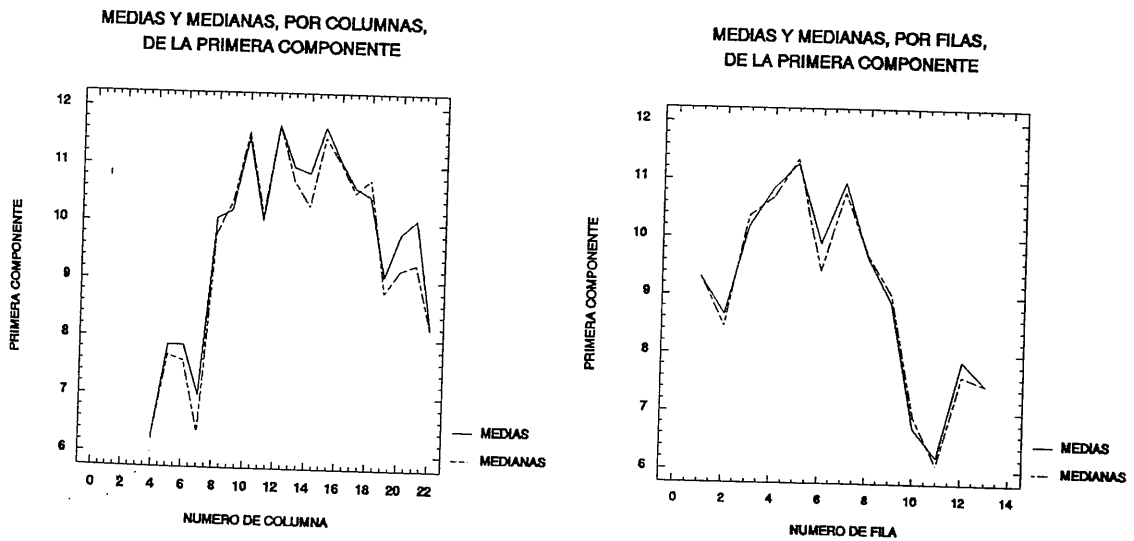


Figura 3. Medias y medianas de la primera componente principal (transformada).

De la observación de la Figura 3 se deduce más claramente la presencia de deriva cuadrática, tanto en X como en Y⁴. Con la doble finalidad de confirmar la presencia de autocorrelación espacial en la primera componente principal, por un lado, y la existencia de deriva, por otro, se ha calculado el variograma experimental medio de dicha variable. Los resultados se han recogido en la columna 4 de la Tabla 4 y se hallan representados en la Figura 4.

⁴ En la Tabla 2 se observa que en las cuatro primeras columnas apenas hay datos (en dos de ellas no los hay, por la escasez del parque inmobiliario de esa zona y, consecuentemente, por la escasez de ventas); en definitiva, los dos primeros puntos del gráfico de la izquierda de la Figura 3 (correspondiente a las medias y medianas por columnas), apenas deben ser tenidos en consideración, sino que ha de fijarse la atención a partir de la columna 5 (que es la tercera pareja de puntos del gráfico). El análisis simultáneo de la Tabla 2 y del gráfico de la izquierda permite observar que las medias y medianas están por encima de la media y mediana global de la primera componente principal (que, una vez transformada, son iguales a 10 y 9'996, respectivamente) en las columnas 9 a 18, que corresponde a una franja de 3000 metros que va desde los 2850 a los 5850 metros en X; esto mismo sucede en las filas 3 a 5, que corresponde a una estrecha franja de 900 metros que va desde los 1528 a los 2428 metros en Y. Por tanto, se puede delimitar un área en la ciudad, con forma rectangular, muy alargada en X, cuyos cuatro vértices están en las intersecciones de las dos franjas que hemos comentado ((2850, 1528), (2850, 2428), (5850, 2428) y (5850, 1528)), caracterizada por contener un mercado de viviendas cuya calidad global supera a la media de la ciudad. Por el contrario, el extremo inferior de valores de la primera componente principal se halla ubicado en el área norte de la ciudad, delimitado por la intersección de las columnas 1 a 7 (desde los 450 a 2550 metros en X, con las precauciones señaladas para las primeras columnas debido a la inexistencia de datos), con las filas 10 a 13 (desde los 3628 a 4828 metros en Y).

NÚMERO DE PASO	h DISTANCIA	NÚMERO DE PAREJAS	VARIOGRAMA DE LA CPI	VARIOGRAMA DE LOS RESIDUOS MCO	VARIOGRAMA DE LOS RESIDUOS MCG (1ª ITERACIÓN)
1	22	240	0'5799	0'5786	0'5848
2	106	518	1'5588	1'5576	1'5918
3	202	676	2'3677	2'3126	2'3331
4	303	822	2'8176	2'7227	2'8036
5	399	916	2'9199	2'9116	2'9880
6	502	1074	2'9193	2'8665	2'9110
7	600	1381	2'9516	2'9650	2'8944
8	698	1511	2'6196	2'7069	2'6470
9	801	1176	2'7792	2'7343	2'7720
10	902	1075	2'3711	2'3266	2'3097
11	999	1290	2'7386	2'3961	2'4278
12	1101	1443	3'0959	2'6302	2'6702
13	1200	1380	3'0226	2'4278	2'4759
14	1298	1420	3'5322	2'6259	2'6763
15	1397	1615	3'1960	2'4667	2'6230
16	1500	1330	3'5641	2'5130	2'6364
17	1601	1323	3'9859	2'5620	2'7173
18	1698	1155	3'9307	2'8016	2'9763
19	1800	1196	3'8445	2'7315	2'8225
20	1900	1172	4'0839	2'4155	2'4992
21	2000	1195	5'0922	2'8151	3'0537
22	2096	833	4'5237	2'5390	2'7880
23	2202	789	4'0158	2'2409	2'3481
24	2304	855	4'2499	2'5495	2'7145
25	2403	1027	4'2717	2'4365	2'5579
26	2498	1047	4'4438	2'5101	2'6638
27	2600	911	5'0930	2'3339	2'5489
28	2701	837	4'9246	2'3652	2'4866
29	2799	600	6'6397	2'8970	3'1535
30	2899	703	5'6657	2'5166	2'6914

Tabla 4

En la Figura 4 se observa que el variograma experimental medio de la primera componente principal presenta un crecimiento continuado por encima de la varianza experimental de los datos. El primer aspecto reseñable del variograma es que su comportamiento indica que la variable está autocorrelacionada espacialmente, es decir, que los valores de la

primera componente principal no se encuentran distribuidos de forma casual sobre el plano de la ciudad, sino que en la calidad global de la vivienda existe un grado de autocorrelación espacial, que es más alto entre viviendas próximas en el espacio y más bajo a medida que la distancia de separación entre ellas aumenta. El segundo aspecto destacable del variograma ya se ha apuntado en líneas anteriores: nos referimos a la no estacionariedad en media del fenómeno, es decir, a la presencia de deriva espacial, también puesta de manifiesto mediante los análisis gráficos que se han incluido más arriba.

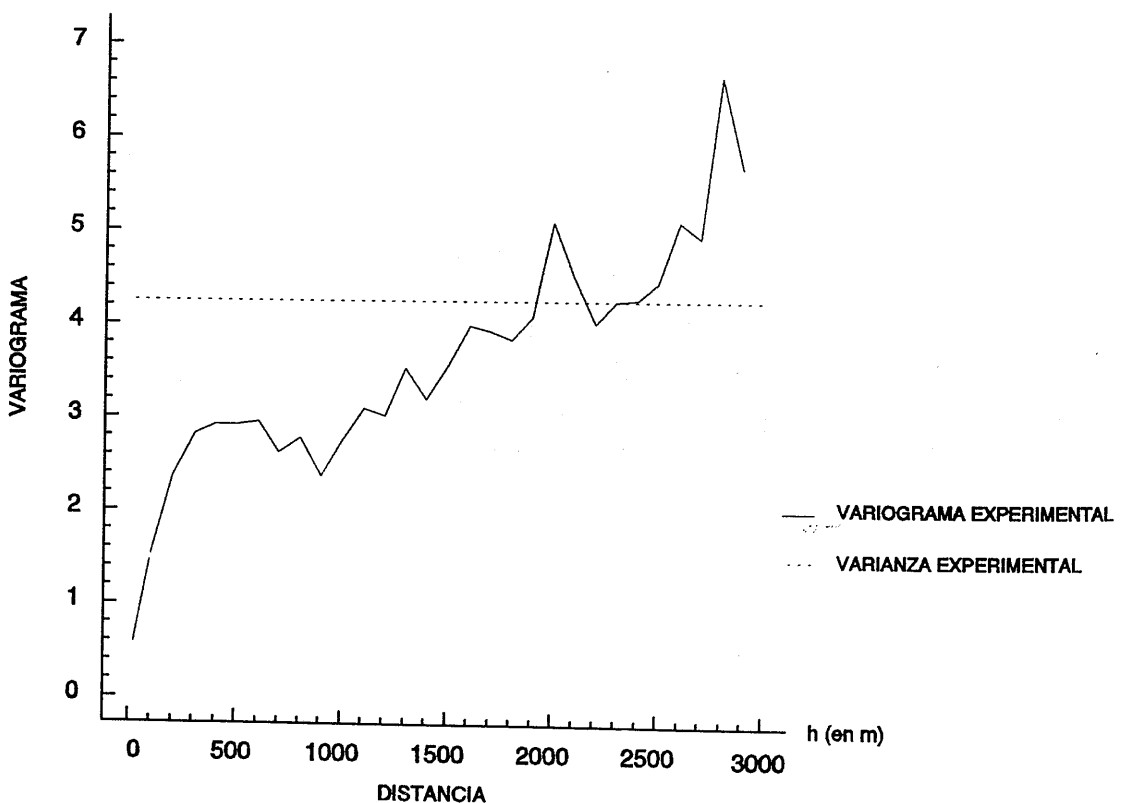


Figura 4. Variograma de la primera componente principal (transformada).

El tipo de deriva espacial puede ser estimado mediante un modelo de regresión polinómica; en este caso se va a ajustar un polinomio de segundo grado que recoja la deriva cuadrática antes detectada. El modelo de regresión polinómica, obtenido aplicando mínimos cuadrados ordinarios (MCO), es el siguiente:

$$\hat{CP1} = 4'317154 + 0'002x_i + 0'002018y_i - 2'738753 \cdot 10^{-7}x_i^2 - 5'815776 \cdot 10^{-7}y_i^2 + 1'754681 \cdot 10^{-7}x_i y_i$$

(2'41)
(4'01)
(1'78)
(-5'46)
(-3'25)

(1'95)

(entre paréntesis figura el valor del estadístico experimental t-Student). Todas las variables son significativas al 5%, excepto la coordenada Y, que lo es al 7%. Como ya se ha comentado en el capítulo II, el efecto contrapuesto sobre el valor del estadístico que puede tener la presencia de multicolinealidad y de autocorrelación aconsejan extremar la prudencia en el descarte de una variable; por ello, se ha decidido el mantenimiento de la coordenada Y en el modelo de regresión polinómica de la deriva⁵. En definitiva, el tipo de deriva ha sido modelizado a través de un polinomio completo de segundo grado, cuya representación gráfica sobre el plano se recoge en la Figura 5 y dos de sus perspectivas tridimensionales en la Figura 6. El máximo del polinomio de deriva se alcanza en torno a los

⁵ El coeficiente R² del modelo es indicativo del porcentaje de variabilidad de la primera componente principal explicado a través del polinomio de deriva, esto es, el porcentaje de variabilidad de la primera componente principal explicado por la tendencia a gran escala espacial. En este sentido, no debe preocuparnos que el R² no sea muy alto, pues en el resto de la variabilidad habrá una parte de perturbación aleatoria y otra parte que se explique por la variabilidad a pequeña escala espacial, cuya presencia se debe evidenciar por la existencia de autocorrelación espacial en los residuos.

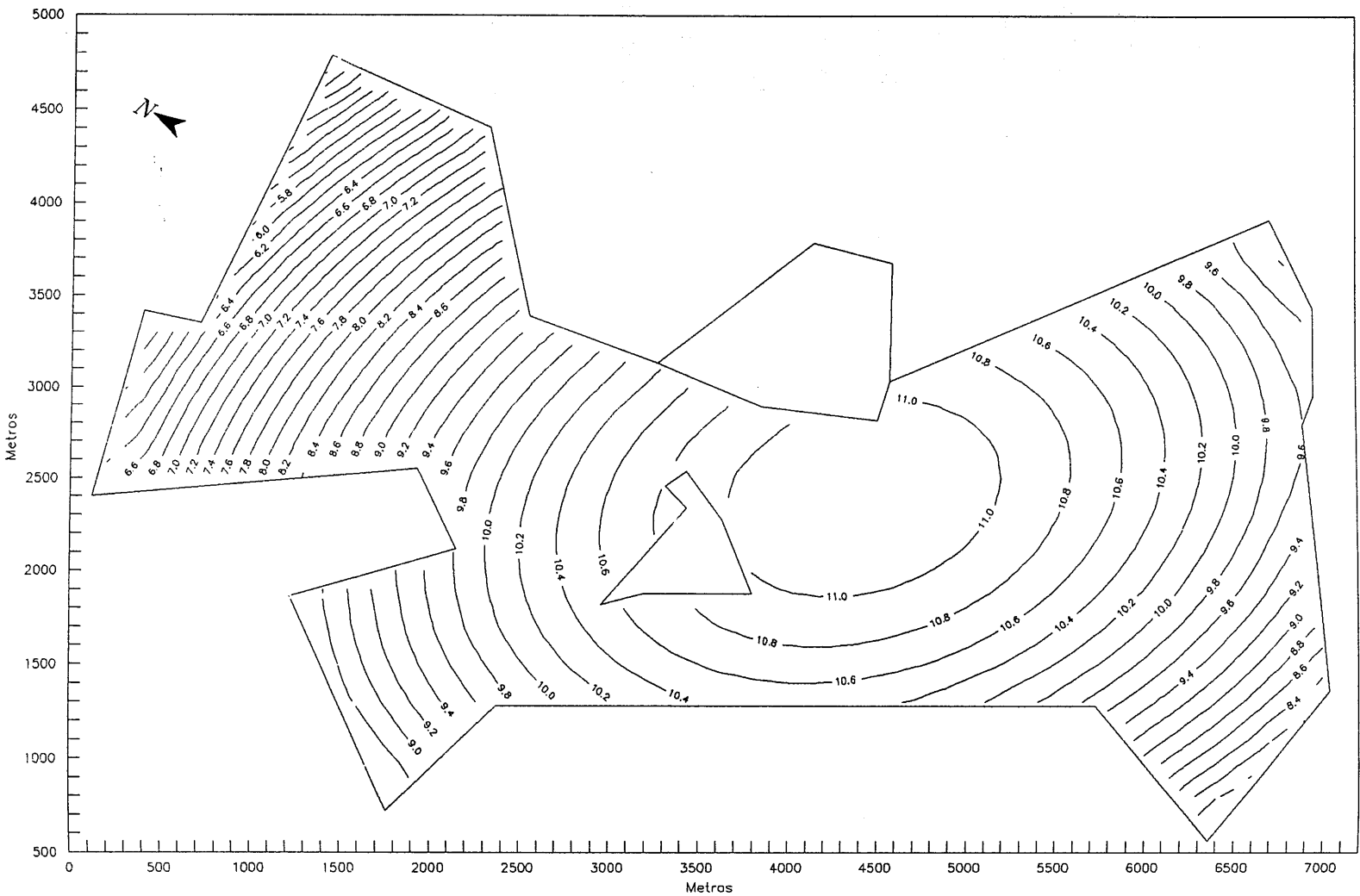


Figura 5. Isolneas del polinomio de deriva obtenido por MCO.

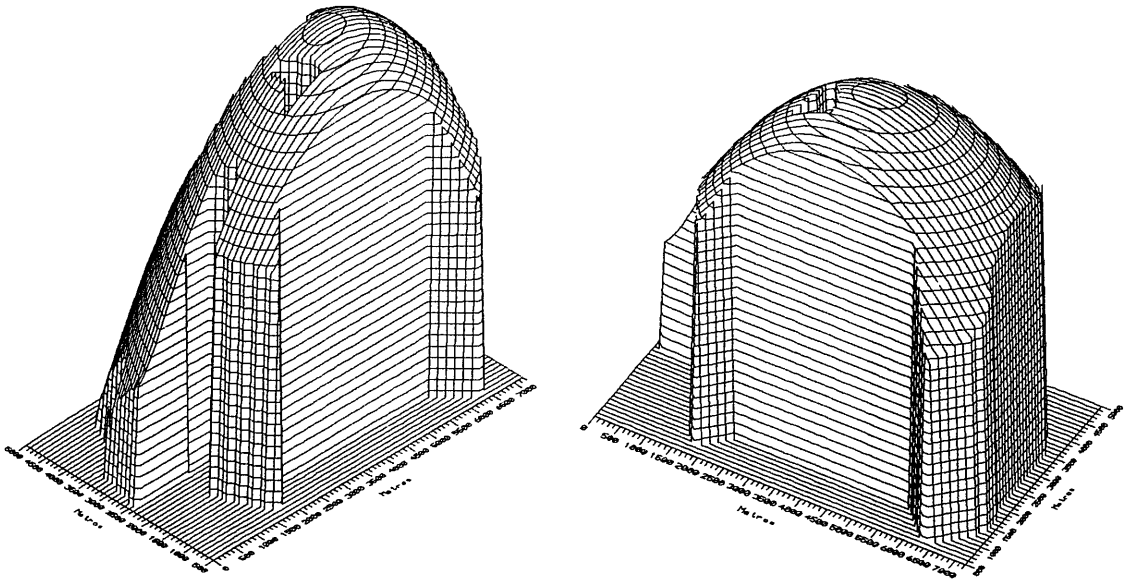


Figura 6. Representación del polinomio de deriva obtenido por MCO.

4400 metros en X y 2400 metros en Y, produciéndose un descenso gradual a medida que nos alejamos del máximo. Es de destacar que el gradiente de valores es particularmente alto si el alejamiento se produce en dirección a la zona norte de la ciudad, en donde se acelera extraordinariamente el descenso de valores. Este efecto que recoge la deriva de disminución de los valores de la primera componente principal por alejamiento del máximo, es decir, la variación a gran escala espacial, va a intentar ser eliminado, de tal forma que se consiga la estacionariedad en media de la variable.

Para analizar en qué medida el modelo ajustado filtra la deriva

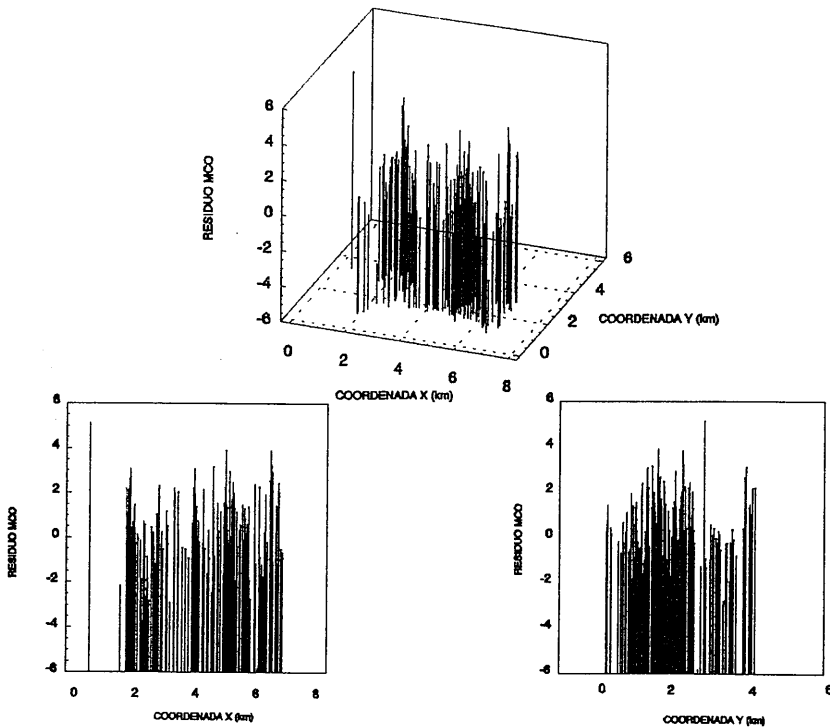


Figura 7. Residuos MCO.

detectada, vamos a centrar la atención en los residuos MCO del modelo de regresión polinómica, pudiendo utilizar en esta labor las mismas herramientas empleadas para detectar la deriva. Así, de la representación tridimensional de los residuos, junto con las representaciones desde la dirección X y desde la Y, que pueden observarse en la Figura 7, ya no puede deducirse la existencia de una deriva o tendencia evidente en X, aunque desde la dirección Y esta conclusión no es tan nítida. Con el fin de clarificar más la situación, se han realizado las gráficas de medias y medianas de los residuos MCO (recogidas en la Figura 8), a partir de los cálculos de las Tablas 5 y 6.

NÚMERO DE COLUMNA	INTERVALO	MEDIA	MEDIANA	NÚMERO DE DATOS
1	450-750	5'138	5'138	1
2	750-1050	-	-	0
3	1050-1350	-	-	0
4	1350-1650	3'00010 ⁻²	3'00010 ⁻²	2
5	1650-1950	5'41010 ⁻¹	3'83010 ⁻¹	30
6	1950-2250	-8'48010 ⁻¹	-5'67010 ⁻¹	11
7	2250-2550	-1'660	-1'939	15
8	2550-2850	-1'68010 ⁻¹	-3'69010 ⁻¹	23
9	2850-3150	-3'35010 ⁻¹	-2'79010 ⁻¹	7
10	3150-3450	8'37010 ⁻¹	9'38010 ⁻¹	10
11	3450-3750	-7'89010 ⁻¹	-7'12010 ⁻¹	4
12	3750-4050	6'51010 ⁻¹	6'60010 ⁻¹	15
13	4050-4350	-1'90010 ⁻²	-2'03010 ⁻¹	6
14	4350-4650	-2'06010 ⁻¹	-7'97010 ⁻¹	9
15	4650-4950	6'72010 ⁻¹	4'83010 ⁻¹	21
16	4950-5250	1'74010 ⁻¹	3'14010 ⁻¹	55
17	5250-5550	-2'00010 ⁻¹	-3'86010 ⁻¹	11
18	5550-5850	-9'30010 ⁻²	2'23010 ⁻¹	13
19	5850-6150	-1'171	-1'190	14
20	6150-6450	2'70010 ⁻²	-2'23010 ⁻¹	26
21	6450-6750	3'18010 ⁻¹	-7'73010 ⁻¹	19
22	6750-7050	-7'75010 ⁻¹	-7'85010 ⁻¹	66

Tabla 5

NÚMERO DE FILA	INTERVALO	MEDIA	MEDIANA	NÚMERO DE DATOS
1	928-1228	$5'75010^{-1}$	$4'36010^{-1}$	5
2	1228-1528	$-5'54010^{-1}$	$-6'25010^{-1}$	13
3	1528-1828	$-2'69010^{-1}$	$-2'19010^{-1}$	39
4	1828-2128	$1'24010^{-1}$	$6'90010^{-2}$	47
5	2128-2428	$5'02010^{-1}$	$6'33010^{-1}$	51
6	2428-2728	$-5'66010^{-1}$	$-7'73010^{-1}$	41
7	2728-3028	$4'77010^{-1}$	$3'12010^{-1}$	44
8	3028-3328	$-1'26010^{-1}$	$4'53010^{-1}$	10
9	3328-3628	$4'40010^{-2}$	$-3'60010^{-1}$	11
10	3628-3928	-1'145	$-8'15010^{-1}$	17
11	3928-4228	-1'220	-1'373	10
12	4228-4528	1'756	1'473	9
13	4528-4828	2'197	2'197	1

Tabla 6

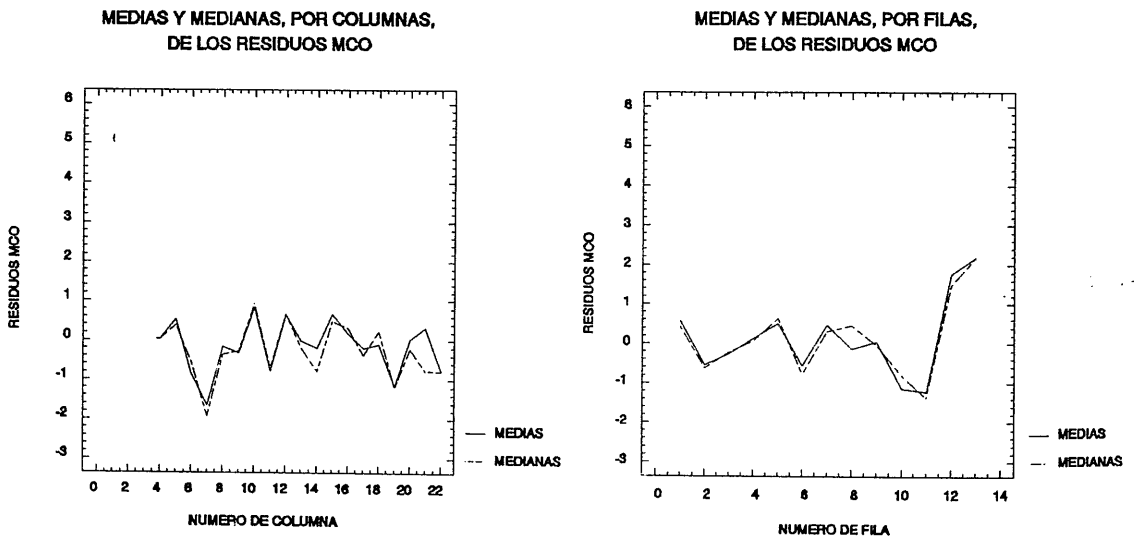


Figura 8. Medias y medianas de los residuos MCO.

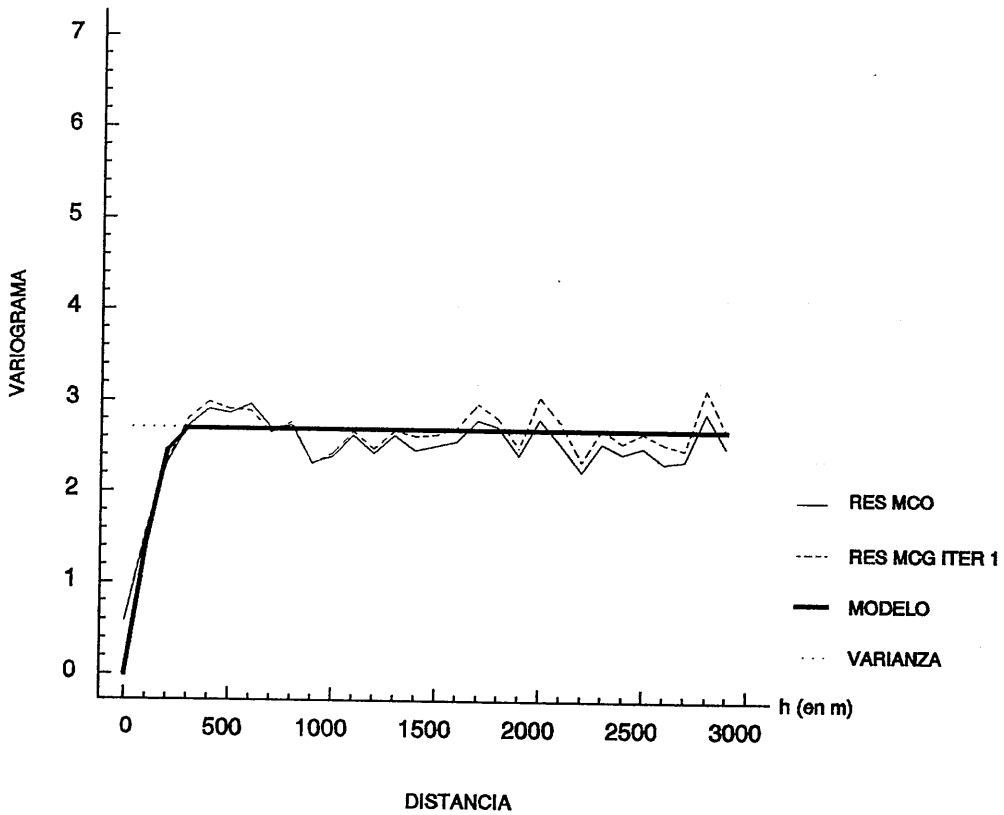


Figura 9. Variogramas de los residuos MCO y MCG.

En la Figura 8 se observa claramente que los residuos MCO son estacionarios en la dirección X, es decir, por columnas, mientras que en la dirección Y se produce un pequeño repunte en las dos últimas filas; en consecuencia, la estacionariedad no es tan evidente en esta última dirección. Para determinar finalmente si los residuos MCO son o no estacionarios, se ha obtenido el variograma experimental medio de éstos (véase la columna 5 de la Tabla 4), representado en la Figura 9, donde se aprecia un comportamiento claramente estacionario. Por tanto, los residuos MCO obtenidos del modelo de regresión, ya no adolecen del problema de la deriva a gran escala que había sido detectado en la primera componente principal, pero siguen presentando autocorrelación espacial a una escala de

variabilidad menor, como lo demuestra la forma del variograma: se observa que el variograma va creciendo a medida que la distancia entre las parejas de viviendas (h) es mayor. La presencia de autocorrelación espacial en los residuos también está avalada por su propia distribución espacial, como puede apreciarse en la Figura 10, donde se observan agrupaciones o focos de residuos positivos y negativos. En este estudio la existencia de autocorrelación espacial no es tanto un problema, sino más bien un síntoma que nos permite considerar a la primera componente principal como una variable regionalizada, pudiendo realizar inferencia espacial sobre ella, a partir de sus datos muestrales.

Si se llevara a cabo el proceso de estimación espacial utilizando los residuos MCO, las estimaciones no serían eficientes, al presentar éstos autocorrelación espacial. Por ello, el modelo de regresión MCO se utiliza exclusivamente para la detección del tipo de deriva, y los residuos MCO para verificar el filtrado de la deriva (o lo que es equivalente, la estacionariedad de los mismos), así como para constatar el mantenimiento de la autocorrelación espacial; pero en la estimación espacial se van a utilizar como materia prima los residuos del modelo obtenidos por mínimos cuadrados generalizados (MCG), de tal forma que las estimaciones sean eficientes. En cada una de las iteraciones del método de MCG, se ajusta a los residuos obtenidos un modelo de variograma diferente, que describe la estructura de variabilidad espacial de la variable. Como se explicó en el

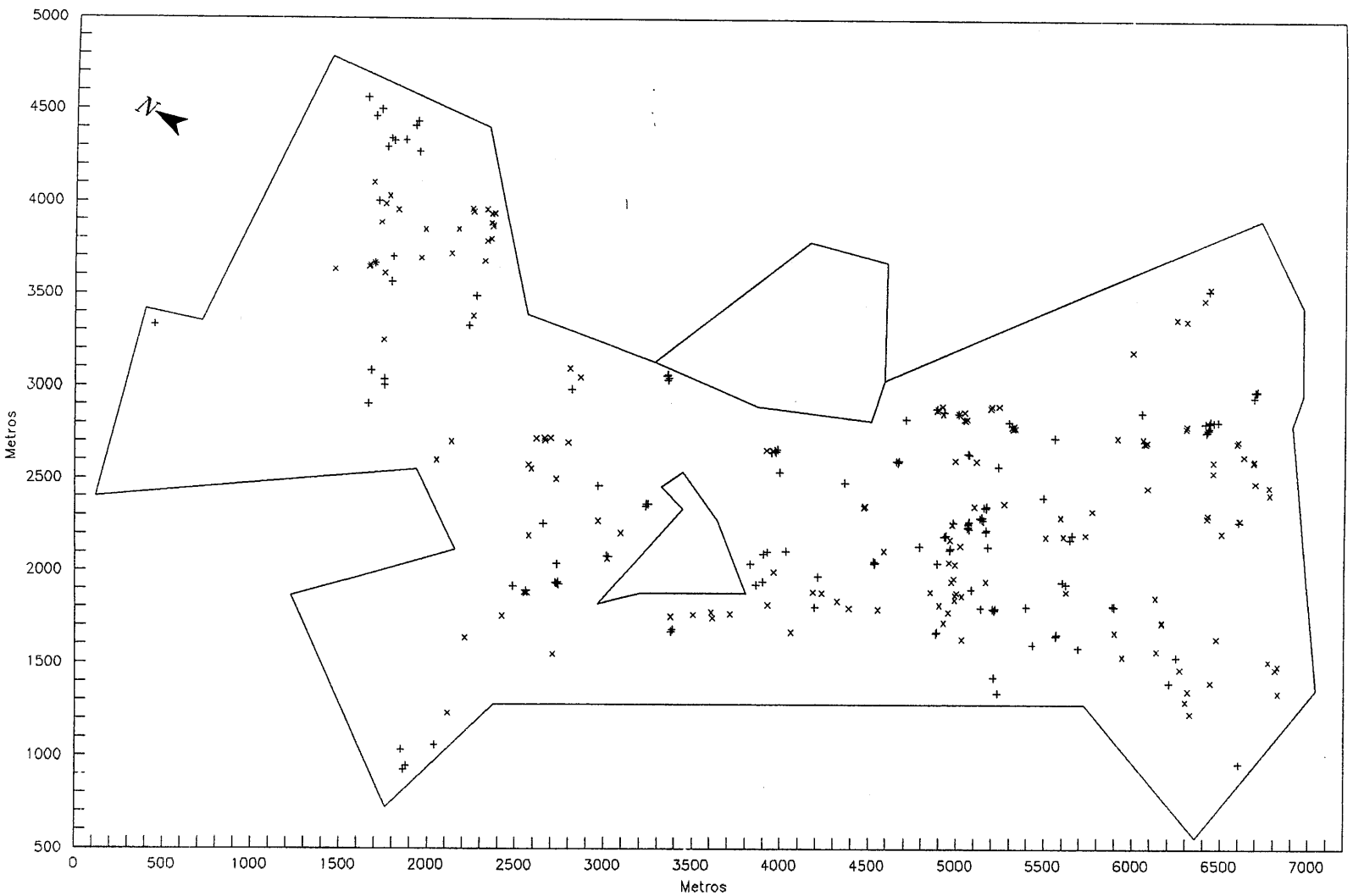


Figura 10. Residuos MCO positivos (+) y negativos (x).

capítulo II, a partir del modelo de variograma ajustado se obtiene, en cada iteración, una estimación de la matriz de covarianzas, que es utilizada en la siguiente iteración. El proceso de ajuste del modelo de variograma teórico al variograma experimental medio de los residuos, ha sido llevado a cabo por mínimos cuadrados no lineales, mediante el procedimiento propuesto por Cressie⁶ de mínimos cuadrados ponderados por el número de parejas de cada valor del variograma, con la aplicación del algoritmo de Gauss-Newton. Evidentemente, para llevar a cabo la primera iteración por MCG, es necesario partir del modelo de variograma ajustado a los residuos MCO, que nos proporciona la estimación de la matriz de covarianzas que será utilizada en esta primera iteración. El modelo de variograma teórico que se ha ajustado al variograma experimental medio de los residuos MCO, es el siguiente modelo esférico:

$$\begin{cases} \gamma_{\hat{u}}(h) = C_o + C \left[1/5 \left(\frac{h}{a} \right) - 0/5 \left(\frac{h}{a} \right)^3 \right] & \forall h < 255/456 \\ \gamma_{\hat{u}}(h) = C_o + C & \forall h \geq 255/456 \end{cases}$$

donde:

Efecto pepita: $C_o = 0$

Meseta: $C = 2'591$

Alcance: $a = 255'456$

La varianza experimental de los residuos MCO es de 2'6052.

⁶ CRESSIE, N. (1991): *Statistics for Spatial Data*. John Wiley and Sons, New York.

A continuación, el modelo de regresión estimado en la primera iteración por MCG ha sido el siguiente:

$$\hat{CP1} = 3'627743 + 0'002x_i + 0'002518y_i - 2'40610^{-7}x_i^2 - 5'85410^{-7}y_i^2 + 1'9210^{-8}x_iy_i$$

(1'15)
(2'13)
(1'30)
(-2'56)
(-1'88)

(0'12)

Los valores del variograma experimental medio de los residuos MCG, se muestran en la columna 6 de la Tabla 4 y su representación gráfica en la Figura 9. A este nuevo variograma experimental se le ha ajustado un modelo de variograma esférico con los siguientes parámetros:

Efecto pepita: $C_0 = 0$

Meseta: $C = 2'6960$

Alcance: $a = 267'238$

La varianza experimental de los residuos MCG de la primera iteración es de 2'7058. La representación gráfica del modelo de variograma ajustado se recoge en la Figura 9. La segunda iteración aplicando MCG, da lugar a unos resultados para los coeficientes que apenas se diferencian de los de la primera iteración (las diferencias de las estimaciones de los coeficientes de la regresión MCG entre la primera y la segunda iteración son inferiores al 1'5%); el variograma experimental medio de los residuos también coincide prácticamente con el de la primera iteración, por lo que no se ha representado en el gráfico. Por tanto, sólo es necesaria una iteración, aplicando MCG, para que el variograma de los residuos converja a una forma estable. En el modelo definitivo de variograma ajustado, que es el obtenido en la primera iteración por MCG, se ha estimado que el alcance

es $a = 267'238$ metros. Ello implica que la covarianza entre los valores de la primera componente principal va disminuyendo a medida que aumenta la distancia entre las viviendas, llegando el radio de influencia a una distancia aproximada a la que indica el alcance, distancia a partir de la cual el variograma se estabiliza en torno a la varianza experimental, es decir, a partir de ella se da una ausencia total de correlación entre cualquier par de valores de la primera componente principal. Se puede decir que a partir de esa distancia la variable tiene un comportamiento puramente aleatorio, al haberse eliminado previamente la influencia de la variabilidad a gran escala espacial mediante el filtrado de la deriva.

En cuanto a la significación de las variables que recogen la deriva en el modelo de regresión polinómica, obtenido en la primera iteración por MCG, los valores del estadístico experimental t-Student deben ser tomados con precaución. Aun así, se observa que las variables más significativas son la coordenada x y la variable x^2 . De ello se deduce que la dirección más importante de la deriva es la noroeste-sureste, es decir, la marcada por la dirección X, como también puede apreciarse en las Figuras 5 y 6. Esta dirección de la deriva recorre longitudinalmente la ciudad de Granada, que presenta forma de huso, y es ésta también la dirección de las calles más importantes de la ciudad⁷.

⁷ Este rasgo, característico del comportamiento de la deriva en la ciudad de Granada, también ha sido puesto de manifiesto en el análisis de otras variables urbanístico-económicas, como puede leerse en las dos siguientes referencias bibliográficas: CHICA OLMO, J.M. (1995, b): Spatial estimation of housing prices and

4. ESTIMACIÓN ESPACIAL DE LA CALIDAD GLOBAL DE LA VIVIENDA.

A partir de los valores de los residuos MCG de las 298 viviendas de la muestra, se puede realizar la estimación de los residuos en cualquier punto del plano en el que se esté interesado, mediante el método del Krigeaje, para lo cual ha de tenerse en cuenta la estructura de autocorrelación espacial, dada por el modelo de variograma ajustado. En la realización de dichas estimaciones se ha utilizado un máximo de 24 viviendas, las más próximas a la localización donde se desea estimar. Ha de tenerse en cuenta que la estimación se hace sobre los residuos, si bien, lo que finalmente se desea estimar es el valor de la primera componente principal, es decir, la calidad global de las viviendas. Por tanto, a las estimaciones espaciales de los residuos se les suma el valor que toma el modelo de regresión polinómica de la deriva en las localizaciones donde se han realizado las estimaciones, obteniendo así la estimación por KRI de la primera componente principal (véase la ecuación 44 del capítulo II).

Para llevar a cabo el proceso de estimación puntual se aplica el sistema de ecuaciones del KRI puntual, análogo al del Krigeaje puntual

locational rents. *Urban Studies*, 32, 8, 1331-1344. CANO GUERVÓS, R.A.; CHICA OLMO, J.M.; HERMOSO GUTIÉRREZ, J.A. (1995, a): Análisis de la tendencia espacial del valor del suelo urbano a partir de la valoración catastral. *Actas de la IX Reunión de la Asociación Científico Europea de Economía Aplicada (ASEPELT-España)*, vol. V, 33-43. ASEPELT-España, Universidad de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela.

ordinario (véase la ecuación 47 del capítulo II). En el capítulo actual se ha aplicado el proceso de estimación puntual en dos modalidades: por una parte, sobre los 359 nudos de una malla regular cuadrada, superpuesta sobre el plano de la ciudad, con 200 metros de lado para cada celda de la malla; por otra parte, se han realizado las estimaciones sobre los 298 puntos del plano donde se encuentran localizadas las viviendas de la muestra, con el fin de comparar, en la validación cruzada, el valor real de la primera componente principal con el estimado mediante KRI.

También se ha realizado el proceso de estimación por bloques, aplicando las ecuaciones 49 y 50 del capítulo II. Para ello, se han considerado dos tipos de entramados de bloques: de 200 metros de lado (40.000 m^2 de superficie), cuyos centros coinciden con los nudos de la malla de la estimación puntual, por lo que se han considerado también 359 bloques; y de 400 metros de lado (160.000 m^2 de superficie), de los cuales la ciudad de Granada contiene 93. Tras el análisis de la validación cruzada, se comentarán los planos de isolíneas y los planos de bloques que se han obtenido en el proceso de estimación.

5. VALIDACIÓN CRUZADA Y ERRORES DE ESTIMACIÓN.

Como se ha comentado en el capítulo II, la validación cruzada consiste en simular la omisión de cada dato (en el caso que nos ocupa,

cada $\hat{u}(x_i)$), y, mediante el método del Krigeaje, estimarlo. Ello permite medir los errores cometidos en la estimación espacial, $e_k(x_i)$, por comparación entre el valor de la primera componente principal estimado por Krigeaje y el valor real de la primera componente principal, para cada vivienda de la muestra. En este sentido, resulta ilustrativo recordar que el error de estimación depende exclusivamente del error cometido en la estimación por Krigeaje de $\hat{u}(x_i)$:

$$e_k(x_i) = Z_k(x_i) - \hat{Z}(x_i) = u_k(x_i) - \hat{u}(x_i)$$

En el plano de la Figura 11 se han representado estas diferencias o errores de estimación por Krigeaje, con tamaños proporcionales a los valores absolutos de los errores. De su observación pueden deducirse tres conclusiones: la primera, es que la mayor parte de las diferencias son de pequeño tamaño, muchas casi insignificantes; la segunda, es que la distribución espacial de las diferencias no permite detectar autocorrelación entre ellas, pues por todo el plano las hay pequeñas y grandes; la tercera se deduce de la anterior y consiste en la imposibilidad de detectar zonas en las que sólo haya diferencias positivas (+) o negativas (×), pues se van entremezclando unas y otras. En definitiva, no se pueden señalar zonas de la muestra de viviendas en las que sistemáticamente se esté produciendo una subestimación o sobreestimación de los valores de la primera

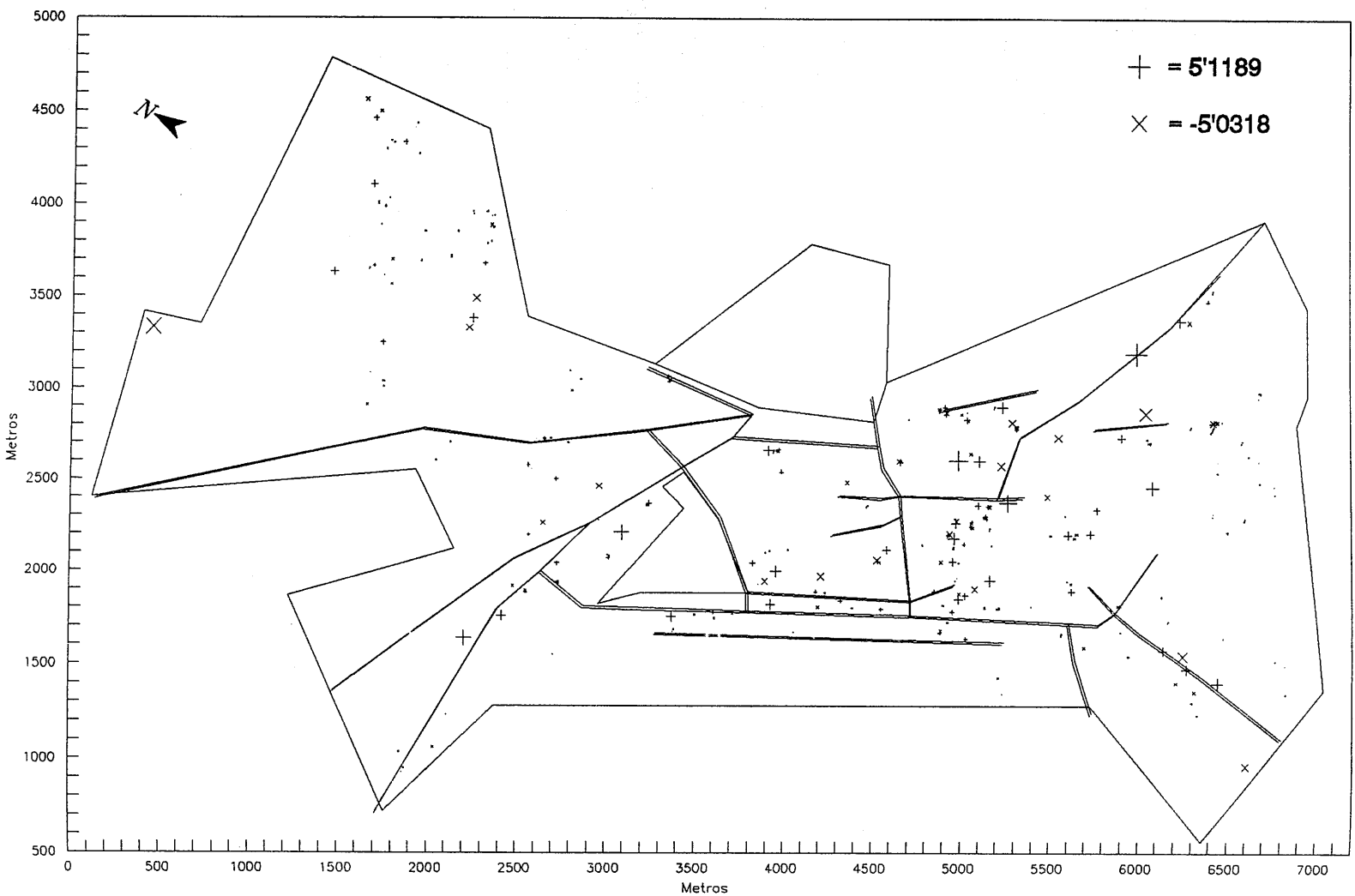


Figura 11. Errores de estimación por Kriging; diferencias positivas (+) y negativas (x).

componente principal, sino que las diferencias se distribuyen de forma bastante homogénea por todo el espacio. Por tanto, el modelo de variograma ajustado permite reflejar correctamente la estructura de variabilidad de la primera componente principal a pequeña escala espacial, aunque haya valores extremos que son el resultado de comportamientos anómalos en el mercado inmobiliario. De esta forma, la validación cruzada también permite detectar los valores anómalos, en el sentido de que no responden a un comportamiento normal de variabilidad.

Por otro lado, los resultados de los estadísticos de la validación cruzada también son bastante satisfactorios, como puede verse en la Tabla 7. En una primera comparación entre los residuos y su estimación por Krigeaje, se observa que los estadísticos calculados son bastante próximos, aunque la variable de los residuos estimados está más suavizada (mayor mínimo, menor máximo y, por tanto, menor rango de variación), lo cual es inherente al propio proceso de estimación espacial, que tiende a limar los extremos. Por otra parte, la desviación típica de los valores estimados es un 17% inferior a la de los valores experimentales, consecuencia también del suavizado provocado por la estimación. Además, la media de las diferencias es próxima a cero ($ME = 0'109$), lo cual es un dato satisfactorio.

	RESIDUOS MCG $\hat{u}(x_i)$	RESIDUOS MCG ESTIMADOS POR KRIGEAJE $u_k(x_i)$	DIFERENCIAS O ERRORES $e_k(x_i)$	DESVIACIÓN TÍPICA DE ESTIMACIÓN $\sigma_k(x_i)$	ZSCORE $\frac{e_k(x_i)}{\sigma_k(x_i)}$	ERROR TÍPICO RELATIVO $\frac{\sigma_k(x_i)}{Z_k(x_i)} \%$
MÍNIMO	-4'877	-2'900	-5'032	0'265	-6'602	5'399
1 ^{er} CUARTIL	-0'664	-0'414	-0'520	0'513	-0'667	8'871
MEDIANA	0'209	0'260	0'012	0'812	0'027	10'147
3 ^{er} CUARTIL	1'610	1'550	0'614	1'352	0'759	11'725
MÁXIMO	4'639	4'292	5'119	1'790	5'911	13'714
MEDIA	0'362	0'471	0'109	0'920	0'064	9'750
DES. TÍPICA	1'648	1'361	1'210	0'454	1'387	1'914
ME = 0'109 MET = 0'920 EMA = 0'064 ECMA = 1'387						

Tabla 7

También puede calcularse la desviación típica o error típico de la estimación en cada uno de los puntos experimentales, $\sigma_k(x_i)$, cuya media es MET = 0'920. El error medio adimensional es próximo a 0 (EMA = 0'064) y el error cuadrático medio adimensional es próximo a 1 (ECMA = 1'387), por lo que los resultados de ambos estadísticos también se pueden evaluar positivamente. Finalmente, en la última columna de la Tabla 7 se recogen las estadísticas básicas del error relativo de estimación, cuya media es inferior al 10%, lo cual también subraya que el proceso de estimación llevado a cabo ha sido bastante efectivo. En la Tabla 8 se observa que los sectores cuya muestra de viviendas arroja los valores más bajos en la desviación típica de la estimación y en el error típico relativo de la estimación son los del Centro y Realejo. Por el contrario, aquéllos cuya desviación típica de la estimación es mayor son los del Camino de

Ronda y Zaidín, siendo este último, junto con Almanjáyar-Cartuja, los que presentan los valores más altos en el error típico relativo.

Para tener una visión sobre el plano de la distribución de las zonas donde existe mayor y menor riesgo al realizar la estimación espacial, se puede calcular la desviación típica de la estimación en aquellos puntos donde sea de interés. Así, en las Figuras 12 y 13 se han representado mediante un símbolo proporcional la desviación típica de la estimación puntual y el error relativo de la estimación puntual, en los nudos de la malla, y en las Figuras 14 y 15 las curvas de isovalores de la desviación típica y del error relativo, respectivamente. En las Figuras 16 y 17 se ha representado la desviación típica y el error relativo de la estimación por bloques de 200 metros de lado y en las Figuras 18 y 19 las de los bloques de 400 metros de lado, situando el símbolo proporcional en el centro del bloque. En la anterior serie de figuras y en la Tabla 9 se observan las disminuciones en el rango de variación de la desviación típica de la estimación y en el rango del error relativo, a medida que aumenta el tamaño del soporte. También en la Tabla 9 se constata el cumplimiento de la norma general de disminución de la desviación típica y del error relativo de la estimación en sus valores medios: por ejemplo, la media del error relativo de la estimación, pasa del 17% en la estimación puntual al 8'5% en la estimación por bloques de 400 metros.

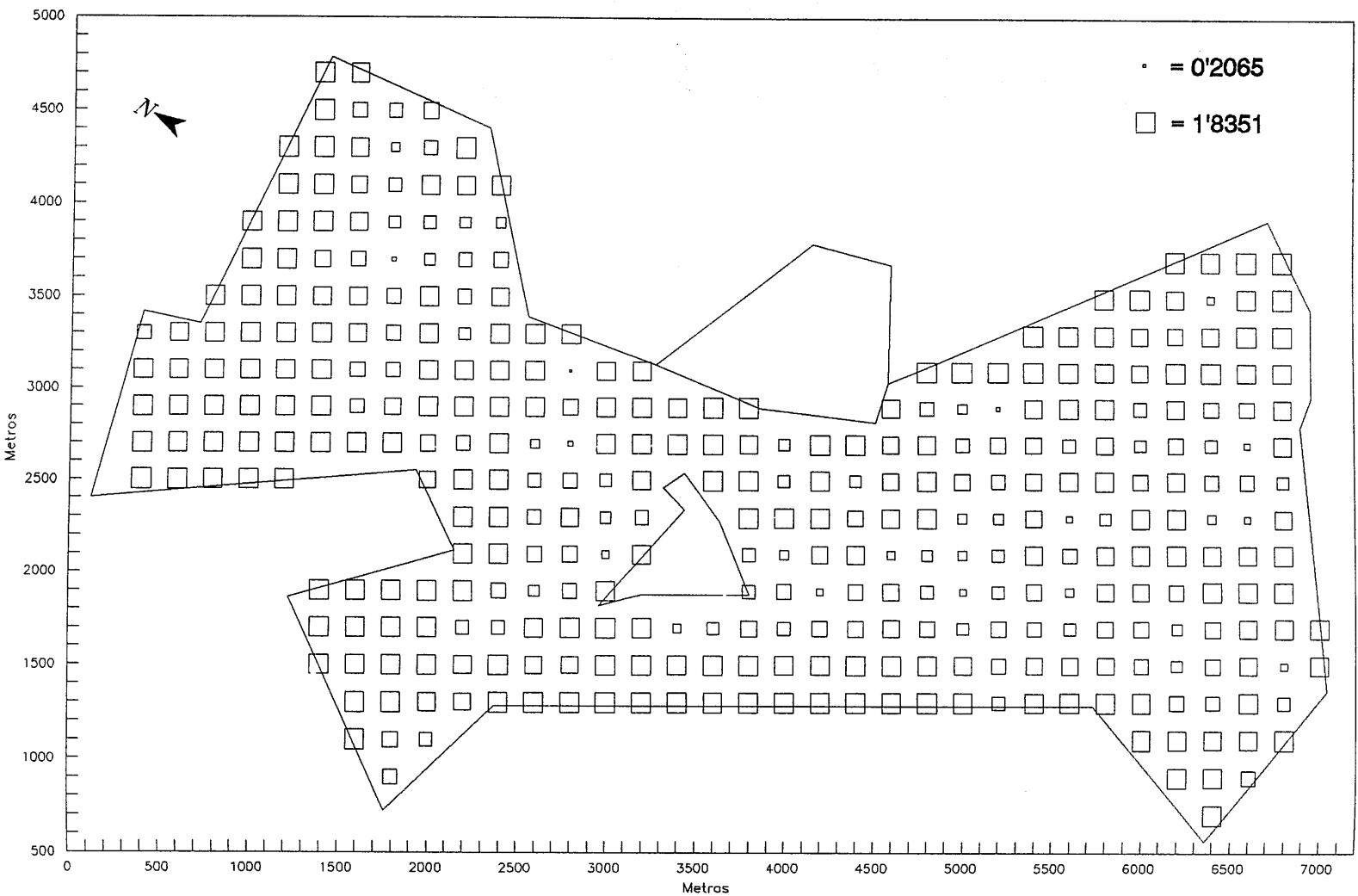


Figura 12. Desviación típica de la estimación puntual en los nudos de la malla.

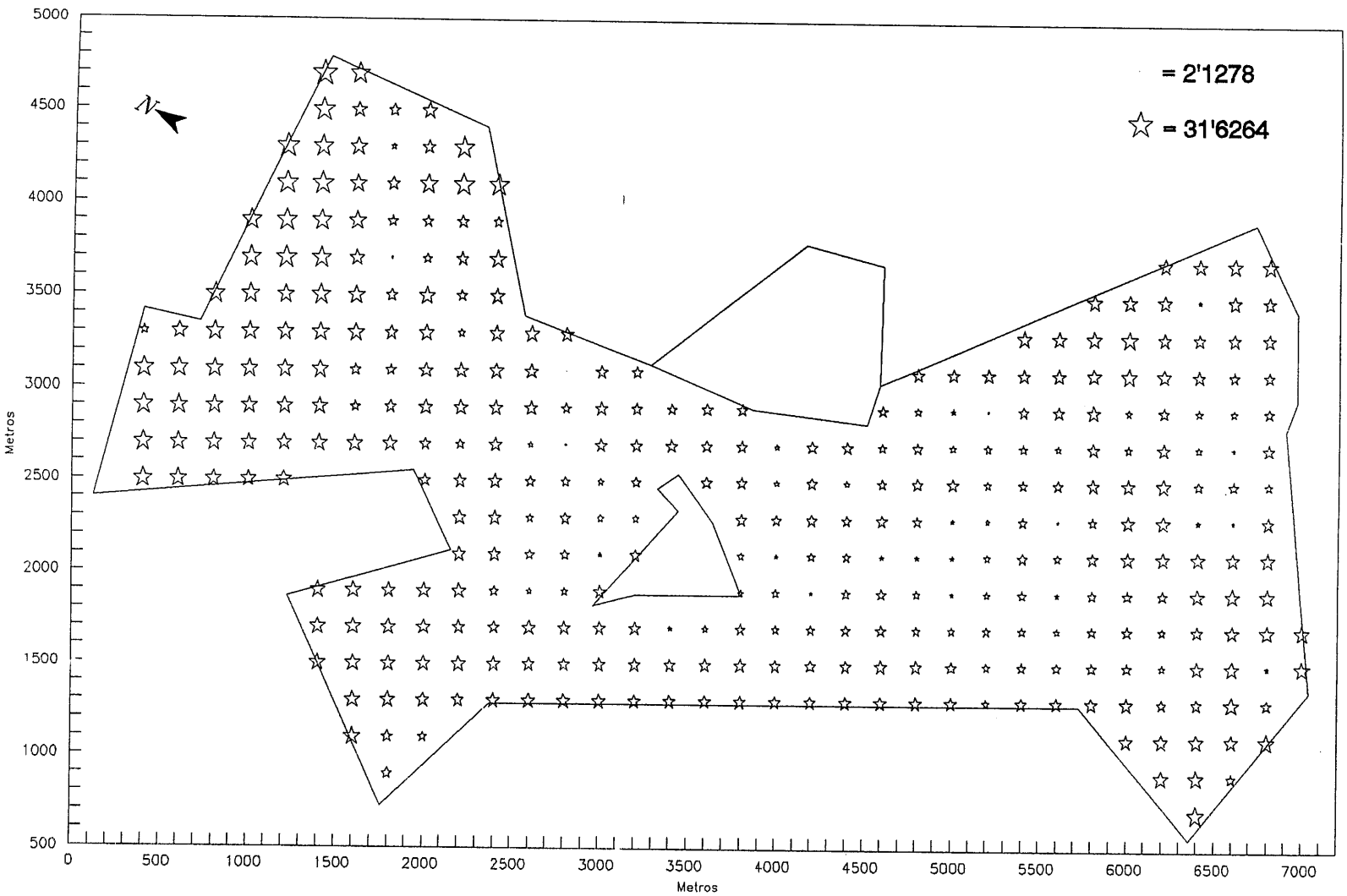


Figura 13. Error relativo de la estimación puntual en los nudos de la malla.

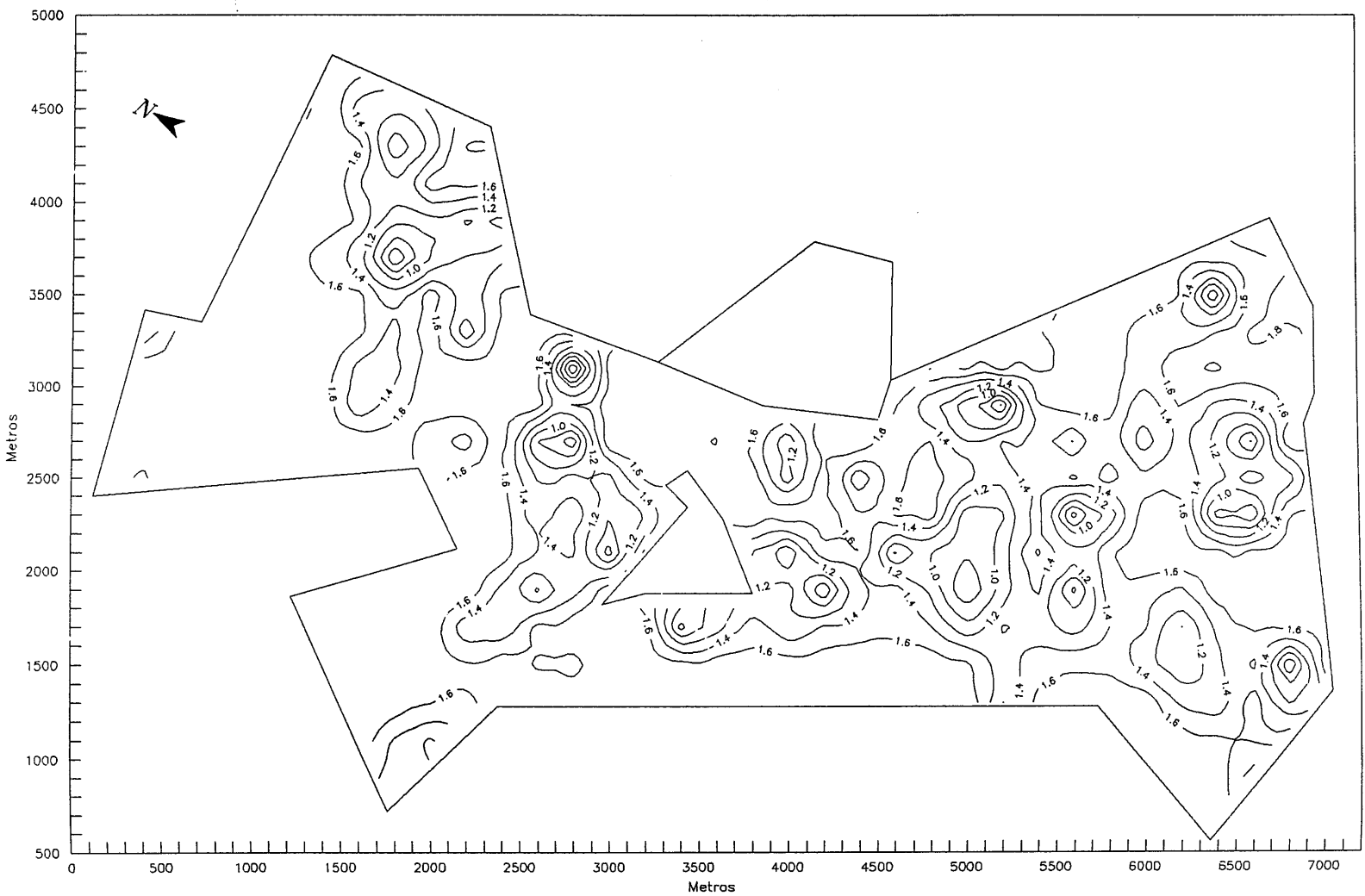


Figura 14. Isolneas de la desviación típica de la estimación puntual.

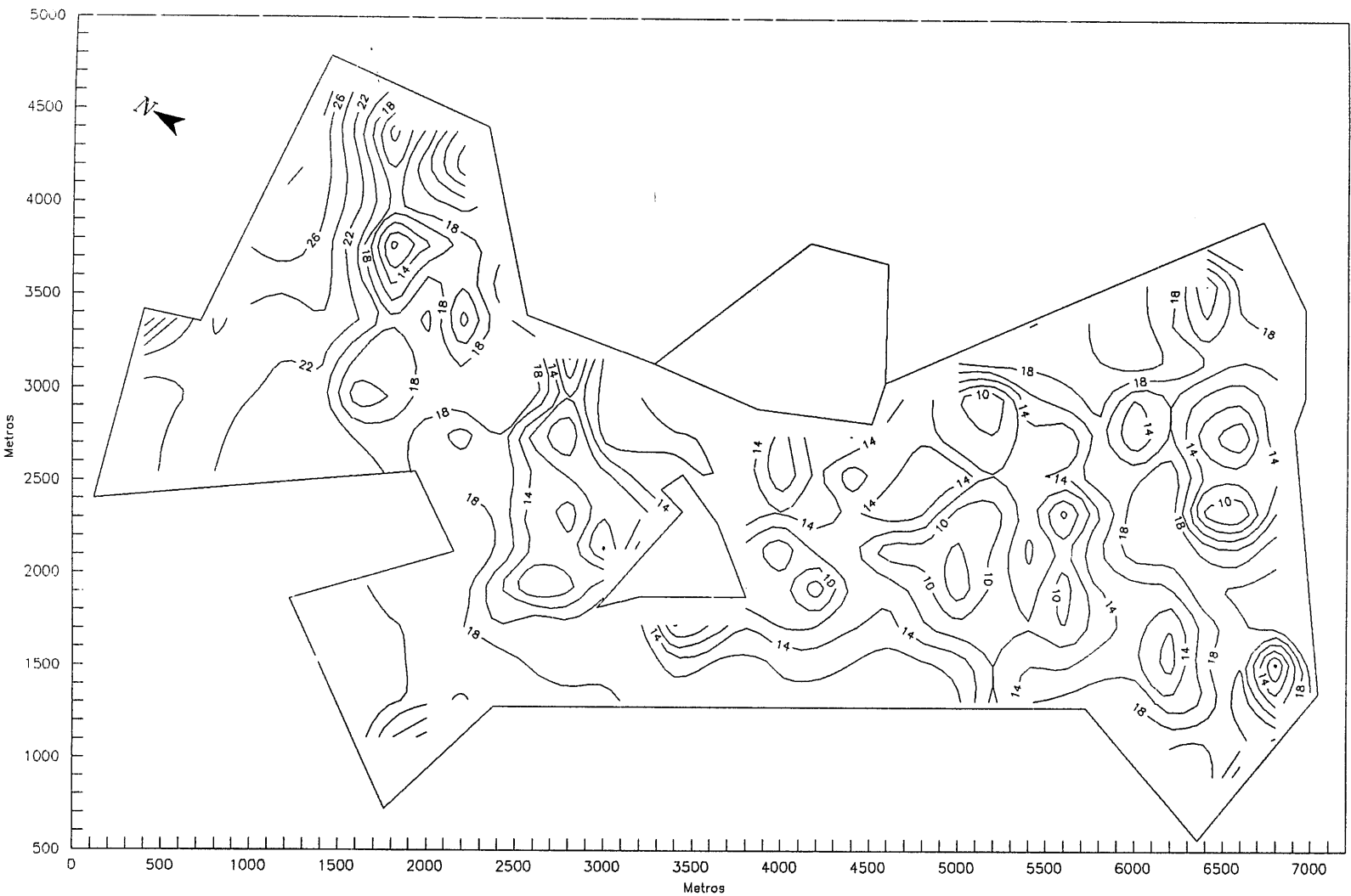


Figura 15. Isolneas del error relativo de la estimación puntual.

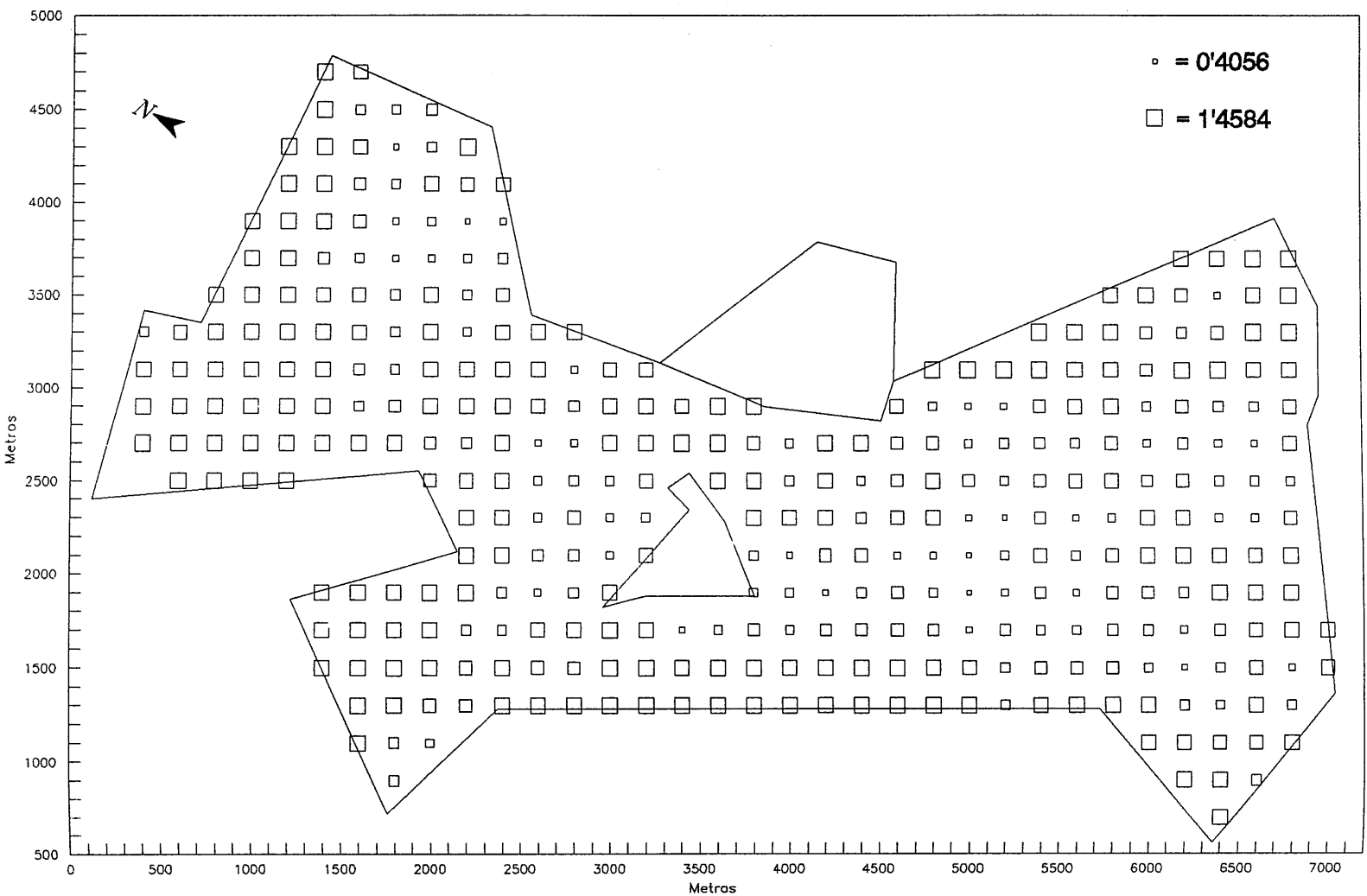


Figura 16. Desviación típica de la estimación en los bloques de 200 m de lado.

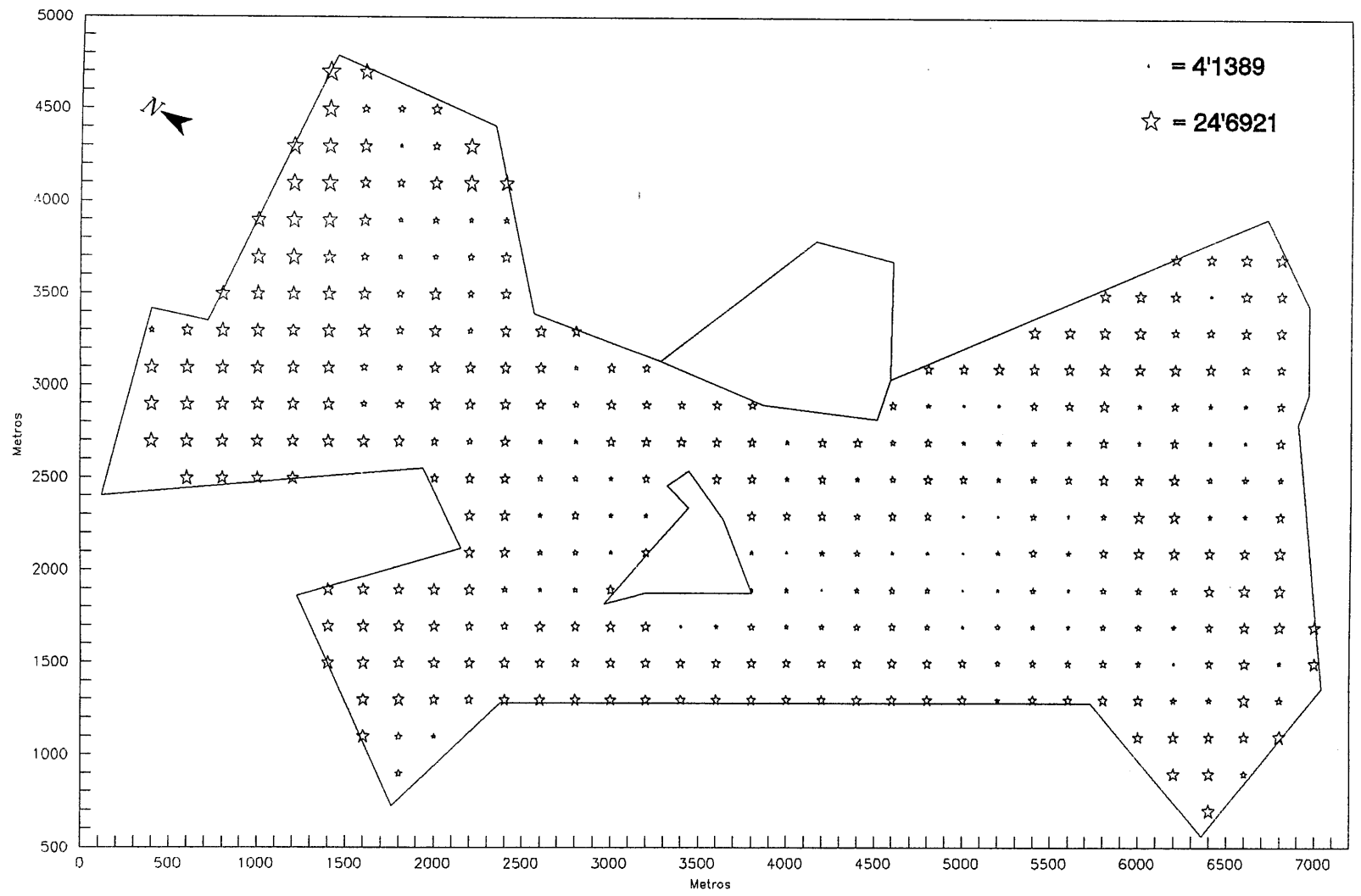


Figura 17. Error relativo de la estimación en los bloques de 200 m de lado.

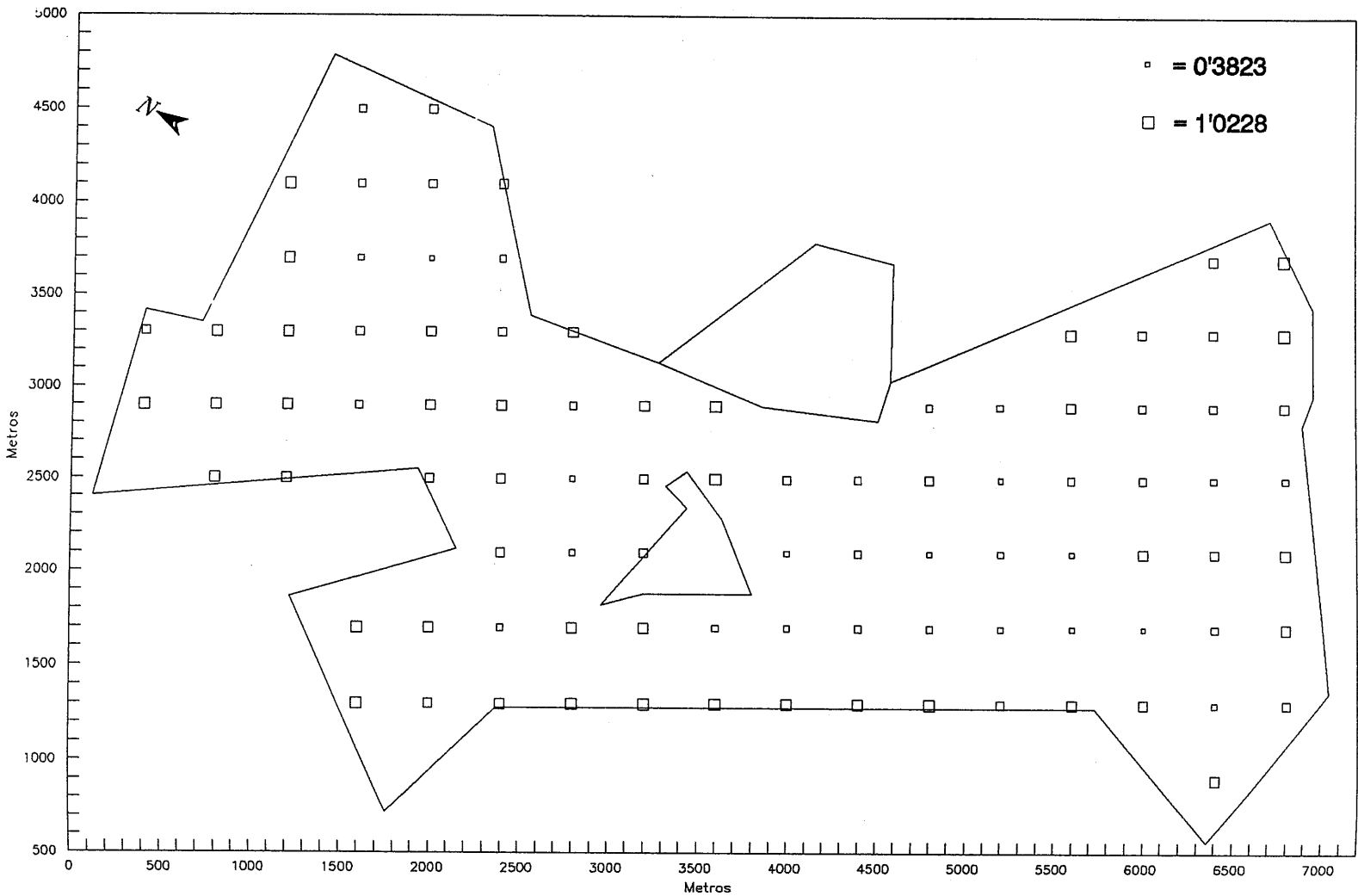


Figura 18. Desviación típica de la estimación en los bloques de 400 m de lado.

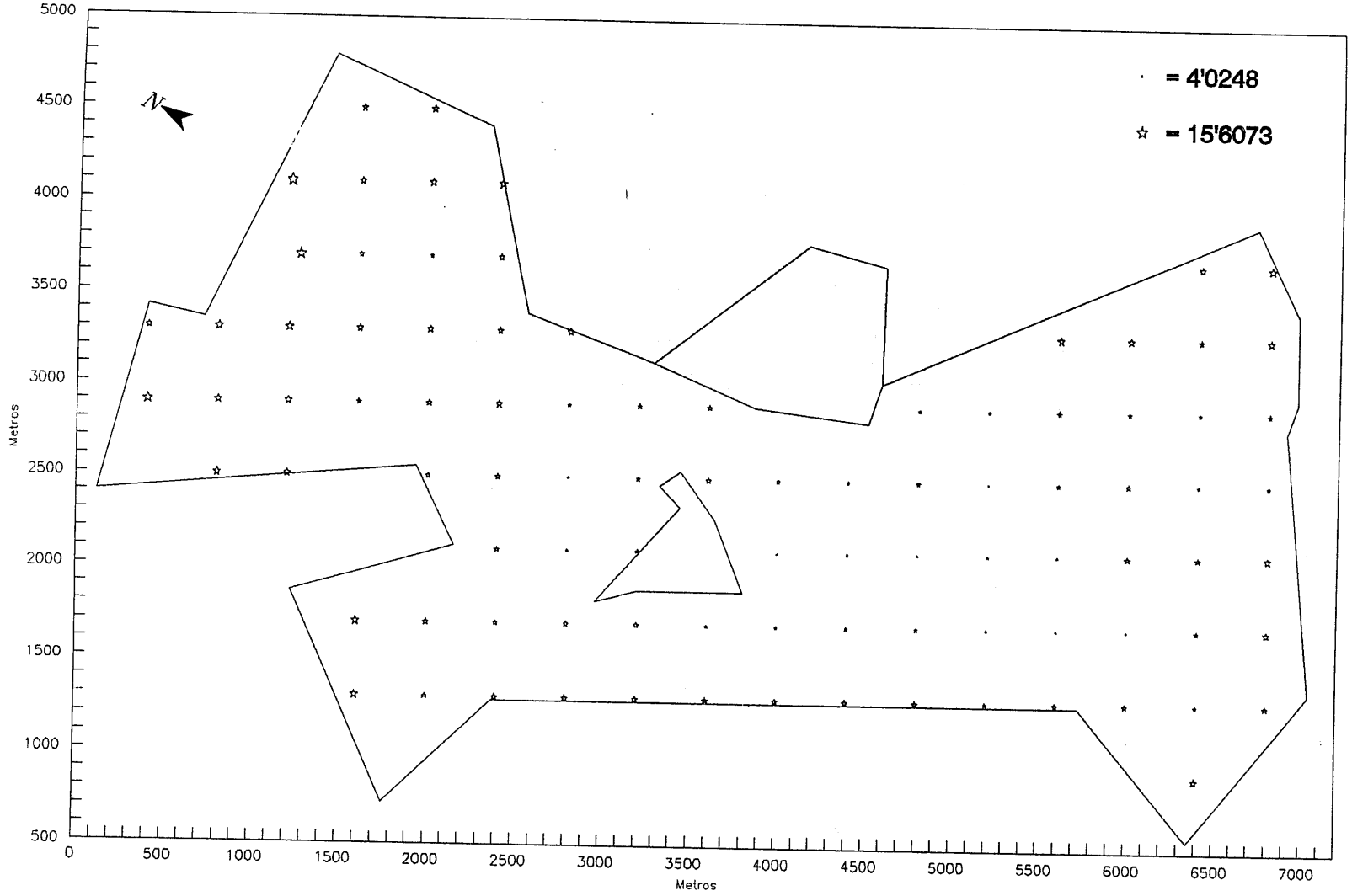


Figura 19. Error relativo de la estimación en los bloques de 400 m de lado.

	NÚMERO DE DATOS	DESVIACIÓN TÍPICA DE ESTIMACIÓN PUNTUAL EN LAS VIVIENDAS MUESTRALES	ERROR TÍPICO RELATIVO DE ESTIMACIÓN EN LAS VIVIENDAS MUESTRALES	ERROR MEDIO ADIMENSIONAL	ERROR CUADRÁTICO MEDIO ADIMENSIONAL	CP1 (TRANSF)	ESTIMACIÓN PUNTUAL CP1 (TRANSF)	DERIVA
CH	14	1'044	11'220	0'1156	0'9004	9'154	9'422	9'423
AL	50	1'088	15'029	-0'0617	0'8322	7'429	7'331	7'731
CT	32	0'899	8'846	0'0571	1'1629	10'647	10'740	10'080
CR	27	1'100	10'602	0'1949	1'0401	10'354	10'588	10'346
ZA	27	1'174	13'113	0'1225	1'1042	8'990	9'186	9'362
PA	30	0'962	8'605	0'1065	1'5572	11'177	11'368	10'532
CE	43	0'607	5'150	0'0628	1'8975	11'870	12'061	10'519
RE	23	0'639	5'934	0'1791	1'7272	10'486	10'670	10'300
SI	52	0'866	8'827	0'0041	1'6302	10'189	10'199	9'497
GR	298	0'920	9'750	0'0643	1'3866	10'000	10'109	9'642

Tabla 8

	DESVIACIÓN TÍPICA DE ESTIMACIÓN			ERROR RELATIVO DE ESTIMACIÓN		
	PUNTUAL (NUDOS DE LA MALLA)	BLOQUES 200 m	BLOQUES 400 m	PUNTUAL (NUDOS DE LA MALLA)	BLOQUES 200 m	BLOQUES 400 m
NÚMERO	359	359	93	359	359	93
MÍNIMO	0'2065	0'4056	0'3823	2'1278	4'1389	4'0248
MÁXIMO	1'8351	1'4584	1'0228	31'6264	24'6921	15'6073
RANGO	1'6286	1'0528	0'6405	29'4986	20'5532	11'5825
MEDIA	1'5150	1'1243	0'7616	17'0096	12'6298	8'54163

Tabla 9

Finalmente, la comparación de los datos de la Tabla 8 con los de la 9, también muestra que los valores medios de la desviación típica de la estimación puntual y del error relativo para los 298 puntos experimentales (0'920 y 9'75%, respectivamente), son menores que sus homónimos correspondientes de los 359 nudos de la malla (1'515 y 17'01%,

respectivamente).

El segundo aspecto que vamos a destacar en estas ocho figuras (de la 12 a la 19), puede ser observado en cualquiera de ellas, pero tiene una plasmación más evidente en los planos de isolíneas de la desviación típica y del error relativo de la estimación (véanse las Figuras 14 y 15). En ellos se observa que los valores máximos de la desviación típica y del error relativo se alcanzan en aquellas zonas donde se dispone de menor cantidad de información muestral, situadas junto a los bordes perimetrales de la ciudad y que son, por tanto, las áreas en las que se corren los mayores riesgos de comisión de errores en la estimación de la calidad global de la vivienda. En dichas zonas se supera el valor 1'6 de la desviación típica y el 16-18% del error relativo. Geográficamente, las zonas reseñadas abarcan una buena parte de los sectores de Almanjáyar-Cartuja y de La Chana, la franja del sector del Camino de Ronda colindante con la vega de Granada y una zona de solares (barrio de San Lázaro) y equipamiento hospitalario situada por encima del Campus Universitario de Fuentenueva (para ubicar estas zonas, véanse las Figuras 5 y 6 del capítulo V). Por el contrario, las zonas con menor riesgo en la estimación de la primera componente principal se encuentran más dispersas en el espacio, como puede comprobarse por la multitud de "hoyos" que aparecen en el plano, señalando casi exactamente los lugares donde se hallan localizadas las viviendas muestrales, siempre y cuando haya poca dispersión de valores en

su entorno. Se ha comprobado en el variograma ajustado que la calidad global de la vivienda tiene un comportamiento muy regular en el origen, lo cual implica una baja dispersión de los valores de dicha variable en entornos pequeños; por ello, pensamos que en las zonas en las que la desviación típica o el error relativo de la estimación sean altos, la causa de que ello se produzca es achacable, principalmente, al escaso número de viviendas muestrales en estas zonas, y no tanto a la existencia de una alta dispersión en los valores de la primera componente principal.

El tercer aspecto que puede reseñarse es que el plano de isolíneas de la desviación típica y del error relativo también indican el gradiente de variabilidad del error de estimación. Así, una baja concentración de curvas señala las zonas donde el riesgo de cometer errores es poco sensible a las variaciones en la distancia⁸. Por el contrario, una alta concentración de isolíneas es característica de las zonas con un mayor gradiente de error, lo cual significa, en términos de elasticidad error/distancia, que en estas zonas una pequeña variación en la distancia provoca grandes variaciones en el riesgo de error. Evidentemente, las zonas con mayor gradiente de error incluyen en su seno las localizaciones donde existen datos muestrales.

⁸ No es casual que en nuestro caso coincidan con las zonas de mayor riesgo de estimación: en aquellas zonas donde hay falta de información, el riesgo de error apenas se ve influido por el hecho de que nos movamos más o menos, en una dirección u otra, hasta el momento en que se entra en una zona con información, donde el riesgo de error se reducirá.

6. PLANOS DE ISOVALORES Y PLANOS DE BLOQUES.

En este apartado se van a comentar los resultados obtenidos en el proceso de estimación de la primera componente principal, por el método puntual (en los puntos experimentales y en los nudos de la malla), así como en la estimación por bloques (de 200 metros y de 400 metros de lado). La estimación final es el resultado de un proceso en el que se tienen en cuenta la variabilidad de la calidad global de la vivienda a gran escala espacial, por medio de la deriva, y la variabilidad de la misma a una escala espacial menor, por medio del Krigeaje de los residuos.

En una primera aproximación, vamos a comparar las estimaciones de la primera componente principal obtenidas por Krigeaje puntual, para las viviendas que componen la muestra, con los valores reales que toma la primera componente principal en estos mismos puntos, es decir, se va a comentar la validación cruzada de la variable objeto de estudio. Las estadísticas básicas de estas dos variables, así como las del error o diferencia entre ambas, tanto para el conjunto de la ciudad (298 viviendas), como para cada uno de los sectores administrativos considerados, se recogen en la Tabla 10 (A, B, C y D). Se observa que la primera componente principal estimada por Krigeaje presenta un menor rango de variación y una menor varianza que la primera componente principal real (la que se nota en la Tabla 10 y siguientes como CP1 (TRANSF)), como

consecuencia del suavizamiento de los picos máximos y mínimos que imprime el método de estimación espacial (véase la Tabla 10.A). Sin embargo, el estrechamiento del rango de variación de valores no afecta homogéneamente a todo el recorrido de la variable, pues el rango intercuartílico apenas se ve afectado (de hecho, en algunos sectores el rango intercuartílico de la primera componente principal estimada aumenta levemente con respecto de la real). Por otro lado, la media de las estimaciones (10'1090) y la de los valores reales (10) se hallan próximas, por lo que la media de los errores es cercana a cero pero positiva (0'1090). En todos los sectores se observa esta leve sobreestimación, excepto en el de Almanjáyar-Cartuja, donde la media de las estimaciones (7'3309) es inferior a la de los valores reales de la primera componente principal (7'4290), por lo que hay una leve subestimación de la calidad global de la vivienda en este sector. Los sectores donde la media de los errores o diferencias y donde el error medio adimensional (véase la Tabla 8) son menores, esto es, aquéllos en los que se produce, por término medio, un mejor ajuste entre la estimación por Krigeaje de la primera componente principal y el valor real de ésta, son los del Camino de la Sierra, Almanjáyar-Cartuja y Constitución-Plaza de Toros-Doctores. En términos generales, se puede considerar la estimación como bastante satisfactoria, sobre todo si se tiene en cuenta que las ordenaciones de los centros de gravedad o viviendas tipo de los sectores, coinciden, tanto si se utiliza la primera componente principal real (véase la Tabla 15 del capítulo V) como

si se utiliza su estimación por Krigeaje. Esta coincidencia es significativa, pues los centros de gravedad de algunos sectores tomaban valores muy cercanos en la primera componente principal (véase la Tabla 14 del capítulo V), por lo que unas estimaciones espaciales peor ajustadas pudieran haber provocado variaciones en la ordenación de estas viviendas tipo, representativas de los sectores administrativos.

	GRANADA (298 VIVIENDAS)			CHANA (14 VIVIENDAS)			ALMANJÁYAR (50 VIVIENDAS)		
	CP1 (TRANSF)	CP1 ESTIMADA	ERROR	CP1 (TRANSF)	CP1 ESTIMADA	ERROR	CP1 (TRANSF)	CP1 ESTIMADA	ERROR
MÍNIMO	4'5315	5'3993	-5'0318	6'0243	8'5182	-0'8303	5'1143	5'3993	-5'0318
1 ^{er} CUARTIL	8'7060	8'8714	-0'5192	9'034	9'1000	-0'4525	6'3535	6'6299	-0'5422
MEDIANA	9'9956	10'1473	0'0138	9'2885	9'4451	0'0757	7'3168	7'1381	-0'0221
3 ^{er} CUARTIL	11'6383	11'7251	0'6154	9'8964	9'7922	0'3217	8'3382	7'9120	0'3860
MÁXIMO	14'9860	13'7144	5'1189	10'6523	10'5099	3'3913	10'8304	10'0043	2'0413
RANGO	10'4545	8'3150	10'1507	4'6280	1'9916	4'2216	5'7161	4'6050	7'0731
RANGO INTERC.	2'9323	2'8537	1'1346	0'8624	0'6922	0'7742	1'9846	1'2822	0'9282
MEDIA	10	10'1090	0'1090	9'1540	9'4221	0'2681	7'4290	7'3309	-0'0981
MODA	8'9307	10'1456	-0'0221	9'2583	9'4094	-0'2900	7'3019	7'0926	-0'0295
VARIANZA	4'2732	3'6653	1'4652	1'5013	0'2685	1'3997	1'9316	1'3119	1'2542
DESV. TÍPICA	2'0672	1'9145	1'2105	1'2253	0'5182	1'1831	1'3898	1'1454	1'1199

Tabla 10.A

	CONSTITUCIÓN (32 VIVIENDAS)			CAMINO DE RONDA (27 VIVIENDAS)			ZAIDÍN (27 VIVIENDAS)		
	CP1 (TRANSF)	CP1 ESTIMADA	ERROR	CP1 (TRANSF)	CP1 ESTIMADA	ERROR	CP1 (TRANSF)	CP1 ESTIMADA	ERROR
MÍNIMO	6'5823	7'0297	-1'8600	6'9484	8'7946	-1'8553	5'6414	7'4306	-3'3225
1 ^{er} CUARTIL	9'6010	9'6101	-0'5338	9'7658	9'8397	-0'4921	8'1242	8'1700	-0'4606
MEDIANA	11'0926	11'0322	-0'0725	10'6812	10'6838	0'1170	8'7900	8'9600	0'0608
3 ^{er} CUARTIL	11'8801	12'1114	0'8449	11'1708	10'9672	0'8201	9'6405	10'0075	0'6174
MÁXIMO	13'0053	12'7513	3'5398	13'1886	13'1665	2'4174	12'6215	12'4510	3'1019
RANGO	6'423	5'7215	5'3998	6'2402	4'3719	4'2727	6'9801	5'0204	6'4244
RANGO INTERC.	2'2790	2'5013	1'3788	1'4050	1'1275	1'3122	1'5163	1'8375	1'0780
MEDIA	10'6465	10'7396	0'0930	10'3538	10'5878	0'2340	8'9872	9'1856	0'1984
MODA	10'9644	10'5780	-0'1571	10'5897	10'6216	0'1052	8'7092	8'7330	0'0554
VARIANZA	2'8763	2'4065	0'9573	1'9136	1'0954	1'0158	2'4319	1'5498	1'9363
DESV. TÍPICA	1'6960	1'5513	0'9784	1'3833	1'0466	1'0079	1'5595	1'2449	1'3915

Tabla 10.B

	PEDRO ANTONIO DE ALARCÓN (30 VIVIENDAS)			CENTRO (43 VIVIENDAS)			REALEJO (23 VIVIENDAS)		
	CP1 (TRANSF)	CP1 ESTIMADA	ERROR	CP1 (TRANSF)	CP1 ESTIMADA	ERROR	CP1 (TRANSF)	CP1 ESTIMADA	ERROR
MÍNIMO	8'9608	8'6734	-2'3238	8'2946	8'8862	-1'9915	8'3117	9'7136	-2'3598
1^{er} CUARTIL	9'7726	10'2092	-0'3813	11'1291	11'5595	-0'5555	10'1429	10'2063	-0'5451
MEDIANA	10'8549	11'5537	0'0618	12'3684	12'3276	-0'1076	10'4254	10'5357	0'0927
3^{er} CUARTIL	12'3592	12'3398	0'9120	12'9677	12'9945	0'8698	10'7364	10'9997	0'7140
MÁXIMO	14'2624	13'4025	2'7130	14'9860	13'7144	4'5566	12'0946	12'9823	2'7193
RANGO	5'3016	4'7291	5'0368	6'6914	4'8282	6'5481	3'7829	3'2687	5'0782
RANGO INTERC.	2'5866	2'1306	1'2933	1'8386	1'4350	1'4253	0'5935	0'7934	1'2591
MEDIA	11'1765	11'3683	0'1918	11'8696	12'0612	0'1916	10'4858	10'6705	0'1847
MODA	10'7609	11'4684	-0'0038	12'2382	12'3129	-0'1936	10'3817	10'4861	-0'1366
VARIANZA	2'2023	1'7567	1'6115	2'6209	1'3287	1'7260	0'7427	0'5655	1'3788
DESV. TÍPICA	1'4840	1'3254	1'2694	1'6189	1'1527	1'3138	0'8618	0'7520	1'1742

Tabla 10.C

	CAMINO DE LA SIERRA (52 VIVIENDAS)		
	CP1 (TRANSF)	CP1 ESTIMADA	ERROR
MÍNIMO	4'5315	7'5639	-4'2332
1^{er} CUARTIL	8'7461	8'9602	-0'4595
MEDIANA	9'5714	9'7102	0'0173
3^{er} CUARTIL	11'9454	11'6200	0'3450
MÁXIMO	13'9806	13'6310	5'1189
RANGO	9'4491	6'0671	9'3521
RANGO INTERC.	3'1993	2'6598	0'8045
MEDIA	10'1890	10'1990	0'0100
MODA	9'3033	9'6544	0'0014
VARIANZA	3'5826	2'1038	1'8625
DESV. TÍPICA	1'8928	1'4504	1'3647

Tabla 10.D

	CP1 (TRANSF)	ESTIMACIÓN FINAL DE LA CP1 (TRANSF)			
		ESTIMACIÓN PUNTUAL		ESTIMACIÓN EN BLOQUES DE 200 m	ESTIMACIÓN EN BLOQUES DE 400 m
		EN LOS PUNTOS EXPERIMENTALES	EN LOS NUDOS DE LA MALLA 200 x 200		
NÚMERO DE DATOS	298	298	359	359	93
MÍNIMO	4'5315	5'3993	5'6096	5'6283	6'2116
1 ^{er} CUARTIL	8'7060	8'8714	8'1609	8'1609	8'2069
MEDIANA	9'9956	10'1473	9'1352	9'1239	9'2032
3 ^{er} CUARTIL	11'6383	11'7251	10'4671	10'4536	10'4638
MÁXIMO	14'9860	13'7144	12'8612	12'6153	11'8821
RANGO	10'4545	8'3150	7'2516	6'9870	5'6705
RANGO INTERC.	2'9323	2'8537	2'3062	2'2927	2'2569
MEDIA	10	10'1090	9'2197	9'2135	9'2126
MODA	8'9307	10'1456	9'1352	9'1239	9'2032
VARIANZA	4'2732	3'6653	2'2955	2'2261	2'0075
DESV. TÍPICA	2'0672	1'91145	1'5151	1'4920	1'4169

Tabla 11

A continuación vamos a comparar las estimaciones obtenidas en los otros dos tipos de soportes considerados: nudos de la malla y bloques. En las Figuras 20, 23 y 24 se han representado las estimaciones puntuales de la primera componente principal en los nudos de la malla y las estimaciones por bloques de 200 y 400 metros, respectivamente, mediante símbolos proporcionales al valor de la estimación. Con el fin de que sus tamaños sean directamente comparables, se ha utilizado un rango de variación común, que ha sido el de las estimaciones puntuales en los nudos de la malla. En esta sucesión de figuras se observa que el intervalo de variación del tamaño de los símbolos va disminuyendo a medida que aumenta el tamaño del soporte (de 5'6096-12'8612 a 6'2116-11'8221), lo cual es consecuencia del suavizamiento, comentado también en el epígrafe anterior con relación a la desviación típica y al error relativo de la

estimación. Esta afirmación también es constatable numéricamente a partir de los datos recogidos en la Tabla 11, donde se observa la disminución del rango de variación de las estimaciones (de 7'2516 a 5'6705). Esta disminución no afecta de forma homogénea en toda la escala de valores de la variable, sino que el estrechamiento viene producido fundamentalmente por el aumento de los mínimos y el descenso de los máximos, mientras que el rango intercuartílico apenas se ve afectado (pasa de 2'3062 a 2'2569). Además, se observa en la Tabla 11 la disminución de la varianza de los valores estimados: en el caso de la estimación puntual en los nudos de la malla, la varianza de la calidad global de la vivienda estimada (2'2955) representa el 53'7% de la varianza de las viviendas que componen la muestra (4'2732); la varianza en la estimación por bloques de 200 metros (2'2261) representa el 52'1% de ésta última y la de los bloques de 400 metros (2'0075), representa el 46%.

6.1. Planos de la estimación puntual: planos de isovalores.

Para comentar las estimaciones espaciales de la primera componente principal podemos ayudarnos de las Figuras 21 y 22. En la Figura 21 se ha representado el plano de isolíneas de las estimaciones de la primera componente principal (a partir de las estimaciones puntuales realizadas en cada nudo de la malla, mostradas en la Figura 20); la Figura 22 recoge dos de las visiones tridimensionales de las estimaciones de la primera

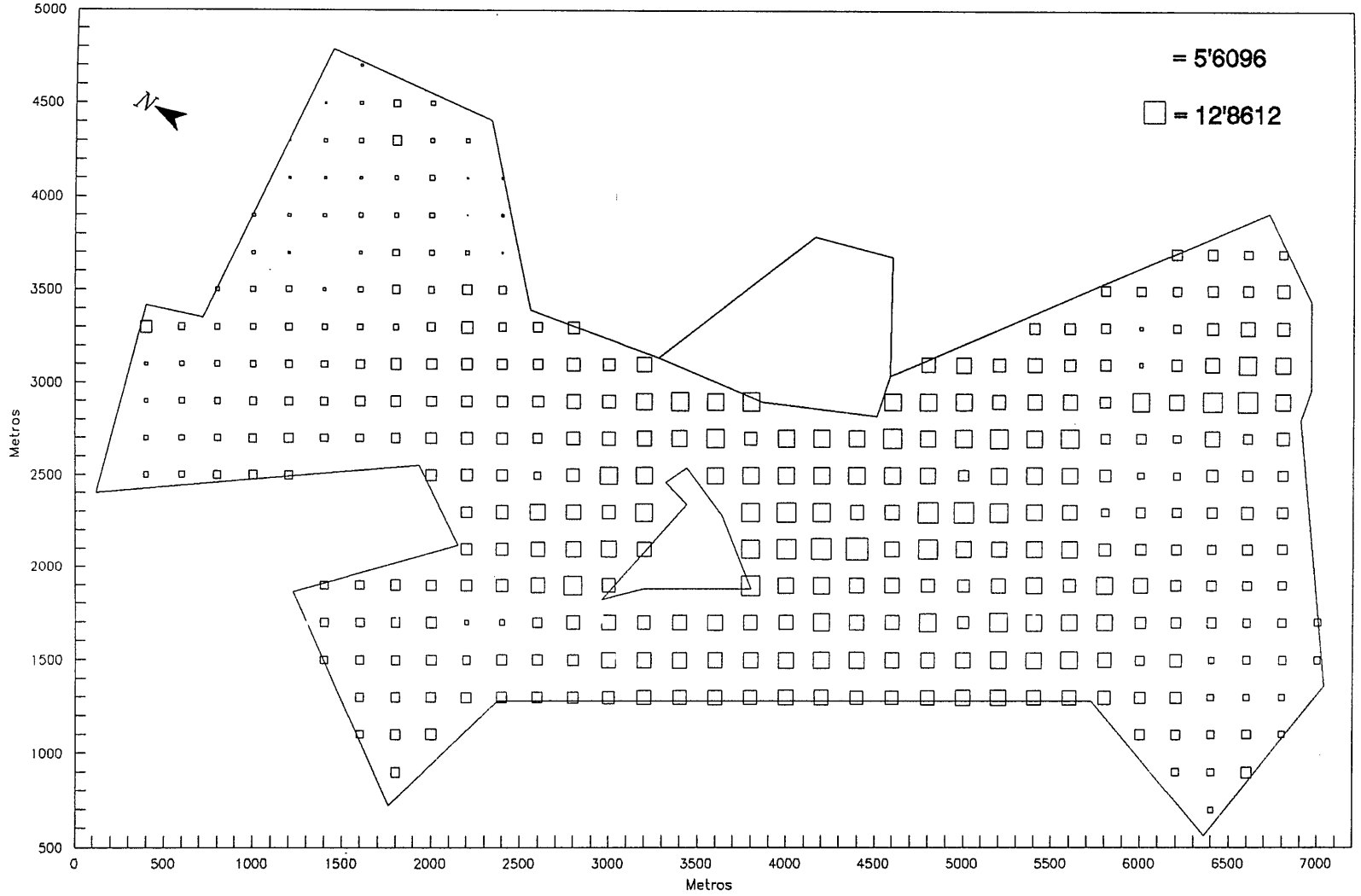


Figura 20. Estimaciones puntuales de la primera componente principal (transformada) en los nudos de la malla.

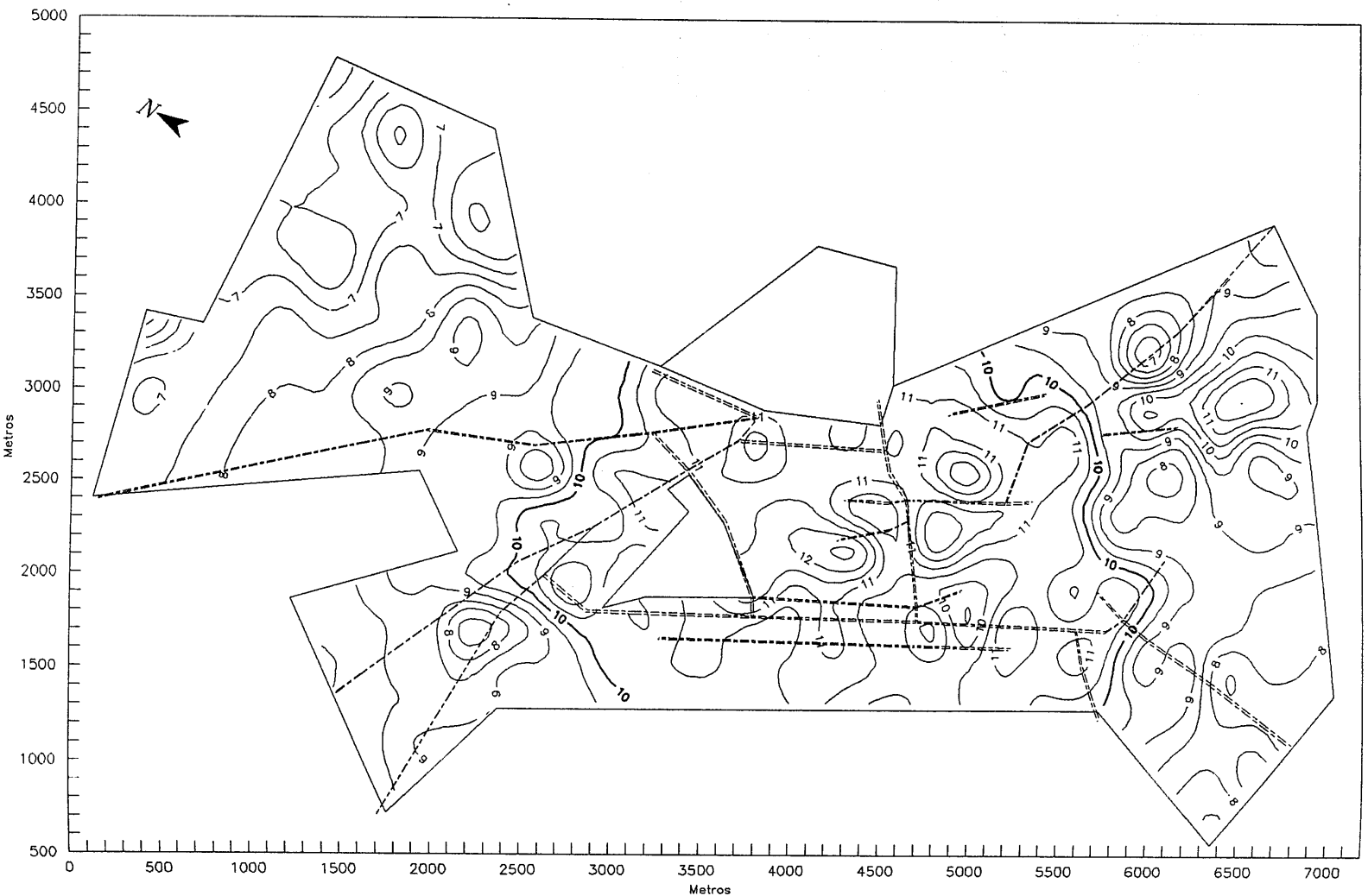


Figura 21. Isolneas de las estimaciones de la primera componente principal (transformada).

componente principal. Estas representaciones de los valores estimados de la calidad global de las viviendas, permiten observar la forma en que se distribuye esta variable sobre el espacio urbano, de tal forma que se puedan señalar aquellas zonas en las que las calidades globales de sus viviendas en venta sean más altas y, al contrario, aquellas en las que la primera componente principal tome los valores más bajos. Las razones que explican estos diferentes comportamientos sobre el espacio tienen una doble naturaleza, que confluye en la conformación de la primera componente principal: por un lado, la influencia de las características más ligadas a la localización o características medioambientales, como son los servicios y equipamientos públicos y privados de la zona, las comunicaciones, el status socioeconómico, etc.; por otro lado, la influencia de las características constructivas o edificatorias de la vivienda, que marcan la calidad de ésta, como puede ser el estado de conservación y la antigüedad de la edificación, la calidad de los materiales, el número de cuartos de baño por dormitorio, la amplitud de los dormitorios, etc. Este conjunto de variables influye, de forma conjunta, en unas zonas positivamente y en otras negativamente, haciendo sentir sus efectos en los valores de la primera componente principal, que pretende ser un resumen ponderado de la influencia de todas ellas. De forma análoga a lo que se ha comentado en referencia a la desviación típica y al error relativo de la estimación, en el plano de isovalores de la calidad global de la vivienda también puede analizarse el gradiente de variabilidad de esta variable. Así, una alta concentración de

curvas en una zona es indicativa de un mayor gradiente en la calidad global, lo que traducido al aspecto de la elasticidad calidad global/distancia, implica que se producen grandes variaciones en la calidad global de las viviendas para pequeñas variaciones de la distancia. En cambio, en las zonas con baja densidad de curvas el comportamiento de la calidad global de las viviendas es menos sensible a variaciones de la distancia.

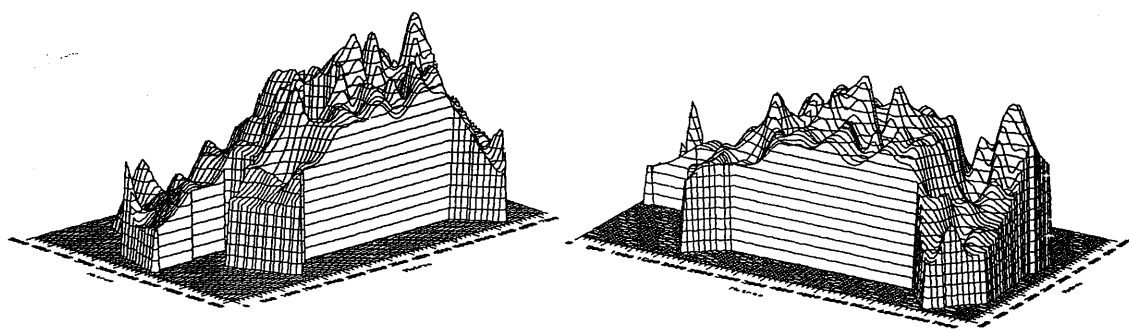


Figura 22. Representación de las estimaciones de la primera componente principal (transformada).

En la Figura 21 se observa que la isolínea correspondiente al valor 10, que es la media de los valores muestrales de la primera componente principal (transformada), delimita tres grandes zonas de la ciudad. La primera, al norte de esta frontera ficticia (área situada a la izquierda de la

isolínea según el punto de vista del observador), que contiene, fundamentalmente, al sector administrativo de Almanjáyar-Cartuja, la parte colindante con éste del sector de Constitución-Plaza de Toros-Doctores y al sector de La Chana. Toda esta área norte de la ciudad presenta, en conjunto, valores de la primera componente principal inferiores a la media. Dentro de esta gran área, es posible, a su vez, distinguir otra frontera, la marcada por la isolínea del 8, al norte de la cual queda buena parte del Polígono de Almanjáyar, siendo ésta la zona de la ciudad donde se hallan los valores más bajos de la calidad global de la vivienda⁹. Por tanto, entre la isolínea del 10 y la del 8, en dirección hacia Almanjáyar, se halla una zona de transición que ocupa parte de este sector y parte del sector de Constitución-Plaza de Toros-Doctores, en la cual los valores de la calidad global van descendiendo lentamente, hasta llegar a la isolínea del 8, a partir de la cual aumenta el gradiente, es decir, se produce un descenso más acusado de la calidad global de la vivienda, hasta el punto de que se alcanzan los valores más bajos de la ciudad. El mercado inmobiliario de esta zona, dentro del área norte, se caracteriza por el predominio de la vivienda social y por una grave problemática de convivencia vecinal, como ya se puso de manifiesto en la aplicación del análisis de componentes principales, en el capítulo V.

⁹ Es cierto que en otras zonas de la ciudad, diferentes a ésta, se alcanzan valores también por debajo del 8, pero presentan la forma de isletas de muy pequeña extensión (una en el sector de La Chana, otra en el Zaidín y otra en el Camino de la Sierra), mientras que en el sector de Almanjáyar-Cartuja estamos refiriéndonos a una gran zona que, en bloque, está por debajo del valor 8.

La segunda zona a la que vamos a hacer referencia está situada al sur de la otra isolínea del 10 (a la derecha desde el punto de vista del observador), que también recorre de este a oeste la ciudad. En esta zona sur se hallan incluidos, fundamentalmente, los sectores del Zaidín y del Camino de la Sierra, abarcando además una parte del Realejo. Esta zona sur se caracteriza por presentar también valores por debajo de la media experimental, similares a los del sector de La Chana y a los del área de transición que hemos señalado en la zona norte, pudiendo considerarse todas ellas, como de clase media y obrera. No obstante, es reseñable una excepción respecto del comportamiento medio de esta zona sur: nos referimos a un barrio de nueva construcción, denominado Bola de Oro, ubicado dentro del sector del Camino de la Sierra, donde se detecta una calidad global de la vivienda por encima de la media de la ciudad.

La tercera zona que podemos considerar es la que se halla enmarcada entre las dos isolíneas del 10 a las que hemos hecho referencia, que separan la parte central de la ciudad de la zona norte y de la sur. Esta amplia zona central incluye parte del sector de Constitución-Plaza de Toros-Doctores, Camino de Ronda, Pedro Antonio de Alarcón, Centro y Realejo; presenta como rasgo característico común el predominio de valores de la calidad global de la vivienda por encima de la media. Dentro de este comportamiento general, es posible distinguir además varias zonas donde se alcanzan mayores calidades: un área de nueva construcción

delimitada entre Gran Capitán y Severo Ochoa, y otra en la calle Alhamar en su confluencia con San Antón junto al Palacio de Congresos. Al igual que se ha puesto de manifiesto en otros estudios¹⁰, se observa que el máximo absoluto no se alcanza en el centro histórico de la ciudad (lo cual puede deberse, en parte, a la falta de información muestral provocada por la escasez de ventas en esta zona), sino en otras zonas hacia las que se ha desplazado buena parte de la actividad comercial, financiera y de servicios. La mayor parte de ese desplazamiento parece haberse producido hacia el oeste, aproximándose al Campus Universitario de Fuentenueva, a las principales vías de comunicación longitudinal de la ciudad y al gran hipermercado situado en esta zona. Puede observarse también que, a medida que nos alejamos de esta zona central, ya sea hacia el noreste o noroeste como hacia el sureste o suroeste, se produce una disminución de la calidad global de la vivienda, especialmente acentuada en la dirección sureste, hacia el Camino de la Sierra, donde el gradiente de la calidad alcanza una importante magnitud. Por el contrario, el gradiente de la calidad es menor en dirección oeste hacia la vega y casi imperceptible en dirección este, hacia el Albayzín. Dentro de esta zona central, quisiéramos destacar que a lo largo de sus principales vías de comunicación, como la avenida de la Constitución, Gran Vía, Pedro Antonio de Alarcón, Camino de Ronda y Arabial, el gradiente de variabilidad es poco acentuado, produciéndose en algunos casos pequeñas bajadas y subidas, por lo que los

¹⁰ Véase a este respecto la aplicación que se recoge en la obra anteriormente citada de CHICA OLMO, J.M. (1994, b).

valores de la calidad global varían a medida que nos movemos por estas vías, pero dentro de un pequeño rango de valores. Una situación análoga se observa en la Carretera de Jaén, que atraviesa por su parte baja el Polígono de Almanjáyár, a lo largo de la cual la calidad global de la vivienda va disminuyendo, pero a un ritmo mucho menor que el observado en la parte alta del Polígono. Esta conclusión también es concordante con la obtenida en otros estudios, en los que la variable analizada era el valor de mercado de la vivienda. De hecho, las principales teorías del valor urbano¹¹ mantienen que a lo largo de las vías de comunicación importantes, la variación de los precios es lenta, como consecuencia de que la distancia en tiempo real se acorta, lo cual produce una tendencia a la homogeneización de valores en el espacio urbano atravesado por dicha vía¹². Si se acepta que el precio de la vivienda es, en gran medida, la traducción monetaria de la calidad global de ésta, puede trasladarse la teoría expuesta más arriba para explicar el menor gradiente de variación de la primera componente principal, observado a lo largo de las principales vías de comunicación.

¹¹ Pueden consultarse los trabajos de Hayes en 1957, citado por GOODALL, B. (1977): *La Economía de las Zonas Urbanas*. Instituto de Estudios de Administración Local, Madrid. KNOS, D. (1962): *Distribution of Land Values in Topeka*. Lawrence, Kansas. DEWEES, D. (1976): The effect of a subway on residential property values in Toronto. *Journal of Urban Economics*, 3, 4, 357-369. DERYCKE, P.H. (1983): *Economía y Planificación Urbana*. Instituto de Estudios de Administración Local, Madrid.

¹² Evidentemente ésta es una afirmación de índole general, tanto más cierta cuanto menor sea el número de variables, distintas de la distancia, que influyen en el precio de los bienes urbanos.

En resumen, la observación del plano de isovalores de la primera componente principal y su visión tridimensional permiten deducir la estructura multicéntrica de la calidad global de la vivienda en la ciudad de Granada. También se observa que los máximos se alcanzan en la parte central de la ciudad y que se produce una disminución de la calidad global a medida que nos movemos desde esta zona central hacia la periferia. Estas conclusiones coinciden, punto por punto, con las que resumen el comportamiento clásico y general del precio de la vivienda en el espacio urbano.

6.2. Planos de bloques. Comentarios sobre los barrios obtenidos.

Como ya se ha comentado en la introducción del presente capítulo, el objetivo que se persigue en este apartado es presentar la división de la ciudad en barrios homogéneos en cuanto a la calidad global de las viviendas, a partir de la información suministrada por las viviendas que componen la muestra. Para ello, es necesaria la aplicación del estimador de Krigeaje adaptado al soporte de los bloques, de tal forma que se asocia el valor medio de la primera componente principal estimado sobre el bloque a la superficie de éste. Por tanto, a partir de la información puntual de las viviendas de la muestra, se infiere al conjunto de viviendas contenidas en cada uno de los bloques considerados. El Krigeaje por bloques se configura así como una inestimable herramienta, cuando el

objetivo es la asignación de un valor a toda una superficie. No es necesario encarecer la utilidad de esta metodología en aquellos casos en los que se requiere una valoración media objetiva de un conjunto de viviendas, incluidas en una determinada zona, valoración que puede posteriormente pormenorizarse más para cada una de ellas, en virtud de la disponibilidad de información particularizada acerca de las mismas. De hecho, esta forma de proceder, yendo de lo general a lo particular, es la que se desarrolla en las administraciones públicas interesadas en la valoración inmobiliaria, ya sea con fines de planificación urbanística o a efectos fiscales (Servicio de Valoración y Asistencia Técnica de la Junta de Andalucía, Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria, etc.). Por su parte, en el ámbito de trabajo de los tasadores hipotecarios, el valor estimado por bloques puede ser utilizado como guía de referencia, a partir del cual proceder a la particularización. En este apartado, la variable sobre la que se van a realizar las estimaciones por bloques compendia el conjunto de características de la vivienda que hemos denominado como calidad global, cuya traducción monetaria es su precio o valor de mercado, pero no viene medida como tal en unidades monetarias. Desde este punto de vista, el valor asignado a cada bloque no tiene significado en sí mismo, sino que éste lo adquiere al ponerlo en relación con los valores asignados a los demás bloques. Por ello, hemos centrado la atención en la posición relativa del valor del bloque en relación con los demás, y se ha considerado conveniente dividir el rango de la variable objetivo, que es la primera

componente principal estimada mediante el Krigeaje por bloques, en cuatro tramos: el delimitado por el valor mínimo de los bloques y el primer cuartil, entre éste y la mediana, desde la mediana al tercer cuartil, y desde éste hasta el valor máximo de los bloques. Posteriormente, a cada bloque se le ha asignado un tono dentro de una escala de grises, en función del tramo de valores en que resultara ubicado por el valor estimado de la primera componente principal en dicho bloque. Así, las viviendas contenidas en bloques del mismo tono de gris (es decir, en bloques situados en el mismo tramo del recorrido de la variable) se pueden considerar homogéneas en cuanto a su calidad global, pudiendo estar dichos bloques situados de forma contigua o no. Por el contrario, las viviendas situadas en bloques de distinto tono de gris se suponen heterogéneas en cuanto a su calidad global, aunque dichos bloques estén contiguos en el plano. Siguiendo esta misma idea se considera la ciudad dividida en cuatro barrios, en tantos como tramos en los que se ha dividido el recorrido de la primera componente principal.

Para llevar a cabo el Krigeaje por bloques es necesario fijar previamente el tamaño de éstos. La elección del tamaño del bloque ha de hacerse obedeciendo a las características estructurales de la variable, deducibles de los parámetros del variograma. Como regla práctica, no se debe utilizar un bloque cuyo lado exceda ampliamente el rango de variación del variograma ajustado, medida que se materializa en el alcance.

En este estudio se han utilizado dos tamaños para los bloques: el de 200 metros de lado y el de 400 metros de lado, como se dijo con anterioridad. En el proceso de estimación del Krigeaje por bloques se tienen en cuenta aquellos bloques cuyo centro está situado dentro del plano. En concreto, el plano de la ciudad contiene 359 bloques de 200 metros de lado, es decir, de 40.000 m² y 93 bloques de 400 metros de lado, cada uno de los cuales contiene 160.000 m². Ha de tenerse en cuenta que los valores de los cuartiles, utilizados para hacer la división en barrios, corresponden a los valores de la primera componente principal estimada en el espacio por bloques (véase la segunda columna de la Tabla 12 y de la Tabla 13), no a los valores experimentales de la primera componente principal (véase la tercera columna de la Tabla 1). Esta forma de proceder implica que la ciudad resulta dividida en cuatro barrios de, aproximadamente, la misma extensión, es decir, del mismo número de bloques. Las estimaciones por bloques de la primera componente principal (transformada) se muestran en las Figuras 23 y 24. A título informativo, se han incluido en las Tablas 12 y 13 unas estadísticas de los barrios obtenidos por bloques de 200 y 400 metros¹³. Los barrios han sido ordenados de 1 a 4 en orden creciente de los valores de la primera componente principal estimada, por lo que el barrio 1 es el formado por bloques cuyo valor estimado es menor o igual al primer cuartil, es decir, el de menor calidad global de la vivienda, mientras que el barrio 4 corresponde a las zonas de la ciudad cuyas

¹³ Las estadísticas se refieren a los bloques, no a las viviendas muestrales contenidas en ellos, cuyas estadísticas se ofrecerán más adelante.

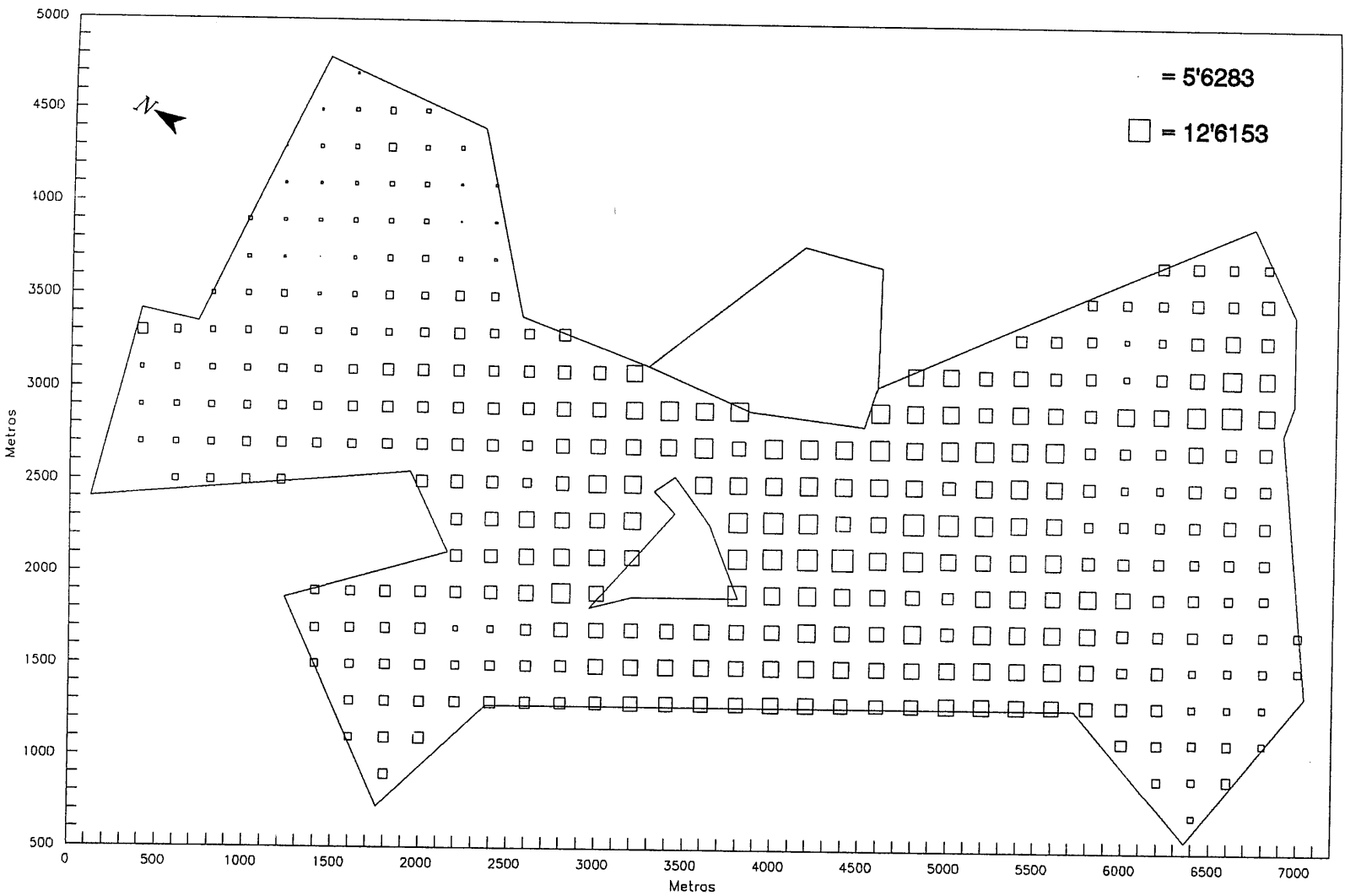


Figura 23. Estimaciones de la primera componente principal (transformada) en los bloques de 200 m de lado.

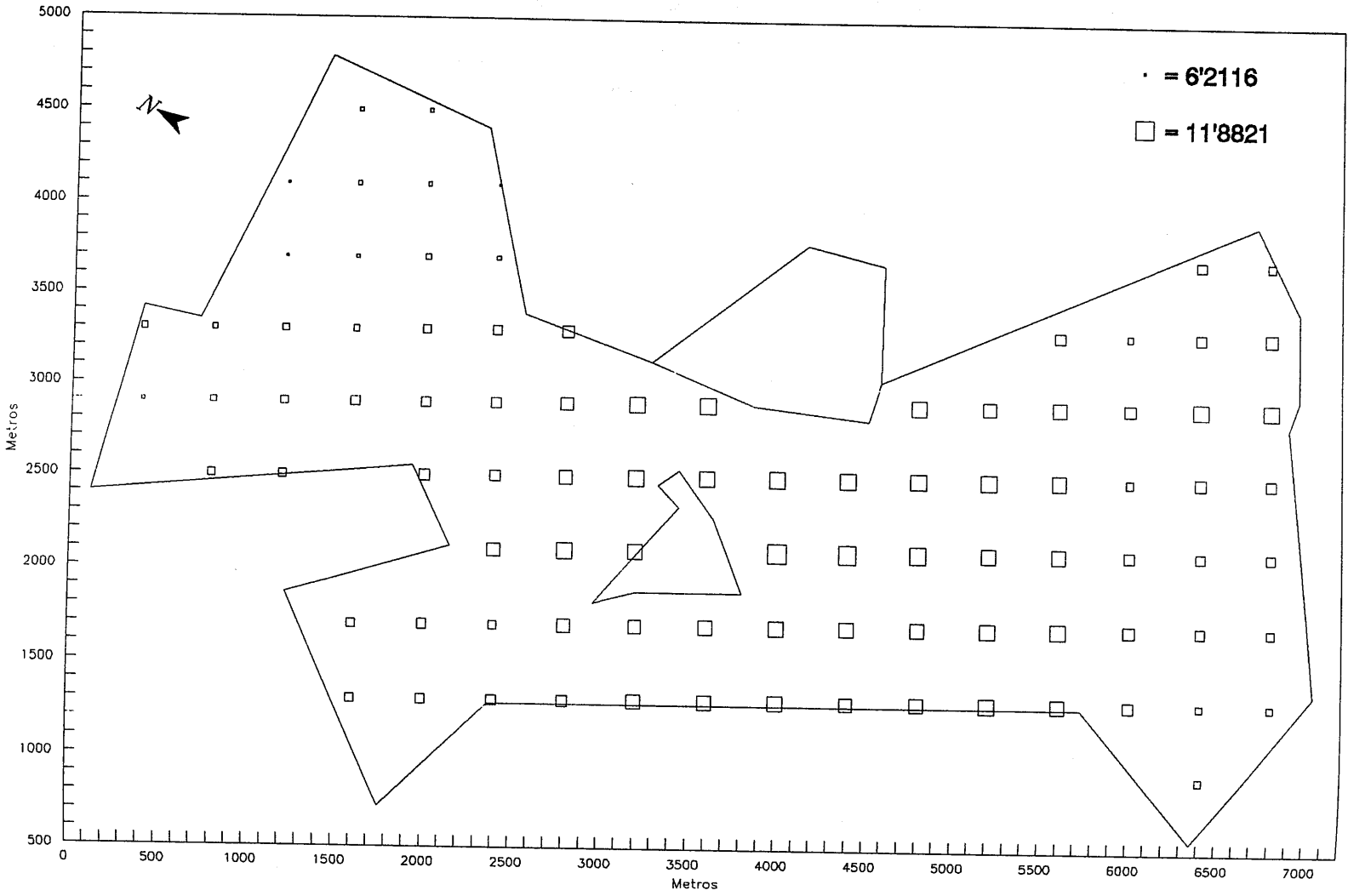


Figura 24. Estimaciones de la primera componente principal (transformada) en los bloques de 400 m de lado.

viviendas presentan la mayor calidad global y sus bloques toman valores por encima del tercer cuartil. En el epígrafe anterior ya se comentó la reducción del rango y de la varianza que se produce al aumentar el tamaño del soporte, extremos que también quedan recogidos en las Tablas 12 y 13. Además, se observa que tanto para la estimación por bloques de 200 metros de lado como de 400 metros, la media de los errores típicos relativos va disminuyendo desde el barrio de menor al de mayor calidad global (desde el barrio 1 al barrio 4), lo cual se debe a que la desviación típica o error típico de la estimación no difiere grandemente de un barrio a otro (como puede deducirse de la información facilitada por la fila MET), mientras que el denominador del error relativo, que es la estimación de la primera componente principal, va creciendo de un barrio a otro, por la propia filosofía que inspira el proceso de creación de los barrios. A partir de los resultados recogidos en las Tablas 12 y 13 también se deduce que la media de los bloques del barrio 2 se halla más cercana a la media total que el barrio 3, y que la mayor diferencia numérica entre las medias de los barrios consecutivos corresponden al barrio 1 respecto del 2, por lo que el barrio de calidad global más baja (el barrio 1) es el que más difiere, en términos generales, de su barrio consecutivo (que es el 2).

ESTIMACIÓN DE LA CPI (TRANSF) EN BLOQUES DE 200 METROS					
	GRANADA	BARRIO 1	BARRIO 2	BARRIO 3	BARRIO 4
NÚMERO DE BLOQUES	359	90	90	90	89
SUPERFICIE (m ²)	14.360.000	3.600.000	3.600.000	3.600.000	3.560.000
MÍNIMO	5'6283	5'6283	8'1611	9'13068	10'4547
1 ^{er} CUARTIL	8'1609	6'8118	8'4480	9'4175	10'7403
MEDIANA	9'1239	7'3913	8'7025	9'9126	10'9779
3 ^{er} CUARTIL	10'4536	7'7753	8'9392	10'2604	11'2758
MÁXIMO	12'6153	8'1609	9'1239	10'4536	12'6153
RANGO	6'9870	2'5326	0'9629	1'3229	2'1606
RANGO INTERC.	2'2927	0'9636	0'4912	0'8429	0'5355
MEDIA	9'2135	7'2566	8'6859	9'8549	11'0773
MODA	9'1094	7'2736	8'6830	9'8768	10'9727
VARIANZA	2'2261	0'4227	0'0830	0'1924	0'2151
DESV. TÍPICA	1'4920	0'6502	0'2881	0'4387	0'4637
MET	1'1243	1'1577	1'1907	1'1135	1'0342
METR	12'6298	16'0825	13'7306	11'3078	9'3622

Nota: MET = Media de la desviación típica o media del error típico de la estimación; METR: Media de los errores típicos relativos.

Tabla 12

	ESTIMACIÓN DE LA CP1 (TRANSF) EN BLOQUES DE 400 METROS				
	GRANADA	BARRIO 1	BARRIO 2	BARRIO 3	BARRIO 4
NÚMERO DE BLOQUES	93	24	23	22	24
SUPERFICIE (m ²)	14.880.000	3.840.000	3.680.000	3.520.000	3.840.000
MÍNIMO	6'2116	6'2116	8'2217	9'2474	10'4638
1 ^{er} CUARTIL	8'2069	6'9090	8'4253	9'5502	10'6549
MEDIANA	9'2032	7'5150	8'7719	9'9528	10'8619
3 ^{er} CUARTIL	10'4638	7'8612	9'0660	10'2478	10'9751
MÁXIMO	11'8821	8'2069	9'2032	10'4566	11'8821
RANGO	5'6705	1'9952	0'9815	1'2092	1'4183
RANGO INTERC.	2'2569	0'9522	0'6408	0'6976	0'3201
MEDIA	9'2126	7'3399	8'7484	9'9116	10'8895
MODA	9'1810	7'2195	8'7695	9'9153	10'8504
VARIANZA	2'0075	0'3930	0'1124	0'1481	0'1177
DESV. TÍPICA	1'4169	0'6269	0'3352	0'3849	0'3430
MET	0'7616	0'7658	0'8454	0'7670	0'6720
METR	8'5416	10'5369	9'6866	7'7429	6'1811

Nota: MET = Media de la desviación típica o media del error típico de la estimación; METR: Media de los errores típicos relativos.

Tabla 13

Una vez realizada la estimación por bloques y la agrupación posterior de aquellos bloques que son contiguos y que están ubicados en el mismo tramo de valores de la variable (igual tono de gris), se obtiene la zonificación que se recoge en las Figuras 25 y 26. En los bloques de 200 metros, que se muestran en la Figura 25, se aprecia una mayor pormenorización en la distribución espacial de la variable y, por tanto, una mayor discontinuidad que en la Figura 26. Por el contrario, en esta última pueden observarse mayores extensiones de superficie homogéneas, debido al mayor alisamiento introducido por la utilización de bloques con mayor tamaño. En cualquier caso, la tendencia general que se vislumbra en las dos figuras es análoga: se observa un predominio del barrio 4, el de

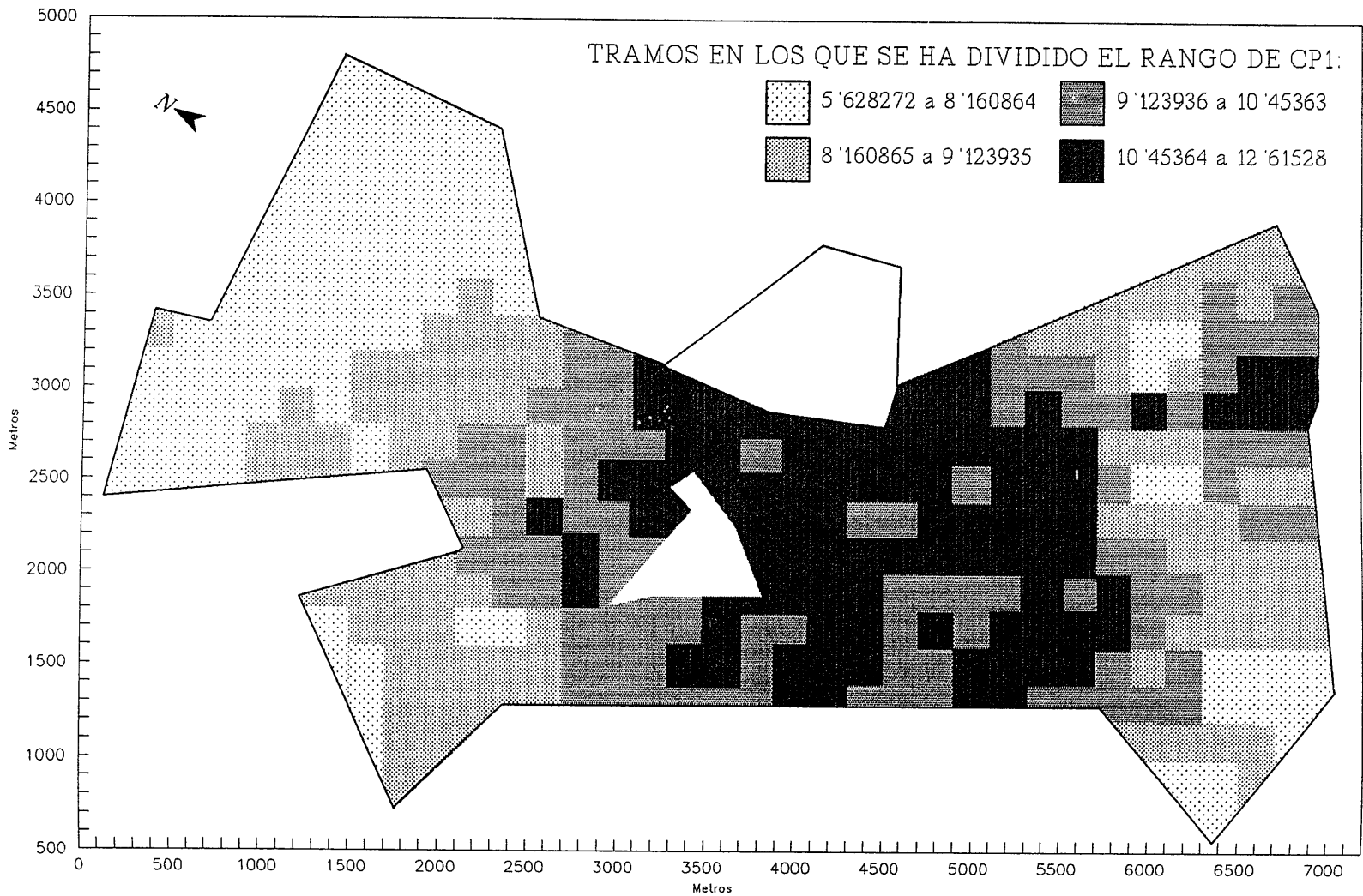


Figura 25. Plano de bloques de las estimaciones de la primera componente principal (transformada). Bloques de 200 m de lado.

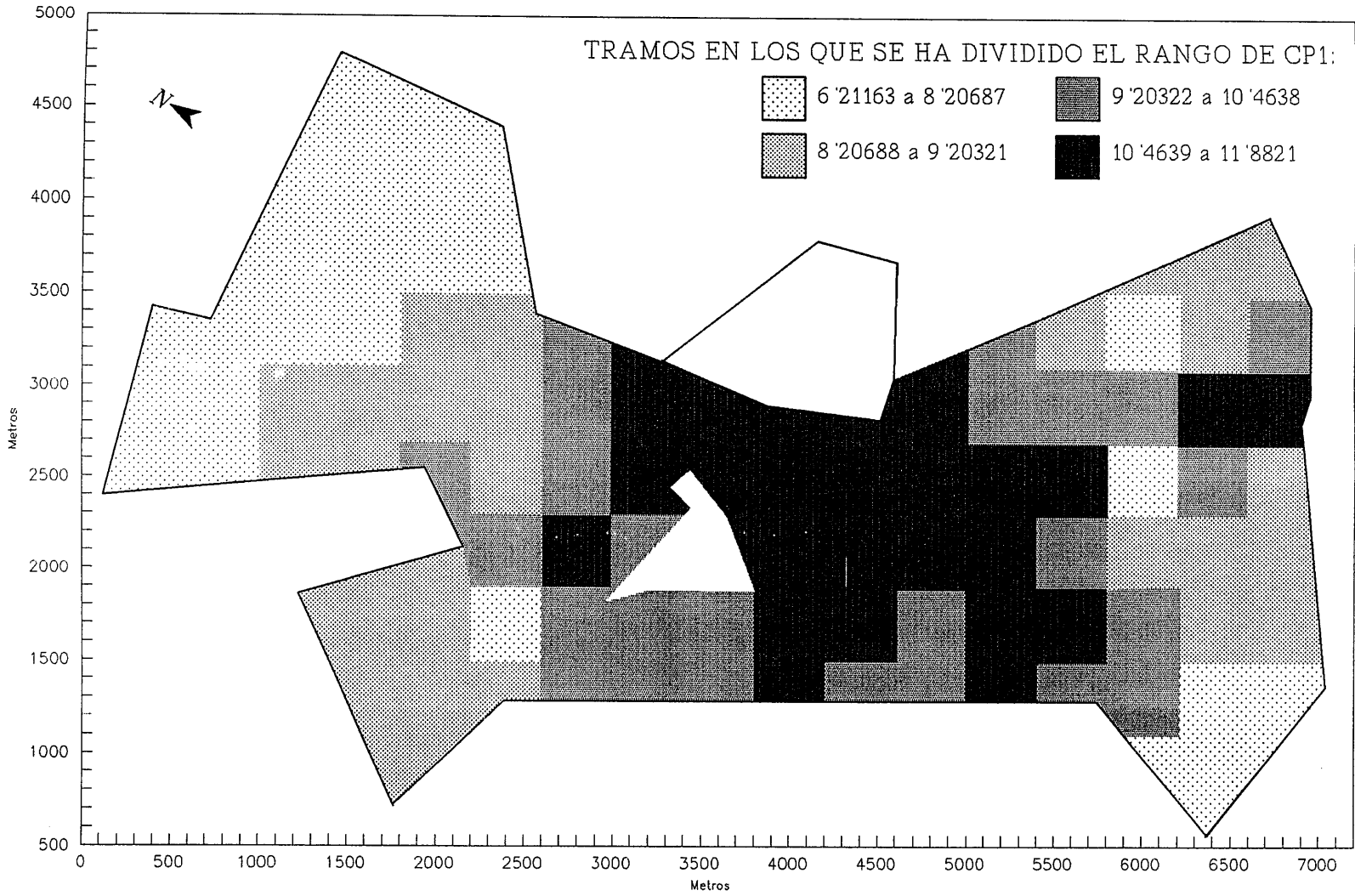


Figura 26. Plano de bloques de las estimaciones de la primera componente principal (transformada). Bloques de 400 m de lado.

viviendas con mayor calidad global, en la zona central (con la excepción comentada de la barriada de Bola de Oro en el sureste), que está fuera de esta zona central; alrededor del barrio 4 se sitúa el barrio 3, que hace las veces de colchón o zona de transición hacia el barrio 2, produciéndose entrelazamientos entre estos dos últimos, sobre todo en el sureste y sur de la capital; finalmente, el barrio 1, el de menor calidad global de la vivienda, aparece polarizado en dos extremos: la periferia norte, muy predominantemente, y la sur, con unas pequeñas extensiones adicionales en el sureste y noroeste.

Posteriormente, se ha procedido a la clasificación de las 298 viviendas de la muestra en función del barrio al que pertenecen, es decir, en función del bloque dentro del cual se hallan localizadas. De esta forma se puede contar con datos puntuales y reales de viviendas en cada uno de los 4 barrios, viviendas de las cuales se conocen las características observadas en el sondeo, que han sido utilizadas en el ACP, además, evidentemente, de conocerse el valor de las componentes principales para cada una de ellas (las estadísticas de estas viviendas, clasificadas por los 4 barrios, pueden consultarse en el anexo 4). Así, se ha determinado que en la división por bloques de 200 metros, 54 viviendas muestrales pertenecen al barrio 1, 38 al 2, 72 al 3 y 134 al 4, lo que hace el total de 298 viviendas de la muestra. En la división por bloques de 400 metros, 60 viviendas pertenecen al barrio 1, 33 al 2, 74 al 3 y 131 al 4. Como ya se

ha comentado, existe el mismo número de bloques, aproximadamente, en cada barrio, al haberse dividido la estimación espacial por bloques de la primera componente principal en función de sus correspondientes cuartiles, pero no tiene por qué conservarse esta equidistribución para los puntos experimentales, que componen la muestra de viviendas. De hecho, no se guarda tal proporcionalidad, pues el barrio de calidad global alta (barrio 4), para ambos tamaños de bloques, contiene casi al 45% de las viviendas de la muestra, y unido al barrio 3, de calidad media-alta, acumulan casi el 70% de las 298 viviendas de la muestra. De ello podría deducirse que el mercado de la vivienda en 1991, último año del *boom* inmobiliario, era, en su mayor parte, de calidad global alta y que en el 25% de la extensión de la ciudad se acumulaba el 45% de las viviendas en venta.

Como puede observarse en las Figuras 25 y 26, los cuatro barrios están formados por la unión de todos los bloques asignados al mismo tramo de valores de la primera componente principal, de los cuatro en que se ha dividido el rango, sin que necesariamente los bloques tengan por qué estar contiguos en el espacio. Ello implica que un barrio puede incluir zonas que se hallan en distintos sectores administrativos, y viceversa, un mismo sector administrativo puede contener bloques asignados a distintos barrios (recordemos que el plano de los sectores administrativos puede consultarse en la Figura 6 del capítulo V). En definitiva, no se puede establecer una correspondencia biunívoca entre sectores y barrios, pero sí se puede

analizar la proporción de viviendas de un sector que se hallan en uno u otro barrio, y también, de qué sectores administrativos provienen las viviendas de un determinado barrio. Este cruce de estadísticas entre los sectores administrativos tradicionales y los barrios obtenidos mediante el Krigeaje por bloques, se recoge en la Tabla 14 para los bloques de 200 metros de lado y en la Tabla 15 para los bloques de 400 metros de lado.

		BARRIOS 200								TOTAL	
		1 ²		2		3		4			
CH	2		5		7		0		14		
	14'29	3'70	35'71	13'16	50'00	9'72	0'00	0'00	100	-	
AL	40		8		2		0		50		
	80'00	74'07	16'00	21'05	4'00	2'78	0'00	0'00	100	-	
CT	0		7		9		16		32		
	0'00	0'00	21'87	18'42	28'13	12'50	50'00	11'94	100	-	
CR	0		0		14		13		27		
	0'00	0'00	0'00	0'00	51'85	19'44	48'15	9'70	100	-	
ZA ¹	9		5		9		4		27		
	33'33	16'67	18'52	13'16	33'33	12'50	14'82	2'98	100	-	
PA	0		0		8		22		30		
	0'00	0'00	0'00	0'00	26'67	11'11	73'33	16'42	100	-	
CE	0		0		2		41		43		
	0'00	0'00	0'00	0'00	4'65	2'78	95'35	30'60	100	-	
RE	0		0		4		19		23		
	0'00	0'00	0'00	0'00	17'39	5'56	82'61	14'18	100	-	
SI	3		13		17		19		52		
	5'77	5'56	25'00	34'21	32'69	23'61	36'54	14'18	100	-	
TOTAL	54		38		72		134		298		
	-	100	-	100	-	100	-	100			

Nota 1: a modo de ejemplo, el sector del Zaidín contiene un total de 27 viviendas, de las que 9 pertenecen al barrio 1, lo cual supone el 33'33% de dicho total; 5 pertenecen al barrio 2 (18'52%); 9 al barrio 3 (33'33%) y 4 viviendas al barrio 4 (14'82%).

Nota 2: el barrio 1 contiene un total de 54 viviendas, de las cuales 2 pertenecen al sector de La Chana, lo que implica el 3'70% de las 54 observaciones del barrio 1; 40 pertenecen al sector de Almanjáyar-Cartuja, lo cual representa el 74'07% de las viviendas del barrio 1; no hay ninguna vivienda del barrio 1 perteneciente al sector de Constitución-Plaza de Toros-Doctores, y así sucesivamente.

Tabla 14

		BARRIOS 400								TOTAL	
		1		2		3		4			
CH	7		5		2		0		14		
	50'00	11'67	35'71	15'15	14'29	2'70	0'00	0'00	100	-	
AL	41		7		2		0		50		
	82'00	68'33	14'00	21'21	4'00	2'70	0'00	0'00	100	-	
CT	0		3		13		16		32		
	0'00	0'00	9'38	9'09	40'62	17'57	50'00	12'21	100	-	
CR	0		0		13		14		27		
	0'00	0'00	0'00	0'00	48'15	17'57	51'85	10'69	100	-	
ZA	11		6		8		2		27		
	40'74	18'33	22'22	18'18	29'63	10'81	7'41	1'53	100	-	
PA	0		0		4		26		30		
	0'00	0'00	0'00	0'00	13'33	5'41	86'67	19'85	100	-	
CE	0		0		0		43		43		
	0'00	0'00	0'00	0'00	0'00	0'00	100'00	32'82	100	-	
RE	0		0		15		8		23		
	0'00	0'00	0'00	0'00	65'22	20'27	34'78	6'11	100	-	
SI	1		12		17		22		52		
	1'92	1'67	23'08	36'37	32'69	22'97	42'31	16'79	100	-	
TOTAL	60		33		74		131		298		
	-	100	-	100	-	100	-	100			

Tabla 15

Hay sólo pequeñas diferencias entre las Tablas 14 y 15, pero si hubiera que destacar alguna, ésta sería que el reparto de las viviendas de los sectores entre los 4 barrios presenta, en general, mayor concentración

en los barrios obtenidos por bloques de 400 metros, es decir, las viviendas de los sectores se reparten entre menos barrios o, bien, el reparto se polariza más. Esto puede ser consecuencia de que la gama de matices y la pormenorización que se logra con los bloques de 200 metros de lado, se pierde en parte cuando se utilizan bloques de 400 metros de lado.

La lectura de las Tablas 14 y 15 en sentido horizontal muestra cómo se reparten las viviendas de cada sector entre los 4 barrios. Así, el sector de Almanjáyar-Cartuja, el de menor valor en cuanto a la primera componente principal (véase la Figura 3 del capítulo V), ofrece un reparto muy polarizado, pues alrededor del 80% de sus viviendas se sitúan en el barrio 1, el de menor calidad global de la vivienda, y alrededor del 15% en el barrio 2 (de calidad media-baja); estas últimas son las situadas en la zona de transición con el sector de Constitución-Plaza de Toros-Doctores (véanse las Figuras 25 y 26). Los dos sectores cuyos centros de gravedad o viviendas tipo ocupaban una posición inmediatamente superior a la de Almanjáyar-Cartuja (nos referimos a los sectores obreros de La Chana y del Zaidín) tienen el 85% y el 63%, respectivamente, entre los barrios 1 y 2 obtenidos por bloques de 400 metros (en los barrios obtenidos por bloques de 200 metros no es tan fuerte esta concentración, teniendo también peso el barrio 3), lo que también concuerda con lo esperado. Los sectores del Camino de la Sierra, Constitución-Plaza de Toros-Doctores y Realejo, ocupaban la siguiente posición en la clasificación de las viviendas

tipo por el valor de la primera componente principal: los dos primeros sectores tienen algo más del 50% de sus viviendas muestrales entre los barrios 2 y 3 (de calidad media-baja y media-alta, respectivamente), y casi la totalidad del resto en el barrio 4 (de calidad alta). El sector del Realejo ocupa una posición superior a la de los dos citados anteriormente, pues la totalidad de sus observaciones se hallan situadas en el barrio 3 ó 4; su posición llega a ser incluso mejor que la del sector que ocupaba el siguiente lugar en la nube del ACP, que es el sector de Pedro Antonio de Alarcón, si nos atenemos a los bloques de 200 metros. Por último, el sector del Centro tiene casi la totalidad de sus viviendas muestrales (concretamente, el 95%) en el barrio de calidad alta o barrio 4, si se utilizan bloques de 200 metros, y el 100% en la zonificación por bloques de 400 metros. Por tanto, se puede afirmar que los resultados de cruzar la pertenencia de las viviendas a los sectores administrativos con la pertenencia de las mismas a los cuatro barrios delimitados por Krigeaje, son absolutamente coherentes con la posición de los sectores en la nube del ACP (mostrada en la Figura 3 del capítulo V).

La lectura vertical de las Tablas 14 y 15 muestra el reparto de las viviendas de cada barrio, entre los distintos sectores administrativos en las que están situadas. Así, en ambas tablas se observa que, de las viviendas localizadas en el barrio 1 (el de menor calidad global), alrededor del 70% pertenecen al sector de Almanjáyar-Cartuja, y en torno al 20% al del

Zaidín, por lo que entre ambos sectores, situados en los extremos norte y sur, contienen una cifra en torno al 90% de las viviendas del barrio 1. Hay una pequeña presencia de viviendas del barrio 1 en los sectores de La Chana y del Camino de la Sierra, lo cual puede ser también observado superponiendo las Figuras 25 y 26 con la Figura 6 del capítulo V. El barrio 1 es el más concentrado geográficamente de la ciudad, en el sentido de que sus viviendas se sitúan en sólo 4 sectores. Por su parte, las viviendas del barrio 2 están localizadas en cinco sectores: el 35%, aproximadamente, dentro del sector del Camino de la Sierra, a pesar de que la superposición de las Figuras 25 y 26 con la 6 del capítulo V muestre que el barrio 2 no tiene una amplia extensión en este sector; el resto de las viviendas del barrio 2 está bastante repartido entre los sectores del Zaidín (en su zona de transición con el Camino de la Sierra), La Chana, y en la zona de transición entre los sectores de Almanjáyar-Cartuja y Constitución-Plaza de Toros-Doctores (los dos últimos sectores, conjuntamente, contienen entre el 30 y el 40% de las observaciones muestrales de este barrio). El barrio 3 es el menos concentrado geográficamente, pues tiene viviendas localizadas en todos los sectores administrativos, si se utilizan bloques de 200 metros de lado, y en todos menos en uno, si se utilizan bloques de 400 metros. La superposición de las Figuras 25 y 26 con la 6 del capítulo V, muestra que los sectores que mayor número de viviendas aportan al barrio 3 son los que circundan la zona central, es decir, Camino de Ronda, Constitución-Plaza de Toros-Doctores, Realejo y Camino de la

Sierra. Finalmente, el barrio 4, que recoge los bloques de mayor calidad global de la vivienda, se sitúa, fundamentalmente, en la zona central de la ciudad (con aportación numerosa de viviendas del sector del Centro, y algo menos de los de Pedro Antonio de Alarcón y Realejo), pero también tiene presencia, aunque de escasa extensión, en los del Camino de la Sierra (en la zona de Bola de Oro), Constitución-Plaza de Toros-Doctores y Camino de Ronda. El barrio 4 es el segundo menos concentrado, después del barrio 3, pues tiene presencia en todos los sectores, excepto en dos que ocupan posiciones periféricas (Almanjáyar-Cartuja y La Chana).

Como conclusión de este análisis pueden deducirse dos cuestiones: la primera es que el mercado inmobiliario de las viviendas de calidad global alta o media-alta (el de los barrios 4 y 3) es más numeroso que el de las viviendas de calidad global media-baja o baja (el de los barrios 2 y 1), como lo prueba el número de viviendas del muestreo que contienen cada uno de los cuatro barrios. La segunda conclusión es que los barrios de viviendas de mayor calidad (barrios 3 y 4) tienen viviendas localizadas en mayor número de sectores, es decir, en mayor diversidad de zonas, mientras que los barrios de viviendas de menor calidad (barrios 1 y 2), tienen sus viviendas concentradas en menos sectores de la ciudad¹⁴. Por tanto, desde el punto de vista de la geografía urbana, las viviendas de menor calidad se encuentran más concentradas espacialmente, tienen más

¹⁴ A pesar de que, por la propia construcción de la metodología de zonificación, los cuatro barrios tienen, aproximadamente, la misma extensión geográfica.

restringidas las zonas donde se ubican. La consecuencia es evidente: un potencial comprador con poder adquisitivo suficiente para adquirir una vivienda de calidad similar a la vivienda tipo del barrio 3 ó 4, puede encontrar una vivienda en mayor diversidad de localizaciones, por lo que tiene mayores posibilidades para elegir emplazamientos que el potencial comprador de una vivienda de calidad similar a la vivienda tipo del barrio 1 ó 2, que ha de restringir su búsqueda a una menor diversidad de localizaciones y, generalmente, más periféricas. La causa de esta menor diversidad de emplazamientos para las viviendas de menor calidad global, podría descansar en la gran carestía del suelo en la zona central de la ciudad de Granada, como consecuencia de su escasez y fuerte retención¹⁵. Ello provoca que la construcción de estas viviendas sólo se acometa en aquellas zonas donde el precio del suelo sea lo suficientemente bajo como para que la actividad promotora, generalmente de índole social en estas zonas, pueda dar salida a lo construido. Esta regla sólo se puede cumplir en las áreas periféricas que hemos señalado, lo cual tiende a concentrar este tipo de construcciones en dichas zonas. Ahora bien, ello no implica que estas zonas sean poco extensas, sino que el parque inmobiliario es escaso, al haber muchos solares sin construir; por esta misma razón, el número de inmuebles en venta del barrio 1 y 2 sólo representa el 30% de

¹⁵ Véase a este respecto el estudio publicado por el CGCCT (Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria) (1989, f): *Valoración Catastral Urbana y Actividad Inmobiliaria*. CGCCT, Ministerio de Economía y Hacienda, Madrid. Este estudio sitúa a la ciudad de Granada en el vigésimo cuarto puesto entre las capitales de provincia en función del precio de venta del m² de vivienda, pero en el duodécimo en cuanto al porcentaje que representa el valor del suelo dentro del precio de venta.

la muestra, a pesar de ocupar el 50% de la extensión de la ciudad.

6.3. Análisis de la fiabilidad de las estimaciones del Krigeaje por bloques.

A continuación analizaremos, siquiera brevemente, los resultados del Krigeaje por bloques desde el punto de vista de la fiabilidad de las estimaciones, por lo que centraremos nuestra atención en las Tablas 16 a 19, donde se recogen las desviaciones típicas o errores típicos de la estimación puntual en las viviendas muestrales, los errores típicos relativos, los errores medios adimensionales, los errores cuadráticos medios adimensionales y las diferencias entre las estimaciones puntuales de la primera componente principal y su valor real, encontrándose dichas viviendas clasificadas en función de los barrios obtenidos en el Krigeaje por bloques.

BARRIOS POR BLOQUES DE 200 m	NÚM. DE DATOS	DESVIACIÓN TÍPICA DE ESTIMACIÓN PUNTUAL EN LAS VIVIENDAS MUESTRALES	ERROR TÍPICO RELATIVO DE ESTIMACIÓN EN LAS VIVIENDAS MUESTRALES	ERROR MEDIO ADIMENSIONAL	ERROR CUADRÁTICO MEDIO ADIMENSIONAL	CP1 (TRANSF)	ESTIMACIÓN PUNTUAL CP1 (TRANSF)	DERIVA
GRANADA	298	0'920	9'750	0'064	1'387	10	10'109	9'642
BARRIO 1	54	1'115	14'950	0'219	0'873	7'078	7'446	7'909
BARRIO 2	38	1'084	12'720	-0'050	0'957	8'874	8'739	9'249
BARRIO 3	72	0'928	9'407	0'121	1'069	9'743	9'948	9'924
BARRIO 4	134	0'791	7'015	0'005	1'763	11'635	11'658	10'292

Tabla 16

BARRIOS POR BLOQUES DE 400 m	NÚM. DE DATOS	DESVIACIÓN TÍPICA DE ESTIMACIÓN PUNTUAL EN LAS VIVIENDAS MUESTRALES	ERROR TÍPICO RELATIVO DE ESTIMACIÓN EN LAS VIVIENDAS MUESTRALES	ERROR MEDIO ADIMENSIONAL	ERROR CUADRÁTICO MEDIO ADIMENSIONAL	CP1 (TRANSF)	ESTIMACIÓN PUNTUAL CP1 (TRANSF)	DERIVA
GRANADA	298	0'920	9'750	0'064	1'387	10	10'109	9'642
BARRIO 1	60	1'074	14'382	0'134	0'968	7'413	7'633	8'059
BARRIO 2	33	1'079	12'518	-0'115	0'912	8'937	8'771	9'021
BARRIO 3	74	0'940	9'533	0'066	1'200	9'911	9'992	10'091
BARRIO 4	131	0'800	7'088	0'077	1'712	11'503	11'636	10'261

Tabla 17

BARRIOS 200 m	GRANADA (298 VIVIENDAS)			BARRIO 1 (54 VIVIENDAS)			BARRIO 2 (38 VIVIENDAS)		
	CP1 (TRANSF)	CP1 ESTIMADA	ERROR	CP1 (TRANSF)	CP1 ESTIMADA	ERROR	CP1 (TRANSF)	CP1 ESTIMADA	ERROR
MÍNIMO	4'5315	5'3993	-5'0318	4'5315	5'3993	-1'4538	6'5823	5'7986	-5'0318
1 ^{er} CUARTIL	8'7060	8'8714	-0'5192	6'1167	6'6844	-0'3260	8'6485	8'4596	-0'4525
MEDIANA	9'9956	10'1473	0'0138	7'1176	7'2779	0'0935	8'9140	8'9226	0'0332
3 ^{er} CUARTIL	11'6383	11'7251	0'6154	7'7437	8'1700	0'5404	9'3657	9'2218	0'3860
MÁXIMO	14'9860	13'7144	5'1189	9'2524	9'6504	5'1189	10'8304	10'4703	1'9519
RANGO	10'4545	8'3150	10'1507	4'7209	4'2511	6'5727	4'2481	4'6717	6'9837
RANGO INTERC.	2'9323	2'8537	1'1346	1'6270	1'4856	0'8664	0'7172	0'7622	0'8385
MEDIA	10	10'1090	0'1090	7'0634	7'4460	0'3826	8'8737	8'7393	-0'1344
MODA	8'9307	10'1456	-0'0221	7'0447	7'2691	0'0608	8'8058	8'8642	0'0025
VARIANZA	4'2732	3'6653	1'4652	1'2827	1'1854	1'5718	0'6404	0'8054	1'5563
DESV. TÍPICA	2'0672	1'9145	1'2105	1'1272	1'0888	1'2537	0'8002	0'8974	1'2475

Tabla 18.A

BARRIOS 200 m	BARRIO 3 (72 VIVIENDAS)			BARRIO 4 (134 VIVIENDAS)		
	CP1 (TRANSF)	CP1 ESTIMADA	ERROR	CP1 (TRANSF)	CP1 ESTIMADA	ERROR
MÍNIMO	6'9484	8'1641	-3'3225	8'2946	8'4676	-4'2332
1 ^{er} CUARTIL	8'8636	9'3010	-0'3826	10'7010	10'7083	-0'6230
MEDIANA	9'6721	9'7735	0'1283	11'6858	11'8777	-0'1366
3 ^{er} CUARTIL	10'5386	10'5998	0'5162	12'4770	12'4564	0'7467
MÁXIMO	12'7101	12'3042	3'5398	14'9860	13'7144	4'5566
RANGO	5'7617	4'1401	8'8623	6'6914	5'2468	8'7898
RANGO INTERC.	1'6750	1'2988	0'8988	1'7760	1'7481	1'3697
MEDIA	9'7435	9'9481	0'2046	11'6405	11'6576	0'0171
MODA	9'6254	9'7564	0'1170	11'6757	11'7728	-0'1371
VARIANZA	1'3432	0'8728	1'1383	1'5925	1'2116	1'5462
DESV. TÍPICA	1'1589	0'9343	1'0669	1'2590	1'1007	1'2434

Tabla 18.B

BARRIOS 400 m	BARRIO 1 (60 VIVIENDAS)			BARRIO 2 (33 VIVIENDAS)		
	CP1 (TRANSF)	CP1 ESTIMADA	ERROR	CP1 (TRANSF)	CP1 ESTIMADA	ERROR
MÍNIMO	4'5315	5'3993	-5'0318	6'5823	6'9661	-3'3225
1 ^{er} CUARTIL	6'3525	6'6844	-0'3483	8'7060	8'4596	-0'4525
MEDIANA	7'3168	7'4306	0'0935	9'0177	8'8642	-0'0221
3 ^{er} CUARTIL	8'3382	8'5263	0'5043	9'3900	9'2730	0'2144
MÁXIMO	10'8304	10'4431	5'1189	11'4866	10'0029	2'3516
RANGO	6'2989	5'0438	10'1507	4'9043	3'0368	5'6741
RANGO INTERC.	1'9857	1'8419	0'8526	0'6840	0'8134	0'6669
MEDIA	7'4052	7'6331	0'2279	8'9368	8'7710	-0'1658
MODA	7'3019	7'3574	0'0608	8'8645	8'8621	-0'0469
VARIANZA	2'0582	1'6161	1'9922	0'8634	0'5957	1'1351
DESV. TÍPICA	1'4237	1'2713	1'4115	0'9292	0'7718	1'0654

Tabla 19.A

BARRIOS 400 m	BARRIO 3 (74 VIVIENDAS)			BARRIO 4 (131 VIVIENDAS)		
	CP1 (TRANSF)	CP1 ESTIMADA	ERROR	CP1 (TRANSF)	CP1 ESTIMADA	ERROR
MÍNIMO	6'9484	8'2059	-4'2332	7'8982	8'7228	-2'5475
1 ^{er} CUARTIL	9'1129	9'4860	-0'5626	10'6812	10'8482	-0'5188
MEDIANA	9'8289	9'9807	0'0478	11'6858	11'8924	-0'0129
3 ^{er} CUARTIL	10'6319	10'5099	0'6174	12'4770	12'4698	0'8387
MÁXIMO	12'7008	12'4510	3'5398	14'9860	13'7144	4'5566
RANGO	5'7524	4'2451	7'7730	7'0878	4'9916	7'1041
RANGO INTERC.	1'5190	1'0239	1'1800	1'7958	1'6216	1'3575
MEDIA	9'8977	9'9916	0'0939	11'5032	11'6357	0'1324
MODA	9'7904	9'8978	0'0187	11'6757	11'8850	-0'0177
VARIANZA	1'5086	0'7581	1'3337	2'1302	1'4370	1'3917
DESV. TÍPICA	1'2248	0'8707	1'1549	1'4595	1'1988	1'1797

Tabla 19.B

Es interesante hacer notar que las medias del error típico o desviación típica de la estimación y del error típico relativo de la estimación para los 359 bloques de 200 metros (véanse las filas MET y METR de la Tabla 12) son superiores, globalmente y para cada uno de los cuatro barrios, que las obtenidas para las viviendas de la muestra, recogidas en la Tabla 16. En cambio, ocurre lo contrario cuando la estimación espacial se hace utilizando los bloques de 400 metros: las medias de la desviación típica de la estimación y del error relativo son menores en los bloques que en las viviendas muestrales (compárese la Tabla 13 con la Tabla 17). En las Tablas 16 y 17 se observa que el error típico relativo de estimación va disminuyendo del barrio 1 al barrio 4, esto es, a medida que aumenta la calidad global de las viviendas, produciéndose la misma gradación, y por idénticas razones, que la señalada anteriormente en las estadísticas por bloques mostradas en las Tablas 12 y 13. También es conveniente destacar que el error medio adimensional es próximo a cero

y el error cuadrático medio adimensional próximo a 1, tanto para el conjunto de viviendas que componen la muestra de la ciudad como para cada uno de los cuatro barrios considerados, ya sea para los barrios obtenidos por bloques de 200 metros (Tabla 16) como para los obtenidos por bloques de 400 metros (Tabla 17). El barrio 4 presenta el error medio adimensional más bajo entre los obtenidos por bloques de 200 metros y el segundo más bajo entre los obtenidos por bloques de 400 metros, pero también es el de mayor dispersión en cuanto al error adimensional, pues su error cuadrático medio adimensional es el más alto para ambos tamaños de bloques. El barrio 1 muestra el error medio adimensional más elevado para los dos tamaños de bloques. Por otro lado, las medias de la primera componente principal y de su estimación configuran al barrio 3 como el más cercano al valor medio de la ciudad, tanto para un tamaño de bloques como para el otro. Además, los valores medios de la primera componente principal de los barrios 3 y 2 son los más próximos entre sí, al igual que ocurre con sus estimaciones; por el contrario, los dos barrios consecutivos con mayores diferencias, tanto en el valor medio de la primera componente principal como en su estimación, son los barrios 3 y 4.

En las Tablas 18 (A y B) y 19 (A y B) se ofrecen detalladamente las estadísticas básicas de la primera componente principal, de su estimación por Krigeaje puntual y de la diferencia entre ambas, para el conjunto de 298 viviendas que componen la muestra de la ciudad y para cada uno de

los cuatro barrios que se han obtenido en el Krigeaje por bloques. Se observa que la diferencia entre la estimación espacial de la primera componente principal y su valor real es positiva en todos los barrios, excepto en el barrio 2, de ahí que también lo sea el error medio adimensional, recogido en las Tablas 16 y 17. La mayor diferencia entre la estimación espacial de la primera componente principal y su valor real se da en el barrio 1, lo cual concuerda con su mayor error medio adimensional, como se ha comentado más arriba. Por lo demás, la ordenación de los barrios en función de la diferencia entre la estimación espacial de la primera componente principal y su valor real, coincide con la que resultaría de utilizar el error medio adimensional como criterio de clasificación.

6.4. Comentarios sobre la zonificación obtenida, desde la perspectiva del ACP.

En las próximas páginas vamos a analizar los resultados de la estimación por bloques de la primera componente principal y la zonificación obtenida, desde el punto de vista del ACP. Para ello se ha llevado a cabo la proyección de las viviendas que componen la muestra, asignándole a cada una de ellas un símbolo, identificativo del barrio obtenido a través del Krigeaje por bloques al que pertenece cada vivienda. De esta forma se ha obtenido la proyección de las viviendas sobre el plano

bifactorial, que se recoge en la Figura 27 para bloques de 200 metros de lado, y en la Figura 28, para bloques de 400 metros de lado. Con el fin de que estas figuras sean directamente comparables con la Figura 3 del capítulo V, se ha situado cada vivienda teniendo en cuenta su valor en la primera y en la segunda componentes principales, que son sus coordenadas en ambos ejes, no por su valor en la primera componente principal transformada¹⁶.

Dado que en las Figuras 27 y 28 la calidad global de las viviendas aumenta de derecha a izquierda, esta orientación se refleja gráficamente en que las viviendas del barrio 1, el de menor calidad global, ocupan mayoritariamente el extremo derecho del eje, a su izquierda se sitúan las del barrio 2, cerca del centro de la nube las del barrio 3, y aún más hacia la izquierda predominan las viviendas del barrio 4. A la vista de la gradación que hemos señalado, parece haberse logrado una zonificación de la ciudad de acuerdo con el criterio propuesto: se pretendía una división de la capital bajo el criterio de la calidad global de las viviendas. Dicha

¹⁶ De todas formas, si se hubiera utilizado la primera componente principal transformada, sólo habría dos cambios sin trascendencia para el fenómeno estudiado: el primero es que la nube aparecería rotada 180° en torno al eje Y, por lo que las viviendas se ordenarían de menor a mayor calidad en el sentido de izquierda a derecha, en vez de derecha a izquierda como ahora aparecen en las Figuras 27 y 28; la segunda diferencia es que el origen de coordenadas hubiera estado situado en el 10 de la primera componente principal transformada y 0 en la segunda, es decir, en el punto (10,0), en vez de estar en el (0,0), como aparece en las citadas figuras. Pero lo realmente importante, que es la forma de la nube, es decir, la posición relativa de las viviendas, sería exactamente la misma (recuérdese que los valores particulares que toman las componentes principales para cada una de las viviendas muestrales, no tienen ningún interés en sí mismos).

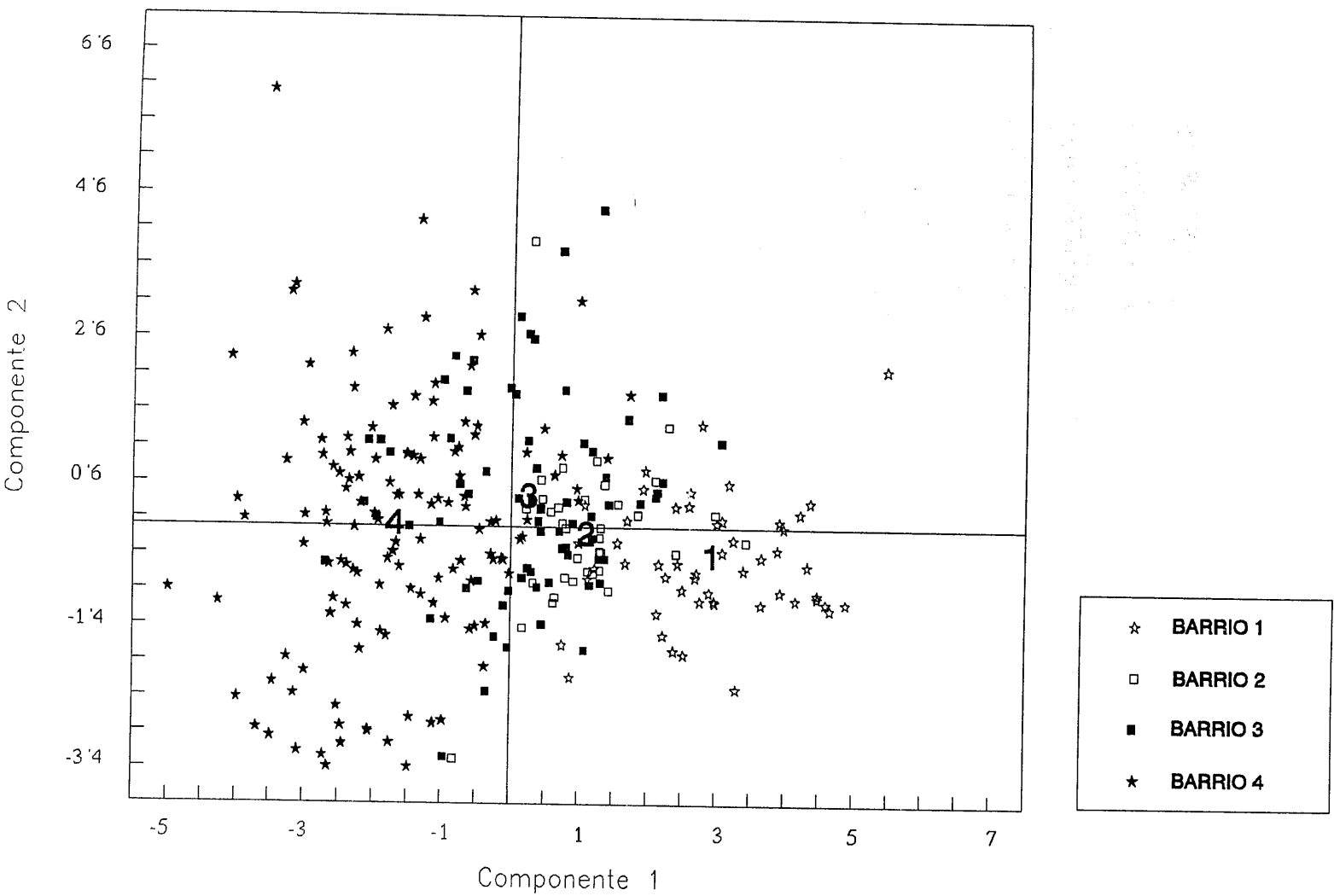


Figura 27. Nube de viviendas y centros de gravedad de los barrios obtenidos por bloques de 200 m de lado.

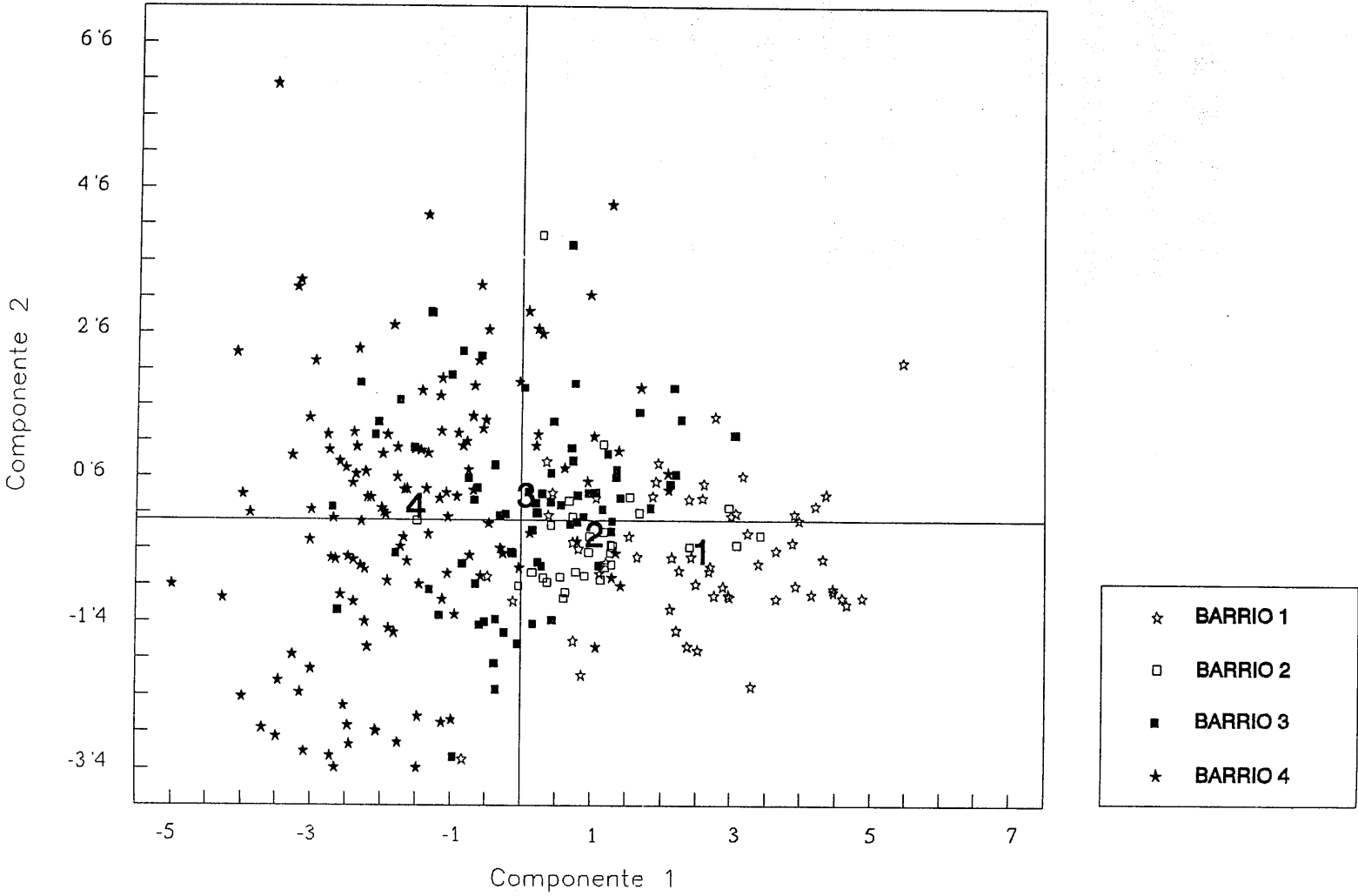


Figura 28. Nube de viviendas y centros de gravedad de los barrios obtenidos por bloques de 400 m de lado.

gradación o escalonamiento se constata en el hecho de que cada uno de los barrios ocupa mayoritariamente una franja vertical, más o menos ancha. Una idea numérica de la anchura de esta franja, es decir, de la mayor o menor concentración de valores en torno a la media de la componente principal de cada barrio, puede ser aportada por la desviación típica de la primera componente principal para cada uno de los barrios obtenidos¹⁷. Así, en la Tabla 20 se observa que el barrio 4 presenta la mayor dispersión de valores, lo que gráficamente se traduce en que se extienda, y sea mayoritario, en los cuadrantes situados a la izquierda del segundo eje; el barrio con menor dispersión de valores en la primera componente principal es el 2, cuya franja de variación en cuanto a las calidades es la más estrecha. Por otro lado, de la forma de punta de flecha que presenta la nube se extraen análogas conclusiones a las que se comentaron en el capítulo V. Una de las que ahora conviene recordar es que entre las viviendas de mayor calidad, las del barrio 4, hay una gran diversidad de tamaños, mientras que, a medida que nos movemos hacia la derecha del eje, es decir, a medida que disminuye la calidad, las viviendas se hallan dentro de un intervalo más estrecho de tamaños, en torno al tamaño promedio, o en valores algo menores que éste. Esta disminución de la dispersión en los tamaños de las viviendas, puede constatarse numéricamente a través de los datos de la desviación típica de la segunda componente principal, que se muestran en la Tabla 20. Se observa que la

¹⁷ No se ha utilizado el coeficiente de variación porque las componentes principales para el conjunto de viviendas muestrales tienen media nula.

mayor dispersión en cuanto a tamaños de la vivienda, es decir, la mayor desviación típica en la segunda componente, la presenta el barrio 4, posteriormente los barrios 3 y 2, siendo, finalmente, el barrio 1, el de menor calidad global, el que presenta una menor franja de variación de tamaños. Una consecuencia de esta disminución de la variación de tamaños, pareja a la disminución de la calidad, es que entre las viviendas de mayor tamaño, son predominantes las de mayor calidad (así, entre las 25 de mayor tamaño, 15 son del barrio 4 y 8 del barrio 3, encontrándose sólo una del 2 y otra del 1); pero también entre las viviendas de menor tamaño predominan las de mayor calidad (así, entre las 25 de menor tamaño, 20 son del barrio 4, 2 del 3, 1 del 2 y 2 del 1).

DESVIACIÓN TÍPICA DE LAS COMPONENTES PRINCIPALES Y ORDENACIÓN DE LOS BARRIOS EN FUNCIÓN DE ESTE VALOR							
BARRIOS OBTENIDOS POR BLOQUES DE 200 m				BARRIOS OBTENIDOS POR BLOQUES DE 400 m			
CP1	CP2	CP3	CP4	CP1	CP2	CP3	CP4
GR: 2'0672	GR: 1'4808	GR: 1'2935	GR: 1'0517	GR: 2'0672	GR: 1'4808	GR: 1'2935	GR: 1'0517
B4: 1'2590	B4: 1'7314	B3: 1'4168	B4: 1'2879	B4: 1'4595	B4: 1'8182	B4: 1'4578	B4: 1'2770
B3: 1'1589	B3: 1'4518	B4: 1'3088	B3: 0'8253	B1: 1'4237	B3: 1'2992	B2: 1'1500	B3: 0'9497
B1: 1'1272	B2: 1'0419	B1: 1'2092	B2: 0'7761	B3: 1'2248	B2: 0'9049	B3: 1'1007	B1: 0'6770
B2: 0'8002	B1: 0'8363	B2: 0'9601	B1: 0'6367	B2: 0'9292	B1: 0'8826	B1: 1'0416	B2: 0'6408

Tabla 20

El análisis de los resultados obtenidos en la división por barrios puede ser complementado con la proyección sobre la nube, como individuos suplementarios, de los centros de gravedad o viviendas tipo de los barrios obtenidos mediante el Krigeaje por bloques, como se muestra en las Figuras 27 y 28. Las coordenadas de estas viviendas ficticias,

representativas de los cuatro barrios en los que se ha dividido la ciudad, y su ordenación en función de los valores de estas coordenadas, se muestran en la Tabla 21¹⁸. Además, en las Figuras 29 y 30 se añade la representación gráfica de la posición relativa de las variables utilizadas en el ACP. Una primera cuestión que cabe reseñar es la evidente gradación de los centros de gravedad de los barrios, en función de la calidad global de las viviendas, gradación que no ofrece lugar a dudas a través de estos individuos medios representativos, mientras que la representación simbólica de toda la nube de viviendas de la muestra resultaba un poco más confusa. Se observa que las viviendas tipo de los barrios 1 y 4 se diferencian nítidamente en cuanto a la calidad, frente a los barrios que ocupan posiciones intermedias, cuales son los barrios 2 y 3. Dado que la división en barrios se ha hecho en función de los valores de las viviendas en la primera componente principal, es de esperar que esta ordenación de los barrios también se traslade de forma coherente a su ordenación en las variables más influyentes sobre la primera componente principal. Así, en las Tablas 22 a 25 se pone de manifiesto que en aquellas variables que mayor peso tienen en la definición del primer eje (es decir, las calidades constructivas y medioambientales, junto con el número de cuartos de baño por dormitorio y la amplitud de las habitaciones), los centros de gravedad

¹⁸ La coordenada de un centro de gravedad o vivienda tipo en una componente principal, se obtiene como la media de los valores que toma la componente principal en las viviendas pertenecientes a un mismo barrio. Recordemos que se están utilizando nuevamente los valores de la primera componente principal (y de las demás componentes principales) sin transformar, por lo que la media para el conjunto de la ciudad sería cero.

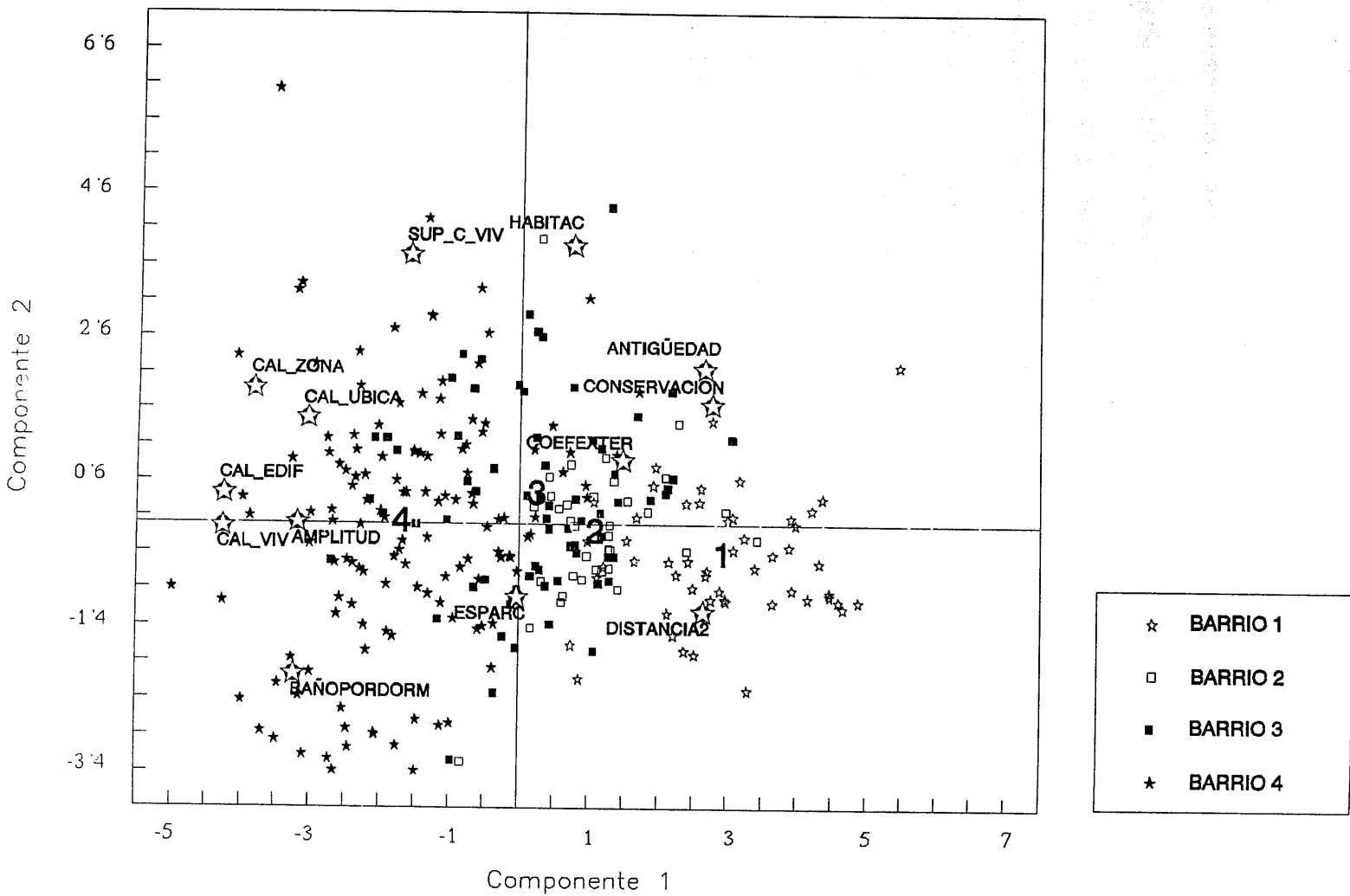


Figura 29. Nube de viviendas, nube de variables y centros de gravedad de los barrios obtenidos por bloques de 200 m de lado.

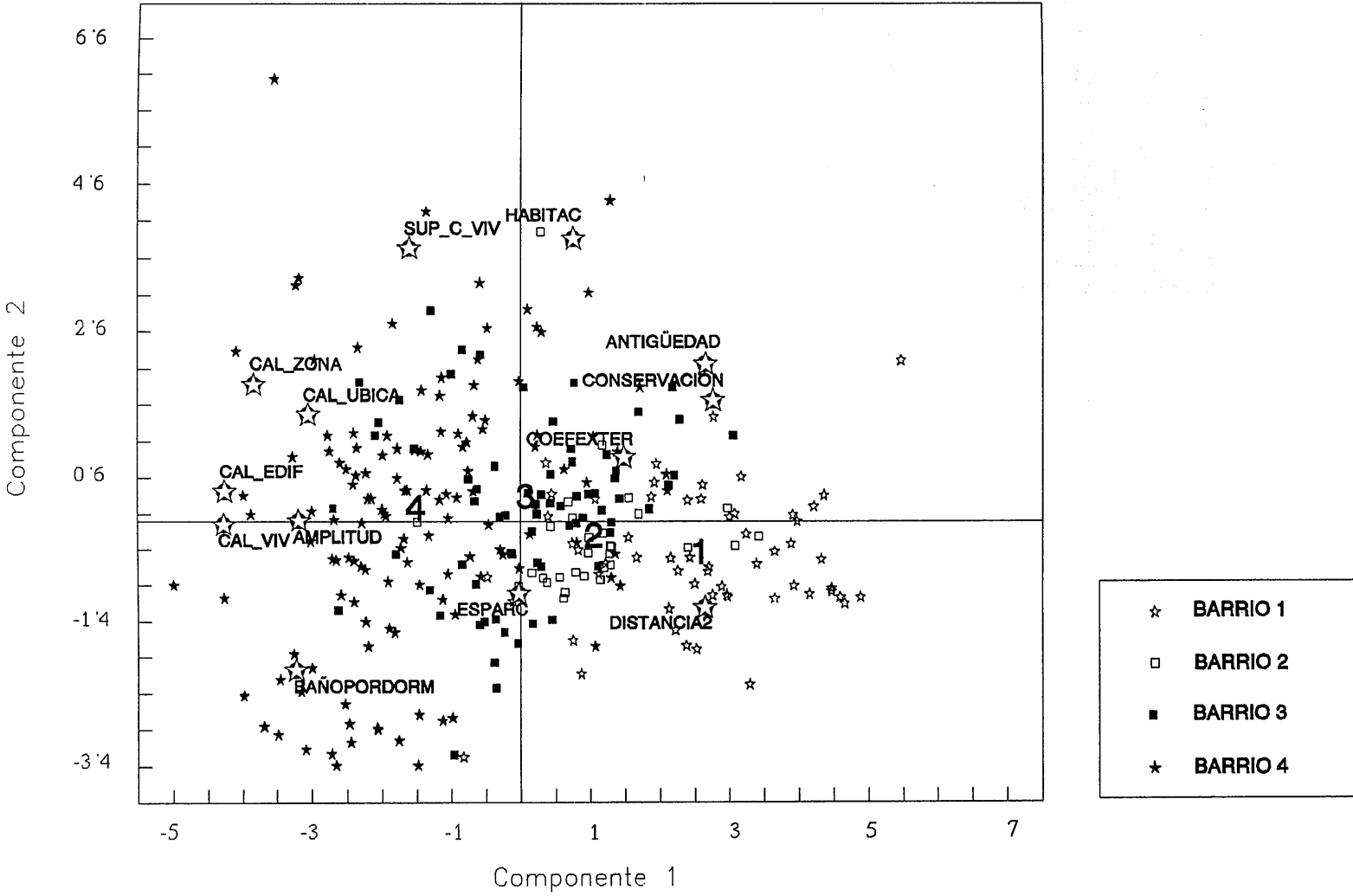


Figura 30. Nube de viviendas, nube de variables y centros de gravedad de los barrios obtenidos por bloques de 400 m de lado.

se encuentran ordenados como era previsible: tanto en la calidad de la zona, ubicación, edificación y vivienda, como en el número de cuartos de baño por dormitorio, el barrio 4 es el mejor situado, seguido del 3, del 2, y ocupa la última posición el 1. En otras variables definitorias del primer eje, pero de menor peso que las anteriores, como la amplitud de las habitaciones, la antigüedad y la conservación, la vivienda tipo del barrio 4 ocupa la mejor posición y la del barrio 1 la posición inferior, pero los barrios 2 y 3 permutan su posición en relación con lo que sería esperable. Por tanto, todas las variables con cierto peso en la primera componente principal diferencian nítidamente la posición de los barrios extremos, pero en aquellas variables con un peso en la primera componente principal algo menor, no existe una distinción tan radical entre las posiciones de los dos barrios intermedios (barrios 2 y 3).

COORDENADAS DE LAS VIVIENDAS TIPO DE LOS BARRIOS OBTENIDOS POR BLOQUES DE 200 m							
BARRIOS	CP1	CP2	CP3	CP4			
1	2'9216	-0'4960	0'4448	0'3803			
2	1'1263	-0'0724	0'0897	0'0425			
3	0'2565	0'4105	-0'0819	-0'3310			
4	-1'6346	-0'0002	-0'1607	0'0125			
COORDENADAS DE LAS VIVIENDAS TIPO DE LOS BARRIOS OBTENIDOS POR BLOQUES DE 400 m							
BARRIOS	CP1	CP2	CP3	CP4			
1	2'5870	-0'5092	0'4801	0'3088			
2	1'0632	-0'2411	0'3458	0'0573			
3	0'0894	0'2403	-0'2383	-0'2509			
4	-1'5032	0'1582	-0'1724	-0'0142			
ORDENACIÓN DE LOS BARRIOS EN FUNCIÓN DE LAS COORDENADAS DE LAS VIVIENDAS TIPO							
BARRIOS OBTENIDOS POR BLOQUES DE 200 m				BARRIOS OBTENIDOS POR BLOQUES DE 400 m			
CP1	CP2	CP3	CP4	CP1	CP2	CP3	CP4
1	3	1	1	1	3	1	1
2	4	2	2	2	4	2	2
3	2	3	4	3	2	4	4
4	1	4	3	4	1	3	3

Tabla 21

VARIABLES	GRANADA (298 VIVIENDAS)		BARRIO 200-1 (54 VIVIENDAS)		BARRIO 200-2 (38 VIVIENDAS)		BARRIO 200-3 (72 VIVIENDAS)		BARRIO 200-4 (134 VIVIENDAS)	
	MEDIA	COEF. VAR.	MEDIA	COEF. VAR.	MEDIA	COEF. VAR.	MEDIA	COEF. VAR.	MEDIA	COEF. VAR.
ANTIGÜEDAD	10'2819	101'9	15'7407	75'4	11'9737	41'5	13'4722	99'8	5'88806	117'4
CONSERVACIÓN	1'3188	35'9	1'72222	28'6	1'44737	34'8	1'31944	35'6	1'1194	29'1
HABITAC	4'3456	27'2	4'38889	15'0	4'47368	25'3	4'58333	20'0	4'16418	34'6
AMPLITUD	26'5347	23'9	22'12	15'5	24'7408	18'6	25'0203	16'4	29'6363	24'0
ESPARC	0'4497	147'0	0'72222	78'0	0'39474	138'6	0'375	192'2	0'39552	169'9
SUP_C_VIV	113'064	31'4	96'3704	17'3	108'316	20'7	114'306	24'9	120'47	36'7
COBFEXTER	3'49017	26'6	3'84907	12'8	3'62294	18'9	3'67285	17'3	3'20791	35'9
BAÑOPORDORM	0'50285	40'2	0'33549	26'8	0'45280	33'6	0'46661	28'2	0'60396	36'8
DISTANCIA2	3444'1	46'6	5429'83	12'9	4472'91	20'7	3282'86	43'2	2438'77	47'0
CAL_ZONA	3'29195	23'0	2'27778	19'8	2'97737	7'7	3'36111	15'2	3'76119	16'0
CAL_UBICA	3'39933	19'4	2'66667	20'6	3'34211	14'4	3'55556	17'6	3'62687	15'0
CAL_EDIF	3'46309	24'9	2'55556	27'1	3'00000	11'0	3'43056	20'7	3'97761	17'8
CAL_VIV	3'58054	24'7	2'74074	19'0	3'10526	18'0	3'31944	19'5	4'19403	17'9

Tabla 22

ORDENACIÓN DE LOS BARRIOS OBTENIDOS POR BLOQUES DE 200 m EN FUNCIÓN DE SU MEDIA												
A N T I G Ü E D A D	C O N S E R V A C I Ó N	H A B I T A C	A M P L I T U D	E S P A R C	S U P C V I V	C O E F E X T E R	B A Ñ O P O R D O R M	D I S T A N C I A 2	C A L Z O N A	C A L U B I C A	C A L E D I F	C A L V I V
1	1	3	4	1	4	1	4	1	4	4	4	4
3	2	2	3	4	3	3	3	2	3	3	3	3
2	3	1	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2
4	4	4	1	3	1	4	1	4	1	1	1	1

Tabla 23

VARIABLES	GRANADA (298 VIVIENDAS)		BARRIO 400-1 (60 VIVIENDAS)		BARRIO 400-2 (33 VIVIENDAS)		BARRIO 400-3 (74 VIVIENDAS)		BARRIO 400-4 (131 VIVIENDAS)	
	MEDIA	COEF. VAR.	MEDIA	COEF. VAR.	MEDIA	COEF. VAR.	MEDIA	COEF. VAR.	MEDIA	COEF. VAR.
ANTIGÜEDAD	10'2819	101'9	13'5167	82'0	11'2424	77'2	11'2973	86'8	7'98473	132'2
CONSERVACIÓN	1'3188	35'9	1'63333	31'8	1'27273	35'5	1'35135	35'6	1'16794	32'1
HABITAC	4'3456	27'2	4'45	15'7	4'42424	27'1	4'47297	23'8	4'20611	33'2
AMPLITUD	26'5347	23'9	22'2927	16'9	25'35	18'2	25'3104	20'3	29'4677	23'3
ESPARC	0'4497	147'0	0'66667	85'9	0'39394	141'0	0'32432	198'4	0'43511	164'0
SUP_C_VIV	113'064	31'4	98'2333	18'0	109'879	22'0	111'73	25'7	121'412	36'4
COEFEXTER	3'49017	26'6	3'86861	9'7	3'84141	14'7	3'47201	23'8	3'23862	35'0
BAÑOPORDORM	0'50285	40'2	0'36833	37'1	0'47022	25'3	0'48152	33'1	0'58474	38'8
DISTANCIA2	3444'1	46'6	5240'09	19'3	4936'52	13'9	2998'80	33'5	2497'11	51'8
CAL_ZONA	3'29195	23'0	2'35	20'5	2'9697	10'3	3'33784	18'1	3'77863	14'4
CAL_UBICA	3'39933	19'4	2'73333	21'2	3'27273	13'8	3'51351	16'5	3'67176	15'3
CAL_EDIF	3'46309	24'9	2'65	26'8	3'00000	14'4	3'40541	16'8	3'98473	19'4
CAL_VIV	3'58054	24'7	2'8	18'4	3'12121	17'5	3'44595	17'4	4'12977	20'9

Tabla 24

ORDENACIÓN DE LOS BARRIOS OBTENIDOS POR BLOQUES DE 400 m EN FUNCIÓN DE SU MEDIA												
A N T I G Ü E D A D	C O N S E R V A C I O N	H A B I T A C	A M P L I T U D	E S P A R C	S U P C V I V	C O E F E X T E R	B A Ñ O P O R D O R M	D I S T A N C I A 2	C A L Z O N A	C A L U B I C A	C A L E D I F	C A L V I V
1	1	3	4	1	4	1	4	1	4	4	4	4
3	3	1	2	4	3	2	3	2	3	3	3	3
2	2	2	3	2	2	3	2	3	2	2	2	2
4	4	4	1	3	1	4	1	4	1	1	1	1

Tabla 25

En definitiva, se observa una importante distinción entre los cuatro barrios en lo que se refiere a la primera componente principal, consistente también con la gradación de éstos respecto de las variables que mayor peso tienen en su formación e interpretación. Además, la posición de las viviendas tipo de los barrios respecto de la primera componente principal

está avalada por una buena calidad de representación en tres de ellos, como puede verse en la Tabla 26.

CALIDAD DE REPRESENTACIÓN DE LAS VIVIENDAS TIPO									
BARRIOS OBTENIDOS POR BLOQUES DE 200 m					BARRIOS OBTENIDOS POR BLOQUES DE 400 m				
BARRIO	CP1	CP2	CP3	SOBRE EL PLANO 1,2	BARRIO	CP1	CP2	CP3	SOBRE EL PLANO 1,2
1	0'9197	0'0065	0'0213	0'9262	1	0'9076	0'0352	0'0313	0'9428
2	0'8437	0'0034	0'0053	0'8471	2	0'6006	0'0309	0'0635	0'6315
3	0'1502	0'3849	0'0153	0'5351	3	0'0320	0'2310	0'2271	0'2630
4	0'9743	0'0000	0'0094	0'9743	4	0'9594	0'0106	0'0126	0'9700

Tabla 26

En cuanto a la segunda componente principal, el tamaño de las viviendas, los centros de gravedad se sitúan en una franja de variación más estrecha que la de la primera componente principal, como corresponde a su menor capacidad de discriminación. Tanto en la división por barrios utilizando bloques de 200 metros como de 400 metros, la gradación de los centros de gravedad es la misma: puede observarse en las Figuras 27 y 28 (o en las Figuras 29 y 30) y en la Tabla 21 que la vivienda tipo del barrio 3 es la de mayor tamaño, entendiéndolo éste como una combinación de la superficie construida (donde el barrio 3 ocupa el segundo lugar), y del número de habitaciones (donde ocupa el primer lugar, como puede verse en las Tablas 23 y 25); este centro de gravedad tiene una calidad de representación particularmente buena sobre el segundo eje. El segundo y el tercer lugar en cuanto a tamaño lo ocupan las viviendas tipo de los

barrios 4 y 2, respectivamente, con valores próximos a la media; el último lugar en cuanto a tamaño lo ocupa la vivienda tipo del barrio que también presenta la menor calidad global, es decir, el barrio 1. Dado que estos tres últimos centros de gravedad no tienen una buena calidad de representación sobre este segundo eje (véase la Tabla 26), ha de evitarse la realización de comentarios adicionales.

Para finalizar el análisis de los valores de las viviendas tipo de cada barrio en las componentes principales, vamos a realizar un breve comentario acerca de la posición de los centros de gravedad en relación con la tercera componente principal, que, como se recordará, presentaba las mayores correlaciones con la variable que recoge la existencia de zonas de esparcimiento y con la variable distancia a los dos subcentros considerados (Puerta Real y entrada de la Facultad de Ciencias, junto a la plaza de Einstein). Puede verse en la Tabla 21 que la ordenación de los barrios es coincidente, tanto si se utilizan bloques de un tamaño como de otro: aparecen en orden creciente en cuanto a la calidad global. Así, el barrio 1, el de menor calidad global, presenta el mayor valor en la tercera componente principal y el barrio 4, el de mayor calidad global, tiene el valor más bajo en la tercera componente principal. Esta ordenación coincide exactamente con la efectuada en función de la variable distancia a los dos subcentros, pero no con la resultante de hacerlo mediante la variable que recoge la existencia de áreas de esparcimiento (véanse las

Tablas 23 y 25). Ello puede deberse a que en la construcción del método de la división en barrios por Krigeaje, prima más el peso de la distancia que el de la existencia de áreas de esparcimiento, que apenas es tenida en cuenta, porque no aparece como variable relevante en la definición de la primera componente principal. En cambio, la variable distancia sí es determinante en la metodología de la división en barrios por Krigeaje y, por tanto, en el hecho de la posterior asignación de cada vivienda de la muestra a uno de los cuatro barrios obtenidos: en primer lugar porque uno de los pilares de la metodología se basa en la aplicación del estimador espacial de Krigeaje, que pondera en función de las distancias, y en segundo lugar, porque en la definición de la variable sobre la que se realiza dicho proceso de estimación, la primera componente principal, la variable distancia a los dos subcentros tiene un peso notable, no así la variable que recoge la existencia de áreas de esparcimiento.

Finalmente vamos a centrar la atención en las proximidades entre las viviendas tipo de cada barrio. Con tal fin se han recogido en la Tabla 27 las distancias estadísticas multivariantes entre los centros de gravedad, calculadas a partir de los valores que toman en las 13 variables bajo estudio, de acuerdo con la ecuación 10 del capítulo I. Téngase en cuenta que la división en barrios se ha hecho tomando como criterio la primera componente principal y que el plano bifactorial es generado con el concurso de las dos primeras componentes principales, por lo que es

interesante conocer si las distancias gráficas entre los centros de gravedad en la nube, se corresponden con sus distancias estadísticas, donde intervienen en pie de igualdad todas las variables, incluidas aquéllas que apenas tienen peso en la construcción de las dos primeras componentes principales. Si las distancias entre los centros de gravedad, medidas sobre el eje de la primera componente principal, no se correspondieran con las distancias estadísticas que ahora se van a comentar, se deduciría que la división en barrios obtenida en función de la calidad global de las viviendas descuida o no recoge de forma satisfactoria la información aportada por el resto de las variables, que también caracterizan a las viviendas, aunque tengan muy poco peso en la primera componente principal.

DISTANCIAS ENTRE LAS VIVIENDAS TIPO DE LOS BARRIOS OBTENIDOS POR BLOQUES DE 200 m				
BARRIOS	200-1	200-2	200-3	200-4
200-1	0	2'0039	3'0180	4'6637
200-2	2'0039	0	1'1841	2'8489
200-3	3'0180	1'1841	0	2'0124
200-4	4'6637	2'8489	2'0124	0
SUMA DE DISTANCIAS	9'6856	6'0369	6'2145	9'5250
(TOTAL DE LA SUMA DE DISTANCIAS = 31'4620)				
% S/TOTAL DE LA SUMA DE DISTANCIAS	30'7851	19'1879	19'7524	30'2746
REPARTO UNIFORME DE DISTANCIAS (100/4)	25	25	25	25
DIFERENCIA	5'7851	-5'8121	-5'2476	5'2746
DISTANCIAS ENTRE LAS VIVIENDAS TIPO DE LOS BARRIOS OBTENIDOS POR BLOQUES DE 400 m				
BARRIOS	400-1	400-2	400-3	400-4
400-1	0	1'7505	2'8088	4'2300
400-2	1'7505	0	1'5448	2'8067
400-3	2'8088	1'5448	0	1'6438
400-4	4'2300	2'8067	1'6438	0
SUMA DE DISTANCIAS	8'7893	6'1020	5'9974	8'6805
(TOTAL DE LA SUMA DE DISTANCIAS = 29'5692)				
% S/TOTAL DE LA SUMA DE DISTANCIAS	29'7245	20'6365	20'2825	29'3566
REPARTO UNIFORME DE DISTANCIAS (100/4)	25	25	25	25
DIFERENCIA	4'7245	-4'3635	-4'7175	4'3564

Tabla 27

ORDENACIÓN DE LAS DISTANCIAS ENTRE LAS VIVIENDAS TIPO	
DE LOS BARRIOS OBTENIDOS POR BLOQUES DE 200 m	DE LOS BARRIOS OBTENIDOS POR BLOQUES DE 400 m
B1-B4: 4'6637	B1-B4: 4'2300
B1-B3: 3'0180	B1-B3: 2'8088
B2-B4: 2'8489	B2-B4: 2'8067
B3-B4: 2'0124	B1-B2: 1'7505
B1-B2: 2'0039	B3-B4: 1'6438
B2-B3: 1'1841	B2-B3: 1'5448

Tabla 28

Sobre el plano bifactorial recogido en las Figuras 27 y 28 (o en las Figuras 29 y 30) se aprecia que las viviendas tipo más alejadas entre sí son las de los barrios 1 y 4, luego las de los barrios 1 y 3 y las de los barrios 2 y 4, en el otro extremo; las menos alejadas son las de los barrios 2 y 3. Esta misma ordenación coincide con la de las distancias estadísticas calculadas sobre las 13 variables intervinientes en el ACP, como puede observarse en la Tabla 28, obtenida a partir de los datos suministrados por la Tabla 27. Evidentemente, las viviendas tipo situadas en los extremos del primer eje, las de los barrios 1 y 4, son las más alejadas globalmente de todas las demás, lo cual también tiene su reflejo en que presentan las mayores distancias estadísticas totales, en relación al conjunto de características estudiadas (véanse las dos filas denominadas suma de distancias de la Tabla 27); además son las dos viviendas tipo con una distancia total superior a la media (véanse las dos filas denominadas diferencia de la Tabla 27). Por el contrario, las viviendas tipo de los

barrios situados sobre el plano bifactorial en posiciones intermedias (barrios 2 y 3), presentan las menores distancias totales (véanse las sumas de distancias). La posición en la nube de la vivienda tipo del barrio 3 sugiere que ésta es la que más se parece, en promedio, al perfil prototípico de la vivienda en venta del conjunto de la ciudad. Cabe destacar, finalmente, que la división en bloques de 200 metros da lugar a una asignación de viviendas por barrios cuyos centros de gravedad, en conjunto, presentan mayores distancias entre sí que los centros de gravedad obtenidos por bloques de 400 metros, de lo cual podría deducirse que aquélla resulta algo más diferenciadora, aunque muy levemente (no obstante, no se debe olvidar que sus bloques tienen una extensión cuatro veces inferior).

En definitiva, la división en barrios aplicando como criterio diferenciador los valores de la primera componente principal, es decir, la calidad global de la vivienda, delimita unos barrios cuyos centros de gravedad presentan unas distancias sobre el plano bifactorial que son coherentes con las distancias estadísticas multivariantes, calculadas sobre las 13 variables que intervienen en el ACP. Evidentemente, a ello no es ajeno el hecho de que en la primera componente principal, tengan cierto peso nueve de las trece variables, siendo, por tanto, escaso el número de variables que apenas influyen en su definición, y además, éstas son variables que aportan poco poder de discriminación y poca distancia, pues

en caso contrario hubieran entrado a formar parte de la primera componente principal.

En los dos capítulos siguientes se van a poner en práctica unos filtros de calidad, para verificar si la metodología de zonificación de la ciudad propuesta y desarrollada en este capítulo, ha dado como resultado unos barrios en los cuales las características de sus viviendas son claramente diferentes de uno a otro. Estos mismos filtros de calidad se aplicarán sobre las agrupaciones de viviendas por sectores administrativos, con el fin de dilucidar si el criterio de división propuesto, basado en la aplicación del método de Krigeaje sobre la primera componente principal, resulta más o menos discriminante que el criterio administrativo. Estos filtros de calidad a los que se ha hecho referencia, se basan en la aplicación de los contrastes estadísticos multivariantes y del ACPL, cuyas bases teóricas han sido abordadas en los capítulos III y IV, respectivamente.

APLICACIÓN DE CONTRASTES MULTIVARIANTES

1. INTRODUCCIÓN.

Como objetivo de carácter general, en el presente capítulo se pretende ahondar en el estudio de la vivienda desde un enfoque multivariante, sin duda el más adecuado para abarcar la gran variedad de características que confluyen simultáneamente sobre el bien urbano. El punto de partida para ello, es el acercamiento descriptivo realizado previamente sobre las características de la vivienda en venta, conocimientos extraídos mediante la aplicación del ACP. Como objetivo de carácter instrumental podemos considerar la aplicación de los contrastes multivariantes, descritos teóricamente en el capítulo III, que complementan desde la perspectiva inferencial el punto de vista descriptivo del ACP. Por último, el objetivo de carácter práctico consiste en poner de relieve las posibles diferencias y semejanzas, en cuanto a las características de la vivienda analizadas, entre los sectores administrativos de la ciudad, por un lado, y entre los barrios obtenidos mediante el Krigeaje por bloques de la

primera componente principal, por otro lado. De este análisis de semejanzas y diferencias realizado a través de los contrastes multivariantes se pueden deducir agrupaciones de sectores administrativos o de barrios con características homogéneas y, además, vislumbramos cuál de las zonificaciones de la ciudad (la de los sectores administrativos o la obtenida en el capítulo anterior por Krigeaje de la primera componente principal) tiene mayor poder de discriminación.

2. ALGUNOS COMENTARIOS SOBRE LA METODOLOGÍA.

Con la aplicación de los contrastes estadísticos de naturaleza multivariante se pretende llegar a confirmar o rechazar el hallazgo de las distintas agrupaciones que podrían llevarse a cabo entre sectores administrativos o entre barrios, debido a que tales contrastes tienen la cualidad de mostrar la existencia de diferencias significativas entre unos y otros, en lo que se refiere a varias características de la vivienda consideradas conjuntamente. Un rasgo destacable de los contrastes multivariantes que van a aplicarse es que la "materia prima informativa" no son las variables originales, observadas sobre las viviendas que componen la muestra, sino que van a ser utilizadas las componentes principales obtenidas en el capítulo V. Esto es, se van a contrastar los valores que toman las componentes principales 1, 2, 3, etc. en las viviendas de un determinado barrio o sector administrativo frente a los

valores que toman estas componentes principales en las viviendas de otro barrio o sector.

Hay diversas razones que justifican la utilización de las componentes principales, en lugar de las variables originales, a la hora de llevar a cabo los contrastes: una de ellas se fundamenta en la ventaja de que el contraste pueda enriquecerse gradualmente con mayor cantidad de información, lo cual está asegurado con la introducción escalonada de las componentes principales. Como consecuencia de ello, es frecuente la aparición de casos en los que se acepta la existencia de homogeneidad entre dos barrios (es decir, se rechaza la existencia de diferencias significativas) en relación con las primeras componentes principales, pero al incrementar la cantidad de información con la introducción de una más en el contraste se produce la ruptura de dicha homogeneidad. Por el contrario, la decisión de utilizar unas variables originales en vez de otras resultaría más arbitraria desde el punto de vista estadístico al no poder jerarquizarlas, inequívocamente, desde las más a las menos discriminantes. Además, la utilización de las componentes principales en los contrastes permite tener una idea de la cantidad de información introducida, esto es, si se permite el símil químico: puede cuantificarse la riqueza en un sustancia que contiene la mezcla analizada. En cambio, la introducción de las variables originales en el contraste, aun cuando se hiciera desde las que presentan mayor coeficiente de variación hasta aquellas en las que éste es menor, no

permitiría una cuantificación conjunta de la cantidad de información implicada en el contraste.

Un tercer argumento que aconseja la utilización de las componentes principales arranca de las suposiciones que es necesario hacer en torno a algunos de los contrastes multivariantes que van a ser aplicados. Así, recordemos que los contrastes T^2 de Hotelling y Φ (véase el epígrafe 3 del capítulo III) requieren que las viviendas observadas provengan de una distribución normal multivariante e igualdad de las matrices de covarianzas en los barrios o sectores comparados, aunque ambos contrastes son bastante robustos en caso de moderadas desviaciones respecto de las citadas suposiciones. Por otro lado, los contrastes de variabilidad de Levene y de Van Valen son alternativas más robustas que el de Bartlett, cuando no puede asegurarse que la distribución conjunta de las 13 características de la vivienda estudiadas siga una normal multivariante, pero, indudablemente, los resultados de aquéllos mejoran si se cumple dicha suposición. En definitiva, el hecho de que sea aconsejable la normalidad multivariante es la clave que explica la tercera ventaja de utilizar en los contrastes las componentes principales, en lugar de las variables originales: por un lado, cada componente principal puede considerarse normalmente distribuida al ser combinación lineal de numerosas variables y, además, las componentes principales están incorrelacionadas entre sí; ambas condiciones nos aseguran la normalidad

multivariante de la distribución conjunta de las componentes principales. Por el contrario, no es fácil asegurar la normalidad multivariante en la distribución conjunta de las variables originales. De hecho, aunque se pueden realizar contrastes muy fiables sobre la normalidad univariante, no se puede decir lo mismo para el caso de la normalidad multivariante. De la normalidad marginal de las variables unidimensionales no se puede concluir la normalidad multivariante, en concreto, porque se ignoraría la posible correlación entre las variables. Si se tiene en cuenta la existencia de claras asociaciones entre algunas de las variables originales analizadas, se complica aún más la posibilidad de asegurar la normalidad multivariante en la distribución conjunta de éstas. Sin embargo, las componentes principales son asintóticamente independientes, por lo que la realización de un contraste de normalidad sobre cada componente principal sí sería suficiente para asegurar la normalidad multivariante de la distribución conjunta¹.

En definitiva, a través de estos contrastes se puede profundizar en el estudio de las homogeneidades o heterogeneidades entre los barrios o sectores administrativos de la ciudad, en relación con las características de

¹ Puede consultarse al respecto el artículo de CANO GUERVÓS, R.A.; CHICA OLMO, J.M.; HERMOSO GUTIÉRREZ, J.A. (1993, a): Aplicación de técnicas multivariantes para la agrupación de barrios en la ciudad de Granada. *Actas de la XIX Reunión de Estudios Regionales de la Asociación Española de Ciencia Regional*, 554-558. Asociación Castellano-Leonesa de Ciencia Regional, Salamanca.

las viviendas en venta. Ello nos llevará a la detección de aquellas agrupaciones entre barrios o sectores que pueden conceptuarse como sólidas, pues se acepta la formación de grupo considerando conjuntamente un número de componentes principales que recogen un alto porcentaje de la cantidad total de información. Al mismo tiempo, se ponen de manifiesto agrupaciones de barrios o sectores que pueden conceptuarse como frágiles, pues se rompen sus lazos a medida que se añade mayor cantidad de información, es decir, conforme se incrementa el número de componentes principales introducidas en el contraste. Todo ello sin olvidar el objetivo último, enunciado en el primer epígrafe de este capítulo, que es el de discernir cuál de los dos criterios de zonificación de la ciudad produce zonas con mayores diferencias entre sí respecto de las características de sus viviendas en venta (la división administrativa o la basada en el Krigeaje de la primera componente principal).

3. APLICACIÓN DE CONTRASTES MULTIVARIANTES ENTRE LOS SECTORES ADMINISTRATIVOS DE LA CIUDAD.

Recordemos brevemente que la clasificación de las viviendas efectuada mediante la combinación de los criterios de calidad global y tamaño, es decir, a través de las dos primeras componentes principales, recogería el 49'74% de la cantidad de información, ampliándose al 62'61% si se incluye también la tercera componente principal. En el presente

estudio se trabajará hasta la sexta componente principal, manejando en tal caso el 84'04% de la cantidad de información aportada por las 13 características analizadas sobre el mercado de la vivienda de la ciudad (véase la Tabla 2 del capítulo V).

Por otro lado, la representación de las viviendas tipo o centros de gravedad de los sectores administrativos de la ciudad ponía de manifiesto gráficamente la existencia de diferencias y semejanzas entre ellos, al menos en lo que se refiere a las dos primeras componentes principales, que generan el plano bifactorial (véase la Figura 3 del capítulo V). Para confirmar o rechazar con un criterio analítico, la existencia de agrupaciones de sectores administrativos que podrían hacerse aparentemente a la vista de la citada figura, se aplican los contrastes multivariantes sobre todas las combinaciones posibles de sectores. El primer test utilizado ha sido el T^2 de Hotelling, con la finalidad de comparar parejas de sectores administrativos en relación con varias componentes principales. En el capítulo III se explicó dicho contraste como una generalización del estadístico t-Student para más de una variable (en este caso, para p componentes principales X_1, X_2, \dots, X_p) y dos muestras (en este caso, dos sectores administrativos), por lo que el estadístico t-Student también ha sido utilizado en los contrastes que vamos a comentar como un caso particular cuando $p = 1$.

Una vez contrastada la existencia de agrupaciones o parejas de dos sectores administrativos, homogéneos respecto de las componentes principales del plano bifactorial (las dos primeras), se procede a realizar comparaciones con el objeto de formar grupos que incluyan mayor número de sectores y mayor número de componentes principales. El contraste utilizado para comparar tres o más sectores en relación con varias componentes principales es el de la razón de verosimilitudes o razón Λ de Wilks del análisis multivariante de la varianza, que se apoya en el estadístico Φ (aproximación de Srivastava y Carter, comentada en el capítulo III). En el caso particular de que $p = 1$, se estaría ante el contraste F del análisis de la varianza con un factor.

Aplicado el contraste T^2 de Hotelling a todas las posibles parejas de sectores, introduciendo escalonadamente en el análisis 1, 2, 3, 4, 5 y 6 componentes principales, se obtuvieran los resultados que se muestran en las Tablas 1, 2, 3, 4, 5 y 6, respectivamente. De la observación secuencial de estas tablas se puede extraer una consecuencia de carácter general: como era de esperar, puede observarse la tendencia de que a medida que se van agregando mayor número de componentes principales al contraste, se van rompiendo las parejas de sectores, por lo que el número de sectores que se pueden considerar homogéneos respecto de otro va disminuyendo de una tabla a la siguiente. Esta tendencia general se resume en la Tabla 7, donde se advierte que el número total de parejas de sectores de los

cuales se acepta la homogeneidad en sus valores medios, con un nivel de confianza del 99% (y, por tanto, también se acepta con el 90% y el 95%), disminuye de 13 a 10 al pasar del contraste con una componente principal al contraste con dos componentes principales, y termina siendo 5 si se incluyen las seis primeras componentes principales. En la Tabla 8.A se recoge una contabilización exhaustiva del número de enlaces que presenta cada sector administrativo, dependiendo del número de componentes principales introducidas en el contraste. La última fila, donde se recoge el total de enlaces que han presentado los sectores, evidentemente, dobla el número de parejas que se recoge en la última fila de la Tabla 7 (cada pareja contabilizada en la Tabla 7 se corresponde con dos enlaces en la Tabla 8.A). En las columnas de la Tabla 8.B se desglosa la información por número de componentes principales y por el nivel de confianza al que se acepta la existencia de homogeneidad entre los valores medios de los sectores que forman pareja. Puede observarse en las Tablas 8.A y 8.B que los sectores con mayor número de enlaces, esto es, aquellos para los que se acepta la igualdad de valores medios en mayor número de comparaciones, son los de Pedro Antonio de Alarcón, Constitución-Plaza de Toros-Doctores y Camino de la Sierra y los que presentan menos son los sectores del Centro y, sobre todo, de Almanjáyar-Cartuja, que no forma pareja con ninguno de los otros ocho sectores, sea cual sea el nivel de confianza utilizado y el número de componentes principales introducidas en el análisis; es, por tanto, un sector absolutamente heterogéneo respecto

del resto. Podría decirse que, la delimitación administrativa de Almanjáyar-Cartuja como sector responde fielmente a una realidad diferente a la de los demás, al menos en lo que se refiere a las características de sus viviendas en venta.

A continuación se van a comentar brevemente los resultados obtenidos en los contrastes con la primera componente principal, que ha sido la utilizada para obtener los barrios mediante el Krigeaje por bloques; los obtenidos con las dos primeras componentes principales, y los obtenidos con las seis primeras componentes principales, número máximo de éstas que se han introducido en los contrastes. Así, en la Tabla 1 pueden observarse los contrastes llevados a cabo entre los sectores administrativos, en relación con la primera componente principal. Contabilizamos un total de 13 parejas de entre las 36 posibles combinaciones. Como ya se ha comentado, el único sector del que se rechaza que forme pareja con cualquiera de los demás es el de Almanjáyar-Cartuja. El resto de los sectores mantiene enlaces, más o menos numerosos y más o menos fuertes, con alguno de los demás. Dentro de ellos, se perfilan como sectores algo más diferenciados del resto la pareja Zaidín-La Chana, que apenas presenta enlaces con los demás sectores². Si se exceptúan los tres sectores citados (Almanjáyar-Cartuja, Zaidín y La

² Recordemos que en el epígrafe 4.3. del capítulo V ya se habían comentado las similitudes entre ambos sectores. Puede consultarse al respecto la nota a pie de página número 29 del citado capítulo.

Chana), además del sector del Centro (que sólo forma pareja con el sector de Pedro Antonio de Alarcón), los cinco sectores restantes presentan enlaces entre cada uno de ellos con todos los demás. Estos cinco sectores tienen como característica común el no ser sectores periféricos (véase la Figura 6 del capítulo V).

Las parejas de sectores administrativos homogéneos (desde el punto de vista del valor medio de la primera componente principal) pueden ser orladas con el añadido de sectores adicionales, comprobando con el contraste F si se mantiene la homogeneidad para estos nuevos grupos más numerosos o, por el contrario, se aprecia una diferencia significativa entre los sectores incluidos en las nuevas agrupaciones. De esta forma pueden obtenerse las agrupaciones recogidas en la Tabla 9. En ésta se observa la nítida diferenciación de los sectores del Centro y Almanjáyar-Cartuja, situados en los extremos opuestos en cuanto a la calidad global de sus viviendas, pues ninguno de los dos entra a formar parte de grupo alguno. Por otro lado, el grupo de los cuatro sectores de calidad global de la vivienda media (CT, CR, RE y SI) es fuertemente homogéneo en relación con esta característica, como lo prueba el hecho de que se acepte la hipótesis conjunta de igualdad de medias (además de que para todos los posibles tríos en que se hallan implicados tres de estos cuatro sectores se acepta la hipótesis de igualdad). Pero el hallazgo de homogeneidades, esto es, de escasas diferencias en los comportamientos medios, no termina aquí,

pues al grupo de cuatro sectores de calidad global de la vivienda media (CT, CR, RE, SI) puede añadirse el sector de calidad global media-alta, representado por Pedro Antonio de Alarcón, aceptándose la homogeneidad para este nuevo grupo de cinco sectores administrativos (véase la Tabla 9). Lo mismo ocurre si el grupo de cuatro sectores de calidad global media es orlado con el sector de calidad global de la vivienda media-baja de La Chana, formando un segundo grupo de cinco sectores administrativos del cual se acepta la hipótesis de homogeneidad entre los valores medios de la primera componente principal. A la vista de estas agrupaciones tan numerosas, podría afirmarse que la división en sectores administrativos no consigue diferenciar nítidamente entre sí las distintas zonas de la ciudad, si se utiliza como criterio comparativo la calidad global de las viviendas en venta, a pesar de ser este criterio el más discriminante dentro de la muestra de viviendas considerada. Por ello, era de esperar que una zonificación llevada a cabo conforme al criterio de la calidad global de las viviendas, diera lugar a una división de la ciudad diferente a la administrativa.

1 CP	CH	AL	CT	CR	ZA	PA	CE	RE	SI
CH		-4'215 62	2'964 44	2'733 39	-0'348 39 90%	4'435 42	5'749 55	3'961 35	1'934 64 95%
AL			9'395 80	8'853 75	4'496 75	11'419 78	14'267 91	9'830 71	8'366 100
CT				-0'718 57 90%	-3'884 57	1'305 60 90%	3'171 73	-0'378 53 90%	-1'118 82 90%
CR					-3'407 52	2'158 55 99%	4'027 68	0'445 48 90%	-0'400 77 90%
ZA						5'429 55	7'353 68	4'161 48	2'835 77
PA							1'862 71 95%	-1'950 51 95%	-2'453 80 99%
CE								-3'778 64	-4'595 93
RE									-0'757 73 90%
SI									

Nota: en cada casilla figura el valor del estadístico experimental y los grados de libertad del estadístico teórico. En sombreado aparece el nivel de confianza al que se acepta la hipótesis de formación de grupo: así, 90% significa que se acepta la hipótesis si se trabaja con un nivel de confianza igual al 90% (y, por tanto, también se acepta al 95% y al 99%); 95% significa que se rechaza con un nivel de confianza igual al 90%, pero se acepta con un nivel igual al 95% (y, por tanto también al 99%); 99% significa que se rechaza con un nivel de confianza igual al 95%, pero se acepta con un nivel igual al 99%; cuando no hay sombreado significa que no se acepta la hipótesis de formación grupo, aunque se trabaje con un nivel de confianza del 99%.

Tabla 1: contrastes de medias entre los sectores administrativos, con la primera componente principal.

2 CP	CH	AL	CT	CR	ZA	PA	CE	RE	SI
CH		11'194 2, 61	4'469 2, 43 99%	11'375 2, 38	0'965 2, 38 90%	17'709 2, 41	20'160 2, 54	7'683 2, 34	3'042 2, 63 95%
AL			46'980 2, 79	63'041 2, 74	18'640 2, 74	91'752 2, 77	119'408 2, 90	48'698 2, 70	46'806 2, 99
CT				5'338 2, 56	7'419 2, 56	4'353 2, 59 99%	5'353 2, 72	1'069 2, 52 90%	0'930 2, 81 90%
CR					14'372 2, 51	2'400 2, 54 90%	8'807 2, 67	12'652 2, 47	5'693 2, 76
ZA						22'435 2, 54	29'571 2, 67	9'719 2, 47	4'354 2, 76 99%
PA							2'745 2, 70 95%	12'574 2, 50	6'894 2, 79
CE								10'891 2, 63	10'563 2, 92
RE									3'796 2, 72 99%
SI									

Tabla 2: contrastes de medias entre los sectores administrativos, con las dos primeras componentes principales.

3 CP	CH	AL	CT	CR	ZA	PA	CE	RE	SI
CH		26'043 3, 60	5'050 3, 42	10'055 3, 37	0'703 3, 37 90%	20'697 3, 40	23'608 3, 53	6'188 3, 33	2'730 3, 62 95%
AL			70'432 3, 78	90'411 3, 73	36'595 3, 73	141'041 3, 76	172'778 3, 89	63'570 3, 69	45'209 3, 98
CT				3'495 3, 55 99%	8'360 3, 55	5'065 3, 58	4'762 3, 71	0'906 3, 51 90%	14'511 3, 80
CR					13'468 3, 50	3'267 3, 53 99%	6'232 3, 66	8'594 3, 46	17'909 3, 75
ZA						28'518 3, 53	32'677 3, 66	6'881 3, 46	3'872 3, 75 99%
PA							2'630 3, 69 95%	12'709 3, 49	36'191 3, 78
CE								10'046 3, 62	45'771 3, 91
RE									10'100 3, 71
SI									

Tabla 3: contrastes de medias entre los sectores administrativos, con las tres primeras componentes principales.

4 CP	CH	AL	CT	CR	ZA	PA	CE	RE	SI
CH		22'942 4, 59	3'736 4, 41 99%	8'092 4, 36	0'513 4, 36 90%	25'487 4, 39	20'390 4, 52	5'175 4, 32	2'023 4, 61 90%
AL			55'919 4, 77	78'056 4, 72	34'060 4, 72	157'54 4, 75	151'822 4, 88	60'335 4, 68	34'279 4, 97
CT				4'600 4, 54	6'181 4, 54	8'822 4, 57	6'025 4, 70	0'900 4, 50 90%	11'264 4, 79
CR					12'061 4, 49	2'600 4, 52 99%	4'720 4, 65	7'104 4, 45	13'303 4, 74
ZA						34'075 4, 52	28'048 4, 65	5'614 4, 45	2'933 4, 74 99%
PA							2'206 4, 68 95%	17'950 4, 48	28'298 4, 77
CE								10'135 4, 61	34'626 4, 90
RE									7'648 4, 70
SI									

Tabla 4: contrastes de medias entre los sectores administrativos, con las cuatro primeras componentes principales.

5 CP	CH	AL	CT	CR	ZA	PA	CE	RE	SI
CH		18'148 5, 58	6'210 5, 40	9'623 5, 35	0'788 5, 35 90%	29'106 5, 38	18'075 5, 51	4'153 5, 31	3'229 5, 60 99%
AL			57'179 5, 76	65'182 5, 71	27'002 5, 71	136'909 5, 74	124'323 5, 87	47'584 5, 67	28'309 5, 96
CT				3'631 5, 53	8'696 5, 53	7'229 5, 56	4'751 5, 69	2'139 5, 49 95%	9'661 5, 78
CR					12'328 5, 48	2'070 5, 51 95%	3'754 5, 64	6'954 5, 44	10'511 5, 73
ZA						34'554 5, 51	24'681 5, 64	4'397 5, 44	3'684 5, 73
PA							1'752 5, 67 90%	17'603 5, 47	22'737 5, 76
CE								9'010 5, 60	27'400 5, 89
RE									6'555 5, 69
SI									

Tabla 5: contrastes de medias entre los sectores administrativos, con las cinco primeras componentes principales.

6 CP	CH	AL	CT	CR	ZA	PA	CE	RE	SI
CH		16'380 6, 57	6'604 6, 39	8'148 6, 34	1'908 6, 34 90%	24'232 6, 37	15'653 6, 50	3'578 6, 30	6'888 6, 59
AL			50'421 6, 75	54'512 6, 70	22'755 6, 70	114'645 6, 73	104'451 6, 86	42'972 6, 66	23'609 6, 95
CT				3'079 6, 52 99%	7'199 6, 52	6'379 6, 55	3'906 6, 68	2'410 6, 48 99%	12'558 6, 77
CR					10'266 6, 47	1'692 6, 50 90%	3'111 6, 63	5'706 6, 43	10'107 6, 72
ZA						29'747 6, 50	21'050 6, 63	6'056 6, 43	4'635 6, 72
PA							1'621 6, 66 90%	14'588 6, 46	21'770 6, 75
CE								7'834 6, 59	28'224 6, 88
RE									11'546 6, 68
SI									

Tabla 6: contrastes de medias entre los sectores administrativos, con las seis primeras componentes principales.

CONTRASTES DE MEDIAS	NÚMERO DE PAREJAS					
	1 CP	2 CP	3 CP	4 CP	5 CP	6 CP
90%	8	4	2	3	2	3
95%	3	2	2	1	2	0
99%	2	4	3	3	1	2
TOTAL	13	10	7	7	5	5

Nota: en la tabla aparece el nivel de confianza al que se acepta la hipótesis de formación de grupo: así, 90% significa que se acepta la hipótesis si se trabaja con un nivel de confianza igual al 90% (y, por tanto, también se acepta al 95% y al 99%); 95% significa que se rechaza con un nivel de confianza igual al 90%, pero se acepta con un nivel igual al 95% (y, por tanto también al 99%); 99% significa que se rechaza con un nivel de confianza igual al 95%, pero se acepta con un nivel igual al 99%.

Tabla 7

SECTOR	1 CP	2 CP	3 CP	4 CP	5 CP	6 CP	TOTAL
CH	2	3	2	3	2	1	13
AL	0	0	0	0	0	0	0
CT	4	4	2	2	1	2	15
CR	4	1	2	1	1	2	11
ZA	1	2	2	2	1	1	9
PA	5	3	2	2	2	2	16
CE	1	1	1	1	1	1	6
RE	4	2	1	1	1	1	10
SI	5	4	2	2	1	0	14
TOTAL	26	20	14	14	10	10	94

Tabla 8.A: número de parejas que forman los sectores administrativos, según el número de componentes principales introducidas en el contraste.

SEC-TOR	1 CP			2 CP			3 CP			4 CP			5 CP			6 CP		
	90	95	99	90	95	99	90	95	99	90	95	99	90	95	99	90	95	99
CH	1	1	0	1	1	1	1	1	0	2	0	1	1	0	1	1	0	0
AL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CT	4	0	0	2	0	2	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	2
CR	3	0	1	1	0	0	0	0	2	0	0	1	0	1	0	1	0	1
ZA	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0
PA	1	2	2	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	2	0	0
CE	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0
RE	3	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
SI	3	1	1	1	1	2	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0
TO-TAL	16	6	4	8	4	8	4	4	6	6	2	6	4	4	2	6	0	4

Nota: en las columnas aparece el nivel de confianza al que se acepta la hipótesis de formación de grupo: así, 90 significa que se acepta la hipótesis si se trabaja con un nivel de confianza igual al 90% (y, por tanto, también al 95% y al 99%); 95 significa que se rechaza con un nivel de confianza igual al 90%, pero se acepta con un nivel igual al 95% (y, por tanto también al 99%); 99 significa que se rechaza con un nivel de confianza igual al 95%, pero se acepta con un nivel igual al 99%. trabaje con un nivel de confianza del 99%.

Tabla 8.B: número de parejas que forman los sectores administrativos, según el número de componentes principales introducidas en el contraste y el nivel de confianza.

SECTORES	F-exp	G.L.	GRUPO (N.C.)
GRUPOS DE 3 SECTORES			
CT, CR, RE	0'321	2, 79	SÍ (90%)
CT, RE, SI	0'329	2, 99	SÍ (90%)
CT, CR, SI	0'697	2, 108	SÍ (90%)
CT, RE, SI	0'812	2, 104	SÍ (90%)
CT, RE, PA	1'713	2, 82	SÍ (90%)
CT, CR, PA	2'125	2, 86	SÍ (90%)
CT, SI, PA	3'102	2, 111	SÍ (99%)
CR, RE, PA	3'260	2, 77	SÍ (99%)
CR, SI, PA	3'458	2, 106	SÍ (99%)
RE, SI, PA	3'615	2, 102	SÍ (99%)
CH, CR, SI	2'616	2, 90	SÍ (95%)
CH, RE, SI	3'283	2, 86	SÍ (99%)
CH, CT, SI	3'537	2, 95	SÍ (99%)
GRUPOS DE 4 SECTORES			
CT, CR, RE, SI	0'581	3, 130	SÍ (90%)
CT, CR, RE, PA	1'817	3, 108	SÍ (90%)
CT, CR, SI, PA	2'352	3, 137	SÍ (95%)
CT, RE, SI, PA	2'381	3, 133	SÍ (95%)
CR, RE, SI, PA	2'643	3, 128	SÍ (95%)
CH, CR, RE, SI	2'497	3, 112	SÍ (95%)
CH, CT, CR, SI	2'632	3, 121	SÍ (95%)
CH, CT, RE, SI	2'984	3, 117	SÍ (99%)
CH, CT, CR, RE	4'090	3, 92	NO
GRUPOS DE 5 SECTORES			
CT, CR, RE, SI, PA	1'969	4, 159	SÍ (90%)
CH, CT, CR, RE, SI	2'378	4, 143	SÍ (95%)
GRUPOS DE 6 SECTORES			
CH, CT, CR, RE, SI, PA	3'621	5, 172	NO

Tabla 9: contrastes de medias entre los sectores administrativos, con la primera componente principal (agrupaciones de sectores).

SECTORES	Φ -exp.	G.L.	GRUPO (N.C.)
GRUPOS DE 3 SECTORES			
CT, RE, SI	7'40737	4	SÍ (90%)
CH, CT, SI	8'84126	4	SÍ (95%)
CH, ZA, SI	13'1965	4	SÍ (99%)
CT, ZA, SI	14'2375	4	NO
CH, CT, RE	14'2515	4	NO
CH, RE, SI	15'0239	4	NO
CH, ZA, CT	17'9651	4	NO
CT, CR, SI	14'191	4	NO
CT, PA, SI	15'4087	4	NO
CT, CR, PA	15'9722	4	NO
GRUPOS DE 4 SECTORES			
CH, CT, RE, SI	15'8011	6	SÍ (99%)
CH, ZA, CT, SI	19'5183	6	NO
ZA, CT, RE, SI	23'8053	6	NO
CH, ZA, RE, SI	26'7606	6	NO
CT, CR, RE, SI	24'277	6	NO
GRUPOS DE 5 SECTORES			
CT, CR, RE, SI, PA	37'7791	8	NO
CH, CT, CR, RE, SI	35'4228	8	NO
CH, ZA, CT, RE, SI	29'9485	8	NO

Tabla 10: contrastes de medias entre los sectores administrativos, con las dos primeras componentes principales (agrupaciones de sectores).

Por otro lado, los resultados de los contrastes realizados con las dos primeras componentes principales se recogen en la Tabla 2 y en la Tabla 10. En la Tabla 2 se pone de manifiesto la existencia de parejas de sectores homogéneos en cuanto a las dos primeras componentes principales. Se

observa nuevamente el aislamiento del sector de Almanjáyar-Cartuja, y la relativamente buena delimitación de los sectores del Centro y del Camino de Ronda, que sólo forman pareja con el sector de Pedro Antonio de Alarcón (pero no forman pareja entre sí). El resto de los sectores presenta numerosos enlaces mutuos. En la Tabla 10 se recogen los resultados de los contrastes realizados con el test Φ , que permite considerar agrupaciones más numerosas. La comparación de la Tabla 10 con la Tabla 9 pone de relieve la gran cantidad de grupos que se deshacen al añadir la información de la segunda componente principal. Así, se pasa de 13 grupos de 3 sectores a, solamente, 3 grupos; de 8 grupos de 4 a 1, y de 2 grupos de 5 a ninguno.

Es de destacar el grupo de tres sectores situados en el plano bifactorial en la zona de calidad global de la vivienda en venta calificada como media: Constitución-Plaza de Toros-Doctores, Realejo y Camino de la Sierra. Es el único grupo de tres del que se admite su cohesión interna con un nivel de confianza del 90%. Dentro de este trío, el sector de Constitución-Plaza de Toros-Doctores es el único que forma pareja, por una parte, con aquél cuyo centro de gravedad lo sitúa en la calidad global de la vivienda media-alta (sector de Pedro Antonio de Alarcón) y, por otra parte, con otro sector situado en la zona de calidad media-baja, concretamente con el sector de La Chana. En este sentido, podríamos calificar al sector de Constitución-Plaza de Toros-Doctores como un sector

"comodín" o de transición, en el sentido de que forma pareja no sólo con los más cercanos, ubicados en la franja de calidad global media, sino también con sectores bastante alejados en el plano bifactorial, y situados tanto por encima como por debajo en cuanto a la calidad global de sus viviendas en venta. La razón de que el sector de Constitución se configure como el engarce entre sectores ubicados en tres ámbitos diferentes puede deberse a que en dicho sector se podrían diferenciar algunas zonas de clase alta, con una oferta de viviendas caracterizada por buenas calidades y precios elevados, en tanto que a las espaldas de las principales vías se encuentran también zonas de edificación antigua y calidad media o baja. En definitiva, su heterogeneidad puede explicar el hecho de que mantenga enlaces con sectores cuya calidad global de la vivienda es tan diferente³.

Los otros dos grupos de 3 sectores que pueden formarse incluyen a sectores de calidad media y media-baja. Uno de ellos es el formado por Constitución-Plaza de Toros-Doctores y Camino de la Sierra (calidades medias) con La Chana (media-baja) y el otro lo constituyen los sectores de La Chana y Zaidín (media-baja) junto con el del Camino de la Sierra. De entre todas las posibles combinaciones de cuatro sectores que podrían hacerse con estos cinco sectores implicados en grupos de tres, sólo puede

³ En el epígrafe 4.3. del capítulo V se comentaron las heterogeneidades del sector de Constitución-Plaza de Toros-Doctores en lo que se refiere a su estructura urbana y nivel socioeconómico. Véase al respecto la nota a pie de página número 26 del citado capítulo.

aceptarse la formación de grupo de cuatro en el caso de la combinación que incluye a los sectores de La Chana junto con el trío del Camino de la Sierra, Constitución-Plaza de Toros-Doctores y Realejo, no pudiendo aceptarse la formación de ningún grupo de 5 sectores (véase la Tabla 10)⁴. Se pueden extraer las siguientes conclusiones de los contrastes realizados sobre las dos primeras componentes principales. En primer lugar, que existe un sector nítidamente diferenciado del resto que es el de Almanjáyar-Cartuja, una zona considerada socioeconómicamente como marginal y cuyas características inmobiliarias son bastante inferiores a las de los demás sectores. Sin embargo, hay dos grupos de sectores homogéneos y, por tanto, no tan claramente diferenciados: por un lado el que incluye a los sectores de Constitución-Plaza de Toros-Doctores, Camino de la Sierra y Realejo, estos dos últimos geográficamente contiguos. Por otro lado, el que incluye a los sectores del Zaidín y La Chana, caracterizados por ser de clase media y obrera, aunque geográficamente no colindantes. Además, entre estos dos grupos de sectores hay diversos enlaces, por lo que la separación entre ellos tampoco es suficientemente nítida desde el punto de vista de las características de sus viviendas en venta y aún más confusa teniendo en cuenta la existencia de contigüidad espacial en algunos de ellos

⁴ Aunque no se muestra en las tablas aquí recogidas, puede comentarse como información suplementaria que al añadir mayor cantidad de información a través de la tercera componente principal, se pierde la homogeneidad en los tres tríos y en el cuarteto que se habían formado con las dos primeras componentes principales (recogidos en la Tabla 10), no pudiendo aceptarse, además, la formación de ningún grupo con un número de integrantes superior a dos. Hay que tener en cuenta que en tal caso se está manejado el 63% de la cantidad de información suministrada por las 13 variables originales.

(por ejemplo, entre Camino de la Sierra y Zaidín y entre Constitución-Plaza de Toros-Doctores y La Chana). Consecuentemente, la delimitación administrativa no discrimina suficientemente en relación con las características de la vivienda que están siendo analizadas, pues se consideran sectores diferentes a pesar de ser homogéneos en un amplio abanico de características de la vivienda, pudiendo también estar ocurriendo lo contrario: considerar dentro de un mismo sector viviendas cuyas características son bastante heterogéneas (este podría ser el caso del sector de Constitución-Plaza de Toros-Doctores).

Antes de examinar si estos mismos problemas aparecen en la división de la ciudad realizada mediante el Krigeaje por bloques de la primera componente principal, veamos brevemente los resultados obtenidos en los contrastes realizados incluyendo las seis primeras componentes principales y los resultados de los contrastes sobre la variabilidad.

En la Tabla 6 se recogen los contrastes realizados con el test T^2 de Hotelling, introduciendo la información facilitada por las seis primeras componentes principales, lo que supone el 84'04% de la cantidad de información suministrada por las 13 características estudiadas sobre la muestra de viviendas en venta. La comparación entre las parejas que aparecen en la Tabla 6 con las que aparecen en las anteriores, sugiere la idea de estabilidad, en el sentido de que las parejas cuya homogeneidad es

aceptada ahora también aparecen en los contrastes con menor número de componentes principales. Por tanto, la tendencia general es hacia la disminución del número de enlaces a medida que se agregan componentes, pero esa disminución se va produciendo por eliminación paulatina de las parejas de las que se partía al inicio. No es pues una disminución errática (aun cuando en alguna ocasión aparezca una pareja que no se formaba con menor número de componentes principales), sino una disminución dentro del número de parejas que se formaban con un menor número de componentes principales. En concreto, la pareja formada por los sectores del Zaidín y de La Chana es aceptada al nivel de confianza del 90%, con cualquier número de componentes principales; también son aceptadas en todos los casos las parejas formadas por los sectores del Camino de Ronda y Pedro Antonio de Alarcón, la de este último con el sector del Centro y, finalmente, la del sector de Constitución-Plaza de Toros-Doctores con el sector del Realejo. No obstante, estas tres últimas parejas no se aceptan en todos los casos si se trabaja con el 90% de nivel de confianza, sino que en ocasiones la aceptación se produce para niveles de confianza mayores al 90% (iguales al 95% o al 99%).

En relación con los contrastes de variabilidad, se muestran solamente los efectuados sobre las seis primeras componentes principales. Como se comentó en el capítulo III, se han aplicado los contrastes de Levene y de Van Valen. En este caso particular, el contraste de Levene requiere la

transformación de los valores que toman las componentes principales para las viviendas del muestreo en desviaciones absolutas respecto de la mediana; a continuación, las comparaciones entre dos o más de dos sectores se efectúan introduciendo los valores transformados en un contraste T^2 de Hotelling o Φ , respectivamente. Como se sabe, el contraste de Van Valen amplifica la posibilidad de obtener un resultado significativo en caso de que exista una mayor cantidad de variación en los datos de un sector que en los de otro, siempre y cuando esa mayor dispersión se produzca en casi todas las componentes principales. Los resultados de los contrastes de Levene se recogen en la Tabla 11, los de Van Valen en la Tabla 12 y la contabilización de ambos en la Tabla 13. En una primera aproximación se observa que los sectores tienen un comportamiento mucho más homogéneo en cuanto a la dispersión de sus datos que en cuanto a los valores medios, formándose un total de 19 parejas, de 36 posibles, tanto si se utiliza un tipo de contraste como si se utiliza el otro. No obstante, es posible realizar una matización entre ambos contrastes: si se exigen niveles de confianza más bajos que el 99%, el contraste de Van Valen se muestra como más discriminante que el de Levene, pues para un nivel de confianza del 90% acepta 11 parejas frente a 14 y para un nivel de confianza del 95% acepta 12 frente a 17.

6 CP	CH	AL	CT	CR	ZA	PA	CE	RE	SI
CH		0'995 6, 57 90%	5'422 6, 39	1'992 6, 34 95%	0'932 6, 34 90%	2'077 6, 37 95%	3'328 6, 50	1'820 6, 30 90%	1'861 6, 59 90%
AL			8'247 6, 75 90%	1'851 6, 70 90%	1'335 6, 70	3'400 6, 73	8'886 6, 86	3'888 6, 66	2'204 6, 95 99%
CT				6'502 6, 52	6'913 6, 52	1'244 6, 55 90%	1'463 6, 68 90%	2'291 6, 48 95%	3'689 6, 77
CR					2'362 6, 47 99%	1'649 6, 50 90%	4'710 6, 63	1'307 6, 43 90%	1'719 6, 72 90%
ZA						4'255 6, 50	6'613 6, 63	4'083 6, 43	3'732 6, 72
PA							1'466 6, 66 90%	1'778 6, 46 90%	3'109 6, 75
CE								1'779 6, 59 90%	7'624 6, 88
RE									5'292 6, 68
SI									

Nota: en cada casilla figura el valor del estadístico experimental y los grados de libertad del estadístico teórico. En sombreado aparece el nivel de confianza al que se acepta la hipótesis de formación de grupo: así, 90% significa que se acepta la hipótesis si se trabaja con un nivel de confianza igual al 90% (y, por tanto, también al 95% y al 99%); 95% significa que se rechaza con un nivel de confianza igual al 90%, pero se acepta con un nivel igual al 95% (y, por tanto también al 99%); 99% significa que se rechaza con un nivel de confianza igual al 95%, pero se acepta con un nivel igual al 99%; cuando no hay sombreado significa que no se acepta la hipótesis de formación grupo, aunque se trabaje con un nivel de confianza del 99%.

Tabla 11: contrastes de Levene entre los sectores administrativos, con las seis primeras componentes principales.

6 CP	CH	AL	CT	CR	ZA	PA	CE	RE	SI
CH		-1'204 62; < 90%	-5'143 44; <	-2'771 39; <	-0'897 39; < 90%	-3'245 42; <	-4'900 55; <	-2'156 35; < 99%	-2'849 64; <
AL			-5'569 80; <	-2'828 75; <	0'305 75; > 90%	-3'227 78; <	-6'265 91; <	-2'033 71; < 99%	-3'432 100; <
CT				1'600 57; > 95%	5'128 57; >	1'712 60; > 99%	-0'884 73; < 90%	1'959 53; > 99%	1'156 82; > 90%
CR					2'599 52; >	-0'068 55; < 90%	-2'257 68; < 99%	0'411 48; > 90%	-0'371 77; < 90%
ZA						-3'010 55; <	-5'354 68; <	-1'908 48; < 99%	-2'920 77; <
PA							-2'400 71; < 90%	0'519 51; > 90%	-0'333 80; < 90%
CE								2'539 64; >	2'009 93; > 99%
RE									-0'769 73; < 90%
SI									

Nota: el porcentaje que aparece sombreado tiene el mismo significado que en la tabla anterior; el signo < indica que se trata de un contraste unilateral hacia la izquierda, entre la media de las desviaciones del sector correspondiente de la primera columna y la media de las desviaciones del sector correspondiente de la primera fila; el signo > indica que se trata de un contraste unilateral hacia la derecha.

Tabla 12: contrastes de Van Valen entre los sectores administrativos, con las seis primeras componentes principales.

SECTORES	LEVENE	90%	95%	99%	VAN VALEN	90%	95%	99%
CH	6	4	2	0	3	2	0	1
AL	4	3	0	1	3	2	0	1
CT	3	2	1	0	5	2	1	2
CR	6	4	1	1	5	3	1	1
ZA	3	2	0	1	3	2	0	1
PA	5	4	1	0	4	3	0	1
CE	3	3	0	0	3	1	0	2
RE	5	4	1	0	7	3	0	4
SI	3	2	0	1	5	4	0	1
TOTAL DE ENLACES	38	28	6	4	38	22	2	14
TOTAL DE PAREJAS	19	14	3	2	19	11	1	7

Nota: en algunas columnas aparece el nivel de confianza al que se acepta la hipótesis de homogeneidad de variabilidades: así, 90% significa que se acepta la hipótesis si se trabaja con un nivel de confianza igual al 90% (y, por tanto, también al 95% y al 99%); 95% significa que se rechaza con un nivel de confianza igual al 90%, pero se acepta con un nivel igual al 95% (y, por tanto también al 99%); 99% significa que se rechaza con un nivel de confianza igual al 95%, pero se acepta con un nivel igual al 99%.

Tabla 13: número de parejas que forman los sectores administrativos en los contrastes de Levene y Van Valen, con las seis primeras componentes principales.

4. APLICACIÓN DE CONTRASTES MULTIVARIANTES ENTRE LOS BARRIOS OBTENIDOS POR KRIGEAJE.

En este apartado se han aplicado nuevamente los contrastes multivariantes de valores medios y desviaciones sobre las viviendas que componen la muestra del mercado inmobiliario, pero éstas han sido reagrupadas conforme a un criterio diferente al de la pertenencia a un determinado sector administrativo. Como se ha comentado en ocasiones

precedentes, el criterio que ha conducido a un reagrupamiento alternativo de las viviendas en venta combina dos visiones complementarias, no contrapuestas, del fenómeno bajo estudio: por un lado, se tiene en cuenta un amplio conjunto de características de las viviendas, a través de la primera componente principal, y, por otro lado, también se contempla como un dato fundamental el lugar de localización de la vivienda en relación con las demás y el comportamiento de la primera componente principal a lo largo y ancho de la ciudad, mediante el Krigeaje por bloques de dicha variable. La ubicación de una vivienda en un determinado bloque y la estimación por Krigeaje de un valor medio para éste, que lo sitúa en uno de los cuatro tramos en los que se ha dividido el recorrido de la variable primera componente principal, señalan inequívocamente el barrio al que será asignada la vivienda en cuestión. Este criterio de zonificación, alternativo al criterio administrativo, produce un reagrupamiento de las viviendas en tantos barrios como tramos en lo que se haya dividido el recorrido de la primera componente principal, que en nuestro caso han sido los cuatro barrios delimitados por los cuartiles y la mediana de la variable.

Por otro lado, recordemos que con el fin de comprobar empíricamente si el tamaño de los bloques de estimación y, por tanto, la densidad de las estimaciones, influyen grandemente sobre los resultados finales, se realizaron las estimaciones sobre bloques de 200 metros de lado (40.000 m^2) y sobre bloques de 400 metros de lado (160.000 m^2).

Lógicamente, la utilización de un tamaño de bloque u otro da lugar a divisiones de la ciudad diferentes y, por ende, los cuatro barrios en los que se ha dividido no tienen porqué coincidir, como de hecho no ocurre (véase el epígrafe 6.2. del capítulo VI).

A continuación vamos a exponer los resultados obtenidos en los contrastes multivariantes aplicados sobre los barrios delimitados por Krigeaje de la primera componente principal. Los contrastes sobre los valores medios de los barrios, introduciendo escalonadamente de una a seis componentes principales, se recogen en las Tablas 14 a 19, para bloques de 200 metros de lado y en las Tablas 20 a 25, para bloques de 400 metros de lado. Como era de esperar, el valor que toma el estadístico experimental es menor en las comparaciones entre parejas de barrios numéricamente consecutivos (1-2, 2-3 y 3-4), que se sitúan junto a la diagonal de estas tablas, que en las comparaciones de los barrios no consecutivos (1-3, 2-4 y 1-4), lo cual es indicativo de que los barrios consecutivos son más semejantes. A pesar de este menor valor, tanto en uno como en otro caso, se observa el mismo resultado: se rechaza la igualdad de comportamientos medios para cualquier combinación de parejas y para cualquier cantidad de información introducida en el contraste. En consecuencia, la zonificación propuesta logra una diferenciación entre unos y otros barrios que puede considerarse como satisfactoria, tanto si los bloques de estimación son de 200 como de 400 metros de lado. De esta forma, la importante separación

entre los barrios que podía deducirse de la observación de las Figuras 27 y 28 del capítulo VI, puede ser confirmada analíticamente.

1 CP	200-1	200-2	200-3	200-4
200-1		8'430 90	12'924 124	23'114 186
200-2			4'132 108	12'790 170
200-3				10'563 204
200-4				

Tabla 14: contrastes de medias entre los barrios obtenidos por Krigeaje de bloques de 200 m, con la primera componente principal.

2 CP	200-1	200-2	200-3	200-4
200-1		41'258 2, 89	97'870 2, 123	281'993 2, 185
200-2			11'196 2, 107	84'372 2, 169
200-3				55'531 2, 203
200-4				

Tabla 15: contrastes de medias entre los barrios obtenidos por Krigeaje de bloques de 200 m, con las dos primeras componentes principales.

3 CP	200-1	200-2	200-3	200-4
200-1		35'551 3, 88	82'451 3, 122	207'769 3, 184
200-2			8'998 3, 106	59'258 3, 168
200-3				38'988 3, 202
200-4				

Tabla 16: contrastes de medias entre los barrios obtenidos por Krigeaje de bloques de 200 m, con las tres primeras componentes principales.

4 CP	200-1	200-2	200-3	200-4
200-1		26'906 4, 87	65'487 4, 121	166'976 4, 183
200-2			8'884 4, 105	48'201 4, 167
200-3				29'113 4, 201
200-4				

Tabla 17: contrastes de medias entre los barrios obtenidos por Krigeaje de bloques de 200 m, con las cuatro primeras componentes principales.

5 CP	200-1	200-2	200-3	200-4
200-1		21'400 5, 86	52'363 5, 120	137'147 5, 182
200-2			7'042 5, 104	40'038 5, 166
200-3				23'294 5, 200
200-4				

Tabla 18: contrastes de medias entre los barrios obtenidos por Kriguaje de bloques de 200 m, con las cinco primeras componentes principales.

6 CP	200-1	200-2	200-3	200-4
200-1		17'876 6, 85	45'988 6, 119	119'818 6, 181
200-2			6'112 6, 103	35'092 6, 165
200-3				21'484 6, 199
200-4				

Tabla 19: contrastes de medias entre los barrios obtenidos por Kriguaje de bloques de 200 m, con las seis primeras componentes principales.

1 CP	400-1	400-2	400-3	400-4
400-1		5'528 91	10'913 132	18'115 189
400-2			4'070 105	9'610 162
400-3				7'938 203
400-4				

Tabla 20: contrastes de medias entre los barrios obtenidos por Krigeaje de bloques de 400 m, con la primera componente principal.

2 CP	400-1	400-2	400-3	400-4
400-1		17'121 2, 90	72'073 2, 131	189'859 2, 188
400-2			10'735 2, 104	52'916 2, 161
400-3				32'479 2, 202
400-4				

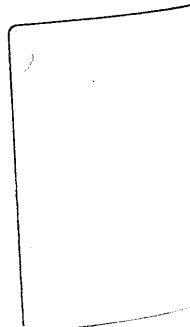
Tabla 21: contrastes de medias entre los barrios obtenidos por Krigeaje de bloques de 400 m, con las dos primeras componentes principales.

3 CP	400-1	400-2	400-3	400-4
400-1		13'334 3, 89	64'212 3, 130	144'147 3, 187
400-2			13'730 3, 103	42'118 3, 160
400-3				22'305 3, 201
400-4				

Tabla 22: contrastes de medias entre los barrios obtenidos por Krigeaje de bloques de 400 m, con las tres primeras componentes principales.

4 CP	400-1	400-2	400-3	400-4
400-1		9'888 4, 88	51'739 4, 129	113'694 4, 186
400-2			12'674 4, 102	34'081 4, 159
400-3				16'744 4, 200
400-4				

Tabla 23: contrastes de medias entre los barrios obtenidos por Krigeaje de bloques de 400 m, con las cuatro primeras componentes principales.



5 CP	400-1	400-2	400-3	400-4
400-1		7'856 5, 87	48'452 5, 128	95'426 5, 185
400-2			16'784 5, 101	31'581 5, 158
400-3				13'546 5, 199
400-4				

Tabla 24: contrastes de medias entre los barrios obtenidos por Krigeaje de bloques de 400 m, con las cinco primeras componentes principales.

6 CP	400-1	400-2	400-3	400-4
400-1		6'705 6, 86	40'192 6, 127	79'140 6, 184
400-2			14'243 6, 100	26'170 6, 157
400-3				11'306 6, 198
400-4				

Tabla 25: contrastes de medias entre los barrios obtenidos por Krigeaje de bloques de 400 m, con las seis primeras componentes principales.

Dado que se ha aceptado la existencia de diferencias significativas en cuanto al comportamiento medio de los barrios cuya calidad global de la vivienda en venta se ha clasificado como baja (barrio 1), media-baja (barrio 2), media-alta (barrio 3) y alta (barrio 4), se plantea la posibilidad de que también existan diferencias significativas entre los barrios en cuanto a la dispersión de sus datos. Esto es, se podría pensar que estos barrios no

solo difieren grandemente en los comportamientos medios de sus viviendas en venta, sino que también lo hacen en la cantidad de variación de sus datos. Por ello, a continuación se exponen los resultados obtenidos en los contrastes de variabilidad de Levene y de Van Valen, introduciendo las seis primeras componentes principales. Las Tablas 26 y 27 corresponden a los barrios obtenidos por bloques de 200 metros de lado y las Tablas 28 y 29 a los de 400 metros de lado. Se puede observar que la utilización del contraste de Levene (Tablas 26 y 28) lleva a la conclusión de que existe mayor homogeneidad entre los barrios en cuanto a las variabilidades que en cuanto a los comportamientos medios, pues se acepta la existencia de igualdad de dispersiones en la mitad de las combinaciones posibles (3 de 6), a pesar de que a través de las seis primeras componentes principales se ha introducido el 84'04% de la cantidad de información suministrada por las características de la vivienda bajo estudio. En todas las combinaciones en las que se rechaza la homogeneidad de dispersiones interviene el barrio de calidad global de la vivienda alta (barrio 4), que, por tanto, se configura como diferente al resto en términos de variabilidad. En cambio, todas las combinaciones en las que interviene alguno de los tres primeros barrios, resultan homogéneas desde el punto de vista de la dispersión.

Por su parte, el contraste de Van Valen, cuyos resultados pueden observarse en las Tablas 27 y 29, se configura como más discriminante que el de Levene, al igual que sucedió en el caso de las comparaciones entre

los sectores administrativos. De forma análoga a lo ocurrido en los contrastes de Levene, los valores de los estadísticos experimentales (en este caso nos referimos a los valores absolutos) también son más bajos en las comparaciones en las que intervienen los barrios 1, 2 y 3 que en aquéllas en las que interviene el barrio 4. No obstante, esta tendencia general no es lo suficientemente acentuada, como lo muestra el hecho de que sólo se admita la hipótesis de homogeneidad de dispersiones entre los barrios 1 y 2, rechazándose esta hipótesis en las cinco combinaciones restantes.

6 CP	200-1	200-2	200-3	200-4
200-1		1'529 6, 85 90%	2'469 6, 119 99%	9'075 6, 181
200-2			2'241 6, 103 99%	6'564 6, 165
200-3				3'775 6, 199
200-4				

Nota: en cada casilla figura el valor del estadístico experimental y los grados de libertad del estadístico teórico. En sombreado aparece el nivel de confianza al que se acepta la hipótesis de formación de grupo: así, 90% significa que se acepta la hipótesis si se trabaja con un nivel de confianza igual al 90% (y, por tanto, también al 95% y al 99%); 95% significa que se rechaza con un nivel de confianza igual al 90%, pero se acepta con un nivel igual al 95% (y, por tanto también al 99%); 99% significa que se rechaza con un nivel de confianza igual al 95%, pero se acepta con un nivel igual al 99%; cuando no hay sombreado significa que no se acepta la hipótesis de formación grupo, aunque se trabaje con un nivel de confianza del 99%.

Tabla 26: contrastes de Levene entre los barrios obtenidos por Krigeaje de bloques de 200 m, con las seis primeras componentes principales.

6 CP	200-1	200-2	200-3	200-4
200-1		-0'285 90, < 90%	-3'498 124, <	-6'740 186, <
200-2			-2'886 108, <	-5'622 170, <
200-3				-3'378 204, <
200-4				

Nota: el porcentaje que aparece sombreado tiene el mismo significado que en la tabla anterior; el signo < indica que se trata de un contraste unilateral hacia la izquierda, entre la media de las desviaciones del barrio correspondiente de la primera columna y la media de las desviaciones del barrio correspondiente de la primera fila; el signo > indica que se trata de un contraste unilateral hacia la derecha.

Tabla 27: contrastes de Van Valen entre los barrios obtenidos por Krigeaje de bloques de 200 m, con las seis primeras componentes principales.

6 CP	400-1	400-2	400-3	400-4
400-1		2'230 6, 86 99%	2'744 6, 127 99%	8'962 6, 184
400-2			2'848 6, 100 99%	7'325 6, 157
400-3				4'164 6, 198
400-4				

Tabla 28: contrastes de Levene entre los barrios obtenidos por Krigeaje de bloques de 400 m, con las seis primeras componentes principales.

6 CP	400-1	400-2	400-3	400-4
400-1		0'242 91, > 90%	-3'154 132, <	-7'396 189, <
400-2			-2'690 105, <	-5'853 162, <
400-3				-4'628 203, <
400-4				

Tabla 29: contrastes de Van Valen entre los barrios obtenidos por Krigeaje de bloques de 400 m, con las seis primeras componentes principales.

5. CONCLUSIONES.

La aplicación de los contrastes multivariantes para comparar el comportamiento medio de los sectores administrativos, sobre un número creciente de componentes principales, pone de manifiesto dos tendencias de carácter general: por un lado, la disminución del número de parejas de sectores homogéneos a medida que aumenta la cantidad de información introducida en el contraste; por otro lado, las parejas que se mantienen con una gran cantidad de información, las más sólidas, aparecen también en los contrastes con menor número de componentes, lo cual es una señal de la estabilidad y de la lógica del proceso, opuesto a cualquier indicio de que éste se desarrolle de forma más o menos errática.

Se aprecia la existencia de dos sectores claramente diferenciados del resto (Almanjáyar-Cartuja y Centro), pero también se detecta la existencia de una cierta amalgama de sectores, en el sentido de que sus perfiles no quedan suficientemente diferenciados entre sí, desde el punto de vista de las características de su mercado de la vivienda. Cuando los sectores que son homogéneos están situados espacialmente de forma contigua, existe el problema de delimitar qué parte del sector es homogénea con otro, dónde empiezan y terminan sus límites. Aplicados los contrastes sobre los barrios obtenidos por Krigeaje de la primera componente principal, no se observa homogeneidad entre ellos sino diferencias significativas en sus comportamientos medios. Ello nos lleva a afirmar que el criterio de zonificación desarrollado en el capítulo VI, que combina la metodología multivariante con la de estimación espacial, ofrece como resultado unas agrupaciones de viviendas, que hemos denominado barrios, cuyos perfiles se diferencian nítidamente unos de otros. Por tanto, en los barrios obtenidos por Krigeaje se hayan contenidos unos conjuntos de viviendas, que son homogéneos dentro de sí y heterogéneos frente al resto, en lo que respecta a las características de sus viviendas. Por tanto, este criterio de división alternativo tiene mayor poder de discriminación que el criterio administrativo, y va a ser el adoptado para diferenciar distintas zonas de la ciudad.

Por último, los contrastes de variabilidad muestran que tanto los

sectores administrativos como los barrios, son más homogéneos en relación con la dispersión de sus datos que en relación con sus valores medios.

APLICACIÓN DEL ANÁLISIS CANÓNICO DE POBLACIONES

1. INTRODUCCIÓN.

A través del análisis canónico de poblaciones (en adelante, ACPL), se obtienen unas representaciones gráficas, de tal forma que cada uno de los sectores administrativos o barrios de la ciudad se hallan situados sobre el plano, generado por las dos primeras variables canónicas. En este sentido, debe recordarse que, como se explicó en el capítulo IV, las dos primeras variables canónicas son las combinaciones lineales de las variables originales que más diferencian conjuntos de datos entre sí (por ejemplo, sectores administrativos o barrios), permitiendo una ordenación de los mismos que maximiza la heterogeneidad entre ellos y la homogeneidad dentro de ellos. El análisis de las correlaciones entre las variables canónicas y las variables originales, observadas sobre las viviendas de la muestra, permite desvelar cuáles son las claves en las que se basa el criterio de división administrativa de la ciudad y el criterio de

zonificación por Krigeaje de la primera componente principal (véase el capítulo VI). Por otro lado, mediante el análisis de las imágenes gráficas del ACPL se pone de manifiesto cuál de los dos criterios de zonificación de la ciudad es más potente en cuanto a su capacidad de discernimiento. Ha de aclararse al respecto que la distancia estadística entre los individuos medios de varias poblaciones, está íntimamente ligado a su mayor o menor semejanza. Así, por ejemplo, en el caso de que las viviendas tipo en venta de dos barrios tengan características similares, se dice que están cercanas; por el contrario, si existen bastantes diferencias en sus comportamientos medios, se dice que se encuentran distantes la una de la otra.

En la aplicación del ACPL que ahora se comenta se ha trabajado con un nivel de significación del 0'05 para el test de Bartlett de homogeneidad de las matrices de covarianzas, así como para el test de la razón Λ de Wilks de comparación de medias (utilizado en el análisis multivariante de la varianza de un factor, MANOVA). El nivel de confianza utilizado para la obtención de las regiones de confianza ha sido del 0'9.

2. APLICACIÓN DEL ACPL SOBRE LOS SECTORES ADMINISTRATIVOS.

La muestra de 298 viviendas, sobre la que se han medido las 13 variables originales, ha sido reagrupada en función del sector

administrativo al que pertenece cada una de las viviendas. Como se recordará, son diez los sectores administrativos considerados en la ciudad de Granada, pero el estudio se ha hecho sobre nueve de ellos, al excluir el sector del Albayzín. Los resultados obtenidos en la aplicación del ACPL sobre esta muestra de viviendas, dividida en nueve poblaciones, se recogen en los siguientes apartados.

2.1. Homogeneidad de las matrices de covarianzas.

El estudio de la homogeneidad de las matrices de covarianzas puede llevarse a cabo mediante el test de Bartlett de razón de verosimilitud (véase la ecuación 32 del capítulo IV). Obtenidas las matrices de covarianzas muestrales de cada uno de los nueve sectores, S_r , y el estimador de máxima verosimilitud de la matriz de covarianzas global, S , (ésta última a partir de la matriz agrupada de sumas de cuadrados y productos cruzados dentro de los sectores o matriz de dispersión dentro de los sectores, W), se calcula el valor del estadístico experimental, que es $\chi_c^2 = 2379'535$, con 728 grados de libertad. El valor crítico es 793'056, por lo que el valor del estadístico experimental es significativo. No obstante, la observación de las matrices de correlaciones de los nueve sectores, muestra que los signos de sus elementos son los mismos en casi todos los casos en los que los coeficientes de correlación tiene un valor absoluto alto, lo cual puede considerarse suficiente para poder aplicar el ACPL.

2.2. Comparación de las medias.

Obtenidas las matrices de dispersión dentro de los sectores, W , y entre los sectores, B , se procede al cálculo de la matriz de dispersión total, T , como suma de las dos primeras: $T = W + B$ ¹. Finalmente, el estadístico experimental de la razón Λ de Wilks, utilizado para el contraste multivariante entre los vectores de medias de varias poblaciones, se obtiene como el producto de los valores propios de la diagonalización de W respecto de T :

$$\Lambda = 1'00004 \times 1'00000 \times 0'999995 \times 0'999768 \times 0'997709 \times 0'979623 \times 0'957577 \times 0'897677 \times 0'843934 \times 0'804642 \times 0'609629 \times 0'468367 \times 0'161016 = 0'0262.$$

A partir de este valor de Λ , se calcula el del estadístico experimental, mediante la aproximación asintótica de Rao (véase la ecuación 39 del capítulo IV), que da como resultado $F = 12'8537$, con 104 y 1918 grados de libertad. El punto crítico de la distribución F-Snedecor es 1'2471, por lo que se rechaza la hipótesis nula de igualdad de los vectores de medias de los sectores administrativos: las diferencias, globalmente consideradas, entre las viviendas tipo de los sectores se pueden considerar como significativas.

¹ Las matrices de dispersión dentro de los sectores (y dentro de los barrios obtenidos por Krigeaje de bloques), las matrices de dispersión entre los sectores (y entre los barrios), así como las matrices de dispersión total de los sectores (y de los barrios) se encuentran disponibles para el caso de que se requiera su consulta.

2.3. Obtención de las variables canónicas.

Tras la diagonalización de la matriz $A = \bar{X}'\bar{X}$, respecto de \hat{S} , se obtienen $e = \min(9-1, 13) = 8$ valores propios, y, por tanto, 8 variables canónicas. Los valores propios, así como el porcentaje de varianza o cantidad de discriminación entre los grupos recogido por las variables canónicas figuran en la Tabla 1:

VARIABLE CANÓNICA	VALOR PROPIO λ_i	PORCENTAJE DE VARIANZA	PORCENTAJE DE VARIANZA ACUMULADO
1	38'5739	77'3344	77'3344
2	4'73767	9'4982	86'8326
3	2'75485	5'5231	92'3557
4	1'70676	3'4217	95'7774
5	1'11063	2'2267	98'0041
6	0'715903	1'4352	99'4393
7	0'248505	0'4982	99'9375
8	0'0311513	0'0625	100'0000
	49'879369	100	

Tabla 1

La primera variable canónica, esto es, aquella combinación lineal de variables originales que más diferencia los sectores administrativos entre sí, recoge una cantidad de discriminación entre ellos del 77'33%, y las dos primeras el 86'83%.

2.4. Estructura factorial de las variables canónicas.

Las combinaciones lineales que generan a las variables canónicas están dadas por la matriz V de transformación canónica, que recoge por columnas los vectores propios de la diagonalización de la matriz $A = \bar{X}'\bar{X}$ con respecto de \hat{S} , como puede verse en la Tabla 2. De ésta se deduce que la primera variable canónica viene definida por la combinación lineal siguiente:

$$\begin{aligned}
 Y_1 = & -0'0171304 \times \text{ANTIGÜEDAD}^* + 0'226629 \times \text{CONSERVACIÓN}^* + \\
 & 0'702891 \times \text{HABITAC}^* + 0'0656768 \times \text{AMPLITUD}^* + \\
 & 0'135359 \times \text{ESPARC}^* - 0'0167309 \times \text{SUP_C_VIV}^* + \\
 & 0'212160 \times \text{COEFEXTER}^* + 0'537863 \times \text{BAÑOPOORDORM}^* + \\
 & 0'00123105 \times \text{DISTANCIA2}^* - 0'733091 \times \text{CAL_ZONA}^* + \\
 & 0'160351 \times \text{CAL_UBICA}^* - 0'202144 \times \text{CAL_EDIF}^* - \\
 & 0'00696036 \times \text{CAL_VIV}^*.
 \end{aligned}$$

El símbolo * significa que cada variable ha sufrido un cambio de origen producido por la sustracción de su media.

VARIABLES	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	V ₆	V ₇	V ₈
ANTIGÜEDAD	-0'1710 ⁻¹	0'3310 ⁻¹	-0'9810 ⁻²	0'3010 ⁻¹	0'4210 ⁻¹	-0'1210 ⁻¹	0'1710 ⁻¹	0'1310 ⁻¹
CONSERVACIÓN	0'226629	0'69.10 ⁻¹	-0'308143	0'101751	0'311721	-0'364653	-1'43560	1'20275
HABITAC	0'702891	0'288422	0'254178	0'625910	0'4210 ⁻¹	0'9210 ⁻¹	-0'654564	-0'953779
AMPLITUD	0'6610 ⁻¹	0'6410 ⁻²	-0'5110 ⁻²	0'6610 ⁻¹	0'1110 ⁻¹	-0'7610 ⁻¹	-0'3810 ⁻¹	-0'109262
ESPARC	0'135359	-0'325917	-1'55895	0'926565	-0'188007	0'446359	0'118946	0'119362
SUP_C_VIV	-0'1710 ⁻¹	-0'8010 ⁻²	-0'7210 ⁻²	-0'2410 ⁻¹	-0'5210 ⁻²	0'4610 ⁻²	0'1310 ⁻¹	0'1310 ⁻¹
COEFEXTER	0'212160	-0'203824	0'196572	0'134713	0'669952	0'454890	0'243719	0'246179
BAÑOPODORM	0'537863	1'56257	2'70283	2'19166	-1'77290	1'23283	-3'13291	1'38887
DISTANCIA2	0'1210 ⁻²	0'6510 ⁻³	0'2910 ⁻³	-0'1610 ⁻³	-0'6510 ⁻⁴	-0'2110 ⁻³	0'7210 ⁻⁴	-0'7210 ⁻⁵
CAL_ZONA	-0733091	1'32443	0'150596	-0'253873	0'284822	0'711863	-0'476715	-0'380917
CAL_UBICA	0'160351	0'831331	-0'893910	-0'995745	-0'513028	-0'711172	0'549284	0'464583
CAL_EDIF	-0'202144	-0'2110 ⁻¹	0'413936	0'192280	-0'512620	0'784728	0'495493	0'978278
CAL_VIV	-0'7010 ⁻²	0'7310 ⁻¹	0'267515	0'846766	1'01938	-1'16465	0'159851	-0'511658

Tabla 2

Al igual que ocurre en otros métodos factoriales, la interpretación del factor, en este caso, la interpretación de la variable canónica, se hace a la luz de sus correlaciones con las variables originales observadas en la muestra, que se recogen en la Tabla 3, indicativa de la estructura factorial de las variables canónicas.

VARIABLES	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇	Y ₈
ANTIGÜEDAD	0'1410 ⁻²	0'103440	-0'325422	-0'235776	0'532485	-0'8810 ⁻¹	-0'340300	0'152669
CONSERVACIÓN	0'7010 ⁻¹	-0'2810 ⁻²	-0'239367	-0'188125	0'398741	-0'111781	-0'672514	0'382577
HABITAC	0'5810 ⁻¹	0'178241	-0'180862	-0'207135	0'181094	0'389882	-0'147772	-0'563425
AMPLITUD	-0'172940	0'6410 ⁻¹	0'6210 ⁻¹	0'101532	-0'224645	-0'351969	0'1510 ⁻¹	-0'140072
ESPARC	0'165040	0'110165	-0'578369	0'642128	-0'227006	0'219979	0'168876	-0'5810 ⁻¹
SUP_C_VIV	-0'8310 ⁻¹	0'173872	-0'134543	-0'182887	0'3510 ⁻¹	0'110744	-0'8710 ⁻¹	-0'566955
COEFEXTER	0'127424	-0'5310 ⁻¹	0'104379	-0'142910	0'616551	0'452163	0'242691	0'221061
BAÑOPODORM	-0'136482	0'166900	0'321248	0'413082	-0'499034	-0'139188	-0'208915	0'225052
DISTANCIA2	0'883125	0'252585	0'7210 ⁻¹	0'8110 ⁻¹	-0'3310 ⁻¹	-0'6210 ⁻¹	0'127202	0'2610 ⁻¹
CAL_ZONA	-0'363658	0'732718	0'1810 ⁻¹	0'159669	0'8010 ⁻¹	0'300474	0'7410 ⁻¹	-0'210581
CAL_UBICA	-0'198494	0'584832	-0'291231	-0'309113	-0'194724	-0'183181	0'413401	0'219199
CAL_EDIF	-0'200031	0'341567	0'208121	0'341356	-0'251029	0'168157	0'526771	0'7010 ⁻¹
CAL_VIV	-0'205280	0'318753	0'201322	0'554377	0'1710 ⁻¹	-0'287381	0'433586	-0'174134

Tabla 3

Así, en la columna de Y₁ se aprecia que la variable más influyente sobre esta primera variable canónica es la DISTANCIA2, que es la distancia existente entre la vivienda y los dos centros considerados (el centro tradicional o histórico y el nuevo centro comercial y de ocio), presentando una correlación positiva de 0'883125. Tal grado de asociación desvela que la distancia a los dos centros considerados es la variable que mejor discrimina entre los sectores administrativos y, al mismo tiempo, la más homogénea dentro de los mismos. Por tanto, la mayor semejanza entre las viviendas situadas en el mismo sector administrativo estriba en su situación respecto a los dos centros, siendo esta misma característica la que mejor las distingue de las viviendas situadas en otros sectores. Además, el hecho de que las correlaciones de la primera variable canónica con el resto de las variables originales tengan una magnitud muy inferior, indica que

el criterio geográfico de la distancia al centro es prácticamente la única razón que subyace bajo la división administrativa².

2.5. Representación canónica.

Como se ha explicado anteriormente, las viviendas tipo o centros de gravedad, que resumen el comportamiento medio de los sectores y el de la totalidad de la ciudad en relación con las variables originales, se representan a través de sus correspondientes vectores de medias (recogidos en las columnas de medias de las Tablas 12.A y 12.B del capítulo V); a partir de los vectores de medias se calcula la matriz \bar{X} . Además, se obtiene la proyección de la vivienda tipo de la ciudad de Granada, que se denomina centroide, punto en el cual se cortan los ejes de las primeras variables canónicas. La primera coordenada de dicho punto se obtiene a través del producto escalar del vector de medias de la ciudad por el primer vector propio, esto es:

$$10'2819 \times (-0'0171304) + 1'31879 \times 0'226629 + 4'34564 \times 0'702891 + \\ 26'5347 \times 0'0656768 + 0'449664 \times 0'135359 + 113'064 \times (-0'0167309) + \\ 3'49018 \times 0'212160 + 0'502825 \times 0'537863 + 3444'10 \times 0'00123105 + \\ 3'29195 \times (-0'733091) + 3'39933 \times 0'160351 + 3'46309 \times (-0'202144) +$$

² Sólo cabe destacar la correlación negativa de la primera variable canónica con las variables indicativas de la calidad, sobre todo con la calidad de la zona (-0'363658). No obstante, hay que subrayar nuevamente que estas correlaciones son demasiado inferiores a la que presenta la variable DISTANCIA2, como para ser tenidas en cuenta para la interpretación de la primera variable canónica.

$$3'58054 \times (-0'00696036) = 5'495441^3.$$

Las coordenadas del centroide en las ocho variables canónicas se hallan en la última fila de la Tabla 4. En las filas anteriores también se recogen las coordenadas canónicas, referidas al centroide, de las viviendas tipo de cada sector, obtenidas a través de la proyección canónica $\bar{XV} = Y$. Así, por ejemplo, la primera coordenada de la vivienda tipo del sector del Camino de Ronda, es decir, su valor en la primera variable canónica, se hallaría a través de la expresión:

$$\begin{aligned} & (15'0741 - 10'2819) \times (-0'0171304) + (1'407441 - 1'31879) \times 0'226629 + \\ & (4'59259 - 4'34564) \times 0'702891 + (27'1111 - 26'5347) \times 0'0656768 + \\ & (0'259259 - 0'449664) \times 0'135359 + (125'667 - 113'064) \times (-0'0167309) \\ & + (3'54074 - 3'49018) \times 0'212160 + (0'436296 - 0'502825) \times 0'537863 + \\ & (1942'62 - 3444'10) \times 0'00123105 + (3'66667 - 3'29195) \times (-0'733091) + \\ & (3'77778 - 3'39933) \times 0'160351 + (3'51852 - 3'46309) \times (-0'202144) + \\ & (3'48148 - 3'58054) \times (-0'00696036) = -1'93381. \end{aligned}$$

³ El resultado de la expresión calculada puede diferir ligeramente del dado pues éste último se obtiene con más de seis cifras significativas.

COORDENADAS CANÓNICAS DE LAS VIVIENDAS TIPO (REFERIDAS AL CENTROIDE DE GRANADA)								
SECTOR	1	2	3	4	5	6	7	8
CH	0'769219	-0'677443	0'717416	-0'319379	-0'5110 ⁻¹	0'518720	-0'148893	-0'3410 ⁻¹
AL	3'61439	-0'855947	-0'608173	0'459764	0'299594	-0'102605	-0'7110 ⁻¹	0'6810 ⁻²
CT	-1'03631	-0'238260	-0'601544	-0'120231	-0'789171	-0'175588	-0'117461	-0'3310 ⁻¹
CR	-1'93381	0'2410 ⁻¹	-0'775111	-0'474388	0'253870	0'264157	0'6510 ⁻¹	0'8810 ⁻¹
ZA	2'21168	0'650905	0'478695	-0'670021	0'7310 ⁻¹	-0'420071	-0'5210 ⁻¹	0'3410 ⁻¹
PA	-2'55351	0'208728	-0'102102	-0'1710 ⁻¹	0'516431	-0'167723	-0'3010 ⁻¹	-0'114050
CE	-2'16038	0'344728	0'533661	0'707669	-0'1010 ⁻²	-0'6510 ⁻¹	-0'180518	0'7610 ⁻¹
RE	-0'757706	-0'864449	0'499962	0'111984	-0'131256	-0'148568	0'369948	0'8310 ⁻²
SI	1'84642	1'40726	-0'142801	0'321665	-0'171059	0'296854	0'164085	-0'3210 ⁻¹
GR	5'49541	10'3815	1'91073	2'94002	2'94302	-1'53128	-1'91060	-0'347868

Tabla 4

A continuación se obtienen los radios de las regiones o círculos de confianza para las medias poblacionales, que son menores cuanto mayor sea el número de viviendas en venta que componen la muestra del sector (véase la Tabla 5).

SECTOR	NÚMERO DE VIVIENDAS	RADIO DE LA REGIÓN DE CONFIANZA
CH	14	1'224740
AL	50	0'648070
CT	32	0'810087
CR	27	0'881912
ZA	27	0'881912
PA	30	0'836655
CE	43	0'698832
RE	23	0'955527
SI	52	0'635485

Tabla 5

2.6. Comentarios sobre la representación gráfica.

En la Figura 1 puede observarse la representación canónica de las regiones de confianza de las medias poblacionales de los sectores administrativos. Dado que los dos primeros ejes canónicos recogen casi toda la variabilidad, la distancia geométrica entre las proyecciones de las viviendas tipo coincide, en gran medida, con su distancia de Mahalanobis sobre las variables originales. Teniendo en cuenta que la distancia a los dos centros de la ciudad considerados, explica casi en exclusiva la primera variable canónica, puede deducirse de la representación gráfica que las viviendas tipo de los sectores se sitúan sobre el plano canónico, de izquierda a derecha, ordenados de menor a mayor distancia geográfica a los dos centros considerados. Dichas distancias geográficas se encuentran recogidas en las Tablas 12.A y 12.B del capítulo V; la ordenación de las viviendas tipo en función de la distancia a los dos centros es la siguiente: PA (1646'04 m), CR (1942'62 m), CE (2000'62 m), CT (2525'71 m), RE (2688'10 m), CH (3605'06 m), SI (4727'64 m), ZA (4798'19 m), AL (5399'51 m). La única excepción a la citada regla de ordenación la constituye la vivienda tipo del sector CR, que permuta su posición con la de CE, debido a la influencia residual de las otras variables. No obstante, esta excepción a la regla general no es muy significativa, porque la diferencia entre la vivienda tipo del sector CE y la del sector CR en la variable DISTANCIA2 es de apenas 60 metros, por lo que una muy leve

que el grupo de sectores situados en la parte izquierda del eje. Dentro del grupo de sectores situados en la parte derecha, sólo es reseñable el solapamiento entre las viviendas tipo en venta del Camino de la Sierra y del Zaidín, debido a que son prácticamente equidistantes de los dos centros considerados. Por el contrario, las viviendas en venta del sector Almanjáyar-Cartuja son las únicas cuya región de confianza para la media no experimenta ni el más ligero solapamiento con las demás.

Como conclusión global del ACPL aplicado a los sectores administrativos de la ciudad, quisiéramos subrayar que este criterio de zonificación se basa casi exclusivamente en el aspecto de la distancia geográfica. Evidentemente, ello debe tener explicaciones históricas, urbanísticas y socioeconómicas, pues la extensión de la trama urbana a lo largo y ancho del espacio se ha producido en forma de mancha de aceite. Por tanto, este criterio de división exclusivamente geográfico no carece en absoluto de fundamento; pero también es cierto que no parece tener en cuenta otras características de las viviendas cuyas asociaciones con la distancia no son perfectas, como pueda ser el caso de las calidades de los bienes inmuebles. Por ello, en este trabajo se ha propuesto una forma alternativa de zonificación de la ciudad a través de un criterio que conjugue un mayor número de factores, incluyendo el de la distancia geográfica (véase al respecto el capítulo VI).

3. APLICACIÓN DEL ACPL SOBRE LOS BARRIOS OBTENIDOS POR KRIGEAJE.

Como se ha visto en la aplicación del Krigeaje sobre la primera componente principal, se ha obtenido una división de la ciudad en barrios homogéneos respecto de esta variable. En este epígrafe se explican los resultados obtenidos en la aplicación del ACPL sobre estos barrios. Como se recordará del capítulo VI, la muestra de viviendas en venta puede ser reagrupada asignando cada una de las viviendas a uno u otro de los barrios obtenidos. Dado que en la estimación espacial se han utilizado bloques de 200 y de 400 metros de lado, ello ha generado dos divisiones de la ciudad diferentes, aunque muy coherentes entre sí. Por ello, el ACPL se ha aplicado sobre ambas zonificaciones de la ciudad, de tal forma que pudieran compararse los resultados obtenidos.

3.1. Aplicación del ACPL sobre los barrios obtenidos por Krigeaje de la primera componente principal, utilizando bloques de 200 metros de lado.

3.1.1. Homogeneidad de las matrices de covarianzas.

Aplicado el test de Bartlett de razón de verosimilitud, se obtiene un valor del estadístico experimental $\chi_c^2 = 992'911$, con 273 grados de

libertad. El valor crítico es 312'538, por lo que el valor del estadístico experimental es significativo. A pesar de esto, de la observación de las matrices de correlaciones de los cuatro barrios, se desprende una semejanza importante en los signos de los coeficientes de correlación que tienen un valor absoluto alto.

3.1.2. Comparación de las medias.

A partir de las matrices de dispersión dentro de los barrios y entre los barrios, puede calcularse el estadístico experimental de la razón Λ de Wilks, resultado del producto de los valores propios de W respecto de T :

$$\Lambda = 1'00072 \times 1'00025 \times 1'00008 \times 1'00001 \times 1'00000 \times 1'00000 \times 1'00000 \times 0'999999 \times 0'999997 \times 0'956762 \times 0'837685 \times 0'504569 \times 0'187880 = 0'0761.$$

La aproximación de Rao ofrece un valor $F = 29'7228$, con 39 y 835 grados de libertad. Como el valor crítico de la distribución F-Snedecor es 1'4140, es rechazada la hipótesis nula de homogeneidad entre los vectores de medias de los barrios obtenidos mediante el Krigeaje por bloques de 200 metros de lado.

3.1.3. Obtención de las variables canónicas.

La cantidad de discriminación entre los barrios recogida por las 3

variables canónicas asociadas a los tres valores propios ($e = \min(4-1, 13) = 3$), resultado de la diagonalización de $A = \bar{X}' \bar{X}$ respecto de \hat{S} , figuran en la Tabla 6.

VARIABLE CANÓNICA	VALOR PROPIO λ_i	PORCENTAJE DE VARIANZA	PORCENTAJE DE VARIANZA ACUMULADO
1	16'3482	93'1600	93'1600
2	0'795671	4'5342	97'6942
3	0'404638	2'3058	100'000
	17'548509	100	

Tabla 6

Obsérvese que la primera variable canónica recoge el 93'16% de la cantidad de discriminación entre los barrios, por lo que centraremos la atención en ella. Además, entre las dos primeras variables canónicas, generadoras del plano canónico, explican el 97'69% de la variabilidad entre los barrios.

3.1.4. Estructura factorial de las variables canónicas.

En la matriz de transformación canónica V (véase la Tabla 7) aparecen los vectores propios definitorios de las variables canónicas.

VARIABLES	V ₁	V ₂	V ₃
ANTIGÜEDAD	-0'20093310 ⁻¹	0'20621910 ⁻¹	-0'76249710 ⁻¹
CONSERVACIÓN	-1'09221	-0'876145	0'518793
HABITAC	0'212319	-0'125483	0'835831
AMPLITUD	0'26880810 ⁻¹	-0'71581710 ⁻¹	0'150056
ESPARC	-0'39971710 ⁻¹	-0'471260	-0'804032
SUP_C_VIV	-0'49674910 ⁻²	0'89294910 ⁻²	-0'27797210 ⁻¹
COEFEXTER	-0'84050910 ⁻¹	0'27814010 ⁻¹	-0'294033
BAÑOPORDORM	1'35747	0'816319	0'225778
DISTANCIA2	-0'70032210 ⁻³	0'23552710 ⁻³	0'45768610 ⁻³
CAL_ZONA	1'10114	0'495313	0'438396
CAL_UBICA	0'109622	1'06527	0'709626
CAL_EDIF	0'51201910 ⁻¹	0'127375	-1'28526
CAL_VIV	0'194584	-1'17767	0'598588

Tabla 7

De la Tabla 7 se deduce que la primera variable canónica, la que más diferencia los barrios entre sí, viene dada por la siguiente combinación lineal de variables originales, a las que previamente se les ha sustraído la media global:

$$\begin{aligned}
 Y_1 = & -0'0200933 \times \text{ANTIGÜEDAD}^* - 1'09221 \times \text{CONSERVACIÓN}^* + \\
 & 0'212319 \times \text{HABITAC}^* + 0'0268808 \times \text{AMPLITUD}^* - \\
 & 0'0399717 \times \text{ESPARC}^* - 0'00496749 \times \text{SUP_C_VIV}^* - \\
 & 0'0840509 \times \text{COEFEXTER}^* + 1'35747 \times \text{BAÑOPORDORM}^* - \\
 & 0'000700322 \times \text{DISTANCIA2}^* + 1'10114 \times \text{CAL_ZONA}^* + \\
 & 0'109622 \times \text{CAL_UBICA}^* + 0'0512019 \times \text{CAL_EDIF}^* + \\
 & 0'194584 \times \text{CAL_VIV}^*.
 \end{aligned}$$

Con el fin de interpretar el significado de la primera variable canónica, vamos a incluir a continuación la matriz de correlaciones entre las variables originales y las variables canónicas, recogida en la Tabla 8.

VARIABLES	Y ₁	Y ₂	Y ₃
ANTIGÜEDAD	-0'162455	0'291042	-0'406868
CONSERVACIÓN	-0'256588	-0'43106310 ⁻¹	-0'99117210 ⁻¹
HABITAC	-0'25754610 ⁻¹	0'257318	-0'109203
AMPLITUD	0'225627	-0'269327	0'286043
ESPARC	-0'88629910 ⁻¹	-0'270544	-0'159735
SUP_C_VIV	0'126444	0'68068310 ⁻¹	0'29614610 ⁻¹
COEFEXTER	-0'117085	0'197578	-0'223742
BAÑOPORDORM	0'260796	-0'144096	0'332702
DISTANCIA2	-0'494908	0'44804310 ⁻²	0'351400
CAL_ZONA	0'519540	0'193400	0'14605410 ⁻¹
CAL_UBICA	0'312891	0'535600	0'184599
CAL_EDIF	0'388616	-0'145982	-0'141978
CAL_VIV	0'378495	-0'522369	0'198432

Tabla 8

Se observa en la Tabla 8 que las características de la vivienda en venta más influyentes sobre la primera variable canónica son, por este orden: calidad de zona (0'519540), distancia a los dos centros considerados (-0'494908) y, ya en menor medida, el resto de las variables referidas a las calidades, es decir, calidad de edificación (0'388616), vivienda (0'378495) y ubicación (0'312891). De la conjunción de estas correlaciones sobre la primera variable canónica puede deducirse que el criterio de división de la ciudad que hemos aplicado para obtener los barrios que se proponen en

este trabajo, es un criterio mixto, en el sentido de que está basado en una combinación especial de calidades de la vivienda, por una parte, y del referente geográfico dado por la variable distancia al centro, por otra parte. La combinación de ambas visiones da lugar al criterio mixto utilizado para la división en barrios de la ciudad. Evidentemente, el ACPL no hace otra cosa sino constatar el hecho de que tales barrios han sido obtenidos por medio de la utilización de una herramienta de estimación basada en la contigüidad espacial, como es el estimador espacial de Krigeaje, aplicada sobre la primera componente principal, interpretada como calidad global de la vivienda.

3.1.5. Representación canónica.

Las viviendas tipo de cada barrio se representan a través de sus correspondientes vectores de medias muestrales, que se encuentran recogidos en las columnas de medias de la Tabla 22 del capítulo VI. En la Tabla 9 del presente capítulo aparecen las coordenadas canónicas de las viviendas tipo de cada barrio, calculadas por proyección canónica y referidas al centroide (que es la proyección canónica de la vivienda tipo del conjunto de la ciudad).

COORDENADAS CANÓNICAS DE LAS VIVIENDAS TIPO (REFERIDAS AL CENTROIDE DE GRANADA)			
BARRIOS	1	2	3
200-1	-2'83918	-0'396315	-0'151790
200-2	-0'668028	0'372437	0'461214
200-3	0'834696	0'511599	-0'383101
200-4	2'67252	-0'487720	0'73680910 ⁻¹
GR	1'45441	0'324476	6'24917

Tabla 9

Finalmente, para un nivel de confianza del 90%, se obtienen los radios de las regiones de confianza, dependientes del tamaño de la muestra de viviendas de cada barrio (véase la Tabla 10).

BARRIO	NÚMERO DE VIVIENDAS	RADIO DE LA REGIÓN DE CONFIANZA
200-1	54	0'623289
200-2	38	0'743010
200-3	72	0'539784
200-4	134	0'395671

Tabla 10

3.1.6. Comentarios sobre la representación gráfica.

En la Figura 2 puede observarse la representación canónica de las regiones de confianza asociadas a las viviendas tipo en venta de cada uno de los cuatro barrios. Como los dos ejes canónicos recogen una enorme cantidad de discriminación entre los barrios, la distancia estadística de Mahalanobis entre las viviendas tipo, calculada sobre las variables originales, coincide casi exactamente con la distancia euclídea entre las proyecciones canónicas de las viviendas tipo y, por tanto, la distancia geométrica que puede observarse entre las viviendas tipo de la Figura 2 es representativa de su verdadera diferenciación. Teniendo en cuenta la interpretación efectuada sobre la primera variable canónica, puede afirmarse que el criterio de zonificación de la ciudad que combina la calidad global de la vivienda y la distancia al centro es el que logra una mayor heterogeneidad o separación entre los barrios y, al mismo tiempo, la mayor homogeneidad o semejanza entre las viviendas en venta de un mismo barrio. Este doble efecto tiene su reflejo en la representación gráfica, donde las regiones de confianza se escalonan a lo largo del eje, situándose de izquierda a derecha, desde una calidad global menor y mayor distancia al centro, hasta una mayor calidad global y mayor cercanía al centro. Lo primero que debe destacarse es que no se produce ningún solapamiento entre las regiones de confianza de los barrios, por lo que el criterio de discriminación ha sido bastante potente: existe una

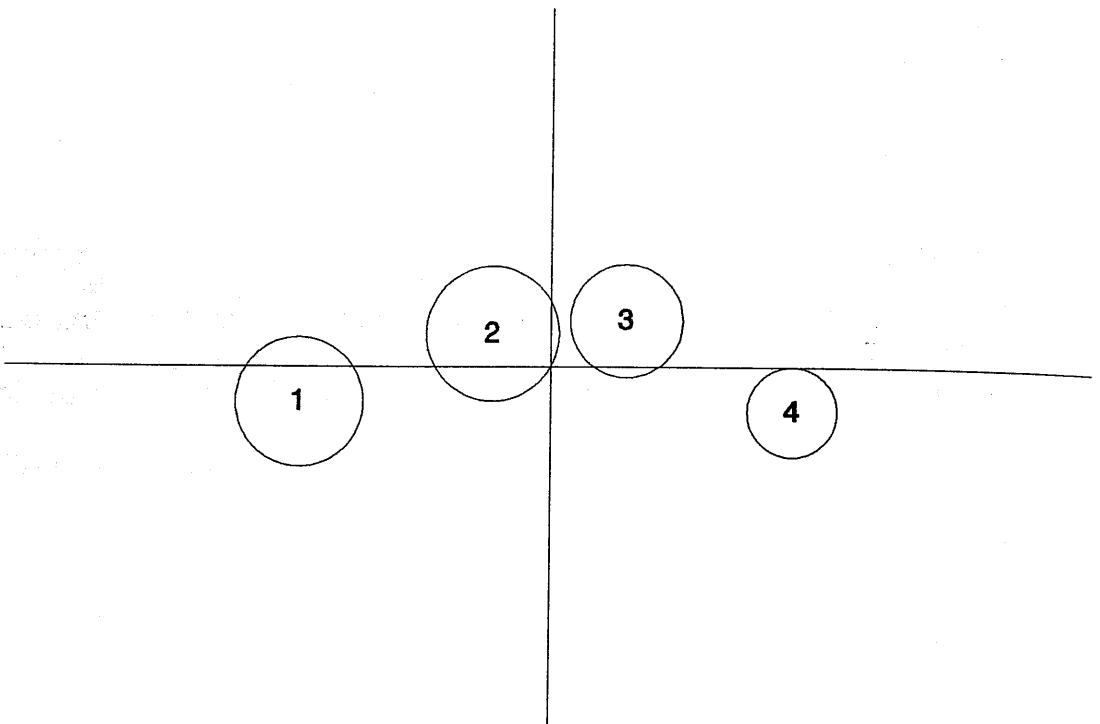


Figura 2. Regiones de confianza de los barrios obtenidos por Krigearje de bloques de 200 m de lado.

diferenciación nítida entre los barrios. Se aprecia una gradación con distancias bastante uniformes al pasar de un barrio a otro, si bien, la menor distancia y, por tanto, el menor grado de heterogeneidad se observa entre los dos barrios intermedios (el 2 y el 3, de calidades globales y distancias al centro intermedias), mientras que entre cada uno de ellos y su correspondiente extremo (que son el barrio 1, el de menor calidad global y mayor distancia al centro, y el 4, de mayor calidad global y menor distancia al centro, respectivamente) hay una mayor diferenciación.

3.2. Aplicación del ACPL sobre los barrios obtenidos por Krigeaje de la primera componente principal, utilizando bloques de 400 metros de lado.

3.2.1. Homogeneidad de las matrices de covarianzas.

El test de Bartlett de razón de verosimilitud ofrece un valor del estadístico experimental de $\chi_c^2 = 860'859$, con 273 grados de libertad. Como el valor crítico es 312'538, se rechaza la hipótesis nula de igualdad de covarianzas. No obstante, en la mayoría de los casos, los signos de los elementos más significativos de las matrices de correlación son iguales en los distintos barrios, por lo que puede continuarse el ACPL.

3.2.2. Comparación de las medias.

Tras el cálculo de las matrices de dispersión dentro de los barrios, W , y entre los barrios, B , se obtiene el valor del estadístico experimental de la razón Λ de Wilks, a través del producto de los valores propios de la diagonalización de la matriz W respecto de T :

$$\Lambda = 1'00001 \times 1'00000 \times 1'00000 \times 1'00000 \times 1'00000 \times 0'999999 \\ \times 0'999978 \times 0'999931 \times 0'999562 \times 0'927684 \times 0'878500 \times \\ 0'482252 \times 0'253796 = 0'0997.$$

Los grados de libertad de la distribución F-Snedecor, resultado de la

aproximación asintótica de Rao son 39 y 835, con un valor del estadístico $F = 25'2552$. El valor crítico es 1'4140, por lo que puede afirmarse que existen diferencias significativas entre las viviendas tipo representativas de los barrios obtenidos mediante el Krigeaje por bloques de 400 m.

3.2.3. Obtención de las variables canónicas.

Los valores propios de la diagonalización de la matriz $A = \bar{X}'\bar{X}$ respecto de la matriz \hat{S} , así como la cantidad de variabilidad explicada por las variables canónicas, se recogen en la Tabla 11.

VARIABLE CANÓNICA	VALOR PROPIO λ_i	PORCENTAJE DE VARIANZA	PORCENTAJE DE VARIANZA ACUMULADO
1	10'9891	88'6964	88'6964
2	1'11978	9'0381	97'7345
3	0'280686	2'2655	100'000
	12'389566	100	

Tabla 11

3.2.4. Estructura factorial de las variables canónicas.

En la Tabla 12 se recoge la matriz de transformación canónica V.

VARIABLES	V ₁	V ₂	V ₃
ANTIGÜEDAD	0'11255210 ⁻¹	0'13527310 ⁻¹	0'36926210 ⁻¹
CONSERVACIÓN	-0'438298	-1'52819	-0'49229710 ⁻¹
HABITAC	-0'158657	-0'184226	-0'290840
AMPLITUD	0'26348010 ⁻²	-0'15063510 ⁻²	0'49801810 ⁻¹
ESPARC	0'354015	-0'878472	0'297498
SUP_C_VIV	0'13680510 ⁻²	0'92468410 ⁻²	0'89974010 ⁻²
COEFEXTER	-0'211499	0'31604510 ⁻²	0'75572110 ⁻¹
BAÑOPORDORM	-0'148125	1'07319	0'627585
DISTANCIA2	-0'70195610 ⁻³	0'61545310 ⁻³	0'26843310 ⁻³
CAL_ZONA	0'863786	0'947744	-0'300717
CAL_UBICA	0'205345	0'614591	-0'750070
CAL_EDIF	0'417564	-0'606247	0'420570
CAL_VIV	0'74283110 ⁻¹	-0'191040	0'764246

Tabla 12

De dicha tabla se deduce que la primera variable canónica se construye como la combinación lineal siguiente:

$$\begin{aligned}
 Y_1 = & 0'0112552 \times \text{ANTIGÜEDAD}^* - 0'438298 \times \text{CONSERVACIÓN}^* - \\
 & 0'158657 \times \text{HABITAC}^* + 0'00263480 \times \text{AMPLITUD}^* + \\
 & 0'354015 \times \text{ESPARC}^* + 0'00136805 \times \text{SUP_C_VIV}^* - \\
 & 0'211499 \times \text{COEFEXTER}^* - 0'148125 \times \text{BAÑOPORDORM}^* - \\
 & 0'000701956 \times \text{DISTANCIA2}^* + 0'863786 \times \text{CAL_ZONA}^* + \\
 & 0'205345 \times \text{CAL_UBICA}^* + 0'417564 \times \text{CAL_EDIF}^* + \\
 & 0'0742831 \times \text{CAL_VIV}^*.
 \end{aligned}$$

La matriz de correlaciones entre las variables originales y las variables canónicas se recoge en la Tabla 13. De la observación de la columna de

Y_1 , puede deducirse que las variables con mayor peso en la interpretación de la primera variable canónica son: distancia a los dos centros considerados (-0'628915), calidad de zona (0'585013) y, con una influencia algo menor, las demás variables referentes a las calidades: calidad de edificación (0'446420), calidad de vivienda (0'404980) y calidad de ubicación (0'361214). Por tanto, al igual que sucedió con los barrios obtenidos a través del Krigeaje por bloques de 200 m, la primera variable canónica también aquí debe interpretarse como un combinación de diversas calidades de las viviendas y de las distancias a los dos centros considerados. Así, se pone de manifiesto que el criterio utilizado para la división en barrios de la ciudad es mixto: no sólo se ha considerado la localización espacial de la vivienda en venta para incluirlo en un barrio u otro, sino que en la propia delimitación de los barrios se han tenido en cuenta, previamente, las características de las viviendas en venta, con mayor énfasis en las referidas a la calidad global de éstas. Como ya se ha comentado con anterioridad, esta doble faceta que encierra el criterio de zonificación utilizado se debe a la aplicación del estimador espacial de Krigeaje sobre la primera componente principal.

VARIABLES	Y ₁	Y ₂	Y ₃
ANTIGÜEDAD	-0'104058	-0'91905010 ⁻¹	-0'252684
CONSERVACIÓN	-0'186624	-0'435167	-0'187768
HABITAC	-0'37078910 ⁻¹	-0'44837410 ⁻²	-0'248029
AMPLITUD	0'243706	0'225502	0'555237
ESPARC	-0'75876110 ⁻¹	-0'203509	0'395657
SUP_C_VIV	0'134434	0'141034	0'135213
COEFEXTER	-0'173527	0'104062	-0'76969310 ⁻¹
BAÑOPODORM	0'231578	0'229259	0'337549
DISTANCIA2	-0'628915	0'314143	0'417579
CAL_ZONA	0'585013	0'377952	0'92301510 ⁻¹
CAL_UBICA	0'361214	0'375723	-0'285947
CAL_EDIF	0'446420	0'37150310 ⁻¹	0'434767
CAL_VIV	0'404980	0'51830210 ⁻¹	0'627391

Tabla 13

3.2.5. Representación canónica.

En las columnas de medias de la Tabla 24 del capítulo VI se recogen los vectores de medias muestrales, representativos de las viviendas tipo de los cuatro barrios obtenidos mediante el Krigeaje por bloques de 400 m. Las coordenadas canónicas de las viviendas tipo (referidas al centroide de Granada) se recogen en la Tabla 14.

COORDENADAS CANÓNICAS DE LAS VIVIENDAS TIPO (REFERIDAS AL CENTROIDE DE GRANADA)			
BARRIOS	1	2	3
400-1	-2'08994	-0'581626	0'113541
400-2	-1'00617	0'853933	0'12944710 ⁻¹
400-3	0'927532	-0'188679	-0'422717
400-4	2'16858	-0'83628410 ⁻¹	0'296232
GR	0'603944	3'13575	3'63089

Tabla 14

Por último, se obtiene el radio de la región de confianza a la que pertenece el vector de medias poblacional de cada barrio, con un nivel de confianza dado del 90% (véase la Tabla 15).

BARRIO	NÚMERO DE VIVIENDAS	RADIO DE LA REGIÓN DE CONFIANZA
400-1	60	0'591304
400-2	33	0'797314
400-3	74	0'532440
400-4	131	0'400176

Tabla 15

3.2.6. Comentarios sobre la representación gráfica.

En la Figura 3 pueden observarse las regiones de confianza obtenidas. Éstas se sitúan de izquierda a derecha, desde el barrio 1, el más distante del centro y de menor calidad global de sus viviendas, hasta el barrio 4, con características de la vivienda radicalmente opuestas a las del

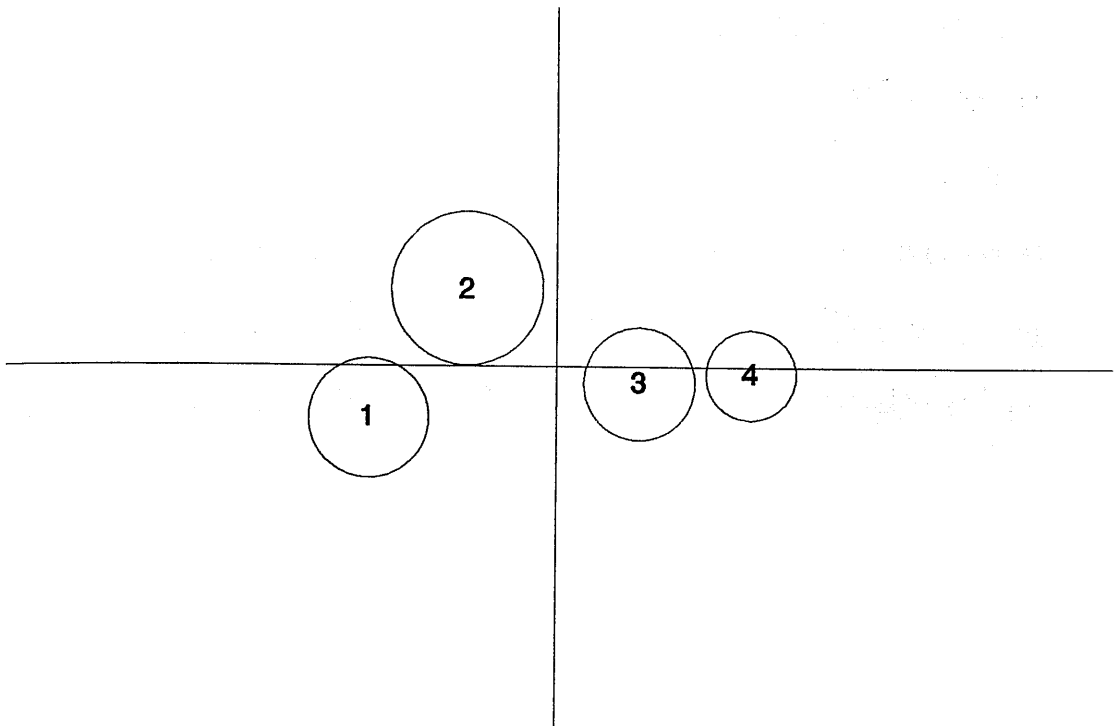


Figura 3. *Regiones de confianza de los barrios obtenidos por Krigeaje de bloques de 400 m de lado.*

barrio 1. No se produce solapamiento entre las regiones de confianza, al igual que ocurría en el caso de los bloques de 200 m, por lo que el criterio de zonificación, que es básicamente el mismo en ambos casos, se puede considerar como bastante satisfactorio. En la Figura 3 puede apreciarse que el mayor grado de heterogeneidad se observa entre los dos barrios intermedios, y, por el contrario, la mayor semejanza se produce entre cada uno de ellos y su extremo contiguo. En el siguiente epígrafe comentaremos con mayor profundidad este aspecto.

4. EVALUACIÓN COMPARATIVA, DESDE LA PERSPECTIVA DEL ACPL, DE LAS DIVISIONES DE LA CIUDAD EN SECTORES ADMINISTRATIVOS Y EN BARRIOS OBTENIDOS POR KRIGEAJE DE LA PRIMERA COMPONENTE PRINCIPAL.

Lo más destacable de la comparación del ACPL entre los barrios obtenidos mediante el Krigeaje por bloques de 200 m y de 400 m es la semejanza entre ellos. La razón, evidentemente, es que la metodología empleada para su delimitación ha sido la misma en ambos casos, aunque el tamaño de los bloques haya sido diferente. Por ello, el ACPL pone de manifiesto que, en lo esencial, el criterio en el que se basan ambas zonificaciones es también el mismo: la combinación de la referencia geográfica, dada por la distancia a los dos centros considerados, junto con las características que más diferencian a unas viviendas en venta de otras: sus calidades.

Desde el punto de vista del ACPL solamente se pueden detectar ligeras diferencias entre los resultados de ambos grupos de barrios. Una de ellas es que la primera variable canónica recoge mayor cantidad de discriminación en los barrios obtenidos por medio del Krigeaje por bloques de 200 m (93'1600%), frente a la de los barrios obtenidos por Krigeaje de bloques de 400 m (88'6964%). A pesar de esta diferencia, en ambos casos las dos primeras variables canónicas, generadoras del plano canónico,

recogen una cantidad de variabilidad acumulada del 97'7%. Ello quiere decir que las distancias de Mahalanobis y las euclídeas son prácticamente idénticas, en ambos casos.

Otra pequeña diferencia entre los barrios obtenidos mediante el Krigeaje por bloques se da en las correlaciones de las variables originales con la primera variable canónica. Concretamente, el orden de importancia de las variables distancia a los dos centros y calidad de zona está permutado. Así, en la zonificación obtenida con bloques de 200 m, la variable con mayor correlación es la calidad de zona y después la distancia a los dos centros, mientras que en los barrios de bloques de 400 m sucede lo contrario. No obstante, las diferencias entre las correlaciones son del orden de centésimas en ambos casos. El resto de variables con mayor correlación (calidad de edificación, calidad de vivienda y calidad de ubicación) tienen el mismo orden para los dos tipos de barrios. Las correlaciones de las variables originales con mayor peso en la primera variable canónica, citadas más arriba, tienen mayor valor absoluto en la división en bloques de 400 m que sus variables homónimas en los bloques de 200 m. Ello implica que en el primer caso están más claras sus influencias sobre la primera variable canónica y, por tanto, la interpretación dada a ésta tiene mayor respaldo. Resumiendo las diferencias establecidas en relación con la primera variable canónica: la de los bloques de 400 m es un poco menos explicativa, aunque su interpretación, basada

en las correlaciones, es más clara, y en ella tiene algo más de peso la variable distancia a los dos centros que la calidad de zona.

Una diferencia que se ha apuntado anteriormente es la distinta disposición de las regiones de confianza de las viviendas tipo en venta a lo largo del primer eje (véanse las Figuras 2 y 3). Así, mientras que en los barrios obtenidos con bloques 200 m hay una gradación suave, en los barrios de bloques 400 m se produce una cierta polarización hacia los extremos. Combinando las representaciones canónicas con los planos de grises obtenidos a partir del Krigeaje por bloques aplicado sobre la primera componente principal (véanse las Figuras 25 y 26 del capítulo VI), podemos complementar la información aportada por el ACPL. Se observa que al utilizar bloques de 200 m se obtiene una representación más detallada, de mayor diversidad y con mayores matices en las zonas de transición. Ello explica que se enfatice en las diferencias existentes entre el barrio 1, el de menor calidad global y mayor perifericidad (a grandes rasgos, abarca casi todo el sector de Almanjáyar-Cartuja y los bordes exteriores de los sectores de La Chana y del Zaidín), frente al barrio 2, el siguiente en cuanto a calidad y perifericidad (que se sitúa como zona de transición entre el sector de Constitución-Plaza de Toros-Doctores y el de Almanjáyar-Cartuja, y entre el del Zaidín y Camino de la Sierra, además de gran parte de La Chana). En cambio, al utilizar bloques de 400 m, el barrio 2 se acerca al 1 en la representación canónica, disminuyendo su

valor en la primera variable canónica. Fundamentalmente, se explica porque en la zona de Almanjáyar y de La Chana, el barrio 2 con bloques de 400 m aumenta su extensión, al englobar numerosos bloques que serían del barrio 1 si se utilizaran bloques de 200 m; al mismo tiempo, en la zona sur de la ciudad, donde se observaba mayor variabilidad en el plano de bloques de 200 m, la utilización de bloques de 400 m provoca una cierta uniformización, que en este caso, beneficia más al barrio 1. En definitiva, al pasar del Krigeaje por bloques de 200 m al Krigeaje por bloques de 400 m se produce un acercamiento en el ACPL del barrio 2 al 1. Por otro lado, con los bloques de 200 m también se enfatizan las diferencias entre el barrio 4, el de mayor calidad global y mayor cercanía al centro (situado en la zona central de la ciudad, más la barriada de Bola de Oro), frente al barrio 3, que circunda al anterior e inserta algunos bloques dentro de él. En cambio, la utilización de bloques de 400 m produce una reorganización, en la que el barrio 3 aumenta su valor medio en la primera variable canónica, acercándolo al barrio 4. Por tanto, al pasar de bloques de 200 m a bloques de 400 m se produce una mayor diferenciación entre los dos barrios intermedios (2 y 3) y, en consecuencia, un acercamiento de cada uno de ellos a su extremo (barrios 1 y 4, respectivamente), lo que provoca una menor diferenciación con relación a estos últimos.

En otro orden de cosas, la comparación entre las representaciones canónicas de los barrios obtenidos mediante el Krigeaje por bloques con la

de los sectores administrativos debe hacerse con extraordinaria cautela. La razón principal es que la primera variable canónica no significa lo mismo en uno y otro caso. Como se ha comentado con anterioridad, en el caso de la división en sectores administrativos sólo tiene un peso importante la variable distancia a los dos centros considerados, apareciendo las calidades globales de la vivienda en un plano muy secundario. La segunda diferencia fundamental es el signo positivo de la correlación de la variable distancia a los dos centros con la primera variable canónica, en el caso de los sectores, y negativo en los barrios obtenidos a través del Krigeaje por bloques. También las calidades tienen signos opuestos en uno y otro caso. Por tanto, los ejes no significan lo mismo y, además, son de signos opuestos. Ello explica que los sectores con menor distancia al centro (PA, CE y CR) aparezcan en la parte izquierda del primer eje (de la Figura 1), mientras que el barrio 4, con menor distancia al centro y mayor calidad global, aparece a la derecha del primer eje (de las Figuras 2 y 3).

Es importante subrayar el mayor poder de discernimiento que aporta el criterio mixto que combina el punto de vista espacial y el de las calidades globales de la vivienda, utilizado para la obtención de los barrios por Krigeaje de la primera componente principal, frente al criterio exclusivamente geográfico utilizado para la división de la ciudad en sectores administrativos. Una prueba de ello es que la primera variable canónica tiene menor poder explicativo en la aplicación del ACPL sobre

los sectores administrativos que sobre los barrios obtenidos por Krigeaje, como puede comprobarse comparando la cantidad de discriminación recogida por la primera variable canónica en uno y otro caso.

La segunda prueba de la mayor capacidad de diferenciación del criterio mixto, es que no se producen solapamientos entre las regiones de confianza de los barrios (véanse las Figuras 2 y 3). Por el contrario, entre los sectores administrativos hay gran cantidad de solapamientos, como puede apreciarse en la Figura 1. El primer solapamiento que vamos a comentar es el de los sectores de Pedro Antonio de Alarcón, Centro y Camino de Ronda. A la vista de la Figura 1 puede concluirse que existe una importante semejanza entre estos sectores administrativos. No obstante, esta conclusión debe ser contrastada teniendo en cuenta la información aportada por análisis precedentes. Así, de la observación de las sucesivas tablas obtenidas en los contrastes multivariantes del capítulo VII (véanse las Tablas 1 a 6), se deduce la aceptación de la hipótesis nula de homogeneidad, esto es, de formación de parejas, entre Pedro Antonio de Alarcón y Centro, por un lado, y entre Pedro Antonio de Alarcón y Camino de Ronda, por otro, con 1, 2, 3, 4, 5 y 6 componentes principales; pero absolutamente en todos los contrastes se rechaza la homogeneidad entre los sectores del Centro y Camino de Ronda. También se rechaza la existencia de homogeneidad en este trío de sectores, para todos los contrastes realizados. Por tanto, desde el punto de vista de los contrastes

multivariantes, no estaría tan fundamentada la conclusión acerca de la homogeneidad entre estos tres sectores, como podía deducirse de la representación gráfica del ACPL aplicado sobre los sectores. Otra razón que pone en entredicho la homogeneidad entre estos tres sectores proviene de la observación de los planos de grises (Figuras 25 y 26 del capítulo VI) y de las Tablas 14 y 15 del capítulo VI. Se puede constatar que la gran mayoría de las viviendas del sector de Pedro Antonio de Alarcón y la práctica totalidad de las del Centro forman parte del barrio 4, mientras que las del sector del Camino de Ronda se distribuyen a partes iguales entre los barrios 3 y 4. Por tanto, sólo se puede aceptar la semejanza entre los tres sectores citados (reflejada en la representación canónica de la Figura 1), si el criterio de comparación se basa en la distancia a los dos centros, como de hecho ocurre en el ACPL; por el contrario, la semejanza entre los tres sectores se pone en entredicho si el criterio de comparación también tiene en cuenta las calidades globales de las viviendas. Por otro lado, en la Figura 1 también se observan los solapamientos de las regiones de confianza de estos tres sectores (sobre todo el del Camino de Ronda) con las de sectores adyacentes, como Constitución-Plaza de Toros-Doctores y Realejo. Estos solapamientos son de mayor área de lo que aparentan, pues debe tenerse en cuenta que los desplazamientos de las regiones de confianza hacia arriba o hacia abajo (en relación al segundo eje) apenas tienen importancia, pues el segundo eje recoge una muy pequeña cantidad de discriminación. En relación al solapamiento del sector de Constitución-

Plaza de Toros-Doctores con el del Realejo, puede comentarse que en los contrastes multivariantes también se acepta la homogeneidad entre ambos sectores (con 1, 2, 3, 4, 5 y 6 componentes principales). Por su parte, el solapamiento de las regiones de confianza de los sectores de La Chana, Zaidín y Camino de la Sierra es más fuerte de lo que se muestra en la Figura 1, pues el desplazamiento hacia arriba de estos dos últimos, que evita que la zona de intersección sea más amplia, no implica que existan grandes diferencias entre estos sectores, pues el segundo eje recoge muy poca cantidad de discriminación en comparación con el primero. Los contrastes multivariantes también mostraban la existencia de diversos emparejamientos de estos tres sectores entre sí; además, se aceptaba la homogeneidad del trío (con 2 y 4 componentes principales).

Además de los solapamientos entre los sectores que se han señalado, también podrían señalarse como defectos de esta división administrativa aquellos casos en los que se acepta la existencia de grupos de sectores homogéneos en los contrastes multivariantes sobre las componentes principales y, en cambio, no se producen solapamientos entre sus regiones de confianza en el ACPL. Por ejemplo, el grupo formado por los sectores del Realejo, Constitución-Plaza de Toros-Doctores y Camino de la Sierra, y el de éstos últimos con el de La Chana, cuya homogeneidad es aceptada en los contrastes con una y dos componentes principales (véanse las Tablas 9 y 10 del capítulo VII), no tienen su reflejo en la Figura 1 del ACPL por

sectores. Evidentemente, ello se debe a que la división administrativa atiende exclusivamente al criterio geográfico de la distancia al centro, mientras que en los contrastes multivariantes se ha tenido en cuenta la totalidad de las características de la vivienda en venta, recogidas a través de las componentes principales.

Por el contrario, la clara heterogeneidad entre los barrios obtenidos mediante el Krigeaje por bloques de la primera componente principal (tanto si se utilizan bloques de 200 m como de 400 m), que se refleja en los contrastes multivariantes, también tiene su correspondencia en la inexistencia de solapamientos entre sus regiones de confianza, representadas en las Figuras 2 y 3 del ACPL. En conclusión, la zonificación obtenida a través del Krigeaje por bloques de la primera componente principal, basada en un criterio mixto que combina los aspectos geográficos con los relativos a las calidades de las viviendas en venta y, por tanto, con claras implicaciones socioeconómicas, conduce a una nítida diferenciación de barrios, heterogéneos entre sí y homogéneos dentro de sí.

CAPÍTULO IX

APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES Y DE LA TEORÍA DE LAS VARIABLES REGIONALIZADAS PARA LA ESTIMACIÓN DEL VALOR DE LA LOCALIZACIÓN Y DEL VALOR DE MERCADO DE LA VIVIENDA

1. INTRODUCCIÓN.

En este capítulo se exponen los resultados más reseñables derivados de la aplicación encadenada del análisis de componentes principales (ACP) y de la teoría de las variables regionalizadas (TVR), encaminada a la estimación del valor de la localización de la vivienda y, junto a ella, a la estimación del valor de mercado de la misma. Dicha aplicación conlleva la utilización secuencial, por un lado, de la herramienta multivariante para estimar el valor de las características constructivas y, por otro, la adaptación del Krigeaje residual iterativo (KRI) como método de estimación espacial de estas variables, en un proceso bietápico ya conocido: en una primera fase se aplica la técnica de regresión por mínimos cuadrados

generalizados (MCG) para estimar los coeficientes del modelo de regresión, referidos a las características constructivas de la vivienda (recogidas por una componente principal que así ha sido interpretada) y referidos a la variabilidad a gran escala espacial o deriva de la variable bajo estudio; en una segunda fase, la que es propiamente de estimación espacial, se hace uso del método del Krigeaje, como instrumento para estimar el valor de las características localizativas de la vivienda que, unidas a las constructivas, determinan el valor de mercado de ésta. Antes de continuar avanzando sería conveniente aclarar brevemente algunos conceptos relacionados con el valor de los bienes inmobiliarios.

1.1. Principales conceptos utilizados en la valoración de los bienes urbanos.

Comenzaremos puntualizando que el objeto de este estudio coincide con el de la tasación o valoración inmobiliaria, que es la estimación del valor de cambio o valor de mercado de los bienes inmobiliarios, esto es, de la cantidad de dinero con que se retribuye la mercancía inmobiliaria (un inmueble o una localización determinada) en el mercado urbano. Por tanto, no es objeto de nuestro interés el valor de uso que para la colectividad podría tener dicho bien, que raramente coincide con el de mercado¹. Es

¹ La coincidencia entre el valor de uso y el de cambio o mercado sólo se produce dentro de un mercado transparente, competitivo, no afectado por prácticas especuladoras o monopolísticas, donde el equilibrio entre la oferta y la demanda dé lugar a unos

necesario también distinguir entre los conceptos de valor de mercado, precio y coste de una mercancía urbana. El primero es una estimación del precio más probable por el que un bien urbano podría enajenarse en un mercado con funcionamiento "normal", regido por el comportamiento racional de la oferta y la demanda. En cambio, en el precio se materializan las condiciones específicas de una transacción: es la cantidad de dinero que un determinado comprador está dispuesto a entregar y un determinado vendedor dispuesto a recibir, en unas condiciones concretas. Como es bien sabido, no es frecuente la coincidencia exacta entre el valor de mercado y el precio del bien urbano². Por su parte, el coste es la cuantificación monetaria de los gastos efectuados para la ejecución material de un inmueble, incluyéndose, entre otros, los de materiales y trabajo, tasas e impuestos, dirección técnica, gastos de promoción e, incluso, beneficios. El valor de mercado no coincide con el coste porque incluye a éste y, además, a la renta asignable a la localización diferencial del bien inmueble dentro de la trama urbana.

El valor de mercado de los inmuebles viene por tanto determinado por la relación entre la oferta y la demanda existente en cada localización

valores urbanos que recojan las distintas utilidades sociales que tienen los bienes. Pero si algo caracteriza al mercado urbano es, precisamente, todo lo contrario: la falta de transparencia y la fuerte presencia de la componente especulativa y monopolística.

² Sólo en condiciones perfectas de funcionamiento del mercado se produce dicha coincidencia.

urbana, bajo condiciones normales de mercado. Este valor del inmueble no se deriva automáticamente del coste en el que se ha incurrido para su obtención: así, el valor de las estructuras edificadas sí dependerá de su coste de ejecución material, en cuanto producto del sector industrial de la construcción, pero el otro gran componente del inmueble, que es el valor del suelo, no depende en absoluto de los costes que le son atribuibles, como son los costes de urbanización, sino que su valor viene dado en función de su localización concreta en la estructura urbana. Por tanto, la generación de las rentas urbanas de localización explica la diferenciación espacial de los valores del suelo (y de los valores inmobiliarios en general) en una ciudad. Estas rentas de localización surgen por el hecho de que el suelo es único, irreproducible competitivamente y, consecuentemente, escaso por definición. Aun cuando no medie la voluntad deliberadamente especulativa de su propietario, la institución de la propiedad privada sobre este bien escaso genera el desequilibrio entre una oferta rígida y su demanda, lo cual da lugar a la aparición de un precio de monopolio, ajeno a su coste de producción. De esta forma, los precios de los bienes urbanos siempre se encuentran en el máximo admisible para la capacidad adquisitiva del segmento de la demanda de cada submercado. Finalmente, dicho plusbeneficio generado por la localización irreproducible puede ser absorbido por el propietario del suelo, por el promotor inmobiliario, o por ambos.

La naturaleza monopolística del suelo, de la localización, explica la aparición de las rentas urbanas de localización y la formación de los valores inmobiliarios, pero ello no quiere decir que la posición de monopolio se deba exclusivamente a razones de escasez natural. Por el contrario, a la escasez natural se une la jerarquización social (y a veces racial) del espacio urbano, que se convierte así en un escenario de conflictos sociales, donde las diferentes clases pugnan por conseguir las mejores localizaciones. Evidentemente, la tensión se resuelve con el dominio de la estructura urbana por los grupos sociales acomodados, que pueden imponer su elección de la localización urbana más satisfactoria. En definitiva, la naturaleza monopolística de la localización, en cuya base se encuentran razones naturales y/o sociales, es determinante en la distribución espacial de los valores del suelo edificado o no edificado y, en general, de los valores inmobiliarios.

Teniendo en cuenta que en el bien urbano siempre se halla presente la componente suelo, es decir, localización, y que puede o no confluir con la componente constructiva, ya que el suelo puede hallarse edificado o vacante, una primera aproximación al valor del bien urbano viene dada por el método aditivo, que plantea su cálculo como la suma de los valores del suelo y de la edificación:

$$V_v = V_s + V_c$$

donde V_v es el valor del bien urbano (en nuestro caso nos centraremos

sobre la vivienda), V_s el del solar y V_c el de la estructura edificada. Las normas de la valoración catastral y de la tasación hipotecaria se basan en esta filosofía, si bien, introducen importantes matices diferenciadores que se comentarán en el próximo capítulo, al hilo de la explicación de las respectivas metodologías de valoración.

El método aditivo descansa en un planteamiento excesivamente simplificador, como es suponer que no existe interacción entre el valor del suelo y el de la edificación; sin duda, es más realista plantear que el valor del inmueble depende del par suelo-construcción, conjuntamente considerado, en vez de cada una de las dos componentes por separado. Este planteamiento se basa en la teoría de que el mercado del suelo no es originario sino derivado³: generalmente la demanda de los usuarios urbanos no se dirige al suelo vacante, sino al suelo edificado, esto es, a las viviendas, locales, etc., localizados espacialmente. El mercado del suelo no tiene una existencia independiente, sino que su existencia deriva de la del mercado originario de los usos urbanos (residencial, terciario o industrial), y sólo tiene razón de ser en la medida en que éste lo genera. Por ello, las diferencias locacionales se materializan en el mercado del producto espacial urbano (viviendas, oficinas, locales, etc.) y aunque también se manifiestan en el del suelo, lo hacen como un simple reflejo del

³ Una exposición detallada de este planteamiento puede consultarse en ROCA CLADERA, J. (1987): *Manual de Valoraciones Inmobiliarias*. Ariel Economía, Barcelona, pág. 40 y sigs.

primero. La consecuencia inmediata de esta teoría es que el suelo urbano no tiene un valor en sí mismo, sino que éste es un reflejo de lo que se puede edificar sobre él. Así, el suelo es valorado en función del aprovechamiento económico óptimo que puede proporcionar el inmueble que se eleva sobre él, en las condiciones de mejor y más intensivo uso posible. Por tanto, el precio del suelo no determina el de la vivienda, sino que es éste el que determina aquél. Ello pone en entredicho el planteamiento del método aditivo, pues el valor del inmueble ya no es la simple suma de suelo y edificación, considerados de forma independiente, sino que es función del mejor y más intensivo uso posible que el par interactivo suelo-construcción puede alcanzar en el mercado urbano. El valor del inmueble puede coincidir con el de la simple suma de suelo y construcción, pero solamente cuando ésta se corresponda con la mejor y más intensiva de las posibles utilizaciones. En caso de que la edificación no se corresponda con la mejor utilización urbana, el suelo que la sustenta sufre una infravaloración, por lo que no son independientes ambas componentes. Cuando esto ocurre es imposible separar el valor del suelo del valor de la construcción, debido a la compleja interacción entre localización y construcción, por lo que sería conveniente realizar la valoración del inmueble considerado en su totalidad. De hecho, si se intenta la separación por el denominado método residual, que más adelante se detallará, la valoración del suelo mediante la detracción al valor del inmueble de los gastos y beneficios de la construcción y de la promoción,

puede dar lugar a valores negativos de la localización. Para cada localización urbana particular, la inconcordancia entre la edificación sustentada y el mejor uso posible tiene consecuencias en el valor global del inmueble y, por ende, en el valor del suelo. Esta inconcordancia puede deberse a diversos factores, como son los cambios en el planeamiento que conlleven variaciones en la edificabilidad permitida o edificabilidades ejecutadas diferentes a la permitida en ese momento, depreciaciones motivadas por deficiencias en el diseño arquitectónico (depreciaciones funcionales), depreciaciones por factores ajenos al propio edificio, como por ejemplo, la ubicación junto a él de una actividad socialmente rechazada (desde una fábrica contaminante, hasta un foco de marginación, pasando por una zona de locales nocturnos o ruidosos), que son las denominadas depreciaciones económicas⁴. En cualquiera de los casos, el valor del inmueble se ve afectado en su conjunto, por lo que no sería recomendable la valoración separada (aditiva) del suelo y de la edificación, sino la valoración global del inmueble.

Desde el punto de vista de la aplicación llevada a cabo en este capítulo, se ha partido de la hipótesis de que los bienes inmuebles que componen la muestra se corresponden con los del mejor uso posible en

⁴ No se incluye en esta relación la depreciación física motivada por la antigüedad o deficiente conservación del edificio, ya que normalmente afecta al valor de la edificación, pero no a la totalidad del inmueble. En las depreciaciones funcional y económica sí se ve afectado el valor del inmueble en conjunto.

cada localización concreta. Existen varias razones para obrar de esta manera. La primera y principal es que no se dispone de datos objetivos y cuantificados monetariamente que valoren la existencia o no de depreciación y su incidencia sobre los valores del inmueble y de la localización de éste. Hemos considerado preferible no fijar a priori la existencia o no de esta depreciación y la valoración de su incidencia, pues hubiera sido un ejercicio puramente subjetivo. Por el contrario, es aconsejable que sea la propia metodología del KRI, una vez aplicada, la que ponga de manifiesto y valore la existencia de estas posibles depreciaciones, como de hecho sucederá cuando se evidencie su aparición, mediante el surgimiento de situaciones valorativas anómalas. La segunda razón es que la hipótesis de que los inmuebles se corresponden con el del mejor uso posible, permite la justificación del método aditivo de valoración separada del suelo y de la construcción, en el que se basan en esencia las valoraciones catastrales y las tasaciones hipotecarias, y en el que también se va a inspirar, hasta cierto punto, la metodología del KRI, aplicada a las estimaciones del valor de mercado de las viviendas y del valor de la localización de las mismas. Dado que en el siguiente capítulo se van a comparar los valores de la localización obtenidos por KRI con los valores catastrales del suelo y con los valores del suelo de las tasaciones hipotecarias, parece conveniente que las tres metodologías tengan una filosofía común, cual es la del método aditivo. La tercera razón es que la metodología del KRI permite la estimación separada del valor de la

localización, pero ello no es óbice para que también ofrezca la posibilidad de la estimación conjunta del valor del inmueble, considerado globalmente, por lo que no se cierra la puerta a la estimación por el camino aconsejado en aquellos casos en los que el inmueble no cumple con la hipótesis del mejor y más intensivo uso posible del suelo.

En la misma línea argumental en la que se ha basado la distinción entre el precio, el valor y el coste de los bienes inmobiliarios, se puede fundamentar la distinción entre estos tres conceptos aplicados al suelo urbano. El coste de ejecución material del suelo, que es fundamentalmente el coste de urbanización necesario para hacerlo apto para la edificación (pavimentado de calles, conducción de energía y agua a pie de obra, etc.) no se corresponde con su valor, sino que éste, generalmente, es mucho mayor que aquél pues, como se ha dicho con anterioridad, incluye la renta generada por la localización diferencial del solar dentro de la estructura urbana. Por otro lado, el precio del suelo es el resultado de su transacción real en el mercado de solares vacantes, operación efectuada usualmente entre el propietario y el promotor inmobiliario. El valor del suelo o de la localización es la parte del valor del inmueble atribuible al suelo, a su ubicación en la estructura urbana. No se trata por tanto de un precio real sino de un valor potencial, que se materializa en el momento en que se culmine el proceso de promoción inmobiliaria, esto es, en el momento en que el promotor vende el suelo ya edificado al usuario. Como se ha

apuntado anteriormente, el valor del suelo o de la localización puede apropiárselo total o parcialmente el propietario del suelo o apropiárselo parcialmente el promotor inmobiliario, en forma de plusvalía inmobiliaria (plusbeneficio inmobiliario). Precisamente, el precio de enajenación y el valor del suelo coinciden cuando los propietarios se apropian completamente de esa plusvalía, generada por la situación monopolística de escasez natural y socialmente creada, del suelo. El propietario del suelo puede apropiarse completamente de este valor del suelo si conoce cuál es el más intensivo y mejor uso posible del mismo, y si tiene suficiente capacidad negociadora para conseguir esta rentabilidad máxima. Esta situación es consustancial con un mercado transparente en su funcionamiento y con equilibrio de poder negociador entre ambas partes (propietario y promotor), todo lo contrario de lo que ocurre en nuestras ciudades, donde se ocultan los montantes reales de estas transacciones y donde unos pocos promotores se reparten sus áreas de influencia, actuando como un auténtico *pool* de compradores. De ahí que raramente el propietario pueda cuantificar y apropiarse de la parte del valor del inmueble que le corresponde, en razón del monopolio sobre la localización de su solar. En definitiva, raramente se produce la coincidencia entre el precio del suelo y el valor de la localización.

Es necesario aclarar que el valor del suelo o de la localización, objeto de este estudio, es el que corresponde al inmueble en razón de su

edificabilidad (el denominado valor de repercusión), no el valor o precio unitario del suelo (que es el precio del solar dividido por los m^2 del mismo). En pocas palabras trataremos de explicar las diferencias entre estos dos conceptos. Se entiende por valor de repercusión el valor del suelo por m^2 edificable, esto es, la parte del valor del m^2 techo del inmueble (m^2 de residencial, m^2 de terciario, etc.) que es atribuible al suelo, a la localización. En este sentido, es necesario tener en cuenta que lo que el promotor compra realmente al propietario del solar es la edificabilidad del mismo y, posteriormente, lo que vende es m^2 de techo residencial, en el caso de la vivienda colectiva, que es el que ahora nos interesa. Lo que realmente se compra y se vende es techo (edificabilidad), de ahí que el m^2 (m^2 edificable, en definitiva) sea la unidad de cuenta de la mercancía urbana. A grandes rasgos, la forma de proceder es la siguiente: una vez que el promotor conoce la edificabilidad permitida sobre el suelo que pretende adquirir, y ha estimado el precio de venta del inmueble edificable por m^2 , descuenta sus beneficios y gastos y los de la construcción, quedando como residuo el valor del suelo, que es lo máximo que está dispuesto a pagar al propietario; cosa bien distinta es que realmente sea lo que pague a éste, pues apoyándose en su mayor información y en su mayor poder de negociación, generalmente pagará una cantidad inferior, apropiándose de la diferencia en forma de plusvalía o plusbeneficio inmobiliario. Por tanto, el valor de repercusión es el valor máximo del suelo que se puede cargar (repercutir) sobre el precio final de venta de

cada unidad de producto urbano (es decir, sobre cada m²t de vivienda).

El concepto de repercusión es el enlace entre el valor del suelo y el del conjunto del inmueble, apoyando la aseveración de que el suelo no vale en sí mismo sino en relación a lo que sobre él se puede edificar, por lo que el valor del suelo es una consecuencia del valor del inmueble, y no al revés. La dependencia entre el valor del suelo y el del inmueble no se debe sólo a la cantidad de edificabilidad que aquél puede soportar legalmente, sino también a la calidad de ésta: el precio máximo que el promotor está dispuesto a pagar (valor de repercusión) aumenta conforme lo hace el precio al que podría vender el inmueble, es decir, conforme asciende el segmento de demanda al que va a dirigir su producto. Por ello, el valor de repercusión también ayuda a entender la jerarquización social de la estructura urbana.

El valor unitario del suelo (precio/m² de solar) no tiene en cuenta la edificabilidad, por lo que es apropiado en aquellos mercados y usos en los que la mercancía es, predominantemente, el suelo, y no tanto la edificabilidad; nos referimos a los mercados de la vivienda unifamiliar aislada, uso industrial o comercial de grandes superficies. Por el contrario, en el caso de la vivienda colectiva (e incluso unifamiliar pareada) no es adecuado valorar el suelo a través de su valor unitario sino a través de su valor de repercusión, ya que en este caso se homogeneizan los valores del

suelo en razón de su edificabilidad⁵.

A modo de resumen, se pueden destacar los siguientes rasgos básicos que ayudan a entender el concepto del valor del suelo o valor de la localización:

a) La mercancía que demanda el usuario urbano es techo (techo edificado), no suelo, por lo que el mercado del suelo se deriva del mercado originario de los usos urbanos (residencial, terciario, comercial, etc.).

b) De ello se deduce que el suelo urbano no tiene valor intrínseco: de hecho, el coste de ejecución material del suelo (cuya mayor

⁵ Por ejemplo, si se valora por unitario una zona de alta cualificación, pero de baja densidad edificatoria por tener grandes áreas de esparcimiento, pueden obtenerse valores unitarios inferiores a los de otra zona de menor cualificación pero de edificación muy intensiva, por lo que el valor del suelo no estaría recogiendo fielmente la estructura jerárquica del entramado urbano. Esto no sucede si se valora por repercusión, donde el valor del suelo de ambas localizaciones vendría homogeneizado en razón de su edificabilidad. Otro inconveniente del valor unitario es que difiere de una parcela a otra si tienen distinto tamaño, aunque el valor global del solar sea el mismo y tengan la misma edificabilidad global y, por tanto, el mismo valor de repercusión. Un inconveniente de índole práctica que dificulta la utilización del valor unitario del suelo como referente general del valor de la localización es que, usualmente, el mercado de viviendas unifamiliares en nuestras ciudades se sitúa en unas zonas muy concretas, fundamentalmente en los anillos exteriores, y raramente se encuentran promociones de esta tipología en la zona central, que suele hallarse más macizada, por lo que la distribución espacial de los datos es muy poco propicia para llevar a cabo la estimación. Lo mismo ocurre si se utiliza como referente general del valor de la localización el valor unitario del suelo de solares vacantes: a la falta de transparencia de las operaciones se une la escasez y concentración espacial de las mismas.

partida es el coste de urbanización) no se corresponde con el valor del suelo. El suelo es valorado en función del máximo aprovechamiento económico que puede reportar la edificación que sustenta, esto es, en las condiciones de mejor y más intensivo uso posible. Dado que el suelo vale en función de lo que sobre él se puede edificar, el valor del suelo no es independiente del valor del inmueble sino que está determinado por éste, y no a la inversa.

c) La suma del valor del suelo y de la construcción, que plantea el método aditivo, coincide con el valor de mercado del inmueble cuando lo edificado responda al mejor y más intensivo de los usos posibles. Cuando no ocurre esto, es desaconsejable la utilización del método aditivo, debiendo encaminarse la valoración a la estimación del valor global del inmueble y no a la estimación separada del suelo y de la construcción.

d) El valor del suelo o de la localización es la parte del valor del inmueble que puede atribuirse a la localización del mismo, esto es, al suelo. El valor del suelo coincide con su precio de transacción cuando el propietario consigue apoderarse completamente de la totalidad del valor del suelo, en el que se incluye la parte que en caso contrario se apropiaría el promotor en forma de plusvalía inmobiliaria.

e) El referente del valor del suelo o de la localización en el mercado residencial colectivo (también en otros usos) es el valor de repercusión del suelo: parte del valor del m² techo del inmueble atribuible al suelo. Su cálculo se basa en la estimación del máximo que el promotor está dispuesto a pagar al propietario del suelo, esto es, lo máximo que puede repercutir sobre el precio de venta⁶.

f) Por tanto, en la repercusión no sólo influye la cantidad de edificabilidad permitida por el planeamiento, sino también la calidad de la misma: el suelo será más caro o más barato en función de que se pueda repercutir en el precio de venta, más caro o más barato, de las viviendas que se construyan sobre él. Por tanto, la jerarquización social de la estructura urbana, que se manifiesta en el valor de los inmuebles, también debe tener su reflejo en el valor de la localización.

g) El suelo tiene un valor de monopolio provocado por su escasez, no tanto si se considera en su globalidad, sino para cada segmento del mercado de la vivienda. Esta escasez viene provocada porque el

⁶ El cálculo del valor del suelo es crucial para el promotor, pues debe asegurarse de que la inversión materializada en el mismo sea rentable, o simplemente factible, para que no sólo no se produzcan pérdidas cuando se venda el inmueble, sino que también proporcione un beneficio que pueda considerarse como aceptable, desde el punto de vista de que la rentabilidad conseguida compense el riesgo en el que se incurre al hacer la inversión.

suelo no es reproducible competitivamente, de ahí que la limitación natural y/o artificial de la cantidad de suelo en las mejores localizaciones genere precios de monopolio en la estructura urbana.

h) La jerarquización social de la estructura urbana se manifiesta en la diferenciación del espacio urbano, con la creación de áreas residenciales de alta calidad (en cuanto a servicios, urbanización, etc.) y otras de calidad inferior, lo cual explica, a su vez, la diferenciación espacial de los valores inmobiliarios y del valor de la localización. Esta jerarquización y diferenciación espacial no surgen espontáneamente de un día para otro, sino que son el resultado de la acción del conjunto de la sociedad y de las inversiones de las administraciones públicas a lo largo del tiempo. De ahí que se afirme que el valor de la localización es un producto histórico.

1.2. Fundamentos teóricos justificativos de la aplicación del KRI.

Una vez aclarados los principales conceptos de la valoración inmobiliaria que se van a manejar a lo largo de este capítulo, volvemos de nuevo a la explicación de los fundamentos en los que se basa la aplicación de la metodología del KRI para la estimación del valor de mercado y del valor de la localización de la vivienda. El punto de partida de la aplicación es el cumplimiento de la hipótesis de que el valor de mercado de la

vivienda se halla condicionado por la confluencia de dos tipos de características: las constructivas o edificatorias y las localizativas, englobando en estas últimas las características medioambientales (en el más amplio sentido de la palabra) del entorno o barrio y la accesibilidad. La distinción de estas dos categorías de características en la literatura clásica sobre la materia, ha tenido como corolario empírico la especificación de un modelo de regresión hedónica del siguiente tipo:

$$Z = \alpha + \sum_{d=1}^D \beta_d C_d + \sum_{j=1}^J \delta_j L_j + \epsilon \quad \text{Ec. (1)}$$

donde:

Z es el precio de la vivienda.

C_d son las características edificatorias o constructivas de la vivienda.

L_j son las características localizativas.

ϵ es el término de perturbación aleatoria.

α , β_d y δ_j son los parámetros del modelo.

A través de un modelo de regresión hedónica como el descrito más arriba se pretende llevar a cabo la estimación de los precios implícitos de cada una de las características o factores que determinan el valor de los bienes urbanos, como una cuantificación aproximada de la relación causa-efecto que liga el valor del bien inmobiliario con las variables explicativas que ejercen influencia sobre éste.

En modelos de este tipo se hace una clara diferenciación entre las características localizativas y las características no localizativas. Se consideran características no localizativas, constructivas o edificatorias, factores como la superficie de la vivienda, calidad y coste de los materiales, tipología de cimentación y de cerramientos, antigüedad de la construcción y estado de conservación de la misma, número de cuartos de baño por dormitorio, existencia o no de instalaciones especiales, como puerta blindada, video-portero, antena parabólica, etc. En definitiva, se trata de características observables y cuya cuantificación no plantea grandes problemas. Por lo que se refiere a las variables localizativas, se suelen dividir, por un lado, en las relacionadas con la accesibilidad, introducidas en el modelo a través de variables *proxi*⁷, como la distancia, tiempo o coste del transporte empleado en el trayecto que media entre la vivienda y el centro o subcentros de la ciudad; por otro lado, las características medioambientales del barrio o entorno, que incluyen su nivel de servicios públicos y privados, status socioeconómico, amenidad del entorno, etc. Las características medioambientales del entorno también se introducen en el modelo mediante variables *proxi*, como metros cuadrados de zona verde por habitante, número de plazas escolares, de camas hospitalarias, de comercios, ingresos medios, proporción de personas con estudios medios

⁷ Cuando una variable no es directamente observable en la realidad se suele recurrir a la observación y medición de otra u otras variables relacionadas o próximas a la primera, pudiendo así especificar en el modelo variables no observables y reduciendo, por tanto, el sesgo de especificación.

o superiores, proporción de personas en paro, etc. Precisamente, uno de los primeros problemas que surgen en la fase de especificación de este tipo de modelos de regresión es la carga subjetiva que conlleva la selección de las variables *proxi*, que se pretende que emulen el comportamiento de las características localizativas. Incluso la utilización de la variable distancia, tiempo o coste del transporte al centro o subcentros de la ciudad, como una cuantificación de la accesibilidad, plantea el problema de la determinación de dichos subcentros. Aun cuando la selección del centro o de los subcentros no fuera tarea difícil en una determinada ciudad, no es infrecuente que en la estimación de los coeficientes del modelo de regresión, sobre todo en lo que se refiere al de la variable o variables que miden la accesibilidad, se obtengan signos contrarios a lo que sería esperable, como consecuencia, precisamente, de la estructura multicéntrica de la ciudad.

Además de los problemas derivados de la determinación de los centros o subcentros de la ciudad, y de la selección de las variables *proxi* de las características localizativas, surge la duda acerca de cuál es el ámbito espacial de actuación de cada una de dichas variables *proxi*. Por ejemplo, por donde transcurre la frontera que divide la zona de influencia de un centro escolar de la de otro, o la de un determinado establecimiento comercial de otro; cómo tratar los posibles solapamientos de dichas zonas de influencia; todo ello sin contar con el hecho de que el espacio urbano

no suele ser regular y homogéneo, sino todo lo contrario, por lo que sería una simplificación el trazado de círculos de influencia. En definitiva, la delimitación de las fronteras dentro de las cuales afecta la característica estudiada y el comportamiento del gradiente de dicha influencia en el área considerada, no son problemas que puedan calificarse como menores en la especificación del modelo de regresión.

Por otro lado, la utilización del modelo de regresión hedónica en el que se introducen variables *proxi* de las características localizativas ha sido objeto de crítica, porque se está suponiendo implícitamente que los parámetros referidos a las características del barrio permanecen constantes para el conjunto de la ciudad. Dicho supuesto, en la mayoría de los casos, es una simplificación excesiva de la realidad, por la razón expuesta anteriormente: una determinada característica localizativa puede tener un radio de influencia diferente en un barrio que en otro, lo cual podría ser puesto de manifiesto a través de un test de cambio estructural en el espacio. Además, las interrelaciones entre las variables explicativas del modelo de regresión pueden provocar problemas de fuerte multicolinealidad, que alteren el signo y significación de los coeficientes.

Finalmente, no conviene dejar de lado el problema de la presencia de autocorrelación espacial, generada por la dependencia de las características medioambientales del barrio y de la accesibilidad con la

localización. Así, la calificación de las variables valor de mercado y valor de la localización de los bienes urbanos como variables regionalizadas es la consecuencia monetaria de la dependencia espacial de las características localizativas. La justificación teórica de la presencia de la autocorrelación espacial en la formación de los valores urbanos, como consecuencia de la dependencia aludida entre las características medioambientales del barrio y la accesibilidad con la localización, ha sido extensamente tratada en diferentes publicaciones, a alguna de las cuales se ha hecho referencia⁸, por lo que en este apartado nos limitaremos a reseñar las principales líneas argumentales.

Las características constructivas de las edificaciones son, en gran medida, reproducibles en distintos lugares del espacio y son, aunque no en la práctica, sí al menos teóricamente, ajenas a la localización. Por el contrario, las características medioambientales del barrio y la accesibilidad se hallan íntimamente ligadas a la localización, y este tipo de características son difícilmente reproducibles de forma competitiva en el mercado inmobiliario: la dotación de servicios públicos docentes, sanitarios, recreativos, u otro tipo de características medioambientales del barrio, no resultan fácilmente transportables a otro entorno, pues son el resultado de

⁸ Una esclarecedora exposición cronológica de esta problemática, puede consultarse en CHICA OLMO. J.M. (1994, b): *Teoría de las Variables Regionalizadas. Aplicación en Economía Espacial y Valoración Inmobiliaria*. Biblioteca de Económicas y Empresariales. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Granada, Granada.

causas naturales y de causas sociales que han venido operando históricamente a lo largo de generaciones. Dicha dependencia afecta tanto al valor del suelo urbano no edificado como al edificado, siendo éste último el centro de nuestra atención. Generalmente, las características localizativas (medioambientales y accesibilidad) influyen en la misma dirección, tanto si se trata de un suelo edificado como si no lo está, si bien no lo hacen en la misma magnitud para cada uno de los diferentes usos a los que puede destinarse una edificación (vivienda, local, oficina, etc.). Dado que la única diferencia entre suelo construido y no construido es la edificación, teóricamente reproducible en distintas localizaciones con las mismas características constructivas, las características que ejercen mayor influencia sobre la formación espacial de los valores urbanos son aquellas que dependen de la localización, de difícil traslación a otros lugares del espacio. Puesto que la localización de la vivienda en la estructura urbana es el factor de mayor relevancia para explicar la formación de su valor final en el mercado, sería interesante centrar la atención sobre el valor de la localización, separándolo, si es posible, del valor de las características constructivas de la vivienda. Recuérdese que bajo este planteamiento subyace el cumplimiento de la hipótesis del mejor y más intensivo uso posible de cada localización concreta. Para llevar a cabo la estimación del valor de la localización se suele utilizar en el ámbito de la tasación inmobiliaria el procedimiento residual, detrayendo al valor de la vivienda el valor de la edificación, obteniendo así el denominado valor de

repercusión del suelo, que es el valor de la localización por cada unidad de producto urbano⁹. Con este procedimiento, se trata de reconstruir la operación mediante la cual los promotores inmobiliarios determinan el precio al que están dispuestos a adquirir los terrenos, que hemos comentado en el epígrafe anterior: partiendo del precio al que estiman que podrían enajenar las edificaciones, se van sustrayendo las cantidades relativas a los costes de urbanización, costes de construcción, costes de financiación, gastos de promoción y beneficio empresarial, obteniendo de forma residual una estimación del valor de repercusión del suelo. La dificultad del cálculo del valor del suelo radica en la existencia de una compleja interacción de factores, que inciden en la valoración precisa de cada uno de dichos elementos (por ejemplo, en la estimación del beneficio empresarial del constructor y, sobre todo, del promotor). Por otro lado, en la estimación del valor de repercusión del suelo también influye la posible afloración de plusvalías de escasez, de retención y, fundamentalmente, de situación, así como la hipótesis que se establezca en relación con el reparto de la apropiación de las plusvalías entre los distintos agentes interventores, principalmente entre el propietario de los terrenos y el promotor inmobiliario. Como consecuencia de todo ello, se puede llegar al establecimiento de distintas tasaciones del valor de la localización, en función de las diversas estimaciones de cada uno de los elementos a los

⁹ Una exposición detallada de los diferentes métodos de valoración inmobiliaria puede consultarse en la citada obra de ROCA CLADERA, J. (1987).

que se ha hecho referencia.

Una vez explicada la dependencia entre las características medioambientales del barrio y la accesibilidad con la localización, y la influencia de aquéllas sobre el valor del suelo edificado, se van a comentar brevemente las razones que justifican la consideración del valor del suelo edificado o valor de la localización como variable regionalizada. De hecho, la calificación del valor del suelo edificado como variable regionalizada puede hacerse extensiva también al valor del suelo no edificado o vacante, pues en ambos casos existe presencia de autocorrelación espacial, como consecuencia de la intervención de los factores localizativos en la formación espacial de dichos valores urbanos¹⁰. Recordemos que existe autocorrelación espacial entre los valores urbanos si éstos dependen, fundamentalmente, de su localización relativa en la ciudad. En este sentido, se habla de un proceso de "contagio espacial" cuando el valor del suelo urbano se explica, en gran medida, a través de los valores de los bienes

¹⁰ Incluso, el precio final del metro cuadrado de la vivienda, una vez homogeneizado en cuanto a sus características constructivas, ajenas a la localización, puede ser tratado como variable regionalizada, pues las variaciones en el precio se explicarían por factores localizativos, una vez que el efecto de las características constructivas ha sido neutralizado mediante la homogeneización. El efecto de las características constructivas puede neutralizarse mediante la selección de las viviendas con calidades constructivas análogas, junto con la aplicación de coeficientes correctores. Véase al respecto el estudio del precio del metro cuadrado que se desarrolla en la citada obra de CHICA OLMO, J.M. (1994, b).

urbanos que se hallan en localizaciones cercanas¹¹. Esta dependencia entre los valores se explica, aparte de otras razones, por el proceso de transmisión de información de los precios que rigen en el mercado entre los vendedores de los bienes urbanos. Por otro lado, Derycke¹² propone una clasificación completa de los factores que determinan el valor del suelo, y aconseja que la explicación de dichos valores se haga mediante un proceso que comience en los factores generales, prosiga en los macrolocalizativos y culmine en los microlocalizativos. Los factores generales, que explican las variaciones de los valores del suelo de una localidad a lo largo del tiempo, se clasifican en: tamaño de la ciudad y crecimiento urbano, coyuntura económica y factores fiscales. Por su parte, los factores macrolocalizativos, que son las características del barrio donde se sitúa el bien urbano, explican las diferencias de los valores del suelo del barrio j respecto de la media de la ciudad, y se clasifican en: accesibilidad al centro y red de transporte, densidad residencial y normativa urbanística. Finalmente, los factores microlocalizativos explican las diferencias de los valores del suelo del bien urbano i , sito en el barrio j , respecto de la media del barrio j . Dichos factores se clasifican en físicos (forma y tamaño del solar, atractivo de la localización, etc.), accesibilidad local (a los centros

¹¹ BOSQUE SENDRA, J.; GARCÍA BALLESTEROS, A.; BOSQUE MAUREL, J. (1987): La distribución espacial de los precios del suelo urbano en Madrid (1981). Descripción y modelos explicativos. *Estudios Geográficos*, 187, 121-145.

¹² Véase DERYCKE, P.H. (1983): *Economía y Planificación Urbana*. Instituto de Estudios de Administración Local, Madrid.

docentes, comerciales, facilidades de transporte, etc.) y variables socioeconómicas del barrio (en la estructura espacial de los valores del suelo se materializan fenómenos como la jerarquización social y la atracción-repulsión entre clases sociales).

Por tanto, desde el punto de vista espacial, los valores de los bienes urbanos se ven influidos por factores que actúan a gran escala espacial (macrolocalizativos) y a pequeña escala espacial (microlocalizativos). La dependencia de los valores entre localizaciones próximas, es decir, la dependencia a pequeña escala, influye en la estructura espacial de los valores y causa la aparición de la autocorrelación espacial entre ellas. En consecuencia, el valor del suelo urbano es una variable regionalizada y también lo es el valor de mercado del bien urbano, lo que permite la aplicación de la TVR y del método del Krigeaje, como herramientas para analizar sus estructuras de variabilidad y para llevar a cabo la estimación del valor del suelo y del valor de mercado de la vivienda.

La presencia de autocorrelación espacial entre los valores urbanos ha conducido al cuestionamiento de la utilización del modelo de regresión clásico y a la propuesta de alternativas como la regresión *spline*, el análisis de superficies de tendencia (AST) y la TVR. La presencia de autocorrelación espacial, causada por la dependencia entre las características localizativas de los bienes urbanos y su emplazamiento,

aconseja la aplicación de la TVR y del estimador espacial de Krigeaje. La existencia de deriva ha conducido a la utilización del método del KRI, cuyo fundamento teórico y conexiones con el AST fue explicado en el capítulo II, habiéndose expuesto su aplicación para una zonificación alternativa de la ciudad en el capítulo VI. En esta ocasión se aplica el KRI conectado con el método de regresión hedónica, lo cual requiere una pequeña adaptación metodológica que se halla expuesta en el próximo epígrafe.

2. METODOLOGÍA.¹³

Sea $Z(x)$ la función aleatoria precio de la vivienda en la localización x , donde x es el vector de coordenadas cartesianas (x, y) que determinan la localización espacial de la vivienda. Dado que el valor de mercado de la vivienda presenta autocorrelación espacial, pues sus valores están influidos por la localización, el conjunto de valores de la vivienda que se obtiene al variar la localización x en el interior de la ciudad se denomina variable regionalizada. El planteamiento del método parte de la

¹³ Esta metodología ha sido aplicada de forma pionera en el artículo de CHICA OLMO, J.M. (1995, b): Spatial estimation of housing prices and locational rents. *Urban Studies*, 32, 8, 1331-1344.

descomposición de la FA $Z(x)$ en tres elementos:

$$Z(x) = C(x) + m(x) + u(x) \quad \text{Ec. (2)}$$

donde:

$C(x)$ son las características constructivas o edificatorias de la vivienda, teóricamente reproducibles en otras ubicaciones.

$m(x)$ es la tendencia o deriva del fenómeno. Cuando $Z(x)$ no presenta deriva $m(x)$ es constante: $m(x) = m \forall x$. Tanto $C(x)$ como $m(x)$ se suponen no estocásticas.

$u(x)$ representa la perturbación aleatoria y se considera una función aleatoria estacionaria de orden 2, con media cero, $E[u(x)] = 0 \forall x$, $\text{Var}[u(x)] = V$ y $\text{Cov}[u(x_i), u(x_j)] = V_{ij}$ para $i \neq j$.

A través de $u(x)$ y $m(x)$ se pretende recoger la variabilidad del precio de la vivienda (en pts/m²) a pequeña y gran escala espacial, respectivamente, en la misma línea de lo explicado en el capítulo II, en el que se expuso la metodología general del KRI, como un método de inferencia espacial en el caso de que existiera deriva. Entonces las variables explicativas recogían dicha tendencia o deriva a través de una forma polinómica. En cambio, en la aplicación de este capítulo, aparte del polinomio de deriva, se introducen en el modelo de regresión otras variables explicativas, que son las características constructivas de la vivienda. En este epígrafe se van a explicar las modificaciones que ello

provoca en la metodología, remitiéndonos al capítulo II en aquellos aspectos en los que no se produzcan cambios.

El planteamiento del método también podría ser especificado a través de la siguiente ecuación:

$$Z(x) = \sum_{d=1}^D \beta_d C_d(x) + \sum_{r=0}^T a_r f^r(x) + u(x) \quad \text{para} \quad \begin{matrix} d=1, \dots, D \\ r=0, \dots, T \end{matrix} \quad \text{Ec. (3)}$$

donde:

$Z(x)$ es el precio de la vivienda localizada en x .

$\sum_{d=1}^D \beta_d C_d(x) = C(x)$. Es frecuente que la fuerte correlación entre

algunas de las características constructivas, $C_d(x)$, dé lugar a la aparición de problemas de multicolinealidad grave (por ejemplo, la antigüedad del edificio y su estado de conservación, éste con el estado de conservación de la vivienda, la superficie de la vivienda y el número de dormitorios, etc.), lo cual puede alterar el signo y la significación de los coeficientes estimados. Para evitar este problema

se puede utilizar como combinación lineal $\sum_{d=1}^D \beta_d C_d(x) = C(x)$ la

primera componente principal obtenida con dichas características

constructivas, que sería la combinación lineal de las variables constructivas, previamente tipificadas, que mejor diferencia entre sí las viviendas bajo estudio:

$$CP1(x) = u_1 C'_1(x) + u_2 C'_2(x) + \dots + u_D C'_D(x) \quad \text{Ec. (4)}$$

donde:

u_d son los pesos de la combinación lineal que definen la componente principal, es decir, los elementos del primer vector propio, cuya forma de cálculo fue explicada en el capítulo I.

$C'_d(x)$ con $d = 1, \dots, D$, son las variables constructivas tipificadas¹⁴.

Ésta ha sido la alternativa elegida en la aplicación que va a ser

¹⁴ La introducción de la primera componente principal de las características constructivas ha sido la vía elegida para evitar la posible aparición de multicolinealidad grave, pero si no se presenta este problema o la finalidad del modelo es exclusivamente predictiva no existe inconveniente en que se utilicen en el modelo las variables constructivas originales.

expuesta más adelante, en la que la ecuación 3 podría reescribirse así:

$$\begin{aligned}
 Z(\mathbf{x}) &= \beta \text{CP1}(\mathbf{x}) + \sum_{r=0}^T a_r f^r(\mathbf{x}) + u(\mathbf{x}) = \\
 &= \beta \left[\sum_{d=1}^D u_d C'_d(\mathbf{x}) \right] + \sum_{r=0}^T a_r f^r(\mathbf{x}) + u(\mathbf{x})
 \end{aligned}
 \tag{Ec. (5)}$$

$\sum_{r=0}^T a_r f^r(\mathbf{x}) = m(\mathbf{x})$ para $r = 0, \dots, T$, es una función polinómica

cuya interpretación y forma de determinación fue explicada en el capítulo II.

El objetivo del KRI en este caso es estimar el precio de la vivienda (dicha estimación será denominada valor de mercado de la vivienda) y el valor del suelo o valor de la localización de la vivienda, en cualquier punto de la ciudad, a partir del conocimiento de sus características constructivas y de su localización dentro de la urbe. La estimación de ambas variables se lleva a cabo de forma indirecta: se realiza la estimación espacial sobre un residuo autocorrelacionado y estacionario, obtenido después de aislar la influencia de la deriva; a continuación, se puede obtener el valor de la localización de la vivienda (es decir, aquella parte del valor de mercado que no viene explicada por las características constructivas) en cualquier lugar en el que se esté interesado, pudiendo llegarse a la obtención del valor de mercado de la vivienda si se conocen sus características

constructivas.

Siguiendo los mismos pasos expuestos en el capítulo II, el modelo de la ecuación 5 puede ser expresado de forma matricial:

$$Z = F b + u \quad \text{Ec. (6)}$$

donde:

Z es un vector $n \times 1$ que recoge el precio de la vivienda, desconocido, en n localizaciones: $Z = (Z_1, \dots, Z_n)'$.

F es una matriz $n \times p$ (donde $p = D + T$), que recoge las observaciones de las características constructivas y los valores de la función de deriva de T términos, para cada una de las n viviendas. En el caso particular que nos ocupa las variables constructivas han sido subsumidas en una sola variable, combinación lineal de máximo poder de jerarquización, que es la primera componente principal, por lo que $p = 1 + T$ ¹⁵.

b es el vector $p \times 1$ que recoge los parámetros desconocidos, es decir, $b = (g, \beta, a_1, a_2, \dots, a_{T-1})'$, donde g es la constante del modelo, β el parámetro de la componente principal y a_t los

¹⁵ En el caso de que se introdujeran directamente las variables constructivas originales, en vez de la componente principal, habría D columnas que recogerían los valores de las D características constructivas para cada una de las n viviendas.

parámetros del polinomio de deriva.

u es el vector, $n \times 1$, de perturbaciones aleatorias.

La presencia de autocorrelación espacial en la variable explicada precio de la vivienda debe provocar también su aparición en las perturbaciones $u = Z - Fb$, pues son el resultado de sustraerle al precio el valor de las características constructivas y el efecto de la variabilidad a gran escala espacial o deriva, quedando en las perturbaciones el efecto de la estructura de variabilidad a pequeña escala. Por ello la función aleatoria $u(x)$ debe venir caracterizada por su función variograma $\gamma_u(h)$. Como se vio en el capítulo II, si suponemos que $u(x)$ es estacionaria de segundo orden y $\gamma_u(h)$ conocida, entonces pueden obtenerse los elementos de la matriz de covarianzas de u , denominada V .

Como se recordará, para que la estimación del vector de parámetros desconocidos, \hat{b} , sea eficiente, el modelo de regresión debe ser ajustado mediante el método de MCG, debido a la presencia de autocorrelación espacial en las perturbaciones. Una vez obtenido \hat{b} , el objetivo que se persigue es estimar el valor de la localización y el precio de la vivienda localizada en un punto cualquiera x_0 , conocidas sus características constructivas y sus coordenadas. El precio de la vivienda localizada en x_0

se obtiene a través de la expresión:

$$Z(x_0) = F_0' b + u(x_0) = F_0' \hat{b} + \hat{u}(x_0) \quad \text{Ec. (7)}$$

donde:

F_0' es el vector $F_0' = (1, c_0, f_{03}, \dots, f_{0T+1})$, de orden $1 \times p$, que recoge las características constructivas y los términos de la deriva $f(x_0)$ de la vivienda localizada en x_0 .

$\hat{u}(x_0)$ es el residuo MCG, que es desconocido al serlo también el precio de la vivienda, $Z(x_0)$.

Si el filtrado de la deriva ha conseguido la estacionariedad del residuo autocorrelacionado, dicho residuo puede ser estimado por el método del Krigeaje en cualquier punto del plano x_0 ; residuo estimado que, unido a las estimaciones de la deriva y de las características constructivas, permite obtener el valor de mercado de la vivienda, a través de la siguiente expresión:

$$Z_k(x_0) = F_0' \hat{b} + u_k(x_0) \quad \text{Ec. (8)}$$

donde:

$Z_k(x_0)$ es el estimador del precio de la vivienda, es decir, el valor de mercado de la vivienda obtenido por KRI.

$u_k(x_0)$ es el estimador por KRI del residuo MCG, $\hat{u}(x_0)$, caracterizado por ser un predictor lineal, insesgado y óptimo (PLIO). Este estimador se obtiene mediante un proceso idéntico al explicado en el

capítulo II (véase la ecuación 45 del citado capítulo).

Por otro lado, la estimación por Krigeaje del valor de la localización o valor del suelo edificado se basa en la hipótesis de trabajo de la posibilidad de diferenciación entre las características constructivas y las características localizativas, tanto de las que actúan a nivel macrolocalizativo o a gran escala espacial como las que actúan a nivel microlocalizativo o a pequeña escala espacial. Así, la estimación por Krigeaje del valor de la localización puede hacerse mediante dos vías que conducen al mismo resultado: en la primera de ellas, al valor de mercado de la vivienda obtenido por Krigeaje se le resta la estimación del valor de las características constructivas o valor de la construcción¹⁶; en la segunda de ellas, a la estimación por Krigeaje del residuo MCG se le suma la estimación del valor de la deriva o tendencia, es decir:

$$Z_k(x_0) - \hat{C}(x_0) = u_k(x_0) + \hat{m}(x_0) \quad \text{Ec. (9)}$$

No debe dejar de reseñarse que para estimar el valor de la localización previamente hay que resolver un pequeño problema, que consiste en el reparto de la constante del modelo de regresión (\hat{g}), estimada mediante

¹⁶ Ya sea el obtenido utilizando las características constructivas originales o mediante la combinación lineal de ellas, recogida a través de la componente principal.

MCG. El procedimiento propuesto por Dubin¹⁷ para aislar la parte de la constante correspondiente a la o las características constructivas, de la parte que le corresponde a la deriva, es restar a la estimación de la constante del modelo MCG, la constante estimada del modelo obtenido por mínimos cuadrados ordinarios (MCO), en el que sólo aparezcan como variables explicativas la o las características constructivas, esto es, la estimación de la constante q:

$$Z(x) = q + s \text{CP1}(x) + v(x) \quad \text{Ec. (10)}$$

Por tanto, la parte de la constante correspondiente a la deriva sería $\hat{g} - \hat{q}$. Las expresiones desarrolladas que permiten el cálculo de las estimaciones del precio (o valor de mercado), del valor de la localización, del valor de la construcción y del valor de la deriva son las siguientes:

$$Z_k(x_0) = \hat{g} + \hat{\beta} \text{CP1}(x_0) + \hat{a}_1 x_0 + \hat{a}_2 x_0^2 + \hat{a}_3 y_0 + \hat{a}_4 y_0^2 + \dots + u_k(x_0) \quad \text{Ec. (11)}$$

$$L_k(x_0) = (\hat{g} - \hat{q}) + \hat{a}_1 x_0 + \hat{a}_2 x_0^2 + \hat{a}_3 y_0 + \hat{a}_4 y_0^2 + \dots + u_k(x_0) \quad \text{Ec. (12)}$$

$$\hat{C}(x_0) = \hat{q} + \hat{\beta} \text{CP1}(x_0) \quad \text{Ec. (13)}$$

¹⁷ DUBIN, R.A. (1992): Spatial autocorrelation and neighborhood quality. *Regional Science and Urban Economics*, 22, 433-452. Ha de tenerse en cuenta que la cuantía de la parte de la constante que corresponde a la deriva, sólo afecta a la estimación del valor de la localización, pero no afecta a la estructura de variabilidad y desarrollo en el espacio de esta variable. Si se nos permite el símil: la forma de la carpa del circo ya está configurada y sólo queda por determinar la altura a la que debe ser elevada.

$$\hat{m}(x_0) = (\hat{g} - \hat{q}) + \hat{a}_1 x_0 + \hat{a}_2 x_0^2 + \hat{a}_3 y_0 + \hat{a}_4 y_0^2 + \dots \quad \text{Ec. (14)}$$

Evidentemente, se cumple que $Z_k(x_0) = \hat{C}(x_0) + L(x_0)$.

Por lo que se refiere al error de la estimación por Krigeaje, coincide con aquél en el que se incurre al estimar por Krigeaje el residuo MCG (véase la ecuación 46 del capítulo II).

Hasta este punto se ha venido suponiendo que la matriz de covarianzas de los residuos, V , era conocida. Habitualmente, ocurre todo lo contrario, por lo que ha de llevarse a cabo un proceso de estimación de V a través de un método iterativo, que fue explicado en el capítulo II. En este epígrafe sólo se comentarán las especificidades que introduce en el proceso el hecho de haber incluido otra variable explicativa (podría haber sido más de una), junto con las del polinomio de deriva.

Recordemos que la estimación de V se lleva a cabo en dos etapas, pero sólo en la primera es necesario realizar ahora alguna adaptación. Al comienzo de esta etapa se trabaja como si las perturbaciones no presentaran autocorrelación espacial, por lo que se obtienen unos primeros residuos, estimando por MCO los parámetros del modelo de regresión de la ecuación 10. En el caso de que los residuos mostraran un comportamiento estacionario se pasaría a la segunda etapa. Si el residuo

presenta algún tipo de deriva se hace necesario estimar la forma que ésta adquiere sobre el espacio, para lo cual se plantea un nuevo modelo de regresión en el que la variable endógena son los residuos MCO obtenidos en la fase precedente y las variables exógenas son los términos del polinomio de deriva:

$$v(x) = d_0 + d_1 x + d_2 x^2 + d_3 y + d_4 y^2 + \dots + w(x) \quad \text{Ec. (15)}$$

Una vez determinada la expresión polinómica de la deriva, se ajusta por MCO el modelo de regresión:

$$Z(x) = g + \beta CP_1(x) + a_1 x + a_2 x^2 + a_3 y + a_4 y^2 + \dots + u(x)$$

Ec. (16)

obteniendo así una segunda estimación MCO de los residuos, cuyo variograma, $\gamma_{\hat{v}}(h)$, debe presentar ya un comportamiento estacionario. A partir de este punto se entra en la segunda etapa, cuyo objetivo es obtener una estimación de la matriz de covarianzas, V , mediante un proceso iterativo que no plantea cambios respecto del explicado en el capítulo II.

3. APLICACIÓN.¹⁸

3.1. Información disponible.

La aplicación se ha realizado sobre la muestra de 298 viviendas, localizadas irregularmente sobre el plano de la ciudad, que está sirviendo de fuente de información a lo largo de esta Memoria. Se han introducido en el análisis, como variables explicativas del precio del metro cuadrado construido de la vivienda (PRECIOM2C), aquellas características constructivas que tienen mayor peso en la calidad global de la vivienda, esto es, las que presentan mayor correlación con la primera componente principal obtenida en el capítulo V, y utilizada como base para llevar a cabo la zonificación alternativa de la ciudad en el capítulo VI. Dichas características constructivas hacen referencia a la antigüedad de la vivienda (ANTIGÜEDAD), su estado de conservación (CONSERVACIÓN, en la que los valores más altos indican peor conservación), índice de amplitud de las habitaciones (AMPLITUD), índice del número de cuartos de baño por dormitorio (BAÑOPORDORM), índice de la calidad del edificio

¹⁸ A lo largo este epígrafe se citan lugares de la ciudad de Granada que pueden ser localizados en los planos que se recogen al final del capítulo V; concretamente, las principales calles y lugares de referencia de la ciudad en la Figura 5 y los sectores administrativos en la Figura 6. Por otro lado, los planos de los barrios obtenidos por Krigeaje de bloques se recogen en la Figura 25 (bloques de 200 m) y en la Figura 26 (bloques de 400 m) del capítulo VI.

(CAL_EDIF) e índice de la calidad de la vivienda (CAL_VIV)¹⁹.

3.2. Obtención del residuo mínimo cuadrático ordinario.

Se ha efectuado la regresión de las variables constructivas mencionadas en el apartado anterior sobre la variable precio del metro cuadrado construido de la vivienda, con objeto de estudiar posteriormente el comportamiento del residuo, habiéndose obtenido el siguiente modelo:

	COEFICIENTE DE REGRESIÓN	COEFICIENTE ESTANDARIZADO	TOLERANCIA (1-R _i ²)	t _{exp}	PROBABILIDAD 2 COLAS
CONSTANTE	15'156	-	-	1'205	0'229
ANTIGÜEDAD	0'641	0'158	0'515	2'983	0'003
CONSERVACIÓN	-19'670	-0'218	0'569	-4'336	0'000
AMPLITUD	-0'939	-0'135	0'669	-3'010	0'003
BAÑOORDORM	65'260	0'299	0'603	6'363	0'000
CAL_EDIF	20'919	0'410	0'351	6'576	0'000
CAL_VIV	11'535	0'241	0'342	3'677	0'000
VAR. DEP. = PRECIOM2C		n = 298	R ² = 0'593 ²⁰	R ² _{aj} = 0'585	

Tabla 1

Se observa la existencia de dos coeficientes con signos contrarios a los que serían esperables a la vista de la matriz de correlaciones de la Tabla 2: son los coeficientes de las variables antigüedad de la vivienda y amplitud de las

¹⁹ Recordemos que los significados precisos de estas variables y los distintos valores que pueden tomar se explican más pormenorizadamente en el capítulo V.

²⁰ La obtención de un R² no muy alto no es una cuestión preocupante en este caso, pues debe tenerse en cuenta que se están utilizando como variables explicativas del precio exclusivamente las características constructivas, sin introducir características localizativas.

habitaciones. Esta situación puede deberse a la existencia en el modelo de un problema de multicolinealidad importante, como queda reflejado en las bajas tolerancias y, sobre todo, en el cálculo del número de condición, que arroja un valor de 23'032. No existe un criterio unificado sobre la evaluación de un número de condición de esta magnitud. Así, Belsley, Kuh y Welsch²¹ consideran que un número de condición superior a 15 indica un posible problema de multicolinealidad y uno mayor que 30 sugiere la existencia de un problema serio. Por su parte, Johnston²² indica que, basándose en distintas aplicaciones llevadas a cabo con varios conjuntos de datos experimentales y reales, se puede afirmar que los números de condición comprendidos entre 20 y 30 probablemente señalan serios problemas de multicolinealidad; valores superiores a 30 son indicativos de problemas seguros.

En cualquier caso, la importante correlación entre pares de variables como antigüedad y conservación, amplitud y cuartos de baño por dormitorio, calidad del edificio y calidad de la vivienda (véase la Tabla 2), unida a las bajas tolerancias y el alto número de condición, indican la existencia de un problema de multicolinealidad que puede haber afectado

²¹ BELSLEY, D.A.; KUH, E.; WELSCH, R.E. (1980): *Regression Diagnostics, Identifying Influential Data and Sources of Collinearity*. John Wiley and Sons, New York, pág. 198.

²² JOHNSTON, J. (1987): *Métodos de Econometría*. Vicens-Vives, Barcelona, pág. 300.

al signo de los coeficientes.

VARIABLES	PRECIOM2C	ANTIGÜEDAD	CONSERVACIÓN	AMPLITUD	BAÑOPORDORM	CAL_EDIF	CAL_VIV
PRECIOM2C	1'000						
ANTIGÜEDAD	-0'3933	1'0000					
CONSERVACIÓN	-0'4890	0'6288	1'0000				
AMPLITUD	0'2624	-0'2387	-0'1976	1'0000			
BAÑOPORDORM	0'4793	-0'4151	-0'3300	0'5358	1'0000		
CAL_EDIF	0'6831	-0'5007	-0'4621	0'3333	0'3468	1'0000	
CAL_VIV	0'6597	-0'4736	-0'4508	0'3939	0'4152	0'7907	1'0000

Tabla 2

Maddala²³ expone varias alternativas para combatir el problema de la multicolinealidad. Una de ellas es eliminar la o las variables causantes del problema, lo cual no es una seria contrariedad si su coeficiente es no significativo. En nuestro caso, las variables explicativas tienen un coeficiente altamente significativo (incluso trabajando con un nivel de confianza del 99% se rechaza la hipótesis nula de no significación), por lo que la eliminación de alguna o algunas variables podría crear un importante problema de sesgo de especificación. Otras dos alternativas, cuya concreción tampoco está en nuestra mano, consisten en incrementar el tamaño de la muestra y en la posibilidad de que se conociera a priori el coeficiente de alguna de las variables explicativas. Por otro lado, la alternativa de recurrir a la regresión alomada (*ridge regression*) tiene el inconveniente de que los coeficientes estimados no son interpretables. Es por ello por lo que nos hemos inclinado hacia la alternativa de la regresión

²³ MADDALA, G.S. (1985): *Econometría*. McGraw Hill, pág. 199 y sigs.

con componentes principales²⁴. La propia construcción del método asegura que la introducción en el segundo miembro del modelo de regresión de todas las componentes principales (tantas como variables originales), proporciona el mismo R^2 que el que se obtendría con todas las variables originales. Además, si en la ecuación del modelo de regresión ajustado se sustituye cada componente principal por la combinación lineal de variables originales que la define, se llega al mismo modelo que el que se obtendría si se utilizaran directamente las variables originales (véanse las Tablas 1 y 3), pero se ha salvado el inconveniente de la multicolinealidad, puesto que las componentes principales están incorrelacionadas entre sí. Ello no obstante, lo usual es la introducción escalonada de las componentes principales, de acuerdo con su grado de correlación con la variable dependiente hasta un límite mínimo (que en nuestro caso ha sido fijado en 0'1). El criterio del grado de correlación se puede combinar con la exigencia de un nivel mínimo para el valor propio de la componente principal, que en nuestro caso ha sido fijado en 1, de tal forma que se exija que la componente principal introducida en el modelo recoja una tasa de inercia o de variabilidad total que sea igual o superior a la que aportarían cada una de las variables originales, en el supuesto de equiproporcionalidad en dicha aportación.

²⁴ LEBART, L.; MORINEAU, A.; FENELON, J.P. (1985): *Tratamiento Estadístico de Datos*. Marcombo-Boixareu Editores, Barcelona, págs. 336-338.

COMPONENTE PRINCIPAL	COEFICIENTE DE REGRESIÓN	t_{exp}	PROBABILIDAD 2 COLAS
1	-16'775	-18'517	0'000
2	-3'030	-1'896	0'059
3	-8'852	4'792	0'000
4	10'096	4'120	0'000
5	15'740	5'805	0'000
6	-7'176	-1'994	0'047
CONSTANTE	117'429	72'576	0'000
VAR. DEP. = PRECIOM2C n = 298 $R^2 = 0'593$ $R^2_{aj} = 0'585$			

Tabla 3

En la Tabla 4 se observa que la ordenación de las componentes principales, atendiendo a su grado de correlación con el precio del metro cuadrado de la vivienda, es la siguiente²⁵: 1, 5, 3, 4, 6, 2. Por otro lado, sólo la componente principal 1 y la 2 tienen un valor propio mayor que 1. La primera componente principal, formada como la combinación lineal de las características constructivas de la vivienda, con mayor poder de discriminación dentro de éstas, tiene un alto grado de correlación (-0'693) con el precio del metro cuadrado y además recoge por sí sola más de la mitad de la varianza total (53'381%). En cambio la segunda componente principal apenas tiene correlación con la variable explicada (-0'071), aceptándose la hipótesis de correlación nula incluso si se trabaja con un

²⁵ Al estar las componentes principales incorrelacionadas entre sí, la ordenación (decreciente) de las mismas en función de su grado de correlación con la variable dependiente, coincide con la ordenación (creciente) en función del nivel de significación de su coeficiente de regresión en el modelo de la Tabla 3.

nivel de significación muy alto (0'222).

COMPONENTE PRINCIPAL	CORRELACIÓN CON LA VARIABLE DEPENDIENTE PRECIOM2C	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	VALOR PROPIO	PORCENTAJE DE VARIANZA ACUMULADO
1	-0'692	0'000	3'203	53'381
2	-0'071	0'222	1'029	70'532
3	0'179	0'002	0'770	83'373
4	0'154	0'008	0'437	90'659
5	0'217	0'000	0'358	96'622
6	-0'075	0'199	0'203	100'000

Tabla 4

En definitiva, la aplicación del criterio de selección combinado, que exige una correlación superior a 0'1 y un valor propio mayor que 1, conduce a la adopción de un modelo de regresión en el que aparece como variable explicativa sólo la primera componente principal.

Antes de comentar dicho modelo de regresión vamos a interpretar el significado de la primera componente principal, para lo cual hemos de basarnos en su correlación con las variables originales. En la Tabla 5 se recogen los pesos de las características constructivas (tipificadas) en la combinación lineal que define la primera componente principal, así como sus correlaciones con ésta, que, como se comentó en el capítulo I, son directamente proporcionales a dichos pesos. También se recogen los pesos y las correlaciones con la segunda componente principal, pero sólo a efectos de la representación de la nube de variables en el círculo de correlaciones (véase la Figura 1). Con el fin de completar la interpretación,

se ha representado por proyección sobre el círculo el precio por metro cuadrado construido, como variable suplementaria, por lo que también se incluyen en la Tabla 5 sus correlaciones con la primera y con la segunda componentes principales. Las correlaciones de las características constructivas con la primera componente principal muestran la presencia del efecto tamaño, pues todas las variables tienen una correlación apreciable y ninguna aparece con una baja correlación (de hecho, para todas las variables, se rechaza la hipótesis de nulidad del coeficiente de correlación, aun trabajando con un nivel de confianza del 99'99%). Al mismo tiempo, se observa que ninguna variable tiene una correlación con la primera componente principal extraordinariamente más destacada que las demás, sino que los valores absolutos de todos los coeficientes de correlación se encuentran en una banda relativamente estrecha (de 0'58 a 0'83). No obstante, sí se pueden señalar como las variables más correlacionadas (con signo negativo) aquellas que hacen referencia a la calidad del edificio y a la calidad de la vivienda, que se oponen a la antigüedad de la edificación y al estado de conservación (cuya correlación con la primera componente principal es positiva). En un nivel inferior de correlaciones aparecen la amplitud de las habitaciones y el número de cuartos de baño por dormitorio, a la izquierda del eje de ordenadas, al igual que la calidad del edificio y la calidad de la vivienda. En definitiva, el primer eje opone a los bienes inmuebles con mayores valores en las variables calidad del edificio y calidad de la vivienda, que coinciden en

gran medida con los más recientes y mejor conservados, frente a los de peores calidades, más antiguos y en peor estado de conservación. Por otro lado, el precio del metro cuadrado construido de la vivienda presenta una alta correlación negativa con la primera componente principal, y también es alta, pero positiva (véase la Tabla 2 y la Figura 1), con las dos variables que tienen mayor peso en la formación de la componente principal: la calidad del edificio y la calidad de la vivienda. También son positivas las correlaciones del precio de la vivienda con la amplitud y con el número de cuartos de baño por dormitorio, mientras que son negativas sus correlaciones con la antigüedad y el estado de conservación. Tomando en consideración toda esta información, puede deducirse que la primera componente principal hace las veces de un índice que ordena las viviendas, de izquierda a derecha²⁶, de mayor calidad constructiva a menor calidad constructiva (y al mismo tiempo, aunque con menos poder de diferenciación, también tiene en cuenta la antigüedad y el estado de conservación de los inmuebles).

²⁶ El algoritmo de diagonalización utilizado en el paquete estadístico BMDP produce esta orientación del eje de la primera componente principal, pero su estructura relativa y la ordenación que establece de las viviendas, a modo de índice, no sufre ninguna alteración si se rota 180° la orientación del eje, mediante el cambio en el signo de los pesos de la combinación lineal.

VARIABLES	PESOS EN LA PRIMERA COMPONENTE PRINCIPAL	CORRELACIONES CON LA PRIMERA COMPONENTE PRINCIPAL	PESOS EN LA SEGUNDA COMPONENTE PRINCIPAL	CORRELACIONES CON LA SEGUNDA COMPONENTE PRINCIPAL
ANTIGÜEDAD	0'4214	0'7542	0'3206	0'3252
CONSERVACIÓN	0'3955	0'7078	0'4136	0'4194
AMPLITUD	-0'3239	-0'5797	0'6824	0'6922
BAÑOORDORM	-0'3760	-0'6729	0'4791	0'4862
CAL_EDIF	-0'4531	-0'8109	-0'1659	-0'1683
CAL_VTV	-0'4630	-0'8286	-0'0592	-0'0601
PRECIOM2C	-	-0'6925	-	-0'0709

Tabla 5

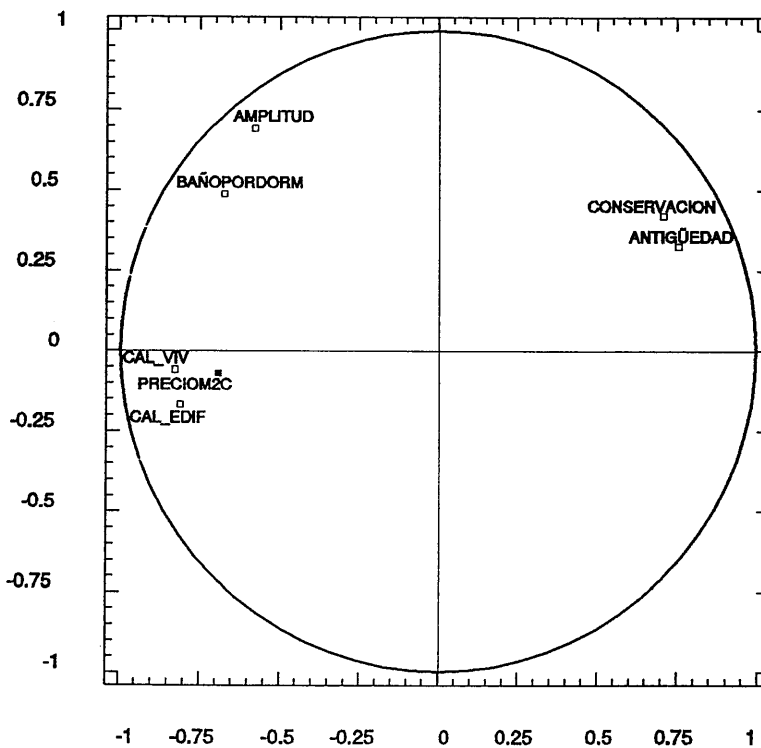


Figura 1. Círculo de correlaciones.

Una vez interpretado el significado de la primera componente principal como un índice de la calidad de la construcción, se obtiene el modelo de regresión en el que ésta es la variable exógena y el precio del

metro cuadrado construido de la vivienda la endógena, mostrándose el resultado del ajuste en la Tabla 6.

	COEFICIENTE DE REGRESIÓN	t_{exp}	PROBABILIDAD 2 COLAS
CONSTANTE	117'429	64'722	0'000
CPI	-16'775	-16'513	0'000
VAR. DEP. = PRECIOM2C		n = 298	$R^2 = 0'480$
			$R^2_{aj} = 0'478$

Tabla 6

Sustituyendo la primera componente principal por la combinación lineal de variables que la definen, se obtiene un modelo, equivalente al anterior, donde los signos de los coeficientes son ya conformes a lo esperado:

$$\begin{aligned} \text{PRÉCIO} = & 42'441 - 0'675 \times \text{ANTIGÜEDAD} - 13'998 \times \text{CONSERVACIÓN} + \\ & + 0'857 \times \text{AMPLITUD} + 31'182 \times \text{BAÑO PORDORM} + \\ & + 8'830 \times \text{CAL_EDIF} + 8'777 \times \text{CAL_VIV} \end{aligned}$$

Ec. (17)

Para la interpretación del significado de los coeficientes del modelo ha de tenerse en cuenta que el eje de la primera componente principal está orientado de tal forma que la calidad constructiva crece de derecha a izquierda, de ahí el signo negativo del coeficiente de la primera componente principal en el modelo de regresión (véase la Tabla 6). Así, un aumento de una unidad en el índice de calidad constructiva, se estima que produciría un aumento de 16.775 pesetas en el precio del metro cuadrado construido de la vivienda. Por otro lado, se estima que la vivienda con una calidad constructiva media, esto es, aquella para la que

la primera componente principal vale 0, tiene un precio por metro cuadrado de 117.429 pesetas, que es el precio medio de las viviendas que componen la muestra.

Con el fin de que la interpretación de los resultados sea más sencilla en las fases posteriores de la aplicación, se ha optado por reorientar el eje de la primera componente principal, cambiando de signo la combinación lineal que la define, de tal forma que la calidad constructiva crezca de izquierda a derecha del eje. Posteriormente, se ha efectuado un cambio en el origen, sumando el máximo de la primera componente principal originaria (6'49). Así, la primera componente principal transformada, que denominaremos CP1T, es un índice de la calidad constructiva de la vivienda con la misma estructura relativa que la primera componente principal originaria, con dos únicas diferencias: el valor mínimo es igual a 0 y una vivienda tiene mayor calidad constructiva cuanto mayor sea el valor de CP1T (esto es, utilizando la variable CP1T la calidad crece de izquierda a derecha). El modelo de regresión de CP1T sobre el precio del metro cuadrado ($\text{PRECIOM2C}(x) = q + s \text{CP1T}(x) + v(x)$) se recoge en la Tabla 7.

	COEFICIENTE DE REGRESIÓN	t_{exp}	PROBABILIDAD 2 COLAS
CONSTANTE	8'559	1'237	0'217
CP1T	-16'775	16'513	0'000
VAR. DEP. = PRECIOM2C n = 298		$R^2 = 0'480$	$R^2_{aj} = 0'478$

Tabla 7

Evidentemente, se obtienen las mismas predicciones de la variable explicada precio por metro cuadrado, a través de cualquiera de los tres últimos modelos (presentados en la Tabla 6, ecuación 17 y Tabla 7) y, por tanto, también se obtienen los mismos residuos.

3.3. Detección y tipología de la deriva espacial de los residuos.

Como se señaló con anterioridad, ha de analizarse la estructura de variabilidad de los residuos para observar si éstos tienen un comportamiento estacionario o, por el contrario, presentan deriva espacial, es decir, una cierta tendencia en la variación a gran escala. Para detectar la deriva son muy indicativos los gráficos que se comentaron en el capítulo II, y que ya fueron aplicados en el capítulo VI con la misma finalidad. Así, en la Figura 2 se ofrecen las tres visiones de los residuos MCO del modelo de regresión de la Tabla 7, donde la forma acampanada de los perfiles sugiere la posible presencia de deriva cuadrática.

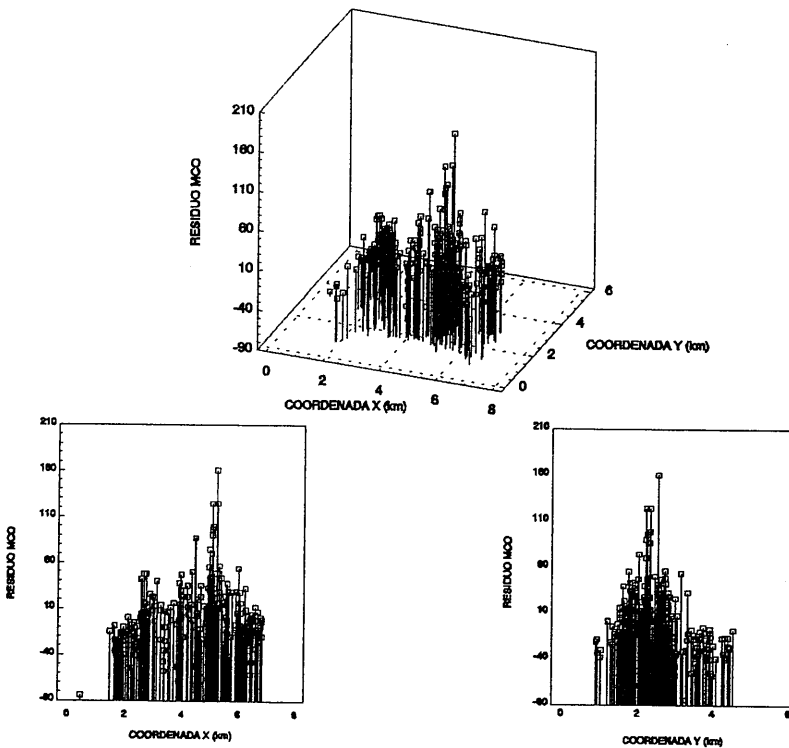


Figura 2. Residuos MCO sin tratamiento de la deriva.

Esta visión puede completarse con el análisis del comportamiento de las medias y medianas, por columnas y por filas. Para ello, se han calculado las medias y medianas de los residuos MCO, pertenecientes a unas bandas de 300 metros, trazadas tanto desde X (columnas), como desde Y (filas), de forma análoga a la llevada a cabo en el capítulo VI. Los resultados de estos cálculos se recogen en las Tablas 8 y 9, y se hallan representados en la Figura 3.

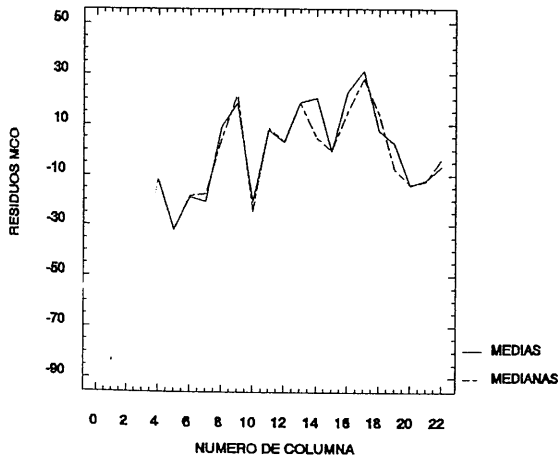
NÚMERO DE COLUMNA	INTERVALO	MEDIA	MEDIANA	NÚMERO DE DATOS
1	450-750	-84'000	-84'000	1
2	750-1050	-	-	0
3	1050-1350	-	-	0
4	1350-1650	-11'722	-11'722	2
5	1650-1950	-31'745	-32'007	30
6	1950-2250	-18'523	-18'035	11
7	2250-2550	-20'554	-17'359	15
8	2550-2850	9'233	4'236	23
9	2850-3150	18'268	21'886	7
10	3150-3450	-20'570	-24'432	10
11	3450-3750	7'802	8'626	4
12	3750-4050	2'850	3'190	15
13	4050-4350	18'592	18'706	6
14	4350-4650	20'417	4'895	9
15	4650-4950	-0'643	-0'405	21
16	4950-5250	22'761	14'891	55
17	5250-5550	31'418	28'185	11
18	5550-5850	7'745	14'134	13
19	5850-6150	2'387	-7'654	14
20	6150-6450	-13'943	-13'731	26
21	6450-6750	-11'898	-12'506	19
22	6750-7050	-6'443	-3'689	6

Tabla 8

NÚMERO DE FILA	INTERVALO	MEDIA	MEDIANA	NÚMERO DE DATOS
1	928-1228	-28'058	-30'114	5
2	1228-1528	-11'341	-10'324	13
3	1528-1828	1'284	1'005	39
4	1828-2128	4'314	0'473	47
5	2128-2428	21'766	11'512	51
6	2428-2728	12'437	6'608	41
7	2728-3028	-3'060	-6'481	44
8	3028-3328	-18'657	-32'936	10
9	3328-3628	-25'377	-19'292	11
10	3628-3928	-25'691	-30'242	17
11	3928-4228	-30'040	-27'066	10
12	4228-4528	-26'914	-27'219	9
13	4528-4828	-8'417	-8'417	1

Tabla 9

MEDIAS Y MEDIANAS, POR COLUMNAS, DE LOS RESIDUOS MCO SIN TRATAMIENTO DE LA DERIVA



MEDIAS Y MEDIANAS, POR FILAS, DE LOS RESIDUOS MCO SIN TRATAMIENTO DE LA DERIVA

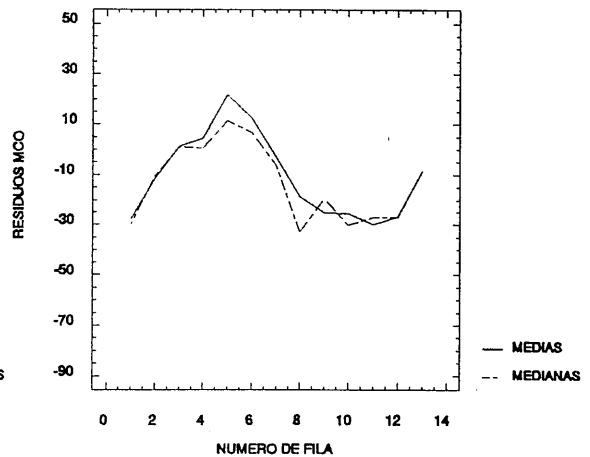


Figura 3. Medias y medianas de los residuos MCO sin tratamiento de la deriva.

Dado que en las cuatro primeras columnas apenas hay datos (concretamente, en dos de ellas no hay ninguna vivienda, como puede

observarse en la Tabla 8), debe fijarse la atención a partir de la columna 5 (véase la parte izquierda de la Figura 3). Exceptuando ciertas irregularidades, como las bruscas bajadas de la media y la mediana de la columna 10, la tendencia general de los residuos es la de crecimiento en una primera fase, seguida de una disminución pronunciada en una fase posterior. La misma tendencia, con mayor regularidad, se observa en la Tabla 9 y en la parte derecha de la Figura 3: crecimiento de los residuos y descenso posterior. En definitiva, la observación de ambos gráficos sugiere la presencia de deriva cuadrática, tanto desde X como desde Y, siendo más clara desde esta segunda perspectiva. La presencia de deriva y de autocorrelación espacial también puede ser detectada a través del variograma experimental medio de dichos residuos, cuyos valores se recogen en la cuarta columna de la Tabla 10 y su representación gráfica en la Figura 4.

NÚMERO DE PASO	h DISTANCIA	NÚMERO DE PAREJAS	VARIOGRAMA DE LOS RESIDUOS MCO SIN TRATAMIENTO DE LA DERIVA	VARIOGRAMA DE LOS RESIDUOS MCO CON TRATAMIENTO DE LA DERIVA	VARIOGRAMA DE LOS RESIDUOS MCG (1ª ITERACIÓN)
1	116	447	338'370	274'079	256'533
2	308	649	448'727	363'422	341'507
3	505	745	486'946	420'593	393'531
4	695	1010	426'857	383'256	364'719
5	900	794	563'342	483'475	457'889
6	1101	812	664'021	516'308	501'758
7	1301	947	686'855	509'800	479'457
8	1497	829	803'398	512'926	491'766
9	1697	721	676'556	441'766	442'700
10	1907	938	743'347	498'868	487'503
11	2087	712	772'791	550'785	524'211
12	2301	729	764'392	491'151	478'391
13	2497	927	743'605	470'602	411'783
14	2694	673	665'328	395'931	347'892
15	2902	602	648'141	435'094	352'190
16	3102	565	878'954	580'894	513'845
17	3306	615	1014'763	544'433	536'923
18	3491	582	1017'426	556'175	556'469
19	3701	528	1270'464	529'295	609'547
20	3897	525	1175'479	496'370	544'321

Tabla 10

El primer aspecto destacable es la confirmación de la hipótesis de trabajo de que los residuos están autocorrelacionados espacialmente, es decir, no se encuentran distribuidos al azar sobre el plano de la ciudad, siendo más alto el grado de correlación entre los residuos correspondientes a las viviendas que se hallan más próximas entre sí, y de grado menor a medida que éstas se encuentran más distantes. El segundo aspecto reseñable del variograma es la evidente existencia de deriva espacial, como puede deducirse del crecimiento continuado del variograma, que supera con nitidez la varianza experimental de los residuos, cifrada en 975'05.

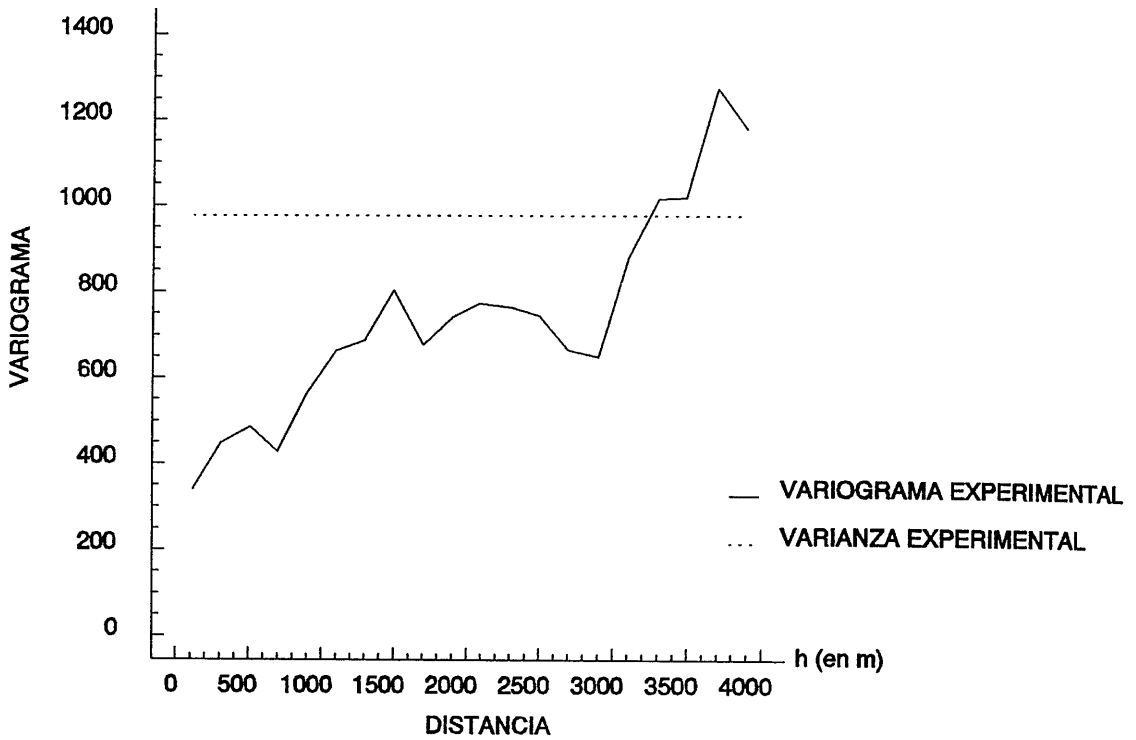


Figura 4. Variograma de los residuos MCO sin tratamiento de la deriva.

La tipología de la deriva espacial de los residuos MCO ha sido estimada mediante un modelo de regresión polinómica de segundo grado, tratando de ajustarse a la deriva cuadrática que se ha evidenciado en los gráficos comentados con anterioridad. Los resultados de la estimación de los coeficientes del modelo de regresión, cuya ecuación es:

$$v(x) = d_0 + d_1 x + d_2 x^2 + d_3 y + d_4 y^2 + d_5 xy + w'(x) \quad \text{Ec. (18)}$$

se recogen en la Tabla 11.

	COEFICIENTE DE REGRESIÓN	t_{exp}	PROBABILIDAD 2 COLAS
CONSTANTE	-119'193	-4'024	0'000
x	0'0486	5'884	0'000
x^2	0'0224	1'195	0'233
y	-5'60710 ⁻⁶	-6'746	0'000
y^2	-4'65010 ⁻⁶	-1'573	0'217
xy	4'44310 ⁻⁷	0'298	0'766
VAR. DEP. = RESIDUO $v(x)$ $n = 298$ $R^2 = 0'274$ $R^2_{aj} = 0'261$			

Tabla 11

En este modelo puede constatarse la existencia de tres variables que son significativas, al 90% de nivel de confianza: x^2 , y^2 y xy . Ha de recordarse al respecto el efecto contrapuesto que puede ejercer, por un lado, la posible presencia de multicolinealidad entre las variables explicativas de la superficie polinómica y, por otro lado, la autocorrelación entre las perturbaciones. Así, la multicolinealidad tiende a disminuir el valor del estadístico experimental t , aumentando la probabilidad de aceptar la hipótesis nula de no significación de las variables independientes; por el contrario, si la autocorrelación de las perturbaciones es positiva, tendería a aumentar el valor del estadístico experimental t , aumentando la probabilidad de aceptar la hipótesis de significación. Por ello, desde el prisma de la multicolinealidad se debería ser cauto en la eliminación de las variables que han resultado no significativas, suprimiendo solamente aquellas que han sido claramente no significativas, mientras que, desde el punto de vista de la autocorrelación, solamente debieran incluirse variables claramente significativas. Se ha optado por eliminar solamente la variable

xy, que era claramente no significativa, repitiendo la regresión sobre el residuo $v(x)$ a través del modelo:

$$v(x) = d_0 + d_1 x + d_2 x^2 + d_3 y + d_4 y^2 + w(x) \quad \text{Ec. (19)}$$

Los resultados de la estimación de los coeficientes del modelo se recogen en la Tabla 12:

	COEFICIENTE DE REGRESIÓN	t_{exp}	PROBABILIDAD 2 COLAS
CONSTANTE	-126'137	-6'921	0'000
x	0'0497	6'791	0'000
x^2	0'0263	1'998	0'047
y	-5'61210 ⁻⁶	-6'765	0'000
y^2	-5'11110 ⁻⁶	-2'032	0'043
VAR. DEP. = RESIDUO $v(x)$ $n = 298$ $R^2 = 0'273$ $R^2_{aj} = 0'264$			

Tabla 12

En este último modelo de regresión ya todas las variables son significativas, con un nivel de confianza del 95% ²⁷. La representación gráfica del polinomio de deriva de la Tabla 12 sobre el plano de la ciudad, se recoge en la Figura 5 y dos de sus perspectivas tridimensionales en la Figura 6. El máximo del polinomio de deriva se alcanza en torno a los 4500 metros de coordenada X y a los 2400 metros de coordenada Y. A medida que nos alejamos de dicho máximo se produce un descenso en los

²⁷ No debe suscitar preocupación el hecho de que el valor del coeficiente de determinación no sea alto, como ocurre en el caso que nos ocupa, porque éste indica el porcentaje de variabilidad de los residuos que es explicado por el polinomio de deriva, caracterizador de la variabilidad a gran escala espacial; en el resto de la variabilidad de los residuos habrá una parte de perturbación aleatoria y otra parte que responderá a la variabilidad a pequeña escala espacial, que se ha puesto de manifiesto por la presencia de autocorrelación espacial en dichos residuos.

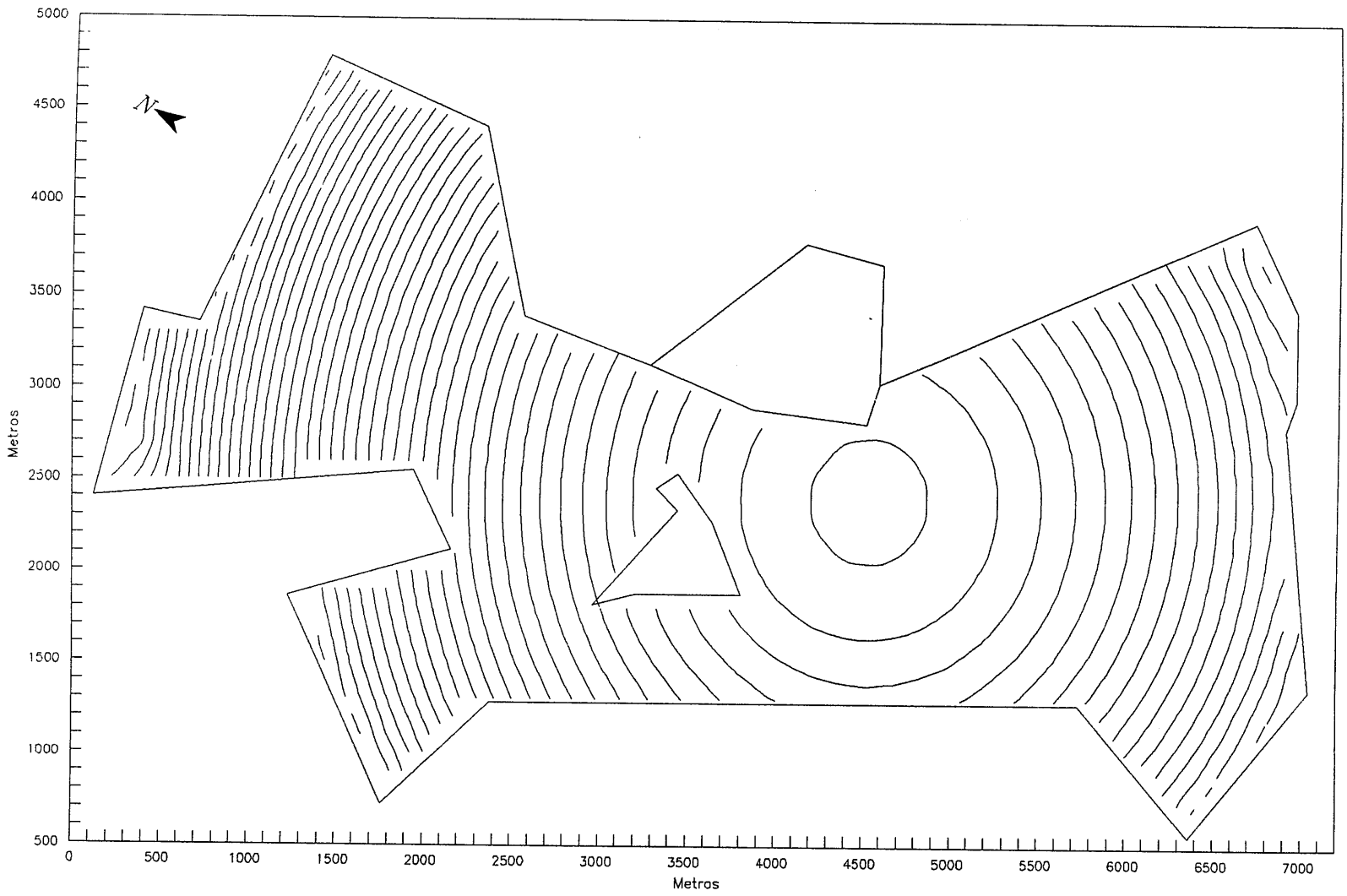


Figura 5. Isolneas del polinomio de deriva obtenido por MCO.

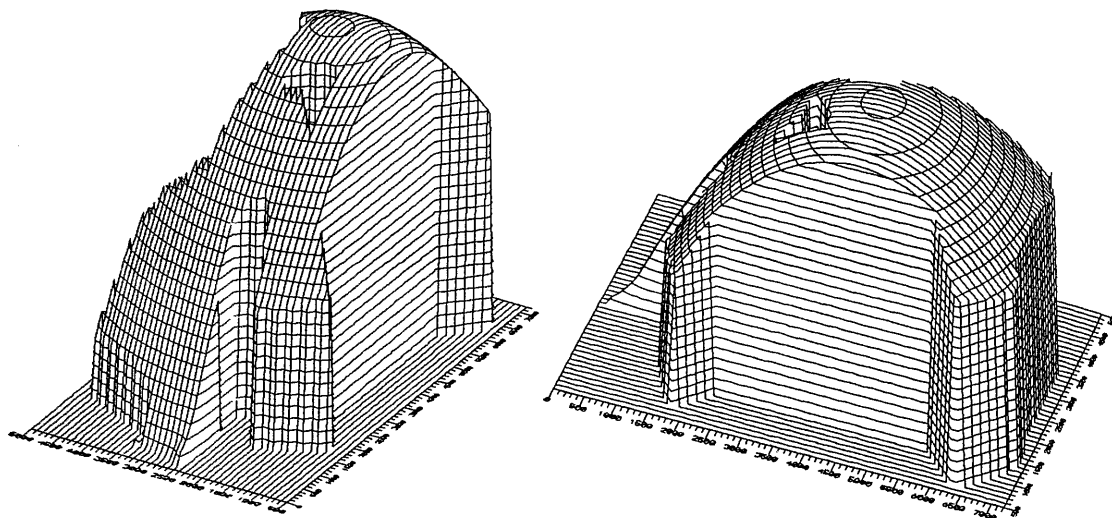


Figura 6. Representación del polinomio de deriva obtenido por MCO.

valores del polinomio, y, como el máximo no se alcanza en el centro geométrico de la ciudad, sino que se encuentra un poco desplazado hacia el sur, el descenso es particularmente acentuado en la zona norte de la capital (concretamente, en el sector administrativo de Almanjáyar-Cartuja), donde se alcanzan los valores mínimos de la deriva, al estar dicha zona más alejada del lugar donde se alcanza el máximo.

3.4. Estudio de la estructura de autocorrelación espacial de los residuos.

A continuación vamos a analizar en qué medida el modelo de regresión polinómica de la deriva ha logrado filtrar la tendencia de los

residuos, de tal forma que se consiga la estacionariedad de éstos. Los residuos, que han de ser estacionarios con objeto de realizar el posterior proceso de inferencia espacial, son los correspondientes al modelo en el que la variable explicada es el precio del metro cuadrado de la vivienda y las explicativas son: la componente principal de las características constructivas (transformada) y los monomios que definen la tipología de la deriva detectada en el apartado anterior:

$$\text{PRECIOM2C}(x) = g + \beta \text{CP1T}(x) + a_1 x + a_2 y + a_3 x^2 + a_4 y^2 + u(x)$$

Ec. (20)

Los resultados del anterior modelo, ajustado por MCO, se recogen en la Tabla 13:

	COEFICIENTE DE REGRESIÓN	t_{exp}	PROBABILIDAD 2 COLAS
CONSTANTE	-114'291	-6'468	0'000
CP1T	12'605	13'546	0'000
x	0'0539	7'543	0'000
y	0'0394	3'008	0'003
x^2	-6'06110 ⁻⁶	-7'484	0'000
y^2	-7'69810 ⁻⁶	-3'075	0'002
VAR. DEP. = PRECIOM2C n = 298 R ² = 0'646 R ² _{aj} = 0'640			

Tabla 13

Se observa que todas las variables son significativas al 1%. La inclusión de las variables explicativas de la tendencia a gran escala espacial, junto con la componente principal de las características constructivas, ha hecho

subir el R^2 ajustado (del modelo de regresión cuya variable explicada es el precio del metro cuadrado de la vivienda) desde 0'478 hasta 0'640. Por otro lado, una parte de la variabilidad de estos residuos MCO (que denominaremos residuos MCO con tratamiento de la deriva), puede ser considerada perturbación aleatoria y otra parte vendrá explicada por la presencia de una estructura de variabilidad a pequeña escala espacial, que se manifiesta en la existencia de autocorrelación espacial en los residuos. La representación tridimensional de estos residuos, así como las realizadas desde X y desde Y, pueden ser observadas en los gráficos de la Figura 7. A través de estos gráficos ya no puede deducirse claramente la existencia de una cierta tendencia a gran escala, si bien desde la dirección Y no resulta tan terminante el rechazo de esta posibilidad. Para esclarecer más el comportamiento de los residuos MCO con tratamiento de la deriva, se han representado las medias y medianas por columnas (desde X) y por filas (desde Y), a partir de los datos que aparecen en las Tablas 14 y 15, respectivamente.

De la observación del gráfico de la izquierda de la Figura 8, puede deducirse la estacionariedad de los residuos MCO desde la dirección X. Desde la dirección Y la estacionariedad también parece clara, pero puede dar lugar a dudas el aumento de los residuos en las dos últimas filas (véase el gráfico de la derecha de la Figura 8). Sin embargo, ello no puede ser interpretado como tendencia, porque dentro de la última fila sólo hay un

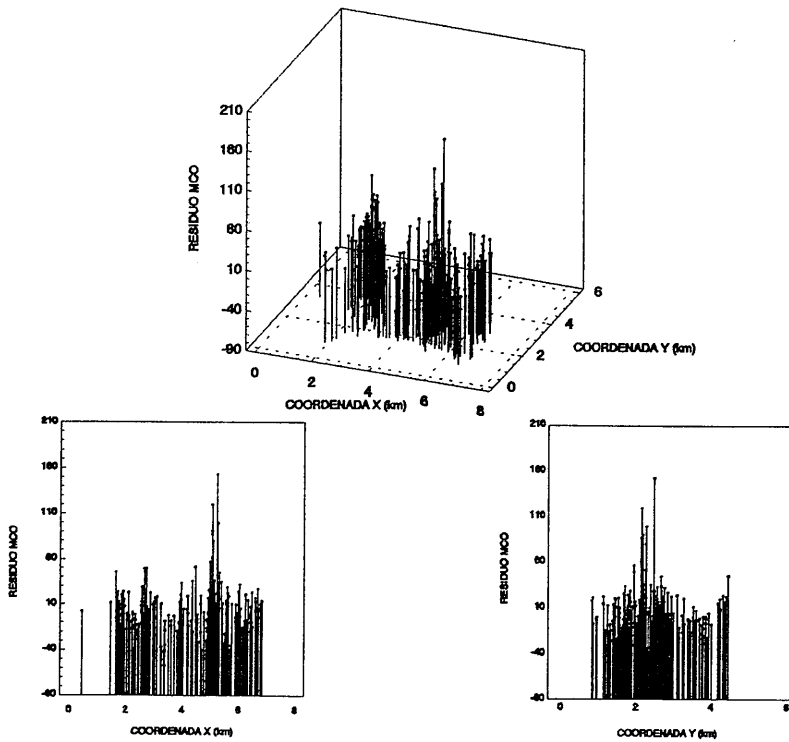
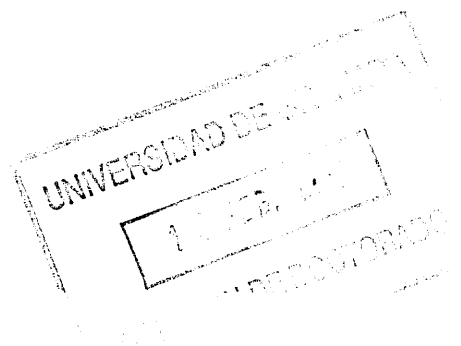


Figura 7. Residuos MCO con tratamiento de la deriva.

dato (una vivienda), por lo que no debe concederse mucha importancia a este alto valor del residuo. Para concluir finalmente si los residuos MCO con tratamiento de la deriva presentan o no estacionariedad, se ha calculado su variograma experimental medio, recogido en la columna 5 de la Tabla 10 y representado en la Figura 9.



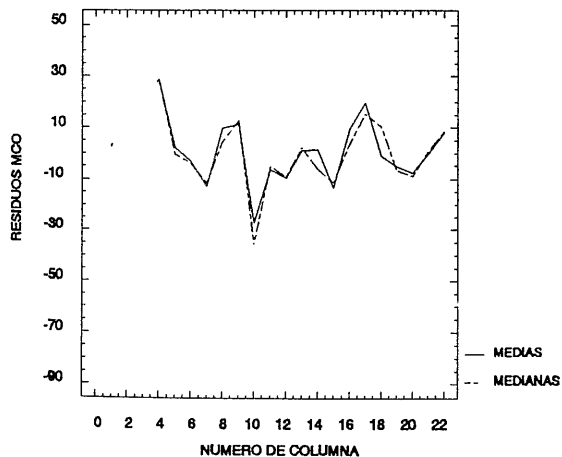
NÚMERO DE COLUMNA	INTERVALO	MEDIA	MEDIANA	NÚMERO DE DATOS
1	450-750	2'761	2'761	1
2	750-1050	-	-	0
3	1050-1350	-	-	0
4	1350-1650	28'829	28'829	2
5	1650-1950	2'276	-0'432	30
6	1950-2250	-3'149	-3'792	11
7	2250-2550	-12'898	-11'710	15
8	2550-2850	9'775	4'590	23
9	2850-3150	11'324	12'995	7
10	3150-3450	-27'334	-35'578	10
11	3450-3750	-6'453	-5'174	4
12	3750-4050	-9'703	-9'091	15
13	4050-4350	1'245	2'346	6
14	4350-4650	1'545	-6'029	9
15	4650-4950	-13'495	-11'384	21
16	4950-5250	9'684	3'752	55
17	5250-5550	19'805	15'519	11
18	5550-5850	-0'981	10'472	13
19	5850-6150	-5'045	-6'577	14
20	6150-6450	-7'608	-8'866	26
21	6450-6750	-0'284	0'798	19
22	6750-7050	7'969	8'577	6

Tabla 14

NÚMERO DE FILA	INTERVALO	MEDIA	MEDIANA	NÚMERO DE DATOS
1	928-1228	6'666	0'613	5
2	1228-1528	-2'275	-7'447	13
3	1528-1828	-6'640	-8'751	39
4	1828-2128	-4'378	-2'310	47
5	2128-2428	12'991	6'476	51
6	2428-2728	6'375	1'575	41
7	2728-3028	-4'253	-1'761	44
8	3028-3328	-16'375	-8'945	10
9	3328-3628	-7'733	-6'529	11
10	3628-3928	-7'384	-4'882	17
11	3928-4228	-9'806	-9'749	10
12	4228-4528	16'303	15'625	9
13	4528-4828	45'586	45'586	1

Tabla 15

MEDIAS Y MEDIANAS, POR COLUMNAS, DE LOS RESIDUOS MCO CON TRATAMIENTO DE LA DERIVA



MEDIAS Y MEDIANAS, POR FILAS, DE LOS RESIDUOS MCO CON TRATAMIENTO DE LA DERIVA

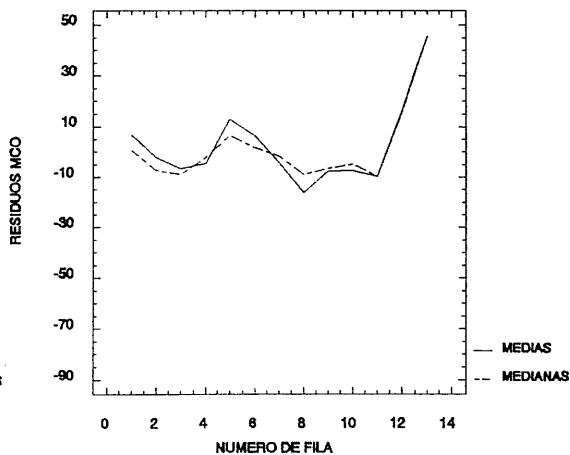


Figura 8. Medias y medianas de los residuos MCO con tratamiento de la deriva.

En la Figura 9 se observa que el comportamiento de los residuos MCO con tratamiento de la deriva es claramente estacionario,

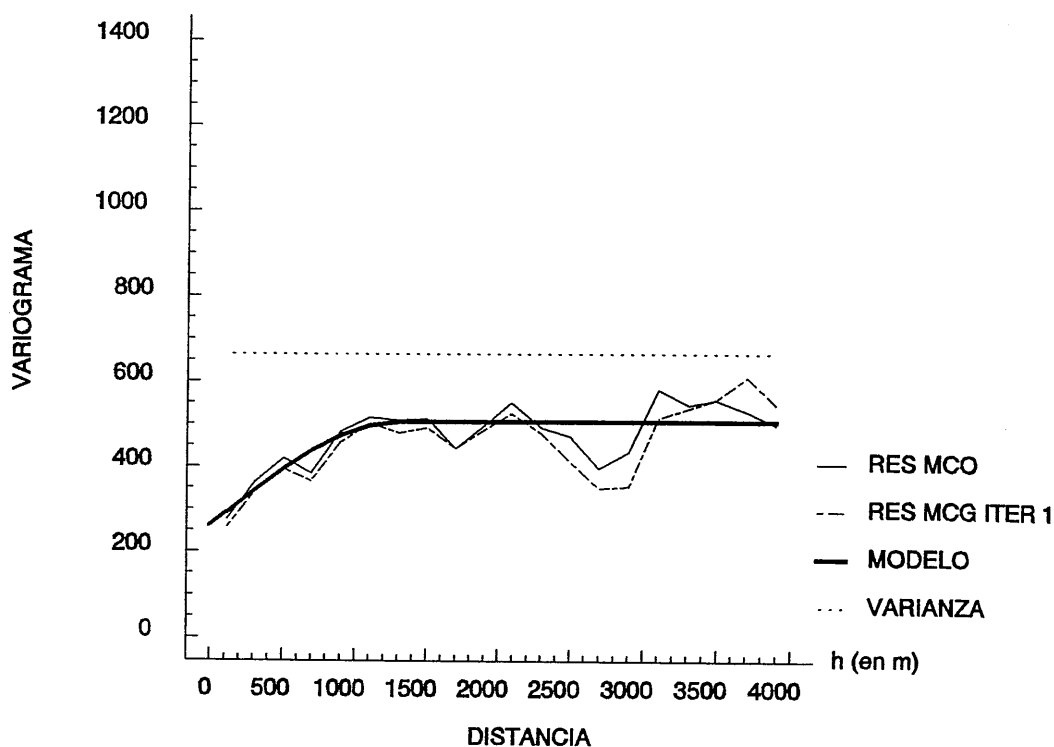


Figura 9. Variogramas de los residuos MCO con tratamiento de la deriva, de los residuos MCG y modelo ajustado.

manteniéndose en todo momento por debajo de la varianza experimental, cuyo valor es 663'86: el variograma va creciendo a medida que aumenta la distancia entre las viviendas, estabilizándose sus valores en torno a los 1100-1300 metros. De ello se deduce que estos residuos MCO ya no presentan tendencia a gran escala o deriva, pero sí se mantiene la presencia de la autocorrelación espacial. La existencia de estas estructuras de variabilidad a pequeña escala espacial, puede constatarse en la propia distribución sobre el plano de los residuos positivos y negativos. Así, en la Figura 10 se observan pequeñas agrupaciones de valores positivos y negativos. La existencia de autocorrelación espacial permite considerar a los residuos como una variable regionalizada, pudiendo utilizar el método

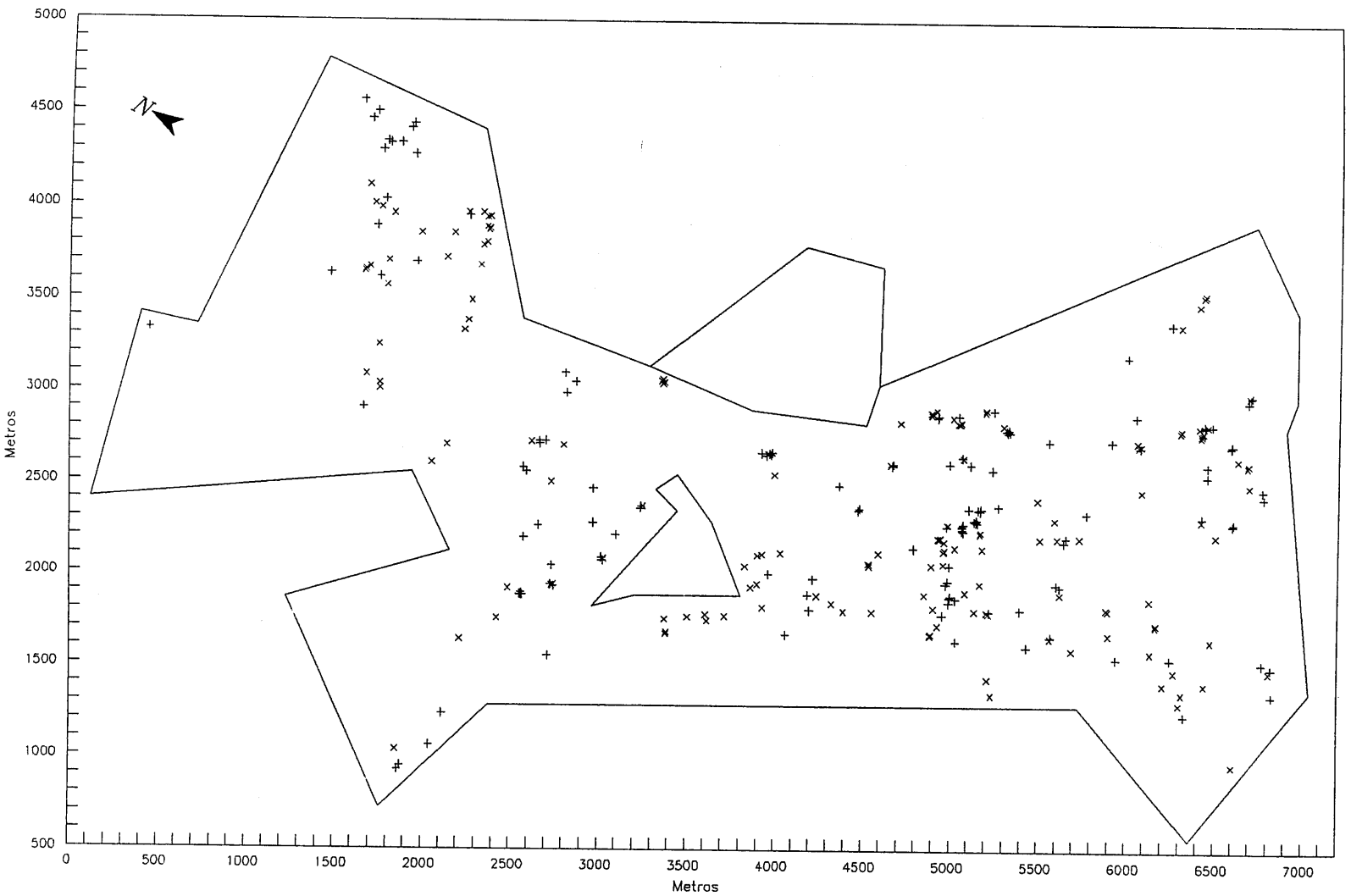


Figura 10. Residuos MCO con tratamiento de la deriva, positivos (+) y negativos (x).

del Krigeaje para realizar el proceso de estimación espacial. Como ya se ha comentado en el capítulo II, las estimaciones MCO no son eficientes en presencia de autocorrelación espacial. Por esta razón, es necesario obtener los residuos MCG, previa estimación del vector b de coeficientes, apoyándose en la estimación de la matriz de covarianzas, V . Con este objetivo, se ajusta un modelo teórico de variograma al variograma experimental medio de los residuos MCO, y a partir de aquél se estima la matriz de covarianzas V . Apoyándose en la matriz estimada V^* , se obtiene la primera estimación MCG del vector de coeficientes, \hat{b} , y el vector de los primeros residuos MCG, \hat{u} . El ajuste del modelo de variograma teórico se ha realizado por mínimos cuadrados no lineales, mediante el método propuesto por Cressie de mínimos cuadrados ponderados por el número de parejas, con la utilización del algoritmo de Gauss-Newton. El modelo de variograma ajustado a los residuos MCO con tratamiento de la deriva, ha sido un modelo esférico. El modelo de regresión que se ha obtenido en esta primera iteración por MCG es el siguiente:

$$\begin{aligned} \text{PRECIOM2C}(x) = & \underset{(-1'534)}{-60'433} + \underset{(-10'411)}{10'364} \text{CP1T}(x) + \underset{(2'825)}{0'0426}x + \underset{(0'764)}{0'0208}y \\ & - \underset{(-2'607)}{4'7022 \cdot 10^{-6}}x^2 - \underset{(0'829)}{4'3421 \cdot 10^{-6}}y^2 + \hat{u}(x) \quad \text{Ec. (21)} \end{aligned}$$

El variograma experimental medio de estos primeros residuos MCG se recoge en la columna 6 de la Tabla 10, y se halla representado en la

Figura 9. Puede apreciarse como apenas hay diferencia con el variograma experimental medio de los residuos MCO con tratamiento de la deriva. El modelo de variograma ajustado a los residuos MCG tiene los siguientes parámetros:

$$\text{Efecto pepita: } C_0 = 258'574$$

$$\text{Meseta: } C = 245'630$$

$$\text{Alcance: } a = 1304'989$$

siendo la varianza experimental de dichos residuos 715'991. Partiendo del modelo de variograma ajustado a los primeros residuos MCG, se lleva a cabo la segunda iteración. El variograma experimental medio de los segundos residuos es prácticamente coincidente con el de los primeros, por lo que se puede concluir que, con la primera iteración, el variograma residual ya ha convergido a una forma estable. Obviamente, los coeficientes MCG del modelo de regresión de esta segunda iteración son casi idénticos a los de la primera. Por tanto, serán los residuos obtenidos en la primera iteración y su modelo de variograma ajustado los utilizados posteriormente en el proceso de inferencia espacial. Del alcance del modelo de variograma ajustado ($a = 1304'989$ m), se deduce que la covarianza entre los residuos decrece conforme aumenta la distancia que separa a las viviendas, y que el radio de influencia hasta el cual se manifiesta esta estructura de autocorrelación está en torno a los 1300 m. Del efecto pepita del variograma ajustado ($C_0 = 258'574$), se deduce que el 33'90% de la variabilidad de los residuos MCG se debe a la componente

aleatoria de dichos residuos y el 66'10% restante se explica por su componente estructural. En relación con el modelo de regresión obtenido por MCG (véase la ecuación 21), debe recordarse que los valores del estadístico experimental t han de ser interpretados con precaución, sobre todo, teniendo en cuenta que nuestro interés, en esta aplicación, se centra en la obtención de unas estimaciones eficientes de la variable dependiente, para lo cual no es determinante la significación individual de los coeficientes. No obstante, sí puede deducirse que la variable más significativa es la componente principal, formada como combinación lineal de las características constructivas de las viviendas, y que fue interpretada como un índice de la calidad constructiva de éstas. En cuanto a las variables que recogen la tendencia a gran escala espacial del precio de la vivienda, las más significativas son la x y la x^2 , por lo que la dirección preponderante de la deriva es la que corre paralela al eje X , que se corresponde con la dirección noroeste-sureste²⁸. Ello también puede observarse en las figuras de la deriva mostradas con anterioridad, donde la forma alargada de la ciudad en la dirección X , hace que en dicha dirección se produzca una mayor variación en el rango de valores de la deriva. En este contexto, es interesante recordar que la dirección más

²⁸ Esta conclusión coincide con la que se expone en el artículo de CHICA OLMO, J.M. (1995, b). Dicha coincidencia tiene lugar a pesar de que en el citado artículo se trabaja con una muestra de viviendas diferente, en el espacio y en el tiempo, y a pesar de que se introducen directamente las características constructivas observadas en la especificación del modelo, características que, además, son distintas a las que ahora han sido utilizadas para definir la componente principal de las variables constructivas.

importante de la deriva de la calidad global de la vivienda también era la noroeste-sureste, como se puso de manifiesto en el capítulo VI.

3.5. Estimación espacial del valor de mercado de la vivienda y del valor de la localización del suelo.

El proceso de estimación espacial por el método del Krigeaje tiene en cuenta la estructura de autocorrelación espacial, recogida mediante el modelo de variograma ajustado, pudiendo llevarse a cabo la estimación espacial en cualquier lugar de la ciudad en el que se esté interesado. Para cada uno de los puntos en los que se pretenda estimar ha de resolverse el sistema de ecuaciones del KRI puntual (véase la ecuación 47 del capítulo II). En el estudio que ahora estamos exponiendo se ha realizado el proceso de estimación sobre dos conjuntos de puntos: por una parte, en los 359 nudos de una malla regular cuadrada de 200 metros de lado, inserta dentro de los límites de la ciudad; por otra parte, en las propias localizaciones de las 298 viviendas que componen la muestra. Para la estimación espacial de los residuos MCG en dichos conjuntos de puntos, se cuenta con los valores de los residuos MCG de las viviendas del muestreo, si bien, en la práctica se ha utilizado un máximo de 24 viviendas, las que se hallan más cercanas al lugar donde se quiere realizar la estimación.

Para estimar el valor de mercado de la vivienda utilizaremos la

siguiente expresión:

$$Z_k(x_0) = \text{PRECIOM}2C_k(x_0) = -60'433 + 10'364CP1T(x_0) + 0'0426x + 0'0208y - 4'7022 \cdot 10^{-6}x^2 - 4'3421 \cdot 10^{-6}y^2 + u_k(x_0) \quad \text{Ec. (22)}$$

y para estimar el valor de la localización esta otra:

$$L_k(x_0) = (-60'433 - 8'559) + 0'0426x + 0'0208y - 4'7022 \cdot 10^{-6}x^2 - 4'3421 \cdot 10^{-6}y^2 + u_k(x_0) \quad \text{Ec. (23)}$$

3.5.1. Estimación espacial del valor de mercado de la vivienda.

Validación cruzada y errores de la estimación.

En la Figura 11 se ha representado el valor de mercado por metro cuadrado de la vivienda, obtenido mediante el método del KRI (abreviadamente va a ser denominado KRIVMERC). El tamaño de los símbolos de la citada figura es proporcional al valor de mercado estimado, pudiendo observarse que los valores de mercado más bajos se sitúan en la periferia norte de la ciudad, en el sector de Almanjáyar-Cartuja que, como se indicó en el capítulo V, presentaba las viviendas con menor calidad global. Por el contrario, los valores estimados más altos se sitúan en la intersección de la calle San Antón con Alhamar, junto al Palacio de Congresos, en una zona de confluencia entre varios sectores: el sector del Centro (que era el que contenía las viviendas con mayor calidad global), Pedro Antonio de Alarcón, Realejo y Camino de la Sierra. En las Tablas 16 y 17 se recogen los valores medios de varias variables para los barrios,

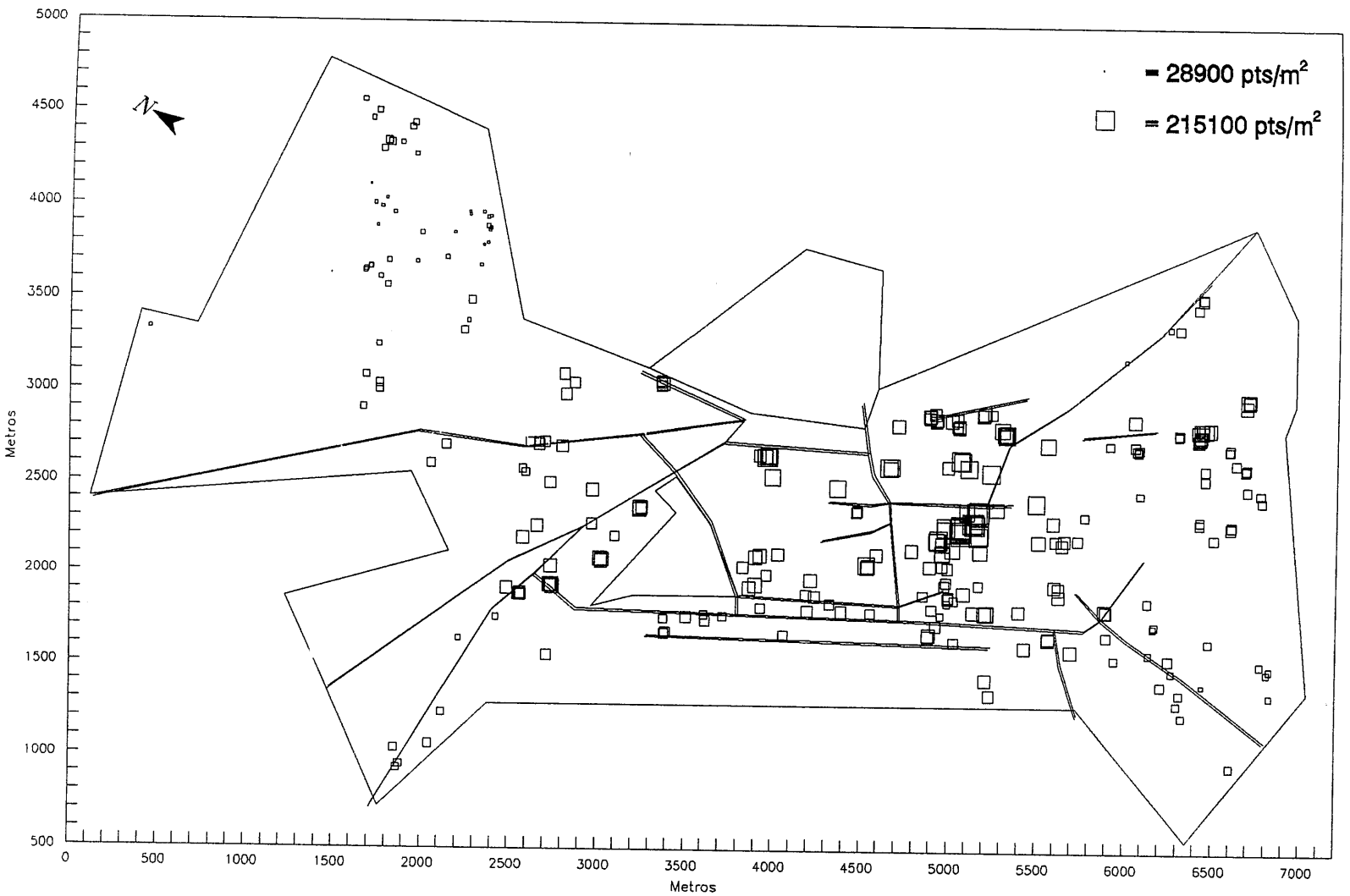


Figura 11. Valor de mercado del metro cuadrado de la vivienda estimado por KRI.

delimitados por el método del Krigeaje de bloques de 200 metros y 400 metros de lado, respectivamente, que se obtuvieron en el capítulo VI. En ambos casos se observa que el valor de mercado medio más bajo se halla en el barrio 1, el de menor calidad global de sus viviendas, los siguientes son los barrios 2 y 3, y el valor de mercado medio más alto es el del barrio 4. Esta ordenación es la que podía esperarse, teniendo en cuenta que el criterio de división entre los barrios fue la calidad global de las viviendas, por lo que el valor de mercado, como estimación monetaria de dicha calidad global, mantiene una fuerte relación con ésta. También en ambas tablas se observa que el valor de mercado estimado por KRI, se encuentra muy próximo al precio observado en la muestra (PRECIOM2C). Precisamente, la variable denominada DIFERENCIA es el error de la estimación por Krigeaje, es decir, la diferencia entre el valor de mercado estimado por KRI (KRIVMERC) y el precio de la vivienda ofertado al mercado por el propietario (PRECIOM2C).

VALORES MEDIOS DE LOS BARRIOS OBTENIDOS MEDIANTE KRIGEAJE POR BLOQUES DE 200 m					
VARIABLES	GRANADA (298 VIV.)	BARRIO 1 (54 VIV.)	BARRIO 2 (38 VIV.)	BARRIO 3 (72 VIV.)	BARRIO 4 (134 VIV.)
CPI	0	2'0059	0'8483	0'4232	-1'2859
CPIT	6'4899	4'4840	5'6416	6'0667	7'7758
DERIVA	37'437	15'148	27'949	40'732	47'414
PRECIOM2C	117'429	62'350	93'795	115'179	147'763
VALOR DE MERCADO ESTIMADO POR KRI (KRIVMERC)	117'797	63'115	94'150	115'039	148'248
DIFERENCIA	0'368	0'765	0'355	-0'140	0'485
DESV. TIP. EST.	17'9019	18'0827	18'5978	17'8847	17'6390
ERROR MEDIO ADIMENSIONAL	0'0218	0'0438	0'0210	-0'0055	0'0280
ERROR CUADRÁTICO MEDIO ADIMENSIONAL	1'2361	0'6782	0'6527	0'9954	1'6089
ERROR RELATIVO EST.	17'5234	30'6180	20'4679	15'8767	12'2570
CONSTRUCCIÓN EST.	75'738	54'949	66'946	71'352	89'065
VALOR LOCALIZACIÓN (KRIVLOC)	42'059	8'166	27'204	43'687	59'183
% MEDIA KRIVLOC S/MEDIA KRIVMERC	35'705	12'938	28'894	37'976	39'922

Tabla 16

VALORES MEDIOS DE LOS BARRIOS OBTENIDOS MEDIANTE KRIGEAJE POR BLOQUES DE 400 m					
VARIABLES	GRANADA (298 VIV.)	BARRIO 1 (60 VIV.)	BARRIO 2 (33 VIV.)	BARRIO 3 (74 VIV.)	BARRIO 4 (131 VIV.)
CPI	0	1'6917	0'6013	0'2877	-1'0865
CP1T	6'4899	4'7982	5'8886	6'2022	7'5764
DERIVA	37'437	15'875	25'848	43'436	46'889
PRECIOM2C	117'429	67'099	95'359	119'031	145'149
VALOR DE MERCADO ESTIMADO POR KRI (KRIVMERC)	117'797	67'958	94'260	119'856	145'405
DIFERENCIA	0'368	0'859	-1'099	0'825	0'256
DESV. TIP. EST.	17'9019	18'1579	18'4805	17'9070	17'6360
ERROR MEDIO ADIMENSIONAL	0'0218	0'0480	0'05931	0'04748	0'161
ERROR CUADRÁTICO MEDIO ADIMENSIONAL	1'2361	0'6367	0'7426	1'0052	1'6116
ERROR RELATIVO EST.	17'5234	29'4961	20'0010	15'4157	12'5902
CONSTRUCCIÓN EST.	75'738	58'206	69'506	72'756	86'999
VALOR LOCALIZACIÓN (KRIVLOC)	42'059	9'752	24'754	47'100	58'406
% MEDIA KRIVLOC S/MEDIA KRIVMERC	35'705	14'350	26'261	39'297	40'168

Tabla 17

La media de la DIFERENCIA muestra que, en conjunto, se produce una leve sobreestimación de 368 pesetas, lo cual supone solamente el 0'31% del precio medio observado (117.429 pts/m²). Pormenorizando por barrios²⁹, se observa en la Tabla 16 que en los 4 barrios obtenidos por Krigeaje de bloques de 200 m de lado, los valores de la DIFERENCIA son inferiores a las 1.000 pesetas por metro cuadrado. En los barrios obtenidos

²⁹ Pueden consultarse las estadísticas básicas del precio por metro cuadrado observado en las viviendas de la muestra (PRECIOM2C) y de su estimación mediante KRI (KRIVMERC), para el conjunto de la ciudad (en el anexo 2 ó en el 4), para los sectores administrativos (en el anexo 2), y para los barrios obtenidos por Krigeaje de bloques de 200 y 400 metros de lado (en el anexo 4).

por bloques de 400 m de lado (véase la Tabla 17), solamente en el barrio 2 el valor de la DIFERENCIA supera las 1.000 pesetas por metro cuadrado (-1.099 pesetas, concretamente). Con el fin de tener una visión espacial de los errores de la estimación por KRI, en la Figura 12 se han representado sobre el plano de la ciudad los resultados de la validación cruzada (esto es, los valores de la variable DIFERENCIA). En la Figura 12 se observa una distribución puramente aleatoria entre las diferencias positivas y negativas, por lo que no se detectan zonas en las que se esté subestimando o sobreestimando de forma sistemática, si bien se detectan algunos valores extremos, reflejos de comportamientos anómalos del mercado inmobiliario, en los que la estimación no se acerca tanto al dato realmente observado.

	RESIDUOS MCG $\hat{u}(x_0)$	RESIDUOS MCG ESTIMADOS POR KRIGEAJE $u_k(x_0)$	DIFERENCIAS O ERRORES $e_k(x_0)$	DESVIACIÓN TÍPICA DE ESTIMACIÓN $\sigma_k(x_0)$	ZSCORE $\frac{e_k(x_0)}{\sigma_k(x_0)}$	ERROR TÍPICO RELATIVO $\frac{\sigma_k(x_0)}{Z_k(x_0)} \%$
MÍNIMO	-57'091	-21'150	-128'851	16'909	-7'133	7'861
1 ^{er} CUARTIL	-12'888	-5'942	-10'823	17'349	-0'617	12'635
MEDIANA	1'935	0'653	0'387	17'829	0'020	14'841
3 ^{er} CUARTIL	15'102	11'590	13'481	18'199	0'767	19'678
MÁXIMO	165'470	52'669	57'859	25'364	3'335	68'312
MEDIA	4'172	4'539	0'368	17'902	0'022	17'523
DESV. TÍPICA	26'758	15'671	21'919	0'808	1'236	8'152
ME = 0'368 MET = 17'902 EMA = 0'022 ECMA = 1'236						

Tabla 18

En cuanto a los resultados de las estadísticas de la validación

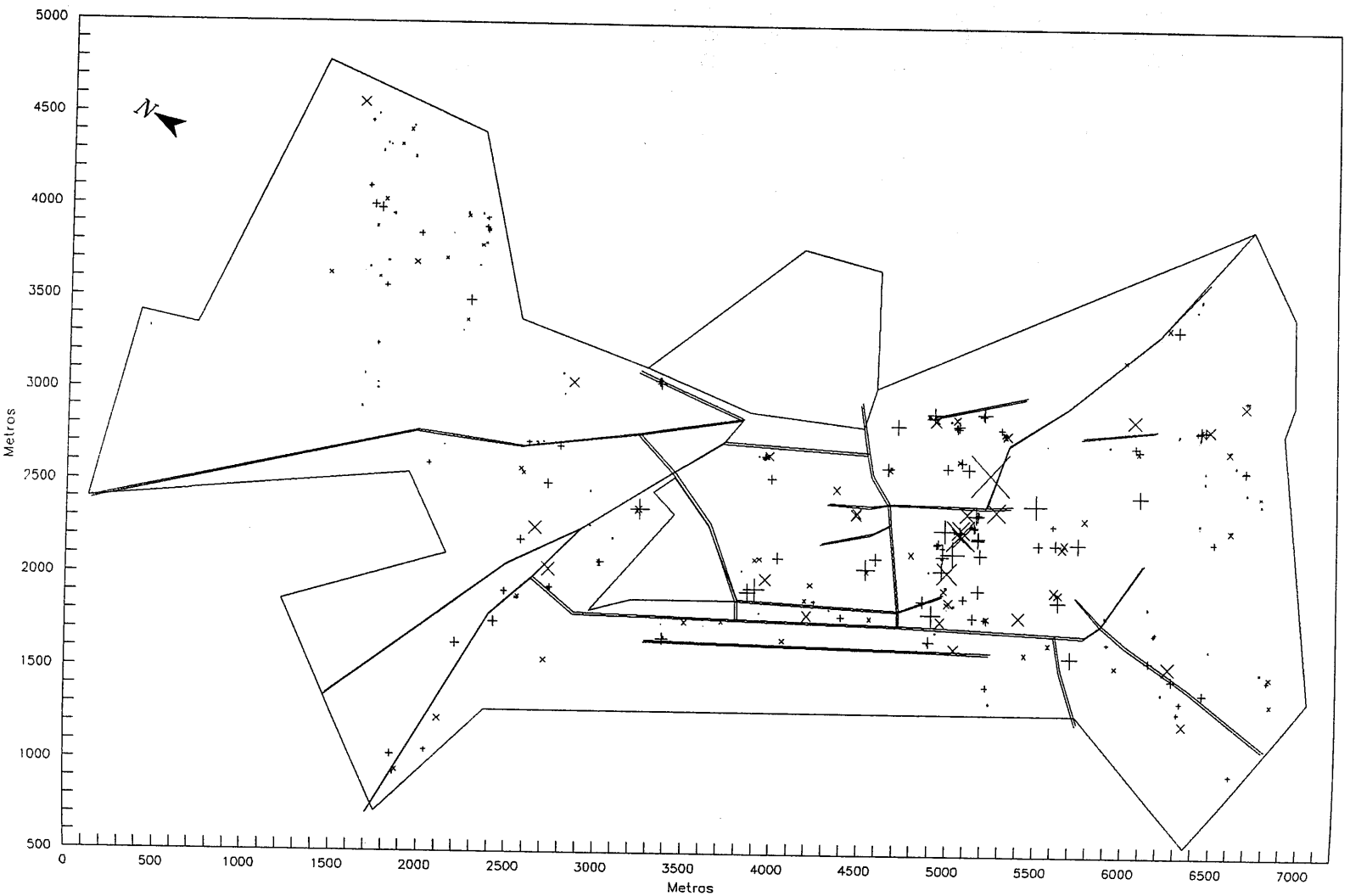


Figura 12. Diferencias positivas (+) y negativas (x) entre el precio del metro cuadrado observado y el valor de mercado estimado por KRI.

cruzada, recogidos en la Tabla 18, se pueden considerar bastante satisfactorios. La comparación de las estadísticas de los residuos MCG con las de los residuos MCG estimados por KRI muestra el efecto de suavizado, que imprime la estimación espacial: el aumento del mínimo, la disminución del máximo, y el consiguiente estrechamiento del rango a la tercera parte. La desviación típica de los residuos MCG estimados por KRI es un 41% menor que la de los residuos MCG, como un resultado adicional del suavizado de los valores más extremos. En la última fila de la Tabla 18 se resaltan algunas estadísticas, evaluadoras del grado de error en el que se ha incurrido al realizar la estimación espacial: así, se observa que la media de los errores o diferencias es próxima a cero ($ME = 0'368$, como ya se comentó más arriba) y también lo es el error medio adimensional ($EMA = 0'022$), mientras que el error cuadrático medio adimensional es cercano a 1 ($ECMA = 1'236$), de lo cual puede concluirse una evaluación positiva de la estimación espacial realizada. También se han reflejado en la Tabla 18 las estadísticas del error típico o desviación típica de la estimación, cuya media es $MET = 17'902$, y del error típico relativo (o, simplemente, error relativo) de la estimación. En las Tablas 16 y 17 pueden consultarse los valores medios de las diferencias o errores de la estimación por Krigeaje (DIFERENCIA), del error típico o desviación típica de la estimación, del error medio adimensional, del error cuadrático medio adimensional y del error relativo de la estimación, pormenorizadas para los barrios obtenidos por Krigeaje de bloques de 200 m y 400 m de

lado. Podemos resaltar que la media del error relativo de la estimación para el conjunto de la ciudad es del 17'5%, siendo interesante hacer notar que va disminuyendo a medida que aumenta la calidad global del barrio: así, el error relativo se mueve desde el 29-30% en el barrio 1 (por bloques de 200 m y 400 m), pasando por el 20% en el 2, el 15% en el 3, y termina en el 12% para el barrio 4. Ello se debe a que el numerador del error relativo, que es la desviación típica de la estimación, apenas varía de un barrio a otro, pues no depende de las características constructivas, ni de la deriva, sino solamente del modelo de variograma ajustado, mientras que el denominador, que es el valor de mercado estimado por KRI, va aumentando conforme lo hace la calidad global de las viviendas de los barrios.

Mediante la obtención de la desviación típica de la estimación por KRI en los nudos de la malla, y su posterior representación en el plano de isolíneas (véase la Figura 13), se puede obtener una visión más clara de las zonas en las que se presentan los mayores y los menores riesgos de estimación. La media de la desviación típica de la estimación, en los nudos de la malla, es de 19.423 pts/m², mientras que la media en las viviendas que componen la muestra es inferior, concretamente de 17.902 pts/m² (en la Figura 13 también se ha representado la desviación típica de la estimación en las viviendas muestrales, mediante un símbolo cuyo tamaño es proporcional al valor de la desviación típica). En la citada figura se

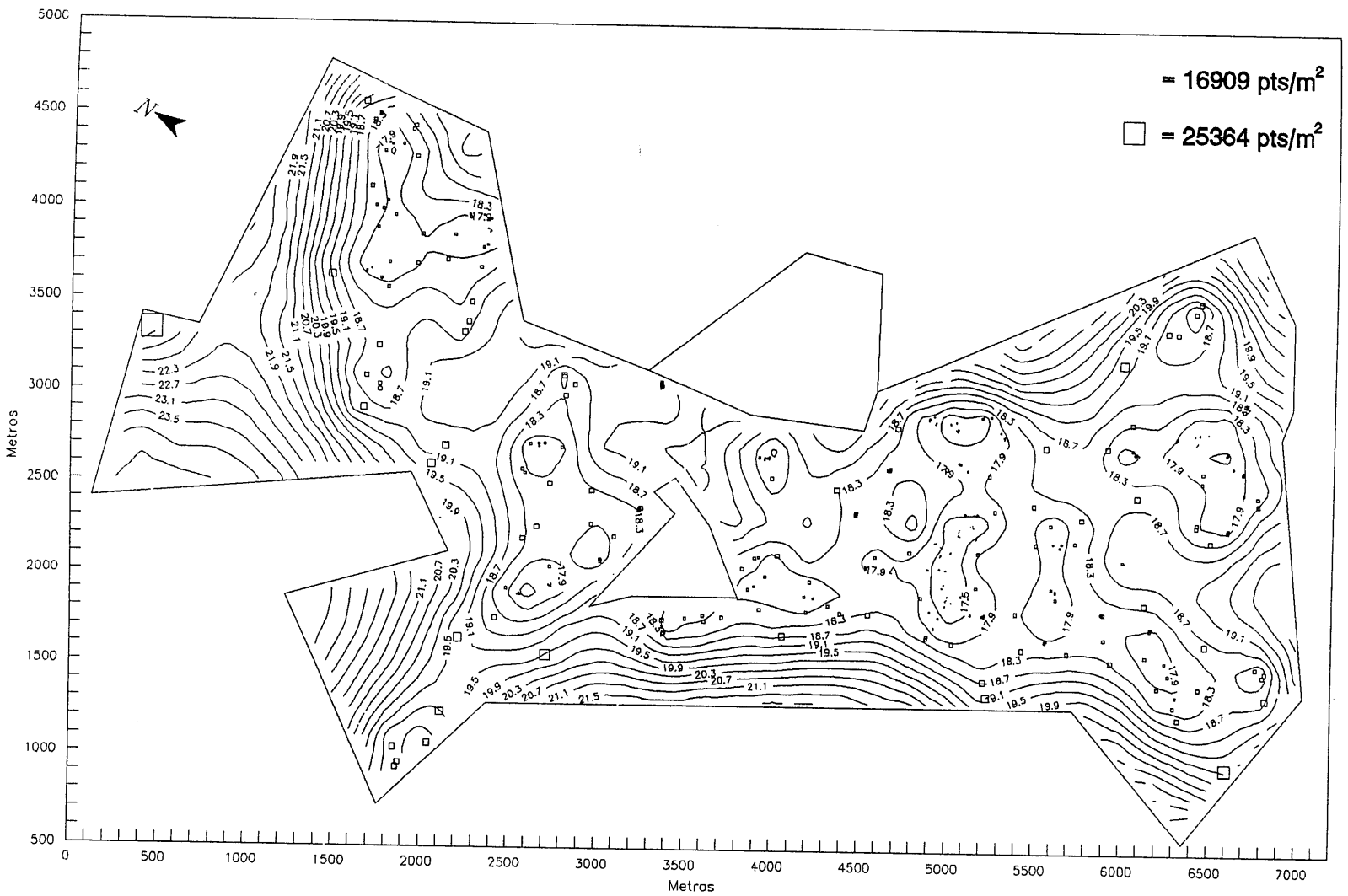


Figura 13. *Isolneas de la desviación típica de la estimación.*

observa que los errores más altos se encuentran en las partes más periféricas de la ciudad, concretamente en los extremos del Polígono de Almanjáyar y del sector de La Chana y, en menor medida, en la parte de la vega colindante con los sectores del Camino de Ronda y del Zaidín: es decir, en aquellas zonas donde se disponía de menor número de viviendas muestrales. En las zonas que se han enumerado el riesgo de estimación se mueve entre 19.100 pts/m² y 23.500 pts/m². Las zonas en las que se presenta menor riesgo en la estimación se hallan más dispersas en la ciudad y se corresponden con aquellos lugares en los que existen viviendas en venta recogidas por la muestra; de ahí que aparezcan sobre el plano una gran cantidad de "hoyos", donde disminuye la desviación típica de la estimación (Parque Nueva Granada, La Caleta, Plaza de Toros-Doctores, Camino de Ronda, Pedro Antonio de Alarcón, Centro, Bola de Oro y parte del Zaidín colindante con el Camino de Ronda). En estas zonas la desviación típica de la estimación es inferior a 18.300 pts/m². Otro aspecto que conviene reseñar en el plano de isolíneas de la desviación típica de la estimación es que también indica el gradiente de variabilidad del error de la estimación, interpretable en términos de elasticidad error/distancia. Finalmente, se ofrece una visión tridimensional del error típico o desviación típica de la estimación en la Figura 14.

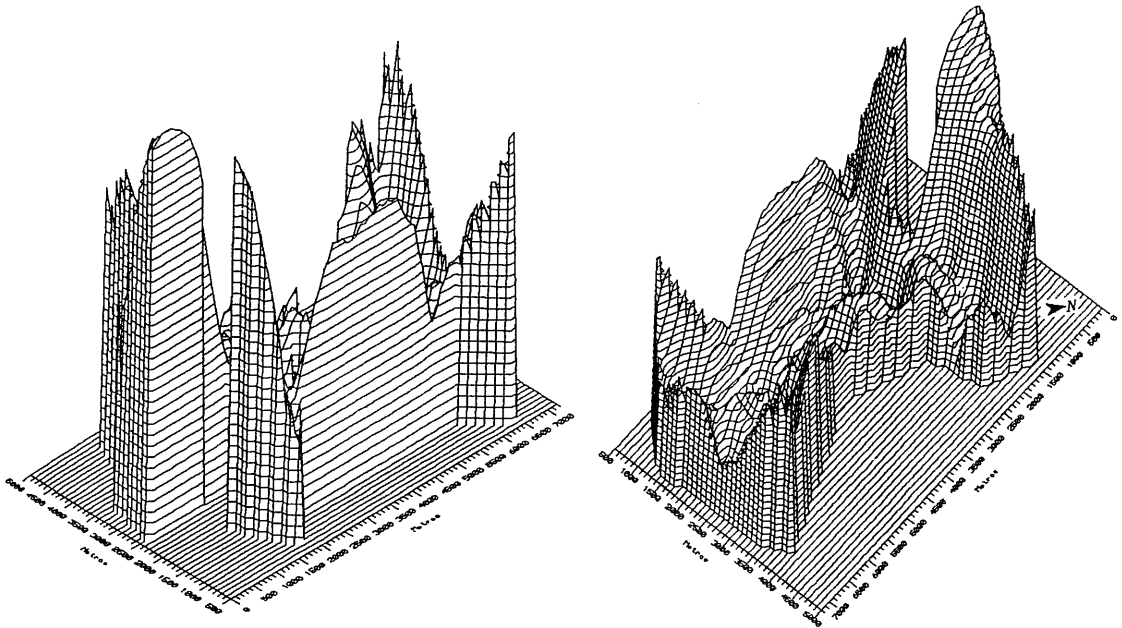


Figura 14. Representación de la desviación típica de la estimación.

3.5.2. Estimación espacial del valor de la localización.

A través de la ecuación 23 se puede obtener la estimación por KRI del valor de la localización, en todos aquellos puntos de la ciudad en los que se esté interesado. Para cada uno de estos puntos se procede de la misma forma: a la diferencia entre las constantes MCG y MCO, se le añade el valor de la deriva y el valor del residuo MCG estimado espacialmente mediante Krigeaje. Si el conjunto de puntos donde se realiza la inferencia espacial es el formado por los nudos de la malla, el resultado de la estimación por Krigeaje del residuo es el que se muestra simbólicamente en la Figura 15. En ésta aparecen representados, en proporción a su valor absoluto, los residuos MCG estimados por Krigeaje,

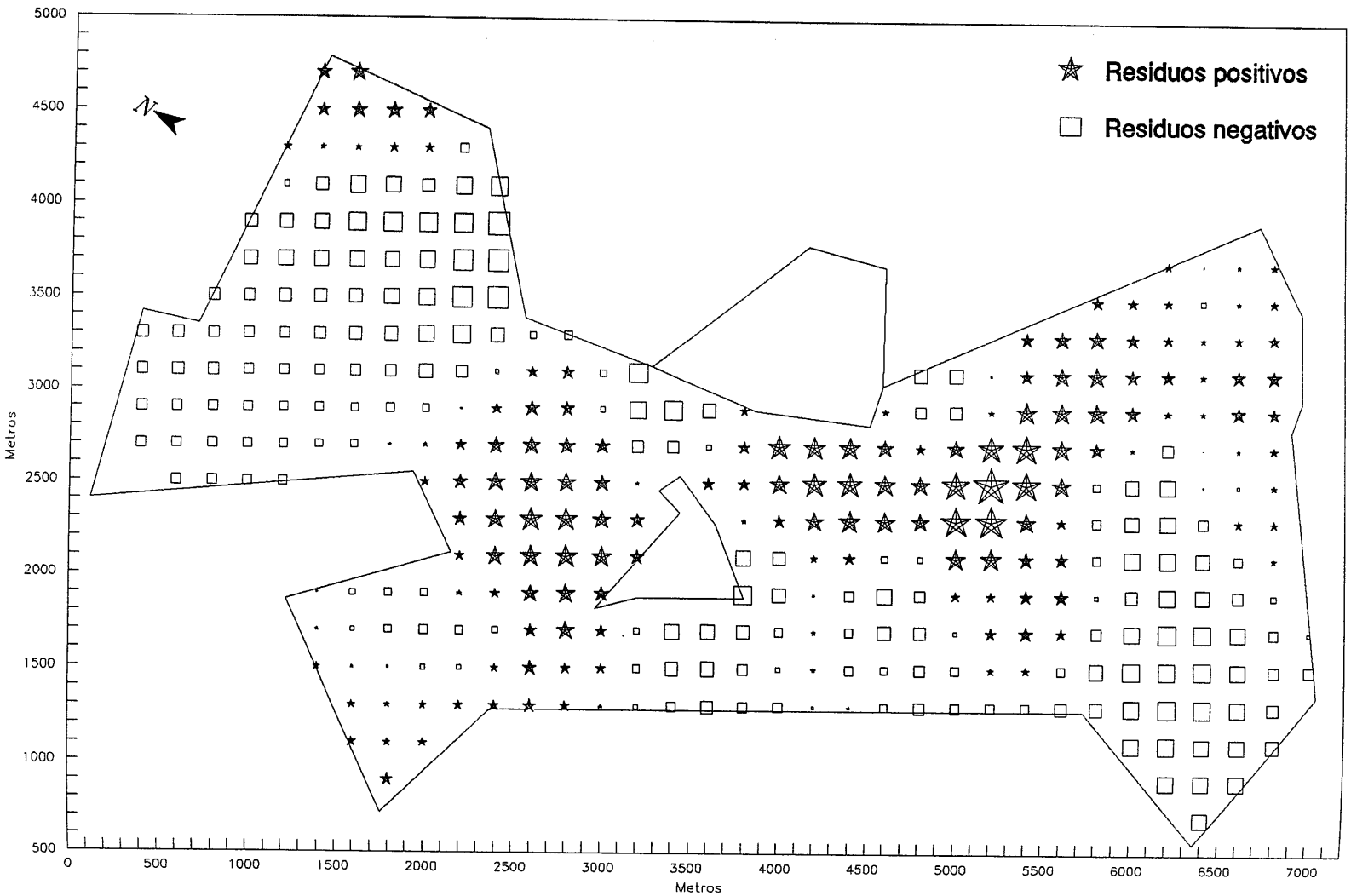


Figura 15. Residuos MCG estimados por KRI en los nudos de la malla.

es decir, $u_k(x_0)$. Se observa la existencia de agrupaciones de residuos positivos, por un lado, y negativos, por otro, como manifestación de la presencia de autocorrelación espacial. También ésta se manifiesta en el hecho de que no se entremezclan residuos del mismo signo (símbolo) con valores (tamaños) muy diferentes, sino que existe una gradación en los valores, por lo que el tamaño de los símbolos crece o decrece de forma gradual en el espacio. Las zonas donde aparecen los residuos positivos indican que, aparte de la tendencia a gran escala espacial o deriva, existe un conjunto de factores a nivel microlocalizativo que incrementan su atractivo y, por tanto, el valor de su localización. Por el contrario, los residuos negativos aparecen en las zonas donde los factores microlocalizativos tienden a matizar a la baja el valor que correspondería a dicha localización si solamente se tuviera en cuenta la tendencia a gran escala espacial. En definitiva, los valores de estos residuos corrigen al alza o a la baja a la deriva, siendo los responsables de la aparición de los "picos", "valles" y demás irregularidades en la forma acampanada de la deriva.

Por otro lado, en la Figura 16 se ha representado por medio de símbolos proporcionales el valor de la localización, estimado en las localizaciones de las propias viviendas que componen la muestra. En 13 de las 298 viviendas se ha obtenido un valor de la localización negativo, representado mediante un triángulo. Para facilitar su detección sobre el

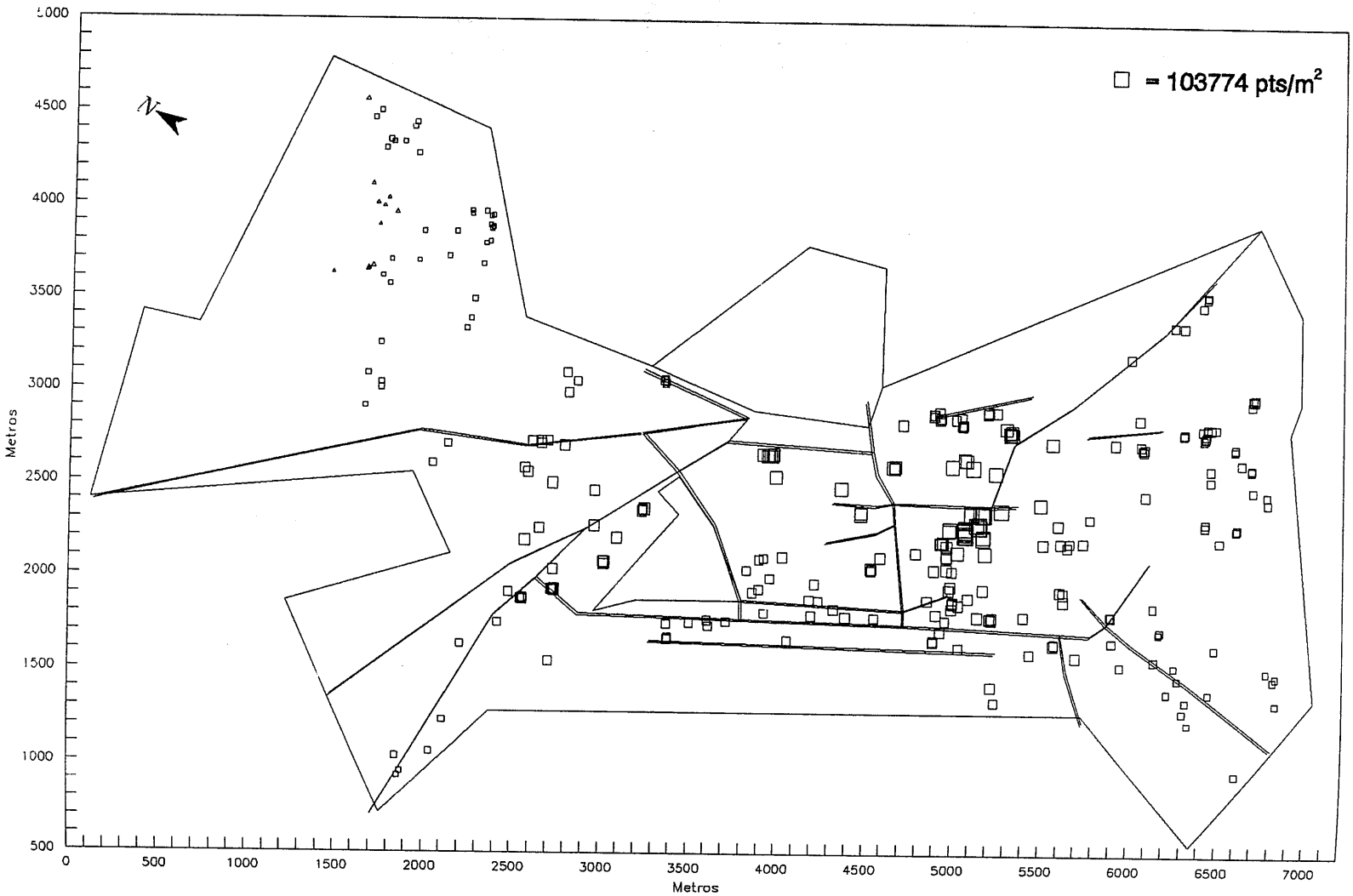


Figura 16. Valor de la localización estimado en las viviendas que componen la muestra.

plano, en las dos primeras columnas de la Tabla 19 se han incluido sus coordenadas. Todas estas viviendas tienen como característica común sus bajos precios; de hecho, 11 de las 13 figuran entre las 15 viviendas con precios más bajos de la ciudad. Otro rasgo común es que se hallan ubicadas en el mismo sector administrativo de la ciudad: el Polígono de Almanjáyar, que, como ya se ha comentado con anterioridad, es el de menor calidad global de sus viviendas, a mucha distancia del resto de los sectores de la ciudad, y es un sector con importantes problemas de marginación. Otra característica común es que en cuanto a la zonificación de la ciudad mediante Krigeaje por bloques de la primera componente principal (calidad global de la vivienda), las 13 viviendas se ubican dentro del barrio 1 (el de menor calidad global), si se utilizan bloques de 400 m, y 12 de las 13 viviendas se ubican en dicho barrio, si se utilizan bloques de 200 m (véase la Tabla 19).

COORDENADA X	COORDENADA Y	BARRIO 200 m	BARRIO 400 m	COEFICIENTE DE APRECIACIÓN O DEPRECIACIÓN ECONÓMICA
450	3331	2	1	SI
1468	3634	1	1	SI
1646	4564	1	1	SI
1661	3648	1	1	SI
1666	3657	1	1	SI
1685	4109	1	1	SI
1691	3669	1	1	SI
1711	3669	1	1	SI
1713	4009	1	1	SI
1728	3891	1	1	NO
1752	3991	1	1	SI
1775	4035	1	1	NO
1824	3959	1	1	NO

Tabla 19

En relación con los valores de la localización negativos, es interesante reseñar que la metodología de valoración catastral permite su aplicación pormenorizada para cualquier vivienda de la ciudad, a través del cálculo de valores de repercusión del suelo para las distintas calles, e incluso para diversos tramos dentro de éstas, lo que posibilita una valoración detallada de cada bien urbano, conocidas las características de éste que son necesarias para ello. A pesar de ese nivel de detalle en dicha metodología, para acercarse con mayor realismo al valor de mercado de la vivienda, se circunscriben sobre el plano aquellas zonas de la ciudad donde es necesario aplicar en la valoración de sus viviendas el denominado coeficiente de apreciación o depreciación económica. Este coeficiente se aplica para adecuar los resultados obtenidos por medio de la normativa catastral (que parte de una estimación del beneficio y de los gastos del

promotor igual al 29% del valor de mercado de la vivienda, para toda la ciudad) a la verdadera realidad del mercado inmobiliario. De esta forma, se pueden acercar las valoraciones catastrales a la realidad del mercado en aquellas zonas donde se están detectando casos de sobreprecio del producto inmobiliario, por razones contrastadas de alta demanda en el mercado, inexistencia de otro producto similar por sus altas calidades constructivas, etc.; también se aplica, y este es el caso que ahora nos ocupa, en aquellas zonas donde se den unos precios por debajo de los valores de mercado que se estiman mediante la metodología catastral, debido fundamentalmente a la baja demanda, caída en desuso, etc. Este coeficiente se aplica sobre la suma de suelo y construcción, por lo que la apreciación o depreciación afecta a la totalidad del inmueble. Dentro de la ciudad de Granada, solamente se aplica el coeficiente de depreciación económica de 0'7 sobre el valor de mercado estimado, en las zonas altas de los Polígonos de Almanjáyar y Cartuja. En la Memoria de la *Ponencia de Valores del Término Municipal de Granada*, de 1990 ³⁰, elaborada por especialistas en la materia tras un amplio estudio de mercado, se justifica la aplicación de dicho coeficiente reductor, como una consecuencia de la depreciación motivada "por la situación socioeconómica de la zona, que origina que los valores inmobiliarios mantengan una dinámica diferente al resto de la ciudad y con unas cuantías inferiores". Precisamente, la línea quebrada que

³⁰ CGCCT (Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria) (1990, j): *Ponencia de Valores del Término Municipal de Granada*. CGCCT, Gerencia Territorial de Granada Capital, Granada.

delimita la zona en la que el CGCCT aplica dicho coeficiente reductor, discurre sobre el plano casi exactamente por donde lo hace la isolínea correspondiente al valor de la localización igual a cero, que se recoge en la Figura 17. Así, al norte de dicha isolínea, obtenida en nuestro estudio (a la izquierda según el punto de vista del observador), los valores de la localización comienzan a ser negativos, y a la izquierda de la línea marcada por el CGCCT (reiteramos que es casi coincidente con la isolínea del cero), la suma del valor de repercusión del suelo y el valor de la construcción viene afectada por ese excepcional coeficiente reductor, consiguiendo así disminuir aún más el valor de mercado obtenido siguiendo los pasos normales de la metodología catastral, pero evitando al tiempo la obtención de valores de repercusión del suelo negativos, al ser un coeficiente multiplicativo en vez de ser aditivo con signo negativo³¹. Abundando en el terreno de esta coincidencia de resultados, en la última columna de la Tabla 19 se observa que 10 de las 13 viviendas se hallan en la zona donde se aplicaría el coeficiente de depreciación económica de 0,7, y las 3 viviendas que se encuentran fuera de dicha zona, lo están por unas decenas de metros.

Como se dice en la Memoria de la Ponencia de Valores de 1990, los

³¹ Es destacable la coincidencia con los resultados obtenidos por CHICA OLMO, J.M. (1995, b), en relación con este aspecto. Así, en el citado artículo los valores de la localización más bajos también se encuentran en el sector de Almanjáyar-Cartuja, y la isolínea del cero, al norte de la cual se observan los valores negativos, discurre casi exactamente por el mismo lugar.

valores inmobiliarios de esta zona mantienen una dinámica diferente a la del resto de la ciudad. A pesar de ello, las estimaciones por KRI del valor de mercado de las 13 viviendas reseñadas, se acercan mucho al precio observado, como puede comprobarse en la Figura 12, donde se representaron las diferencias entre ambas variables. Este comportamiento del mercado inmobiliario de la zona, diferente al del resto del municipio, puede explicar la obtención de valores de la localización negativos. Éstos son producidos por un valor de la deriva bajo en esta zona (el más bajo de la ciudad, como se puede ver en las Figuras 5 y 6), indicativo de características macrolocalizativas poco atractivas, y unos residuos negativos, por lo que las características microlocalizativas del entorno más inmediato disminuyen aún más el valor de la localización. Evidentemente, el valor de la localización negativo, en las 13 viviendas señaladas, es el resultado de la suma de la estimación de la deriva más un residuo negativo, cuyo valor absoluto es mayor que la estimación de la deriva. En este sentido, no debe olvidarse que un posible problema abierto, que afecta a la estimación del valor de la localización, pero no a la del valor de mercado, es la forma de reparto de la constante en sus dos partes: la correspondiente a las características constructivas y la correspondiente a la deriva. Recordemos que la solución adoptada, siguiendo el criterio de Dubin, consiste en que la parte asignable a la deriva sea la diferencia entre la constante MCG y la constante MCO del modelo en el que las variables explicativas sean sólo las características constructivas (-60'433 - 8'559, en

el caso que nos ocupa); pero esta opción adolece del problema de que el modelo se tiene que ajustar por MCO, a pesar de la presencia de autocorrelación en las perturbaciones, ya que no se pueden aplicar MCG, por desconocer V y no poder estimarla a través de la función variograma al presentar ésta deriva. La estimación de la constante del valor de la localización no afecta a la estructura relativa de estos valores, pues solamente supone un cambio en el origen de la variable valor de la localización, pero sí afecta a los valores mismos. Por poner un ejemplo, si en el cálculo del valor de la localización no se resta la constante MCO (8'559) a la constante MCG (-60'433), solamente se obtendrían 2 viviendas cuyo valor de la localización es negativo.

A nuestro juicio, y en ello coincidimos con los redactores de la Ponencia de Valores de 1990, la obtención de valores de la localización nulos o negativos en la zona reseñada se explica por la situación socioeconómica de la misma, que incide negativamente en el valor de mercado de los inmuebles, es decir, en el valor global de la propiedad inmobiliaria, lo cual distorsiona el cálculo del valor de la localización. El origen del escaso parque de viviendas de esta zona norte del Polígono del Almanjáyar puede ayudar a entender lo afirmado más arriba: como se comentó en el capítulo V (concretamente, en la nota a pie de página número 22), existe una fuerte presencia de la vivienda social de promoción

pública³², en gran parte adjudicada a sus propietarios en razón de sus bajos ingresos, por unas cantidades que podrían calificarse de simbólicas, de tal forma que entre las décadas de los sesenta y ochenta se fue concentrando en esta zona buena parte de la población de la ciudad que vivía en infraviviendas, como las Cuevas del Sacromonte y Haza Grande, así como parte de la población emigrante de menor renta, procedente de los pueblos de la provincia. A lo largo de estos años, esta zona se ha constituido en un foco de marginación social, con ribetes de gueto racial, regido por sus propias normas y donde se asienta un grave problema de delincuencia y de convivencia ciudadana. La situación socioeconómica de la zona provoca la depreciación económica de su parque inmobiliario, que se manifiesta no sólo en el menor valor de mercado del inmueble, dentro del cual se incluye el valor del suelo, que de alguna manera queda depreciado, sino también en el surgimiento de un submercado diferenciado del resto de la ciudad y, por tanto, con unos precios de cruce oferta/demanda sustancialmente más bajos que los correspondientes a viviendas de la misma tipología que se hallen ubicadas en otras zonas de la ciudad. Como ya se ha comentado en el primer epígrafe de este capítulo, el valor del inmueble no es la simple suma de sus partes, sino que es una globalidad en la que interaccionan sus dos principales componentes: suelo y construcción. Así, una misma característica constructiva (por ejemplo,

³² Generalmente, la promoción pública de viviendas en esta zona llevaba aparejada la asunción de tasas de beneficio inferiores a las que son normales en esa tipología de viviendas, e incluso la asunción de pérdidas.

la existencia de calefacción central o de un cuarto de baño adicional) tiende a obtener un valor diferencial (no un coste, que puede coincidir), en función de cada tipo de barrio. El incremento en el valor del inmueble generalmente será superior en una zona de alta cualificación que en otra de calidad inferior. Se entiende, por tanto, que un edificio con una determinada calidad constructiva valga más en un barrio que en otro. Pero la situación puede llegar a ser más extrema, cuando el valor de mercado de un inmueble se sitúa por debajo de su coste de construcción, por hallarse localizado en un barrio problemático, como ha sucedido en esta zona. En tal caso, un inmueble cuya edificación presenta una determinada calidad constructiva tiene un valor de mercado inferior al coste de la construcción, por el hecho de hallarse situado en esta zona, en esta localización. Por tanto, se detecta que la localización incide negativamente en el valor global del inmueble, pero realmente es imposible separar qué parte del valor de mercado se debe a la construcción y qué parte a la localización. Consecuentemente, en esta zona es conveniente centrarse en la estimación del valor de mercado del inmueble, considerado como una globalidad. Como ya se ha comentado anteriormente, las estimaciones por KRI del valor de mercado de estas 13 viviendas se encuentran muy próximas al precio observado, por lo que la inferencia puede considerarse como satisfactoria desde este punto de vista. En definitiva, ha sido la propia metodología del KRI la que ha puesto de manifiesto que en la zona referida no se cumplen las hipótesis que sustentan el método aditivo de

valoración de los inmuebles, en tanto que se pueden mantener para el resto de la ciudad.

Además de la estimación espacial del valor de la localización en las viviendas que componen la muestra, se ha llevado a cabo la estimación en los 359 nudos que forman la malla. Partiendo de la información suministrada por las estimaciones en cada nudo de la malla, se obtiene el plano de isolíneas del valor de la localización de la vivienda, mostrado en la Figura 17, y las panorámicas tridimensionales de la Figura 18. La representación de las estimaciones del valor de la localización ofrece una visión general del modo en que se distribuye esta variable sobre el espacio de la ciudad, pudiendo detectarse las zonas donde estos valores son más altos y aquéllas donde se encuentran los valores más bajos. El primer aspecto que queremos destacar es la ubicación de la isolínea del valor de la localización igual a cero, que como ya se comentó, casi coincide con la línea marcada por el CGCCT, al norte de la cual se aplica el coeficiente de depreciación económica. La isolínea del cero divide en dos partes el sector de Almanjáyar-Cartuja. Al norte de ella el valor de la localización es negativo, quedando incluida esta zona, casi totalmente, en el barrio de menor calidad global de las viviendas (barrio 1), tanto si se utilizan bloques de 200 m de lado como de 400 m, como puede verse en las Figuras 25 y 26 del capítulo VI; se trata, por tanto, de la zona con la menor calidad de emplazamiento de toda la ciudad, y donde las características macro y

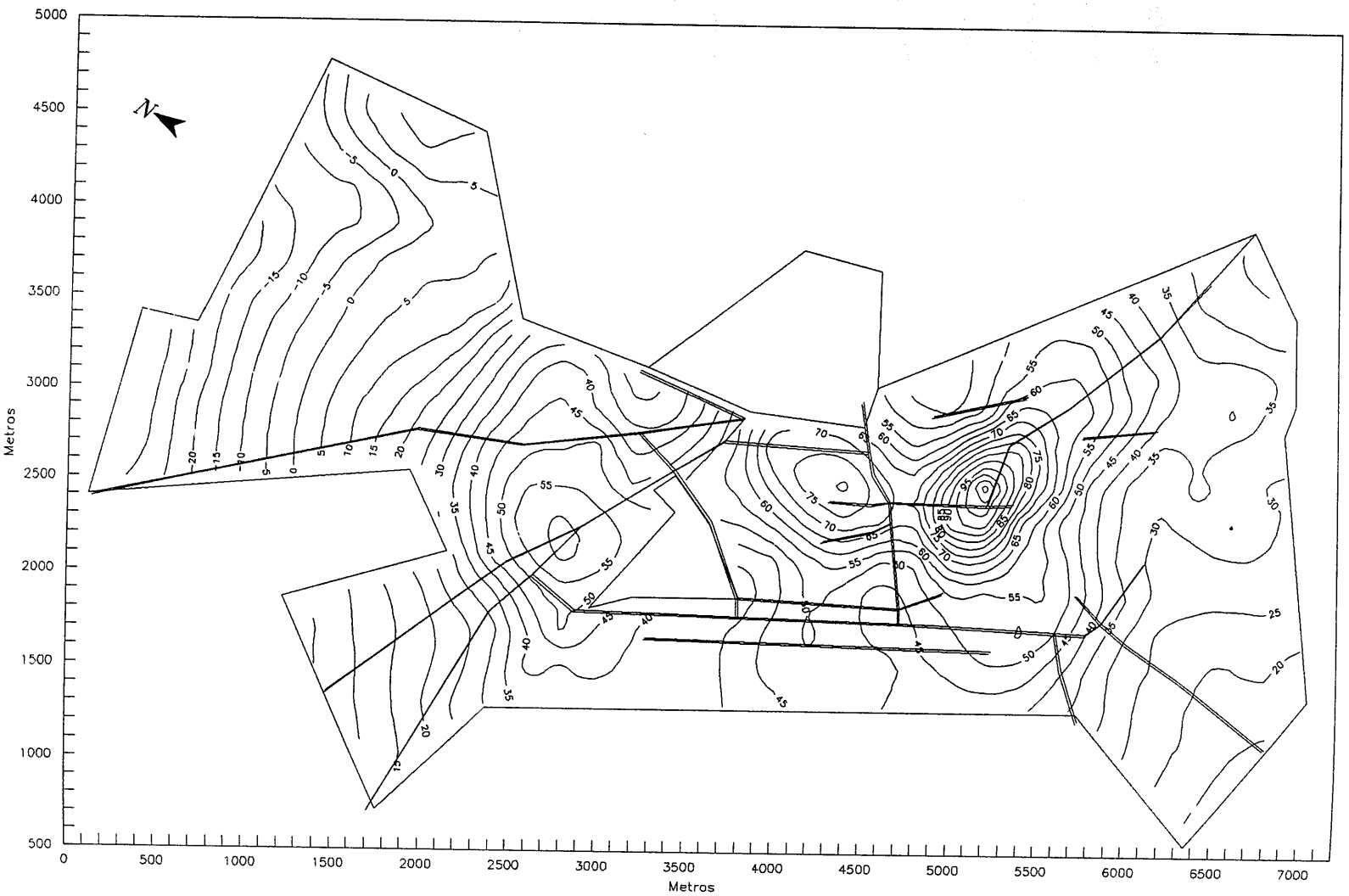


Figura 17. Isohneas del valor de la localización de la vivienda estimado por KRI (en p_{is}/m²).

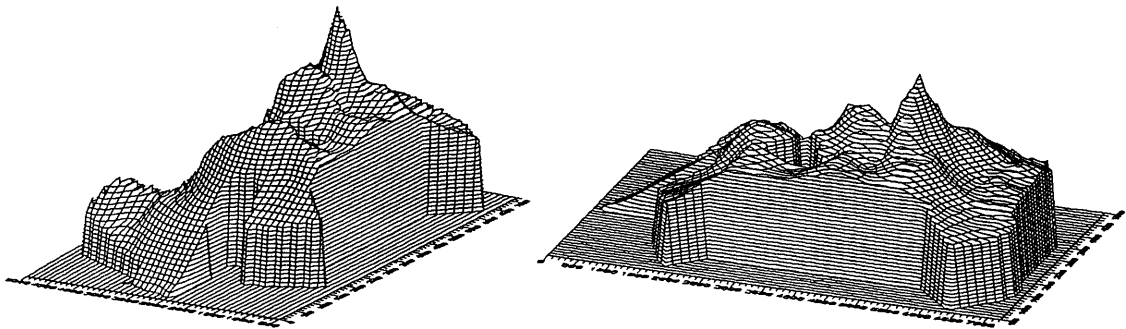


Figura 18. Representación del valor de la localización de la vivienda estimado por KRI.

microlocalizativas resultan menos atractivas respecto del resto de la ciudad. Al sur de la isolínea del cero los valores de la localización ya son positivos. La parte del sector de Almanjáyar-Cartuja al sur de la isolínea, pero situada más cercana a ella, se encuentra también dentro del barrio 1, y, conforme nos alejamos, se va entrando en la parte del sector de Almanjáyar-Cartuja perteneciente al barrio 2, el de calidad global de la vivienda media-baja. Se observa que el aumento del valor de la localización continúa a medida que nos alejamos del sector de Almanjáyar-Cartuja y se entra en el de Constitución-Plaza de Toros-Doctores, contabilizándose en esta zona de transición unos valores de la localización de 30.000-40.000 pts/m². El máximo relativo de toda la zona de la ciudad situada a la

izquierda del Campus Universitario Fuentenueva se alcanza dentro de este sector, concretamente en La Caleta, donde se observan valores de la localización de 60.000 pts/m². Precisamente, en esta zona se estaba produciendo una mejora de las características microlocalizativas, a raíz de la construcción de un gran complejo administrativo y el proyecto de construcción de un gran aparcamiento subterráneo, situado entre el complejo administrativo y el hospitalario, que ya existía. En dirección noroeste, hacia el sector de La Chana, mayoritariamente incluido dentro del barrio 2, el valor de la localización va decreciendo, y dicho descenso continúa a medida que nos internamos en dicho sector, pasando de valores de la localización de 45.000-50.000 en la confluencia del Camino de Ronda con la Antigua Carretera de Málaga, donde se está acometiendo la construcción de un cierto número de viviendas de buena calidad, hasta las 10.000-15.000 pts/m² en la parte más periférica de La Chana. A lo largo de los sectores del Camino de Ronda y Pedro Antonio de Alarcón (que son zonas pertenecientes a los barrios 3 y 4 en la zonificación desarrollada en el capítulo VI) se observa una distribución muy homogénea del valor de la localización, con muy pocas variaciones, como se puede comprobar en el perfil llano de la Figura 18. El valor de la localización en ambos sectores se mueve en el intervalo de 40.000 a 50.000 pts/m². Continuando el recorrido por el Camino de Ronda hacia el sur, se observa en este extremo un descenso de 50.000 a 40.000 pts/m². Ya en el sector del Zaidín, se observa que en su zona fronteriza con el Camino de Ronda y con el sector

del Camino de la Sierra, el valor de la localización ronda las 35.000 pts/m², pero a medida que nos internamos en el sector del Zaidín, en dirección sur, el valor de la localización va disminuyendo lentamente, hasta llegar a las 15.000 pts/m² en la zona colindante con el vecino término municipal de Armilla. Es interesante constatar la similitud, tanto en los valores como en el comportamiento del valor de la localización del sector del Zaidín con el de La Chana, similitudes que también se han puesto de manifiesto en otros análisis realizados en capítulos anteriores.

Por otro lado, puede destacarse que el máximo absoluto de la ciudad, con valores de la localización de 105.000 pts/m², se alcanza en el denominado Paseo del Salón. Tomando la isolínea de 70.000 pts/m² como la delimitadora de la zona del máximo, ésta abarcaría también la confluencia de la calle Alhamar con San Antón, junto al nuevo Palacio de Exposiciones y Congresos, el cual vino a mejorar, aún más, la ya de por sí buena calidad del emplazamiento de esta zona. También se incluiría en esta zona la Carrera de la Virgen, Alminares y comienzo de la carretera de la Sierra. En relación con la división administrativa, este máximo se halla ubicado dentro del sector del Camino de la Sierra, en la frontera con los sectores del Centro y del Realejo. En dirección hacia el último de los sectores citados se produce un fuerte descenso del valor de la localización, que, en la calle Molinos, principal arteria del sector, alcanza unos valores en torno a las 50.000-60.000 pts/m². El segundo máximo de la ciudad se

halla ubicado dentro del sector del Centro, que en su práctica totalidad se encuentra dentro del barrio 4, el de mayor calidad global de sus viviendas. Dicho máximo, que alcanza un valor de 80.000 pts/m², se encuentra localizado en la populosa plaza de Bibarrambla. Podemos considerar la isolínea de 70.000 pts/m² como la delimitadora del perímetro del máximo, que englobaría las plazas de la Universidad, Trinidad y Pasiegas, las calles Alhóndiga y Mesones, Puerta Real, Reyes Católicos y buena parte de la Gran Vía. Por tanto, el segundo máximo de la ciudad se alcanza en la que se puede conceptuar como la zona comercial y de servicios tradicional de la ciudad, denominada en la literatura especializada el Centro Comercial y de Negocios (CCN), pero el máximo absoluto de la ciudad, como se ha comentado antes, se encuentra en el Paseo del Salón y su área circundante. Puede también observarse que la isolínea de 60.000 pts/m² circunda por su base a los dos picos que hemos comentado, y contiene el centro histórico de la ciudad y sus alrededores. Por tanto, esta amplia zona, situada en la parte central de la ciudad, posee unas características micro y macrolocalizativas que la configuran como la de mayor calidad de emplazamiento y la de mayor valor de la localización, situado por encima de las 60.000 pts/m².

Como hemos señalado, dentro del sector del Camino de la Sierra se alcanza el máximo de los valores de la localización, experimentando una gradual disminución conforme nos alejamos de este punto por la carretera de la Sierra, principal vía del sector que da nombre al mismo. Así, en el

extremo de dicha vía, el valor de la localización desciende a 25.000-30.000 pts/m². Si el alejamiento se produce en la dirección marcada por la avenida Cervantes, segunda vía importante del sector, también tiene lugar un descenso en el valor de la localización, pero la tendencia a la disminución se interrumpe en el extremo de la avenida, donde la isolínea de 35.000 pts/m² describe una amplia curva que circunda la zona de Bola de Oro, que entonces se hallaba en fase de construcción. Es interesante señalar que esta zona pertenece al barrio 4, el de mayor calidad global de la vivienda, y, de hecho, el precio medio observado se hallaba en torno a las 140.000 pts/m², en el percentil 70 del conjunto de la ciudad. A pesar de esos altos precios y de la alta calidad global de las viviendas, el valor de la localización (en torno a 35.000 pts/m², como hemos señalado) y, por tanto, la calidad del emplazamiento, pueden considerarse como bajos en relación a los precios observados, de lo cual puede deducirse que son las altas calidades constructivas (posiblemente acompañadas de un amplio margen de beneficio) las causantes de la alta calidad global y de los elevados precios en esta zona.

Se pueden señalar otras dos zonas en las que también se produce una inconcordancia llamativa entre los valores de la localización y la calidad global de la vivienda, pero de sentido contrario a la explicada en la zona de Bola de Oro; estas dos zonas están situadas al oeste de la avenida Cervantes y al norte de la carretera de la Sierra (en buena parte dentro del

sector del Realejo). Las dos zonas forman dos pequeñas isletas que pertenecen al barrio 1, el de menor calidad global (véanse las Figuras 25 y 26 del capítulo VI); sin embargo, sus isolíneas del valor de la localización se mueven entre 40.000 y 55.000 pts/m², muy por encima de la media del valor de la localización del barrio 1, que no llega a 10.000 pts/m², y mucho más acordes con las medias del valor de la localización de los barrios 3 y 4, que están en torno a 45.000 y 59.000 pts/m², respectivamente (véanse las Tablas 16 y 17). De ello puede deducirse que, a pesar de las buenas calidades del emplazamiento, las calidades constructivas de las viviendas muestrales no están en concordancia con aquéllas, hasta el punto de provocar que la calidad global sea baja. Evidentemente, puede tratarse de un problema de representatividad muestral, pero también puede deberse a una revalorización del atractivo de estas zonas, posterior en el tiempo al momento de su construcción. Exceptuando las tres zonas reseñadas, donde las diferencias eran más llamativas, puede observarse que, en términos generales, se produce una buena concordancia entre la calidad global de las viviendas y el valor de la localización de las mismas, como ha podido observarse comparando el plano de isolíneas del valor de la localización, mostrado en la Figura 17, con los planos del Krigeaje de bloques de la calidad global, recogidos en las Figuras 25 y 26 del capítulo VI. Desde el punto de vista numérico, también puede comprobarse tal concordancia en las Tablas 16 y 17, donde se observa que la media del valor de la localización crece del barrio 1 al

4, conforme lo hace la calidad global de sus viviendas. Las tendencias del valor de mercado estimado por KRI y del valor de la construcción estimado también son crecientes. Un análisis más pormenorizado del valor de la localización, clasificado por barrios, se ofrece en las Tablas 20 y 21. En la primera de ellas se observa que la media del valor de localización, para los 359 nudos de la malla, es inferior a la media del valor de la localización para las 298 viviendas que componen la muestra. Ello se debe a que solamente se han presentado 13 viviendas muestrales en las que el valor de la localización es negativo, lo que representa apenas un 4% sobre el total de 298. En cambio, hay 44 nudos de la malla cuyo valor de la localización es negativo (también situados en el norte del Polígono de Almanjáyar), lo que supone un 12% del total de 359 nudos, que aun no siendo un porcentaje muy alto sí hace descender el valor de la media. Pero no solamente es una cuestión del número de datos negativos sino también del valor absoluto de éstos. Así, en las Figuras 17 y 18 se observa que el valor de la localización es negativo y mayor en valor absoluto a medida que nos alejamos de la isolínea del cero en dirección norte. De las 13 viviendas de la muestra con valores de la localización negativos, solamente hay 2 cuya coordenada X esté por debajo de 1500 metros, mientras que esta condición la cumplen 39 de los 44 nudos con valores de la localización negativos; por tanto, los nudos de la malla negativos tienen una influencia reductora sobre la media de los valores de la localización, que es más fuerte que la que ejercen las viviendas muestrales con valores negativos

sobre la suya, no sólo por razón de su mayor número sino también por su mayor valor absoluto. El hecho es que, como hemos comentado, el parque de viviendas en esa zona al norte de la isolínea del cero es bastante escaso, más aún cuanto más al norte, por lo que la estimación en los nudos de la malla muy alejados en esa dirección entra más en el terreno de la simulación que en el de la estimación del valor de la localización de viviendas realmente construidas. Es por ello por lo que centraremos la atención en la variable valor de la localización estimada en el soporte de las viviendas muestrales. Además, la media del valor de la localización en las viviendas de la muestra es más representativa del total que la media de los nudos de la malla, como refleja su menor coeficiente de variación (61'200 frente a 84'551, como puede verse en la Tabla 20). El barrio donde las viviendas de la muestra presentan mayor homogeneidad en sus valores de la localización es el 3 (con un coeficiente de variación de 27'871, si en la división por barrios se utilizan bloques de 200 m de lado, y de 26'648 en el caso de bloques de 400 m de lado, como puede verse en las Tablas 20 y 21). A continuación, con un menor grado de homogeneidad, se encuentran los barrios 4 y 2. El barrio cuyas viviendas son más heterogéneas en cuanto a su valor de la localización es, con mucha diferencia respecto de los demás, el barrio 1, el de menor calidad global; se trata, por tanto del barrio cuya media (8.166 pts/m² o 9.752 pts/m², según el tamaño de los bloques) es menos representativa.

ESTIMACIÓN DEL VALOR DE LA LOCALIZACIÓN EN LOS BARRIOS OBTENIDOS POR BLOQUES DE 200 m						
	GRANADA (359 NUDOS DE LA MALLA)	GRANADA (298 VIVIENDAS DE LA MUESTRA)	BARRIO 1 (54 VIV.)	BARRIO 2 (38 VIV.)	BARRIO 3 (72 VIV.)	BARRIO 4 (134 VIV.)
MÍNIMO	-36'569	-37'373	-9'341	-37'373	17'612	23'192
1 ^{er} CUARTIL	12'940	28'176	0'485	13'657	34'065	45'228
MEDIANA	34'117	42'607	3'128	29'479	42'337	51'966
3 ^{er} CUARTIL	47'323	54'257	15'553	40'391	52'494	74'621
MÁXIMO	112'106	103'774	44'522	50'675	76'142	103'774
RANGO	148'675	141'147	53'863	88'048	58'530	80'582
RANGO INTERCUARTÍLICO	34'383	26'082	15'068	26'734	18'429	29'393
MEDIA	30'197	42'059	8'166	27'204	43'687	59'983
MODA	33'869	42'385	3'041	26'820	41'783	51'827
DESV. TÍPICA	25'532	25'740	12'952	17'881	12'176	20'461
COEF. VARIACIÓN	84'551	61'200	158'602	65'728	27'871	34'572

Tabla 20

ESTIMACIÓN DEL VALOR DE LA LOCALIZACIÓN EN LOS BARRIOS OBTENIDOS POR BLOQUES DE 400 m				
	BARRIO 1 (60 VIV.)	BARRIO 2 (33 VIV.)	BARRIO 3 (74 VIV.)	BARRIO 4 (131 VIV.)
MÍNIMO	-37'373	6'268	25'255	23'192
1 ^{er} CUARTIL	0'497	13'657	37'918	43'925
MEDIANA	4'118	28'701	46'493	51'966
3 ^{er} CUARTIL	19'696	31'713	52'925	72'401
MÁXIMO	44'522	50'675	79'210	103'774
RANGO	81'894	44'407	53'955	80'582
RANGO INTERCUARTÍLICO	19'199	18'056	15'007	28'477
MEDIA	9'752	24'754	47'100	58'407
MODA	3'154	28'176	46'348	51'827
DESV. TÍPICA	16'097	11'694	12'551	20'707
COEF. VARIACIÓN	165'062	47'240	26'648	35'453

Tabla 21

Además de señalar que el valor de la localización de los barrios crece a medida que lo hace la calidad global, y viceversa, también quisiéramos destacar que dicho crecimiento se produce de forma muy regular, sin altibajos: así, se observa en las Tablas 20 y 21 que los valores mínimos, los del primer cuartil, los de las medianas, los del tercer cuartil y los máximos van creciendo del barrio 1 al barrio 4³³. Dicho crecimiento regular también se constata en el hecho de que, en todos los casos, la media de cada barrio se halla entre el tercer cuartil y el máximo del barrio anterior.

Contrastando la Figura 17 con las Figuras 25 y 26 del capítulo VI, se observa que el barrio 1 tiene sus valores de la localización más bajos en la zona que ocupa dentro del sector de Almanjáyar-Cartuja, y los más altos en las dos zonas señaladas anteriormente: al oeste de la avenida Cervantes y al norte de la carretera de la Sierra (dentro del sector del Realejo). Por su parte, la calidad del emplazamiento dentro del barrio 2 es más baja en la parte que ocupa del sector de Almanjáyar-Cartuja, al igual que ocurría con el barrio 1, mientras que sus mayores valores se encuentran en la zona

³³ La única excepción a esta regla se produce en el barrio 2 obtenido por bloques de 200 m, cuyo mínimo (-37'373) es más bajo que el del barrio 1, siendo además el mínimo absoluto de la ciudad. Dicho mínimo se corresponde con una vivienda aislada en el extremo norte del Polígono de Almanjáyar, de coordenadas (450, 3331), que por sí sola genera la aparición de un bloque de 200 m, aislado, rodeado de bloques del barrio 1 (véase la Figura 25 del capítulo VI); sin embargo, dicha vivienda pertenece al barrio 1 para bloques de 400 m (como puede verse en la Figura 26 del capítulo VI y en Tabla 19 del presente capítulo), por lo que el mínimo absoluto pertenecería al barrio 1 en la división por bloques de 400 m.

que ocupa del sector del Realejo. El barrio 3 tiene sus valores de localización más bajos en la zona de transición entre el sector de Almanjáyar-Cartuja y el de Constitución-Plaza de Toros-Doctores, justamente por debajo de la Carretera de Jaén, mientras que los más altos se hallan en la parte que ocupa del sector del Realejo (calle Molinos), entra en el sector del Camino de la Sierra, cruzando la vía que le da nombre, y continúa por la avenida Cervantes. Finalmente, la zona en la que el barrio 4 toma los valores de la localización más altos coincide con el máximo absoluto de la ciudad, que se ha comentado más arriba, y que se hallaba ubicada en torno al Paseo del Salón. Los valores de la localización más bajos de este barrio se encuentran en la zona del Cercado Bajo de Cartuja y Real de Cartuja. Como rasgo común de los cuatro barrios, puede señalarse que los valores más bajos de éstos se encuentran en la zona norte de la ciudad, ya sea dentro del sector de Almanjáyar-Cartuja como en sus inmediaciones. En cambio, los valores más altos de los cuatro barrios se sitúan en el cuadrante sureste de la capital, en los sectores del Centro, Realejo y Camino de la Sierra.

Volviendo al plano de isolíneas de la Figura 17 y a las visiones tridimensionales de la Figura 18, se puede observar que, en términos generales, existe una gran meseta marcada por las isolíneas de 40.000-45.000 pts/m² que contiene a la parte central de la ciudad (correspondiente a la zona sur del sector de Constitución-Plaza de Toros Doctores, la mayor

parte del sector del Camino de Ronda, Pedro Antonio de Alarcón, Centro, Realejo y parte del Camino de la Sierra). Dentro de esta amplia zona, que ocupa más de la mitad de la extensión de la ciudad, se observa que el valor de la localización presenta una estructura multicéntrica, pues existe un máximo absoluto y un segundo máximo relativo, que se encuentran junto al núcleo histórico de la ciudad y dentro del mismo, respectivamente, y, además, también existe un tercer máximo relativo situado en la avenida de la Constitución (concretamente, en La Caleta). La existencia de estos tres picos o irregularidades produce altibajos sobre el plano de los valores de la localización y, por tanto, una mayor variabilidad espacial, como se observa en la Figura 17. Así, por ejemplo, en el entorno de los tres máximos, sobre todo del primero, se detecta un alto gradiente de variabilidad en los valores de la localización, lo cual se plasma gráficamente en la fuerte concentración de curvas alrededor de estos máximos. Un distanciamiento respecto del máximo absoluto de 400 m, puede producir una disminución del valor de la localización estimado de 40.000 pts/m². El mismo desplazamiento respecto del segundo máximo, en dirección oeste, hacia donde hay mayor concentración de curvas, produce una disminución de 25.000 pts/m²; el alejamiento respecto del tercer máximo, en la dirección de mayor variabilidad, que es la norte, provoca un descenso de 10.000 pts/m². En definitiva, en términos de elasticidad precio/distancia, un alejamiento respecto de estos máximos de un metro, en las direcciones de mayor variabilidad, produce una disminución media

del valor de la localización de 100, 62'5 y 25 pts/m², respectivamente. Dentro de esta gran área central de la ciudad, la zona en la que el valor de la localización es menos sensible a variaciones en la distancia se halla en el sector del Camino de Ronda, sobre todo en la parte colindante con la vega de la ciudad, por debajo de la frontera marcada por la calle Arabial, donde esta menor variabilidad también se puede ver influida por la escasez de viviendas muestrales allí ubicadas, debido al escaso parque de viviendas, no así de otro tipo de construcciones, existente en la zona.

Fuera de esta parte central o meseta de valores a la que hemos hecho referencia, se sitúan, en las cuatro esquinas del plano, las zonas donde se encuentran los menores valores de la localización, que se corresponden, aproximadamente, con los sectores de Almanjáyar y La Chana, en el norte, y con el Zaidín y parte del Camino de la Sierra, en el sur. Tanto en la zona norte como en la sur el valor de la localización va descendiendo gradualmente, a medida que nos alejamos de la zona central. El descenso en dirección norte se produce en forma de ondas, reflejándose la fuerte influencia de la deriva, y, por tanto, de los factores macrolocalizativos, mientras que en la dirección sur el descenso comienza también de esta forma, pero en ciertas zonas se hace más irregular (como en la Bola de Oro y en los alrededores del Palacio de los Deportes), por el efecto matizador de las características microlocalizativas, que es introducido por los residuos estimados. En la zona norte se observa un mayor gradiente de variabilidad

que en la zona sur, sobre todo en las áreas de transición entre el sector de Constitución-Plaza de Toros-Doctores y el de Almanjáyar-Cartuja y entre aquél y el de La Chana, donde el gradiente de variabilidad refleja un descenso de más de 50 pesetas por metro recorrido (20.000 pts de descenso en un recorrido de 400 metros). Conforme nos internamos en el sector de Almanjáyar-Cartuja o en el de La Chana el valor de la localización sigue disminuyendo, pero el gradiente de variabilidad no es tan alto como a la entrada de estos dos sectores. Por tanto, la entrada en ellos produce una brusca disminución del valor de la localización, continuando posteriormente el descenso a un ritmo algo menor. Como ya hemos comentado, en el área sur a la que se ha hecho referencia, por debajo de las isolíneas de 40.000-45.000 pts/m², continúa el descenso en dirección sur y sureste, pero con menor gradiente que en el área norte. De hecho, en la parte central de esta zona sur (entre las coordenadas 1800 y 3300 en Y) hay una gran bolsa de terreno con bastante estabilidad en el valor de la localización, que oscila entre 25.000 y 35.000 pts/m². La zona de mayor variabilidad se sitúa al comienzo de la avenida de Dílar, con un descenso de 37'5 pesetas por metro (15.000 pesetas en 400 metros).

4. CONCLUSIONES.

Se presenta el método del KRI como un instrumento que juzgamos adecuado para llevar a cabo el análisis y la estimación de variables

económicas de corte transversal, distribuidas espacialmente, cual es el caso del valor de mercado de la vivienda y del valor de la localización o valor del suelo, cuando se halla presente la autocorrelación espacial en los datos. El citado método permite considerar la variabilidad a gran escala espacial, motivada por factores macrolocalizativos, y la presencia de autocorrelación a pequeña escala espacial, resultado de la influencia de factores microlocalizativos.

Los resultados obtenidos en la estimación de los valores de mercado de las viviendas son bastante satisfactorios, a juzgar por las diferencias con los precios observados en la muestra y por el análisis de la validación cruzada. Por su parte, las estimaciones del valor de la localización son coherentes con las estimaciones espaciales de la calidad global de los bienes inmuebles, obtenidas en el capítulo VI, y, además, coinciden básicamente con las obtenidas en otros estudios, a partir de datos muestrales diferentes, tanto en el tiempo como en el espacio.

Por otro lado, el plano de isovalores de la localización ofrece una visión espacial del gradiente de variación de esta variable, dado en términos de elasticidad precio/distancia. El plano de isovalores de la ciudad muestra una gran meseta, que ocupa la parte central de la ciudad, donde los valores de la localización son más altos, conteniendo además tres máximos o picos que confirman el comportamiento multicéntrico del valor

de la localización en la ciudad de Granada. Conforme nos alejamos de esta meseta central, los valores de la localización van disminuyendo, hasta el punto de llegar a ser negativos en una parte del Polígono de Almanjáyar. La isolínea correspondiente al valor de la localización igual a cero coincide casi exactamente con la línea que delimita la zona en la que el CGCCT aplica el coeficiente de depreciación económica, reductor del valor de la vivienda. La problemática social de esta zona explica la existencia de un mercado con precios de la vivienda excepcionalmente bajos y con una dinámica diferente a la del resto de la ciudad, al verse afectado por el fenómeno de la depreciación económica. Dado que este tipo de depreciación afecta al conjunto del inmueble, sin que pueda separarse qué parte incide en el suelo y qué parte en la construcción, lo aconsejable en esta zona sería centrar la atención en la estimación global del valor de mercado de la vivienda, que toma valores muy próximos a los precios realmente observados en la muestra.

APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE LAS VARIABLES REGIONALIZADAS PARA LA ESTIMACIÓN ESPACIAL DEL VALOR DEL SUELO CATASTRAL Y DEL VALOR DEL SUELO DE LAS TASACIONES HIPOTECARIAS

1. INTRODUCCIÓN.

El objetivo principal de este capítulo es presentar los principales resultados obtenidos en la aplicación de la teoría de las variables regionalizadas (TVR) y del estimador espacial de Krigeaje, para la estimación del valor del suelo urbano. Concretamente, se van a exponer de forma paralela los resultados de dos aplicaciones: por un lado, la estimación espacial del valor catastral del suelo urbano de la vivienda y, por otro, la estimación del valor asignado al suelo por los tasadores inmobiliarios del mercado hipotecario. Así, a partir de las valoraciones catastrales y de las tasaciones de sendas muestras de viviendas, se estima el valor del suelo en el conjunto de la ciudad. Para dar este paso desde lo particular (desde los valores muestrales), a lo general, se toma como

materia prima las valoraciones del suelo dadas directamente por la metodología catastral y por los tasadores inmobiliarios. Por el contrario, en la aplicación expuesta en el capítulo anterior, el valor de la localización de cada una de las viviendas de la muestra no se conocía directamente, sino que debía ser obtenido a partir del precio de la vivienda, deduciendo de éste el valor de las características constructivas. En cambio, en el presente capítulo las valoraciones del suelo han sido estimadas por agentes externos.

Otro objetivo que se persigue en este capítulo consiste en establecer comparaciones entre los valores del suelo, obtenidos a partir del método del Krigeaje, aplicado sobre las tres valoraciones alternativas de las que dispondremos: valores de la localización deducidos a partir del precio y valores de repercusión del suelo, establecidos por la metodología catastral y por la de los tasadores hipotecarios. De esta forma, podremos señalar aquellas zonas en las que una valoración supera o, por el contrario, queda por debajo de otra valoración. En este sentido, la posible detección de zonas supra o infravaloradas tiene como secuela un aspecto práctico en el ámbito de la tasación inmobiliaria, ya que pone de manifiesto la utilidad del método del Krigeaje como herramienta para reajustar entre sí las distintas valoraciones del suelo. Por ejemplo, la existencia de zonas cuya valoración catastral difiere sensiblemente de las otras dos valoraciones sería un indicativo de la posible ruptura del principio de equidad fiscal, por lo que

en estas zonas deberían reajustarse las valoraciones. Si las diferencias importantes se producen entre la valoración de los tasadores y las otras dos, esto tendría trascendencia en el ámbito de la financiación hipotecaria: así, una sobrevaloración de los inmuebles implicaría la asunción de un riesgo por parte de la entidad prestamista, que no estaría suficientemente respaldado por la garantía real, quebrando el principio de prudencia valorativa; si sucediera al contrario, la infravaloración del inmueble estaría provocando que la entidad tuviera una actividad crediticia erróneamente restringida. En definitiva, la comparación de las tres valoraciones tiene muy diversas utilidades, ya que supone un punto de referencia para validarlas o ponerlas en entredicho.

Por último, señalaremos un objetivo de carácter metodológico desarrollado en este capítulo. El método del Krigeaje se configura como una herramienta capaz de engranarse tanto con la metodología de valoración catastral como con la de la tasación inmobiliaria, pues permite, por un lado, la valoración masiva para el conjunto de la ciudad, extraordinariamente útil desde la perspectiva catastral y, por otro lado, la valoración individualizada de cualquier inmueble situado en la ciudad, que es la actividad específica del tasador hipotecario. El método del Krigeaje parte de las valoraciones muestrales dadas por ambas perspectivas y permite realizar la valoración en cualquier punto del plano.

2. DESCRIPCIÓN DE LOS MÉTODOS DE VALORACIÓN INMOBILIARIA.

2.1. Métodos de valoración en los que se sustenta la normativa de la valoración catastral y la normativa de la tasación hipotecaria.

Los cuatro métodos principales de valoración inmobiliaria son: el de comparación del mercado, coste, residual y capitalización de rendimientos. La valoración de la vivienda colectiva terminada mediante la normativa catastral y mediante la normativa de las tasaciones hipotecarias, se basa en la aplicación secuencial de los tres primeros métodos; el cuarto es el método idóneo para los inmuebles que se encuentren en régimen de alquiler, que no es el caso que nos ocupa. En las siguientes líneas se explican someramente los métodos de comparación según el mercado, coste y residual, con objeto de comprender mejor la metodología de valoración catastral y la de las tasaciones hipotecarias, que se expondrán en los epígrafes 2.2. y 2.3., respectivamente, y cuyas aplicaciones se desarrollarán en el epígrafe 4¹.

¹ La explicación detallada de estos métodos se puede encontrar en diversos manuales sobre valoración inmobiliaria, entre los que podemos destacar los siguientes: CGCCT (Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria) (1989, f): *Valoración Catastral Urbana y Actividad Inmobiliaria*. CGCCT, Ministerio de Economía y Hacienda, Madrid. CENTRO DE ESTUDIOS ADAMS (1993): *Valoraciones Inmobiliarias. Agentes de la Propiedad Inmobiliaria*. Temario editado por el Centro de Estudios Adams, Madrid. FERNÁNDEZ PIRLA, S. (1985): *Arquitectura Legal y Tasaciones Inmobiliarias*. Ed. Rueda, Madrid. MEDINA DÁVILA-PONCE DE LEÓN, E. (1991): *Manual de Valoración de Viviendas y Oficinas Asistido por Ordenador*. Ed.

2.1.1. Método de comparación según el mercado.

Su objetivo es estimar el valor de mercado de un inmueble, mediante su comparación con los datos de compraventas de inmuebles parecidos; para ello, habrá que hacer las correspondientes correcciones en el valor de los inmuebles comparables, en relación con las características localizativas y constructivas que los diferencian respecto del inmueble que se quiere valorar. Este método es aplicable a todo tipo de bienes urbanos, es decir, tanto a solares vacantes como a inmuebles edificados, pero siempre y cuando se cuente con información sobre compraventas recientes que sean comparables con el bien que se pretende evaluar. Siguiendo las indicaciones de Roca², las etapas fundamentales en la aplicación del método son las siguientes:

1^a) Realización de un estudio de mercado, que sea lo más representativo posible de las distintas tipologías y calidades presentes en el parque inmobiliario.

2^a) Depuración de la muestra, eliminando aquellos inmuebles cuya transacción se haya producido bajo condiciones anómalas.

Dossat, Madrid. ROCA CLADERA, J. (1987): *Manual de Valoraciones Inmobiliarias*. Ariel Economía, Barcelona.

² ROCA CLADERA, J. (1987), pág. 60 y sigs.

3ª) Estratificación de la muestra en grupos de inmuebles homogéneos desde el punto de vista de sus características localizativas y constructivas. Los principales criterios para llevar a cabo la estratificación son los cinco siguientes:

- a) Uso del inmueble (residencial, terciario, industrial, etc.).
- b) Tipología de la edificación (por ejemplo, dentro del residencial: submercado de viviendas unifamiliares aisladas, unifamiliares pareadas, bloque entre medianeras, bloque aislado, etc.).
- c) Localización, según los distintos barrios homogéneos que se puedan distinguir en la ciudad desde el punto de vista socioeconómico, urbanístico, físico y geográfico (como ya se ha comentado, una misma característica constructiva tiene un valor, no un coste, muy diferente en un barrio de alta calidad que en otro de baja calidad).
- d) Antigüedad de la edificación, que generalmente condiciona el grado de depreciación de la misma achacable al deterioro físico, además de que también puede ser indicador de posibles depreciaciones funcionales, indicador de la calidad constructiva, etc.
- e) Calidad constructiva: sencilla, normal, buena y lujosa (puede crearse un índice de la calidad constructiva a través del ACP aplicado sobre las características observables: calidad de los materiales empleados en los cerramientos, en el pavimento de las dependencias de la vivienda, en los sanitarios, existencia o no de

instalaciones especiales, como calefacción central o individual, instalación de aire acondicionado, puerta blindada, videoportero, etc.).

4ª) Comparación del inmueble que se pretende tasar con las compraventas de inmuebles semejantes. Una vez que se ha seleccionado un cierto número de inmuebles comparables³, el valor de cada uno de ellos debe ser corregido en función de sus diferencias con el inmueble que se está evaluando, obteniendo así un precio corregido, que es una estimación del valor de mercado del bien urbano objeto de la tasación. Este apartado está sujeto a una gran carga de subjetividad, siendo fundamental la experiencia del valorador. A la hora de realizar las correcciones se deben considerar aquellas características que realmente influyen en el valor que los compradores atribuyen a un inmueble, a pesar de que no impliquen un coste elevado (un baño o una habitación adicionales, calidad de los acabados, existencia de armarios empotrados, etc.).

5ª) Obtención de un valor de mercado, que habrá de ser el

³ Generalmente, es difícil que el valorador encuentre varios inmuebles parecidos con el que se pretende tasar (en el límite se podría decir que es realmente imposible, si no se ubican en la misma localización). En tal caso, será necesario ampliar el número de inmuebles comparables, relajando las exigencias de igualdad: se puede comenzar con la selección de inmuebles comparables de distinto tamaño del inmueble que se va a tasar, de distinta antigüedad (sin que esta diferencia sea excesiva), de distinta calidad constructiva, de distinta tipología, de barrios diferentes (pero que tengan perfiles socioeconómicos y urbanísticos parecidos), y de distinto uso (aunque esto último ha de evitarse cuando sean posibles otras opciones).

"compendio" de las estimaciones de los valores de mercado corregidos, correspondientes a los distintos inmuebles comparables. Puede obtenerse mediante una simple medida de posición central de los valores corregidos (media aritmética, mediana o moda, por ejemplo), o por otro criterio que el tasador considere razonable⁴.

2.1.2. Método del coste.

El método consiste en la evaluación del coste de construcción, a precios actuales, de una edificación dada, que tenga una utilidad igual al inmueble que se quiere tasar, pero con materiales y diseño actuales, debiendo detrar del coste actual las depreciaciones sufridas por el edificio; esto es, la evaluación del coste de reemplazamiento del inmueble tasado por un inmueble actual, que tuviera la misma utilidad que aquél. Lo ideal sería la determinación del coste de reproducción de un inmueble que fuera la copia exacta del que se desea valorar, pero la evolución del sector de la construcción lo imposibilita en la mayor parte de las ocasiones, debido a diversas razones: la utilización de una gran parte de los materiales puede haber caído en desuso, el diseño arquitectónico del edificio y de la vivienda en cuestión puede ser obsoleto, etc. En consecuencia, se opta por el

⁴ Se pueden introducir mayores dosis de objetividad en las dos últimas etapas mediante la puesta en práctica de la regresión múltiple, aplicada a la valoración inmobiliaria, de tal forma que sea la estructura del universo de precios de la muestra la que determine la estimación del valor de mercado.

criterio del coste de reemplazamiento, que también tiene un serio inconveniente: la determinación de un edificio de utilidad parecida es un proceso cargado de subjetividad. La forma de proceder, en la práctica, es evaluar el coste de construcción de una vivienda con tipología, superficie, número de habitaciones y baños, instalaciones, calidades edificatorias, etc., análogas, a pesar de lo cual, es imposible afirmar que la utilidad sea idéntica a la del inmueble que se pretende tasar.

De lo anteriormente expuesto se deduce que éste es un método de valoración de la construcción del inmueble, considerada de forma independiente de su localización, por lo que el suelo deberá ser evaluado por otros métodos y, finalmente, sumado al valor de la construcción, si el objeto de la tasación es obtener el valor global del inmueble. En definitiva, se parte del planteamiento del método aditivo (comentado en el epígrafe 1.1. del capítulo IX), según el cual el valor del inmueble es la simple suma de sus dos componentes: suelo y construcción; ésta última tendría un valor intrínseco, identificable con su coste de producción industrial, por lo que la parte restante del valor del inmueble habría de ser asignada a la localización, incluyendo en ella la plusvalía inmobiliaria generada por su carácter monopolístico. Este método es tanto más apropiado cuanto más reciente sea el edificio, pues en este caso será más fácil la evaluación de los costes de construcción y más probable que el suelo responda a su mejor y más intensivo uso posible. Por el contrario, su utilización es poco

aconsejable en edificios viejos o, en general, en aquéllos que se vean afectados por alguna depreciación que incida en el valor global del inmueble, pues en tal caso no es apropiado el método aditivo.

Los principales componentes del coste de construcción son los siguientes:

a) Costes directos de construcción del edificio, para los que en viviendas de clase normal se estiman las siguientes participaciones, por m² edificado: movimientos de tierras y cimentación (7%), forjado de techos y estructura (18%), revestimientos (6%), pavimentos (6%), resto de albañilería (20%), carpintería (13%), herrería (1'5%), calefacción (3%), pintura y acabados (3%), electricidad (3'5%), fontanería (3%), sanitarios (2%), ascensores (2%), varios (12%).

b) Costes indirectos: honorarios profesionales, arbitrios locales, gastos y beneficio industrial del constructor.

En caso de que fueran necesarias, también habría que incluir las dos siguientes partidas de costes:

c) Costes de urbanización, si fuera necesario llevar a cabo la acometida de energía y agua, construcción de alcantarillados, pavimentado de calles, etc.

d) Costes de demolición y adecuación del solar, en el caso de que éste ya se encontrara edificado y se quisiera volver a construir.

En el desarrollo del método del coste también es necesario que el valorador haga uso de su experiencia, con el fin de reducir la carga de subjetividad que conlleva no sólo la determinación del coste actual de reemplazamiento del edificio, sino también la medida de la depreciación por la que se ha visto afectado. En este ámbito, se entiende por depreciación la disminución de valor que ha sufrido el inmueble en su presente estado, en comparación con el coste que tendría si se construyese actualmente; por tanto, se mide como la diferencia entre el coste de reemplazamiento y el valor de la edificación en su estado actual (éste último es denominado valor de reposición o coste de reemplazamiento depreciado). Las tres principales causas de depreciación son:

- a) Deterioro físico: principalmente motivado por la antigüedad de la construcción e influido por el grado de atención que se haya prestado a la conservación de la misma.
- b) Depreciación funcional: el diseño arquitectónico de la vivienda puede haber quedado obsoleto en relación con las preferencias y necesidades de la demanda actual (es el caso de la "vivienda pasillo", de las viviendas con poca ventilación, techos altos, falta de servicios, agua caliente o calefacción, falta de garaje, etc.).
- c) Depreciación económica: se debe al surgimiento de factores externos al propio edificio, que provocan su caída en desuso y, consiguientemente, dificultades para darle salida en el mercado inmobiliario (por ejemplo, cambios en la vecindad, que pueden haber

creado una situación social conflictiva, establecimiento en las inmediaciones de industrias o actividades molestas, etc.).

Normalmente la depreciación física sólo incide en el valor de la edificación, mientras que la depreciación funcional o la económica afectan al valor global del inmueble, sin que pueda separarse qué parte afecta a la construcción y qué parte al suelo. En estos casos se rompe la base de aplicación del método aditivo y, por tanto, también la del método del coste, siendo aconsejable la valoración global del inmueble por el método de comparación según el mercado.

Se puede plantear otro método para determinar el valor de la estructura edificada, que es el método residual: conociendo previamente el valor de mercado del inmueble y el valor del suelo (para lo cual será preciso un profundo conocimiento del mercado), se calcula la diferencia entre ambos, que será el valor atribuido a la edificación. Ha de tenerse en cuenta que lo calculado es el valor de la edificación, no su coste, pues su proceso de determinación no pasa por el cálculo pormenorizado de los costes directos e indirectos en los que se incurre para la construcción física del edificio.

2.1.3. Método residual de valoración del suelo.

Este método de obtención del valor del suelo también descansa en la consideración aditiva del valor del inmueble, como suma de sus dos componentes: suelo y construcción. Ello implica la asunción de la hipótesis de que el suelo ha sido edificado en las condiciones de más intensivo (máximo volumen edificatorio) y mejor uso posible (el de máximo rendimiento) permitidos por el planeamiento. El método residual calcula el valor del suelo deduciendo del valor de mercado del inmueble (en las condiciones antedichas) el conjunto de gastos y beneficios de la construcción y de la promoción, por lo que, de forma residual, se obtiene el valor de la localización, es decir, la parte del valor global del inmueble atribuible a su ubicación específica en el seno de la ciudad. Este método es el idóneo para la estimación del valor del suelo partiendo de solares ya edificados, por lo que suele utilizarse también en las zonas donde no hay referencias de precios de suelos vacantes, ya sea por su escasez física o por la falta de transparencia en las transacciones. Como ya se comentó en el capítulo IX, el suelo urbano tiene rendimientos edificatorios (vale en función de la cantidad y calidad que sobre él se pueda construir), por lo que el referente del valor de la localización había de ser el valor del suelo por m² edificable, es decir, el valor de repercusión. Así, el método residual trata de reconstruir el proceso por el cual el promotor calcula el valor de repercusión, que es el máximo precio del suelo repercutible sobre el valor

de mercado de cada m^2 techo de una vivienda con un determinado coste de construcción. Dado que el valor de repercusión equivale al máximo precio del suelo repercutible sobre cada m^2 techo estimado por el promotor, esta cantidad coincidiría con la máxima que estaría dispuesto a pagar al propietario del suelo. Por tanto, el valor residual representa con bastante exactitud el valor de la localización urbana, esto es, el valor real del suelo que el promotor repercute a los usuarios de los productos inmobiliarios, coincidente, como se ha explicado, con el precio máximo que está dispuesto a pagar por el suelo. Algo bien diferente es que en realidad pague este precio, pues, usualmente, ocurre que el promotor paga por el suelo un precio inferior al valor de su localización, que es el que realmente repercute al usuario en el precio de la vivienda, debido a su mayor conocimiento del verdadero valor del suelo y a su mayor poder negociador. De ahí que se afirme que el verdadero negocio de la promoción radica, en esencia, en comprar el suelo barato y apropiarse de una buena parte del valor del suelo en la forma de plusbeneficios inmobiliarios, superiores a los normales obtenidos en los distintos sectores productivos industriales.

La estimación del valor del suelo por el método residual implica que han de aplicarse, previamente, los métodos de comparación según el mercado y del coste, con el fin de estimar el valor de mercado del inmueble y el coste de la edificación, respectivamente. Por tanto, en la aplicación del método residual encaminado a la estimación del valor del

suelo en edificios que no sean de nueva planta, van a aparecer las mismas dificultades que aquejan al método del coste, pues en tales casos son más arriesgados los cálculos de los costes actuales de construcción y de la pérdida de valor, provocada por la depreciación. De igual forma, en aquellos casos en los que se viole la hipótesis del mejor y más intensivo uso del suelo, como consecuencia de que el valor global del inmueble se vea afectado por algún tipo de depreciación funcional o económica, sería imposible separar qué parte de la depreciación incide sobre el suelo y qué parte sobre la construcción, debido a la interacción entre ambas componentes. Al romperse la base del método aditivo, se desaconseja la utilización del método del coste de construcción y, por ende, la del método residual de estimación del valor del suelo. Como ya se ha comentado, en tales casos es aconsejable el cálculo del valor de mercado del inmueble por el método de comparación según el mercado, lo que implica renunciar a la estimación del valor de la localización.

En la práctica, las fases para llegar a la obtención residual del valor de repercusión del suelo, son las siguientes:

1^a) Estudio de mercado de inmuebles, a ser posible de nueva planta, consignando datos edificatorios, localizativos, así como sus precios de venta.

2ª) Cálculo del coste de reposición de la estructura edificada, tarea que es tanto menos compleja y arriesgada cuanto más recientes sean las viviendas.

3ª) Estimación del conjunto de gastos de la promoción y de los beneficios normales del constructor y del promotor. Esta es la fase de mayor dificultad en la aplicación del método, dada la confidencialidad de esta información. Ello obliga al establecimiento de hipótesis acerca de la cuantía de estas magnitudes en el negocio inmobiliario, por lo que aquí es fundamental la experiencia del valorador, a pesar de lo cual los errores pueden ser importantes, ya que estas magnitudes pueden variar mucho entre los distintos promotores y, dentro del mismo, entre diferentes operaciones inmobiliarias. Veamos detalladamente la composición de los tres elementos citados:

- a) Gastos de promoción: incluye los honorarios de los profesionales, licencias e impuestos diversos, gastos de financiación y de publicidad, etc. Dado que son gastos que afectan al conjunto del inmueble, suelen ser directamente proporcionales a la suma del valor del suelo y del coste de la construcción o coste de ejecución material.
- b) Beneficio normal del constructor: generalmente se encuentra en proporción directa al coste de ejecución material de la contrata.
- c) Beneficio normal del promotor: esta es la estimación más

arriesgada, pues dicho beneficio se puede considerar como la composición de dos partes imposibles de separar cuantitativamente o contablemente, aunque no conceptualmente. Así, por un lado, se podría distinguir el beneficio industrial normal del promotor, que, como cualquier actividad productiva, se suele calcular en forma de margen aplicable al montante total del capital invertido, en el que se incluiría el valor del suelo, el coste de ejecución material del edificio, el beneficio del constructor y los gastos de promoción. Pero, por otro lado, se encuentra el plusbeneficio inmobiliario, entendido como aquella parte del valor de repercusión del suelo, generada por las rentas de escasez (monopolio) de la localización, que se apropia el promotor en vez del propietario inicial del solar, en razón de su mejor conocimiento de la máxima rentabilidad de la localización y de su mayor poder negociador. Por tanto, este plusbeneficio forma parte del valor del suelo, aunque se lo apropie el promotor, de ahí que se considere aparte y no incluido dentro del beneficio industrial normal del mismo.

4^a) Obtención residual del valor del suelo, detrayendo del valor de mercado del inmueble el conjunto de los costes de construcción, gastos de promoción y beneficios normales del constructor y promotor⁵.

⁵ En la obra anteriormente citada de ROCA CLADERA, J. (1987), páginas 112-115, se establecen las siguientes hipótesis acerca de las magnitudes explicadas en la tercera fase:

2.2. Metodología de la valoración catastral.⁶

2.2.1. Introducción.

La valoración catastral se aplica principalmente con objeto de obtener la base imponible del Impuesto sobre Bienes Inmuebles. Aun

- Gastos de promoción: $G_P = 0'2(V_R + C_C)$ donde V_R es el valor de repercusión del suelo y C_C el coste de construcción (expresados en pts/m² construido).

- Beneficio normal del constructor: $B_C = 0'15C_C$.

- Beneficio industrial normal del promotor: $B_P = 0'15(V_R + C_C + B_C + G_P)$.

Tras lo cual se llega a la siguiente fórmula de cálculo del valor de repercusión:

$$V_R = (V_V/1'38) - 1'125C_C = 0'7246V_V - 1'125C_C$$

o su equivalente: $V_V = 1'38(V_R + 1'125C_C)$ [1]

Por otro lado, en el artículo de ROCA CLADERA, J. (1992): Valor de reposición versus valor de mercado: análisis del concepto "coeficiente de mercado". *Catastro*, 13, 9-16, se parte de la formación del precio de mercado de la vivienda de nueva planta a través de la siguiente expresión:

$$V_V = V_S + C_C + G_P + B_P$$

donde V_V es el valor en venta, V_S el valor del suelo en el mercado, C_C el coste de construcción del edificio (en donde se supone que se ha incluido el beneficio industrial del constructor), G_P los gastos de promoción (en los que enumera: honorarios profesionales, tributos sobre el suelo y la edificación, otras tasas, gastos de registro y notario, costes financieros y gastos de comercialización y venta), y B_P los beneficios del promotor. Acerca de los últimos elementos establece estas hipótesis:

$$G_P = 0'15(V_S + C_C)$$

$$B_P = 0'20(V_S + C_C + G_P)$$

lo cual conduce a la siguiente expresión para el cálculo del valor en venta:

$$V_V = 1'38(V_S + C_C)$$
 [2]

que es una fórmula muy cercana a la clásica de valoración catastral:

$$V_V = 1'4(V_S + C_C)$$
 [3]

La comparación de la expresión 1 con la 2 sugiere que en este segundo caso se ha supuesto que el beneficio del constructor supone el 12'5% del coste de ejecución material.

⁶ Véase al respecto el capítulo II de la siguiente publicación: CGCCT (Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria) (1990, g): *Normas Regulatorias del Catastro*. CGCCT, Subdirección General de Estudios y Estadística. Ministerio de Economía y Hacienda, Madrid.

siendo ya de por sí importante esta finalidad, el valor catastral atribuido a los inmuebles urbanos es también utilizado, bajo ciertas condiciones, como base imponible en otros tributos, tanto estatales como autonómicos y locales: Impuesto sobre la Renta de las Personas Físicas, sobre el Patrimonio, sobre el Incremento de Valor de los Terrenos de Naturaleza Urbana. Además, el valor catastral es también tomado en consideración en otras actuaciones administrativas de carácter no fiscal, fundamentalmente en dos supuestos: en los procedimientos de expropiación forzosa y en las valoraciones de tipo urbanístico encaminadas a la expropiación, que se contemplan en la Ley sobre Reforma del Régimen Urbanístico y Valoraciones del Suelo. Por tanto, la valoración catastral tiene una enorme trascendencia, razón por la cual se ha escogido como una de las tres referencias valorativas en este estudio (junto con la valoración obtenida por el método del KRI, en el capítulo anterior, y la obtenida en el ámbito de las tasaciones hipotecarias, dentro del presente capítulo).

La normativa aplicable para la estimación de los valores catastrales de los inmuebles de naturaleza urbana se halla contenida, principalmente en la Ley 39/1988, de 28 de diciembre, Reguladora de las Haciendas Locales, y en la Orden Ministerial de 28 de diciembre de 1989, por la que se aprueban las normas técnicas de valoración catastral y el cuadro-marco de valores del suelo y de las construcciones. *La Ponencia de Valores del*

*Término Municipal de Granada*⁷, realizada en 1990, de la cual se han extraído los datos para llevar a cabo la valoración del suelo, se confeccionó de acuerdo con esta normativa.

El artículo 67 de la LRHL define el valor catastral de los bienes inmuebles de naturaleza urbana como integrado por el valor del suelo y el de las construcciones, en el caso de que éstas existan. Para calcular el valor del suelo se deben tener en cuenta las circunstancias urbanísticas que le afecten, es decir, aquellas circunstancias que determinan su aprovechamiento urbanístico, como son, fundamentalmente, las condiciones de uso y volumen permitidas por el planeamiento urbanístico, así como las circunstancias intrínsecas de la parcela que puedan afectar a su valor, entre las que se pueden destacar la existencia de varias fachadas a la vía pública o la longitud de la fachada. Por su parte, para el cálculo del valor de las construcciones se deben tomar en consideración las condiciones urbanístico-edificatorias, su carácter histórico-artístico, su uso o destino, la calidad, antigüedad y grado de conservación de las mismas, así como cualquier otro factor que pueda incidir en el valor de las construcciones.

Como se verá pormenorizadamente más adelante, la metodología de valoración catastral es un procedimiento concreto y sumamente reglado,

⁷ CGCCT (Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria) (1990, j): *Ponencia de Valores del Término Municipal de Granada*. CGCCT, Gerencia Territorial de Granada Capital, Granada.

basado en unos criterios normativos previamente establecidos y homogéneos, que se encaminan a la evaluación separada del suelo y de la edificación. El método de valoración del suelo es el residual y el método de valoración de la construcción es el del coste de reemplazamiento corregido por la depreciación (que es el denominado coste de reposición)⁸. Finalmente, el valor catastral del inmueble se obtiene como la suma de los valores del suelo y de la edificación, suma que es corregida en el caso de que exista depreciación funcional, económica o motivada por causas urbanísticas o legales. Como se deduce de lo expuesto, la metodología de valoración catastral es, en esencia, un método aditivo de valoración inmobiliaria.

Por otro lado, es conveniente destacar que el valor catastral es distinto del valor de mercado, pues si no lo fuera se estaría gravando sobre el comprador el beneficio obtenido en la venta por parte del vendedor, que ya se encuentra gravado en el Impuesto de Sociedades y en el Impuesto sobre la Renta de las Personas Físicas, tanto en su vertiente de actividades empresariales como al someter a imposición las plusvalías. Esta distinción viene recogida en la propia normativa catastral, donde se aclara que para el cálculo del valor catastral se tomará como referencia el valor de mercado, debiendo guardar una relación con dicho valor, pero sin que en

⁸ Existen excepciones a esta forma general de valoración, pero las viviendas colectivas, que son el objeto de nuestro interés, se valoran siguiendo dicho procedimiento.

ningún caso pueda ser superior al mismo. Buena parte de las dificultades de la valoración catastral nacen de dicha obligación legal de establecer cuáles son los valores de mercado (o precios medios de mercado) de los bienes sobre los que se va a actuar, para que puedan ser tomados como referencia, mediante los correspondientes estudios de mercado inmobiliario. Así, los valores del suelo y de la construcción de cada inmueble no son realmente valores observados de forma empírica, sino que son valores estimados, mediante la aplicación de la normativa catastral a los datos ofrecidos por los estudios del mercado inmobiliario⁹. Este

⁹ De hecho, también se encuentra fijado normativamente el procedimiento de elaboración de los estudio de mercado, que deben realizarse previamente a la redacción de las Ponencias de Valores, y que servirán de base para referenciar los valores catastrales a los de mercado. Así, en la Circular 8.04/1990, de 26 de febrero, se contiene un guión indicativo de la estructura de dichos estudios, en los que se deberían incluir, entre otros, los siguientes aspectos: análisis de la estructura territorial de la zona y del planeamiento urbanístico; situación socioeconómica; información de campo (en relación con el diseño de la muestra, se prevé que el número de unidades muestrales de suelo y de edificios debe guardar relación con el de las unidades urbanas existentes en el ámbito al que el estudio se refiera, condición que deberá cumplirse en cada una de las zonas o polígonos en los que se haya dividido la zona bajo estudio; deberá indicarse expresamente la fracción de muestreo utilizada, tanto en el nivel de polígono o zona homogénea como a nivel municipal, así como el error estadístico de la estimación a nivel municipal; la toma de datos muestrales debe incluir la oferta de venta en nueva planta, segunda transmisión, solares, alquiler, análisis de promociones con indicación de los gastos y beneficios del constructor y los gastos y beneficios del promotor, coste del suelo y de la construcción); dinámica del mercado inmobiliario (detección y comportamiento de la oferta y de la demanda, actividad edificatoria de nueva planta, de la protección oficial y de la rehabilitación; señalamiento de las zonas del término municipal cuyos valores se han visto apreciados o depreciados, con expresión de las causas a que pudiera deberse); cartografía (planeamiento urbanístico, valores de repercusión, valores unitarios, localización de las unidades muestrales de las que se conocen los precios de venta, mapa del término municipal, dividido en polígonos o zonas homogéneas en cuanto al valor del producto inmobiliario y en cuanto a la ordenación urbanística, indicando sobre cada polígono el valor predominante, en pts/m², y el tipo de edificación al que se refiera; a estos efectos, se considerará valor de mercado predominante para cada uno de los productos inmobiliarios existentes en una

método de valoración, tan pormenorizadamente reglado, permite, por un lado, poder llevar a cabo valoraciones masivas, pero, al mismo tiempo, individualizadas, de miles de inmuebles, lo que sería imposible de realizar si no se tuviera un marco estrecho dentro del cual moverse; por otro lado, así se garantiza el cumplimiento de los principios de equidad fiscal y de seguridad jurídica.

2.2.2. Principios en los que se basa el método de valoración catastral.

En adelante se va a detallar el procedimiento de valoración catastral aplicable a las viviendas colectivas de carácter urbano, que son las que componen la muestra, para las que el valor del suelo se identifica con el valor de repercusión (en pts/m² de construcción), obtenido por el método residual, frente a solares vacantes y viviendas unifamiliares, en los que el valor del suelo se identifica con el valor unitario (en pts/m² de solar).

La filosofía del método catastral descansa, como hemos dicho, en la valoración del suelo por el método residual y en la valoración de la

zona o polígono homogéneo, el más probable que un vendedor es capaz de aceptar y un comprador de pagar, en una situación similar a la del mercado analizado; intervalos de valor de cada uno de los polígonos o zonas homogéneas); conclusiones (diagnóstico de la situación del mercado, descripción de las tipologías inmobiliarias más características, valores medios de mercado del producto inmobiliario terminado, del suelo vacante, de la construcción y alquileres, comparación entre los valores catastrales resultantes de la aplicación de la Ponencia de Valores vigente y los valores de mercado obtenidos en la muestra).

construcción por el método del coste. Se parte de la descomposición del valor en venta del producto inmobiliario como la suma de los siguientes elementos (todos expresados en pts/m² construido):

$$V_V = V_R + V_C + G_P + B_P$$

donde:

V_V = Valor en venta del producto inmobiliario (se supone que el inmueble se ha construido de acuerdo con el rendimiento óptimo).

V_R = Valor de repercusión del suelo resultante del mercado.

V_C = Valor de la construcción, donde se incluyen: coste de ejecución material actual de la edificación, beneficio industrial del constructor, honorarios de los profesionales que intervienen en el proyecto y dirección de las obras de construcción, e importe de los impuestos que gravan la ejecución de las obras de construcción¹⁰.

G_P = Gastos de promoción, en los que se incluyen: los costes financieros propios y los originados por aplazamientos y facilidades de pago a los compradores, gastos de administración y dirección, gastos publicitarios, gastos profesionales y jurídicos necesarios en el proceso de promoción (honorarios profesionales de arquitectos y técnicos, gastos de notaría, registro, etc.), impuestos que gravan la actividad empresarial e impuestos que gravan el negocio jurídico (transmisiones patrimoniales y actos jurídicos documentados, división

¹⁰ De acuerdo con la normativa anterior (norma III de la Orden Ministerial de 13 de junio de 1983), V_C se relacionaba con el coste de ejecución material puro (CC) según la proporción estimada: $V_C = 1'3 \text{ CC}$.

horizontal, declaración de obra nueva, licencias e impuestos municipales, etc.).

B_p = Beneficio tipo (normal) del promotor producido en la venta del inmueble que, como se explicó en el epígrafe anterior, es una magnitud muy variable.

A través de la metodología residual, se estima el valor del suelo (conocido el valor en venta del inmueble), deduciéndose del valor en venta los costes de construcción, así como todo tipo de gastos o beneficios, obteniendo el valor del suelo como resto o residuo:

$$V_R = V_V - V_C - G_P - B_P$$

En una situación normal, se estima empíricamente que el conjunto de gastos y beneficios tipo de la promoción supone alrededor del 29% del valor del suelo más el de la construcción, lo cual da lugar a la ecuación clásica de la valoración catastral¹¹:

$$V_V = 1'4(V_R + V_C) \quad \text{ó} \quad V_R = 0'71V_V - V_C$$

En la normativa de 1989 (Orden Ministerial de 28 de diciembre) se redefine de esta otra forma:

$$V_V = 1'4(V_R + V_C)F_L \quad \text{ó} \quad V_R = \frac{V_V}{1'4F_L} - V_C$$

¹¹ Esta es una formulación análoga a la obtenida por ROCA CLADERA, J. (1987), comentada en la nota a pie de página número 5: $V_V = 1'38(V_R + V_C)$.

donde:

F_L = Factor de localización, utilizado para introducir las diferencias de valor que se detecten entre productos inmobiliarios, a pesar de que sean análogos por su ubicación y características constructivas.

Según la normativa, para determinar el factor de localización F_L , se introducirá en la expresión anterior como valor de repercusión (V_R) el que se deduzca de los valores obtenidos para el suelo vacante, u ocupado por edificaciones manifiestamente inhabitables o en estado ruinoso, del entorno. En el caso de que no existan datos de valores en venta en el mercado de suelo vacante que permitan determinar la cuantía del factor de localización F_L , la normativa aconseja que se le dé un valor estimativo, para lo cual, a título meramente orientativo, ofrece unos valores tabulados¹². Con la introducción del factor de localización se pretende acercar el valor de V_v (que, como tal, es el valor estadísticamente más probable) al valor de mercado real, en aquellos inmuebles o zonas en los que se detecte un sobreprecio (o, por el contrario, un precio inferior) al que puede

¹² La citada tabla es la siguiente:

Máximo V_v (Uso Residencial)	F_L
< 100.000 pts/m ²	1'00
Entre 100.000 y 150.000 pts/m ²	1'10
Entre 150.000 y 200.000 pts/m ²	1'20
Entre 200.000 y 250.000 pts/m ²	1'25
> 250.000 pts/m ²	1'30

En la práctica, la forma de obtener la tabla de F_L para la Ponencia de Valores de cada municipio (o área económica homogénea), es la de asignar el valor 1 para una vivienda de calidad media-baja, situada en una zona de precios medios o medios-bajos (por ejemplo, para el caso de Granada una vivienda tipo VPO de los sectores de La Chana o del Zaidín) y, a partir de esta referencia, construir el resto de la tabla.

considerarse como valor de mercado normal de inmuebles similares por su ubicación y características constructivas. Así, con dicho coeficiente se pondera y, por tanto, se hace explícita la existencia de un beneficio de promoción (o de venta) situado por encima (o por debajo) del beneficio normal o tipo, pero no se deja dentro del valor del suelo (V_R), como proponen algunos autores. De esta forma, la metodología de valoración catastral, que, como veremos más adelante, limita los valores de repercusión máximos y mínimos contenidos en la Ponencia de Valores de cada término municipal, posibilita el llegar a los valores en venta máximos y mínimos, sin salirse de dicha banda, gracias a la aplicación del coeficiente de localización.

Determinado F_L y conocido V_v , los valores del suelo resultantes del mercado (V_R), que figurarán en la Ponencia de Valores, se deducirán de la expresión:

$$V_R = \frac{V_v}{1/4 F_L} - V_C$$

donde V_C es el valor de la construcción que aparecerá en la Ponencia de Valores, obtenido de la forma antes indicada (como la suma del coste de ejecución material, beneficio de contrata, honorarios profesionales e importe de los impuestos que gravan la construcción). Puede observarse

como el eje central de la valoración catastral es la denominada Ponencia de Valores¹³, documento elaborado previo estudio del mercado

¹³ Dada la extraordinaria importancia que reviste la Ponencia de Valores en la metodología de valoración catastral, es conveniente aclarar su concepto y su contenido: la Ponencia de Valores es el documento administrativo que recoge los valores del suelo y de las construcciones, así como los coeficientes correctores aplicables en el ámbito territorial al que se refiera. La normativa precisa que la Ponencia de Valores debe contener los siguientes documentos:

1) Memoria general: aparte del índice temático general, consta de dos apartados. En el primero de éstos se debe llevar a cabo un análisis del territorio y una descripción de la actividad socioeconómica; un análisis comparativo, en la forma que más adelante se explica, de los valores catastrales resultantes de la Ponencia anterior con los valores de mercado obtenidos del estudio del mercado inmobiliario (en la Ponencia de Valores realizada en 1990 para Granada capital se explica que los valores catastrales, entonces en vigor, databan de una Ponencia realizada en 1985, y tan sólo se habían actualizado por los diferentes coeficientes aparecidos anualmente en las sucesivas Leyes de Presupuestos Generales del Estado; como consecuencia de ello, en el año 1990 los valores catastrales vigentes ofrecían una relación media ponderada equivalente al 0'21 de los valores de mercado observados en el estudio); justificación de la redacción de la nueva Ponencia, con explicación pormenorizada de las causas explicativas de la revisión (que se lleva a cabo de oficio cada ocho años) o modificación de los valores catastrales (que se lleva a cabo cuando se detecta la existencia de diferencias sustanciales entre los valores catastrales y los valores de mercado de los inmuebles situados en el término municipal o en alguna o varias zonas del mismo; en el caso de la Ponencia de 1990 del término municipal de Granada, se justifica su redacción atendiendo a dos causas: la primera hace referencia a las diferencias sustanciales detectadas, pues para el año 1991 la normativa había fijado una relación entre el valor catastral y el de mercado de $RM = 0'7$, mientras que la relación real se estimaba en 0'21; la segunda causa es la necesidad de adaptación al Plan General de Ordenación Urbana, como consecuencia de la incorporación de nuevas zonas de suelo, procedentes de un municipio colindante con el que se había realizado un intercambio de término). En el segundo apartado, se debe realizar un análisis del planeamiento, con referencias al planeamiento vigente en el momento de la elaboración de la anterior Ponencia y a las modificaciones que se hubieran producido en el período de tiempo transcurrido.

2) Criterios valorativos: en este documento se describirán y justificarán los criterios propuestos para la valoración de los distintos inmuebles, en función sus características. El documento ha de constar de dos apartados:

2.1. Criterios de coordinación: se describen las áreas económicas homogéneas que contenga el municipio, así como los distintos módulos de valoración que les son aplicables: módulo básico de repercusión del suelo (MBR), módulo básico de construcción (MBC) y valor unitario (V_u). Si se han considerado varias zonas diferenciadas de valoración (subpolígonos), se indicarán los criterios de división y se expresarán sus valores básicos (de repercusión y unitarios).

2.2. Valoración: han de recogerse, entre otros, los siguientes aspectos: tipo de valoración aplicada (repercusión o unitaria), criterios de subparcelación, justificación de la edificabilidad que se considere (por ejemplo, mediante apelación al planeamiento vigente), criterios aplicados para valorar parcelas sin edificar, subedificadas, sobreedificadas y para determinar la repercusión bajo rasante, campos de aplicación de los coeficientes correctores del valor del suelo, de las construcciones y de los coeficientes correctores conjuntos de ambos elementos (concretamente, el campo de aplicación del coeficiente de apreciación o depreciación económica).

3) Catálogo de tipologías constructivas del ámbito territorial de la Ponencia. Este catálogo de edificios deberá ser coordinado con las tipologías establecidas en el cuadro de coeficientes del valor de las construcciones. El catálogo debe contener una valoración de edificios, clasificados por usos (residencial, industrial, oficinas, etc.), por clases (por ejemplo, dentro del uso residencial: viviendas colectivas de carácter urbano, unifamiliares de carácter urbano y edificación rural), por modalidades (por ejemplo, dentro de las viviendas colectivas de carácter urbano: edificación abierta, en manzana cerrada, garajes, trasteros y locales en estructura) y por categorías (esta escala responde a la calidad constructiva, moviéndose de 1 a 9, de mayor a menor categoría). El catálogo de edificios ha de representar a la totalidad del parque inmobiliario, indicando para cada uno de ellos su situación, características constructivas y fotografía. En las Ponencias de Valores se analizarán las tipologías constructivas que se encuentren en el municipio (en la *Ponencia de Valores del Término Municipal de Granada*, de 1990, se señala que, dentro del uso residencial, la tipología más frecuente es la vivienda colectiva de carácter urbano en manzana cerrada con categorías 4, 5 y 6, seguida de la colectiva de carácter urbano en edificación abierta con categorías 4, 5 y 6, y la unifamiliar de carácter urbano en línea o manzana cerrada con categorías 4, 5 y 6).

4) Cartografía: deberá contener la expresión gráfica a la escala conveniente (1:2000 o de mayor detalle) de la Ponencia de Valores, recogiendo las diferentes áreas económicas homogéneas, polígonos, subpolígonos, zonas, calles o tramos de calle con valores homogéneos, según se haya considerado. En la *Ponencia de Valores del Término Municipal de Granada*, de 1990, se contiene la delimitación del suelo y la subdivisión del mismo en núcleo central y núcleos periféricos, así como en subpolígonos, áreas y planes parciales, con expresión de los valores básicos de repercusión y unitarios, junto con la delimitación de las zonas donde es aplicable el coeficiente de apreciación y depreciación económica.

5) Callejero de valores: comprenderá la relación de todas las calles y tramos de calles, con expresión de los valores de repercusión por usos, parámetros urbanísticos (edificabilidad, fachada, fondo y superficies), coeficiente de apreciación o depreciación económica aplicable, además de otros datos exigidos en la normativa.

6) Comparación de los valores catastrales con los de mercado: en este documento se estudian los resultados obtenidos por aplicación de la Ponencia a un número suficiente de inmuebles, con objeto de comprobar la aproximación de los valores catastrales a los valores de mercado. Esta comparación deberá realizarse partiendo del estudio de mercado realizado en el mismo semestre que la Ponencia o actualizado a esas mismas fechas. La comparación por cociente entre el valor catastral

inmobiliario. La Ponencia de Valores debe contener los valores de repercusión y los valores de la construcción asignables a cada uno de los inmuebles del término municipal (o del ámbito territorial correspondiente a dicho documento), así como los índices o coeficientes correctores aplicables pormenorizadamente a cada uno de dichos inmuebles. La aplicación de la Ponencia de Valores a cada uno de los bienes inmuebles, teniendo en cuenta las características físicas y localizativas consignadas en el Catastro (calle o tramo de calle en el que se halla ubicado, superficie construida y no construida, materiales de construcción empleados, fecha de construcción, servicios de los que dispone, coeficientes de propiedad, cargas o gravámenes, etc.) da como resultado su valor catastral.

La normativa catastral establece que, tanto el valor catastral del suelo vacante como el valor catastral del producto inmobiliario terminado (suelo + construcción), han de mantener una relación con el valor que les

y el de mercado se realizará en un número suficiente de muestras de cada polígono o zona de valoración, que permita obtener la relación media en cada uno de dichos polígonos o zonas y la relación media en todo el municipio. La propia normativa aclara la forma de obtener estas relaciones medias: a partir del análisis comparativo se obtendrá una media (en tanto por ciento) que definirá el resultado de la relación global entre los valores catastrales y los de mercado, en el nivel de polígono o zona. La media de dichas relaciones, ponderada en función del número de unidades urbanas existentes en cada polígono o zona, será la relación valor catastral/valor de mercado correspondiente a la totalidad del municipio. Estos resultados se utilizarán para ponderar los valores catastrales del suelo y construcción de cada Ponencia de Valores, de tal forma que se garantice que la relación entre el valor catastral medio en cada polígono o zona y el valor medio de mercado establecido para el mismo, sea igual al coeficiente fijado en la normativa:

$$\frac{V. \text{ catastral del producto inmobiliario (suelo + construcción)}}{V. \text{ mercado}} = RM = 0'7.$$

correspondería en el mercado (denominada referencia al mercado, RM), cuantificada en $RM = 0'7^{14}$. Por tanto, teniendo en cuenta la expresión $V_V = 1'4(V_R + V_C)F_L$, el valor catastral del producto inmobiliario (suelo + construcción) sería:

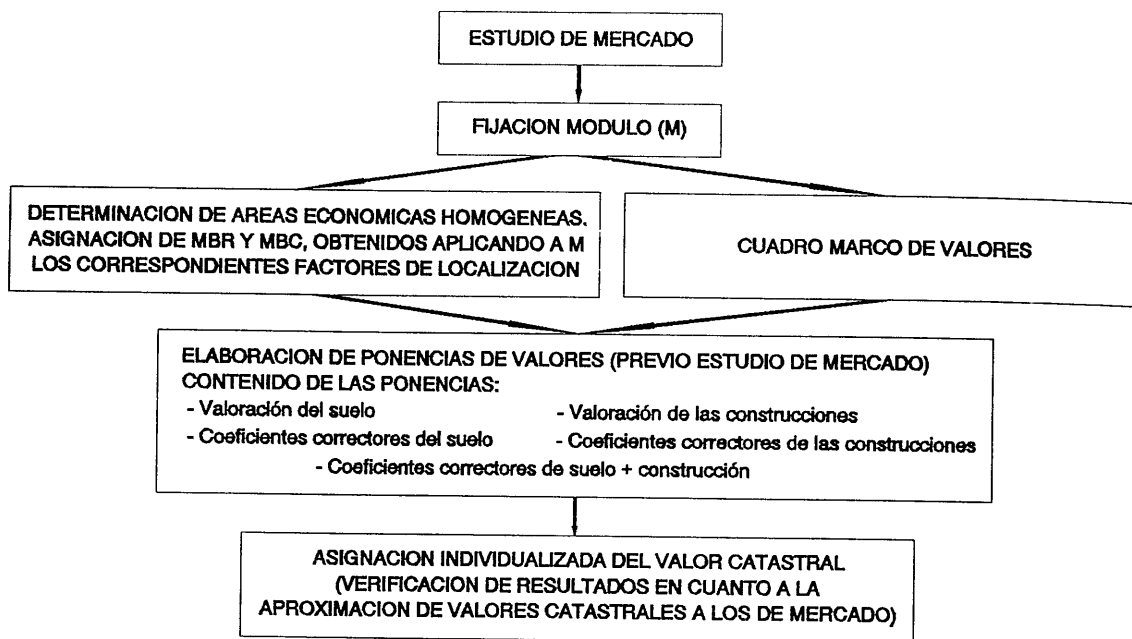
$$V. \text{ catastral} = V_V RM = RM 1'4(V_R + V_C)F_L$$

(donde V_R y V_C son los valores de repercusión del suelo y de la construcción, recogidos en la Ponencia de Valores; el cálculo de V_C a través de la Ponencia se efectúa atendiendo al cuadro de coeficientes del valor de las construcciones, en las que éstas se clasifican por usos, modalidades, clases y categorías).

2.2.3. Procedimiento de cálculo del valor catastral de los bienes urbanos.

En el Esquema 1 se refleja el procedimiento de valoración catastral de los bienes urbanos, hasta llegar al nivel de asignación individualizada del valor catastral, que se detallará más adelante. La normativa de

¹⁴ En la normativa actualmente vigente se ha fijado $RM = 0'5$, posiblemente, con el fin de evitar la alarma social provocada en 1990-1991, cuando se llevó a cabo un intento de revisión catastral, que llegó a ser calificado de "catastrazo". A pesar de la moderación del RM, se estima que el valor catastral de las viviendas andaluzas se incrementará en un 80% en la nueva revisión, sin llegar nunca a rebasar ese 50% de relación entre el valor catastral y el de mercado (recogido del diario IDEAL, 15 de diciembre de 1995).



Esquema 1. Procedimiento de valoración catastral de los inmuebles de naturaleza urbana.

valoración se articula sobre un instrumento de trabajo, el módulo M, que se fijará anualmente para reflejar las variaciones experimentadas por las coordenadas económicas del sector inmobiliario. Ello permite dotar al sistema de capacidad y flexibilidad en la aproximación de los valores catastrales a los valores del mercado, planteando la necesidad de mantener permanentemente actualizado el estudio previo de mercado, que se constituye de este modo en punto de arranque del sistema valorativo, y dota de dinamicidad al valor catastral. El módulo de valor M sirve de base para la obtención de los módulos base del suelo y de la construcción (MBR y MBC, respectivamente), que se calculan siguiendo el procedimiento que más adelante se detalla. Debe aclararse que, si bien el módulo M recoge

las variaciones experimentadas a lo largo del último año en el valor de mercado de los inmuebles urbanos, de acuerdo con los análisis de mercado que al efecto se realicen, sus variaciones no inciden inmediatamente sobre los valores catastrales, sino sobre los módulos básicos del suelo y de la construcción, que son precisos para elaborar las nuevas Ponencias de Valores, en el caso de que fuera necesario de oficio (por haber transcurrido más de ocho años desde la anterior Ponencia) o por haberse detectado diferencias sustanciales entre los valores catastrales y los de mercado del término municipal o en alguna o varias zonas del mismo. Si no se da ninguna de las anteriores circunstancias, los valores catastrales se actualizan de acuerdo con los coeficientes fijados anualmente en las sucesivas Leyes de Presupuestos Generales del Estado, coeficientes que se aplican a los valores catastrales de todos los bienes inmuebles del país (se trata, pues, de una actualización puramente monetaria, que no implica ninguna modificación de la Ponencia de Valores vigente en el municipio)¹⁵. Para el año 1990, el módulo de valor M al que se ha hecho referencia fue fijado en 72.000 pts/m².

¹⁵ Por el contrario, la redacción de la nueva Ponencia de Valores que conlleva la revisión catastral pretende, en el fondo, "(...) una redistribución interna de la presión fiscal entre los habitantes de una misma ciudad, que al cabo de un período de unos 10 años han podido comprobar cómo su vivienda se ha revalorizado o depreciado en función de numerosos parámetros. Se trata de reestructurar la ciudad según las pautas que define el propio mercado inmobiliario (...)" (extracto de las declaraciones de la Directora General del CGCCT al diario IDEAL, publicadas el 15 de diciembre de 1995).

Un elemento fundamental en la sistemática de la valoración catastral es la división del territorio en áreas económicas homogéneas (véase el Esquema 1). Cada una de ellas es una zona geográfica en la que los dos elementos de los inmuebles que se toman en consideración en la valoración catastral, suelo y construcciones, presentan características comunes en el mercado inmobiliario, lo cual permite obtener una modelización de sus comportamientos mediante módulos. Generalmente, estas áreas se corresponden con términos municipales completos, si bien, en aquellos municipios en los que se constate la existencia de distintos valores medios de mercado podrá haber varias áreas. Para la delimitación de estas áreas económicas homogéneas del suelo y de las construcciones será necesaria la realización de unos estudios previos, cuyo contenido también se encuentra fijado normativamente¹⁶.

¹⁶ Los citados estudios se centrarán en los siguientes aspectos:

1º) Datos identificativos de las áreas de características homogéneas, con delimitación sobre el plano de su perímetro, que incluirá un término municipal o parte de él. Se indicará para cada una de las áreas cuáles son esas características, como pueden ser el grado de desarrollo urbanístico, evolución demográfica, red de comunicaciones e infraestructura en general, actividad socioeconómica, etc. Para ponderar los conceptos señalados, se partirá de los siguientes datos, referidos a cada municipio y al año inmediatamente anterior: número de unidades urbanas, de habitantes, de licencias de obras, de licencias de actividades económicas, de transmisiones patrimoniales inter vivos, de teléfonos, de vehículos de tracción mecánica, de oficinas bancarias, de plazas hoteleras, relación entre el número de solares y el número de fincas y relación entre el número de parados y población activa. Igualmente se tendrá en cuenta: crecimiento de la población entre los dos últimos censos, distribución sectorial de la población activa, antigüedad del planteamiento vigente y presupuesto municipal.

2º) Valor de la construcción (V_c): descripción del tipo o los tipos de edificios de nueva construcción más característicos (no singulares) de cada una de las áreas, con expresión de su coste actual de construcción por metro cuadrado. En defecto de los anteriores, o como complemento, se incluirá la descripción del tipo o los tipos de edificios, que no sean de nueva planta, más característicos de cada una de las áreas, con

La principal consecuencia de la división del territorio en áreas económicas homogéneas es que para cada una de ellas se establece, tomando como referencia el módulo de valor (M), según la distinta localización, un valor en pesetas por metro cuadrado de suelo construido y un valor por metro cuadrado de construcción, que se conocen como módulo básico de repercusión del suelo (MBR) y módulo básico de construcción (MBC). Por tanto, basándose en los estudios de mercado previos, a cada una de las áreas económicas homogéneas se le asigna un MBR y un MBC, y el conjunto de módulos básicos a nivel nacional

expresión de su valor estimado de reposición por metro cuadrado.

3º) Valores de venta (V_v):

a) De producto inmobiliario (suelo + construcción): relación, por usos (residencial, comercial, etc.), de los valores de venta en el mercado (en pts/m²), de los edificios tipo estudiados en el apartado anterior y obtención de los valores máximos correspondientes a los mismos en cada uso y en cada área.

b) De suelo: obtención de los valores de venta en el mercado de suelo vacante u ocupado por edificaciones manifiestamente inhabitables o en estado ruinoso.

4º) Valor del suelo (V_R): obtención del valor correspondiente al suelo en cada uno de los edificios tipo estudiados, para lo cual se aplicarán valores de repercusión,

siempre que sea posible, a través de la fórmula
$$V_R = \frac{V_v}{1/4 F_L} - V_C$$
, determinando

el factor de localización F_L mediante la introducción como valor de repercusión del suelo (V_R) de aquél que se deduce de los valores en venta del suelo (del apartado 3.b.) situado en el entorno localizativo de los edificios tipo. En el caso de que no existan datos en el apartado 3.b. se dará a F_L un valor estimativo, para lo cual, a título orientativo, se acompaña una tabla que ya se recogió en la nota a pie de página número 12. Cuando haya actividad en el mercado pero se apliquen valores unitarios, por no existir valores de repercusión, se obtendrá en función de las circunstancias urbanísticas (fundamentalmente edificabilidad) y de los valores medios de mercado. No obstante, nuestro interés se centra en el valor de repercusión del suelo, que es el correspondiente a viviendas colectivas de carácter urbano.

5º) Otros datos que pudieran incidir en la actividad inmobiliaria, como pudieran ser actuaciones de impacto económico.

constituye lo que se denomina el Cuadro Marco de Valores. En función de la dinámica entonces existente en el mercado inmobiliario, y teniendo en cuenta que los costes y beneficios varían en los distintos tipos de promoción, se establece una oscilación para el factor de localización del suelo de 2'80 a 0'18 (esto es, de 1 a 15) y una oscilación para el factor de localización de la construcción de 1'30 a 0'80 (es decir, de 1 a 1'62). Para la obtención de la tabla de los MBR y MBC se establece que:

$$MBR = 0'21 \cdot M \cdot F_{LS}$$

$$MBC = 0'50 \cdot M \cdot F_{LC}^{17}$$

lo cual da como resultado los siguientes valores de repercusión del suelo¹⁸:

$$MBR1 = 42.300 \text{ pts/m}^2$$

$$MBR2 = 30.200 \text{ pts/m}^2$$

$$MBR3 = 21.900 \text{ pts/m}^2$$

$$MBR4 = 15.100 \text{ pts/m}^2$$

$$MBR5 = 8.300 \text{ pts/m}^2$$

¹⁷ Debe recordarse que el factor $0'21 + 0'50 = 0'71 = 1/1'4$, en la ecuación clásica de la valoración catastral, recoge aquella parte del valor en venta del que ya se han descontado los gastos y beneficios de la promoción, que se cuantifican, por término medio, en el 29% del valor en venta. Por otro lado, $0'21M \approx 15.100 = MBR4$ y $0'5M = 36.000 = MBC4$, que son los módulos que ocupan el lugar intermedio.

¹⁸ En la normativa anterior se comentaba que el juego de la oferta y la demanda del mercado, así como el planeamiento urbanístico, producen tal diversificación en los valores del suelo que hacen problemático el intento de establecer un cuadro marco de sus valores a escala nacional, a pesar de lo cual, mediante las ponderaciones convenientes y con los muestreos adecuados, puede establecerse dicho cuadro para períodos de tiempo razonables.

$$\text{MBR6} = 5.000 \text{ pts/m}^2$$

$$\text{MBR7} = 2.700 \text{ pts/m}^2$$

y los siguientes valores de las construcciones:

$$\text{MBC1} = 46.800 \text{ pts/m}^2$$

$$\text{MBC2} = 43.200 \text{ pts/m}^2$$

$$\text{MBC3} = 39.600 \text{ pts/m}^2$$

$$\text{MBC4} = 36.000 \text{ pts/m}^2$$

$$\text{MBC5} = 34.200 \text{ pts/m}^2$$

$$\text{MBC6} = 32.400 \text{ pts/m}^2$$

$$\text{MBC7} = 28.800 \text{ pts/m}^2$$

La forma de asignar a un área económica homogénea su correspondiente módulo básico de repercusión del suelo (MBR), de los siete que componen la tabla, es algo compleja, pues la asignación del módulo se hace teniendo en cuenta el máximo valor de repercusión correspondiente al uso residencial, que tiene que llegar a alcanzarse, en el área económica homogénea, como el producto del MBR por un coeficiente del valor del suelo que tiene un tope máximo (y un mínimo). El cuadro de bandas de coeficientes del valor del suelo para uso residencial es el siguiente:

<u>MBR</u>	<u>Coeficiente máximo</u>	<u>Coeficiente mínimo</u>
MBR1	350	8
MBR2	300	10
MBR3	250	12
MBR4	225	14
MBR5	200	16
MBR6	175	18
MBR7	150	20

Por ejemplo, para alcanzar un valor de repercusión máximo de 90.000 pts/m² no se podría asignar el MBR3 = 21.900 pts/m², pues su coeficiente máximo es 250, con lo cual no se llegaría a las 90.000 pts/m², sino que lo correcto sería la asignación de MBR2 = 30.200 pts/m², cuyo coeficiente máximo de 300 permite llegar a 90.600 pts/m², por lo que quedaría recogido el valor de repercusión máximo de 90.000 pts/m². Si el valor de repercusión máximo del área económica homogénea es superior a 90.600 pts/m², se le asignaría el MBR1 = 42.300 pts/m².

La determinación de un área económica homogénea lleva inherente la asignación de un módulo básico de construcción (MBC), de tal forma que al aplicársele el cuadro de coeficientes del valor de las construcciones (que más adelante se detalla), donde éstas se clasifican por uso, clase, modalidad y categoría, resulta un valor en pts/m² para cada tipología edificatoria (denominado VC). El establecimiento de dichos coeficientes de valor se fundamenta en la identificación del coeficiente unidad (1'00) y del MBC de cada área con el valor de la construcción de tipo medio para uso

residencial, clase viviendas colectivas de carácter urbano, modalidad en manzana cerrada y categoría intermedia, que es asimilable al valor de la construcción de una vivienda con las características constructivas de una vivienda de protección oficial, situada en el área económica homogénea. La aplicación de los módulos del Cuadro Marco de Valores, junto con los criterios y normas generales, pretenden garantizar la adecuada coordinación de los valores catastrales en todo el territorio nacional.

En la *Ponencia de Valores del Término Municipal de Granada*, de 1990, se explica que se considera una sola área económica homogénea para el conjunto del término municipal, habiéndosele asignado el MBR2 de 30.200 pts/m² para el suelo, con un cuadro de bandas de coeficientes del valor del suelo que va desde un máximo de 300 para uso residencial (equivalente a 90.600 pts/m²) hasta un coeficiente mínimo para todos los usos de 10 (equivalente a 3.020 pts/m²).

Una vez que se conoce el módulo básico de repercusión del suelo y el de la construcción correspondientes a cada área, la asignación individualizada del valor catastral a un inmueble consiste en la aplicación de la Ponencia de Valores al mismo, dado que de la información contenida en la Ponencia se deduce su valor de repercusión del suelo y su valor de la construcción, así como los coeficientes correctores de los valores que le son aplicables al inmueble. La determinación individualizada del valor

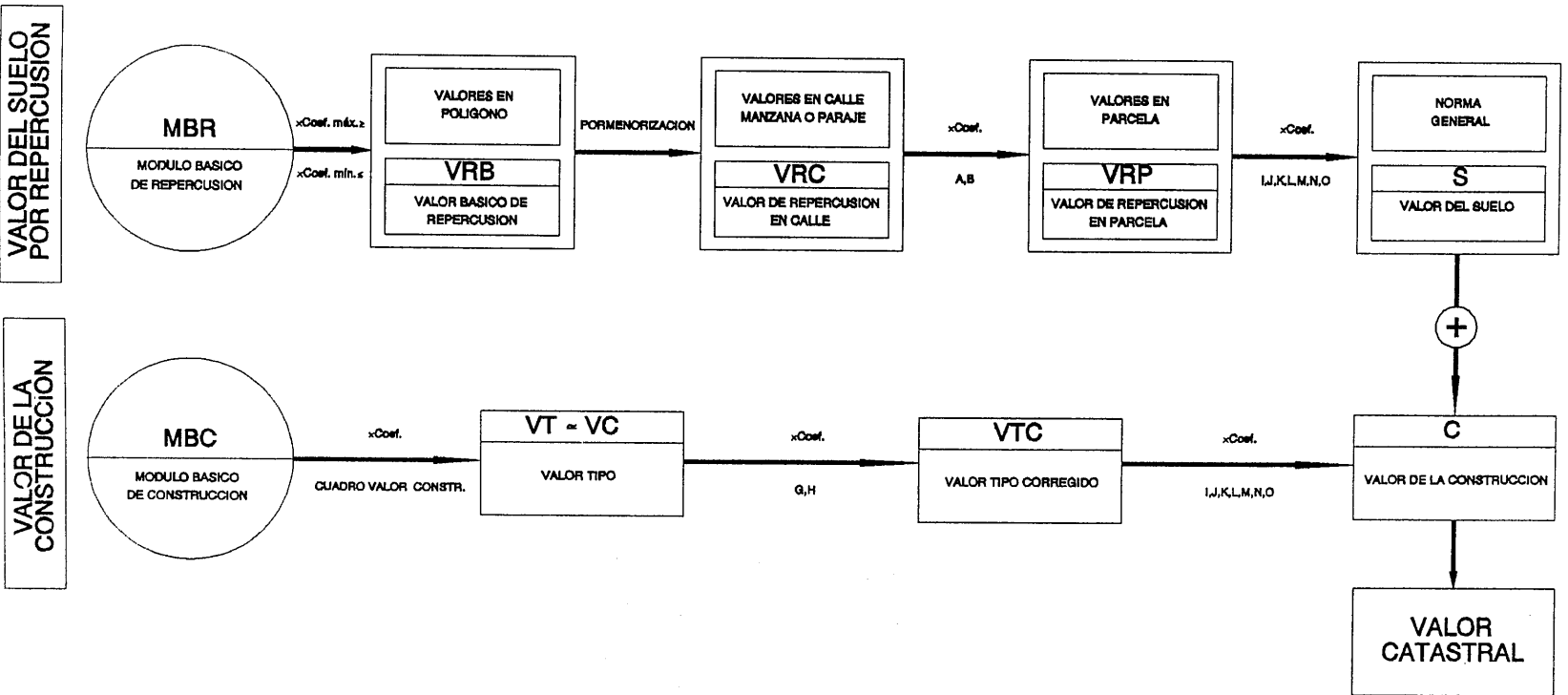
catastral de los inmuebles de naturaleza urbana (en concreto, de la vivienda colectiva) se recoge en el diagrama del Esquema 2. Para facilitar la explicación del procedimiento de valoración catastral individual de un inmueble, vamos a dividir éste en tres fases:

- 1^a) Cálculo del valor del suelo.
- 2^a) Cálculo del valor de las construcciones.
- 3^a) Cálculo del valor catastral del inmueble.

En todos los casos la unidad de medida será la de pts/m² construido.

2.2.3.1. Cálculo del valor del suelo.

Como ya se ha comentado, el procedimiento va encaminado al cálculo del valor de repercusión del suelo mediante la aplicación de los métodos de comparación según el mercado y residual, considerando el aprovechamiento urbanístico real, si el suelo está edificado, o potencial, si está sin edificar. Dicho valor de repercusión, definido en pesetas por metro cuadrado de construcción real o potencial, es el dato preferentemente manejado en el tráfico inmobiliario, y se obtiene deduciendo del valor del producto inmobiliario, determinado en función de los precios de venta de mercado, la suma de los costes de la construcción existente o posible, los costes de la producción y los beneficios de la promoción. Pero el valor de repercusión variará no sólo en función del aprovechamiento urbanístico, sino también según los usos (residencial, comercial, oficinas, etc.). De esta



Esquema 2. Determinación individualizada del valor catastral de los inmuebles de naturaleza urbana.

forma, aprovechamiento urbanístico y usos quedan incorporados a la valoración, como fiel reflejo de la realidad del mercado. Los pasos a dar son los siguientes:

1º) En la práctica, como puede observarse en el esquema, se parte del módulo básico de repercusión del suelo (MBR) aplicable a cada área económica homogénea, y mediante un juego de productos de coeficientes se va particularizando paulatinamente.

2º) Para ello, cada área económica homogénea (generalmente asimilable al término municipal), se divide en polígonos de valoración de características similares, de acuerdo con los siguientes criterios:

- a) Coherencia urbanística, tanto desde el punto de vista de calificación del suelo como de la tipología de las construcciones.
- b) Circunstancias administrativas que hicieran aconsejable su definición.
- c) Circunstancias o peculiaridades del mercado que faciliten la valoración al tomarlas en un entorno homogéneo.
- d) Circunstancias de carácter económico y social que permitan, en su caso, la adopción de medidas o coeficientes puntuales que recojan las posibles alteraciones del valor de mercado.
- e) Otras circunstancias debidamente justificadas en la Ponencia de Valores.

En la *Ponencia de Valores del Término Municipal de Granada*, realizada en 1990, el área económica homogénea, que engloba todo el término municipal, se subdivide en 21 núcleos, de ellos, 20 son núcleos perimetrales e independientes del núcleo restante, que es el núcleo central; este último abarca el casco urbano de la capital. A su vez, el núcleo central se subdivide en 82 subpolígonos, 5 áreas y 12 ámbitos de Planes Parciales. Esta segunda subdivisión en subpolígonos y áreas responde a criterios de coherencia urbanística, localización geográfica dentro de la ciudad y, en algunos casos, a circunstancias de carácter económico y social que obligan a adoptar coeficientes correctores de las alteraciones del valor de mercado. En relación a la subdivisión de Planes Parciales, se extiende al ámbito territorial abarcado por los propios Planes, que tienen el carácter de definitivamente aprobados.

3º) En cada polígono se determina el valor de repercusión básico, denominado con las siglas VRB, que puede ser diferente según los diversos usos. Estos valores en polígono son valores de referencia, que vienen a representar las circunstancias medias o la valoración correspondiente a la parcela tipo, definida en función del planeamiento urbanístico. Dicho valor de repercusión básico en polígono ha de corresponder al del producto inmobiliario más característico o al definido por el planeamiento como tipo edificatorio. La obtención del valor de repercusión se efectúa por aplicación del conocido método residual, esto es, por diferencia entre el

valor correspondiente al rendimiento óptimo, determinado en función de los precios de venta de mercado de la edificación posible (según las condiciones de uso y volumen permitidas), en una parcela tipo del polígono, y el coste de las construcciones necesarias para su obtención. Para clarificar el método de obtención del VRB habría que definir la parcela tipo de cada polígono: se entiende como tal aquella que reúne condiciones normales y, por ello, no le será de aplicación ningún coeficiente corrector de su valor, encontrándose en condiciones, sin coste añadido alguno, para poner el suelo en situación de aprovechamiento normal con arreglo a la legislación urbanística vigente¹⁹. Como ya se ha

¹⁹ Esta es la definición contenida en la publicación del CGCCT (Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria) (1989, b): *Estudio de Mercado y Ponencia de Valores del Municipio de Fene*. CGCCT, Subdirección General de Estudios y Estadística, Ministerio de Economía y Hacienda, Madrid. Otras definiciones y caracterizaciones más prácticas y menos normativizadas pueden consultarse en la citada obra de FERNÁNDEZ PIRLA, S. (1985). De esta última obra se extrae que la parcela tipo es aquella parcela que es susceptible de edificación suficiente, esto es, aquella que gracias a sus dimensiones de fondo y de longitud de fachada presenta la posibilidad de un óptimo aprovechamiento. Más adelante se conceptúa como aquella que por su forma regular, por su superficie óptima de edificación y por su adecuada situación puede constituir la base de comparación o punto de partida para las restantes parcelas del ámbito territorial que se pretende representar mediante dicha parcela tipo (en este caso, base de comparación para las restantes parcelas del polígono). A continuación, perfila las características de la parcela tipo por eliminación, considerando como tal aquella que no tiene un fondo anormal o excesivo, que sólo tiene una fachada a la vía pública, que tiene una forma regular, que no precisa desmonte para la construcción, etc., ya que éstas son las circunstancias que han de darse para la aplicación de coeficientes correctores, reductores o amplificadores del valor, según su aparición provoque una minusvaloración o una sobrevaloración de la parcela, por la existencia de estos inconvenientes, o ventajas, en el caso de que la parcela tenga fachada a más de una vía pública. Por lo que respecta al uso residencial, que es el que nos interesa, la parcela tipo en edificación cerrada suele venir definida por el fondo de manzana edificable, que alcanza normalmente entre 25 y 30 metros, con una longitud de fachada de entre 12 y 14 metros, que posibilita la edificación de dos viviendas por planta. En la edificación abierta, la parcela tipo es función, fundamentalmente, de las condiciones de

comentado, la obtención del valor de repercusión se basa en la fórmula:

$$V_V = 1/4(V_R + V_C)F_L \quad \text{ó} \quad V_R = \frac{V_V}{1/4 F_L} - V_C$$

Con el fin de facilitar las valoraciones masivas, el valor básico de repercusión del polígono se puede expresar como el resultado de multiplicar el módulo básico de repercusión MBR que corresponda al área económica homogénea de que se trate, por un coeficiente comprendido dentro de la banda de coeficientes máximos y mínimos, recogidos en un cuadro en el epígrafe anterior²⁰. Dicho coeficiente toma el valor 100 si el valor de repercusión en polígono coincide con el valor de su MBR.

En la *Ponencia de Valores del Término Municipal de Granada* se recogen cartográficamente los valores básicos de repercusión, para cada

edificaciones de doble crujía.

²⁰ La normativa indica que para facilitar las valoraciones masivas y el proceso de coordinación de valores, cada polígono estará identificado con un área económica homogénea, lo que llevará inherente la asignación de un MBR y de una banda de coeficientes. Más adelante, en una redacción algo confusa, indica que los módulos básicos de repercusión del suelo (MBR) y de la construcción (MBC) correspondientes a las distintas áreas económicas homogéneas, se obtienen mediante las expresiones

$$MBR_i = 0'21 \cdot M \cdot F_{LS}$$

$$MBC_i = 0'50 \cdot M \cdot F_{LC}$$

que se comentaron con anterioridad, donde F_{LS} y F_{LC} son los componentes del factor de localización del suelo y de la construcción, siendo M el modulo de valor. Además, se establece que cada MBR_i se identifica con el valor básico de repercusión en polígono (VRB) y cada MBC_i con un área económica homogénea de la construcción.

una de las subdivisiones que anteriormente se han enumerado.

4º) El valor de repercusión básico del polígono se transforma en valor pormenorizado a escala de calle, tramo de calle, zona o paraje, que servirán de base para el cálculo de los valores aplicables a las fincas ubicadas en estos ámbitos territoriales. Dicha transformación será realizada por el valorador, ponderado diferentes atributos urbanísticos, como son: distancia al centro económico social del polígono; accesibilidad y medios públicos de transporte dentro del polígono y en relación con el resto de la ciudad; calidad del planeamiento y de los servicios urbanos; desarrollo del mercado inmobiliario, traducido en un mayor o menor número de operaciones; especificidad de la oferta o moda de la demanda; expectativas de futuro derivadas del planeamiento. Todas estas circunstancias, evaluadas, dan como resultado el valor de las distintas calles, tramos de calle, zonas o parajes, que será denominado valor de repercusión en calle (siglas VRC). La pormenorización llevada a cabo debe dar lugar a un valor de calle, tramo de calle, zona o paraje, equivalente al que se obtendría aplicando el método residual, esto es, deduciendo del valor del producto inmobiliario el importe de la construcción existente, los costes de la producción y los beneficios de la promoción, de acuerdo con la expresión recogida en la normativa. Los valores de repercusión en polígono (VRB) son los que figuran en los correspondientes callejeros de las Ponencias de Valores. Con objeto de facilitar la valoración masiva y la coordinación de

valores, los valores de repercusión en calle se expresan como el producto del MBR que corresponda al área económica homogénea de que se trate, por un coeficiente porcentual fijado en el callejero de la Ponencia de Valores, coeficiente que deberá estar comprendido dentro de los máximos y mínimos que para cada uso se señalan (en el caso del MBR2, que es el que corresponde al término municipal de Granada, para uso residencial, el coeficiente máximo es 300 y el mínimo es 10 para cualquier uso).

Por tanto, el valor del suelo, ya sea en el nivel de calle, que aparece en el callejero de la Ponencia de Valores (VRC), como en el nivel de polígono (VRB), se deducen de la expresión:

$$V_V = 1/4(V_R + V_C)F_L \quad \text{ó} \quad V_R = \frac{V_V}{1/4 F_L} - V_C$$

donde V_R es el valor de repercusión del suelo resultante del mercado, V_C es el valor de construcción en Ponencia, obtenido a partir del catálogo de edificios que sirva para la tipificación general de éstos (calculado como suma del coste de ejecución material, beneficio de contrata, honorarios profesionales e importe de los impuestos que gravan la construcción, y que en la práctica se expresa como el producto del correspondiente MBC por el coeficiente del cuadro de valor de las construcciones, como más adelante se explicará con mayor detalle).

Como puede observarse, hasta este punto las expresiones anteriores son válidas en cualquiera de las sucesivas fases por las que transcurre el cálculo del valor catastral, por lo que tanto VRB como VRC equivalen al valor de repercusión del suelo resultante del mercado, y pueden expresarse como:

$$\text{MBR} \times \text{Coef. del valor del suelo} \approx \text{VR} \begin{cases} \text{VRB en el nivel de polígono} \\ \text{VRC en el nivel de calle,} \\ \text{tramo de calle, zona o paraje} \end{cases}$$

5º) Una vez obtenido el valor de repercusión en calle, tramo de calle, zona o paraje (VRC), éste es corregido en función de las características intrínsecas (número de fachadas, longitud de éstas, configuración del solar, fondo de parcela, topografía, etc.) y extrínsecas (nivel de urbanización y, en su caso, inedificabilidad por circunstancias urbanísticas o legales). Para ello, se aplica una serie de coeficientes correctores que recojan las anteriores circunstancias, obteniendo el valor de repercusión en parcela (notado por las siglas VRP). Ahora bien, es necesario recordar que nuestro interés se centra en la valoración de un conjunto de viviendas colectivas de carácter urbano, para las cuales el suelo es valorado por repercusión, y, dado que el valor de repercusión del suelo lleva inherente la mayoría de los condicionantes del producto inmobiliario, tanto intrínsecos como extrínsecos, únicamente se aplican dos

coeficientes: A y B. Veamos bajo qué condiciones se aplica cada uno de ellos.

Coeficiente A) Parcelas con varias fachadas a vía pública: para la valoración de parcelas con más de una fachada y formando una o más esquinas, se tendrán en cuenta los siguientes coeficientes:

A-1: dos fachadas, 1'10

A-2: tres o más fachadas, 1'15.

En la *Ponencia de Valores del Término Municipal de Granada* de 1990 se especifica el campo de aplicación de dicho coeficiente: solares y parcelas, edificadas o sin edificar, en suelo ordenado para edificación en manzana cerrada no unifamiliar.

Coeficiente B) Longitud de fachada: en las parcelas cuya longitud de fachada sea inferior a la mínima establecida por el planeamiento, se aplicará un coeficiente corrector igual a L/LM , siendo L la longitud de la fachada y LM la longitud mínima definida por el planeamiento o, en su caso, en la *Ponencia de Valores* correspondiente. En ningún caso se aplicará un coeficiente inferior a 0'6. El campo de aplicación de este coeficiente, definido en la mencionada *Ponencia de Valores del Término Municipal de Granada* es el formado por: solares y parcelas edificadas o sin edificar, con una sola fachada, en suelo ordenado para edificación en manzana cerrada o edificación abierta para uso residencial unifamiliar.

El coeficiente corrector total aplicable a una parcela se obtiene por multiplicación de los dos coeficientes anteriores, cuando le sean de aplicación. En el epígrafe 2.2.3.3., donde se detalla el cálculo del valor catastral del inmueble, se explican los criterios de aplicación de una serie de coeficientes correctores que afectan conjuntamente al valor del suelo y al valor de la construcción.

2.2.3.2. Cálculo del valor de las construcciones.

Para la valoración de las construcciones se utiliza la técnica del coste de reposición. Así, en primer lugar se calcula su coste actual y, después, éste es depreciado en función de su antigüedad, uso, calidad de la construcción, estado de conservación y demás circunstancias que se contemplan en los coeficientes correctores del valor de las construcciones, aplicables con el fin de conseguir su adecuación al mercado.

El proceso de valoración de las construcciones puede esquematizarse en las siguientes etapas:

1^a) Cada área geográfica homogénea lleva inherente la asignación de su correspondiente módulo básico de construcción (MBC), definido en pts/m², de entre los que figuran en el Cuadro Marco de Valores. Como ya se ha comentado, en el caso del municipio de Granada, previa

coordinación, se asignó el módulo $MBC2 = 43.200 \text{ pts/m}^2$.

2ª) A continuación, se calcula el valor actual o valor tipo de la estructura edificada, en función de la clasificación tipo establecida en el cuadro de coeficientes del valor de las construcciones. La entrada en la tabla viene referida al uso al que se destinen las construcciones (residencial, industrial, oficinas, comercial, deportes, espectáculos, turismo, sanidad y beneficencia, culturales y religiosos, y edificios singulares); el uso, posteriormente, se diferencia en clases (por ejemplo, dentro del uso residencial: viviendas colectivas de carácter urbano, unifamiliares de carácter urbano y edificaciones rurales); las clases se diferencian en modalidades (por ejemplo, edificación abierta, en manzana cerrada, garajes, trasteros y locales en estructura, dentro de las viviendas colectivas de carácter urbano); finalmente, las modalidades se diferencian en categorías, por calidad de la construcción. En la siguiente tabla se reproduce la parte del cuadro referente a los coeficientes del valor de las construcciones para uso residencial²¹:

²¹ El establecimiento de los coeficientes del valor de las construcciones se basa en la identificación del coeficiente unidad (1'00) con la construcción de tipo medio residencial, clase de viviendas colectivas de carácter urbano, modalidad en manzana cerrada, que corresponde al tipo 1.1.2.4. del cuadro de tipologías, y que es asimilable a las características constructivas de una vivienda de protección oficial, de acuerdo con el diseño y la calidad establecidas por la vigente normativa. Tomando como referencia el citado coeficiente unidad se establecen los demás coeficientes del cuadro del valor de las construcciones, que responden a los distintos usos, clases, modalidades y categorías. Las construcciones tipo, que sirven como término de comparación para determinar la categoría, son las incluidas en el Catálogo de Tipologías Constructivas, que es uno de los documentos de los que consta la *Ponencia de Valores del Término*

EDIFICIOS			CATEGORÍA								
USO	CLASE	MODALIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Residencial	1.1. Viviendas colectivas de carácter urbano	1.1.1. Edificación abierta	1'65	1'40	1'20	1'05	0'95	0'85	0'75	0'65	0'55
		1.1.2. En manzana cerrada	1'60	1'35	1'15	1'00	0'90	0'80	0'70	0'60	0'50
		1.1.3. Garajes, trasteros y locales en estructura	0'90	0'80	0'72	0'63	0'56	0'50	0'40	0'36	0'30
	1.2. Viviendas unifamiliares de carácter urbano	1.2.1. Edificación aislada o parcelada	1'85	1'60	1'35	1'20	1'10	1'00	0'90	0'80	0'70
		1.2.2. En línea o manzana cerrada	1'80	1'55	1'30	1'15	1'05	0'95	0'85	0'75	0'65
		1.2.3. Garajes y porches en planta baja	1'40	1'20	1'00	0'90	0'80	0'70	0'60	0'50	0'40
	1.3. Edificación rural	1.3.1. Uso exclusivo de vivienda	1'35	1'20	1'05	0'90	0'80	0'70	0'60	0'50	0'40

Nuestro interés se centra en los dígitos 1.1.1.1. a 1.1.1.9. y 1.1.2.1. a 1.1.2.9., es decir, en las viviendas colectivas de carácter urbano, en edificación abierta o en manzana cerrada. En ambos casos, el coste unitario de la construcción refleja incrementos del 10% desde la categoría 9 a la 4, del 15% al pasar de la 4 a la 3, del 20% en el paso de la 3 a la 2 y del 25% de la 2 a la 1.

La valoración unitaria (por m² construido) de la construcción se expresa como el producto del MBC de su área económica homogénea por el coeficiente del cuadro que le corresponda a la construcción, clasificada por uso, clase, modalidad y categoría. De esta forma, se obtiene el valor actual o valor tipo de la construcción (VT):

$$VT = MBC \cdot \text{Coef. Cuadro Valor Construcciones} \approx V_C$$

donde V_C es el valor de la construcción en Ponencia, recogido en el catálogo de edificios utilizado para la tipificación general, siendo una magnitud obtenida como la suma del coste de ejecución material, beneficio de contrata, honorarios profesionales e importe de los impuesto que gravan la construcción, y que se expresa por aplicación del correspondiente coeficiente del cuadro de valores de las construcciones sobre el MBC asignado al área económica homogénea al que pertenezca el inmueble. Recordemos que V_C es el que aparece en la fórmula básica de la valoración catastral.

3ª) El valor actual o valor tipo de la construcción (VT) aún debe ser depreciado teniendo en cuenta las circunstancias de antigüedad de la construcción y su estado de conservación, para lo cual se utilizan los dos coeficientes que a continuación se explican.

Coeficiente G) Antigüedad de la construcción: el valor tipo asignado en la fase anterior, se corrige mediante la aplicación de un coeficiente que pondere la antigüedad de la construcción, y que también tenga en cuenta el uso predominante del edificio y la calidad constructiva, obtenido mediante la siguiente expresión:

$$G = \left[1 - 1/5 \frac{d}{u \cdot c \cdot 100} \right]^t \quad \text{donde} \quad d = 1 - \frac{t - 35}{350}$$

en la que:

u (uso predominante del inmueble) adopta en la fórmula los siguientes valores:

Uso 1º. Residencial, oficinas y edificios singulares 1'00

Uso 2º. Industrial no fabril, comercial, deportivo, turístico, sanitario y beneficencia, cultural y religioso 0'90

Uso 3º. Fábricas y espectáculos (incluso deportivos) 0'80

Se observa como las depreciaciones varían en función del uso predominante del inmueble: así, el uso fabril y de espectáculos se deprecia un 20% más que el de la vivienda y los usos terciarios un 10% más.

c (calidad constructiva, según las categorías del cuadro de coeficientes) adopta en la fórmula los siguientes valores:

Categorías 1 y 2: 1'20

Categorías 3, 4, 5, y 6: 1'00

Categorías 7, 8 y 9: 0'80

(el efecto introducido es que la depreciación sea más intensa en viviendas de peor calidad constructiva).

b (años completos transcurridos desde su construcción, reconstrucción o rehabilitación integral) adopta los valores que se recogen en la tabla adjunta:

t	G		
Años completos	Categorías del Uso 1		
	1-2	3-4-5-6	7-8-9
0-4	1'00	1'00	1'00
5-9	0'93	0'92	0'90
10-14	0'87	0'85	0'82
15-19	0'82	0'79	0'74
20-24	0'77	0'73	0'67
25-29	0'72	0'68	0'61
30-34	0'68	0'63	0'56
35-39	0'64	0'59	0'51
40-44	0'61	0'55	0'47
45-49	0'58	0'52	0'43
50-54	0'55	0'49	0'40
55-59	0'52	0'46	0'37
60-64	0'49	0'43	0'34
65-69	0'47	0'41	0'32
70-74	0'45	0'39	0'30
75-79	0'43	0'37	0'28
80-84	0'41	0'35	0'26
85-89	0'40	0'33	0'25
90 o más	0'39	0'32	0'24

El período de antigüedad se expresará también en años completos transcurridos desde la fecha de la construcción, reconstrucción o rehabilitación integral, hasta el 1 de enero del año siguiente al de la aprobación de la Ponencia de Valores.

Es interesante hacer notar que el ritmo de depreciación va disminuyendo, por lo que se trata de un método de depreciación progresivamente decreciente. Este método parte de la hipótesis de que el valor de las construcciones experimenta al inicio de su vida una depreciación más pronunciada que en su madurez y decadencia. Esta hipótesis es la más ajustada a la experiencia acerca del comportamiento

normal del mercado inmobiliario, en el cual los pisos seminuevos experimentan una fuerte infravaloración en relación con los pisos de nueva planta. También se deduce de la tabla que el valor residual para los edificios (normalmente conservados) de más de 90 años es mayor (en porcentaje respecto del valor tipo o valor actual de la construcción) conforme mejor sea la categoría de la construcción. Esta forma de depreciación, en la que a la corrección por la antigüedad se incorporan también los factores que reflejan el uso y la categoría de la edificación, subsumiéndolas en un solo coeficiente, consigue un efecto realista sobre la valoración: la depreciación por vejez de las construcciones es diferente según cuáles sean sus usos y categorías.

Coeficiente H) Estado de conservación: se especifican los siguientes niveles:

Normal (construcciones que, a pesar de su edad, cualquiera que fuera ésta, no necesitan reparaciones importantes): 1'00.

Regular (construcciones que presentan defectos permanentes, sin que comprometan las normales condiciones de habitabilidad y estabilidad): 0'85.

Deficiente (construcciones que precisan de reparaciones de relativa importancia, comprometiendo las normales condiciones de habitabilidad y estabilidad): 0'50.

Ruinoso (construcciones manifiestamente inhabitables o declaradas

legalmente en ruina): 0'00.

El coeficiente corrector total, que se aplica sobre el valor tipo de la construcción (VT), será el producto de los coeficientes G y H. Aplicado dicho coeficiente corrector total, se obtiene el valor tipo de la construcción corregido en función de la antigüedad y la conservación (en el Esquema 2 ha sido notado con las siglas VTC).

$$VTC = VT \cdot \text{Coeficiente G} \cdot \text{Coeficiente H} = \text{MBC} \cdot \text{Coeficiente Cuadro} \cdot \text{Coeficiente G} \cdot \text{Coeficiente H} \approx V_c \cdot \text{Coeficiente corrector total de la construcción}$$

donde:

$$\text{Coeficiente G} \cdot \text{Coeficiente H} = \text{Coeficiente corrector total de la construcción.}$$

(VTC, VT, V_c y MBC están expresados en pts/m² construido).

2.2.3.3. Cálculo del valor catastral del inmueble.

En principio, el valor catastral del inmueble sería simplemente el resultado de sumar el valor del suelo y el valor de la construcción, calculado cada uno de ellos según se ha indicado en los epígrafes 2.2.3.1. y 2.2.3.2., respectivamente. Sin embargo, generalmente no es así, puesto que a este resultado se le aplican unos coeficientes correctores que afectan a la totalidad del inmueble y que, por lo tanto, deben incidir en los valores

del suelo y en los valores de las construcciones, simultáneamente. Estos coeficientes correctores recogen las posibles depreciaciones funcionales, económicas o urbanísticas que los cambios operados en el mercado inmobiliario o en el planeamiento hayan podido determinar en relación a la situación existente de la edificación, por lo que casi siempre tienden a reducir el valor catastral. De esta forma, la normativa catastral establece una correcta diferenciación de las posibles depreciaciones a las que se puede ver sujeto un bien inmueble: por un lado, las depreciaciones físicas (antigüedad y edificación) las aplica exclusivamente sobre el valor de la construcción, mientras que las funcionales, económicas y urbanísticas corrigen el valor global del inmueble. En definitiva, estas características intrínsecas y extrínsecas afectan de igual forma al suelo y a la construcción, por lo que los coeficientes correctores que hacen referencia a las mismas deben ser aplicados a los valores de uno y otra. Los coeficientes correctores de los valores del suelo y de la construcción son los que se recogen a continuación²².

Coeficiente I) Depreciación funcional o inadecuación: se aplicará en el caso de construcción, diseño, uso o instalaciones inadecuadas y, en particular, en los casos de viviendas antiguas no rehabilitadas y con superficie superior al doble de la normal en su tipo. También se podrá

²² Se explican con mayor detenimiento aquellos coeficientes que han sido aplicados en la valoración de la muestra de viviendas: coeficientes I, J y N.

aplicar en el caso de que las condiciones especiales del edificio imposibiliten o hagan no rentable su ampliación para obtener la superficie máxima permitida. En todos estos casos se aplicará el coeficiente 0'8.

La depreciación funcional provocada por deficiencias en el diseño arquitectónico, que impide la optimización de la rentabilidad del inmueble, a menudo, aunque no necesariamente, se encuentra ligada con la antigüedad de la construcción. Este es el caso de viviendas de dimensiones excesivas para la actual demanda habitacional (que se recoge en la normativa casi expresamente), viviendas con diseños inadecuados (como las de techos muy altos o como las viviendas-pasillo) y viviendas sin instalaciones que hoy se consideran normales (como la existencia de baño o ducha, agua caliente o ascensor). Pero también pueden sufrir depreciación funcional las construcciones de nueva planta que ofrezcan un diseño o un nivel de calidad e instalaciones en desacuerdo con los niveles de demanda actuales: son las llamadas promociones "equivocadas".

El segundo caso contemplado en la normativa es el de las parcelas subedificadas en las que sea imposible o no rentable la ampliación de la superficie edificada al máximo permitido: la esperanza de vida del inmueble se acorta, anticipando el momento de la sustitución de la edificación. Al no llegarse a la más intensiva utilización posible, la utilización actual está en contradicción con el mejor uso posible y la

consecuencia es que la edificación existente deprecia el valor potencial del solar.

En cualquiera de los casos, por causas cualitativas o cuantitativas, la edificación no se corresponde con el óptimo posible, por lo que se imposibilita la maximización de la rentabilidad del inmueble. La propia existencia del edificio afecta al valor global del inmueble, incluyendo el valor del suelo, que en cierta medida sufre también la depreciación al ser "aprisionado" por una edificación no acorde con el más intensivo y mejor uso posible del suelo.

Coeficiente J) Viviendas y locales interiores: en aquellas viviendas y locales considerados como interiores por abrir todos sus huecos de luces a patios de parcela (no de manzanas) en edificación cerrada, se aplicará el coeficiente 0'75.

La penalización sufrida por el valor de un inmueble en el que se dé este caso particular de depreciación funcional es aún mayor que la expuesta para el coeficiente I.

Coeficiente K) Fincas afectadas por cargas singulares: en el caso de fincas con cargas singulares, por formar parte de conjuntos oficialmente declarados histórico-artísticos o estar incluidos en catálogos o planes

especiales de protección, se podrá aplicar un coeficiente reductor máximo de 0'70. Este coeficiente no será de aplicación en el caso de que se permitan edificaciones de nueva planta.

Coeficiente L) Fincas afectadas por situaciones especiales de carácter extrínseco: para fincas afectadas por futuros viales, inconcreción urbanística, expropiación, reparcelación, compensación o fuera de ordenación por uso, y mientras persista tal situación, que deberá ser justificada anualmente, se aplicará el coeficiente 0'80, salvo que dichas circunstancias hayan sido tenidas en cuenta en la Ponencia de Valores correspondiente.

Coeficiente M) Fincas afectadas por situaciones especiales de carácter intrínseco: para bienes arrendados sometidos al régimen de prórroga forzosa, así como para bienes gravados con usufructos, concesiones administrativas o cualquier otra circunstancia de carácter similar, se aplicará, mientras persista tal situación, el coeficiente 0'70.

Coeficiente O) Inmuebles con fijación administrativa del precio máximo de venta: a la suma de los valores del suelo y de la construcción de estos inmuebles, obtenidos por aplicación de las presentes normas, le podrá ser de aplicación un coeficiente corrector igual a: Precio máximo de venta/(Valor del suelo + Valor de la construcción).

Coeficiente N) Apreciación o depreciación económica: este coeficiente se aplicará para adecuar los resultados obtenidos por aplicación de la normativa de valoración catastral a la realidad del mercado inmobiliario, evaluando casos de sobreprecio en el producto inmobiliario, por razones contrastadas de alta demanda en el mercado, inexistencia de otro producto similar por alta calidad en las características constructivas y también para evaluar un bajo precio, por falta de mercado y caída en desuso; todo ello enmarcado en zonas determinadas y concretas, que podrán definirse, en su caso, según tipologías o usos de edificación. Este coeficiente también podrá ser aplicado para atender a distintas situaciones de mercado dentro de un mismo inmueble, como pudiera ser el incremento de valor derivado de la existencia, en áticos y construcciones escalonadas, de terrazas que formen parte de una vivienda o local y sean de uso privativo. Será compatible con cualquier otro coeficiente que fuera de aplicación a la finca considerada²³. Su aplicación habrá de ser justificada en la Ponencia de Valores, con referencia a los criterios que la presidan y a las cuantías correspondientes, que podrán ser las siguientes:

Situaciones de apreciación: 1'80, 1'70, 1'60, 1'50, 1'40, 1'30, 1'20, 1'10.

Situaciones de depreciación: 0'90, 0'80, 0'70, 0'60, 0'50.

²³ De la exposición de la propia normativa se deduce que el coeficiente N tiene una doble faceta: por un lado, de carácter zonal, para evaluar la posible existencia de desequilibrios entre la oferta y la demanda del mercado inmobiliario; por otro lado, tiene carácter individual, pudiendo ser utilizado para diferenciar distintos valores de mercado dentro de un mismo inmueble en razón de sus características específicas.

Cuando concurren dos o más coeficientes correctores conjuntos (I, J, K, L, M, N, O) sólo se podrá aplicar uno de ellos, salvo en el caso de los coeficientes J, M y N. En los demás casos de concurrencia, se optará por el que represente mayor disminución de valor.

Volviendo nuevamente al coeficiente N, de apreciación o depreciación económica, en la *Ponencia de Valores del Término Municipal de Granada*, de 1990, se define el ámbito territorial de aplicación de este coeficiente.

Situaciones de apreciación:

N = 1'20, zonas donde se aplica: Puerta Real, c/ Acera del Casino, c/ Acera del Darro en el tramo comprendido entre Puerta Real y c/ Puente de Castañeda, plaza del Campillo, plaza del Carmen y c/ Reyes Católicos en el tramo comprendido entre Puerta Real y c/ Gran Vía.

N = 1'10, zonas donde se aplica: c/ Ángel Ganivet, c/ Almona del Campillo, c/ Recogidas, plaza Isabel la Católica, c/ Gran Vía, c/ Reyes Católicos en el tramo comprendido entre c/ Gran Vía y plaza Nueva, c/ Carrera del Genil y c/ Acera del Darro en el tramo desde c/ Puente de Castañeda hasta el final.

En la Ponencia se justifica esta situación de apreciación por constituir las arterias principales e históricas de la ciudad, donde se producen los más altos valores inmobiliarios.

Situaciones de depreciación:

$N = 0'70$, zonas donde se aplica: subpolígonos 1, 2, 3 y 4 señalados en la cartografía, coincidentes aproximadamente con las zonas altas de los Polígonos de Almanjáyar, Cartuja y Nueva Granada.

Se justifica esta depreciación en la Ponencia aludiendo a la situación socioeconómica de la zona, que origina que los valores inmobiliarios mantengan una dinámica de la zona, que origina que los valores inmobiliarios mantengan una dinámica diferente a la del resto de la ciudad y con unas cuantías inferiores.

La razón de ser del coeficiente N es la de servir como mecanismo de ajuste de los valores catastrales a los valores de mercado en aquellas zonas (o inmuebles concretos) en los que se produzcan casos de sobreprecio o de precio por debajo del ordinario. Teniendo en cuenta que F_L , se definía como un factor de localización que evalúa las diferencias de valor de productos inmobiliarios análogos por su ubicación y características constructivas, el coeficiente N podría ser considerado como la pormenorización del citado F_L , pues, de hecho, es necesario que figure expresamente indicado en el Callejero de Valores de la Ponencia.

Como se ha indicado anteriormente, en la normativa de valoración catastral se parte de la fórmula: $V_v = 1'4(V_R + V_C)F_L$. Además, se debe

cumplir que $V. \text{ catastral} = V_v \cdot RM$, habiéndose fijado que la referencia al mercado fuera entonces $RM = 0'7$, por lo que:

$$V. \text{ catastral} = V_v \cdot RM = 1'4(V_R + V_C)F_L \cdot RM \quad [1]$$

donde V_R es el valor de repercusión de suelo resultante del mercado y donde V_C es el valor de la construcción, ambos recogidos en la Ponencia de Valores. Aplicando la normativa de valoración que hemos explicado, sin considerar los coeficientes individuales ni conjuntos del suelo y las construcciones, se cumple que:

$$V. \text{ catastral} = MBR \cdot \text{Coeficiente del cuadro de bandas de coeficientes del valor del suelo} + MBC \cdot \text{Coeficiente del cuadro de coeficientes del valor de las construcciones.} \quad [2]$$

De la comparación de las fórmulas [1] y [2] se deducen las siguientes equivalencias:

$MBR \cdot \text{Coeficiente del cuadro de bandas de coeficientes del valor del suelo}$ *equivale a* V_R

$MBR \cdot \text{Coeficiente del cuadro de coeficientes del valor de las construcciones}$ *equivale a* V_C

por lo que para recoger la influencia de los factores RM , $1'4$ y F_L podría ser necesaria la introducción en la expresión [2] de un coeficiente N , equivalente al producto de los tres factores. Dado que $RM \cdot 1'4$ es una cantidad fija, la fluctuación de F_L hacia arriba o hacia abajo es la que determina la necesidad de introducir el coeficiente N , de apreciación o depreciación económica. En la normativa se explica la necesidad de

introducir el coeficiente N cuando el valor catastral resultante de la aplicación de la Ponencia no se ajuste a la expresión [1] anterior y no se vuelva a tipificar la totalidad de las construcciones, por lo que resulta necesaria la aplicación de un coeficiente N que permita que el valor catastral de los bienes inmuebles (suelo + construcción) mantenga una relación con el valor que les correspondería en el mercado, igual a RM.

Por último, el valor catastral de un inmueble se calcula como la suma del valor del suelo y, en su caso, del valor de las construcciones (calculados de acuerdo con los epígrafes 2.2.3.1. y 2.2.3.2., respectivamente), corregida, en su caso, por los coeficientes conjuntos aplicables al valor del suelo y de las construcciones, que son los coeficientes I, J, K, L, M, N, O (véase el Esquema 2).

El valor del suelo obtenido mediante la aplicación de la normativa catastral, sobre el que posteriormente se va a llevar a cabo el proceso de inferencia espacial, y que va a ser comparado con los valores del suelo obtenidos por aplicación de las otras dos metodologías, ha sido el siguiente:

$$\begin{aligned} S \cdot 1'4 &= VRP \cdot I \cdot J \cdot K \cdot L \cdot M \cdot N \cdot O \cdot 1'4 = VRC \cdot A \cdot \\ &B \cdot I \cdot J \cdot K \cdot L \cdot M \cdot N \cdot O \cdot 1'4 = MBR \cdot \text{Coeficiente del} \\ &\text{cuadro de bandas de coeficientes del valor del suelo} \cdot A \cdot B \cdot I \cdot \\ &J \cdot K \cdot L \cdot M \cdot N \cdot O \cdot 1'4 = CTREP \end{aligned}$$

de tal forma que el valor del suelo incluyera también la proporción de beneficios y gastos del promotor. Consideramos que esta magnitud, que denominaremos CTREP, es más comparable, por un lado, con el valor de la localización obtenido por KRI en el capítulo IX, donde no se detraía del valor de la localización ninguna cantidad atribuible a dichos gastos y beneficios de la promoción, evitando así la realización de hipótesis (siempre simplificadoras y con un alto grado de subjetividad) sobre la cuantía de ambos aspectos; por otro lado, también esta magnitud (S'1'4) es más equiparable al valor de repercusión del suelo afectado por el coeficiente de mercado, obtenido a partir de las tasaciones hipotecarias, cuya metodología se explica en el siguiente epígrafe.

A modo de ejemplo, se ha aplicado la *Ponencia de Valores del Término Municipal de Granada*, de 1990, a una de las 298 viviendas que componen la muestra. Se trata de una vivienda situada en la calle Martín Bohórquez (dentro del sector de Pedro Antonio de Alarcón), número 2, planta 5. La consulta del Callejero de Valores ofrece un dato fundamental para el cálculo del valor del suelo: el coeficiente aplicable del cuadro de bandas de coeficientes del valor del suelo es 1'02. La determinación de su número de parcela catastral (6841608) permite consultar la base de datos catastral, obteniendo las características de la vivienda que son tenidas en cuenta en el proceso de valoración y, por tanto, los coeficientes aplicables como consecuencia de esta caracterización. La primera característica

destacable es que la parcela tiene dos fachadas a vía pública, como también puede comprobarse mediante la consulta de la base de datos cartográfica, por lo que Coeficiente $A = 1'10$. El coeficiente B no le es de aplicación, al tratarse de una vivienda colectiva y al tener más de una fachada a vía pública. En cuanto al valor de la construcción, el coeficiente que se le ha asignado en el cuadro de coeficientes del valor de las construcciones es el correspondiente a los dígitos 1.1.2.4., es decir, el coeficiente 1'00. Los dígitos indican que estamos ante una vivienda colectiva de carácter urbano en manzana cerrada (datos sobre tipología que también figuran en la ficha muestral) y categoría constructiva intermedia (se califica con 4, en una escala que va de 1 a 9). Esta calificación también es acorde con la calidad de edificación recogida en la ficha muestral, pues se le asigna el valor 3 en una escala que va de 1 a 5. Por otro lado, el año de edificación es 1980, por lo que en la fecha a la que va referida la valoración, que es 1991, tiene una antigüedad de 11 años, correspondiéndole el valor del coeficiente $G = 0'85$. El estado de conservación que figura en la ficha muestral es calificado de normal, como también se recoge en la base de datos del Catastro, por lo que se le asigna el coeficiente $H = 1'00$. Finalmente, de la consulta de la base de datos catastral se desprende que no son aplicables sobre ella ninguno de los coeficiente correctores conjuntos del valor del suelo y de las construcciones, pues no está afectada por ningún tipo de depreciación funcional o inadecuación, no es vivienda interior, no está afectada por cargas singulares o por situaciones especiales

de carácter extrínseco o intrínseco, no tiene un precio máximo fijado administrativamente y no se halla ubicada en una zona afectada por una situación de apreciación o depreciación económica.

Habida cuenta de todos estos datos, siguiendo los pasos marcados por el Esquema 2, el proceso de valoración sería el siguiente:

VRC = Valor de repercusión de calle = MBR · Coeficiente del cuadro de bandas de coeficientes del valor del suelo = 30.000 pts/m².

VRP = Valor de repercusión en parcela = VRC · Coeficiente A · Coeficiente B (no aplicable) = 30.804 pts/m² · 1'10 = 33.884 pts/m².

S = Valor del suelo = VRP · Coeficientes I, J, K, L, M, N, O (no aplicables) = 33.884 pts/m².

VT = Valor tipo de la construcción = MBC · Coeficiente del cuadro de coeficientes del valor de las construcciones = 43.200 pts/m² · 1'00 = 43.200 pts/m².

VTC = Valor tipo de la construcción corregido = VT · Coeficiente G · Coeficiente H = 43.200 pts/m² · 0'85 · 1'00 = 36.720 pts/m².

C = Valor de la construcción = VTC · Coeficientes I, J, K, L, M, N, O (no aplicables) = 36.720 pts/m².

V. catastral = S + C = 33.884 pts/m² + 36.720 pts/m² = 70.604 pts/m².

El valor del suelo, utilizado a efectos comparativos con el obtenido por las otras dos metodologías, incluye la proporción media estimada de gastos y beneficios normales de la promoción mediante la ponderación 1'4:

$$CTREP = 1'4 \cdot S = 1'4 \cdot 33.884 \text{ pts/m}^2 = 47.438 \text{ pts/m}^2.$$

Si el valor catastral se incrementa utilizando esta misma ponderación de gastos y beneficios normales de la promoción, se obtiene un valor en venta estimado igual a:

$$CTVMERC = \text{Valor en venta estimado} = 1'4 V. \text{ catastral} = \\ 1'4 \cdot 70.604 \text{ pts/m}^2 = 98.846 \text{ pts/m}^2.$$

Según los datos muestrales, la vivienda tiene una superficie construida de 135 m² y su precio de venta es de 14 millones de pesetas, por lo que el precio de venta del metro cuadrado, ofertado por el propietario (variable que se denominó PRECIOM2C), es de 103.704 pts/m². Por tanto, la diferencia entre el precio de venta recogido en la muestra y el valor en venta estimado mediante la normativa catastral (CTVMERC) sería: 103.704 pts/m² - 98.846 pts/m² = 4.858 pts/m². Finalmente, es interesante resaltar que la razón entre el valor catastral y el precio de venta no sobrepasa el factor de referencia al mercado, situado en RM = 0'7:

$$\frac{70.604}{103.704} = 0'68 < RM = 0'7$$

2.3. Metodología de la valoración de bienes del mercado hipotecario.

2.3.1. Introducción.

La normativa de valoración hipotecaria vigente en el período de realización de este estudio es la Orden de 28 de julio de 1989, sobre valoración de bienes en el mercado hipotecario (BOE del 3 de agosto de 1989). En la citada normativa se especifican los criterios de evaluación a efectos de concesión de préstamos hipotecarios, de tal forma que se garantice que éstos préstamos posean un apoyo reconocido y objetivo, al mismo tiempo que se proporciona seguridad a los adquirentes de títulos hipotecarios. Las tasaciones de los bienes hipotecarios, en cuanto garantía de los títulos emitidos, son reguladas pormenorizadamente en esta normativa.

Nuestro interés se centra en la *Instrucción sobre valoración de bienes en el mercado hipotecario: vivienda individual terminada*, que es de aplicación obligatoria sobre las tasaciones de cualquier tipo de vivienda individual ya construida, independientemente del edificio en que se ubique, ya sean las unifamiliares aisladas o adosadas y las pertenecientes a una comunidad con propiedad horizontal. Desde el punto de vista del interés metodológico, la citada instrucción se puede considerar dividida en dos apartados: en el primero, se describen los datos referentes a la vivienda,

que deben ser objeto de una recopilación sistemática, en los que se incluyen las características físicas y locacionales necesarias para llevar a cabo la valoración; en el segundo, se describe una técnica de valoración en la que pueden aplicarse diferentes métodos, en función de las características jurídicas de la vivienda (nos referimos a las viviendas de protección pública y a las viviendas arrendadas, que tienen un tratamiento particular, como se verá más adelante). Estos dos apartados serán desarrollados en los dos siguientes epígrafes.

2.3.2. Características locacionales y constructivas de la vivienda²⁴.

En relación con este apartado, la normativa vigente clasifica estas características como relativas a:

1. Identificación.
2. Localidad y entorno.
3. Características del edificio.
4. Características de la vivienda.
5. Situación urbanística.

Las explicaciones sobre estas características, contenidas en la citada normativa, han sido completadas en algunos aspectos con las normas previas a ésta (O.M. del 14 de julio de 1982 y O.M. del 4 de octubre de

²⁴ Una descripción exhaustiva de estas características puede consultarse en la citada obra de FERNÁNDEZ PIRLA, S. (1985).

1985).

1. Identificación.

Se consignarán los datos relativos a la localización de la vivienda objeto de tasación. En definitiva, todos aquellos datos necesarios para poder localizar el inmueble, como la localidad, término municipal a que pertenece, partido judicial del que depende y provincia en que se encuadra. Asimismo, se indicará la calle o lugar donde se sitúa, número de inmueble y, en su caso, piso y siglas identificativas. Como anexo al certificado de tasación, se incluirá un croquis de situación en el que se recoja la ubicación del inmueble donde se encuentra la vivienda objeto de tasación con respecto a las principales vías de la población a escala suficientemente representativa. Además, se indicarán los datos correspondientes al Registro de la Propiedad y al número registral de la finca que aparezca en la escritura de propiedad de la vivienda objeto de tasación.

2. Localidad y entorno.

2.1. Tipo de núcleo: la localidad es el primer factor influyente en la determinación del valor. En este apartado se identificará si la localidad es capital de provincia, si es cabecera comarcal, si es un núcleo satélite dependiente de otro núcleo más importante, o si es un pequeño núcleo

autónomo.

2.2. Número de habitantes: se indicará la población de derecho según el último censo, así como si la población de hecho es significativamente diferente a la de derecho.

2.3. Crecimiento de la población: se señalará si la población de derecho tiene tendencia al crecimiento, es estable o decreciente.

Los datos sobre población permiten conocer la vitalidad de la misma y, consiguientemente, la posible demanda de bienes inmobiliarios. Concretamente, en los lugares turísticos o vacacionales el desfase entre uno y otro tipo de población puede llegar a ser muy importante, lo cual crea una fuerte demanda de viviendas (de segunda residencia, ya sea en forma de apartamentos o unifamiliares), que rebasa a la oferta de las mismas, repercutiendo en un alto valor del coeficiente de mercado, que como veremos más detalladamente, se define como la relación o cociente entre el valor de realización o de mercado y el valor de reposición²⁵.

²⁵ En la normativa anterior también se requerían datos sobre el tipo de actividad dominante de ocupación laboral de la que depende la localidad (comercial, industrial, minera, agraria, pesquera y múltiple), siendo interesante conocer si esta actividad dominante dependía esencialmente de una sola empresa (este dato es especialmente interesante, pues la situación económica de dicha empresa puede determinar la dinámica poblacional y, por tanto, la pujanza de la demanda de viviendas). Asimismo, se consignaba la necesidad de disponer de datos acerca del censo de bienes de la misma naturaleza del que se va a tasar, en este caso, de viviendas en sus diferentes tipologías y categorías edificatorias. Cualquiera otra información que se considerara de interés

2.4. Delimitación del entorno: se adjuntará a la tasación un croquis o plano parcelario en el que se represente el entorno de la vivienda que se va a tasar (para ello puede utilizarse el mismo croquis citado en el apartado 1, de identificación del inmueble).

2.5. Rasgos urbanos del entorno: el entorno próximo al edificio al que pertenece la finca objeto de tasación condiciona el valor de la misma, en cuanto a que en él deben encontrarse los equipamientos básicos. Se considera como amplitud del entorno el área que resulte homogénea con el emplazamiento del edificio.

La caracterización del entorno se debe centrar en los puntos que a continuación se enumeran:

2.5.1. Significación del entorno: se señalará la tipificación, grado de consolidación, desarrollo y caracterización del entorno.

Tipo de entorno: a) urbano: cuando el inmueble se sitúe en área unida, sin solución de continuidad, con el casco de la población o núcleo; b) suburbano: cuando el inmueble, aislado o formando parte de un polígono, se encuentre separado del casco por espacios sin edificios; c) rural: cuando el inmueble esté en un área no

para caracterizar la importancia económica de la localidad y su posible evolución futura, debía tenerse en cuenta en la tasación.

urbanizada.

Consolidación del entorno: se refiere al grado existente de edificación, expresado en porcentaje respecto de los máximos admisibles por el planeamiento urbanístico. Se suelen distinguir los siguientes niveles: más del 75% (entorno consolidado), del 75 al 50%, del 50 al 25%, menos del 25%.

Desarrollo del entorno: se recoge el ritmo de consolidación del núcleo en el tiempo, pudiendo considerarse los siguientes niveles: a) desarrollo terminado (cuando se ha cubierto más del 90% del área edificable); b) rápido (cuando en los diez últimos años se ha construido, al menos, el 50% del área edificable); c) medio (cuando en los diez últimos años se ha construido entre el 25 y el 50% del área edificable); d) lento (cuando en los diez últimos años se ha construido menos del 25% del área edificable)²⁶.

Caracterización del entorno: a) residencial: más del 60% se encuentra ocupado por inmuebles destinados a viviendas; b) negocios y comercial: más del 40% está ocupado por inmuebles destinados a oficinas, grandes almacenes, hoteles u otro uso comercial; c) industrial: más del 50% está ocupado por naves o instalaciones industriales; d) rural: el entorno no está urbanizado y se dedica primordialmente a este uso.

²⁶ En la O.M del 4 de octubre de 1985 la clasificación del desarrollo del entorno incluía una modalidad adicional: paralizado.

Junto a las características predominantes del entorno, cabe citar las características predominantes de los usos: a) tipificación del residencial: se debe indicar si es preponderante la primera o la segunda residencia, se expresará su tipología (vivienda unifamiliar o plurifamiliar), la altura predominante de la edificación, la calidad predominante de la construcción (lujosa, media o modesta) y la antigüedad predominante de la construcción; b) tipificación comercial: se deben recoger características que permitan conocer el potencial comercial de la zona, como es el grado de concentración de locales (muy alto, alto, medio o bajo), el grado de ocupación de los mismos (saturado, alto, medio o bajo), uso predominante de los locales, ubicación del inmueble en calle principal o adyacente, etc.; c) tipificación industrial: es importante conocer qué tipo de actividad industrial se ubica en la zona (industria ligera, pesada, peligrosa, nociva, molesta o insalubre), cuáles de estas actividades están autorizadas por las ordenanzas vigentes, grado de concentración y de ocupación de las naves, accesibilidad e incidencia del transporte pesado, etc.

2.5.2. Conservación de la infraestructura: se indicará la infraestructura existente en el entorno (pavimentado, alcantarillado, alumbrado, abastecimiento de aguas, suministro energético, servicio telefónico, zonas ajardinadas, etc.), así como su grado de conservación (buena, deficiente o nula).

2.5.3. Equipamiento y comunicaciones: se indicarán los equipamientos que definen el entorno (comercial, escolar, asistencia médica, aparcamientos, servicios bancarios, locales de ocio y restauración, instalaciones deportivas, etc.), así como las comunicaciones de éste con el resto del área urbana e interurbana (autobuses, metro, servicio ferroviario, taxis, etc.). Se indicará si el grado de equipamiento y de comunicaciones es suficiente, escaso o nulo.

3. Características del edificio.

3.1. Descripción y usos: se describirá sintéticamente el edificio al que pertenece la finca objeto de tasación, en lo que se refiere a tipología (edificio aislado, entre medianerías, vivienda unifamiliar aislada o pareada); número de plantas, usos y servicios generales de que disponga (ajardinamiento, aparcamiento, piscina o alguna otra instalación común).

3.2. Características constructivas: se describirán las características constructivas del edificio, de acuerdo con su estructura, acabados, equipamientos y grado de conservación (bueno, regular, malo o pésimo). Podría hacerse la siguiente enumeración de características constructivas que deben tenerse en cuenta: cimentación, estructura, cerramientos exteriores y fachada, cubierta (sistema estructural y materiales), carpintería exterior e interior, instalaciones (fontanería, desagües, telefonía interior, antena TV

y FM, hilo musical, teléfono, etc.), solados y alicatados, acabados en aceras (portal y escalera), etc.

4. Características de la vivienda.

4.1. Tipología de la vivienda: en este apartado se describirán las diferentes dependencias que componen la vivienda, con indicación de su uso si no resultan suficientemente explícitas en el croquis de la vivienda que debe adjuntarse al informe de tasación (por ejemplo, comedor, 3 dormitorios, baño, aseo, cocina, pasillo, distribuidor y terraza). En la normativa se especifica que el citado croquis de la vivienda ha de estar debidamente acotado y con la distribución y usos de la misma. Deben figurar también los datos recogidos en los siguientes cuadros:

ACABADOS	PAVIMENTOS	PAREDES	TECHOS	CARPINTERÍA INTERIOR
VESTÍBULO-PASILLO ESTAR-COMEDOR DORMITORIOS COCINA-OFICIO ASEOS Y BAÑOS SOLANAS Y TERRAZAS				

CARPINTERÍA EXTERIOR:	
ARMARIOS EMPOTRADOS: ASCENSORES: NÚMERO: TELÉFONO:	AISLAMIENTOS: PORT. AUT.: GAS:
AGUA CALIENTE: CALEFACCIÓN: AIRE ACONDICIONADO: APARATOS SANITARIOS Y FONTANERÍA:	

4.2. Anexos a la vivienda: en este apartado se harán constar los trasteros, número de plazas de aparcamiento y superficie, cuando se disponga de las mismas, si están vinculados a la vivienda en cuestión.

4.3. Superficies: superficie útil, construida, construida con elementos comunes y superficie de la parcela en caso de vivienda unifamiliar. En la normativa se define cada una de las anteriores superficies. A efectos de tasación, se tomará como superficie la construida con elementos comunes, resultante de las mediciones realizadas.

4.4. Situación actual: se describirá el estado de conservación de la vivienda (bueno, regular, malo o pésimo).

5. Situación urbanística.

Cuando por el tasador se observaran indicios de falta de adecuación de las características físicas de la vivienda en relación con la normativa vigente, y expresamente con los usos considerados, lo señalará en el informe.

2.3.3. La técnica de valoración.

En el caso de valoraciones encaminadas a la obtención de préstamos

hipotecarios, se tomará como valor unitario de tasación el menor de los tres siguientes:

1. Valor de realización o de mercado: su forma de cálculo se explica detalladamente más adelante y, por defecto, es el que se calcula para cualquier vivienda que sea objeto de tasación.
2. Valor máximo legal de venta: sólo se tiene en cuenta para aquellas viviendas que gocen de algún tipo de protección pública. Este valor es el que viene determinado como máximo por la legislación correspondiente al tipo de régimen de protección oficial al que esté acogida la vivienda, que en razón de ello poseerá algún tipo de beneficio, ya sea fiscal u otros cualesquiera.
3. Valor de capitalización de la renta: sólo se calcula para aquellas viviendas que se encuentren arrendadas en el momento de la tasación. Este valor es el resultante de las rentas que produce el inmueble cedido en arrendamiento, obteniéndose mediante la capitalización de la renta neta anual que produce el alquiler actual a un tipo igual o superior al 6%²⁷.

²⁷ En la normativa vigente en el momento de la realización de este estudio se especifica que las circunstancias que deben ser tenidas en cuenta para la determinación del tipo son: el riesgo, el plazo de recuperación y la liquidez. Este tipo será revisado anualmente por la Dirección General del Tesoro y Política Financiera, tomando como criterios básicos la evolución de los tipos de interés de la Deuda Pública a largo plazo y el IPC. También se aclara que debe entenderse por renta anual, a los efectos de esta norma, la que resulte del último recibo. En el cómputo de la renta neta se incluirán las mejoras y se excluirán los consumos, cargas fiscales y gastos de comunidad a cargo del inquilino demostrables documentalmente. En caso contrario, se considerará que su importe se eleva al 30% de la renta anual abonada. Si la vivienda se encuentra acogida a cualquier régimen de protección oficial, se determinará el valor en función de la renta

Nuestro interés se centra en el conocimiento del valor de realización o de mercado de las viviendas tasadas, descartando las otras dos valoraciones. El descarte del primer tipo de valor (valor máximo legal) se debe a que éste no es un valor de mercado, entendiendo como tal su acepción más amplia, es decir, el precio más probable por el cual un inmueble se vendería en un mercado caracterizado por el funcionamiento racional de la oferta y la demanda. Al no ser un valor de mercado no es equiparable a los precios ofertados, conocidos por medio de la muestra, ni a los valores en venta estimados siguiendo la metodología catastral. Además, el valor máximo legal no aporta ninguna valoración del suelo, de la localización, que es, al fin y al cabo, nuestro objetivo. Por otro lado, se ha descartado el valor de capitalización de la renta. En este caso ya no se puede aducir la primera razón que justificaba el descarte del valor máximo legal, porque la metodología de capitalización de rentas (al igual que el resto de metodologías, como la de comparación según el mercado y la del valor de reposición) tienen como objetivo estimar el único valor que realmente existe en una economía de mercado: el valor de mercado. En cambio, una de las razones para descartar el valor de capitalización de rentas sí coincide con la expuesta para el valor máximo legal: esta forma de estimación no ofrece de forma explícita en el informe de tasación una valoración de la localización. Otra razón para descartar, a efectos comparativos, los valores de capitalización de rentas es de índole práctica:

máxima legal, si ésta fuera inferior a la real.

las viviendas de la muestra son viviendas en venta, no sujetas a régimen de arrendamiento, por lo que es preferible no mezclar valoraciones de bienes que no son equiparables.

En las próximas páginas se va a detallar la técnica de tasación hipotecaria que conduce a la estimación del valor de realización o de mercado del metro cuadrado de vivienda.

1º) Valor de realización o de mercado (VR).

Como ya se ha comentado, el valor de mercado que se busca es un valor medio, lo más objetivo posible, es decir, aquel precio de venta hipotético que estarían dispuestos a pagar el mayor número de posibles compradores.

La normativa vigente en el momento que se elaboran los informes de tasación utilizados en este estudio, definía el valor de realización o de mercado como el valor que tiene o puede alcanzar en el mercado, el inmueble, supuesto libre de contratos de arrendamiento o de cualquier carga financiera que grave la propiedad, pero considerándose las servidumbres y otras afecciones que lo disminuyan. Este valor se estima como producto del coste de reposición (C) por el coeficiente de mercado (K): $VR = C \cdot K$

2º) Coste de reposición (C).

Se calcula de acuerdo con la fórmula siguiente:

$$C = S + C_c(1 - d)$$

por lo que: $VR = C \cdot K = [S + C_c(1 - d)]K$

siendo:

S: valor de repercusión del suelo urbanizado, expresado en pesetas por m² construido.

C_c: coste de construcción (a nuevo), considerado como el necesario para realizar la edificación, expresado en pesetas por m² construido.

d: coeficiente de depreciación por uso y antigüedad.

Por tanto, el coste de reposición es aquél en el que se incurriría actualmente para "reproducir" la vivienda objeto de tasación. Está constituido por la suma del valor de repercusión del suelo, en el que se debe incluir la parte que corresponda de superestructuras o equipamientos de los que tiene participación el inmueble, más el valor de reposición de la construcción, obtenido como el coste actual que supondría reproducir la construcción objeto de tasación (con materiales actuales de similares características y calidad), afectado por un coeficiente reductor que le deduzca la depreciación que le corresponde en función de la antigüedad de la edificación (depreciación física) y la que procede por su estado de conservación.

3º) Valor de repercusión del suelo (S).

En la normativa no se indica el método de cálculo que debe ser utilizado para estimar el valor del suelo en viviendas terminadas, por lo que es una posibilidad abierta. En el manual de tasación de una de las empresas líderes del sector se indica que "se obtiene dividiendo el valor del solar urbanizado por el total de la superficie edificada sobre él" (...) deduciéndose así "el valor medio ponderado para todo el edificio". Pero, evidentemente, el problema sigue estando ahí: la estimación del valor del solar urbanizado.

La aplicación de la propia normativa sobre valoración del suelo vacante podría aportar soluciones al problema. Así, se considera el valor de tasación como la estimación del precio más probable que un comprador medio estaría dispuesto a pagar por el solar en el mercado libre, habida cuenta de sus circunstancias físicas, urbanísticas, legales o de otro tipo, siéndole exigido el precio de la transacción al contado. Dicho valor de tasación será consecuencia de sus rendimientos edificatorios, es decir, de la repercusión del suelo sobre la potencial edificación que sobre él se asiente, habida cuenta de lo que permita el planeamiento aplicado sobre el inmueble objeto de la tasación. Para el cálculo de dicho valor de tasación, Fernández Pirla²⁸ plantea la utilización de dos métodos: por un lado, el

²⁸ Véase FERNÁNDEZ PIRLA, S. (1985).

método de comparación según el mercado, partiendo de la investigación de los precios que se registran en la zona para solares de similares características (precios testigos); por otro lado, plantea la estimación del valor del suelo a partir de la repercusión de éste sobre el metro cuadrado construido que se considere como habitual en la zona, (también con la utilización de varios testigos), esto es, por el método residual, calculando el valor del suelo sobre la base del rendimiento óptimo que cabe esperar del mismo (en función de las condiciones de uso y volumen permitidas por el planeamiento), menos el coste de las construcciones necesarias para conseguirlo. Por su parte, el citado manual de tasación aconseja que el valor de repercusión del suelo (S) se calcule como un porcentaje del valor de realización (VR), indicando como aclaración que S puede moverse entre el 10% y el 45% de VR, lo cual representa entre un 15% y un 65% de los costes (antes de beneficios); a continuación, se indica que puede considerarse como un intervalo para la media nacional entre el 15% y el 40% de los costes y entre el 10% y el 30% de VR. En esta misma línea se enmarca la propuesta que plantea Roca Cladera²⁹ para el cálculo del valor del suelo en el ámbito de la tasación hipotecaria: el estudio previo del mercado y la aplicación rigurosa del método residual permite, para diferentes precios de venta de los productos inmobiliarios y para diferentes hipótesis de costes de construcción, estimar el valor del suelo. Así, expone los resultados obtenidos en el mercado inmobiliario de las grandes ciudades

²⁹ Véase ROCA CLADERA, J. (1992).

españolas acerca de las funciones del valor de repercusión del suelo, del coste de la construcción y de los gastos y beneficios de promoción, en el precio de venta de las viviendas. En dicho estudio destaca que la repercusión del valor del suelo sobre el valor en venta pasa de representar el 20-25% en las viviendas de valores en venta bajos al 45-50% en las viviendas de precios altos³⁰.

En cualquier caso, una vez más se pone de manifiesto que el valor del suelo es de una extraordinaria importancia y de muy difícil cuantificación, al estar sujeto a la influencia de grandes tensiones especulativas de abundancia o escasez, de uso, e incluso, de índole político-urbanística. Finalmente, en el citado manual de la empresa de tasaciones se incluyen algunas notas básicas sobre el valor del suelo que han de ser tenidas en cuenta por los tasadores:

- a) El valor del suelo ha de quedar suficientemente justificado en relación directa con la calidad del emplazamiento de la vivienda: "a mayor calidad, mayor valor y viceversa".
- b) El valor de repercusión del suelo es diferente para los metros

³⁰ Puede observarse que el intervalo propuesto no coincide con el aconsejado por el manual de la empresa de tasaciones inmobiliarias. Ello es consecuencia de que en el planteamiento de Roca Cladera todo beneficio extraordinario pertenece al suelo, por lo que el coeficiente de mercado (K) ha de recoger exclusivamente gastos y beneficios normales de promoción, y no el plusbeneficio inmobiliario; en cambio, en el manual de la empresa de tasaciones, como se verá más adelante, K crece a medida que lo hace la categoría y, por tanto, el precio de la vivienda, tratando así de recoger los gastos y beneficios normales y los plusbeneficios inmobiliarios.

cuadrados vendibles, dependiendo de su uso final: viviendas, locales comerciales, oficinas, garajes, etc.

c) Generalmente, el valor del suelo no es independiente del valor de la construcción que se levanta sobre él, como ya se ha comentado en este estudio, sino que ha de considerarse el inmueble como un todo, compuesto por suelo y construcción, de ahí que se aconseje la cuantificación del valor del suelo como un porcentaje del valor de realización o de mercado. A medida que éste se vaya depreciando por la antigüedad y el estado de conservación, el valor del suelo seguiría un proceso análogo, hasta que el edificio desaparezca o sea rehabilitado para obtener del inmueble el máximo rendimiento económico, quedando el valor potencial del suelo encerrado en el crecimiento del coeficiente de mercado (K).

4º) Coste de construcción (C_c).

Es el coste actualizado que un contratista cobraría por la realización del metro cuadrado de edificación de la vivienda, es decir, el coste en el que se incurriría actualmente para reproducir a nueva la construcción objeto de tasación. Dicho coste actual de la construcción se estima en función de los costes de ejecución material normales en la zona para edificios de viviendas de similares características (el coste de ejecución material está integrado por los materiales, salarios y beneficio industrial del

constructor).

Para facilitar su cálculo el manual de la empresa de tasaciones indica la conveniencia de subdividir los costes de las diferentes tipologías edificatorias de las diversas zonas geográficas, en función de la categoría o calidad constructiva: por ejemplo, construcciones de tipo sencillo, VPO, media, confortable, lujosa, etc., o cualquier otra que por sus características haya que distinguir especialmente. En general, se considera que la estimación de este coste de construcción no debe representar un importante problema, dado el conocimiento que sobre el mismo debe tener todo profesional. No obstante, la ambigua definición legal del coste de construcción como el necesario para realizar la edificación, plantea el problema acerca de los componentes que deben considerarse como "necesarios para realizar la edificación", pues, en función de que se establezca un criterio más o menos restrictivo, se incluirán menos o más componentes. Si se sigue el mismo criterio establecido por la normativa catastral, el valor actual de la construcción debería incluir no sólo el coste de ejecución material (dentro del cuál debería estar el beneficio de contrata), sino también todos aquellos costes que son sólo achacables a la construcción, como son los honorarios de los profesionales y el importe de las licencias e impuestos que gravan la construcción.

5º) Coeficiente de depreciación (d).

Se trata de un coeficiente por el que hay que multiplicar el coste de construcción actual que supondría reproducir a nueva el tipo de edificación que se pretende valorar, u otro similar al que nos encontramos en la vivienda que se estudia, para con ello obtener el coste de construcción depreciado en función de la antigüedad y el estado de conservación de la misma. Por tanto, el coste de construcción depreciado, obtenido como el producto $C_c(1-d)$ es una cuantificación de la calidad, antigüedad y estado de conservación de la vivienda. El coste de construcción depreciado es el de necesaria consideración para la valoración de la vivienda, pues sumándolo al valor del suelo (S), se obtiene el coste de reposición (C).

El coeficiente de depreciación d viene determinado por el producto de otros dos: el coeficiente de antigüedad (C_a) y el coeficiente de conservación (C_{cons}). Tanto C_a como C_{cons} y, consiguientemente, d , han de estar comprendidos entre cero y uno: $0 \leq (d = C_a \cdot C_{cons}) \leq 1$. En caso contrario, si $d < 0$, se obtendría un coste de construcción depreciado superior al coste de construcción actual del tipo de edificación de que se trate, lo cual indicaría que éste no habría sido calculado correctamente. Si $d > 1$, el coste de construcción depreciado sería negativo, lo que tampoco tiene sentido.

El valor del coeficiente de antigüedad viene cuantificado en la legislación, siendo su aplicación de necesario cumplimiento. En la normativa se establece una cuantificación de la depreciación diferente para viviendas pendientes de primera ocupación, por un lado, y para viviendas antiguas ya ocupadas y de sólida construcción de las que pueda esperarse un vida útil superior a cien años, por otro. Para estas últimas la depreciación que afecta al coste de construcción es la siguiente:

- con cero a cinco años de antigüedad se disminuirá el coste estimado en un 10%;
- con seis a cincuenta años de antigüedad se aplicará una reducción adicional del 1% anual;
- con cincuenta y uno a setenta y cinco años se aplicará una reducción adicional a las anteriores del 0'5% anual;
- con más de setenta y cinco años no se aplicarán nuevas reducciones.

En el caso de viviendas pendientes de primera ocupación la depreciación es la siguiente:

- con cero a cinco años de antigüedad no se procederá a disminución alguna del coste;
- con mayor antigüedad y a partir de los seis años se aplicarán los coeficientes reductores señalados en el caso de las viviendas antiguas y ocupadas.

En casos debidamente razonados, podrá modificarse el coeficiente antes señalado o calcularse la depreciación por otros procedimientos. Puede observarse como el procedimiento actual opta por la depreciación progresivamente decreciente, basado en la hipótesis de que al inicio de su vida las construcciones se deprecian más rápidamente que en fases posteriores.

El coeficiente de conservación es estimado por parte del tasador en función del estado en que se encuentre la vivienda, dependiendo de las obras de mejora, reformas o rehabilitación que se hayan ido realizando en el transcurso del tiempo. En relación con las mejoras, la normativa específica que sólo se tendrán en cuenta si suponen una revalorización apreciable para cualquier posible comprador, y no cuando respondan solamente a la satisfacción de una necesidad particular de su actual propietario.

6º) Coeficiente de mercado (K).

Se define como la relación por cociente existente entre el precio de venta actual y normal estimado para viviendas de características similares a la que es objeto de tasación y el coste de reposición calculado (C). Para su determinación se analizará la información estadística de los precios

reales homogeneizados por metro cuadrado que se dan en la zona³¹. Para homogeneizar los precios obtenidos en la información de mercado se tendrán en cuenta las siguientes circunstancias: tipo de superficie a que se refiere la información (con o sin elementos comunes); diferencia entre los precios de ofertas y los precios reales de transacciones de compraventa; tipo de vivienda y cuantas circunstancias se considere que tienen influencia decisiva sobre el valor de las viviendas.

El manual de la empresa de tasaciones señala algunas cuestiones que deben tenerse en cuenta para el cálculo del coeficiente de mercado:

1ª) El coeficiente de mercado no es un medio para llegar al valor de realización de mercado sino una consecuencia, ya que se obtiene como cociente de dos magnitudes conocidas o deducidas, ya sea por procedimientos analíticos y de investigación de mercado u otros que haya sido preciso seguir.

2ª) El coeficiente de mercado engloba en su interior los gastos y beneficios de promoción. Los denominados gastos de promoción son los de índole financiera y fiscal, de administración y dirección, de publicidad y venta, así como los diversos gastos profesionales y jurídicos que son

³¹ En la normativa anterior a la actual de 1989 se especifica que para la determinación del valor de realización se procederá a un muestreo, en la zona, sobre no menos de tres viviendas de características similares.

necesarios en el proceso de promoción. En cuanto al beneficio del promotor, ya hemos comentado el grado de variabilidad de éste, no sólo de uno a otro, sino también de una a otra promoción. Por otro lado, es necesario hacer notar que en el caso de que se haya optado por la fórmula restrictiva en los componentes del coste de construcción (C_c), que era la aconsejada por el manual de la empresa de tasaciones, y que excluía los costes achacables a la construcción que no fueran propiamente el coste de ejecución por contrata (fundamentalmente honorarios profesionales e impuestos que gravan la actividad industrial de la construcción), el coeficiente de mercado también incluiría dichos costes.

3^a) Los porcentajes de gastos atribuibles al desarrollo inmobiliario son bastante similares de una a otra empresa, salvo el apartado de gastos generales, que depende de sus estructuras y eficiencia en la gestión. De ahí que la cuantificación del coeficiente de mercado por debajo de los valores considerados como normales, y que más adelante se detallan, implica la contemplación, dentro de sus componentes, de la existencia de pérdidas por parte del vendedor³², o de menor cuantía de beneficios de la que normalmente se habría estimado para el tipo de vivienda de que se trate. Concretamente, se aconseja que el coeficiente de mercado para viviendas nuevas de distintas categorías se cuantifique con valores pertenecientes a

³² En una abstracción, y dentro del mercado secundario, a cualquier propietario de vivienda que la venda, pueden asignársele unos beneficios en la operación.

los siguientes intervalos³³:

<u>TIPO DE VIVIENDA</u>	<u>INTERVALO DE K</u>
ECONÓMICA-SENCILLA	1'30-1'35
VPO-MEDIA BAJA	1'35-1'45
MEDIA-MEDIA BAJA	1'40-1'55
MEDIA ALTA-CONFORTABLE BAJA	1'50-1'70
CONFORTABLE-CONFORTABLE ALTA	1'60-1'85
LUJOSA	1'70-1'88

En el mercado secundario, los anteriores valores de K se incrementan con la antigüedad, con el fin de poder mantener el futuro valor potencial del suelo cuando quede libre de la carga que para éste supone la existencia de un edificio no acorde con su actual posibilidad de rendimiento económico. La anterior afirmación puede comprobarse si se tiene en cuenta que el valor de K se calcula por medio de un cociente en el cual el denominador va decreciendo, como consecuencia de la depreciación que sufren las viviendas a lo largo de su vida útil.

El análisis de la técnica de valoración de las tasaciones hipotecarias pone de manifiesto que toda la valoración de una vivienda comprende el estudio de tres apartados, distintos pero íntimamente relacionados:

³³ En la normativa anterior se establecía que el valor máximo del coeficiente de mercado sería 1'4, cuando se diera la coincidencia de una oferta baja en el entorno y una demanda alta. En el caso de que el mercado estuviera invertido, es decir, con una oferta alta y una demanda baja el coeficiente podría ser inferior a la unidad. En definitiva, la calidad del mercado en el que se enclava la vivienda, los niveles de oferta y demanda, expectativas económicas, etc., han de justificar el valor del coeficiente de mercado.

- a) Localidad del emplazamiento, que debe justificar suficientemente el valor del suelo (S) en donde se levanta el inmueble.
- b) La calidad y estado de la construcción, que debe justificar el valor de la construcción: $C_c(1 - d)$.
- c) La calidad del mercado (o seguimiento del mercado) en el que se enclava, que debe justificar el valor del coeficiente de mercado (K).

Por todo ello, la calidad del trabajo del tasador no descansa exclusivamente en el mayor o menor acierto de los valores de tasación estimados, sino también en la justificación racional de éstos tras el análisis de todos aquellos elementos en los que se ha basado para llegar a determinar dichos valores.

2.3.4. Críticas a la técnica de valoración hipotecaria³⁴.

El proceso de valoración hipotecaria tiene como objetivo la estimación del valor de mercado de la vivienda por medio de la comparación de compraventas llevadas a cabo en el mercado. Se trata, por tanto, de una aplicación "particular" del método de comparación según el mercado, consistente en la estimación del valor de mercado y su posterior descomposición como el producto del coste de reposición por el coeficiente de mercado. Consecuentemente, se va a plantear el problema inherente a

³⁴ Una muy acertada reflexión crítica se recoge en el citado artículo de ROCA CLADERA, J. (1992).

este método: el pasar de un conjunto de precios reales (muestrales), concretos, a un precio más probable, a lo general, que es el valor de mercado, conlleva la aparición de una cierta dosis de incertidumbre, sobre todo en las fases de selección de inmuebles comparables y de realización de correcciones en el precio, atendiendo a sus diferencias con la vivienda objeto de valoración. Lo criticable es que se haya pretendido disipar esta incertidumbre, que, por lo demás, no menoscaba el rigor científico del método y que es consustancial a otras muchas ciencias, creando el coeficiente K. Éste no es justificado teóricamente por la normativa en modo alguno, sino que es un coeficiente comodín que se encaja a posteriori, una vez que ya se conoce lo que presumiblemente debería ser el objetivo final del proceso de estimación: el valor de mercado. Se pretende, por tanto, justificar con el K el valor de mercado recogido en el informe de tasación, que ha sido determinado previamente por medios ajenos a los desarrollados por la legislación.

La segunda crítica también se refiere a la utilización del coeficiente de mercado, en este caso al planteamiento según el cual se debería asignar un valor mayor en los submercados cualificados que en los más deprimidos, en razón de la previsible mayor cuantía de beneficios del promotor. En este mismo sentido se justifica la utilización del coeficiente N de la normativa de valoración catastral, con el fin de "ajustar los resultados obtenidos por la aplicación de las normas precedentes (suma del

valor del suelo y el coste depreciado de la construcción) a la realidad del mercado inmobiliario (...) ³⁵". De ahí que este coeficiente catastral se considere como un sucedáneo del coeficiente de mercado de la normativa hipotecaria. Esta utilización del coeficiente de mercado para absorber las ganancias extraordinarias choca con la teoría según la cual el valor de la localización es el valor real del suelo que el promotor repercute al comprador de la vivienda, coincidente con el precio máximo que está dispuesto a pagar al propietario del suelo, pero no necesariamente igual al que realmente le paga. Esta apropiación de una parte del valor del suelo se lleva a cabo en la forma de plusbeneficio inmobiliario, por encima del que normalmente se consigue en los sectores productivos industriales; pero, dado que se debe única y exclusivamente al factor suelo, a la localización, es el valor del suelo el que debe absorber ese beneficio excepcional que se genera en los distintos submercados, y no debe ser absorbido por el beneficio empresarial a través de la variación del coeficiente de mercado.

La anterior afirmación de que todo beneficio extraordinario pertenece al suelo lleva aparejada la propuesta de que el coeficiente K recoja exclusivamente los gastos y beneficios normales de promoción (siendo igual a 1'4 en la valoración catastral y a 1'38 en la propuesta de Roca Cladera, expuesta en la nota a pie de página número 5), utilizando el

³⁵ Véase CGCCT (Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria) (1990, g), pág. 90 y sigs.

método residual para la valoración del suelo, que así absorbería en su interior dicho plusbeneficio.

Finalmente, es necesario hacer notar que el cálculo del coste de reposición como la suma del valor del suelo y el coste de la construcción depreciado, como indica la normativa hipotecaria, plantea la problemática que aqueja a la metodología aditiva: cuando surgen depreciaciones que afectan a la totalidad del inmueble (depreciación funcional o económica) es imposible separar su efecto sobre cada uno de los dos componentes (suelo y construcción), debido a la compleja interrelación entre ambos. Al romperse la base del método aditivo, según la cual ambos componentes se pueden calcular independientemente, ya no es fiable la descomposición en sus dos sumandos, pero, en cambio, aún puede calcularse el valor de realización o de mercado por medio de la aplicación del método de comparación según el mercado.

Como ya se comentó en el epígrafe 2.2.3.3., la magnitud que va a ser utilizada para realizar sobre ella el proceso de inferencia espacial y que, posteriormente, va a ser comparada con la obtenida mediante la normativa catastral ($CTREP = S \cdot 1'4$, donde S está afectado por todos los coeficientes conjuntos, entre ellos N) y con la obtenida en el capítulo IX mediante el método del KRI (KRIVLOC), es el valor de repercusión del suelo de las tasaciones multiplicado por su correspondiente coeficiente de

mercado ($TREP = S \cdot K$). Así, esta magnitud recoge los gastos y beneficios de promoción considerados como normales y también el plusbeneficio inmobiliario, que debe ser atribuido al suelo (esta parte del beneficio sería equiparable, al menos teóricamente, a la aportada por el coeficiente catastral N). De esta forma, se evita la realización de hipótesis simplificadoras sobre la proporción de K que puede ser considerada como beneficio normal y la proporción que es plusbeneficio inmobiliario. Ello no es obstáculo para que, después de haber realizado el proceso de inferencia espacial al conjunto de la ciudad, se pueden formular hipótesis en las que se den distintos valores a K con el fin de aislar el valor de S .

Una segunda razón para utilizar $TREP = S \cdot K$ como magnitud comparable con las obtenidas por las otras dos metodologías es la forma habitual de calcular S , como un porcentaje del valor de realización. Téngase en cuenta que, en tal caso, la disminución del valor de la vivienda por el transcurso del tiempo lleva aparejada la disminución paralela de S y el incremento paralelo de K , que es la forma de mantener el futuro valor potencial del suelo que correspondería a una edificación realizada de acuerdo con el máximo rendimiento económico que es posible obtener de la localización (el mejor y más intensivo uso posible del suelo). Dicho valor potencial del suelo es el verdadero valor de la localización urbana: el que un promotor podría llegar a repercutir al usuario en el precio de la vivienda.

3. PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA ESTIMACIÓN ESPACIAL DEL VALOR DEL SUELO CATASTRAL Y DEL VALOR DEL SUELO DE LAS TASACIONES HIPOTECARIAS.

En el epígrafe anterior se han expuesto las metodologías catastral y de las tasaciones hipotecarias, encaminadas a la obtención del valor de repercusión del suelo urbano de la vivienda. En este apartado se van a exponer los conceptos fundamentales de la metodología del KRI, adaptado en esta ocasión a la estimación del valor de repercusión del suelo por los métodos catastral y de las tasaciones hipotecarias. El desarrollo teórico pormenorizado de esta modalidad del Krigeaje fue abordado en el capítulo II, y dos de sus aplicaciones en los capítulos VI y IX. Por ello, sólo se van a recoger ahora las adaptaciones *ad hoc* de los elementos esenciales del método, remitiéndonos a la consulta de los capítulos anteriores para mayores detalles.

Llamemos $S(x)$ a la función aleatoria que representa el valor de repercusión del suelo (catastral o de las tasaciones) en la localización x , siendo x el vector de coordenadas cartesianas (x, y) que determinan la localización espacial de la vivienda. En las aplicaciones que ahora vamos a exponer se utilizarán los valores del suelo transformados mediante logaritmos neperianos ($\ln S(x)$), de tal forma que se asegura la obtención de estimaciones del valor del suelo positivas, como se impone en los

métodos de valoración catastral y de las tasaciones.

El planteamiento del método del KRI parte del siguiente modelo:

$$\ln S = Z = Fb + u \quad \text{Ec. (1)}$$

o lo que es equivalente:

$$S = e^Z = e^{Fb+u} = e^{Fb} e^u \quad \text{Ec. (2)}$$

La expresión del estimador de KRI del logaritmo del valor del suelo sería:

$$\ln S_k(x_0) = Z_k(x_0) = F_0' \hat{b} + u_k(x_0) \quad \text{Ec. (3)}$$

y la del estimador de KRI del valor del suelo, esta otra:

$$S_k(x_0) = e^{Z_k(x_0)} = e^{F_0' \hat{b} + u_k(x_0)} = e^{F_0' \hat{b}} e^{u_k(x_0)} \quad \text{Ec. (4)}$$

La estimación de $u_k(x_0)$ se realiza mediante el estimador de Krigeaje:

$$u_k(x_0) = \sum_{i=1}^{n_k} \lambda_i \hat{u}(x_i) \quad \text{Ec. (5)}$$

donde aparecen los elementos ya conocidos.

Lo comentado en el capítulo II (epígrafe 3.4., ecuación 46) acerca del error de estimación por Krigeaje sigue siendo válido para esta aplicación, si bien, adaptado al caso particular que nos ocupa. Así, el error cometido al estimar por Krigeaje el logaritmo del valor de repercusión del suelo en el punto x_0 , que sería en este caso el denominado error de

estimación por Krigeaje, coincide con el que se incurre al estimar por Krigeaje el residuo MCG en dicho punto x_0 :

$$\begin{aligned} ER_k(x_0) &= \ln S_k(x_0) - \ln S(x_0) = Z_k(x_0) - Z(x_0) = \\ &= F_0' \hat{b} + u_k(x_0) - F_0' \hat{b} - \hat{u}(x_0) = u_k(x_0) - \hat{u}(x_0) \end{aligned} \quad \text{Ec. (6)}$$

$$e^{ER_k(x_0)} = \frac{S_k(x_0)}{S(x_0)} = \frac{e^{u_k(x_0)}}{e^{\hat{u}(x_0)}} \quad \text{Ec. (7)}$$

En la última expresión se observa que el antilogaritmo del error de estimación por Krigeaje es el cociente entre el valor de repercusión del suelo estimado por Krigeaje y el valor de repercusión del suelo (obtenido por la metodología catastral o de las tasaciones) en el punto x_0 , que coincide con el cociente de los antilogaritmos del residuo estimado por Krigeaje y del residuo MCG. Evidentemente, cuanto más se acerque a cero

el valor de $ER_k(x_0)$, más se acercará a uno el valor de $e^{ER_k(x_0)}$, y

estaremos ante una estimación más precisa. Cuando se produce una sobreestimación del valor de repercusión del suelo, $ER_k(x_0) > 0$ y

$e^{ER_k(x_0)} > 1$; mientras que en caso de subestimación $ER_k(x_0) < 0$ y

$e^{ER_k(x_0)} < 1$.

4. APLICACIÓN.³⁶

4.1. Información disponible.

La aplicación se ha realizado sobre dos muestras diferentes de viviendas, localizadas irregularmente sobre el plano de la ciudad. Los resultados obtenidos de ambos estudios se van a ir exponiendo paralelamente. En primer lugar, se cuenta con la muestra de 298 viviendas que ha sido la fuente de información a lo largo de los capítulos anteriores. Para cada una de ellas se ha obtenido el valor de repercusión del suelo catastral, que en nuestro caso, como ya se ha comentado en el epígrafe 2.2.3.3., incluye el valor de repercusión del suelo obtenido de la Ponencia de Valores, afectado por los coeficientes que le corresponden, y, finalmente, incrementado por el producto de 1'4. La valoración catastral se ha llevado a cabo conforme a la *Ponencia de Valores del Término Municipal de Granada*, de 1990, de acuerdo con la O.M. del 28 de diciembre de 1989. En la Figura 1 se ha representado el valor de repercusión del suelo catastral para las 298 viviendas, con un símbolo cuyo tamaño es proporcional al valor.

³⁶ A lo largo este epígrafe se citan lugares de la ciudad de Granada que pueden ser localizados en los planos que se recogen al final del capítulo V; concretamente, las principales calles y lugares de referencia en la Figura 5 y los sectores administrativos en la Figura 6. Por otro lado, los planos de los barrios obtenidos por Krigeaje de bloques se recogen en la Figura 25 (bloques de 200 m) y en la Figura 26 (bloques de 400 m) del capítulo VI.

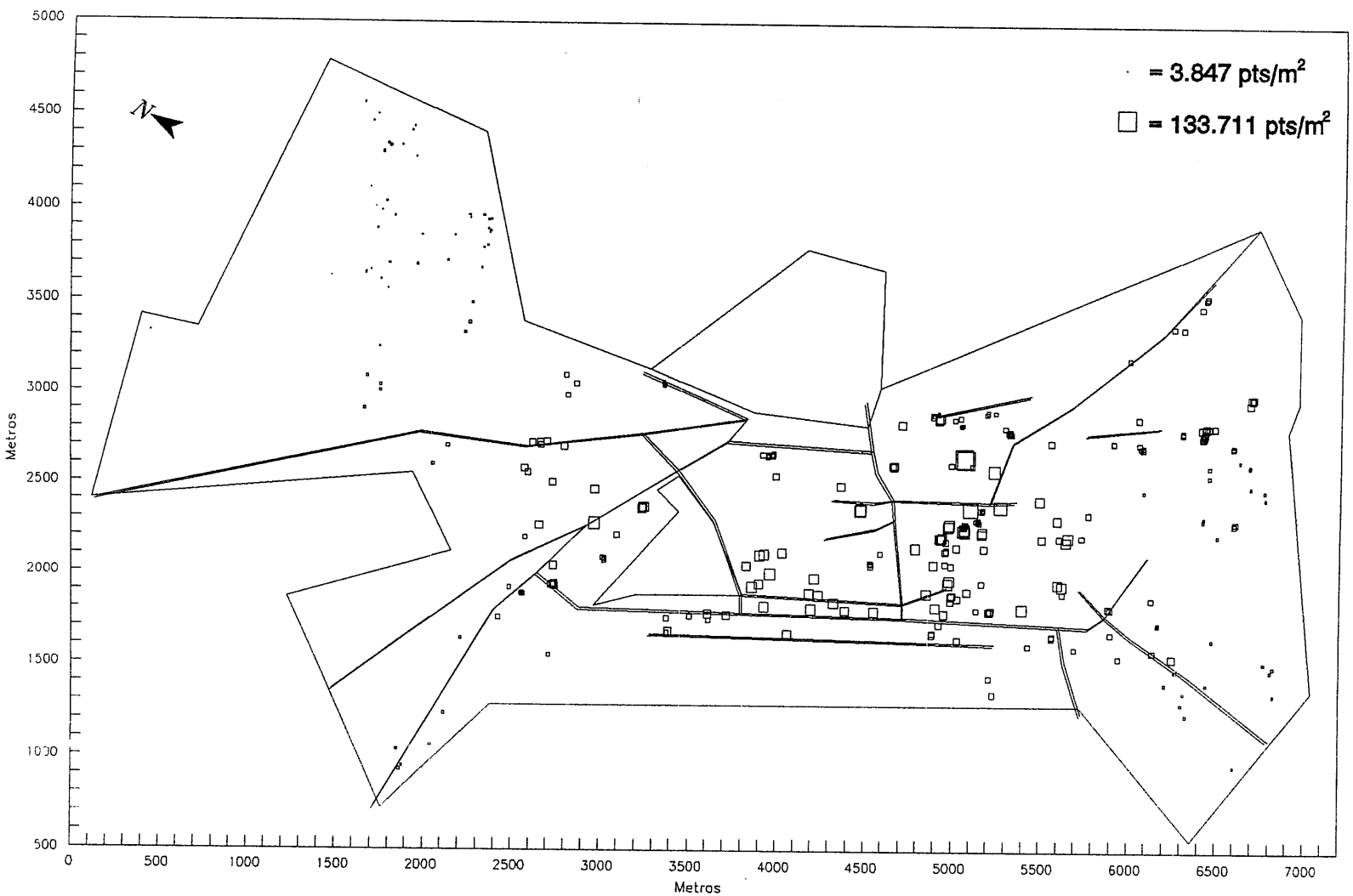


Figura 1. Valor de repercusión del suelo catastral, en las 298 viviendas que componen la muestra.

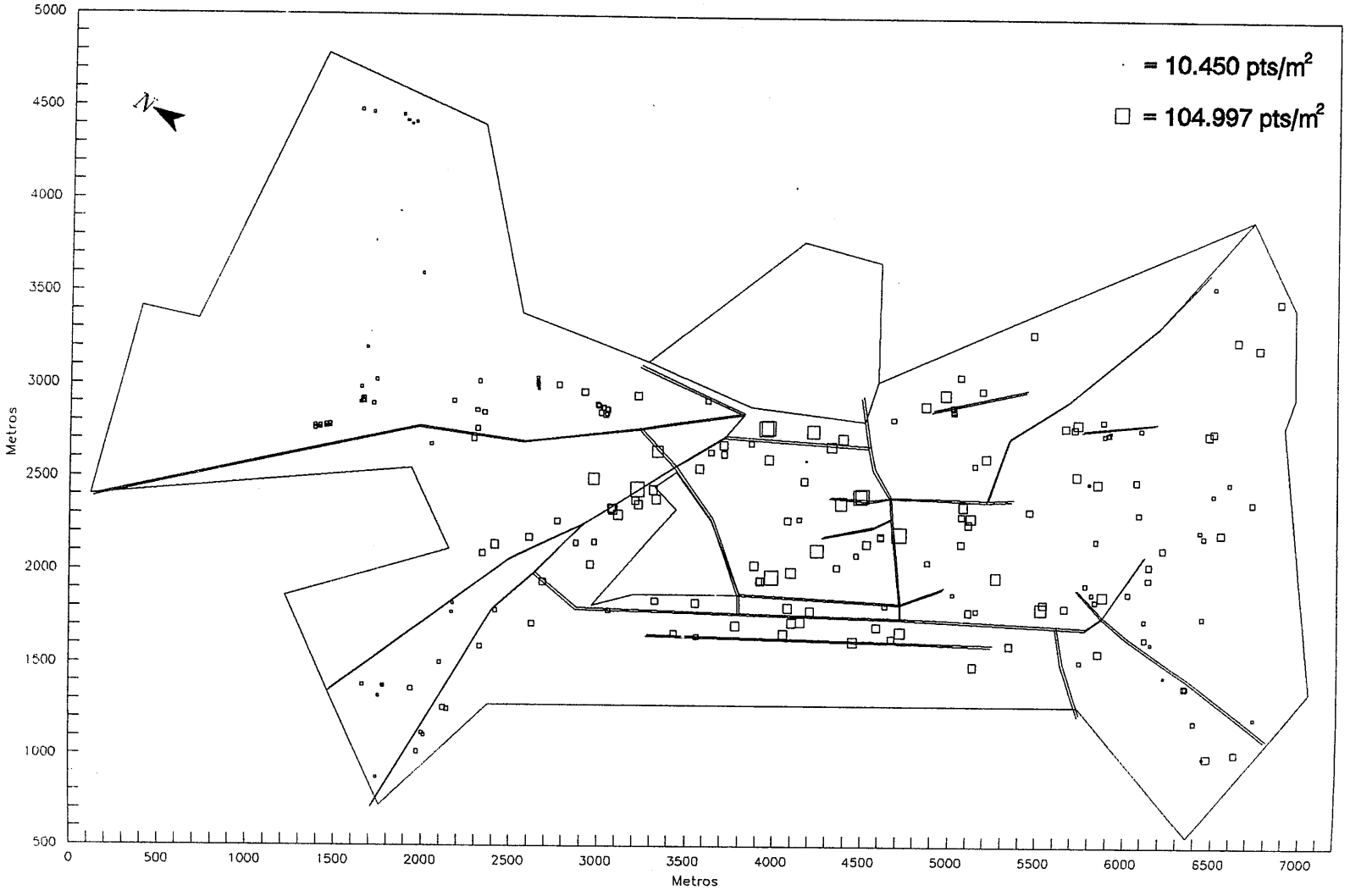


Figura 2. Valor de repercusión del suelo de las tasaciones, en las 215 viviendas que componen la muestra.

La segunda muestra se compone de 215 viviendas, de las cuales se tienen los informes elaborados por los tasadores inmobiliarios para diferentes entidades crediticias. Para cada una de las viviendas se ha calculado el valor de repercusión del solar, afectado por su coeficiente de mercado, como se ha explicado en el epígrafe 2.3.4. Las tasaciones hipotecarias de esta muestra de viviendas se hicieron durante el período 90-92, de acuerdo con la O.M. del 28 de julio de 1989 sobre valoración de bienes inmuebles. Ha sido necesario recurrir a un período de tres años con el fin de contar con una muestra suficiente de viviendas tasadas. El período elegido tiene como año central el 1991, de tal forma que coincide con el año en que se toma la muestra de 298 viviendas a la que se ha hecho referencia en el párrafo anterior, y con el que hubiera sido el primer año en el que se aplicaría la Ponencia de Valores de 1990, si ésta no se hubiera derogado. Las 215 tasaciones han sido actualizadas al mes de abril de 1991, fecha en que se toma la muestra de 298 viviendas, de acuerdo con el índice de precios de la vivienda en propiedad, componente del IPC. De esta forma se mejora la comparabilidad entre los valores del suelo obtenidos por las tres vías (valor de la localización a partir del precio, valor de repercusión del suelo catastral y valor de repercusión del suelo de las tasaciones). En la Figura 2 se ha representado el valor de repercusión del suelo estimado por los tasadores para las 215 viviendas, con un símbolo cuyo tamaño es proporcional al valor y comparable con el de la Figura 1.

En la Tabla 1 se recogen las estadísticas básicas de sendas muestras de viviendas. Para la realización del estudio se ha transformado el valor de repercusión del suelo catastral y el valor de repercusión del suelo de las tasaciones mediante logaritmos neperianos, variables que denominaremos LCT y LT, respectivamente. Como ya se ha comentado, esta transformación asegura que las estimaciones sean positivas.

	VALOR DE REPERCUSIÓN DEL SUELO CATASTRAL (CTREP) (298 VIVIENDAS)	VALOR DE REPERCUSIÓN DEL SUELO DE LAS TASACIONES (TREP) (215 VIVIENDAS)	LOGARITMO DEL VALOR DE REPERCUSIÓN DEL SUELO CATASTRAL (LCT) (298 VIVIENDAS)	LOGARITMO DEL VALOR DE REPERCUSIÓN DEL SUELO DE LAS TASACIONES (LT) (215 VIVIENDAS)
MÍNIMO	3'847	10'450	1'347	2'347
1 ^{er} CUARTIL	18'603	27'125	2'923	3'300
MEDIANA	35'092	39'196	3'558	3'669
3 ^{er} CUARTIL	48'833	54'456	3'888	3'997
MÁXIMO	133'711	104'997	4'896	4'654
RANGO	129'864	94'547	3'548	2'307
RANGO INTERC.	30'230	27'331	0'965	0'697
MEDIA	37'826	43'602	3'444	3'680
MODA	46'192	27'125	3'833	3'300
DESV. TÍPICA	21'417	19'507	0'669	0'440
COEF. VAR.	56'620	44'740	19'434	11'950

Tabla 1

En la Tabla 1 se observa que los cuartiles y la media del valor de repercusión del suelo de las tasaciones son superiores a los catastrales; por otro lado, existe una mayor dispersión en el valor de repercusión del suelo catastral, como pone de manifiesto su mayor coeficiente de variación. Evidentemente, los mismos comentarios pueden hacerse respecto de los correspondientes transformados logarítmicos.

4.2. Detección y tipología de la deriva espacial del valor del suelo.

Es frecuente que los datos referidos al precio de la vivienda o al valor del suelo presenten algún tipo de tendencia espacial o deriva. Esta presencia de deriva viene caracterizada por la forma de variación de los datos a gran escala espacial, como consecuencia de lo cual no puede aceptarse la estacionariedad espacial en media de la variable analizada. Para detectar si existe deriva espacial en los valores de repercusión del suelo catastrales y de las tasaciones (o, más concretamente, en sus logaritmos, LCT y LT), puede ser muy ilustrativa la secuencia de gráficas que ya ha sido utilizada en capítulos precedentes (concretamente, en los capítulos VI y IX). Así, en la Figura 3 se recogen las tres visiones de LCT y en la Figura 4 las de LT. Las formas campaniformes que revelan las perspectivas desde el eje X y desde el eje Y, permiten pensar en la existencia de deriva cuadrática, tanto en LCT como en LT.

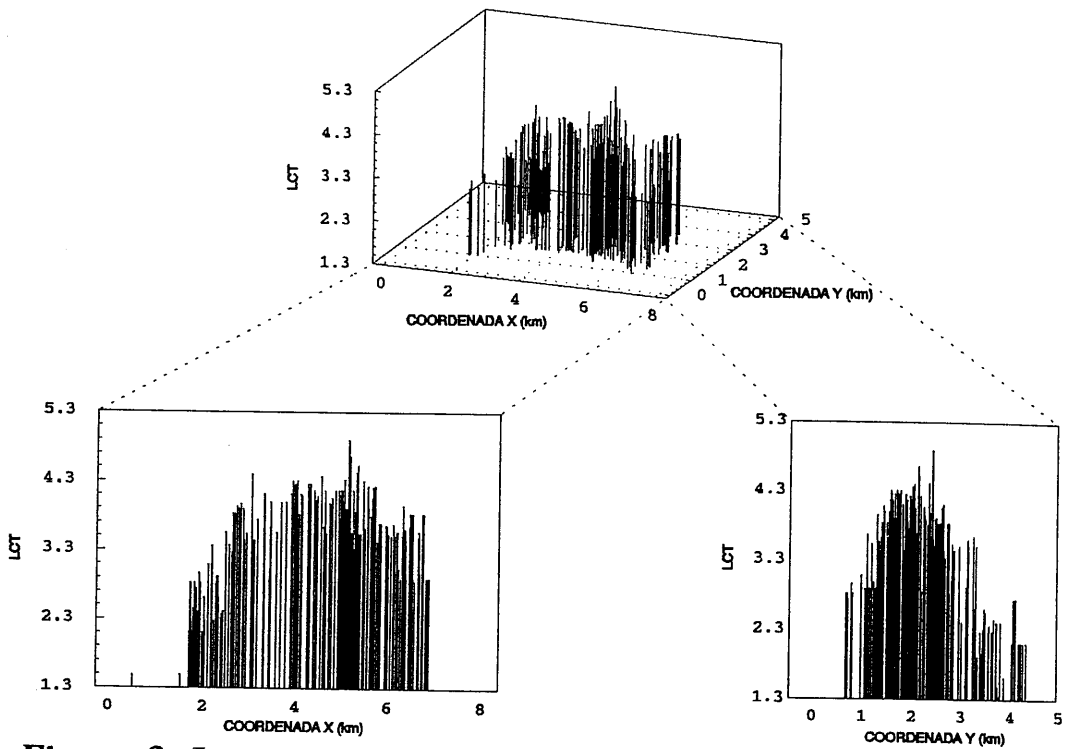


Figura 3. Logaritmo del valor de repercusión del suelo catastral.

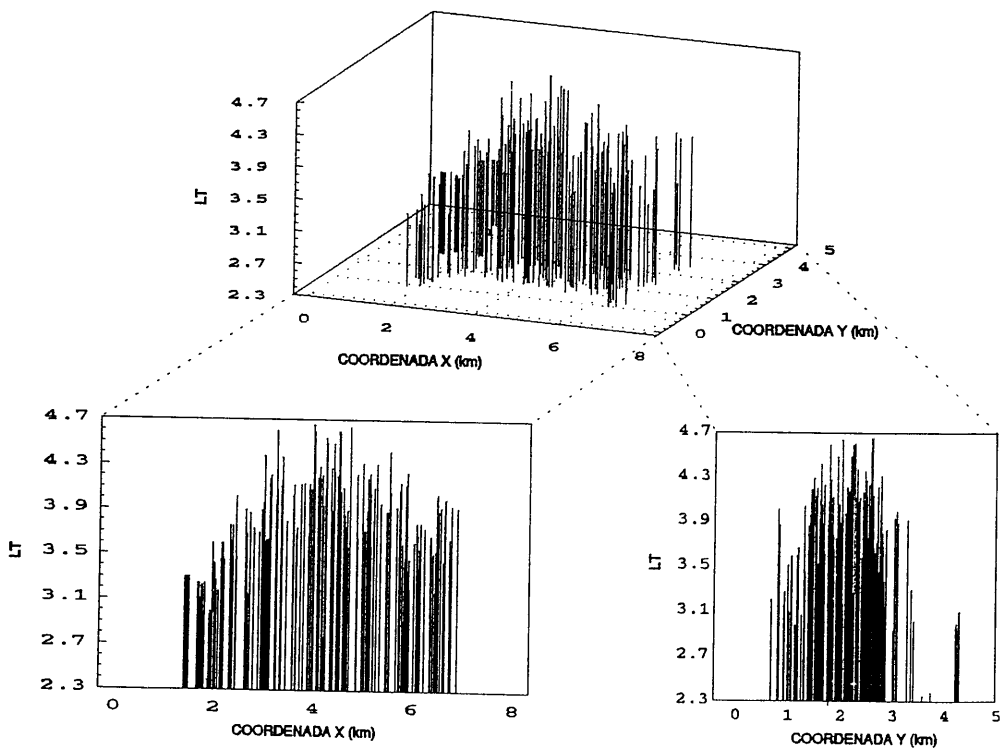


Figura 4. Logaritmo del valor de repercusión del suelo de las tasaciones.

Al igual que en los capítulos VI y IX, el análisis del comportamiento de las medias y medianas, por columnas y por filas, puede clarificar más la presencia y el tipo de deriva. Para ello se han obtenido las medias y medianas de LCT y LT dentro de unas bandas de 300 metros, trazadas desde X (columnas) y desde Y (filas). La representación gráfica de las medias y las medianas de LCT y LT puede observarse en las Figuras 5 y 6, respectivamente. La tendencia general de LCT y LT, ya sea por filas como por columnas, es la de una primera fase de crecimiento, hasta alcanzar una o varias cimas, seguida de una fase posterior de descenso. Esta tendencia a gran escala reafirma la primera impresión de deriva cuadrática en los datos del valor del suelo.

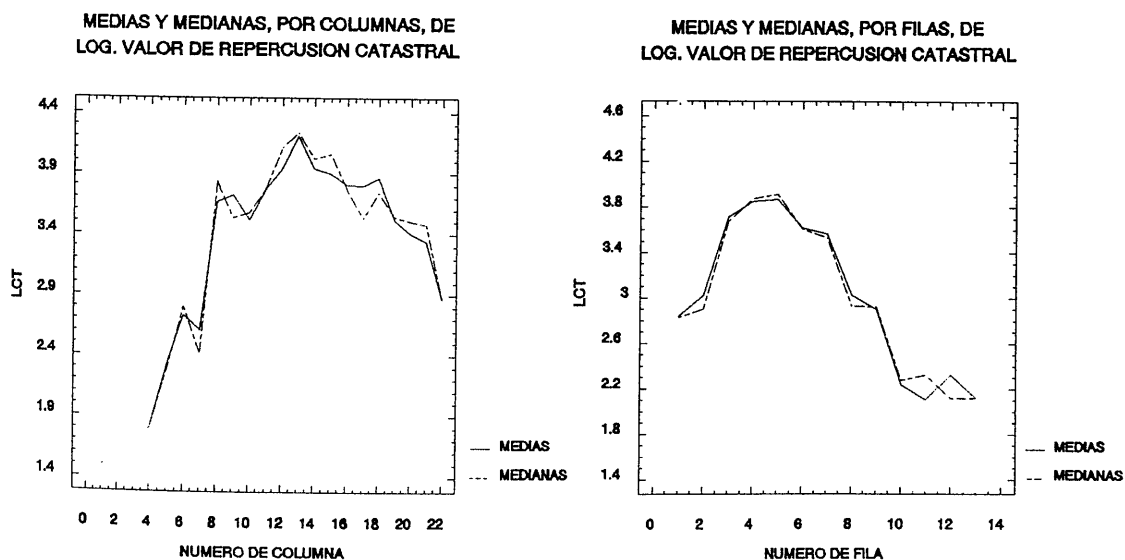


Figura 5. Medias y medianas del logaritmo del valor de repercusión del suelo catastral (LCT).

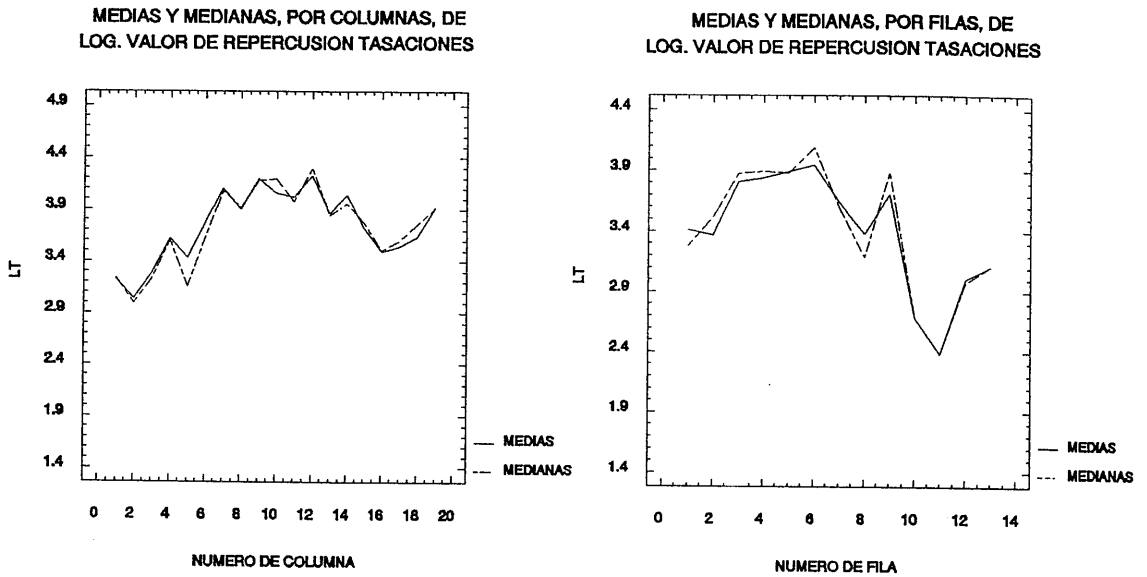


Figura 6. Medias y medianas del logaritmo del valor de repercusión del suelo de las tasaciones (LT).

También mediante el cálculo y la representación gráfica del variograma experimental medio puede ser detectada la presencia de deriva y de autocorrelación espacial. Los valores del variograma experimental medio de LCT y de LT se recogen en la cuarta columna de las Tablas 2 y 3, respectivamente, y sus correspondientes representaciones gráficas en las Figuras 7 y 8.

NÚMERO DE PASO	h DISTANCIA	NÚMERO DE PAREJAS	VARIOGRAMA DE LCT	VARIOGRAMA DE LOS RESIDUOS MCO DE LCT	VARIOGRAMA DE LOS RESIDUOS MCG DE LCT
1	49	453	0'0718	0'0709	0'0707
2	206	1328	0'1232	0'1177	0'1173
3	403	1879	0'1348	0'1301	0'1301
4	607	2716	0'1456	0'1357	0'1381
5	793	2350	0'1554	0'1382	0'1396
6	1003	2551	0'1770	0'1267	0'1292
7	1200	2845	0'2201	0'1327	0'1363
8	1399	2926	0'2790	0'1441	0'1484
9	1598	2553	0'3094	0'1343	0'1376
10	1799	2304	0'3585	0'1326	0'1369
11	1995	2259	0'4132	0'1163	0'1196
12	2202	1525	0'4007	0'1263	0'1262
13	2405	2059	0'4073	0'1296	0'1348
14	2597	1777	0'5233	0'1247	0'1238
15	2795	1384	0'5959	0'1129	0'1124

Tabla 2

NÚMERO DE PASO	h DISTANCIA	NÚMERO DE PAREJAS	VARIOGRAMA DE LT	VARIOGRAMA DE LOS RESIDUOS MCO DE LT	VARIOGRAMA DE LOS RESIDUOS MCG DE LT
1	43	222	0'0259	0'0261	0'0261
2	218	489	0'0925	0'0909	0'0909
3	396	799	0'1132	0'1070	0'1075
4	607	1061	0'1089	0'0990	0'0999
5	801	1340	0'1281	0'1114	0'1126
6	998	1419	0'1421	0'1166	0'1182
7	1205	1445	0'1302	0'1063	0'1089
8	1399	1474	0'1462	0'953	0'0982
9	1598	1623	0'1809	0'0948	0'0961
10	1799	1358	0'2058	0'1104	0'1113
11	1996	1333	0'2283	0'1067	0'1063
12	2194	1020	0'2364	0'0997	0'0979
13	2398	1011	0'2824	0'1020	0'1003
14	2596	1019	0'3034	0'1099	0'1084
15	2800	965	0'2866	0'1079	0'1096

Tabla 3

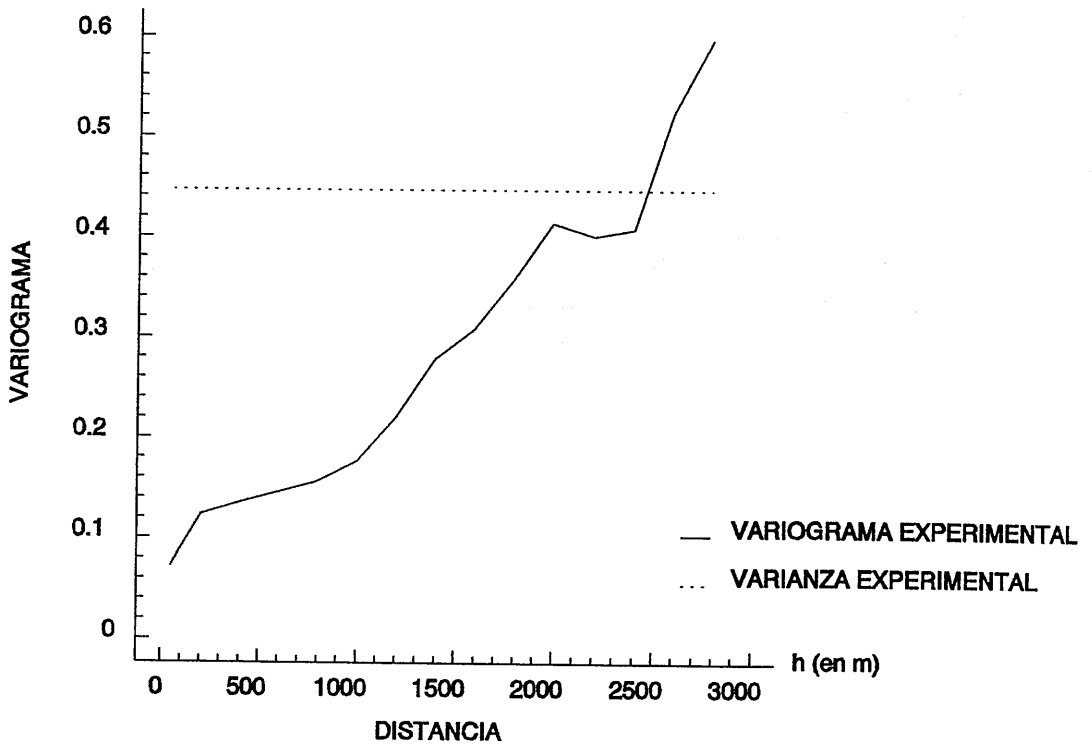


Figura 7. Variograma del logaritmo del valor de repercusión del suelo catastral (LCT).

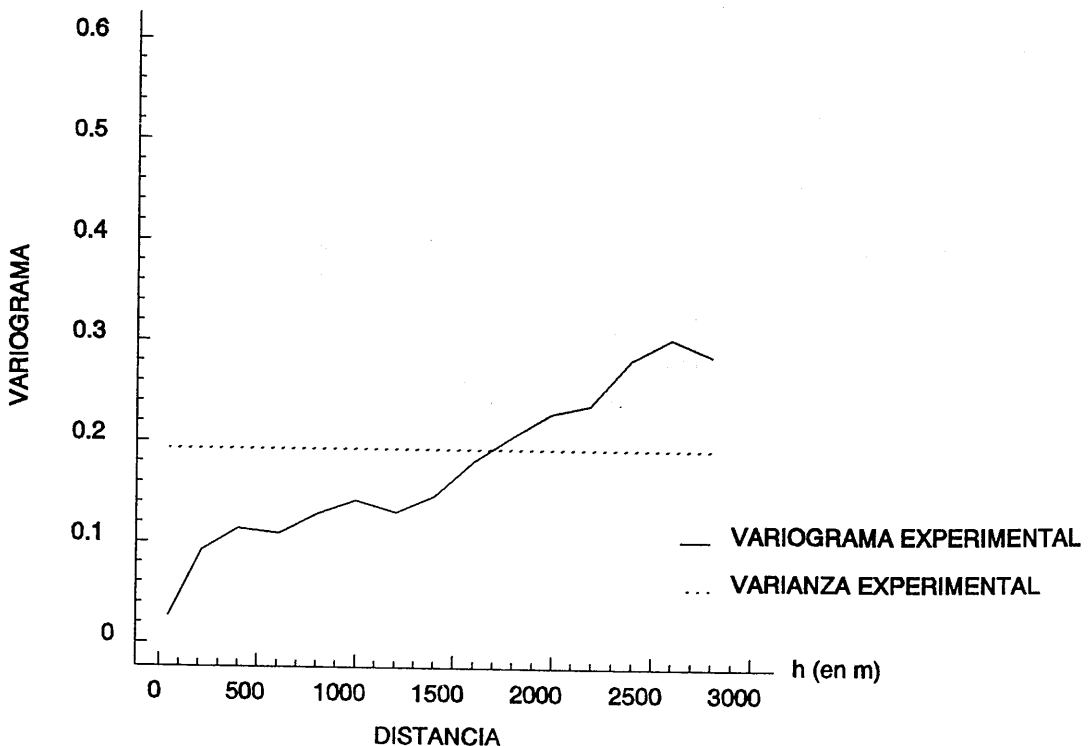


Figura 8. Variograma del logaritmo del valor de repercusión del suelo de las tasaciones (LT).

El aumento del variograma refleja el mayor grado de correlación entre los valores del suelo de las viviendas próximas, correlación que disminuye a medida que las viviendas se encuentran más distantes. Este efecto se aprecia en ambos variogramas. El segundo rasgo que puede destacarse en los dos variogramas es la existencia clara de deriva, como lo refleja el hecho de que el variograma muestre un crecimiento continuado, superando nítidamente la varianza experimental, que en el caso de LCT es igual a 0'4464 y en el de LT es igual a 0'1925.

El tipo de deriva espacial ha sido estimado, en principio, por mínimos cuadrados ordinarios (MCO) mediante un modelo de regresión polinómica de segundo grado, tratando así de conseguir un mejor ajuste a la deriva cuadrática que se ha puesto de manifiesto. Tras la realización de todas las regresiones posibles (es decir, las 31 posibles combinaciones de variables), y aplicando el criterio de la Cp de Mallows, los dos modelos seleccionados como "mejores modelos" han resultado ser aquéllos en los que se elimina la coordenada Y, tanto para LCT como para LT. Por tanto, la combinación de variables explicativas de LCT es la misma que la obtenida para LT y los signos también son coincidentes. Concretamente, para LCT el modelo de regresión polinómica de segundo grado seleccionado se recoge en la Tabla 4:

	COEFICIENTE DE REGRESIÓN	t_{exp}	PROBABILIDAD 2 COLAS
CONSTANTE	1'773777	7'3676	0'0000
x	0'000993	8'9741	0'0000
x^2	-1'37599510 ⁻⁷	-12'6368	0'0000
y^2	-1'05211610 ⁻⁷	-9'6379	0'0000
xy	9'98775510 ⁻⁸	7'0529	0'0000
VAR. DEP. = LCT n = 298 R ² = 0'7107 R ² _{aj} = 0'7067			

Tabla 4

En el modelo de regresión todas las variables son significativas con un nivel de confianza superior al 99'99%. Llama particularmente la atención el alto grado de ajuste conseguido con el polinomio de deriva, lo cual es indicativo de que en las valoraciones catastrales del suelo la tendencia espacial a gran escala tiene un fuerte peso y la variabilidad del valor del suelo a pequeña escala espacial, motivada por factores microlocalizativos, debe jugar un papel menos relevante. Por tanto, en las valoraciones catastrales se detecta una cierta prevalencia de un patrón general explicativo de la formación de los valores urbanos, que probablemente sea una consecuencia de la necesidad que tiene el CGCCT de realizar valoraciones masivas y del propio método de valoración catastral. No obstante, a pesar de esa fuerte tendencia general que subyace en las valoraciones catastrales, aún queda margen para que dicha tendencia o deriva sea matizada con factores que afectan a pequeña escala espacial. La representación gráfica de la deriva catastral se muestra en el plano de la Figura 9, así como en las dos visiones tridimensionales de la Figura 10. En

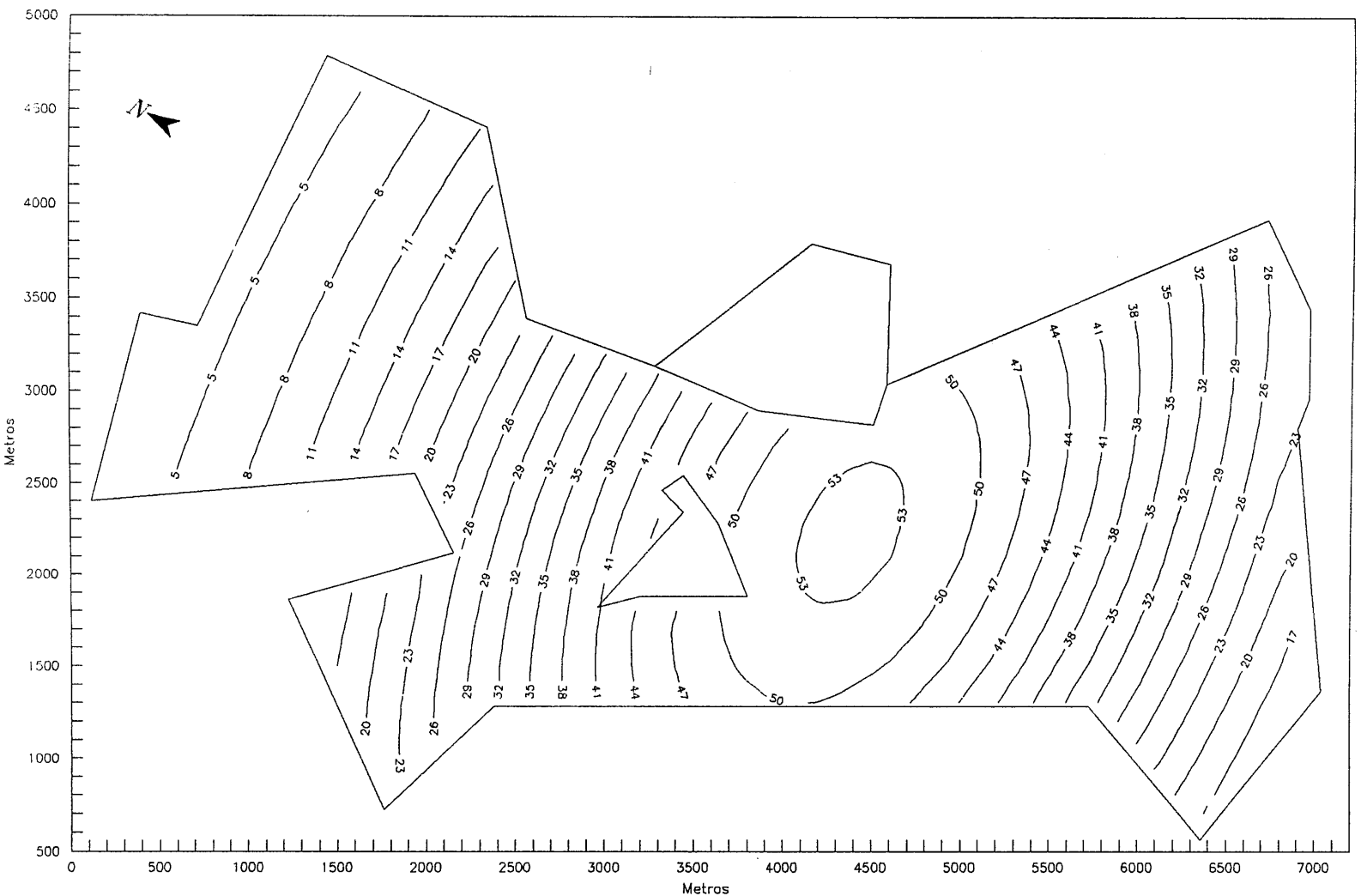


Figura 9. Isolineas del polinomio de deriva del valor de repercusión del suelo catastral.

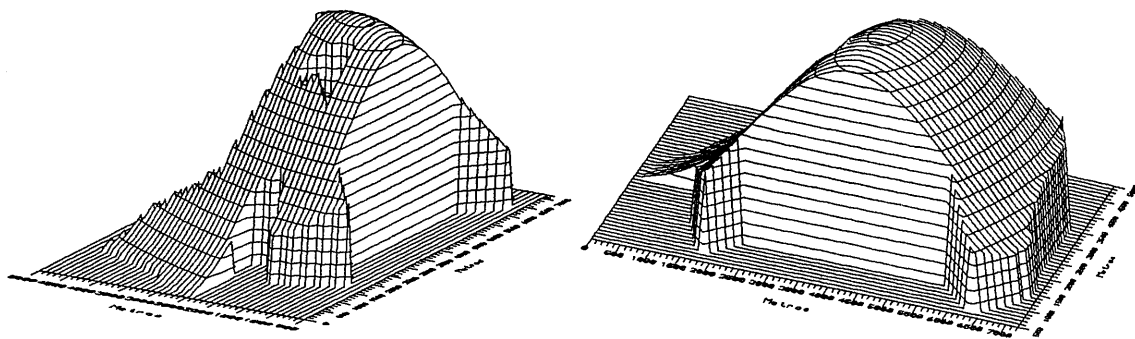


Figura 10. Representación del polinomio de deriva del valor de repercusión del suelo catastral.

las citadas figuras se ha representado realmente el antilogaritmo neperiano de la deriva ajustada, esto es:

$$\begin{aligned} \hat{CTREP}_i = \exp [1'773777 + 0'000993 x_i - 1'375995 \cdot 10^{-7} x_i^2 \\ - 1'052116 \cdot 10^{-7} y_i^2 + 9'987755 \cdot 10^{-8} x_i y_i] \end{aligned}$$

que sería la estimación MCO del valor de repercusión del suelo catastral. Las estimaciones del valor del suelo más elevadas se situarían en torno a los 4350 metros en la coordenada X y a los 2200 metros en la coordenada Y. A medida que nos alejamos de dicho máximo se produce un descenso de los valores; al no estar el máximo situado en el centro geográfico, sino desplazado hacia el sur, el descenso es especialmente fuerte en la zona

norte de la ciudad (correspondiente al sector de Almanjáyar-Cartuja). Los valores más bajos de la zona sur (concretamente, en el extremo sur del Zaidín) coinciden con los valores que se alcanzan al comienzo del sector de Almanjáyar-Cartuja, en la zona norte, con la diferencia de que en este último sector los valores continúan descendiendo hasta llegar al mínimo. Por otro lado, el gradiente de los valores del suelo es mucho más alto en dirección norte-sur que en dirección este-oeste, como se observa en el hecho de que el radio mayor de las elipses se oriente en esta última dirección y el radio menor en la dirección norte-sur. En definitiva, un desplazamiento de la misma longitud en dirección norte-sur provoca una mayor variación en el valor catastral del suelo estimado que si el desplazamiento es en dirección este-oeste.

Análogamente, para LT el modelo de regresión polinómica de segundo grado seleccionado se recoge en la Tabla 5:

	COEFICIENTE DE REGRESIÓN	t_{exp}	PROBABILIDAD 2 COLAS
CONSTANTE	2'231659	11'8418	0'0000
x	0'000809	8'2633	0'0000
x^2	-1'02173510 ⁻⁷	-10'0730	0'0000
y^2	-4'00273410 ⁻⁸	-3'5745	0'0004
xy	4'00418310 ⁻⁸	2'7414	0'0066
VAR. DEP. = LT	n = 215	R² = 0'4848	R²_{aj} = 0'4750

Tabla 5

Se observa que todas las variables del modelo seleccionado son

significativas con un nivel de confianza superior al 99%.

En esta aplicación no debe preocupar el hecho de que el coeficiente de determinación no sea muy alto, puesto que ello es indicativo de que la tendencia o deriva, aun jugando un papel importante, no excluye la influencia de los factores microlocalizativos. La comparación de los resultados obtenidos en el ajuste de la deriva a LCT y LT nos lleva a la conclusión de que los factores macrolocalizativos, recogidos por la deriva, juegan un mayor papel en la valoración catastral, mientras que los factores microlocalizativos, que explican la variabilidad espacial a pequeña escala, podrían jugar un mayor papel en la valoración de los tasadores, suponiendo que el grado de perturbación aleatoria pura sea similar en ambos modelos. Como ya se ha comentado, esta mayor capacidad explicativa de la deriva o tendencia a gran escala espacial en la formación del valor de repercusión del suelo catastral, podría deberse a que este sistema de valoración está orientado a cubrir la necesidad de realizar valoraciones masivas, en tanto que las valoraciones inmobiliarias con fines hipotecarios, llevadas a cabo por los tasadores, son, per se, de índole absolutamente individualizada, por lo que tienen mayor peso los factores más cercanos geográficamente a la vivienda, que pueden ser directamente visualizados por el tasador, es decir, tienen más peso los factores microlocalizativos, cuya influencia se refleja en la autocorrelación espacial de los valores del suelo.

La representación gráfica del antilogaritmo neperiano del modelo de regresión polinómica, es decir:

$$\hat{TR}_{EP_i} = \exp [2'231659 + 0'000809 x_i - 1'021735 \cdot 10^{-7} x_i^2 - 4'0027342 \cdot 10^{-8} y_i^2 + 4'004183 \cdot 10^{-8} x_i y_i]$$

que sería la estimación MCO del valor de repercusión del suelo de las tasaciones, se muestra en las Figuras 11 y 12. Las estimaciones de los valores del suelo más elevadas se encuentran en la misma zona que las catastrales, si bien el máximo se halla desplazado un poco más hacia el este, en torno a los 4500 metros en la coordenada X y a los 2700 metros en la coordenada Y. Al igual que ocurría en el valor de repercusión del suelo catastral, el descenso de valores en dirección norte llega a cotas más bajas que hacia el sur y los valores más bajos de esta última zona (en el sector del Zaidín) también coinciden con los valores que se registran al comienzo del sector de Almanjáyar-Cartuja, en la zona norte. Otro rasgo coincidente es la forma que adopta el gradiente de los valores del suelo, que refleja mucha mayor variabilidad en dirección norte-sur que en dirección este-oeste, como se observa en la orientación que tienen las elipses. Tomando como base para la comparación los mismos puntos del plano, las estimaciones del valor del suelo de las tasaciones superan a las de los valores catastrales, lo cual era esperable teniendo en cuenta los datos de la Tabla 1, donde se reflejaba que, en términos generales, los valores catastrales eran inferiores a los de las tasaciones, pero esta afirmación

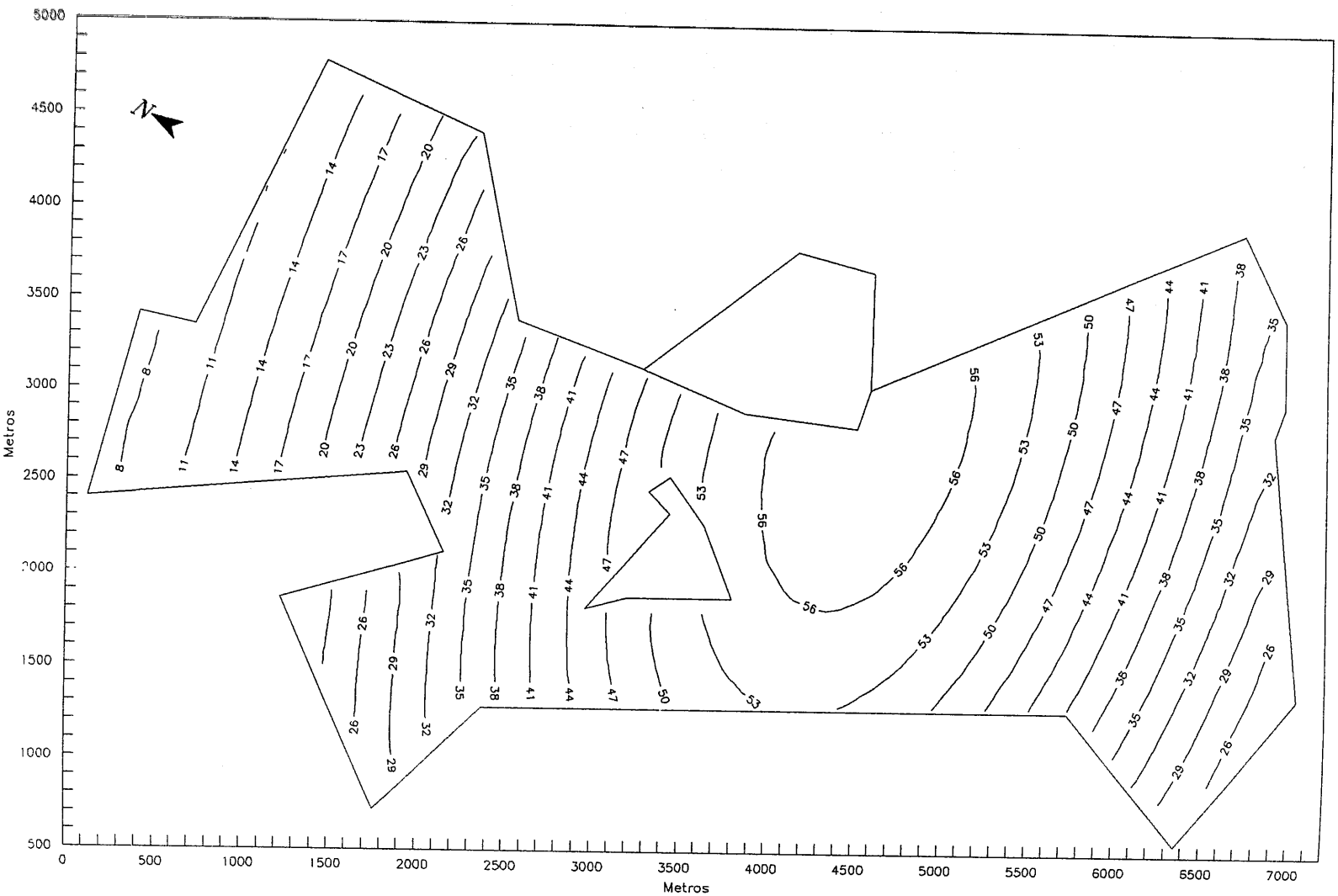


Figura 11. *Isolneas del polinomio de deriva del valor de repercusión del suelo de las tasaciones.*

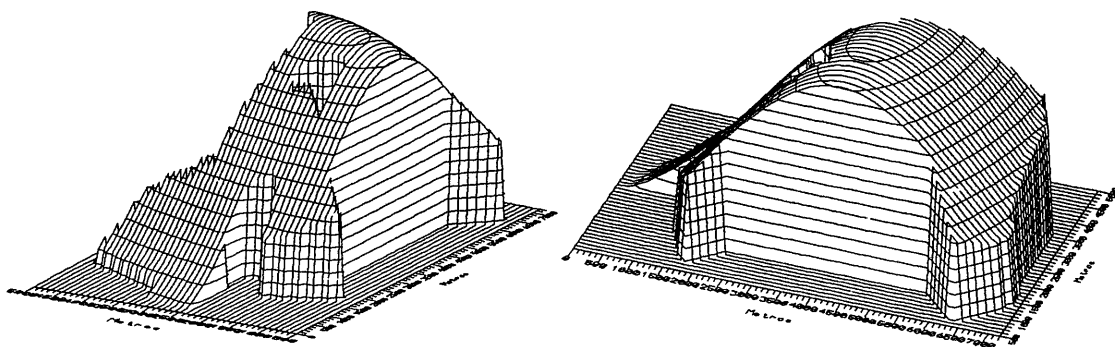


Figura 12. Representación del polinomio de deriva del valor de repercusión del suelo de las tasaciones.

estaba mediatizada entonces por el hecho de que la localización de las viviendas que componían ambas muestras no coincidía, mientras que en la comparación que ahora se comenta sí se da tal coincidencia de localizaciones.

4.3. Estudio de la estructura de autocorrelación espacial de los residuos.

En las próximas líneas vamos a analizar si el modelo de regresión polinómica de la deriva ha conseguido filtrar la tendencia detectada en los datos. En el caso de que se haya logrado la estacionariedad de los residuos

(calculados como la diferencia entre el logaritmo del valor real y el estimado mediante MCO, es decir: $LCT_i - \hat{LCT}_i$, para el valor catastral, y $LT_i - \hat{LT}_i$, para el valor de las tasaciones), puede llevarse a cabo el proceso de inferencia espacial, siempre y cuando los residuos continúen presentado autocorrelación.

La representación tridimensional de los residuos MCO de LCT, así como las perspectivas desde X y desde Y, pueden ser observadas en la Figura 13. Las gráficas correspondientes a LT pueden ser observadas en la Figura 14. De la observación de esta serie de gráficas ya no puede llegarse a la conclusión de que existe una tendencia clara a gran escala, sobre todo desde la dirección X. No obstante, desde la dirección Y se pueden albergar ciertas dudas. Con el fin de clarificar en mayor medida si persiste o no la deriva en los residuos, se han calculado sus medias y medianas por columnas (desde X) y por filas (desde Y), para unas bandas de 300 metros de anchura. Las representaciones gráficas de las medias y medianas de los residuos MCO se muestran en la Figura 15, para LCT, y en la Figura 16, para LT. Las medias y medianas de los residuos de LCT y LT desde la dirección X (es decir, por columnas), adoptan la forma de dientes de sierra en torno al cero, de lo cual puede deducirse la estacionariedad de los residuos MCO para ambas valoraciones (catastral y

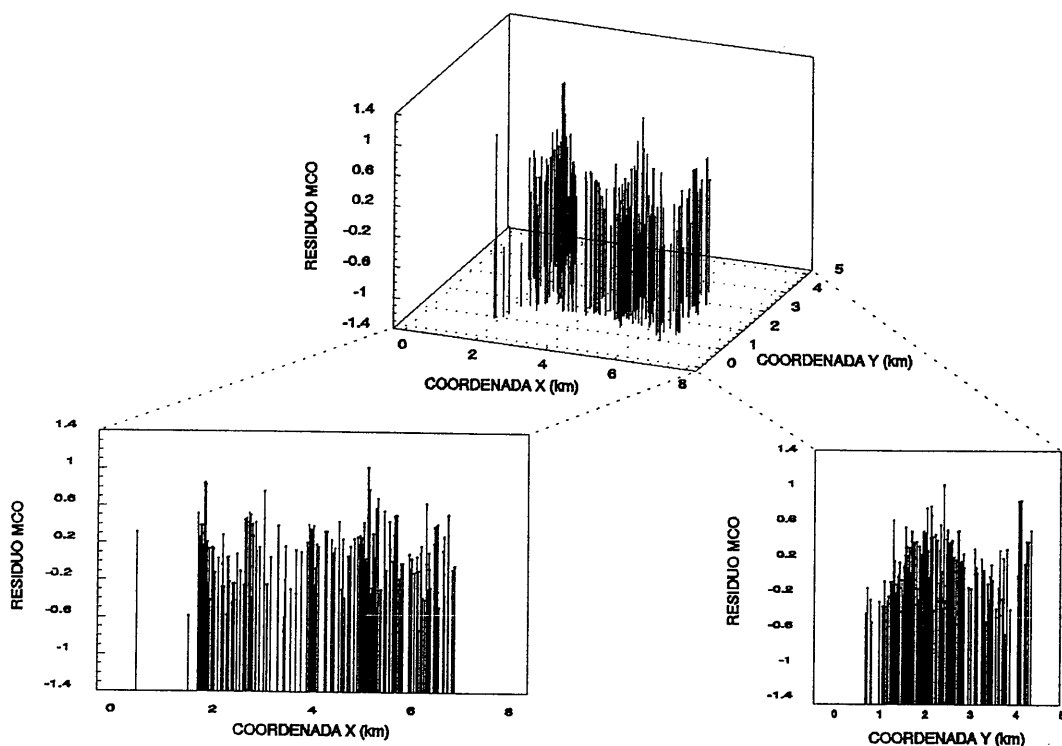


Figura 13. Residuos MCO del logaritmo del valor de repercusión del suelo catastral (LCT).

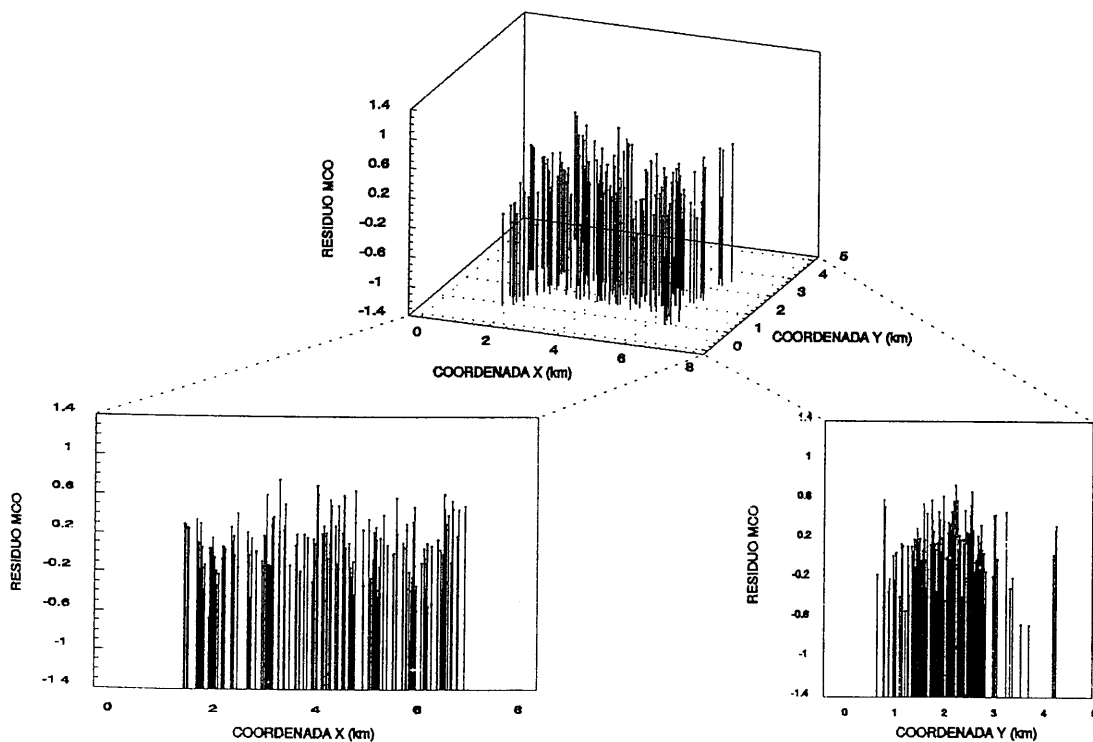
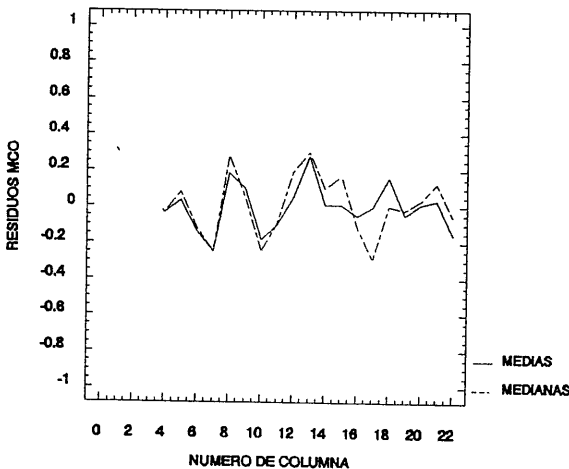


Figura 14. Residuos MCO del logaritmo del valor de repercusión del suelo de las tasaciones (LT).

de las tasaciones hipotecarias). Desde la dirección Y la estacionariedad de los residuos no resulta tan evidente, para ninguna de las dos valoraciones. Así, aunque los valores de los residuos son diferentes para LCT y LT, se observa una gran similitud en la forma de las gráficas de las medias y medianas por filas: el residuo crece hasta llegar a la fila 5 ó 6, respectivamente, y después disminuye hasta la 8, vuelve a subir en la 9 y a disminuir hasta la 11, subiendo finalmente hasta la 13. Del continuo aumento y disminución del residuo en torno al cero podría deducirse la estacionariedad en Y, pero se puede salir de dudas con mayor nitidez mediante el cálculo del variograma experimental de los residuos MCO.

MEDIAS Y MEDIANAS, POR COLUMNAS, DE LOS RESIDUOS DEL LOG. DEL VALOR DE REPERCUSION CATASTRAL



MEDIAS Y MEDIANAS, POR FILAS, DE LOS RESIDUOS DEL LOG. DEL VALOR DE REPERCUSION CATASTRAL

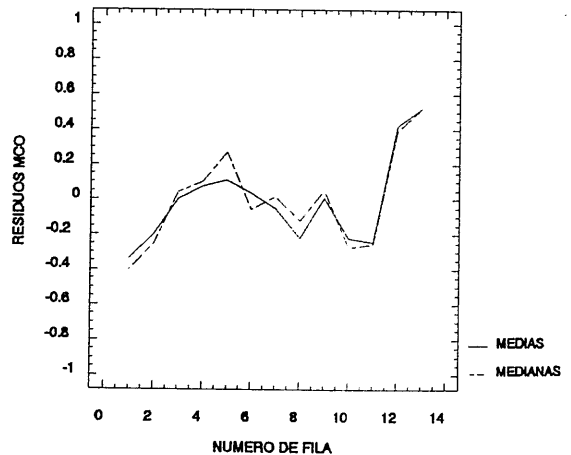


Figura 15. Medias y medianas de los residuos MCO del logaritmo del valor de repercusión del suelo catastral (LCT).

MEDIAS Y MEDIANAS, POR COLUMNAS, DE LOS RESIDUOS DEL LOG. DEL VALOR DE REPERCUSION DE LAS TASACIONES

MEDIAS Y MEDIANAS, POR FILAS, DE LOS RESIDUOS DEL LOG. DEL VALOR DE REPERCUSION DE LAS TASACIONES

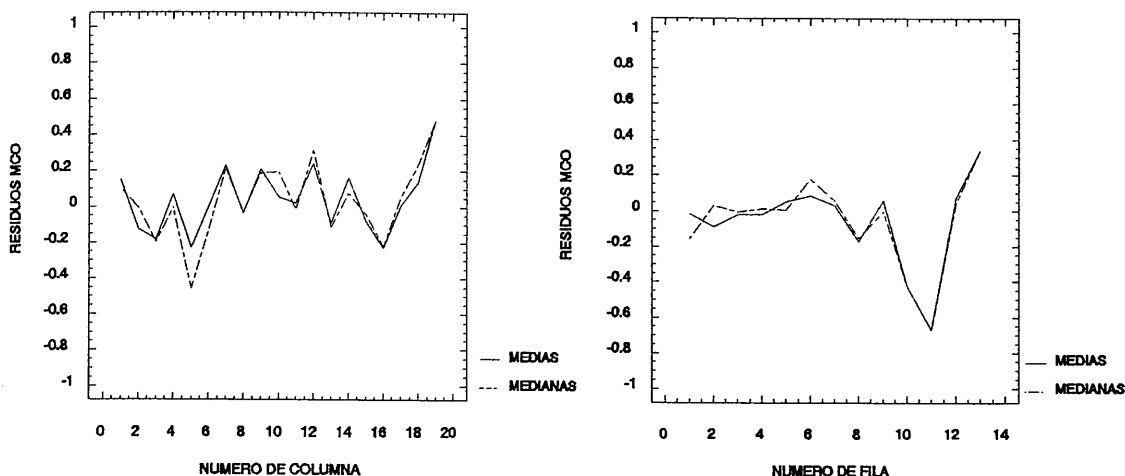


Figura 16. Medias y medianas de los residuos MCO del logaritmo del valor de repercusión del suelo de las tasaciones (LT).

Los valores del variograma experimental medio de los residuos MCO de LCT y LT se recogen en la columna 5 de las Tablas 2 y 3, respectivamente. Las representaciones gráficas de sendos variogramas se muestran en las Figuras 17 y 18. Tanto en un caso como en otro, el variograma refleja la presencia de autocorrelación espacial entre los residuos. Se observa el crecimiento del variograma y, por tanto, la disminución de la covarianza, a medida que aumenta la distancia entre las viviendas, llegándose a estabilizar en torno a valores próximos a la varianza de los residuos MCO (la varianza de los residuos de LCT es igual a 0'1292 y la de LT es 0'0992). De la estacionariedad del variograma de los residuos puede deducirse que éstos ya no presentan deriva o tendencia

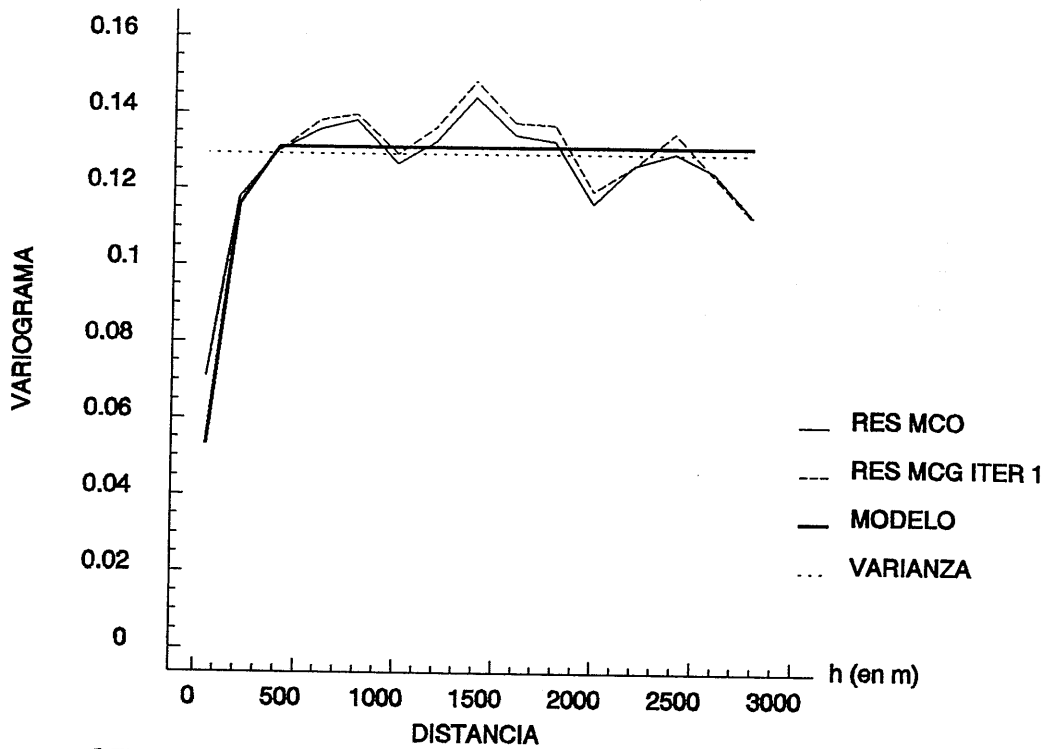


Figura 17. Variogramas de los residuos MCO, MCG y modelo ajustado a los residuos del logaritmo del valor de repercusión del suelo catastral.

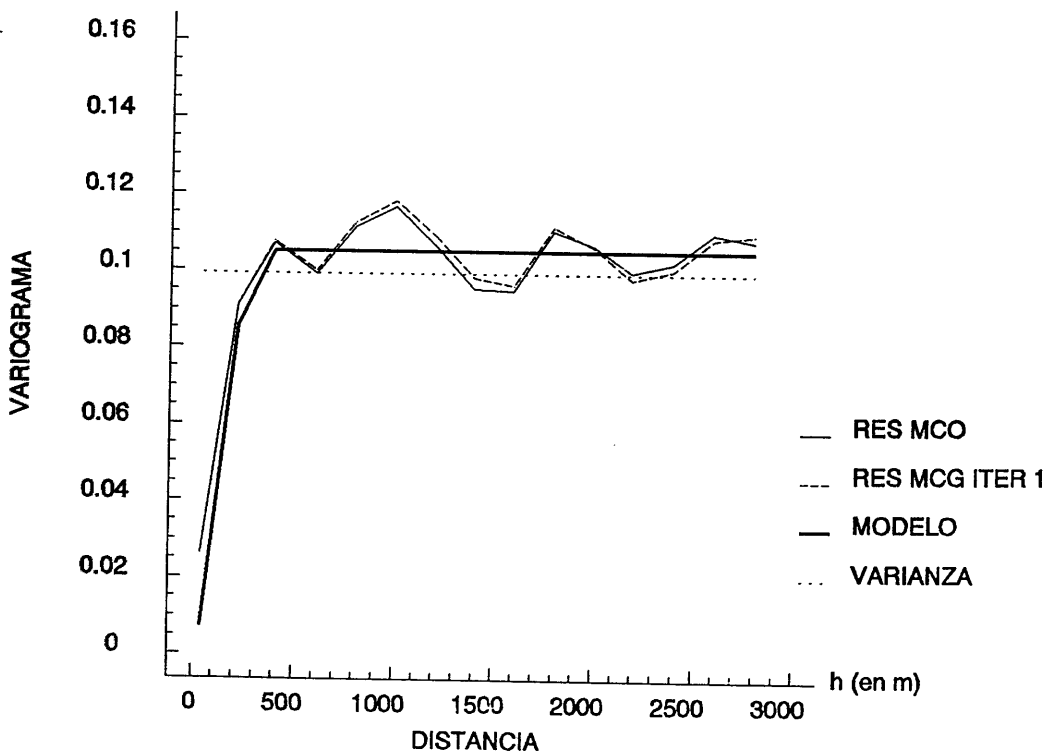


Figura 18. Variogramas de los residuos MCO, MCG y modelo ajustado a los residuos del logaritmo del valor de repercusión del suelo de las tasaciones.

a gran escala espacial, pero que sí permanece la autocorrelación espacial. Dado que los residuos ya pueden ser considerados como una variable regionalizada con comportamiento estacionario, cabría plantearse la puesta en marcha del proceso de estimación espacial por el método del Krigeaje. En este punto existe el problema de que las estimaciones MCO no son eficientes en presencia de perturbaciones autocorrelacionadas, como es el caso que nos ocupa, sino que se debería trabajar con los residuos MCG. Como ya se ha comentado en el capítulo II y ha sido aplicado en los capítulos VI y IX, los pasos a seguir son los que a continuación se exponen sucintamente: al variograma experimental medio de los residuos MCO se le ajusta un modelo teórico de variograma, a partir del cual se estima la matriz de covarianzas; haciendo uso de ésta se obtiene una primera estimación MCG del vector de coeficientes, \hat{b} , y del vector de residuos MCG, \hat{u} .

El modelo de variograma se ha ajustado mediante el mismo proceso que se aplicó en los capítulos VI y IX, que fue el de mínimos cuadrados no lineales, siguiendo el método de mínimos cuadrados ponderados por el número de parejas, que propone Cressie, con las iteraciones sucesivas del algoritmo de Gauss-Newton. El modelo de variograma que se ha ajustado a los residuos MCO de LCT y LT ha sido, en ambos casos, el esférico.

Tras la primera iteración, la estimación MCG del modelo de regresión polinómica de la deriva de LCT, ha sido el siguiente:

$$\begin{aligned} \hat{LCT}_i = & 1'4606648949 + 0'0011515244x_i - 1'56610^{-7}x_i^2 - 9'7210^{-8}y_i^2 \\ & (4'8471) \qquad (7'9810) \qquad (-10'8994) \qquad (-6'7679) \\ & + 9'9010^{-8}x_i y_i \\ & (5'3749) \end{aligned}$$

y el de LT ha sido este otro:

$$\begin{aligned} \hat{LT}_i = & 2'0884960612 + 0'0008626643x_i - 1'11510^{-7}x_i^2 - 4'6910^{-8}y_i^2 \\ & (5'9185) \qquad (4'8846) \qquad (-6'0474) \qquad (-2'4188) \\ & + 5'6810^{-8}x_i y_i \\ & (2'3922) \end{aligned}$$

Los valores del variograma experimental medio de los residuos MCG de LCT y LT se recogen en la columna 6 de las Tablas 2 y 3. Las representaciones gráficas de dichos variogramas se encuentran en las Figuras 17 y 18, respectivamente. Tanto en un caso como en otro se observa que apenas hay diferencias entre el variograma de los residuos MCO y el de los residuos MCG, de lo cual puede deducirse que el modelo de variograma de los residuos tiende a estabilizarse rápidamente. Concretamente, los parámetros del modelo de variograma ajustado a los residuos MCG de LCT, son los siguientes:

Efecto pepita: $C_0 = 0'053$

Meseta: $C = 0'078$

Alcance: $a = 323'469$

siendo la varianza experimental igual a 0'1309. Por su parte, los parámetros del modelo de variograma ajustado a los residuos MCG de LT se recogen a continuación:

Efecto pepita: $C_0 = 0'007$

Meseta: $C = 0'098$

Alcance: $a = 326'286$

el valor de la varianza experimental de los residuos MCG es 0'1012.

Al igual que ocurrió en el capítulo IX, al realizar la segunda iteración, los coeficientes del modelo de regresión polinómica de la deriva resultan ser prácticamente iguales a los de la primera iteración, tanto para LCT como para LT. Consecuentemente, el variograma experimental de los residuos de la segunda iteración casi coincide con el obtenido para los residuos de la primera. Dado que tras la primera iteración los coeficientes se mantienen y el variograma también ha logrado la convergencia a una forma estable, el proceso puede detenerse en este punto. Así, los residuos MCG obtenidos en la primera iteración y el modelo de variograma ajustado a éstos, serán utilizados en el posterior proceso de inferencia espacial del valor de repercusión del suelo catastral y del valor de repercusión del suelo de las tasaciones hipotecarias.

Como ya se ha comentado en el capítulo II, los valores de los estadísticos experimentales t del modelo de regresión polinómica ajustado

por MCG han de ser interpretados con precaución. En los modelos para LCT y LT se observa la misma gradación en cuanto a la importancia individual de las variables explicativas: la más importante es la coordenada x , seguida de x^2 ; después se sitúa y^2 , ocupando xy el último lugar en importancia. Dicha ordenación indica que la dirección con mayor influencia en la formación de la deriva o tendencia es la norte-sur (o para ser más exactos, la dirección noroeste-sureste), que es la paralela al eje X, como ya se puso de manifiesto al comentar las figuras de la deriva ajustada por MCO, que fueron mostradas con anterioridad. En este sentido, es interesante recordar que esta dirección también era la más importante en la definición de la deriva del precio de la vivienda por m^2 construido (véase el epígrafe 3.3. del capítulo IX) y en la deriva de la calidad global de la vivienda (véase el epígrafe 3 del capítulo VI).

En relación con los parámetros de los variogramas ajustados, destaca singularmente que los alcances son casi idénticos, de lo cual puede deducirse que el radio de influencia de la estructura de autocorrelación de los residuos se extiende en ambos casos alrededor de los 325 metros. Es decir, la covarianza entre los residuos disminuye a medida que aumenta la distancia entre ellos, hasta llegar a una distancia, en torno a los 325 metros, a partir de la cual el comportamiento de los residuos se supone aleatorio. Por lo que se refiere al efecto pepita, en el variograma de los residuos MCG de LCT, aquél implica que el 60% de la variabilidad de los

residuos viene explicada por su componente estructural de autocorrelación, mientras que el 40% restante se debe a la componente aleatoria que hay en los residuos. En el variograma de los residuos MCG de LT, el efecto pepita que se ha modelizado supone que el 93% de la variabilidad de los residuos se explica por la componente estructural de autocorrelación, en tanto que el 7% restante de la variabilidad es achacable a la componente aleatoria. De la comparación del efecto pepita en ambas valoraciones puede extraerse una conclusión: para pequeñas distancias (con magnitudes inferiores al alcance) los residuos de LT muestran un comportamiento más estructural y menos aleatorio que los de LCT, lo cual implica que los factores microlocalizativos, que son los que provocan la aparición de las estructuras de autocorrelación espacial, son más determinantes en las tasaciones del suelo que en las valoraciones catastrales del mismo. Como ya se comentó, esto puede deberse a que las tasaciones se hacen in situ, por lo que se tiene en cuenta el entorno inmediato, directamente percibido por el tasador, mientras que en las valoraciones catastrales, los valores del suelo en la Ponencia vienen dados para calles enteras, o para tramos de éstas en caso de mayor especificación, y son el resultado de la extrapolación de datos de una muestra. Por tanto, son los propios métodos de valoración los que marcan en gran medida el comportamiento de los valores, influyendo extraordinariamente sobre su tendencia o variabilidad a gran escala y sobre su variabilidad a pequeña escala. Conectando las conclusiones extraídas sobre ambas escalas de variabilidad, se ha

observado que la deriva o variabilidad a gran escala, que recoge la influencia de factores macrolocalizativos, es más explicativa en la valoración catastral del suelo, mientras que las estructuras de autocorrelación espacial, en las que se manifiesta la influencia de factores microlocalizativos, son más explicativas y dejan menor margen de aleatoriedad en los valores del suelo de las tasaciones hipotecarias.

4.4. Estimación espacial del valor de repercusión del suelo catastral y del valor de repercusión del suelo de las tasaciones hipotecarias.

El proceso de estimación espacial mediante KRI se ha efectuado sobre dos conjuntos de puntos: por un lado, se ha estimado en los puntos donde se hallan situadas las viviendas que componen sendas muestras (es decir, se ha estimado por KRI el residuo de LCT y, a partir de él, se ha estimado el valor de repercusión del suelo catastral en las 298 viviendas muestrales; por otro lado, se ha estimado por KRI el residuo de LT y se ha calculado el valor de repercusión del suelo de las tasaciones en las otras 215 viviendas muestrales). En sendos conjuntos de puntos se pueden comparar los valores de repercusión del suelo obtenidos por los métodos catastral y de las tasaciones, respectivamente, con los estimados espacialmente mediante KRI. Por otro lado, se ha estimado por KRI el residuo (a partir del cual se ha calculado el valor de repercusión del suelo catastral y el valor de repercusión del suelo de las tasaciones) sobre los

359 nudos de una malla regular de 200 metros de lado, situada dentro del perímetro de la ciudad; las estimaciones sobre la malla tienen dos objetivos fundamentales: en primer lugar, la inferencia espacial se extiende al conjunto de la ciudad; en segundo lugar, se pueden establecer comparaciones entre el valor de repercusión del suelo catastral, el valor de repercusión del suelo de las tasaciones y el valor de la localización (calculado en el capítulo IX), estando las tres valoraciones referidas a los mismos puntos de la ciudad. En todos los casos se ha usado para la estimación un máximo de 24 viviendas, que son aquéllas que se encuentran más próximas al lugar donde se pretende realizar la estimación.

Una vez estimado espacialmente el residuo, el cálculo de la estimación del logaritmo del valor del suelo, que se muestra en la ecuación 3, se reduce a sumarle a aquel residuo la estimación MCG de la deriva, que puede calcularse para cualquier punto del que se conozcan sus coordenadas. Finalmente, la estimación del valor de repercusión del suelo (catastral o de las tasaciones) se obtiene calculando el antilogaritmo de la suma anterior, como se indica en la ecuación 4.

Por tanto, la estimación por Krigeaje del valor de repercusión del suelo catastral en la localización x_0 , se obtendría mediante la siguiente expresión:

$$\begin{aligned} \widehat{CTREP}_0 = \exp [1'4606648949 + 0'0011515244x_0 - 1'56610^{-7}x_0^2 \\ - 9'7210^{-8}y_0^2 + 9'9010^{-8}x_0y_0 + u_k(x_0)] \end{aligned}$$

y la estimación por Krigeaje del valor del suelo de las tasaciones a través de esta otra:

$$\begin{aligned} \widehat{TREP}_0 = \exp [2'0884960612 + 0'0008626643x_0 - 1'11510^{-7}x_0^2 \\ - 4'6910^{-8}y_0^2 + 5'6810^{-8}x_0y_0 + u_k(x_0)] \end{aligned}$$

donde $u_k(x_0)$ es la estimación por Krigeaje del residuo MCG en la localización x_0 .

En este epígrafe también se presentan el error de la estimación por Krigeaje y el error relativo, que sólo pueden calcularse para las localizaciones donde se encuentran situadas las viviendas de las dos muestras. Además, también se puede calcular la varianza del error de la estimación por KRI, definida en la ecuación 48 del capítulo II. Esta última es la única medida del error que también puede ser calculada en los nudos de la malla, pues sólo depende de la estructura de variabilidad de los residuos MCG (a partir de la varianza se calcula la desviación típica o error típico de la estimación).

4.4.1. Validación cruzada y errores de estimación.

Los resultados de los estadísticos básicos de la validación cruzada, obtenidos en la estimación espacial de LCT y LT, se recogen en las Tablas 6 y 7, respectivamente.

	RESIDUOS MCG $\hat{u}(x_0)$	RESIDUOS MCG ESTIMADOS POR KRIGEAJE $u_k(x_0)$	DIFERENCIAS O ERRORES $ER_k(x_0)$	DESVIACIÓN TÍPICA DE ESTIMACIÓN $\sigma_k(x_0)$	ZSCORE $\frac{e_k(x_0)}{\sigma_k(x_0)}$
MÍNIMO	-1'220	-0'669	-1'036	0'255	-3'473
1 ^{er} CUARTIL	-0'302	-0'187	-0'094	0'274	-0'307
MEDIANA	0'007	0'007	0'003	0'294	0'011
3 ^{er} CUARTIL	0'276	0'170	0'119	0'329	0'371
MÁXIMO	0'973	0'535	0'935	0'383	3'377
MEDIA	-0'012	-0'008	0'004	0'302	0'015
DESV. TÍPICA	0'362	0'243	0'242	0'034	0'795
ME = 0'004 MET = 0'302 EMA = 0'015 ECMA = 0'795					

Tabla 6

	RESIDUOS MCG $\hat{u}(x_0)$	RESIDUOS MCG ESTIMADOS POR KRIGEAJE $u_k(x_0)$	DIFERENCIAS O ERRORES $ER_k(x_0)$	DESVIACIÓN TÍPICA DE ESTIMACIÓN $\sigma_k(x_0)$	ZSCORE $\frac{e_k(x_0)}{\sigma_k(x_0)}$
MÍNIMO	-1'289	-0'793	-1'007	0'107	-5'714
1 ^{er} CUARTIL	-0'213	-0'164	-0'136	0'155	-0'558
MEDIANA	0'009	-0'004	-0'006	0'226	-0'045
3 ^{er} CUARTIL	0'185	0'135	0'098	0'290	0'468
MÁXIMO	0'730	0'577	1'466	0'343	6'004
MEDIA	-0'007	-0'013	-0'005	0'227	-0'015
DESV. TÍPICA	0'319	0'235	0'307	0'073	1'338
ME = -0'005 MET = 0'227 EMA = -0'015 ECMA = 1'338					

Tabla 7

La comparación de los estadísticos de los residuos MCG con los de los residuos estimados por Krigeaje, pone de manifiesto que se ha producido un suavizado en los valores, que opera a través del aumento del mínimo y el descenso del máximo³⁷. Como era de esperar, también la desviación típica de los residuos estimados por Krigeaje es inferior a la de los residuos MCG. Las diferencias o errores de la estimación por Krigeaje del residuo MCG, tienen un valor medio muy cercano al cero en ambos casos, lo cual es indicativo de una buena estimación. Más adelante se comentará el significado y los resultados del antilogaritmo de dichas diferencias.

³⁷ En el caso de los residuos estimados por Krigeaje de LCT, el rango de variación se estrecha a la mitad, mientras que el estrechamiento del rango de los residuos de LT estimados por Krigeaje es menor (se produce una disminución del rango de un tercio). Como consecuencia del mayor estrechamiento de los residuos estimados por Krigeaje de LCT, el rango de variación de éstos se torna menor que el de los residuos estimados por Krigeaje de LT.

También se halla recogido en las tablas el error adimensional (ZSCORE), pudiendo observarse que el error medio adimensional es próximo a cero en ambos casos ($EMA = 0'015$ y $EMA = -0'015$) y el error cuadrático medio adimensional toma valores cercanos a 1 ($ECMA = 0'795$ y $ECMA = 1'338$). De los resultados obtenidos en los estadísticos básicos se deduce que el proceso de estimación espacial puede considerarse como satisfactorio en ambos casos.

Una vez que se ha llevado a cabo el proceso de estimación espacial de los residuos MCG, si para una determinada localización el residuo es negativo, éste disminuye el valor del suelo estimado por MCG mediante el polinomio de deriva, puesto que el antilogaritmo del residuo estaría comprendido entre 0 y 1, con lo cual, al multiplicarlo por el valor del suelo estimado por MCG, éste se vería menguado. Por el contrario, un residuo estimado espacialmente que fuera positivo incrementa el valor del suelo estimado por medio de la deriva; efectivamente, como el antilogaritmo del residuo sería un número mayor que 1, al realizar el producto por el valor del suelo estimado por MCG se obtendría una mayor estimación del valor del suelo. Por tanto, el residuo MCG estimado por KRI matiza a la baja o al alza el valor del suelo estimado por el polinomio de deriva, como consecuencia de lo cual en la estimación del valor del suelo aparecen picos, valles y otras irregularidades que "deforman" la figura acampanada de la deriva. En las Figuras 19 y 20 se han

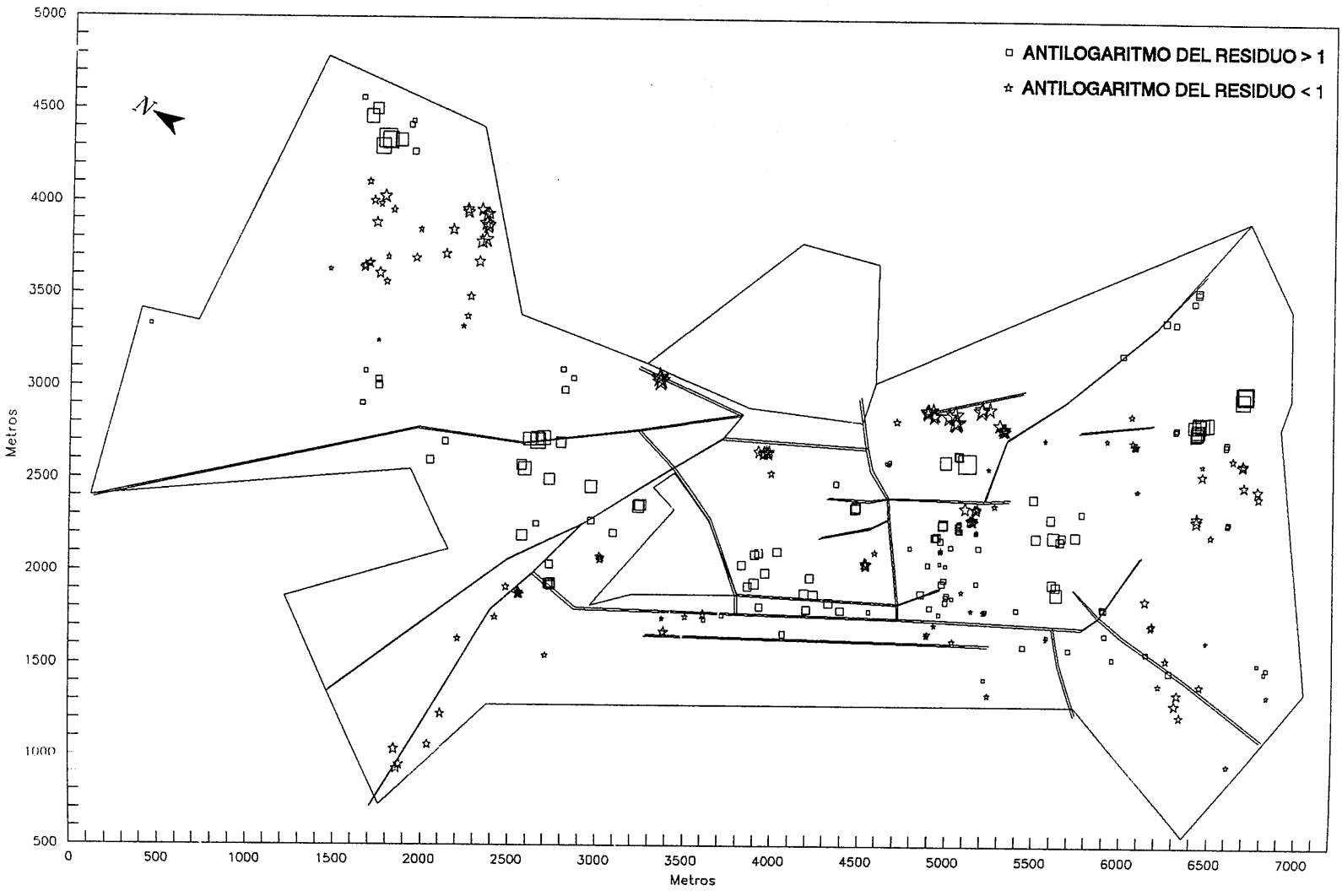


Figura 19. Antilogaritmo de los residuos MCG del valor de repercusión del suelo catastral (estimados por KRI).

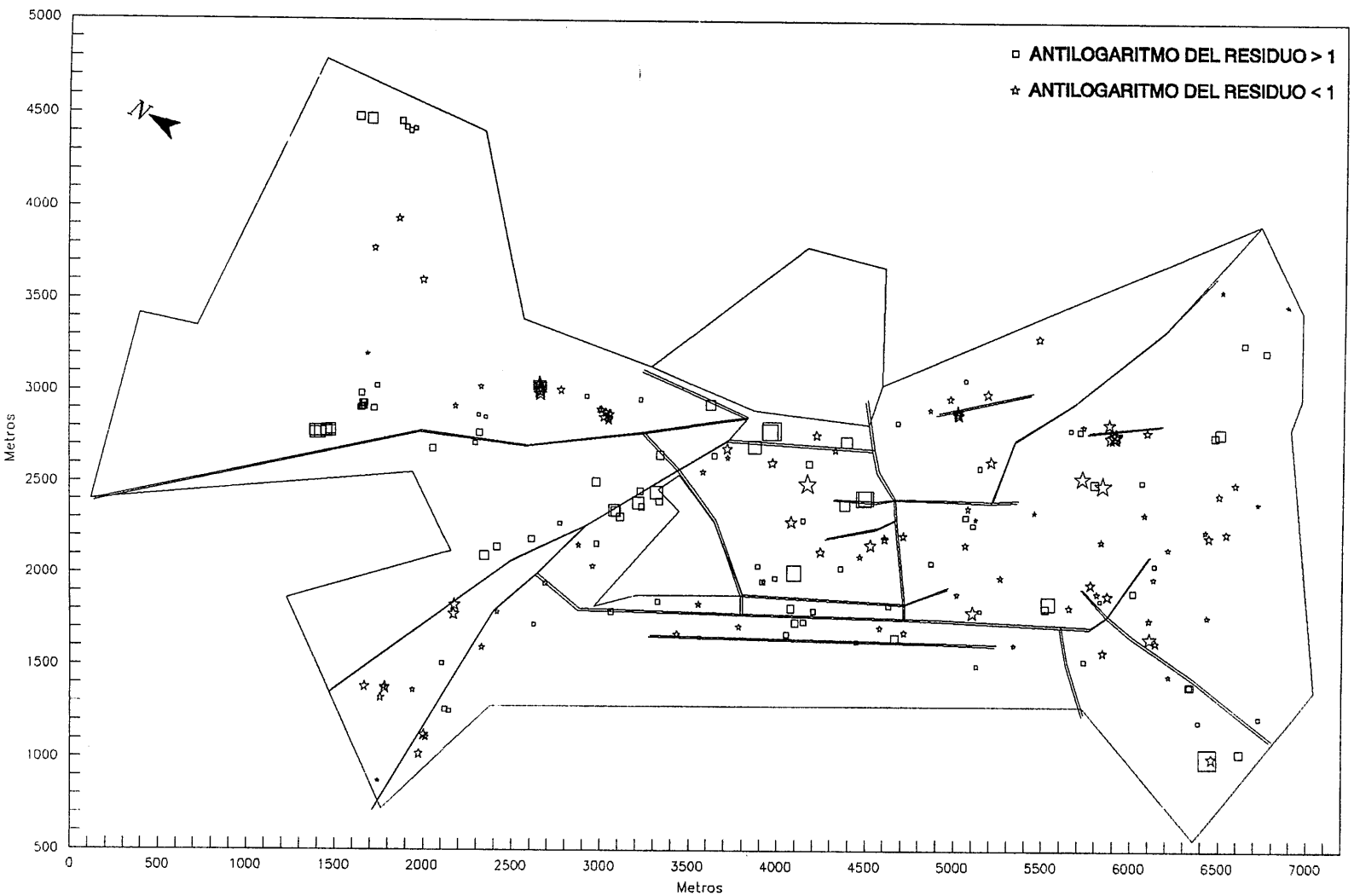


Figura 20. Antilogaritmo de los residuos MCG del valor de repercusión del suelo de las tasaciones (estimados por KRI).

representado para las dos muestras de viviendas los residuos positivos o antilogaritmos mayores que 1, mediante un cuadrado, y los residuos negativos o antilogaritmos menores que 1, con una estrella; símbolos cuyos tamaños son proporcionales al antilogaritmo del residuo menos 1, en valor absoluto. Así, cuanto mayor sea la estrella, más se aleja de 1 y se acerca a cero el antilogaritmo, por lo que el residuo corrige muy a la baja el valor del suelo estimado por la deriva; cuanto mayor sea el cuadrado, el residuo positivo incrementará en mayor medida el valor del suelo estimado por la deriva. Si los símbolos son pequeños, el antilogaritmo es cercano a 1, por lo que los residuos apenas corrigen el valor del suelo estimado mediante la deriva. Dado que existía autocorrelación en los residuos, se observan pequeñas agrupaciones de símbolos del mismo tipo y raramente se encuentra un símbolo dentro de un grupo de símbolo diferentes. Solamente en las zonas donde los símbolos son pequeños se produce una cierta mezcla, debido a que los residuos toman valores próximos a cero (antilogaritmos próximos a uno), por lo que se pasa de un símbolo a otro por unas pocas décimas. La presencia de autocorrelación no sólo explica que, generalmente, las agrupaciones sean del mismo tipo de símbolos, sino también que los tamaños mantengan cierta homogeneidad; así, salvo ciertas excepciones, no se observan símbolos de gran tamaño junto a símbolos muy pequeños del mismo tipo. En las Tablas 8.A, 8.B, 9.A y 9.B se recogen las medias y los coeficientes de variación del antilogaritmo del residuo estimado por Krigeaje, cuya media global es cercana a 1 en ambos

casos. En las Tablas 8.A y 8.B se observa que los valores medios por barrios del antilogaritmo de los residuos de LCT aumentan conforme lo hace también la calidad global del barrio. En los valores medios por barrios del antilogaritmo de los residuos de LT no se observa dicha tendencia: los barrios en los que los residuos incrementan en mayor medida el valor de repercusión del suelo estimado mediante la deriva, son el 1 y el 4, los de menor y mayor calidad global, respectivamente (véanse las Tablas 9.A y 9.B).

	ESTIMACIÓN DEL VALOR CATASTRAL DEL SUELO (MEDIAS Y COEFICIENTES DE VARIACIÓN)				
	GRANADA (298 VIV.)	BARRIO 200-1 (54 VIV.)	BARRIO 200-2 (38 VIV.)	BARRIO 200-3 (72 VIV.)	BARRIO 200-4 (134 VIV.)
VALOR CATASTRAL REAL (CTREP)	37'826	12'988	26'003	40'726	49'718
	56'620	56'650	45'262	39'332	39'735
ANTILOG. RESIDUO ESTIMADO KRIGEAJE	1'021	0'944	1'023	1'037	1'044
	23'909	25'454	22'156	19'032	25'725
VALOR CATASTRAL ESTIMADO KRIGEAJE (CTREPKR)	36'661	13'450	26'966	39'419	47'362
	46'470	62'324	44'070	30'398	24'877
DIFERENCIA = CTREPKR - CTREP	-1'165	0'463	0'962	-1'307	-2'356
	-997'969	794'842	389'086	-696'307	-664'669
ERROR ESTIMACIÓN KRIGEAJE = RESIDUO EST. KRI - RESIDUO EST. MCG	0'004	0'028	0'027	-0'005	-0'007
	6097'110	935'538	551'022	-4261'110	-3630'020
ANTILOG. ERROR EST. KRI · 100 = 100 · CTREPKR/CTREP	103'334	106'276	103'872	101'660	102'893
	24'833	26'998	14'319	20'304	28'328
ERROR MEDIO ADIMENSIONAL	0'015	0'073	0'090	-0'014	-0'013
	5168'19	1095'56	502'296	-4860'12	-6891'21
ERROR CUADRÁTICO MEDIO ADIMENSIONAL	0'795	0'798	0'452	0'676	0'924

Tabla 8.A

	ESTIMACIÓN DEL VALOR CATASTRAL DEL SUELO (MEDIAS Y COEFICIENTES DE VARIACIÓN)			
	BARRIO 400-1 (60 VIV.)	BARRIO 400-2 (33 VIV.)	BARRIO 400-3 (74 VIV.)	BARRIO 400-4 (131 VIV.)
VALOR CATASTRAL REAL (CTREP)	13'372	24'326	38'966	51'791
	52'275	42'291	32'411	38'049
ANTILOG. RESIDUO ESTIMADO KRIGEAJE	0'932	0'980	0'993	1'088
	24'502	17'964	24'745	22'868
VALOR CATASTRAL ESTIMADO KRIGEAJE (CTREPKR)	14'055	23'669	39'476	48'719
	58'588	34'814	24'765	23'470
DIFERENCIA = CTREPKR - CTREP	0'683	-0'657	0'510	-3'072
	536'950	-967'375	1487'560	-517'552
ERROR ESTIMACIÓN KRIGEAJE = RESIDUO EST. KRI - RESIDUO EST. MCG	0'030	-0'006	0'033	-0'022
	847'431	-3564'540	548'321	-1245'920
ANTILOG. ERROR EST. KRI · 100 = 100 · CTREPKR/CTREP	106'556	101'365	104'958	101'451
	26'601	18'463	17'891	28'609
ERROR MEDIO ADIMENSIONAL	0'091	-0'022	0'111	-0'063
	869'065	-3012'97	536'715	-1450'87
ERROR CUADRÁTICO MEDIO ADIMENSIONAL	0'794	0'657	0'594	0'915

Tabla 8.B

	ESTIMACIÓN DEL VALOR DEL SUELO DE LAS TASACIONES (MEDIAS Y COEFICIENTES DE VARIACIÓN)				
	GRANADA (215 VIV.)	BARRIO 200-1 (27 VIV.)	BARRIO 200-2 (57 VIV.)	BARRIO 200-3 (58 VIV.)	BARRIO 200-4 (73 VIV.)
VALOR TASACIONES REAL (TREP)	43'602	26'373	30'624	45'228	58'816
	44'740	37'905	29'041	29'906	34'307
ANTILOG. RESIDUO ESTIMADO KRIGEAJE	1'014	1'167	0'912	1'013	1'039
	23'146	21'131	20'478	21'129	23'742
VALOR TASACIONES ESTIMADO KRIGEAJE (TREPKR)	42'329	26'865	29'993	45'522	55'145
	38'181	32'938	23'668	27'602	25'581
DIFERENCIA = TREPKR - TREP	-1'273	0'491	-0'631	0'294	-3'671
	-1115'990	1918'57	-911'325	4870'730	-523'898
ERROR ESTIMACIÓN KRIGEAJE = RESIDUO EST. KRI - RESIDUO EST. MCG	-0'005	0'039	-0'010	0'016	-0'036
	-5736'75	793'16	-1768'40	2046'35	-1025'77
ANTILOG. ERROR EST. KRI · 100 = 100 · TREPKR/TREP	104'645	109'008	100'435	107'659	103'923
	37'869	35'494	16'781	38'526	48'257
ERROR MEDIO ADIMENSIONAL	-0'015	0'085	-0'020	0'085	-0'128
	-8887'05	1964'20	-4097'56	1668'24	-1164'52
ERROR CUADRATICO MEDIO ADIMENSIONAL	1'338	1'666	0'807	1'413	1'486

Tabla 9.A

	ESTIMACIÓN DEL VALOR DEL SUELO DE LAS TASACIONES (MEDIAS Y COEFICIENTES DE VARIACIÓN)			
	BARRIO 400-1 (27 VIV.)	BARRIO 400-2 (57 VIV.)	BARRIO 400-3 (58 VIV.)	BARRIO 400-4 (73 VIV.)
VALOR TASACIONES REAL (TREP)	29'392	30'073	40'179	57'414
	47'330	24'583	33'870	34'335
ANTILOG. RESIDUO ESTIMADO KRIGEAJE	1'053	1'048	0'887	1'063
	22'799	18'945	21'561	23'664
VALOR TASACIONES ESTIMADO KRIGEAJE (TREPKR)	27'737	29'745	39'971	55'028
	35'717	20'183	27'056	26'605
DIFERENCIA = TREPKR - TREP	-1'655	-0'328	-0'208	-2'386
	-836'097	-1530'140	-5367'070	-793'997
ERROR ESTIMACIÓN KRIGEAJE = RESIDUO EST. KRI - RESIDUO EST. MCG	-0'009	-0'003	0'012	-0'017
	-4728'33	-6119'61	2098'21	-2232'27
ANTILOG. ERROR EST. KRI · 100 = 100 · TREPKR/TREP	107'562	100'957	104'105	106'371
	43'432	16'034	23'582	49'853
ERROR MEDIO ADIMENSIONAL	-0'127	-0'009	0'071	-0'042
	-1649'30	-7503'72	1475'07	-3664'71
ERROR CUADRATICO MEDIO ADIMENSIONAL	2'100	0'702	1'043	1'537

Tabla 9.B

A partir de la ecuación 4 se ha obtenido la estimación del valor de repercusión del suelo. En las Figuras 21 y 22 se ha representado el valor de repercusión del suelo catastral y el valor de repercusión del suelo de las tasaciones para sendas muestras de viviendas, siendo el tamaño del símbolo proporcional al valor del suelo de la vivienda. En ambas figuras se observa que los valores del suelo más bajos se hallan en la periferia norte de la capital; en general, los valores del suelo más bajos se sitúan en toda la periferia de la ciudad. Por el contrario, la zona central de la capital,

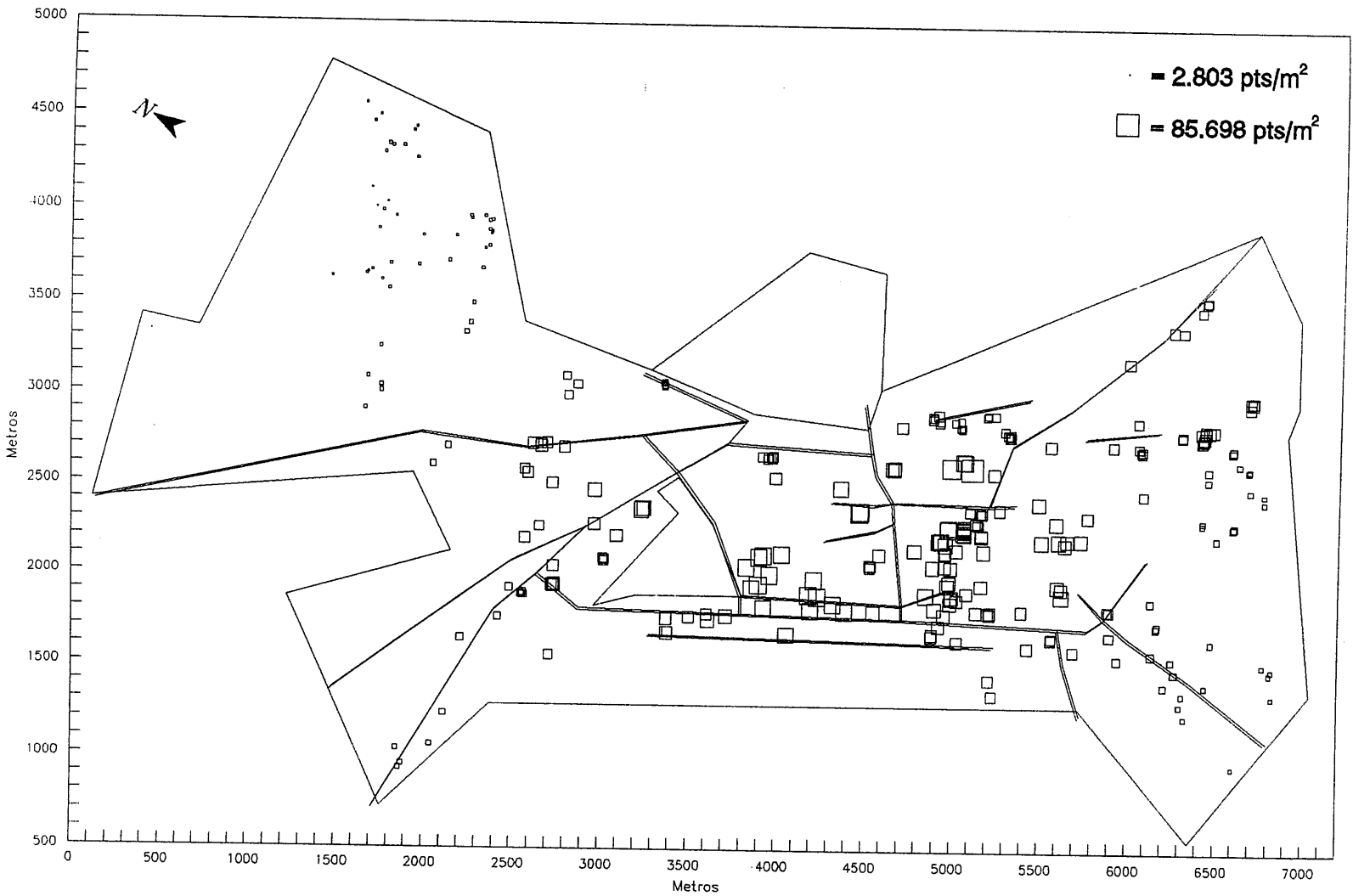


Figura 21. Valor de repercusión del suelo catastral estimado por KRI.

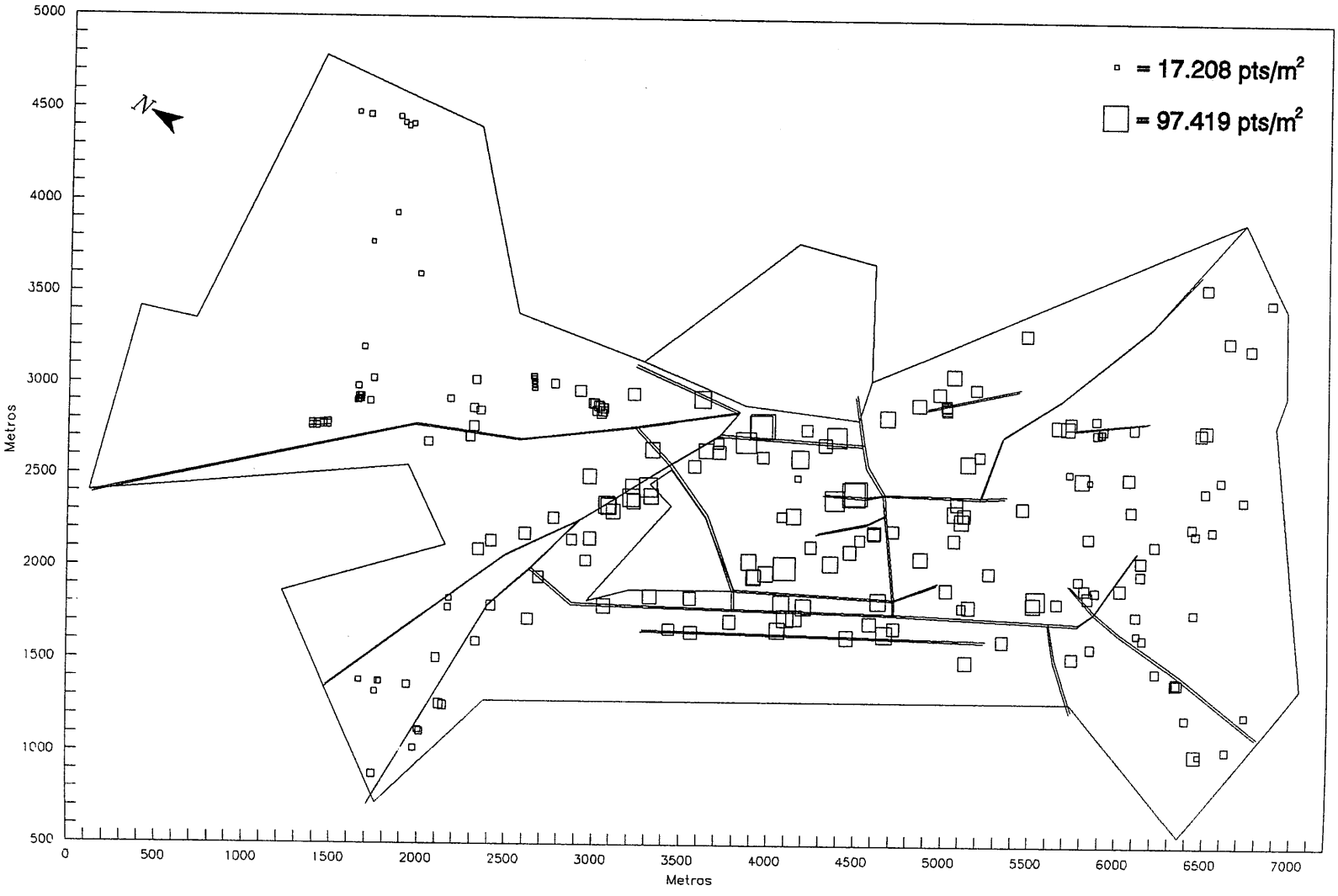


Figura 22. Valor de repercusión del suelo de las tasaciones estimado por KRI.

entendida en un sentido amplio, como la franja comprendida entre los 2600 metros y 5600 metros de la coordenada X, alberga los valores mayores. Esta es una tendencia general que se observa muy claramente en la Figura 21, correspondiente al valor catastral del suelo, mientras que en los valores del suelo de las tasaciones también se cumple, pero con más irregularidades. Esta apreciación coincide con la conclusión que se expuso páginas atrás, en el sentido de que la tendencia general era más explicativa del valor de repercusión del suelo catastral que del valor de repercusión del suelo de las tasaciones, mientras que los factores microlocalizativos, causantes de estas irregularidades por su efecto matizador de la tendencia, tenían una mayor incidencia en el valor del suelo de las tasaciones.

En las Tablas 10.A, 10.B, 11.A y 11.B se ofrecen las estadísticas descriptivas básicas del valor de repercusión del suelo catastral y del valor de repercusión del suelo de las tasaciones, estimados por KRI, tanto para el conjunto de viviendas que componen sendas muestras, como clasificadas por los barrios obtenidos mediante los bloques del capítulo VI.

VALOR DE REPERCUSIÓN DEL SUELO CATASTRAL ESTIMADO POR KRI (CTREPKR)	GRANADA (359 NUDOS DE LA MALLA)	GRANADA (298 VIVIENDAS DE LA MUESTRA)	BARRIO 200-1 (54 VIV.)	BARRIO 200-2 (38 VIV.)	BARRIO 200-3 (72 VIV.)	BARRIO 200-4 (134 VIV.)
MÍNIMO	2'983	2'803	5'586	2'803	19'716	21'968
1º CUARTIL	16'314	23'259	8'353	18'088	28'344	38'627
MEDIANA	31'163	38'210	10'681	22'934	35'691	45'708
3º CUARTIL	44'200	48'679	15'592	34'650	49'006	55'596
MÁXIMO	69'046	85'698	41'555	51'788	68'379	85'698
RANGO	66'063	82'895	35'969	48'985	48'663	63'729
RANGO INTERC.	27'886	25'421	7'239	16'562	20'662	16'969
MEDIA	30'853	36'661	13'450	26'966	39'419	47'362
MODA	31'126	38'175	10'611	22'314	35'421	45'553
DESV. TÍPICA	17'336	17'036	8'383	11'884	11'982	11'782
COEF. VARIACIÓN	56'189	46'470	62'324	44'070	30'398	24'877

Tabla 10.A

VALOR DE REPERCUSIÓN DEL SUELO CATASTRAL ESTIMADO POR KRI (CTREPKR)	BARRIO 400-1 (60 VIV.)	BARRIO 400-2 (33 VIV.)	BARRIO 400-3 (74 VIV.)	BARRIO 400-4 (131 VIV.)
MÍNIMO	2'803	13'192	20'751	21'968
1º CUARTIL	8'404	18'088	32'802	40'986
MEDIANA	10'787	20'393	36'171	46'590
3º CUARTIL	17'919	26'375	47'948	57'065
MÁXIMO	41'555	43'735	60'247	85'698
RANGO	38'752	30'543	39'496	63'729
RANGO INTERC.	9'515	8'287	15'146	16'079
MEDIA	14'055	23'669	39'476	48'719
MODA	10'721	20'116	35'938	46'412
DESV. TÍPICA	8'234	8'240	9'776	11'434
COEF. VARIACIÓN	58'587	34'814	24'765	23'470

Tabla 10.B

VALOR DE REPERCUSIÓN DEL SUELO DE LAS TASACIONES ESTIMADO POR KRI (TREPKR)	GRANADA (359 NUDOS DE LA MALLA)	GRANADA (215 VIVIENDAS DE LA MUESTRA)	BARRIO 200-1 (27 VIV.)	BARRIO 200-2 (57 VIV.)	BARRIO 200-3 (58 VIV.)	BARRIO 200-4 (73 VIV.)
MÍNIMO	8'424	17'208	17'208	19'721	22'545	25'832
1 ^{er} CUARTIL	24'809	28'262	19'562	24'739	36'817	46'508
MEDIANA	38'181	40'531	26'435	28'199	42'917	53'420
3 ^{er} CUARTIL	48'863	52'378	27'139	33'271	51'904	60'442
MÁXIMO	85'156	97'419	50'057	56'290	81'398	97'419
RANGO	76'733	80'211	32'849	36'569	58'853	71'587
RANGO INTERC.	24'054	24'116	7'577	8'532	15'087	13'935
MEDIA	37'105	42'329	26'865	29'993	45'522	55'145
MODA	37'902	40'354	26'132	28'119	42'530	52'671
DESV. TÍPICA	15'922	16'162	8'849	7'099	12'565	14'107
COEF. VARIACIÓN	42'909	38'181	32'938	23'668	27'602	25'581

Tabla 11.A

VALOR DE REPERCUSIÓN DEL SUELO DE LAS TASACIONES ESTIMADO POR KRI (TREPKR)	BARRIO 400-1 (23 VIV.)	BARRIO 400-2 (51 VIV.)	BARRIO 400-3 (54 VIV.)	BARRIO 400-4 (87 VIV.)
MÍNIMO	17'208	19'721	23'415	25'610
1 ^{er} CUARTIL	19'471	25'431	32'406	45'942
MEDIANA	22'545	27'098	41'059	52'671
3 ^{er} CUARTIL	35'518	34'080	46'893	61'377
MÁXIMO	50'057	45'605	67'487	97'419
RANGO	32'849	25'883	44'072	71'808
RANGO INTERC.	16'047	8'648	14'486	15'435
MEDIA	27'737	29'745	39'971	55'028
MODA	21'317	27'078	40'048	52'378
DESV. TÍPICA	9'907	6'004	10'815	14'640
COEF. VARIACIÓN	35'718	20'183	27'056	26'606

Tabla 11.B

La media del valor de repercusión del suelo catastral, para el conjunto de 298 viviendas que componen la muestra, es de 36.661 pts/m² (véase la Tabla 10.A). Como era de esperar, las medias de los barrios aumentan conforme lo hace la calidad global de las viviendas de éstos. Así, la media del valor de repercusión del suelo catastral para el barrio 1, el de menor calidad global, es de 13.450 pts/m² si en la zonificación de la ciudad se utilizan bloques de 200 metros de lado y es de 14.055 pts/m² si son de 400 metros de lado (véanse las Tablas 10.A y 10.B). El valor medio del suelo en las viviendas del barrio 2 se encuentra entre 24.000 pts/m² (bloques de 200 metros) y 27.000 pts/m² (bloques de 200 metros), aproximadamente, y alrededor de 39.400 pts/m² en el barrio 3. Por tanto, el valor medio para el conjunto de la muestra de viviendas la ciudad se encuentra entre las medias del barrio 2 y el 3. El valor medio más alto se alcanza en el barrio 4, con unas cifras en torno a las 48.000 pts/m². El escalonamiento de los valores de las estadísticas por barrios no sólo se cumple para la media sino para todas las medidas de posición central y no central, lo cual confiere una gran continuidad al crecimiento de los valores del suelo catastrales³⁸. En cuanto a la variabilidad de los valores de repercusión del suelo catastrales estimados por Krigeaje, se observa un crecimiento de la homogeneidad dentro de los barrios, conforme se avanza

³⁸ La única excepción a esta continuidad se halla en el mínimo del barrio 2 de bloques de 200 m, que es inferior al mínimo del barrio 1; como ya se ha comentado, ello se debe al efecto perturbador de una vivienda, que se encuentra muy alejada del resto, y que da lugar a la aparición aislada de un bloque de 200 m perteneciente al barrio 2.

en la calidad de éstos: la disminución del coeficiente de variación se explica por la existencia de desviaciones típicas relativamente estables de un barrio a otro, acompañadas de unos valores medios con una clara tendencia creciente.

En cuanto al valor de repercusión del suelo de las tasaciones estimado por KRI, se observa en la Tabla 11.A que el valor medio para las 215 viviendas muestrales es de 42.329 pts/m². También en este caso el valor medio del suelo va creciendo conforme lo hace la calidad global del barrio: se comienza en el barrio 1 con un valor medio en torno a 27.000 pts/m², seguido del barrio 2 con un valor cercano a 30.000 pts/m²; el barrio 3 presenta un valor medio entre 40.000 y 45.000 pts/m², aproximadamente; por último, el barrio 4, el de mayor calidad global, tiene un valor medio de 55.000 pts/m² (véanse las Tablas 11.A y 11.B). Puede observarse que la media de la ciudad se sitúa entre el barrio 2 y el 3 (si bien, mucho más cerca de éste) para bloques de 200 m de lado, pero se encuentra entre el barrio 3 y el 4 para bloques de 400 m. La gradación observada en las medias también se repite para el resto de las medidas de posición, excepto en los barrios 1 y 2 de bloques de 400 m³⁹. Por tanto, se observa que las medias del valor de repercusión del suelo catastral por

³⁹ El mínimo, primer cuartil, mediana, tercer cuartil y máximo, son mayores en el barrio 1 de bloques de 400 m que en el barrio 2. De hecho, las medias de ambos barrios presentan valores muy cercanos, tanto para un tamaño de bloques como para el otro. En definitiva, el barrio 1 y 2 presentan valores del suelo de las tasaciones que no se diferencian tan nítidamente como ocurría para los valores catastrales.

barrios se encuentran claramente escalonadas, mientras que las medias de los valores del suelo de las tasaciones son muy próximas en los barrios de calidad baja y media-baja, y se distancian suficientemente en los barrios de calidad media-alta y alta.

Por lo que respecta al grado de homogeneidad de los valores del suelo de las tasaciones, el coeficiente de variación de la muestra de viviendas tasadas es menor que el de los valores catastrales. Del análisis de los coeficientes de variación por barrios no se desprende una ordenación como la señalada anteriormente para los valores catastrales, sino unos niveles de homogeneidad bastante parejos de un barrio a otro.

A continuación, vamos a comparar, para las dos muestras de viviendas, los resultados obtenidos en la estimación del valor de repercusión del suelo por KRI, en relación con los valores de repercusión del suelo reales (hemos denominado así a los calculados de acuerdo con la metodología catastral y la de las tasaciones hipotecarias, explicadas en los epígrafes 2.2. y 2.3., respectivamente).

En las Tablas 8.A y 8.B se recoge el valor de repercusión del suelo catastral real (CTREP), el estimado por KRI (CTREPKR), así como la diferencia entre ambos (DIFERENCIA). A continuación, se recoge el error de estimación por Krigeaje (diferencia entre el residuo estimado por

Krigeaje y el residuo MCG), que se ha comentado anteriormente a nivel global, y el antilogaritmo del error de estimación por Krigeaje, que es el cociente entre la estimación por Krigeaje del valor de repercusión del suelo catastral y el valor de repercusión del suelo catastral real (CTREPKR/CTREP). Es necesario aclarar que la información aportada por estas dos últimas magnitudes no es redundante con la de DIFERENCIA. Así, de lo explicado en el epígrafe 3 se deduce que, para cada vivienda, el signo de la diferencia entre el valor de repercusión del suelo catastral estimado por Krigeaje y el valor catastral real depende de que el residuo estimado por Krigeaje, $u_k(x_0)$, sea mayor o menor que el residuo MCG, $u(x_0)$:

$$\begin{aligned} \text{DIFERENCIA} &= S_k(x_0) - S(x_0) = e^{F_0' \hat{b}} e^{u_k(x_0)} - e^{F_0' \hat{b}} e^{u(x_0)} = \\ &= e^{F_0' \hat{b}} (e^{u_k(x_0)} - e^{u(x_0)}) \end{aligned}$$

por ejemplo, cuando la diferencia entre los residuos correspondientes a una vivienda concreta, esto es, el denominado error de estimación por Krigeaje, sea positivo, DIFERENCIA también lo será, por lo que estaríamos ante un caso en el que el valor de repercusión del suelo catastral obtenido por Krigeaje sobreestima con respecto del valor catastral real; para esta vivienda, el antilogaritmo del error de estimación por Krigeaje o cociente entre ambas valoraciones, sería mayor que 1. A pesar de que para cada vivienda, considerada individualmente, se da esta concordancia de signos entre las dos diferencias y también se da la

concordancia con el resultado mayor o menor que 1 del cociente, en términos de medias no tienen por qué conservarse estas concordancias. Los signos de la media del error de estimación por Krigeaje y de la media de DIFERENCIA para un conjunto de viviendas, por ejemplo, para un barrio, pueden no ser iguales, pues en DIFERENCIA la expresión

$(e^{u_k(x_0)} - e^{u(x_0)})$ va ponderada por la deriva $(e^{F_0' b})$, que puede ser muy

diferente para dos viviendas, aunque se hallen ubicadas en el mismo barrio. Análogamente, aunque los signos de la media del error de estimación por Krigeaje y de la media de DIFERENCIA coincidieran, por ejemplo, supongámoslos negativos, la media de los antilogaritmos, es decir, la media de los cocientes entre las dos valoraciones, podría ser mayor que 1. Estas matizaciones son perfectamente trasladables a la estimación del valor de repercusión del suelo de las tasaciones, que comentaremos más adelante tomando como base las Tablas 9.A y 9.B.

Volviendo a los resultados que se muestran en las Tablas 8.A y 8.B, la primera observación que puede hacerse es que, en términos de promedio, el valor de repercusión del suelo catastral estimado por Krigeaje (36.661 pts/m²) se sitúa por debajo del valor catastral real (37.826 pts/m²), de ahí que la variable DIFERENCIA de la Tabla 8.A indique una subestimación media cifrada en -1.165 pts/m². La media de DIFERENCIA supone un 3'08% del valor de repercusión del suelo catastral real. En los

valores medios por barrios de DIFERENCIA no se observa ninguna tendencia clara en cuanto a un posible sesgo sistemático. La diferencia media más importante se produce en el barrio 4, con una subestimación superior a las 2.000 pts/m². Con el fin de tener una panorámica espacial de las viviendas en las que se ha producido subestimación o sobreestimación del valor de repercusión del suelo catastral, se podrían representar los valores de las diferencias (DIFERENCIA), cuyos signos coincidirían con los errores de estimación por Krigeaje (también se podría representar el antilogaritmo del error de estimación por Krigeaje y observar los que son mayores o menores que 1). Así, en la Figura 23 se ofrece una representación simbólica de DIFERENCIA, es decir, de la diferencia entre el valor de repercusión del suelo catastral estimado por Krigeaje (CTREPKR) y el valor catastral real (CTREP), donde las viviendas en las que se sobreestima se señalan con un cuadrado y en las que se subestima con una estrella, siendo los tamaños de los símbolos proporcionales al valor absoluto de la diferencia. Se observa que el tamaño de los símbolos es pequeño en la inmensa mayoría de las viviendas, detectándose unas pocas anómalas, que se hallan próximas entre sí (en

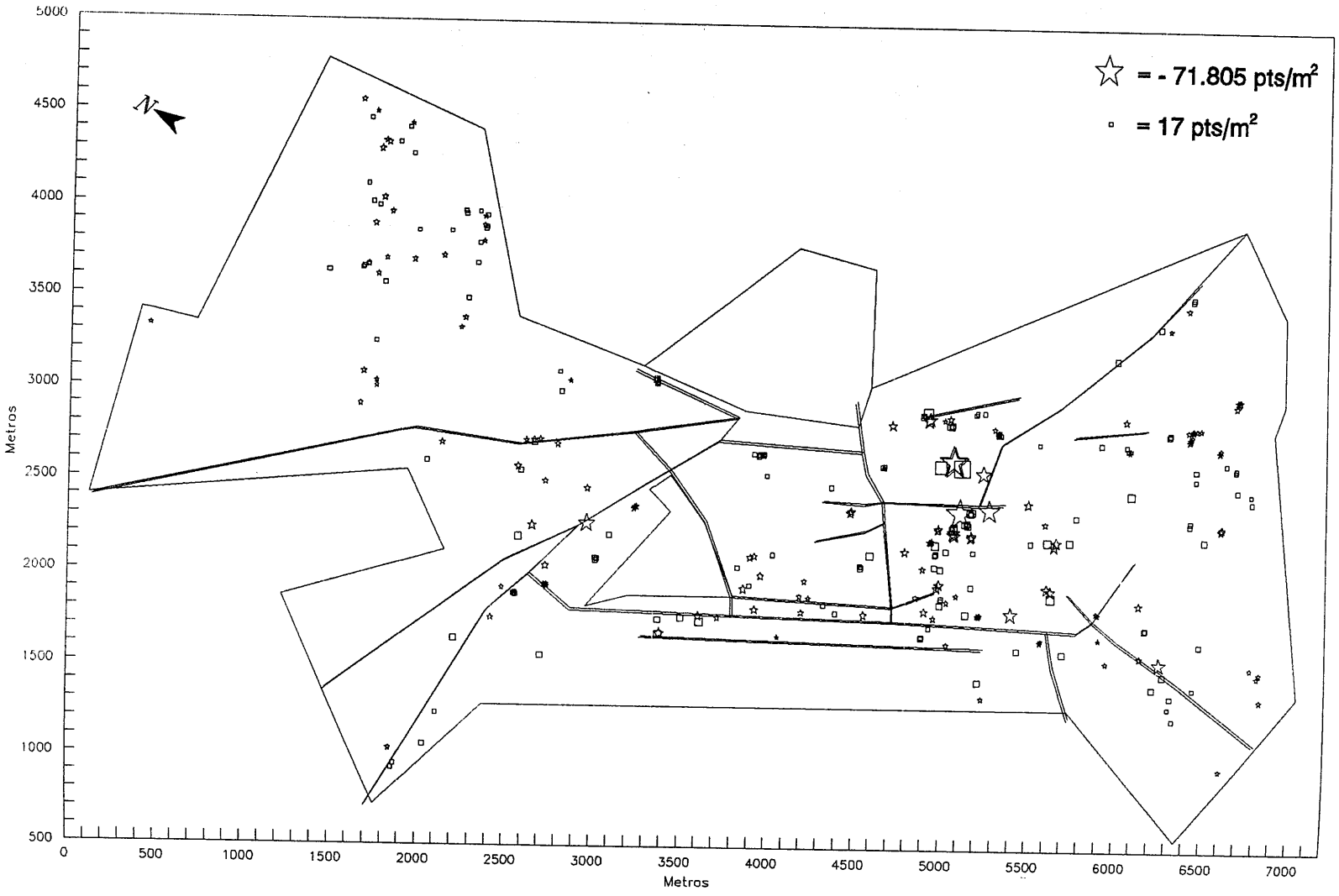


Figura 23. Diferencias entre el valor de repercusión del suelo catastral, estimado por KRI, y el valor real.

torno a 5100 en X y 2500 en Y), en las que las diferencias son importantes⁴⁰. Lo más destacado de la Figura 23 es que no se detectan zonas en las que sistemáticamente se estén produciendo subestimaciones o sobreestimaciones, sino que las diferencias (tanto las positivas como las negativas) se distribuyen de forma aleatoria en el espacio. Por tanto, aunque en la validación cruzada entre el valor de repercusión del suelo catastral estimado por Krigeaje y el valor catastral real se detecten algunos valores anómalos, el proceso de estimación puede calificarse como satisfactorio.

En las Tablas 9.A y 9.B se recogen las mismas variables comentadas en las Tablas 8.A y 8.B, pero referidas ahora a la muestra de 215 viviendas tasadas. Se observa que la media del valor de repercusión del suelo de las tasaciones estimado por Krigeaje (TREP_{KR}), que es igual a 42.329 pts/m², se aproxima mucho al valor medio real (TREP), que es de 43.602 pts/m², por lo que la media de las diferencias es igual a -1.273 pts/m², lo cual supone el 2'92% del valor medio real (véase la variable DIFERENCIA). Las diferencias, en términos relativos, entre las

⁴⁰ Llama particularmente la atención un grupo de cuatro viviendas situadas en torno a 5100 en X y 2700 en Y: para dos de ellas se produce una subestimación importante y para las otras dos una alta sobreestimación. En la Figura 1 se observa que, a pesar de la extraordinaria proximidad entre ellas, el valor de repercusión del suelo catastral real es muy alto para las dos primeras y muy bajo para las otras dos; en el proceso de estimación espacial por Krigeaje a las cuatro viviendas se les asigna un valor del suelo semejante, al hallarse muy próximas (véase la Figura 21), de ahí que existan dos diferencias positivas y dos diferencias negativas muy altas.

estimaciones por Krigeaje del valor del suelo dado por la metodología catastral y las diferencias relativas de las tasaciones, son muy próximas: recordemos que era igual a 3'08% en el primer caso y que es igual a 2'92% en el segundo. Los valores medios de DIFERENCIA más altos corresponden al barrio 4 y los más bajos al barrio 3, por lo que tampoco en las tasaciones se observa un sesgo sistemático hacia la sobreestimación o hacia la subestimación que dependa de la calidad global del barrio.

En la Figura 24 se han representado con símbolos proporcionales las diferencias entre el valor de repercusión del suelo de las tasaciones estimado por Krigeaje y el valor real (los tamaños de los símbolos pueden ser directamente comparados con los de la Figura 23, si bien, no se trata de la misma muestra de viviendas). Al igual que ocurría con la estimación del valor de repercusión del suelo catastral, pueden destacarse dos aspectos: el primero es que, con la excepción de algunas pocas viviendas situadas en el centro de la ciudad, las diferencias son pequeñas para la gran mayoría de ellas; el segundo consiste en la mezcla de diferencias negativas y positivas: la distribución aleatoria de las diferencias indica la inexistencia de zonas en las que el método del Krigeaje esté produciendo una subestimación o sobreestimación sistemática respecto del valor real del suelo de las tasaciones. Por tanto, habida cuenta de los datos examinados en la validación cruzada, el proceso de estimación por Krigeaje del valor de repercusión del suelo de las tasaciones puede calificarse como

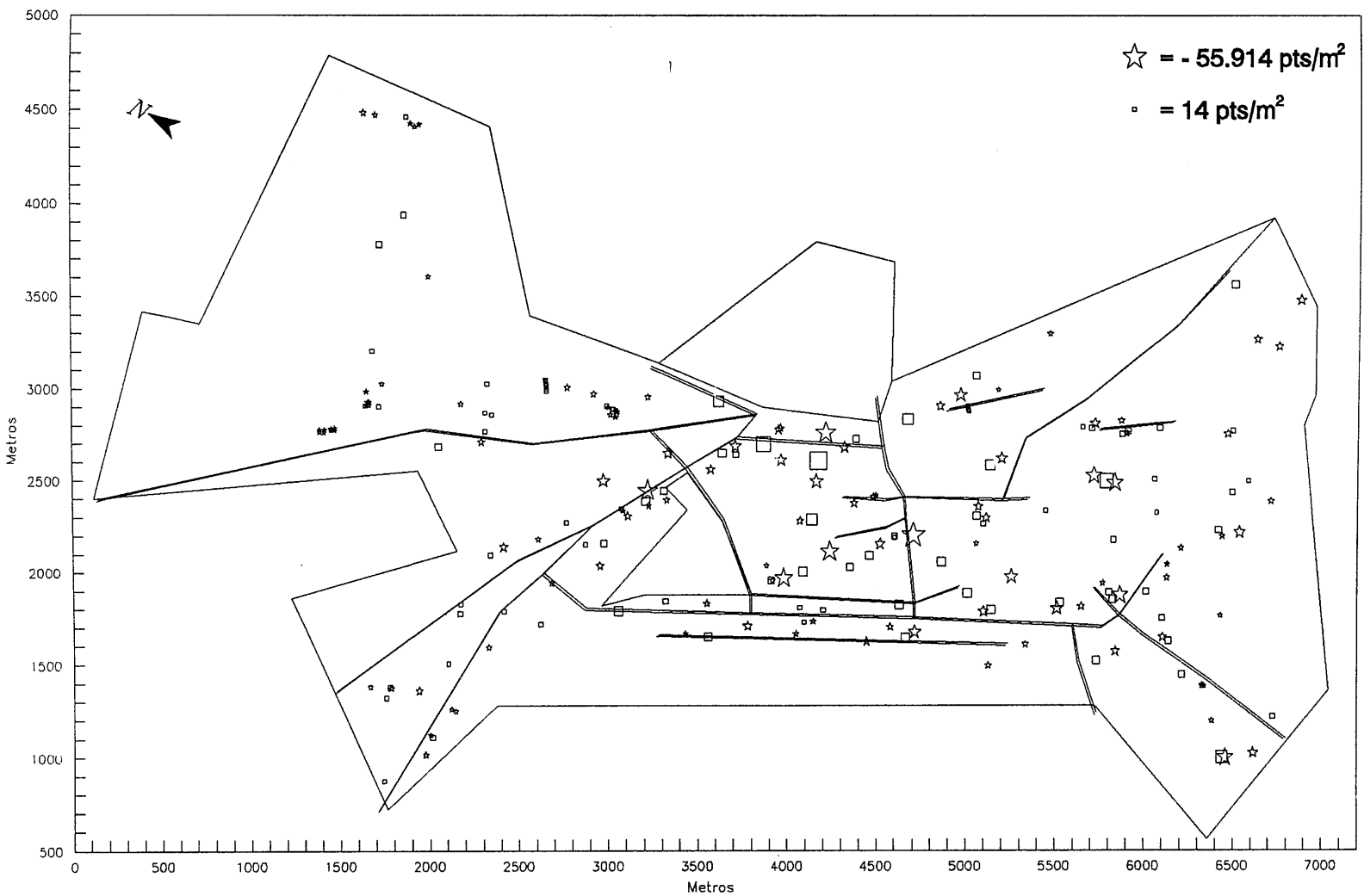


Figura 24. Diferencias entre el valor de repercusión del suelo de las tasaciones, estimado por KRI, y el valor real.

satisfactorio.

4.4.2. Estimación espacial del valor del suelo.

En este epígrafe vamos a exponer los resultados obtenidos en el proceso de estimación del valor de repercusión del suelo para el conjunto de la ciudad. Para ello, se ha estimado por Krigeaje el valor de repercusión del suelo catastral y el valor de repercusión del suelo de las tasaciones en los 359 nudos de una malla, extendida sobre el plano de la ciudad. A partir de las estimaciones en los nudos se han obtenido los planos de isovalores, pudiendo deducir de ellos el valor de la variable para cualquier punto de la urbe. Más adelante se recogen los planos de isolíneas de la desviación típica de la estimación por Krigeaje, de tal forma que se pueda tener una visión espacial de los errores en los que se ha incurrido al realizar la estimación.

A partir de la ecuación 5 se estima por Krigeaje el residuo MCG en cada uno de los nudos de la malla, de forma análoga a como se hizo en la validación cruzada para cada una de las viviendas que componían las muestras. Para obtener la estimación del valor del suelo, el antilogaritmo del residuo se multiplica por el de la deriva, en la forma que recoge la ecuación 4. Como se comentó en el epígrafe 4.4.1., este producto es el causante de la aparición de deformaciones en la figura acampanada de la

deriva; de ahí que en el plano de las estimaciones del valor del suelo, que más adelante comentaremos, surjan diversos picos y valles.

En la Tabla 12 se recoge el valor medio y el coeficiente de variación del antilogaritmo del residuo MCG estimado por Krigeaje, para los 359 nudos de la malla. La media en ambas valoraciones es muy cercana a 1, como era de esperar, al igual que ocurría con las respectivas medias correspondientes a las viviendas de sendas muestras (véanse las Tablas 8.A y 9.A). No obstante, los coeficientes de variación de las viviendas muestrales son mayores que los de los nudos de la malla (23'909 frente a 15'717 y 23'146 frente a 14'873), por lo que los factores microlocalizativos tienen un efecto más homogéneo en el conjunto de la ciudad (en los nudos) que en las viviendas de las muestras.

	MEDIA Y COEFICIENTE DE VARIACIÓN EN LOS 359 NUDOS DE LA MALLA
VALOR LOCALIZACIÓN ESTIMADO POR KRI (KRIVLOC)	30'197 84'551
VALOR CATASTRAL ESTIMADO POR KRI (CTREPKR)	30'853 56'189
VALOR TASACIONES ESTIMADO POR KRI (TREPKR)	37'105 42'909
DIFERENCIA1 = KRIVLOC - CTREPKR	-0'656 -1963'15
DIFERENCIA2 = KRIVLOC - TREPKR	-6'908 -205'257
DIFERENCIA3 = CTREPKR - TREPKR	-6'252 -111'307
ANTILOG. RESIDUO CATASTRAL ESTIMADO POR KRI	1'018 15'717
ANTILOG. RESIDUO TASACIONES ESTIMADO POR KRI	0'994 14'873
ANTILOG. DESVIACIÓN TÍPICA DE LA ESTIMACIÓN DEL VALOR CATASTRAL ESTIMADO POR KRI	1'422 2'825
ANTILOG. DESVIACIÓN TÍPICA DE LA ESTIMACIÓN DEL VALOR TASACIONES ESTIMADO POR KRI	1'345 4'879

Tabla 12

A partir de las estimaciones por KRI del valor de repercusión del suelo (catastral o de las tasaciones) en los nudos de la malla, se obtienen los planos de isovalores de repercusión del suelo y las visiones tridimensionales que se muestran en las Figuras 25 y 26, para los valores catastrales, y en las Figuras 27 y 28, para los valores de las tasaciones.

Comentaremos en primer lugar las estimaciones del valor de repercusión del suelo catastral, cuyo valor medio para los 359 nudos es de 30.853 pts/m², como puede verse en la Tabla 12. Esto supone un descenso del valor medio respecto del estimado en las 298 viviendas de la muestra, donde el valor del suelo catastral era de 36.661 pts/m². En las Figuras 25 y 26 se observa que los valores de repercusión del suelo catastrales más bajos, con diferencia, se encuentran en el sector de Almanjáyar-Cartuja, donde se registra en su mayor parte valores inferiores a 15.000 pts/m². Recuérdese que este sector pertenece mayoritariamente al barrio 1, el de calidad global más baja (véanse las Figuras 25 y 26 del capítulo VI). A medida que se entra en el sector de Constitución-Plaza de Toros-Doctores van creciendo los valores del suelo catastrales: en la zona de transición entre ambos sectores, que pertenece al barrio 2 y 3, se estiman valores en torno a 20.000-30.000 pts/m². El máximo relativo de toda esta mitad norte de la capital se sitúa en La Caleta, con valores del suelo catastrales de 60.000 pts/m². Esta zona del sector de Constitución-Plaza de Toros-Doctores pertenece al barrio 4, el de mayor calidad global de sus viviendas. En dirección hacia el sector de La Chana (mayoritariamente encuadrado en el barrio 2) se va produciendo un continuo descenso de valores, desde las 40.000 pts/m² en la intersección del Camino de Ronda con la Carretera Antigua de Málaga, hasta las 15.000 pts/m² en el extremo noroeste de La Chana. Siguiendo en dirección sur, se observa que conforme se recorren los sectores del Camino de Ronda y Pedro Antonio

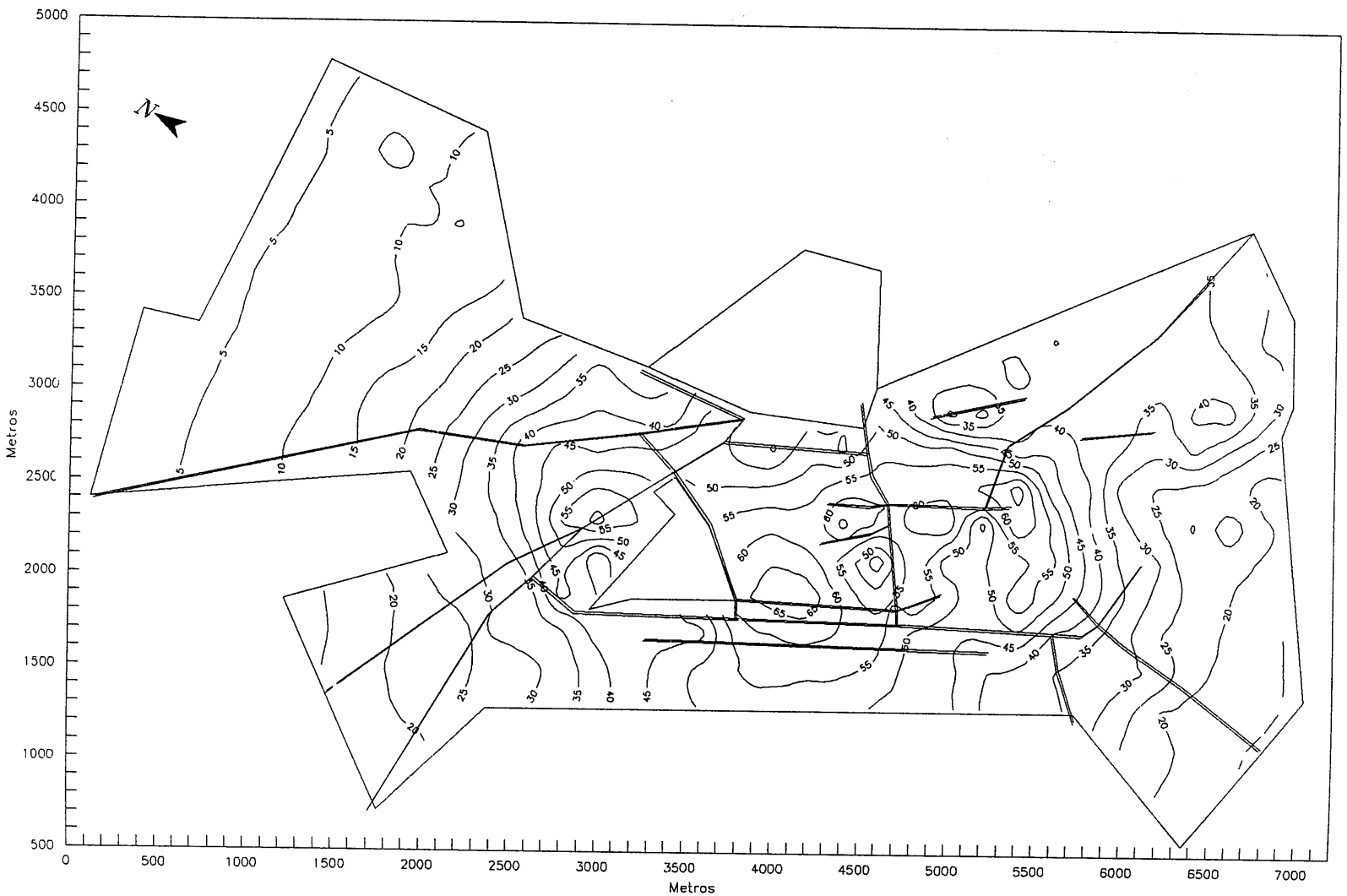


Figura 25. Isolneas del valor de repercusión del suelo catastral, estimado por KRI (en p/s/m²).

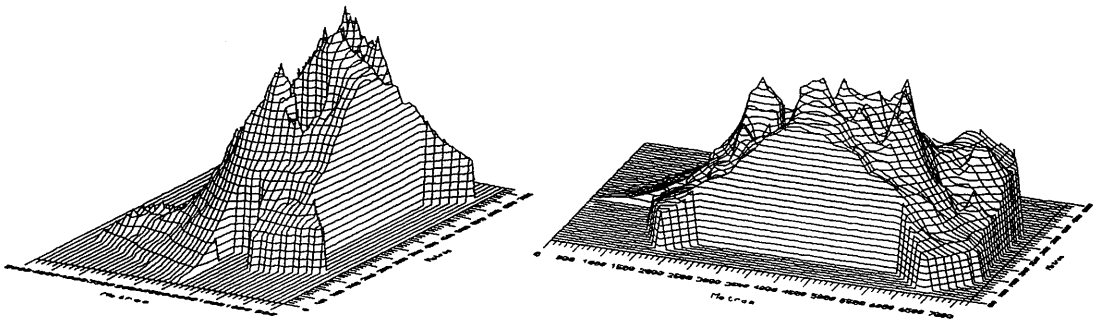


Figura 26. Representación del valor de repercusión del suelo catastral, estimado por KRI.

de Alarcón (encuadrados en los barrios 3 y 4 de calidad global), se produce un incremento en los valores del suelo catastrales, alcanzándose el máximo (60.000-65.000 pts/m²) en una amplia zona situada a la derecha del Campus Universitario de Fuentenueva, enmarcada a la izquierda por éste, en su base inferior por la calle Arabial, a la derecha por Emperatriz Eugenia y Gran Capitán y en su parte superior por la calle Rector López Argüeta. Esta zona engloba el área residencial construida junto al Monasterio de San Jerónimo, calles Severo Ochoa, Melchor Almagro, Martínez de la Rosa, plaza Einstein, mitad inicial de la calle Pedro Antonio de Alarcón y plaza Arabial. Se encuentra dentro de la zona uno de los tres máximos de la capital, con la diferencia respecto de los otros dos de que ocupa una zona mucho más extensa. Si se continúa avanzando por el

Camino de Ronda en dirección sur, se produce un descenso paulatino del valor del suelo, hasta llegar a las 40.000 pts/m² en la confluencia con el sector del Zaidín. A medida que nos internamos en este sector en dirección sur, los valores del suelo van descendiendo gradualmente, hasta alcanzar las 15.000 pts/m² en el extremo sur. En relación con el sector del Centro, se observa un valle de valores a la izquierda de la calle Recogidas, en los barrios de Gracia y Magdalena, dos de las zonas en las que hay mayor cantidad de viviendas desocupadas y en estado semirruinoso. Dentro del sector del Centro se puede señalar el eje formado por las calles Mesones y Puentezuelas, en dirección a Puerta Real, y que continúa hacia el río Genil por la Carrera de la Virgen y San Antón, internándose en el sector del Camino de la Sierra por el Paseo del Salón y los Vergeles. Todo este eje, que engloba el CCN tradicional de la ciudad, presenta valores situados en torno a las 60.000 pts/m², con dos máximos de 65.000 pts/m² en sus extremos. Conforme nos alejamos del referido eje hacia el este se produce un descenso de valores, excepto si nos movemos hacia el Campus Universitario de Fuentenueva. Así, se observa una disminución de los valores del suelo en dirección este, tanto hacia la Gran Vía, con valores en torno a 45.000-50.000 pts/m², como hacia el Realejo, donde se produce un fuerte descenso de valores hasta las 30.000-35.000 pts/m². También hay una fuerte disminución de valores en la confluencia del Paseo del Salón y del Camino de la Sierra, si bien esta disminución se detiene, estabilizándose los valores en torno a las 35.000-40.000 pts/m² en la mayor

parte del Camino de la Sierra. En dirección hacia la avenida Cervantes, segunda arteria importante del sector del Camino de la Sierra, se produce un descenso muy leve de valores, de 40.000 a 35.000 pts/m², pero en su extremo se produce un repunte de valores hasta las 40.000 pts/m², en la zona de Bola de Oro, que se halla encuadrada dentro del barrio 4. En la zona de transición entre el sector del Camino de la Sierra y el del Zaidín, se observa un descenso de valores.

En términos globales, se puede señalar la existencia de una amplia plataforma (véase la Figura 26) circundada por las isolíneas de 40.000-45.000 pts/m², dentro de la cual se encuentra la parte central de la capital, englobando una parte del sector de Constitución-Plaza de Toros-Doctores, Camino de Ronda, Pedro Antonio de Alarcón, Centro y parte del Realejo y del Camino de la Sierra. En esta extensa zona surgen los tres máximos de 65.000 pts/m² y el máximo relativo de la avenida de la Constitución. De ello puede deducirse la estructura multicéntrica del valor de repercusión del suelo catastral.

El máximo alrededor del cual se observa un mayor gradiente de variabilidad es el situado en los Vergeles: un desplazamiento de 300 metros en dirección sureste se traduce en un descenso de 25.000 pts/m², que en términos de elasticidad precio/distancia supone una disminución media de 83 pts/m² por cada metro de desplazamiento. El segundo gradiente más alto

corresponde al máximo de la avenida de la Constitución, con una disminución media de 67 pts/m² por cada metro de desplazamiento en dirección oeste. El tercero es el máximo situado entre Puentezuelas y Mesones, con una disminución media de 50 pts/m² por cada metro de desplazamiento en dirección hacia el barrio de la Magdalena (es decir, en dirección oeste). La elasticidad en torno al máximo situado junto al Campus Universitario de Fuentenueva es más baja, pues no rebasa las 18 pts/m², debido a que se trata de un máximo que ocupa una extensa zona.

Fuera de esta gran plataforma central a la que hemos hecho referencia se sitúan las zonas con un valor del suelo catastral inferior a las 40.000 pts/m²: por un lado el tercio norte, que es ocupado por una parte del sector de Constitución-Plaza de Toros-Doctores y por los sectores de Almanjáyar-Cartuja y La Chana; en el otro extremo el tercio sur, con el sector del Zaidín y parte del Camino de la Sierra y, finalmente, parte del sector del Realejo, en el este de la ciudad. En el descenso de valores en dirección norte se deja sentir fuertemente el peso de los factores macrolocalizativos con isolíneas en forma de ondas que recogen la deriva. Dentro del tercio norte, el mayor descenso de valores se produce en la zona de transición entre el sector de Constitución-Plaza de Toros-Doctores y el de Almanjáyar-Cartuja, donde el gradiente refleja una disminución de 50 pts/m² por cada metro de desplazamiento en dirección norte. Una vez dentro del sector de Almanjáyar-Cartuja, el descenso de valores se atenúa,

produciéndose una ampliación gradual de las franjas de terreno situadas entre las isolíneas, llegándose a distancias entre ellas superiores a los 500 metros sin variación del valor del suelo. A la entrada del sector de La Chana también existe un gradiente de variabilidad superior al que se produce en el interior del mismo. La disminución de los valores del suelo en dirección sur adopta formas más irregulares, como es la zona fronteriza entre el sector del Zaidín y el del Camino de la Sierra, así como las estabilizaciones de valores a lo largo de una ancha franja en torno a esta última vía, y la que se produce en buena parte del Zaidín. Se observa, por tanto, que las características microlocalizativas han incidido fuertemente, rompiendo la forma regular de la deriva.

A continuación, vamos a comentar los principales resultados obtenidos en la estimación por Krigeaje del valor de repercusión del suelo de las tasaciones. El valor medio estimado en los 359 nudos de la malla que hemos utilizado alcanza las 37.105 pts/m² (véase la Tabla 12), en tanto que la media de los valores de repercusión del suelo de las tasaciones era de 42.320 pts/m² en las 215 viviendas de la muestra. Las representaciones gráficas de las estimaciones se recogen en el plano de la Figura 27 y en las dos perspectivas tridimensionales de la Figura 28.

Los valores del suelo de las tasaciones más bajos de toda la ciudad se encuentran, al igual que ocurría con el valor del suelo catastral, en el

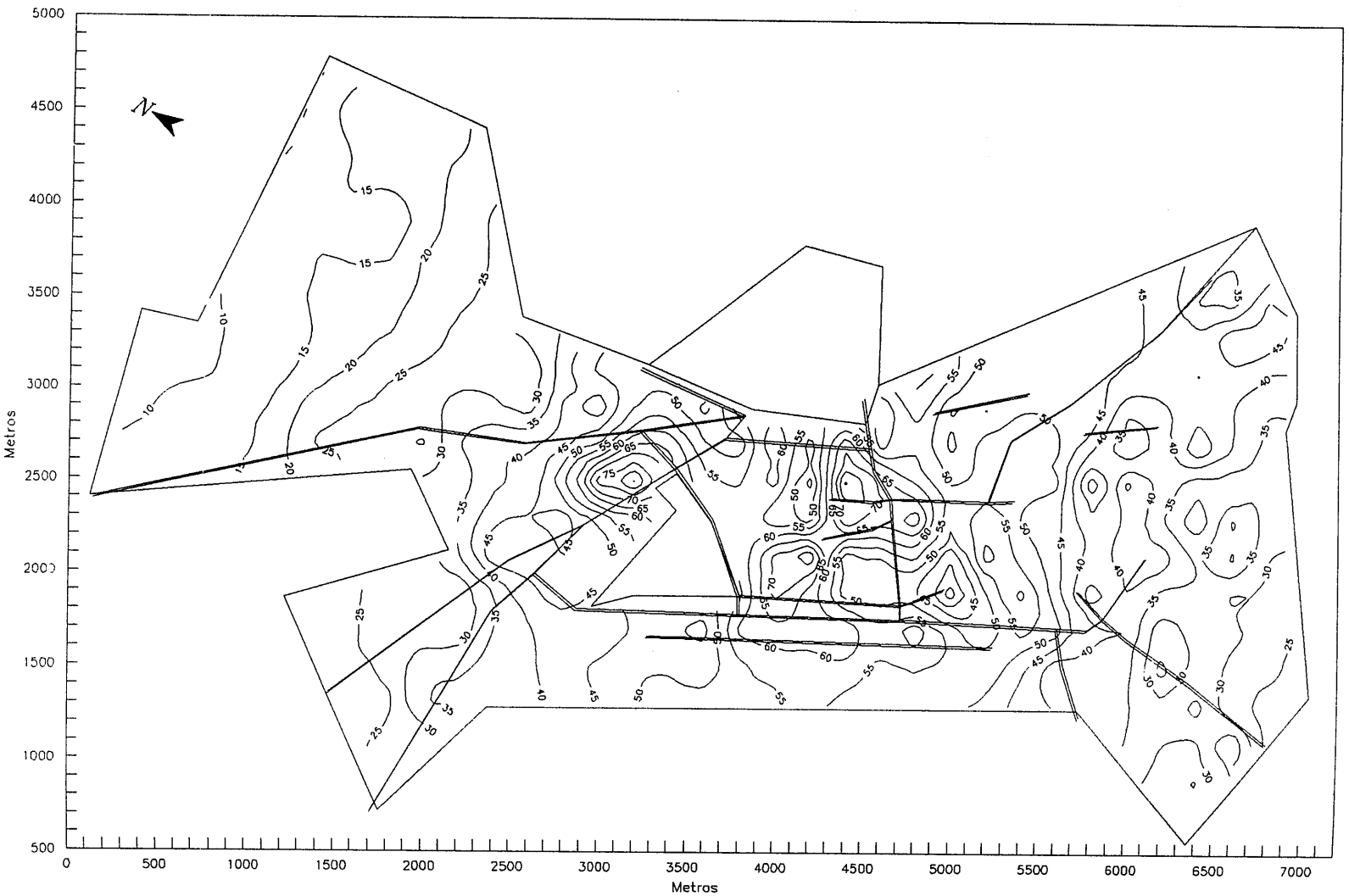


Figura 27. Isolneas del valor de repercusión del suelo de las tasaciones, estimado por KRI (en p/m²).

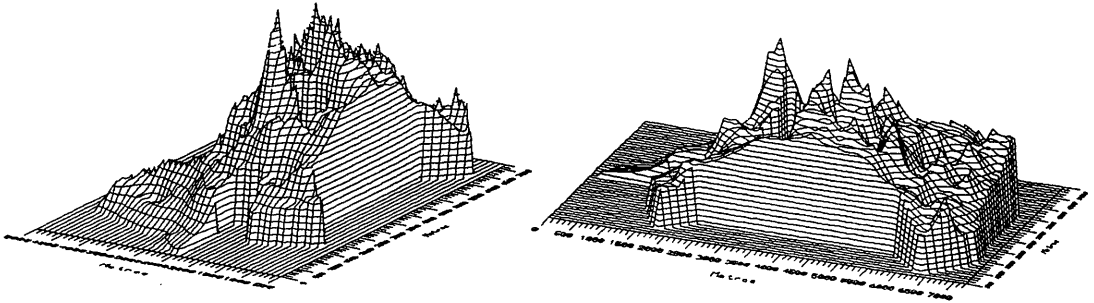


Figura 28. Representación del valor de repercusión del suelo de las tasaciones, estimado por KRI.

sector de Almanjáyar-Cartuja, donde se llegan a alcanzar valores inferiores a 10.000 pts/m², que es el valor mínimo registrado en toda la capital. En la franja fronteriza entre este sector y el de Constitución-Plaza de Toros-Doctores se produce un aumento de valores, pasándose de 30.000 a 40.000 pts/m². Precisamente, el máximo de la ciudad se ha estimado dentro de este sector, en la avenida de la Constitución, alcanzándose cotas de 80.000 pts/m². La zona que circunda al máximo limita por el este con la plaza del Triunfo, por el norte con la carretera de Jaén, por el oeste con la Ribera del Beiro y La Caleta y por el sur con la estación de ferrocarril y el Campus Universitario de Fuentenueva. Esta zona engloba el Hospital Clínico, el barrio de San Lázaro y el de Plaza de Toros-Doctores, el complejo hospitalario Virgen de las Nieves, así como parte de La Caleta

y del barrio de los Pajaritos. En las cercanías de esta zona se situaba el máximo del valor de repercusión del suelo catastral, si bien desplazado un poco hacia el oeste. A medida que se avanza en dirección hacia el sector de La Chana se produce una disminución de valores, comenzando con 45.000 pts/m² en la confluencia del Camino de Ronda con la Carretera Antigua de Málaga y finalizando en valores de 25.000 pts/m² en la periferia noroeste del sector. Esta disminución no es uniforme en todo el sector, pues a lo largo de la Carretera Antigua de Málaga y en su entorno se mantienen valores que rondan las 30.000-35.000 pts/m². El recorrido de los sectores del Camino de Ronda y Pedro Antonio de Alarcón produce un incremento gradual de los valores del suelo. En esta zona hay un máximo relativo de la ciudad, con valores de 75.000 pts/m² en Gran Capitán. El área que circunda el máximo, tomando como referencia la isolínea de 60.000 pts/m², coincide casi exactamente con el obtenido en la estimación del valor del suelo catastral, englobando la plaza de Gran Capitán, área residencial situada entre el Campus Universitario de Fuentenueva y el Monasterio de San Jerónimo, calles Melchor Almagro y Martínez de la Rosa, mitad inicial de la calle Pedro Antonio de Alarcón y tramo de la calle Arabial entre un gran hipermercado y la plaza de Arabial. Continuando desde esta zona el avance hacia el sur por el Camino de Ronda, se observa una disminución gradual del valor del suelo, que pasa de 60.000 pts/m² a 45.000-50.000 pts/m² en la zona fronteriza con el sector del Zaidín. La tendencia general en este último sector es la del descenso

suave de los valores en dirección sur, hasta llegar a las 25.000 pts/m², si bien hay algunas irregularidades, como el valle de valores en el tramo intermedio de la avenida de Dílar, los tres pequeños picos situados en las inmediaciones del gran hipermercado de la zona sur (ubicado en el límite sur del término municipal), otro pico en el extremo de la avenida América hacia la avenida Cervantes y otro a la derecha de la avenida América, en las inmediaciones del Palacio de Deportes.

Dentro del sector del Centro se observa una disminución de valores a ambos lados de la calle Recogidas: a su izquierda (según la visión del observador), donde se encuentran los barrios de Gracia y la Magdalena, al igual que ocurría con los valores del suelo catastrales, y a su derecha, en el barrio Fígares e inmediaciones de la calle Manuel de Falla. Subiendo la calle Recogidas en dirección hacia Puerta Real se produce un importante ascenso de valores, que alcanza su máximo en la plaza de Bibarrambla. Si tomamos como referencia la isolínea de 60.000 pts/m², el área circundante del máximo engloba al CCN tradicional de la ciudad, coincidiendo en gran medida con el eje señalado en el plano del valor del suelo catastral, si bien en éste último caso avanzaba más hacia el sur, en dirección al río Genil, mientras que en el valor del suelo de las tasaciones avanza hacia el este, en dirección a la Gran Vía. En definitiva, la zona del máximo abarcaría, aproximadamente, el barrio de la Catedral y tramo final de la Gran Vía, plazas de Bibarrambla y Trinidad, calles Mesones y Puentezuelas, Puerta

Real y tramos iniciales de San Antón y Carrera de la Virgen. Puede observarse que la isolínea de 60.000 pts/m² es la envolvente de los máximos situados en la zona central: tanto el del CCN tradicional como el de Gran Capitán, situado al oeste del anterior.

A la izquierda del máximo del CCN se observa un valle de valores, que engloba a la plaza de Los Lobos y a los barrios de Santa Paula y San Agustín, llegando hasta la Gran Vía. Desde el CCN hasta la calle Molinos, dentro del sector del Realejo, se produce una disminución de valores hasta las 50.000 pts/m², pero todo el sector se mantiene muy estable en torno a esos valores. En la zona limítrofe entre los sectores del Centro y del Camino de la Sierra se produce una disminución muy lenta de valores, que continúa a lo largo de esta última vía, pasando de 50.000 a 35.000 pts/m². También tiene lugar un descenso de valores de 50.000 a 35.000 pts/m² en la avenida Cervantes, pero más adelante, en la Bola de Oro se incrementan de nuevo los valores a 40.000 pts/m². Finalmente, en el extremo sureste de la ciudad, en la zona del Serrallo se registran valores en torno a 45.000 pts/m².

De forma análoga a la señalada para el valor del suelo catastral, en el valor del suelo de las tasaciones se observa una extensa zona de la ciudad, que ocupa la parte central de la misma, donde se registran valores más elevados que en el resto (véase la Figura 28). Los sectores englobados

son los mismos que los enumerados cuando se hizo referencia al valor del suelo catastral: parte del sector de Constitución-Plaza de Toros-Doctores, Camino de Ronda, Pedro Antonio de Alarcón, Centro y parte del Realejo y del Camino de la Sierra. Esta extensa zona central estaría delimitada por las isolíneas de 45.000-50.000 pts/m², y contendría el máximo absoluto de la avenida de la Constitución y los dos máximos relativos situados en Gran Capitán y en el CCN tradicional, respectivamente. Nuevamente se puede extraer la conclusión de la existencia de una estructura multicéntrica en los valores del suelo de la ciudad de Granada.

En relación con los gradientes de variabilidad existentes en esta plataforma central, el más acentuado corresponde a la zona del máximo de la avenida de la Constitución, donde se produce una variación media de 100 pts/m² por cada metro de desplazamiento. Los dos máximos relativos de Gran Capitán y del CCN tradicional presentan una elasticidad precio/distancia algo menor: 83 pts/m² por cada metro de desplazamiento. En el valle de valores situado en el extremo de Pedro Antonio de Alarcón, en el barrio de Fígaros, se observa que por cada metro de desplazamiento en dirección contraria a él se produce un aumento medio de 67 pts/m².

Las zonas con un valor del suelo inferior a las 45.000 pts/m² se sitúan fuera de esta zona central, exceptuando solamente la zona del Serrallo. Al igual que ocurría con el valor del suelo catastral, a la

izquierda de esta zona central se sitúa el tercio norte, que incluye la mitad norte del sector de Constitución-Plaza de Toros-Doctores y los sectores de Almanjáyar-Cartuja y La Chana; a la derecha de la zona central se ubica el tercio sur, englobando el sector del Zaidín y parte del sector del Camino de la Sierra. El sector del Realejo presenta unos valores que lo incluyen en la plataforma central, a diferencia de lo que ocurría con el valor catastral. El descenso de valores en dirección norte se produce de forma gradual, pero con varias irregularidades en la forma de las curvas, tanto en el sector de Almanjáyar-Cartuja como en el de La Chana, debido al peso de los factores microlocalizativos, que en esta zona son más determinantes de la forma final de las curvas de lo que eran en el valor catastral, donde pesaba más la deriva. Las zonas de transición entre el sector de Constitución-Plaza de Toros-Doctores y cada uno de estos dos sectores citados registran un mayor gradiente de variabilidad que en el interior de los mismos, donde los valores van disminuyendo hacia la periferia a un ritmo menor. También en el tercio sur la tendencia al descenso de valores hacia la periferia se ve salpicada de formas irregulares, con la aparición de varios picos y valles antes comentados, como consecuencia de la interacción de los factores microlocalizativos con la deriva.

La información aportada por las estimaciones espaciales del valor de repercusión del suelo debe ser completada con la de los errores cometidos

en dicha estimación. Así, en la Tabla 12 se recoge el valor medio y el coeficiente de variación del antilogaritmo de la desviación típica de la estimación por Krigeaje de los residuos MCG (catastrales y de las tasaciones). El valor medio de la dispersión catastral es un poco mayor que el de las tasaciones (1'44 frente a 1'345), aunque el coeficiente de variación indica que la primera media es más representativa que la segunda. Con el fin de tener una visión espacial de los errores, en la Figuras 29 y 30 se ha representado el antilogaritmo de la desviación típica de la estimación por Krigeaje del residuo MCG, tras calcular esta magnitud en los 359 nudos de la malla, a partir de la ecuación 48 del capítulo II. En ambas figuras se han representado también las viviendas de cada una de las muestras con un pequeño cuadrado. En la Figura 29 se observa que aquellas zonas en las que no hay viviendas muestrales son las que reflejan mayores niveles de error, siendo estos niveles muy sensibles a la presencia o ausencia de dichas viviendas. Tomando como referencia la isolínea de 1'44, que actúa a modo de línea envolvente de las zonas de la ciudad donde se toman las muestras, se observa que los mayores errores se cometen al estimar los valores en las zonas periféricas, donde apenas hay viviendas muestrales. Así, las áreas con mayores niveles de error se encuentran en el noroeste de los sectores de Almanjáyar-Cartuja y La Chana; en el barrio de Cartuja, área circundante de la plaza del Triunfo y zona alta del Realejo, por el este; a lo largo de la franja de terreno entre la calle Arabial y la vega de Granada, por el oeste; en el extremo suroeste

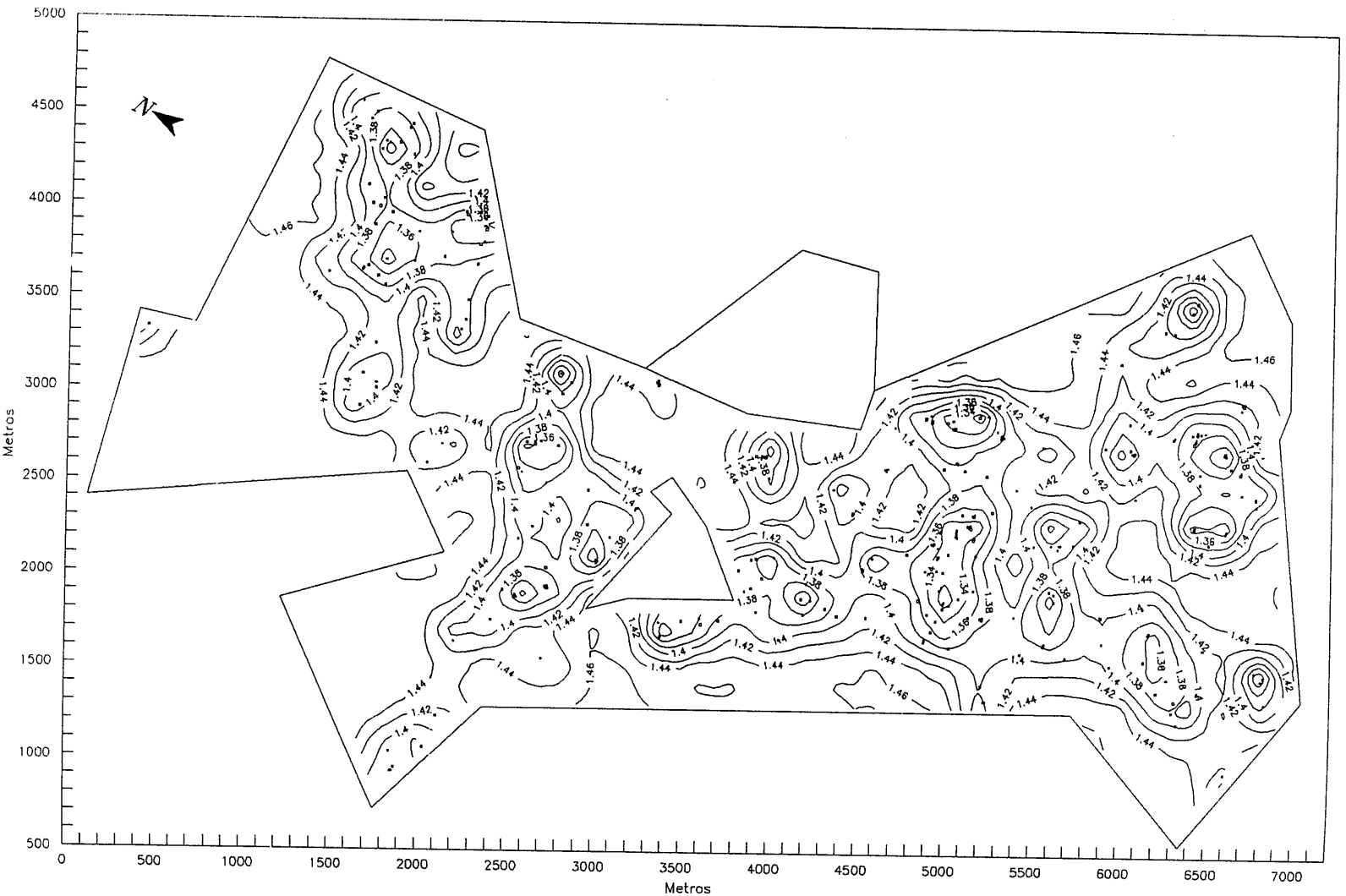


Figura 29. Isolneas del antilogaritmo de la desviación típica de la estimación por Krigeaje del residuo MCG catastral.

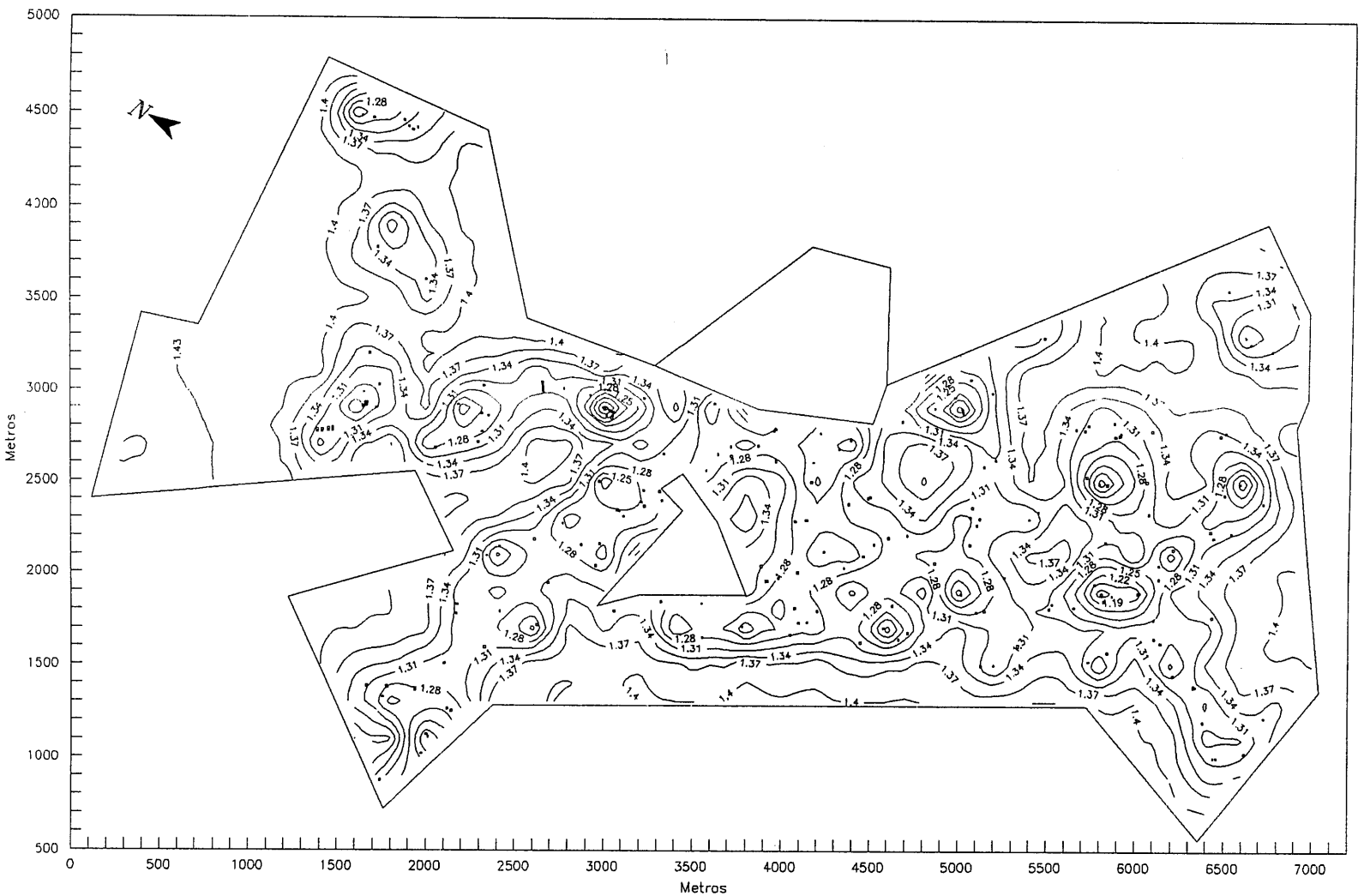


Figura 30. Isolneas del antilogaritmo de la desviación típica de la estimación por Krigaje del residuo MCG de las tasaciones.

del Zaidín, área circundante del Palacio de Deportes, en el sur, y extremo sureste del sector del Camino de la Sierra. En aquellas zonas en las que hay una cierta concentración de viviendas, aun cuando ésta sea poco numerosa, se produce un fuerte descenso de la desviación típica o error típico de estimación, como lo señala la multitud de "hoyos" dispersos por toda la ciudad.

De la observación de la Figura 30 se extrae la misma conclusión general que se ha expuesto en el párrafo anterior: se incurre en los mayores niveles de error en aquellas zonas donde no hay viviendas tasadas, produciéndose una fuerte disminución del antilogaritmo de la desviación típica, detectable por la multitud de "hoyos", allí donde se encuentran localizadas las viviendas. Si se toma la isolínea de 1'37 como la curva envolvente de referencia, se observa que, en general, en las zonas periféricas se producen los mayores errores, por lo que hay una gran coincidencia con las zonas señaladas en la Figura 29, con la única excepción del área circundante de la plaza del Triunfo, por encima del Campus Universitario de Fuentenueva, que en el caso de las tasaciones no presenta niveles altos de error.

4.4.3. Comparación de los resultados obtenidos en la estimación espacial del valor del suelo.

La comparación de las diferentes estimaciones por Krigeaje del valor del suelo puede ser establecida sobre la base de las viviendas reales que componen la muestra, o bien sobre la base de los nudos de la malla. Tomando como base las viviendas muestrales se puede comparar el valor de repercusión del suelo catastral estimado por KRI con el valor de la localización del capítulo IX, obtenido por la sustracción en el precio del valor de la construcción. En ambos casos se ha aplicado el KRI, con algunas diferencias metodológicas que ya han sido comentadas, sobre la muestra de 298 viviendas⁴¹. Por otro lado, se pueden comparar las tres valoraciones obtenidas por KRI (valor de localización, valor de repercusión del suelo catastral y valor de repercusión del suelo de las tasaciones) en los 359 nudos de la malla, espaciados regularmente por todo el plano de la ciudad.

⁴¹ El valor de repercusión del suelo de las tasaciones también podría ser estimado en estas localizaciones, pero no se trataría de un valor del suelo realmente observado en esos puntos. A la inversa, el valor de la localización y el valor de repercusión del suelo catastral podrían ser estimados en las mismas localizaciones de las 215 viviendas tasadas. Consideramos preferible establecer las comparaciones entre las tres valoraciones tomando como base los nudos de la malla, regularmente repartidos por el plano de la ciudad y, por tanto, no sujetos directamente al problema de la representatividad espacial de la muestra.

	MEDIAS Y COEFICIENTES DE VARIACIÓN				
	GRANADA (298 VIV. DE LA MUESTRA)	BARRIO 200-1 (54 VIV.)	BARRIO 200-2 (38 VIV.)	BARRIO 200-3 (72 VIV.)	BARRIO 200-4 (134 VIV.)
VALOR CATASTRAL REAL (CTREP)	37'826	12'988	26'003	40'726	49'718
	56'620	56'650	45'262	39'332	39'735
VALOR CATASTRAL ESTIMADO POR KRI (CTREPKR)	36'661	13'450	26'966	39'419	47'362
	46'470	62'324	44'070	30'398	24'877
VALOR LOCALIZACIÓN ESTIMADO POR KRI (KRIVLOC)	42'059	8'166	27'204	43'687	59'183
	61'200	158'602	65'728	27'871	34'572
DIFERENCIA0 = KRIVLOC - CTREP	4'233	-4'821	1'200	2'961	9'465
	473'705	-158'376	853'577	505'615	272'191
DIFERENCIA1 = KRIVLOC - CTREPKR	5'398	-5'284	0'238	4'269	11'821
	315'976	-111'234	3877'860	246'065	181'165

Tabla 13.A

	MEDIAS Y COEFICIENTES DE VARIACIÓN			
	BARRIO 400-1 (60 VIV.)	BARRIO 400-2 (33 VIV.)	BARRIO 400-3 (74 VIV.)	BARRIO 400-4 (131 VIV.)
VALOR CATASTRAL REAL (CTREP)	13'372	24'326	38'966	51'791
	52'275	42'291	32'411	38'049
VALOR CATASTRAL ESTIMADO POR KRI (CTREPKR)	14'055	23'669	39'476	48'719
	58'588	34'814	24'765	23'470
VALOR LOCALIZACIÓN ESTIMADO POR KRI (KRIVLOC)	9'752	24'754	47'100	58'406
	165'062	47'240	26'648	35'453
DIFERENCIA0 = KRIVLOC - CTREP	-3'620	0'428	8'134	6'615
	-291'602	2424'480	198'935	384'554
DIFERENCIA1 = KRIVLOC - CTREPKR	-4'303	1'085	7'624	9'687
	-209'408	664'264	179'759	216'356

Tabla 13.B

Comencemos comparando en las 298 viviendas de la muestra el valor

de la localización obtenido en el capítulo IX (denominado KRIVLOC) con el valor de repercusión del suelo catastral estimado por KRI (CTREPKR). La importancia de esta comparación se basa en lo siguiente: si se toma como valor de referencia KRIVLOC, las zonas donde KRIVLOC está por debajo de CTREPKR se pueden considerar como zonas penalizadas fiscalmente, mientras que en las que ocurre lo contrario se están beneficiando fiscalmente. En las Tablas 13.A y 13.B se recoge la media y el coeficiente de variación de las dos variables anteriores y también del valor de repercusión del suelo catastral real (CTREP), tanto para el conjunto de la muestra como para los cuatro barrios de diferente calidad global, obtenidos en el capítulo VI, por bloques de 200 y de 400 metros de lado. Como ya se comentó a raíz de las Tablas 8.A y 8.B, las diferencias entre el valor catastral real y el estimado por Krigeaje eran muy escasas. En las Tablas 13.A y 13.B también se recoge la diferencia, global y por barrios, entre el valor de la localización y el valor catastral real (véase la variable DIFERENCIA0). La diferencia media entre ambas variables es de 4.233 pts/m². Algo mayor es la diferencia media entre el valor de la localización y el valor de repercusión del suelo catastral estimado por KRI: 5.398 pts/m² (véase la variable DIFERENCIA1). La diferencia media en el barrio 1 es negativa, en gran parte debido a las 13 viviendas cuyo valor de la localización era negativo. En el barrio 2 se produce la diferencia media más baja. En el 3 y en el 4 las diferencias medias son positivas y mayores en este último. En definitiva, tanto en las viviendas ubicadas en

los barrios obtenidos por bloques de 200 como de 400 metros de lado, se observa que el valor de la localización estima por debajo del catastral en las zonas de menor calidad global, por lo que estas zonas estarían siendo penalizadas fiscalmente, siempre y cuando se tome como referencia el valor de la localización obtenido en el capítulo IX. Los valores del suelo estimados se aproximan enormemente en las zonas de calidad media-baja, por lo que estas zonas se acercarán a la equidad fiscal. Por último, conforme aumenta la calidad global de las zonas, el valor catastral estima cada vez más por debajo del valor de la localización, como ocurre en los barrios de calidad global media-alta y alta, por lo que estas zonas estarían siendo beneficiadas fiscalmente.

En la Figura 31 se han representado para las 298 viviendas las diferencias entre el valor de la localización y el valor de repercusión del suelo catastral estimados por KRI, con símbolos cuyos tamaños son proporcionales a dichas diferencias (se trata de la variable DIFERENCIA1 de las Tablas 13.A y 13.B). El símbolo estrella indica las diferencias negativas y el cuadrado las positivas. Así, se observa que en todo el sector de Almanjáyar-Cartuja los valores del suelo catastrales superan a los valores de la localización. Al entrar en el sector de Constitución-Plaza de Toros-Doctores las diferencias se tornan positivas, al igual que en el comienzo del sector de La Chana; en el extremo noroeste de este sector se alternan ambos tipos de diferencias. Las diferencias vuelven a ser negativas

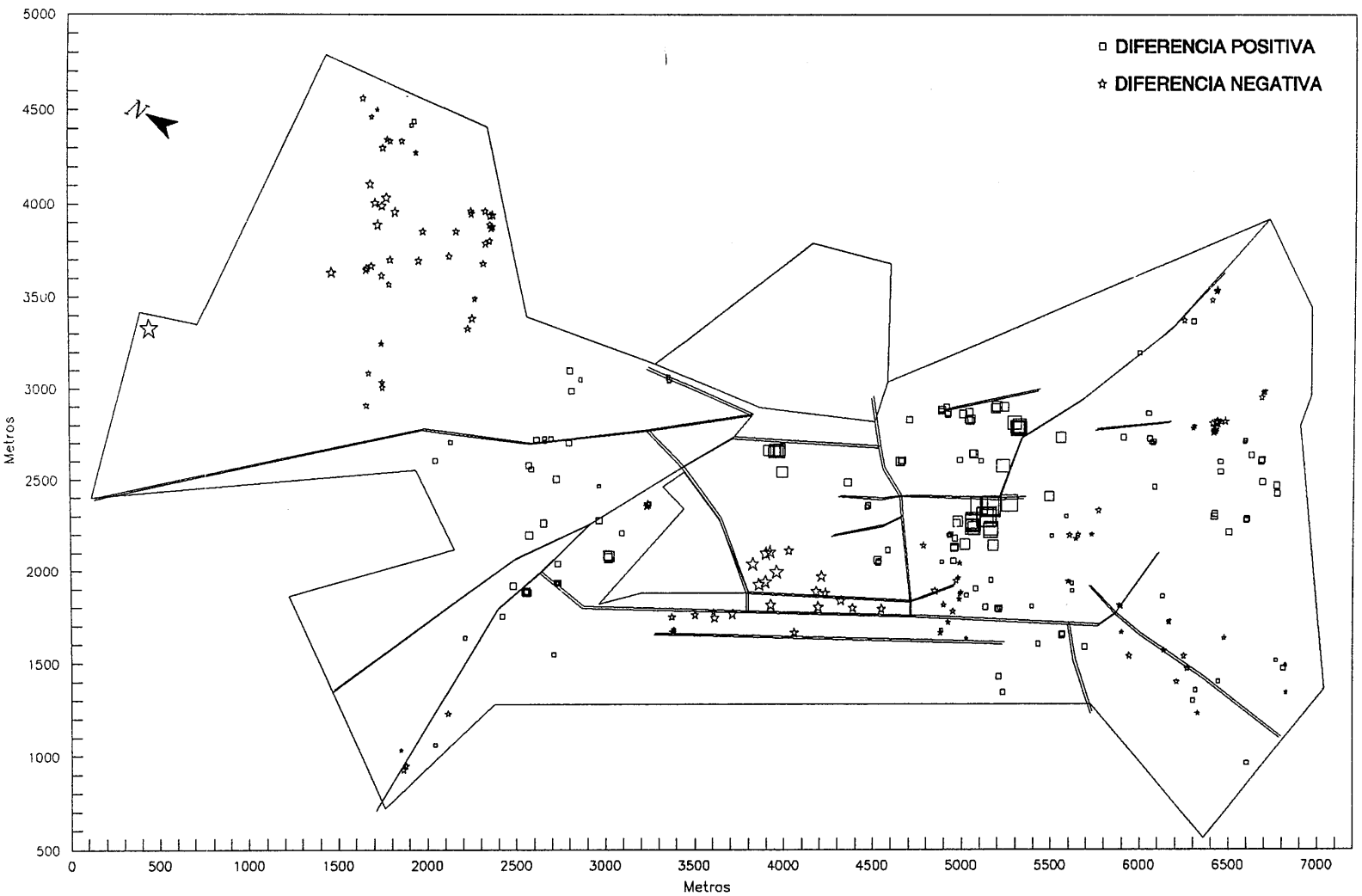


Figura 31. Diferencias entre el valor de la localización y el valor de repercusión del suelo catastral, estimados por KRI.

desde el comienzo del Camino de Ronda y a lo largo de toda la calle Pedro Antonio de Alarcón, sobre todo en la zona cercana al Campus Universitario de Fuentenueva (área residencial delimitada entre éste y el monasterio de San Jerónimo). En el tercio sur del sector del Camino de Ronda predominan las diferencias positivas, pero de poca cuantía, pero conforme se entra en el sector del Zaidín se observan ya pequeñas diferencias de ambos signos, manteniéndose esta tónica en todo el sur de este sector. En la zona limítrofe entre el sector del Zaidín y el sector del Camino de la Sierra se observa la preeminencia de diferencias positivas. En los sectores del Centro y del Realejo predominan las diferencias positivas, algunas de ellas de importante magnitud. Al comienzo del Camino de la Sierra las diferencias positivas son importantes, pero a medida que se avanza en dirección sureste se producen pequeñas diferencias de ambos signos. En el comienzo de la avenida Cervantes, las diferencias son positivas y pequeñas, y en su tramo final (en las inmediaciones del área residencial Bola de Oro), se tornan en pequeñas diferencias negativas.

En las siguientes líneas vamos a comentar las diferencias detectadas en los nudos de la malla, que extenderemos al conjunto de la ciudad mediante planos de isolíneas de las diferencias. Comparando los datos de las Tablas 12 y 13.A se observa que, al extender la estimación al conjunto de los 359 nudos de la ciudad, los valores medios han descendido; ello se

debe a que en la muestra de viviendas tenían un mayor peso numérico las de los barrios 3 y 4 (los de mayor calidad global y mayor precio), mientras que ahora existe aproximadamente el mismo número de nudos en cada uno de los cuatro barrios. Así, la media del valor de la localización en los nudos es de 30.197 pts/m², como ya se vio en el capítulo IX, y la del valor de repercusión del suelo catastral estimado por Krigeaje es de 30.853 pts/m², lo cual hace descender extraordinariamente la media de las diferencias (DIFERENCIA1 en la Tabla 12), que es de -656 pts/m², aunque también se produce un fuerte crecimiento del coeficiente de variación. En la Figura 32 se han representado las isolíneas de DIFERENCIA1, es decir, las diferencias entre el valor de la localización obtenido en el capítulo IX y el valor de repercusión del suelo catastral estimado por KRI, observándose, evidentemente, las mismas tendencias que se comentaron en la Figura 31 acerca de las diferencias en las viviendas muestrales. Así, las mayores diferencias negativas se localizan en la mitad norte del sector de Almanjáyar-Cartuja, donde el valor de la localización tomaba valores negativos, como puede verse en la Figura 17 del capítulo IX. De hecho, el crecimiento en dirección norte de estas diferencias adopta exactamente la misma forma que las isolíneas del valor de la localización. Conforme se avanza hacia el sur van disminuyendo las diferencias, que llegan a hacerse inapreciables en la zona de transición entre el sector de Almanjáyar-Cartuja y el de Constitución-Plaza de Toros-Doctores. En este último sector las diferencias son positivas pero se mantienen bajas, con valores máximos de

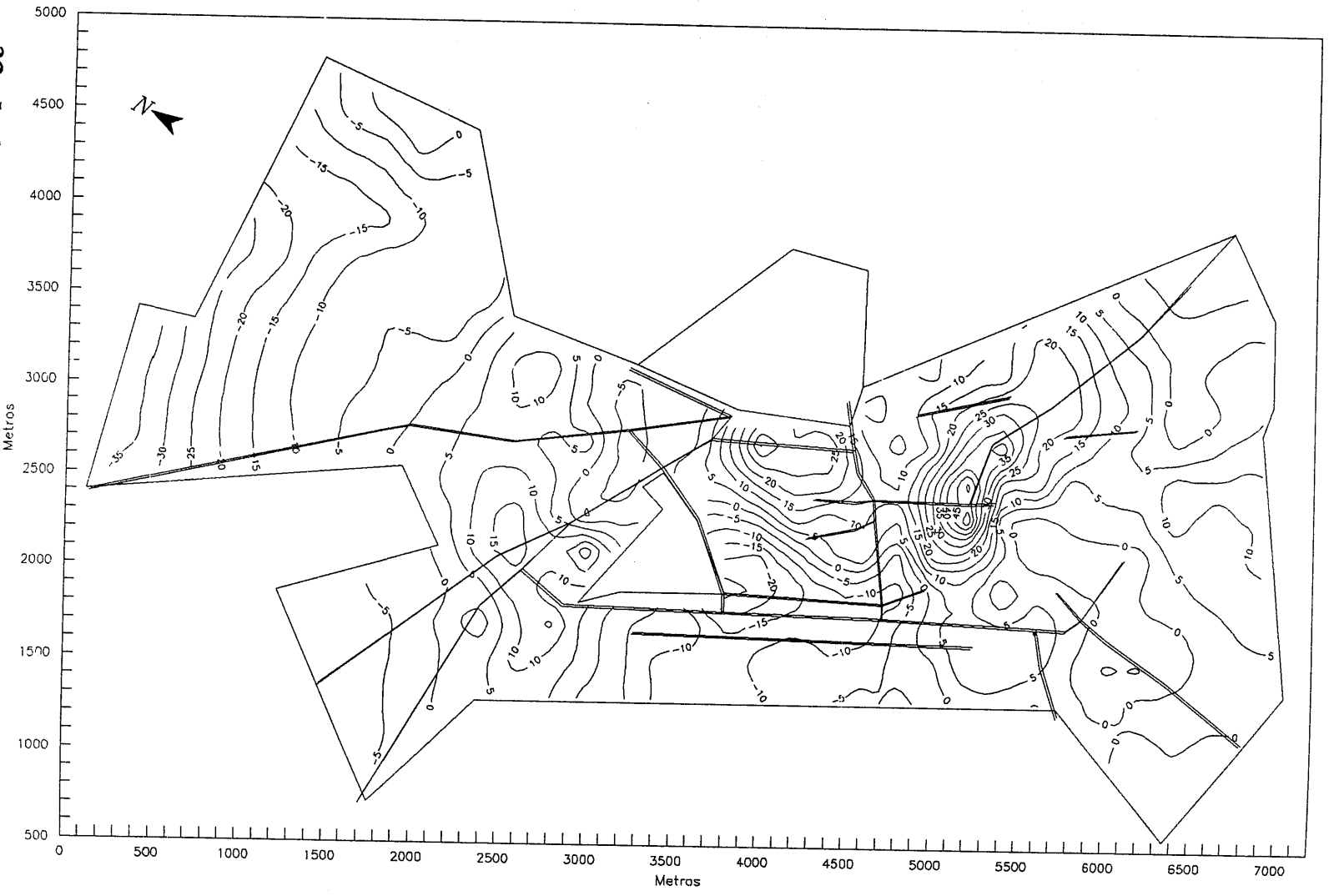


Figura 32. Isocurvas de las diferencias entre el valor de la localización y el valor de repercusión del suelo catastral (en pts/m²), estimados por KRI.

15.000 pts/m² al noroeste de La Caleta. Esta diferencia se produce porque en ambas valoraciones existe un máximo en la zona de La Caleta de 60.000 pts/m², pero en el caso del valor de la localización su radio de acción se encuentra más desplazado hacia el noroeste, por lo que en esa zona se producen las mayores diferencias absolutas respecto del valor de repercusión del suelo catastral. También en el sector de La Chana predominan las diferencias bajas (entre 5.000 y -5.000 pts/m²), con tendencia al aumento de las diferencias negativas en su periferia noroeste. Las diferencias en el sector del Camino de Ronda tienen forma de "U", pues comienza con 10.000 pts/m², va descendiendo hasta llegar a un mínimo de -15.000 pts/m² en su tramo intermedio y crece de nuevo a 5.000 pts/m² en su confluencia con el sector del Zaidín. En cualquier caso, en la mayor parte de su recorrido se mueve entre -10.000 pts/m² y 5.000 pts/m², excepto en la zona intermedia que ya hemos citado donde se inicia el sector de Pedro Antonio de Alarcón, alcanzando diferencias inferiores a -15.000 pts/m². Estas diferencias se deben a que en esta zona (área comprendida entre el Campus Universitario de Fuentenueva y Gran Capitán) se alcanzan los máximos valores de repercusión del suelo catastrales (65.000 pts/m²), mientras que no existe ese máximo en el valor de la localización. Al este de dicha zona encontramos otro foco de diferencias, pero esta vez positivas, cuyo centro es la Gran Vía. Ello se debe a que en ambas valoraciones hay un máximo relativo en el CCN tradicional, pero en el caso del valor de la localización ocupa una amplia

extensión y se halla desplazado hacia el este, hacia la Gran Vía, mientras que en el caso del valor catastral es de menor extensión, por lo que no llega a la Gran Vía, y de menor cuantía (65.000 pts/m² frente a 80.000 pts/m²). No obstante, las diferencias más altas en valor absoluto (45.000 pts/m²) se producen en el Paseo del Salón, donde ambas valoraciones sitúan un máximo: la valoración catastral tiene un máximo relativo de 65.000 pts/m², mientras que el valor de la localización tiene su máximo absoluto de 110.000 pts/m². Conforme se avanza desde este punto hacia el Camino de la Sierra o hacia la avenida Cervantes las diferencias van reduciéndose, hasta anularse en el tramo final de la primera vía y en la zona de Bola de Oro. Por lo que respecta al sector del Zaidín, se observan unas diferencias muy bajas en el último tercio del Camino de Ronda, donde se sitúa la confluencia con el extenso sector del Zaidín, que ocupa gran parte del sur de la ciudad. Esas cortas diferencias se mantienen dentro del sector del Zaidín, donde las diferencias inferiores a 5.000 pts/m² ocupan la inmensa mayoría de su superficie. Uniendo el sector del Zaidín con el extremo sureste del sector del Camino de la Sierra, se puede extraer la conclusión de que la zona más extensa de la capital donde se producen las menores diferencias entre el valor de la localización y el valor de repercusión del suelo catastral se sitúa en el tercio sur. Otra conclusión es que las diferencias positivas más altas se producen en el sector del Centro y las negativas más altas en la mitad norte del sector de Almanjáyar-Cartuja.

A continuación, vamos a exponer los principales resultados de la comparación en los nudos de la malla entre el valor de la localización (KRIVLOC) y el valor de repercusión del suelo de las tasaciones estimado por KRI (TREPKR). La importancia de esta comparación estriba en lo siguiente: si se toma como referencia KRIVLOC, aquellas zonas donde éste es mayor que TREPKR estarían siendo infravaloradas por los tasadores hipotecarios, por lo que la actividad crediticia de las entidades financieras se estaría viendo restringida sin que hubiera razones que lo justificaran. Por el contrario, las zonas en las que TREPKR es mayor que KRIVLOC se estaría produciendo una sobrevaloración por parte de los tasadores hipotecarios, lo cual podría conllevar para las entidades financieras la concesión de préstamos que no estuvieran suficientemente respaldados por la garantía real. Antes de entrar en el terreno de la comparación, es necesario señalar que, al igual que ocurría para el valor de la localización y para el valor del suelo catastral, al extender las estimaciones desde las viviendas muestrales (en este caso, las 215 viviendas tasadas) a los 359 nudos de la malla, la media del valor de repercusión del suelo de las tasaciones experimenta un importante descenso, desde las 42.329 pts/m² (véase la Tabla 9.A) a las 37.105 pts/m² (véase la Tabla 12), si bien la disminución es menos drástica, en términos absolutos y relativos, que la sufrida por el valor de la localización y por el valor de repercusión del suelo catastral al extrapolar desde las 298 viviendas muestrales al conjunto de la ciudad. La razón de esta disminución de la media es la misma que la

apuntada líneas más arriba: las viviendas de la muestra pertenecientes a los barrios 3 y 4 de calidad global tienen un peso predominante en aquélla, mientras que los 359 nudos se reparten casi en la misma cuantía entre los cuatro barrios. La media y el coeficiente de variación de las diferencias entre el valor de la localización y el valor de repercusión del suelo de las tasaciones se recogen en la Tabla 12, bajo la rúbrica de DIFERENCIA2. Así, puede observarse que la media de DIFERENCIA2 es de -6.908 pts/m², por lo que, en términos de promedio, el valor del suelo de las tasaciones es mayor que el valor de la localización estimado en el capítulo IX. Con el fin de tener una visión de la distribución espacial de estas diferencias, en la Figura 33 se ha representado el plano de isolíneas de las diferencias, calculado a partir de las diferencias en los 359 nudos de la malla. A pesar de que el promedio de DIFERENCIA2 y el de DIFERENCIA1 difieren en 6.252 pts/m², ya que la media del valor de repercusión del suelo de las tasaciones (37.105 pts/m²) y la media del valor de repercusión del suelo catastral (30.853 pts/m²) distan entre sí esta misma cantidad, la distribución espacial de ambas diferencias da lugar a unas formas muy parecidas, como puede apreciarse comparando las Figuras 32 y 33. Evidentemente, ello es consecuencia de las similitudes puestas de manifiesto en las distribuciones geográficas del valor de repercusión del suelo catastral y del valor de repercusión del suelo de las tasaciones estimados por KRI, analizadas en las Figuras 25 y 27, respectivamente.

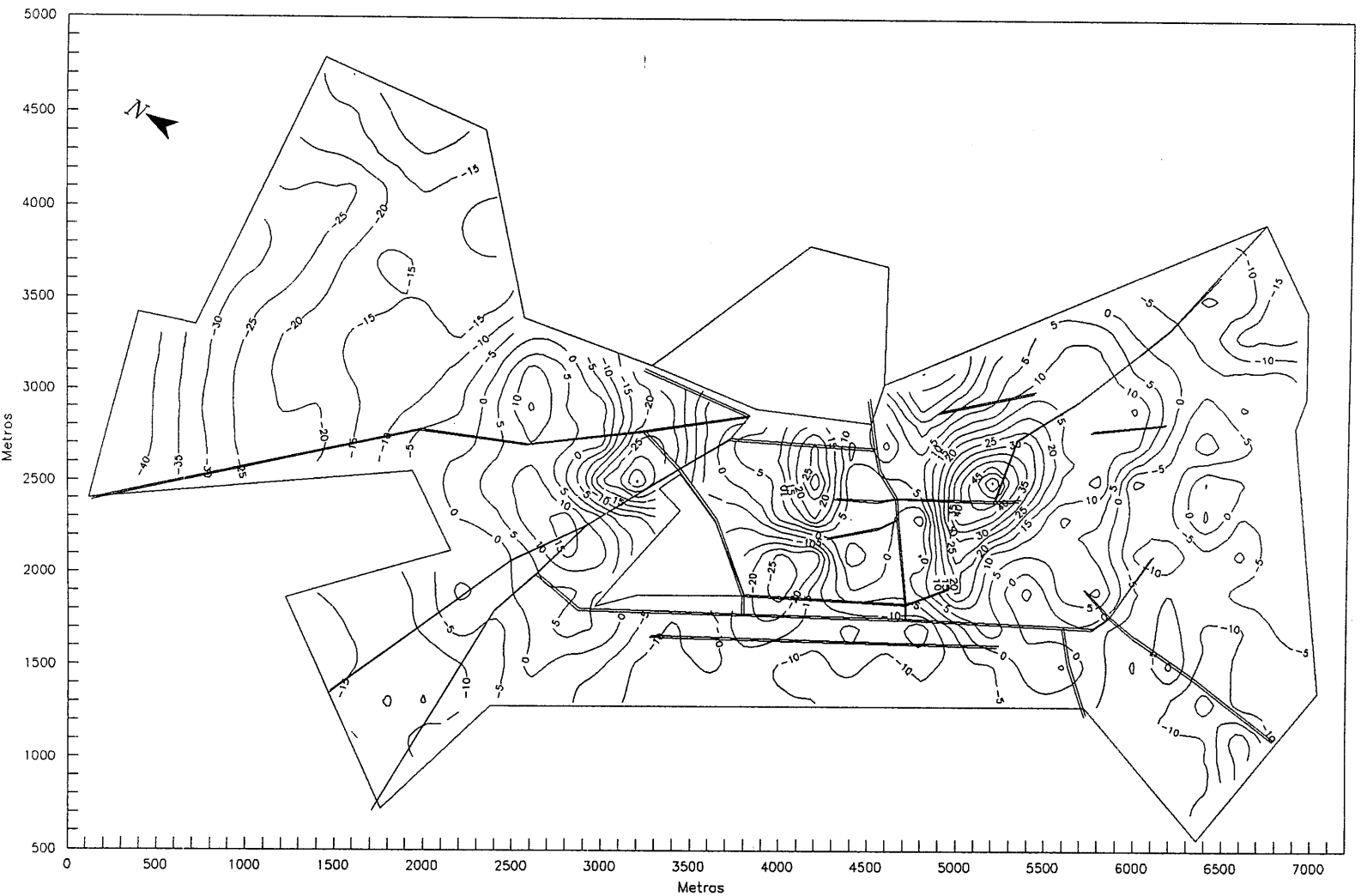


Figura 33. Isolneas de las diferencias entre el valor de la localización y el valor de repercusión del suelo de las tasaciones (en p/m²), estimados por KRI.

La Figura 33 muestra que las diferencias negativas más importantes vuelven a estar situadas en el sector de Almanjáyar-Cartuja (son mayores en valor absoluto que las de DIFERENCIA1 y ocupan una mayor extensión), disminuyendo éstas a medida que nos alejamos del extremo norte de la ciudad y nos acercamos al sector de Constitución-Plaza de Toros-Doctores. En la mayor parte de este sector, así como en el de La Chana, las diferencias se mantienen en valores bajos, con dos excepciones: la zona de La Caleta y la del tramo intermedio de la avenida de la Constitución. En la primera las diferencias son positivas y en la segunda son negativas. A pesar de su cuantía, la importancia de estas diferencias es sólo relativa, porque lo realmente relevante es que en las dos valoraciones hay un máximo en la zona de la avenida de la Constitución, pero mientras que en el caso del valor de la localización se sitúa desplazado hacia La Caleta (60.000 pts/m²), en el caso del valor del suelo de las tasaciones se sitúa más desplazado hacia el este (80.000 pts/m²), de ahí el surgimiento de las diferencias. Las diferencias a lo largo de los sectores de Pedro Antonio de Alarcón y del Camino de Ronda dan lugar a un perfil en forma de "U", al igual que sucedía con DIFERENCIA1, y se mantienen entre -10.000 pts/m² y 5.000 pts/m², con la excepción de la zona situada entre Gran Capitán y el Campus Universitario de Fuentenueva, donde las diferencias negativas son mayores, debido al máximo relativo del valor del suelo de las tasaciones ubicado en esta zona. Recordemos que también se habían producido estas mayores diferencias

negativas en el caso de DIFERENCIA1. En el sector del Centro se encuentran dos máximos de las diferencias positivas entre el valor de la localización y el valor del suelo de las tasaciones, aproximadamente en los mismos lugares en que se encontraban para DIFERENCIA1. Uno de ellos se localiza entre la plaza de Los Lobos y Gran Vía, explicándose por el hecho de que en el CCN tradicional existía un máximo en ambas valoraciones (80.000 pts/m²), pero el máximo del valor de la localización tiene un área de influencia que se extiende en todas las direcciones, mientras que el máximo en el caso de las tasaciones se interrumpe rápidamente en dirección norte, donde existe un "valle" de valores, que es precisamente la zona en la que se detectan las mayores diferencias. El otro máximo de DIFERENCIA2 se halla en el Paseo del Salón, en la confluencia entre el sector del Centro y el de Camino de la Sierra, donde se situaba el máximo absoluto del valor de la localización (110.000 pts/m²). En el sector del Realejo se produce un descenso brusco de las diferencias, situándose entre -10.000 pts/m² y 10.000 pts/m². Es interesante destacar que casi todo el área sur de la ciudad, que engloba el último tercio del Camino de Ronda, el sector del Zaidín y buena parte del sector del Camino de la Sierra (zona sureste), presenta unas diferencias muy bajas, inferiores en valor absoluto a 10.000 pts/m², lo mismo que ocurría en este área con DIFERENCIA1.

Por último, vamos a realizar la comparación entre el valor de

repercusión del suelo catastral y el valor de repercusión del suelo de las tasaciones estimados por KRI (CTREPKR y TREPKR, respectivamente). La diferencia entre ambas variables ha sido denominada DIFERENCIA3⁴². Del análisis de la distribución espacial de DIFERENCIA3 se pueden extraer conclusiones análogas a las comentadas anteriormente con respecto de DIFERENCIA1 Y DIFERENCIA2: en función del signo de DIFERENCIA3, se pueden señalar zonas perjudicadas fiscalmente y/o en las que la actividad del crédito hipotecario estaría restringida injustificadamente ($DIFERENCIA3 > 0$) o, por el contrario, zonas beneficiadas fiscalmente y/o en las que la actividad del crédito hipotecario no estaría respaldada por suficientes garantías ($DIFERENCIA3 < 0$). La media de DIFERENCIA3 en los 359 nudos de la malla es de -6.252 pts/m^2 , que es similar a la DIFERENCIA2 y mayor que la de DIFERENCIA1; sin embargo el campo de variación de DIFERENCIA3 es más ajustado que el de las anteriores. Así, en la mitad de los 359 nudos de la malla los valores de la variable DIFERENCIA3

⁴² Ha de tenerse en cuenta que el valor de la construcción calculado según la metodología catastral incluye no sólo el coste de ejecución material y el beneficio de contrata, sino también aquellos costes imputables exclusivamente a la construcción, caso de los honorarios profesionales e impuestos que gravan la construcción. Por el contrario, existe cierta ambigüedad en la definición legal del coste de construcción de las tasaciones hipotecarias como el "necesario para realizar la edificación". Atendiendo al criterio establecido por el manual de la empresa de tasaciones, en el coste de la construcción no se incluirían los honorarios profesionales e impuestos sobre la construcción, que quedarían englobados en el coeficiente de mercado, afectando, por tanto al valor del suelo de las tasaciones. La inclusión de esos dos conceptos en el valor de repercusión del suelo de algunas tasaciones manejadas, no así en el valor de repercusión del suelo catastral, podría explicar una parte de estas diferencias.

oscilan entre -9.856 pts/m^2 y -3.421 pts/m^2 , esto es, en un intervalo de solamente 6.435 pts/m^2 de amplitud. En los casos de DIFERENCIA1 y de DIFERENCIA2, el rango intercuartílico es más del doble que el anterior. También el coeficiente de variación de DIFERENCIA3 es inferior al de las demás. Esta regularidad de valores en DIFERENCIA3 tiene su plasmación en el plano de isolíneas, recogido en la Figura 34, donde se observa que la mayor parte de la ciudad presenta diferencias negativas entre -10.000 pts/m^2 y -5.000 pts/m^2 , y en aquellas zonas donde se dan las mayores diferencias, éstas son de una cuantía inferior y de una menor extensión que las que se observaron en los planos de DIFERENCIA1 y DIFERENCIA2. La forma de la distribución espacial de DIFERENCIA3 también difiere de las anteriores, que se parecían entre sí. En el plano de DIFERENCIA3 (Figura 34) se observa que en el sector de Almanjáyar-Cartuja existe una extensa meseta de valores entre -5.000 pts/m^2 y -10.000 pts/m^2 , muy al contrario de lo que ocurría en los planos de DIFERENCIA1 (Figura 32) y de DIFERENCIA2 (Figura 33). Esta misma oscilación de valores se produce en la mayor parte del sector de La Chana. En la zona de transición entre el sector de Almanjáyar-Cartuja y el de Constitución-Plaza de Toros-Doctores las diferencias se mueven entre 0 y -5.000 pts/m^2 . A lo largo de la avenida de la Constitución se produce el surgimiento de un máximo relativo y de un mínimo absoluto (al igual que ocurría con DIFERENCIA2 en la Figura 33), lo cual es debido a que en ambas valoraciones hay un máximo en esta avenida, pero en el caso de la

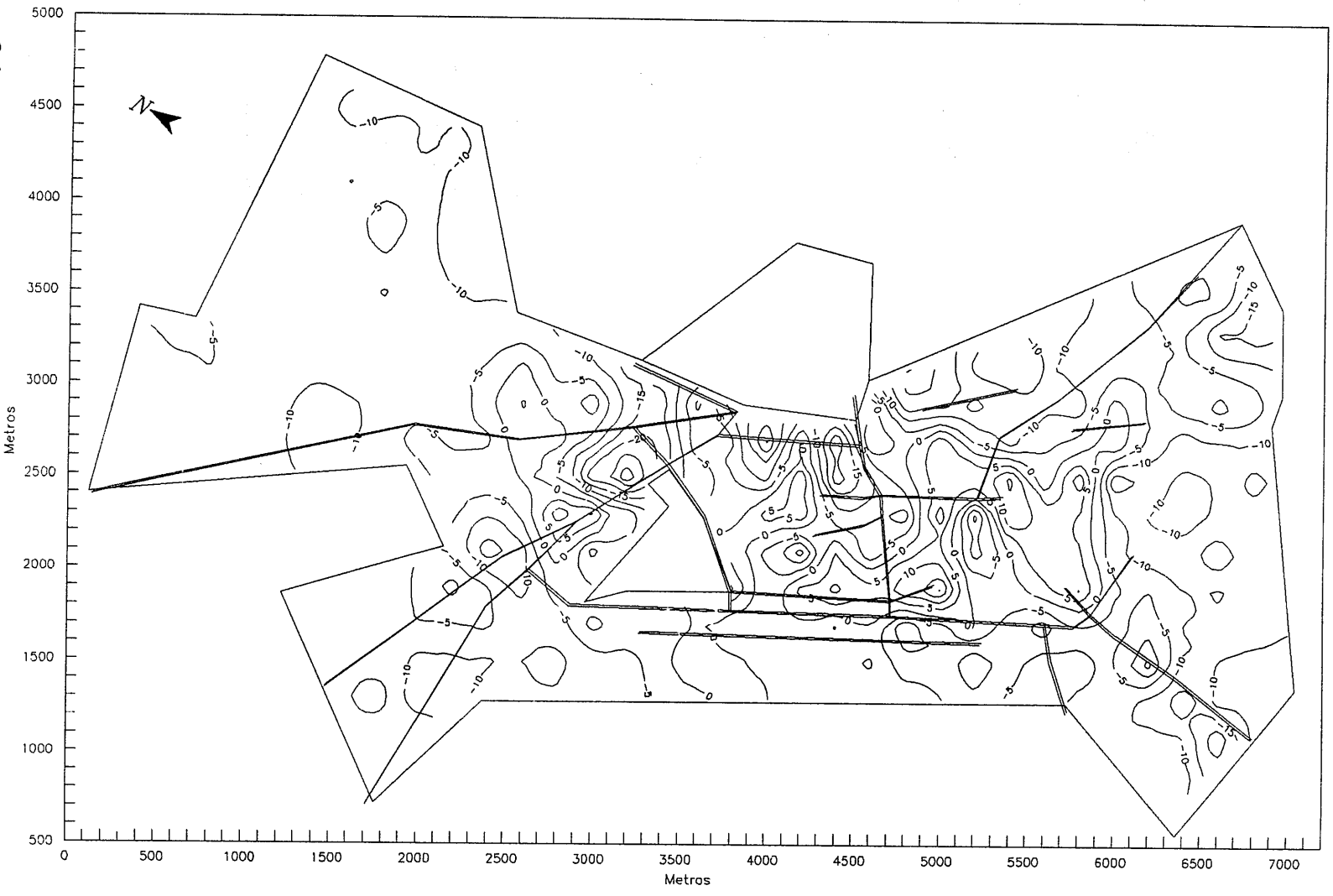


Figura 34. Isolneas de las diferencias entre el valor de repercusión del suelo catastral y el valor de repercusión del suelo de las tasaciones (en pt/m^2), estimados por KRI.

valoración catastral se sitúa en La Caleta (donde las diferencias son positivas), mientras que en el caso de las tasaciones se ubica en el tramo intermedio (por lo que ahí las diferencias son negativas). Por lo que se refiere a los sectores del Camino de Ronda y de Pedro Antonio de Alarcón, las diferencias oscilan entre 5.000 y -5.000 pts/m², excepto en el extremo de la calle Pedro Antonio de Alarcón, en el denominado barrio Fígares, donde había un "valle" en el valor del suelo de las tasaciones, lo que explica la aparición de un pequeño "pico" de 15.000 pts/m² en DIFERENCIA3. Por lo que se refiere al sector del Centro, también la mayor parte de él se mueve entre 5.000 y -5.000 pts/m², exceptuando dos mínimos relativos en la Gran Vía. El sector del Realejo presenta en su mayor parte diferencias de 0 a -10.000 pts/m², al igual que toda la zona sur, ocupada por los sectores del Camino de la Sierra y del Zaidín. En cada uno de ellos se produce una excepción en su parte más extrema, al límite del término municipal: en el caso del Camino de la Sierra existe un mínimo de -15.000 pts/m² en el Serrallo y, en el caso del Zaidín, el mínimo se sitúa en la zona colindante con el municipio de Armilla, junto a un gran hipermercado ubicado en ese emplazamiento.

5. CONCLUSIONES.

En este capítulo se expone el método para engarzar el KRI con la metodología de valoración catastral del suelo y con la utilizada en las

tasaciones inmobiliarias de carácter hipotecario. El KRI se revela como un instrumento útil para llevar a cabo el análisis y la estimación de las valoraciones catastrales del suelo y las valoraciones del suelo de las tasaciones inmobiliarias. La aplicación de esta herramienta permite llevar a cabo tanto la valoración masiva como la valoración individualizada de los bienes inmobiliarios en los que se tenga interés.

En el análisis y estimación de estas variables se parte de la idea de que la función del valor del suelo se explica por la conjunción simultánea de dos tipos de factores: por un lado, los factores macrolocalizativos, que actúan a gran escala espacial, por otro lado, los factores microlocalizativos, que actúan a una escala espacial menor, y cuyo surgimiento está provocado por el hecho de que las características medioambientales del barrio y de la accesibilidad dependen de la localización de la vivienda, lo cual provoca la aparición de autocorrelación espacial entre localizaciones próximas. Ambos tipos de factores son tenidos en cuenta en el método del KRI.

Por lo que respecta a la aplicación, se parte de sendas muestras de viviendas de las que se conoce la valoración del suelo desde el punto de vista catastral y desde el punto de vista de las tasaciones hipotecarias, por lo que no ha sido necesario deducirlo por diferencia entre el precio y la estimación de las características constructivas, como se hizo en el capítulo IX para la estimación del valor de la localización. Ha sido necesario

trabajar con el logaritmo de ambas valoraciones del suelo (catastral y de las tasaciones), para asegurar la obtención de estimaciones positivas, como exigen las correspondientes metodologías valorativas, lo cual no fue necesario en la estimación del valor de la localización.

Tras el análisis de la estructura de variabilidad de ambas variables, se llega a la conclusión de que la variabilidad a gran escala espacial presenta una forma de tendencia cuadrática. La comparación entre los respectivos modelos de regresión polinómica y los modelos de variogramas ajustados sugiere la idea de que las valoraciones catastrales están más determinadas por la deriva o tendencia general de los valores que las tasaciones, por lo que el margen de actuación de los factores microlocalizativos es mayor en éstas últimas que en las valoraciones catastrales. Esta aseveración concuerda con los métodos y fines de ambas metodologías de valoración: la catastral está diseñada para ser aplicada de forma masiva (aunque el resultado sea la valoración individualizada de cada bien inmobiliario) y el principio de equidad fiscal juega un papel determinante, por ello, parece lógico que exista un patrón o esquema general de valores (representado por la deriva), que determine en gran medida la valoración final, aunque ésta, además, venga matizada por factores microlocalizativos; por el contrario, las tasaciones se realizan de forma individualizada, in situ, para cada bien urbano (además, han sido llevadas a cabo por distintos profesionales), por lo que el patrón general

de valores de la ciudad no tiene un peso tan fuerte, sino que son los factores microlocalizativos, directamente percibibles por el tasador, los que tienen una mayor incidencia.

La validación cruzada ofrece unas estadísticas que nos permiten juzgar como satisfactorios los procesos de estimación espacial llevados a cabo. Al haber tomado logaritmos, el antilogaritmo de las diferencias entre los residuos es el cociente entre el valor estimado y el valor real. Las zonas donde se incurre en los mayores errores de estimación son aquéllas en las que no hay viviendas muestrales, que, en general, están localizadas en la periferia de la ciudad. Mediante el análisis de la distribución espacial de estos errores, los propios valoradores pueden detectar las zonas en las que sus valoraciones deberían ser examinadas con atención y, eventualmente, corregidas.

La media de las estimaciones por KRI del valor de repercusión del suelo de las tasaciones para el conjunto de la ciudad es mayor que la del valor de repercusión del suelo catastral, y ésta supera por muy poco a la del valor de la localización obtenido en el capítulo IX. A pesar de ello, la forma de la distribución espacial del valor del suelo de las tasaciones y del valor del suelo catastral son muy parecidas entre sí. En cualquier caso, en la distribución espacial de las tres valoraciones se observa una enorme cantidad de puntos de contacto, siendo las tres absolutamente coherentes

también con la zonificación de la ciudad en diferentes barrios, según la calidad global de sus viviendas, que se llevó a cabo en el capítulo VI. Entre los puntos de coincidencia de las tres valoraciones destaca la existencia de una gran plataforma, elevada respecto del resto, que ocupa la parte central de la ciudad. En el interior de la plataforma se manifiesta la estructura multicéntrica de los valores del suelo en la ciudad, pues aparecen varios máximos. Por el contrario, en la zona norte se alcanzan los valores del suelo más bajos de la capital, con mucha diferencia respecto del resto de la misma. Como ya se ha comentado con anterioridad, en la valoración del suelo de esta zona pesan enormemente los problemas de la marginación social y de la inseguridad ciudadana, que han venido azotando a este área.

La comparación de las tres valoraciones del suelo y el análisis de la distribución espacial de sus diferencias puede resultar útil desde varios puntos de vista. En primera instancia, los responsables de llevar a cabo las valoraciones de los bienes urbanos, ya sean institucionales (como el Catastro) o privados (como los tasadores hipotecarios), deben ser los más interesados en conocer otros valores que les puedan servir de referencia. Además, el análisis de la distribución espacial de las diferencias entre las diversas valoraciones puede poner de manifiesto la existencia de zonas penalizadas o, por el contrario, beneficiadas fiscalmente; también se pueden detectar zonas en las que la actividad crediticia hipotecaria

estuviera injustificadamente restringida o, por el contrario, zonas en las que los préstamos hipotecarios no estuvieran suficientemente respaldados por la garantía real.

RELACIONES DE LAS VARIABLES SUPLEMENTARIAS

1. INTRODUCCIÓN.

En este capítulo se analizan las relaciones observadas en un grupo de variables suplementarias, es decir, variables que no fueron introducidas en el análisis de componentes principales (ACP) realizado en el capítulo V. Las relaciones de este grupo de variables suplementarias entre sí, así como con las variables originales y con las componentes principales, pueden ser de utilidad para confirmar los resultados expuestos en el capítulo V. Dicho grupo de variables suplementarias consiste en un conjunto de valoraciones de las 298 viviendas que componen la muestra, en pesetas por metro cuadrado construido. Las metodologías aplicadas para obtener cada una de estas valoraciones han sido expuestas pormenorizadamente en los capítulos IX y X y en el apéndice 1. Consideramos razonable situar este análisis al final de la Memoria, una vez que se conoce el significado pleno de cada una de estas variables, aunque se encuadra como una fase más dentro del ACP realizado en el capítulo V.

2. DEFINICIONES DE LAS VARIABLES SUPLEMENTARIAS.

Las variables suplementarias a las que nos hemos venido refiriendo son las siguientes (todas en miles de pesetas por metro cuadrado construido):

PRECIOM2C: precio de la vivienda ofertado por el vendedor (los datos son muestrales).

JAVMERC: valor de mercado de la vivienda obtenido a partir de la metodología utilizada por el Servicio de Valoración y Asistencia Técnica, dependiente de la Consejería de Economía y Hacienda de la Junta de Andalucía (véase el apéndice 1).

KRIVLOC: valor de localización del suelo estimado en el capítulo IX, combinando la aplicación del ACP y de la teoría de las variables regionalizadas (con la utilización del Krigeaje residual iterativo, que en adelante denominaremos KRI).

KRIVMERC: valor de mercado de la vivienda estimado en el capítulo IX, combinando la aplicación del ACP y de la teoría de las variables regionalizadas (con la utilización del KRI).

CTREP: valor de repercusión del suelo obtenido a partir de la metodología utilizada por el Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria, con base en la *Ponencia de Valores del Término Municipal de Granada*, de 1990 (véase el epígrafe 2.2.3.3. del capítulo X).

CTVMERC: valor de mercado de la vivienda obtenido siguiendo la metodología catastral a la que se ha hecho referencia en el párrafo anterior.

CTREPKR: valor de repercusión del suelo estimado en el epígrafe 4.4. del capítulo X, combinando la metodología catastral y la teoría de las variables regionalizadas (con la utilización del KRI).

3. RELACIONES DE LAS VARIABLES SUPLEMENTARIAS CON LAS COMPONENTES PRINCIPALES.

Este grupo de variables suplementarias ofrece, por tanto, un conjunto de valoraciones del suelo y de la vivienda a partir de la aplicación de diferentes metodologías. En la Figura 1 se observa la situación de este grupo de variables sobre el círculo de correlaciones, generado por las dos primeras componentes principales analizadas en el capítulo V (las variables suplementarias están representadas con un círculo y las variables originales con un cuadrado). Como se recordará, la proyección de una variable sobre cada uno de los dos ejes viene dada por el coeficiente de correlación lineal entre la citada variable y cada una de las dos componentes principales que generan el círculo de correlaciones. Dichas proyecciones se encuentran recogidas en las dos primeras columnas de la Tabla 1.

VARIABLES	CP1	CP2	CP3
PRECIOM2C	-0'7609	-0'0577 (0'3207)	-0'0449 (0'4404)
JAVMERC	-0'8527	-0'0824 (0'1557)	0'0354 (0'5426)
KRIVLOC	-0'6287	0'1203	-0'3024
KRIVMERC	-0'8756	-0'0439 (0'4506)	-0'1106 (0'0565)
CTREP	-0'6021	0'4987	-0'2093
CTVMERC	-0'7988	0'2607	0'0094 (0'8713)
CTREPKR	-0'6254	0'4165	-0'3159

Nota: entre paréntesis figura el nivel de significación cuando éste es mayor o igual a 0'05 en el contraste $H_0: \rho = 0$.

Tabla 1

Se observa en la Figura 1 la existencia de fuertes correlaciones entre todas las variables suplementarias y la primera componente principal: como era de esperar existe una asociación importante de la calidad global de la vivienda (primera componente principal) con el valor de la localización (recogido mediante las variables KRIVLOC, CTREP y CTREPKR) y con el valor de mercado de la vivienda (representado por las variables PRECIOM2C, JAVMERC, KRIVMERC y CTVMERC). No obstante, se pueden distinguir dos niveles en cuanto a la intensidad de las correlaciones: hay un primer grupo de variables suplementarias, que son las cuatro referidas al valor de mercado de la vivienda, cuyos coeficientes de

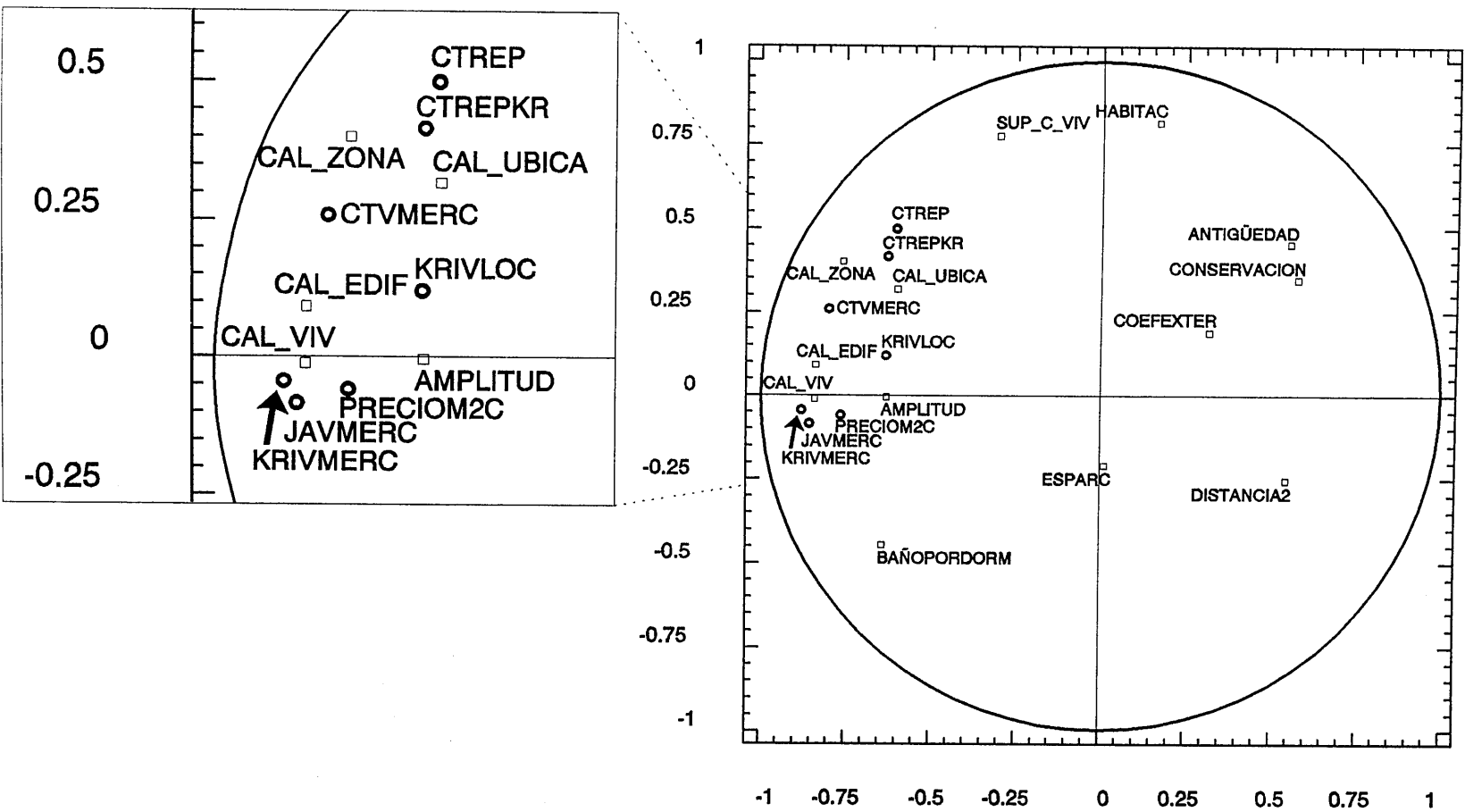


Figura 1. Círculo de correlaciones con la inclusión de variables suplementarias.

correlación son, en valor absoluto, superiores a 0'76, llegando al máximo de 0'88 para KRIVMERC; en un segundo nivel de correlación se sitúan las tres variables referidas al valor de la localización, cuyos coeficientes de correlación, en valor absoluto, se encuentran entre 0'60 y 0'63. La aparición de estos dos niveles es de explicación sencilla: la primera componente principal (calidad global de la vivienda) recogía la influencia de variables referentes a la calidad de la localización (CAL_ZONA, CAL_UBICA, DISTANCIA2) y a la calidad constructiva (CAL_EDIF, CAL_VIV, BAÑOPORDORM, AMPLITUD, ANTIGÜEDAD, CONSERVACIÓN). Por ello, la primera componente principal tiene una correlación mayor con las variables que hacen referencia al valor de mercado de la vivienda (en las que se recoge una valoración conjunta de los aspectos localizativos y constructivos) que con las variables que recogen sólo el valor de la localización.

Es curioso observar que dentro del grupo de cuatro variables que hacen referencia al valor de mercado de la vivienda, la menos correlacionada con la calidad global de la vivienda es PRECIOM2C, que es el precio que pide el propietario de la vivienda, en tanto que las otras tres valoraciones, obtenidas de forma indirecta, por medio de la valoración de las características conocidas de la vivienda según diversas metodologías, tienen una mayor correlación. Ello puede deberse a que dichas características de la vivienda, que son tenidas en cuenta en estas

metodologías, entran a formar parte de la combinación lineal que define la calidad global de la vivienda, mientras que el propietario de la misma realiza una valoración en la que influyen, además de estas características, otros factores no objetivables. También quisiéramos reseñar que el valor de mercado de la vivienda más correlacionado con la calidad global de la misma es KRIVMERC, que es el obtenido siguiendo la metodología propia que hemos desarrollado en el capítulo IX de esta Memoria.

Por lo que se refiere al grupo de tres variables que representan el valor de la localización, la más correlacionada con la calidad global de la vivienda es KRIVLOC, obtenida mediante la metodología que hemos propuesto en el capítulo IX, la siguiente es CTREPKR, obtenida mediante la aplicación del estimador espacial de Krigeaje sobre el valor de repercusión del suelo catastral, es decir, sobre CTREP, que es la que tiene una menor correlación. Por tanto, a través del proceso de estimación espacial aplicado sobre CTREP se ha generado una nueva variable (CTREPKR), que tiene mayor correlación con la calidad global de la vivienda que aquélla.

A continuación comentaremos brevemente las correlaciones de las variables suplementarias con la segunda componente principal, que fue interpretada como tamaño de la vivienda. Teniendo en cuenta, por un lado, que se ha subrayado la fuerte correlación entre el grupo de variables

suplementarias y la primera componente principal, y, por otro lado, que ésta se halla incorrelacionada con la segunda componente principal, lo esperable es que las variables suplementarias se encuentren prácticamente incorrelacionadas, o muy débilmente correlacionadas, con la segunda componente principal. Efectivamente, así sucede para la mayor parte de las variables suplementarias, pues solamente en dos de ellas se observa una correlación reseñable, aunque por debajo de 0'5. Este es el caso de CTREP y, aún en menor medida, de CTREPKR, de lo cual podría deducirse, por una parte, que en los valores catastrales se detecta una cierta correlación entre el valor de repercusión del suelo (en pesetas/m²) y el tamaño de la vivienda y, por otra parte, que esta asociación se diluye un poco al aplicar el estimador espacial de Krigeaje sobre la variable CTREP, que da lugar a CTREPKR.

4. RELACIONES DE LAS VARIABLES SUPLEMENTARIAS CON LAS VARIABLES ORIGINALES.

A través de la Figura 1 no sólo se puede analizar la correlación de las variables suplementarias con las dos primeras componentes principales, como se ha hecho hasta ahora, sino también la correlación de aquéllas con las variables originales que se encuentren bien representadas sobre el plano bifactorial (es decir, las que se hallen cerca del borde del círculo de correlaciones). Esta información se debe complementar con las Tablas 2.A

y 2.B, donde se recogen las correlaciones de las variables suplementarias con las variables originales.

VARIABLES	ANTIGÜEDAD	CONSERVACIÓN	HABITAC	AMPLITUD	ESPARC	SUP_C_VIV	COEFEXTER
PRECIOM2C	-0'3933	-0'4890	-0'1866	0'2624	-0'0695 (0'2314)	0'0067 (0'9081)	-0'1879
JAVMERC	-0'5410	-0'5857	-0'1755	0'3510	-0'0525 (0'3667)	0'0848 (0'1443)	-0'2174
KRIVLOC	-0'1345	-0'2323	-0'1220	0'3088	-0'2196	0'1189	-0'2136
KRIVMERC	-0'4567	-0'5000	-0'2132	0'4893	-0'0935 (0'1071)	0'1580	-0'2668
CTREP	0'0509 (0'3809)	-0'0884 (0'1278)	0'2012	0'2809	-0'2325	0'4083	-0'0863 (0'1370)
CTVMERC	-0'3331	-0'4306	0'0864 (0'1368)	0'3277	-0'1041 (0'0727)	0'3162	-0'1179
CTREPKR	0'0366 (0'5293)	-0'1277	0'0935 (0'1074)	0'3343	-0'2480	0'3476	-0'1761
$\Sigma\rho^2$	0'7889	1'0957	0'1826	0'8249	0'1909	0'4339	0'2517

Nota: entre paréntesis figura el nivel de significación cuando éste es mayor o igual a 0'05 en el contraste $H_0: \rho = 0$.

Tabla 2.A

VARIABLES	BAÑOPODORM	DISTANCIA2	CAL_ZONA	CAL_UBICA	CAL_EDIF	CAL_VIV	$\Sigma\rho^2$
PRECIOM2C	0'4792	-0'5405	0'6665	0'4517	0'6831	0'6597	2'6095
JAVMERC	0'5242	-0'5118	0'6678	0'4746	0'7586	0'7533	3'1978
KRIVLOC	0'3997	-0'7036	0'6266	0'3648	0'5069	0'4858	1'9638
KRIVMERC	0'5957	-0'6270	0'6899	0'4368	0'7348	0'7291	3'3346
CTREP	0'2166	-0'6444	0'7695	0'5414	0'5462	0'4847	2'2387
CTVMERC	0'3428	-0'6033	0'7942	0'5696	0'7344	0'6661	2'9557
CTREPKR	0'2558	-0'7731	0'7262	0'5200	0'5082	0'4717	2'2931
$\Sigma\rho^2$	1'2489	2'8192	3'5090	1'6411	2'9349	2'6714	18'5931

Nota: entre paréntesis figura el nivel de significación cuando éste es mayor o igual a 0'05 en el contraste $H_0: \rho = 0$.

Tabla 2.B

A nivel general se constata, como era de esperar, una fuerte

correlación de las variables suplementarias con aquellas variables originales que tienen mayor peso en la definición de la primera componente principal, que, evidentemente, coinciden a su vez con las variables originales que globalmente tienen una mayor correlación con las variables suplementarias (obsérvese la fila $\Sigma\rho^2$ de las Tablas 2.A y 2.B). Por orden decreciente de correlación global con las variables suplementarias, las originales se clasificarían de la siguiente forma: CAL_ZONA, CAL_EDIF, DISTANCIA2, CAL_VIV, CAL_UBICA, BAÑOPODORM, CONSERVACIÓN, AMPLITUD, ANTIGÜEDAD, etc.

Nuevamente puede señalarse un rasgo diferenciador dentro de las variables suplementarias: en el grupo de tres referidas al valor de la localización (KRIVLOC, CTREP y CTREPKR), las variables originales con mayor correlación son, lógicamente, aquéllas que están asociadas con el aspecto localizativo, como son DISTANCIA2 y CAL_ZONA. Concretamente, CTREP tiene la mayor correlación con CAL_ZONA, en cambio, KRIVLOC y CTREPKR tienen mayor correlación con DISTANCIA2. Esto último puede deberse a que estas dos valoraciones del suelo son obtenidas mediante la aplicación de un estimador espacial, que tiene en cuenta las distancias, y a la influencia de la deriva cuadrática, cuyo máximo se encontraba aproximadamente en la zona central de la ciudad (así, a medida que nos alejamos del centro y, por tanto, aumenta DISTANCIA2, se observa una disminución particularmente significativa de

los valores de KRIVLOC y CTREPKR). El grupo de cuatro variables suplementarias referidas al valor de mercado de la vivienda (PRECIOM2C, JAVMERC, KRIVMERC y CTVMERC) tiene una correlación fuerte con las calidades constructivas (CAL_EDIF y CAL_VIV), además de con CAL_ZONA (de hecho, estas tres variables ocupan los primeros puestos en las correlaciones con dichas variables suplementarias). Sin embargo, las correlaciones de las variables suplementarias referidas al valor de mercado con la variable DISTANCIA2 pasan a un plano inferior (en el mejor de los casos la correlación ocupa el cuarto lugar en la ordenación), mientras que en las variables suplementarias referidas al valor de la localización la variable DISTANCIA2 ocupaba el primero o el segundo puesto entre las más correlacionadas.

En la última columna de la Tabla 2.B se halla la suma de los cuadrados de las correlaciones entre cada variable suplementaria con todas las variables originales (tanto las recogidas en la Tabla 2.A como en la Tabla 2.B). Se deduce de la observación de esta última columna que las variables suplementarias que tienen una mayor correlación global con las variables originales son las cuatro referidas al valor de mercado de la vivienda, debido a que su correlación es fuerte tanto con las variables originales que representan las calidades constructivas, como con las que recogen los aspectos localizativos. En cambio, las variables suplementarias referidas al valor del suelo o de la localización tienen una menor

correlación global, pues tienen una asociación fuerte con las variables originales que evalúan el aspecto localizativo pero menos fuerte con las variables originales que miden las calidades constructivas. Esto es un reflejo de lo que ocurriría con las correlaciones entre las variables suplementarias y la primera componente principal, donde se señaló que las variables suplementarias referidas al valor de mercado de la vivienda tenían una mayor correlación con la primera componente principal (al recoger ésta la calidad global de las viviendas) que las referidas exclusivamente al valor de la localización.

También se pueden distinguir dos niveles en el grado de correlación de las variables suplementarias con las variables originales ANTIGÜEDAD y CONSERVACIÓN. Así, se observa en la Tabla 2.A que la correlación del grupo de tres variables suplementarias referidas al valor de la localización con la variable CONSERVACIÓN es muy baja (sobre todo, en el caso de las dos valoraciones catastrales) y aún más baja con ANTIGÜEDAD. Por el contrario, el grupo de cuatro variables suplementarias referidas al valor de mercado de la vivienda sí presenta una correlación negativa apreciable con ANTIGÜEDAD y CONSERVACIÓN. El diferente nivel de correlación de este par de variables con los dos grupos de variables suplementarias (muy bajo con el primer grupo y apreciable y negativo con el segundo) es indicativo de que una mayor antigüedad y una peor conservación influyen negativamente en el valor de

mercado de la vivienda, en cambio, no tienen una influencia determinante en el valor de la localización.

Las correlaciones del resto de variables originales (SUP_C_VIV, HABITAC, COEFEXTER y ESPARC) con las variables suplementarias presentan ya un nivel mucho más bajo. Sólo cabría reseñar que en las valoraciones catastrales (CTREP, CTVMERC y CTREPKR) se observa cierta correlación positiva con la superficie construida de la vivienda (muy inferior en cualquier caso a 0'5). Ello está en consonancia con la relación, señalada con anterioridad, entre las valoraciones catastrales y la segunda componente principal (tamaño de la vivienda).

VARIABLES	PRECIOM2C	JAVMERC	KRIVLOC	KRIVMERC	CTREP	CTVMERC	CTREPKR
PRECIOM2C	1	0'9268	0'7836	0'8634	0'6426	0'8107	0'6012
JAVMERC	0'9268	1	0'7416	0'8959	0'6098	0'8228	0'5841
KRIVLOC	0'7836	0'7416	1	0'9043	0'6519	0'6886	0'7542
KRIVMERC	0'8634	0'8959	0'9043	1	0'6170	0'7853	0'6941
CTREP	0'6426	0'6098	0'6519	0'6170	1	0'8682	0'8412
CTVMERC	0'8107	0'8228	0'6886	0'7853	0'8682	1	0'7829
CTREPKR	0'6012	0'5841	0'7542	0'6941	0'8412	0'7829	1
$\Sigma\rho^2 - 1$	3'6501	3'6016	3'4497	3'8450	3'0518	3'7918	3'0738

Nota: todos los niveles de significación son inferiores a 0'00005 en el contraste $H_0: \rho = 0$.

Tabla 3

5. RELACIONES ENTRE LAS VARIABLES SUPLEMENTARIAS.

A partir de la Figura 1 y con la ayuda de la Tabla 3 también se pueden analizar las relaciones entre las variables suplementarias. Evidentemente, el grado de correlación entre ellas está íntimamente asociado a su cercanía sobre el círculo de correlaciones, siendo esta regla de interpretación tanto más válida cuanto más próximos estén al borde del círculo. En general, las variables suplementarias están muy bien representadas sobre el círculo, pero hay alguna de ellas que está ligeramente alejada del borde, por lo que es necesaria la información complementaria de la Tabla 3. El primer aspecto que se puede reseñar es que las 21 correlaciones entre las variables suplementarias son positivas, como era de esperar, y de un nivel fuerte: todos los coeficientes de correlación son superiores a 0'58 y más de la mitad de ellos (12, concretamente) son superiores a 0'75.

En el grupo de cuatro variables suplementarias referidas al valor de mercado de la vivienda, se observa que todas ellas tienen una proyección alta sobre el eje de la primera componente principal y que se hallan próximas entre sí (aunque CTVMERC se aleja de las otras tres, lo hace por su valor en la segunda componente principal, con lo cual, dicho alejamiento tiene menos importancia de lo que gráficamente aparenta). Se deduce, por tanto, una correlación muy importante entre estas variables:

de hecho, en la Tabla 3 se puede observar que las 6 correlaciones entre estas 4 variables son superiores a 0'78. En particular, el precio que el propietario pide por su vivienda (PRECIOM2C) está muy altamente correlacionado (0'9268) con la valoración efectuada siguiendo la metodología del Servicio de Valoración y Asistencia Técnica de la Junta de Andalucía (JAVMERC) y con el precio estimado siguiendo la metodología propuesta en el capítulo IX (KRIVMERC). La correlación de PRECIOM2C es también muy fuerte (aunque algo más baja que con las variables anteriores) con el valor de mercado de la vivienda obtenido mediante la metodología catastral (CTVMERC). El precio estimado mediante la metodología que hemos propuesto en el capítulo IX (KRIVMERC) está muy correlacionado con la valoración JAVMERC y con PRECIOM2C, manteniendo una correlación algo menor con la valoración catastral CTVMERC. Se observa que la valoración JAVMERC, que es una valoración administrativa con efectos fiscales, se encuentra muy correlacionada con la otra valoración de la administración tributaria, que es la catastral CTVMERC, pero aún más fuerte es la asociación de aquella con los valores obtenidos mediante nuestra metodología (KRIVMERC) y con el precio solicitado por el propietario (PRECIOM2C). Finalmente, la correlación más alta de la valoración catastral CTVMERC (siempre dentro del grupo de variables suplementarias referidas al valor de mercado de la vivienda) es la que mantiene con la otra valoración administrativa (JAVMERC), siendo la correlación de 0'8228; en segundo lugar, pero con

un nivel de correlación semejante (0'8107), aparece la correlación con el precio solicitado por el propietario (PRECIOM2C), y, por último, con la valoración mediante nuestra metodología (KRIVMERC), con el que muestra una correlación que sigue siendo bastante fuerte (0'7853).

Finalmente, comentamos con brevedad las relaciones dentro del grupo de las tres variables suplementarias referidas al valor de la localización (KRIVLOC, CTREP y CTREPKR). Lógicamente, estas dos últimas tienen una correlación muy fuerte (0'8412), como consecuencia de que CTREPKR es el resultado del proceso de estimación espacial por Krigeaje aplicado sobre el valor de repercusión del suelo catastral (CTREP). Por otro lado, el valor de la localización estimado mediante la metodología que hemos propuesto en el capítulo IX (denominado KRIVLOC) tiene una correlación más alta con CTREPKR (0'7542) que con CTREP (0'6519). Ello puede deberse a que, tanto KRIVLOC como CTREPKR, son el resultado de sendos procesos de estimación espacial, y a que en las dos variables tiene un peso importante una deriva cuadrática cuya forma es semejante. La correlación más alta del valor de la localización del capítulo IX (KRIVLOC) con el grupo de cuatro variables suplementarias referidas al valor de mercado, es la que mantiene con KRIVMERC (0'9043), lo cual es lógico si se tiene en cuenta que el valor de la localización KRIVLOC es una parte del valor de mercado KRIVMERC (la otra parte es la estimación del valor de las características

constructivas). Análogamente, la correlación más alta del valor de repercusión del suelo catastral obtenido por Krigeaje (CTREPKR) con el grupo de cuatro variables suplementarias referidas al valor de mercado, es la que tiene con el valor de mercado obtenido por metodología catastral CTVMERC (0'7829). Este resultado se explica por medio del mismo razonamiento que en el caso anterior: CTREPKR se obtiene al aplicar el proceso de estimación espacial de Krigeaje sobre el valor de repercusión del suelo catastral (CTREP) y, a su vez, éste es una parte del valor de mercado catastral CTVMERC (la otra parte es la formada por la valoración de las características constructivas).

6. CONCLUSIONES.

De la observación de la Figura 1 y de las tablas recogidas en este capítulo, se deduce que la primera componente principal tiene una fuerte correlación con los diversos valores de mercado de la vivienda (en los que se incluye la valoración de las características localizativas y de las constructivas), por lo que se confirma la validez de su interpretación como una medida de la calidad global de la vivienda. Además, se observan unas muy fuertes correlaciones dentro del conjunto de las variables suplementarias, tanto dentro del grupo de cuatro variables referidas al valor de mercado, como dentro del grupo de tres variables referidas al valor de la localización.

The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions. It emphasizes that proper record-keeping is essential for the success of any business and for the protection of the interests of all parties involved. The document then goes on to describe the various methods and techniques used to collect and analyze data, highlighting the need for consistency and reliability in the information gathered. It also discusses the challenges associated with data collection and analysis, such as the need for specialized equipment and the potential for human error. The document concludes by emphasizing the importance of regular review and updating of records to ensure that they remain accurate and relevant over time.

FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Se pueden indicar varias líneas de investigación abiertas al futuro, tanto desde la perspectiva multidimensional, como desde el ámbito de la estimación espacial y de la TVR, sin olvidar otras facetas de la investigación estadística. A continuación enumeramos algunas de ellas:

1^a) Se puede profundizar en la vía de la aplicación de otras herramientas multivariantes para el análisis de las características que determinan el valor de los bienes urbanos y para el estudio de la homogeneidad de las distintas zonas de la ciudad (análisis jerárquico, de correlaciones canónicas, etc.). En particular, podría ser interesante engarzar el análisis jerárquico y la TVR, con el objetivo de lograr una suerte de jerarquización y agrupación sobre el plano de los valores de variables económicas espaciales. También podría serlo el estudio de las relaciones entre un determinado grupo de características localizativas (referidas a la valorización inmobiliaria o a otros fenómenos económicos espaciales) y sus coordenadas espaciales, por medio del análisis de correlaciones canónicas, como un complemento al análisis espacial aportado por la TVR. El análisis de correlaciones canónicas también podría ser utilizado para la modelización de la deriva o tendencia de variables

económicas espaciales.

2^a) En relación con el método del KRI, en la faceta aplicada en los capítulos IX y X para la estimación del valor del suelo, se pueden señalar algunos aspectos concretos sobre los que incidir en el futuro. Entre ellos podríamos citar: inclusión en el modelo de regresión de las variables constructivas originales, en lugar de las componentes principales; utilización de otros criterios para la descomposición de la constante del modelo MCG en dos partes, una atribuible a las características constructivas y la otra a las localizativas; planteamiento de un modelo de valoración inmobiliaria no aditivo, en el que interaccionen las características constructivas y localizativas, de tal forma que sea innecesario el cumplimiento de la hipótesis del mejor y más intensivo uso posible del suelo.

3^a) A lo largo de la Memoria se comentan diversas técnicas de valoración inmobiliaria, como son la catastral, la de las tasaciones hipotecarias, la comprobación de valores para el ITP y AJD, aplicada por el Servicio de Valoración y Asistencia Técnica de la Junta de Andalucía (véase el apéndice 1). En todas ellas se hace uso de una batería de módulos de valoración y de coeficientes cuya obtención y cuantificación, en ciertos casos, no parece estar suficientemente justificada. La obtención de estos elementos por medio de técnicas estadísticas objetivas y contrastadas puede

ser una tarea que suscite interés en el ámbito de la valoración inmobiliaria.

4^a) Desde la perspectiva de la TVR y del estimador espacial de Krigeaje se puede señalar una gran cantidad de líneas de investigación por explorar en el ámbito de la Economía Urbana. Por ejemplo, ambas herramientas podrían ser aplicadas sobre otras valoraciones inmobiliarias que no han sido tratadas en este estudio, como las que se obtendrían aplicando los criterios de la expropiación forzosa o los del ITP y AJD. A partir de las distintas valoraciones inmobiliarias comentadas se podrían obtener varias divisiones de la ciudad en zonas homogéneas, siendo interesante la comparación entre ellas. Por otro lado, la realización de estudios sobre el valor de la localización y sobre el precio de la vivienda en distintos momentos del tiempo permitiría analizar la evolución cronológica de ambas variables. Precisamente, la revisión de los valores catastrales de una ciudad, para adecuarlos a los del mercado, es una tarea en la que estas técnicas de análisis y estimación espacial pueden mostrar su gran potencial. Todo este tipo de estudios podría integrarse en un sistema de información geográfica (GIS), que, si se mantiene permanentemente actualizado, se configura como un instrumento extraordinariamente útil para orientar la toma de decisiones desde las más diversas instancias públicas y privadas. El planeamiento urbanístico en todas sus facetas, como en la de la planificación del crecimiento de una ciudad, la política de vivienda, la dotación de servicios públicos y

equipamientos, etc., es una de las materias en las que esta herramienta de información y gestión territorial puede ser muy valiosa.

5ª) Existen otros muchos aspectos de la Economía Urbana en los que la combinación de la metodología multivariante y la TVR podría resultar fructífera. El análisis y estimación de las variables económicas cuyos valores puedan ser explicados por medio de su localización relativa y que respondan a una compleja interacción de factores, pueden ser abordadas desde esta doble perspectiva: así, se pueden citar fenómenos como la distribución colectiva de bienes y servicios (agua, fluido eléctrico, teléfono, gas, etc), del ahorro personal, la localización espacial de las actividades económicas, los flujos circulatorios (de automóviles o de peatones), la distribución espacial de los resultados electorales y un largo etcétera. La información referente a este tipo de variables también puede ser integrada en el GIS, al que hemos hecho referencia en el apartado anterior, con objeto de guiar la toma de decisiones en ámbitos tan distintos como la fiscalidad, el marketing empresarial, la ordenación viaria, la sociología electoral, etc.

6ª) Otra línea de investigación en la que se puede avanzar en el futuro está relacionada con la utilización de los modelos de probabilidad. Partiendo de las distintas valoraciones de la variable valor del suelo se puede proceder a su modelización probabilística, por medio de técnicas de

análisis bayesiano o a través de modelos de probabilidad asociados al análisis PERT (familia de distribuciones beta, rectangular, triangular, trapezoidal, modelo probabilístico alternativo, etc.). Dentro de esta última línea, se pueden aplicar las diversas técnicas desarrolladas para medir la fiabilidad de las estimaciones del experto, en este caso, para medir la fiabilidad de las tres distintas valoraciones del suelo que han sido utilizadas¹.

¹ Pueden consultarse al respecto los siguientes artículos:

- CALVETE FERNÁNDEZ, H.; HERRERÍAS PLEGUEZUELO, R. (1987): Una ley de probabilidad para el estudio de los flujos de caja de una inversión. *Libro Homenaje al Profesor Gonzalo Arnáiz Vellando*, 279-296. Instituto Nacional de Estadística, Madrid.
- HERRERÍAS PLEGUEZUELO, R. (1988): Modelos probabilísticos alternativos para el método PERT. Aplicación al análisis de inversiones. *Estudios de Economía Aplicada. Actas de la II Reunión de la Asociación Científico Europea de Economía Aplicada (ASEPELT-España)*, 89-112. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Valladolid, Valladolid.
- HERRERÍAS PLEGUEZUELO, R.; PALACIOS GONZÁLEZ, F.; PÉREZ RODRÍGUEZ, E. (1993): Una medida sobre la adecuación de las estimaciones subjetivas con el modelo PERT clásico. *Estudios de Economía Aplicada. Actas de la VII Reunión de la Asociación Científica Europea de Economía Aplicada (ASEPELT-España)*, vol. I, 419-425. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz, Cádiz.

BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA SERÓ, M.; CORONADO GUERRERO, D. (1994): Potencialidades y subdesarrollo territorial en Andalucía: un análisis multivariante. *Estudios de Economía Aplicada. Actas de la VIII Reunión de la Asociación Científico Europea de Economía Aplicada (ASEPELT-España)*, vol. IV, 399-406. Departament d'Economía i Empresa, Universitat de les Illes Balears, Palma de Mallorca.
- ALBERDI, B. (1990): La adquisición de una vivienda y sus costes. *Revista Española de Financiación a la Vivienda*, 12, 67-73.
- ALMAX EDITORES (1989): *Granada: Plano de la Ciudad (1/8000), Mapa de la Provincia, Callejero, Índice de Pueblos*. Almax Editores, Madrid.
- ALONSO, W. A. (1964): *Location and Land Use, Toward a General Theory of Land Rent*. Harvard University Press, Cambridge.
- ANDERSON, T. W. (1984): *An Introduction to Multivariate Statistical Analysis*. Wiley and Sons, New York.
- ANSELIN, L. (1988): *Spatial Econometrics: Methods and Models*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- ÁREA DE ESTUDIOS DEL GABINETE DE PRESIDENCIA DE LA CAJA GENERAL DE AHORROS DE GRANADA (1995): Granada en cifras. *Cuadernos Económicos de Granada*, núm. 1, abril, 1995. Caja General de Ahorros de Granada, Granada.
- ARENAS, C.; CUADRAS, C. M.; FORTIANA, J. (1991): *MULTICUA (Paquete no Standard de Análisis Multivariante)*. Publicaciones del Departament d'Estadística. Universidad de Barcelona.
- BAILLY, A.; COFFEY, W.; PAELINCK, J.; POLESE, M. (1992): *Spatial Econometrics of Services*. Avebury.
- BALCHIN, P. N.; KIEVE, J. (1985): *Urban Land Economics*. MacMillan Press, Hong Kong.
- BALL, J. M. (1973): Recent empirical works on the determinants of relative house prices. *Urban Studies*, 10, 213-233.
- BANCO HIPOTECARIO DE ESPAÑA (BHE) (1992: junio, julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre, diciembre; 1993: enero, febrero): *Nota de Coyuntura Inmobiliaria*.
- BANCO HIPOTECARIO DE ESPAÑA (BHE) (1992, a): La vivienda en España. Un comentario a los datos más relevantes. *Nota de Coyuntura Inmobiliaria*, junio.
- BANCO HIPOTECARIO DE ESPAÑA (BHE) (1992, b): La estadística de valores de tasación de viviendas del BHE. *Nota de Coyuntura Inmobiliaria*, agosto.
- BANCO HIPOTECARIO DE ESPAÑA (BHE) (1992, c): La demanda de viviendas en España en los años noventa: el proceso de formación de hogares. *Nota de Coyuntura Inmobiliaria*, septiembre.
- BANCO HIPOTECARIO DE ESPAÑA (BHE) (1992, d): Costes de suelo y precio de la vivienda. *Nota de Coyuntura Inmobiliaria*, octubre.

- BANCO HIPOTECARIO DE ESPAÑA (BHE) (1992, e): El problema de acceso por primera vez a la vivienda en España. *Nota de Coyuntura Inmobiliaria*, noviembre.
- BANCO HIPOTECARIO DE ESPAÑA (BHE) (1992, f): La vivienda en España. Estructura regional de los valores de tasación. *Nota de Coyuntura Inmobiliaria*, diciembre.
- BANCO HIPOTECARIO DE ESPAÑA (BHE) (1993, a): El censo de viviendas de 1991. Primeros análisis. *Nota de Coyuntura Inmobiliaria*, enero.
- BANCO HIPOTECARIO DE ESPAÑA (BHE) (1993, b): El acceso por primera vez a la propiedad de la vivienda en España. Caso de la vivienda protegida. *Nota de Coyuntura Inmobiliaria*, febrero.
- BARNBROCK, J.; GREENE, D. L. (1977): Investigation of population density gradients using trend surface analysis: comment. *Land Economics*, 53, 2, 239-245.
- BARTLETT, M. S. (1938): Further aspects of multiple regression. *Proc. of the Cambridge Philosophic Society*, 34, 33- 40.
- BARTLETT, M. S. (1950): Test of significance in factor analysis. *British Journal of Psychology* (Stat. section), 3.
- BASILEVSKY, A. (1994): *Statistical Factor Analysis and Related Methods: Theory and Applications*. John Wiley and Sons, New York.
- BASULTO, J.; ARIAS, C. (1989): Un estudio sobre la diferenciación residencial en el espacio urbano de Sevilla. *Ciudad y Territorio*, 79, 1.
- BELSLEY, D. A.; KUH, E.; WELSCH, R. E. (1980): *Regression Diagnostics, Identifying Influential Data and Sources of Collinearity*. John Wiley and Sons, New York.
- BERRY, B. (1978): *Geografía de los Centros de Mercado y Distribución al Por Menor*. Vicens-Vives, Barcelona.
- BOSQUE MAUREL, J. (1962): *Geografía Urbana de Granada*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Zaragoza.
- BOSQUE MAUREL, J. (1988): *Geografía Urbana de Granada*. Col. Archivum, Edición facsímil. Universidad de Granada, Excmo. Ayuntamiento de Granada, Granada.
- BOSQUE MAUREL, J.; FERNÁNDEZ GUTIÉRREZ, F.; BOSQUE SENDRA, J.; PÉREZ ALCAIDE, F. (1984): *Atlas Social de la Ciudad de Granada*. Biblioteca de Ensayo de la Caja General de Ahorros de Granada, 5, Granada.
- BOSQUE SENDRA, J. (1992): *Sistemas de Información Geográfica*. Ediciones RIALP, Madrid.
- BOSQUE SENDRA, J.; FERNÁNDEZ GUTIÉRREZ, F. (1974): El análisis factorial y su aplicación en Geografía. *Revista Cuadernos Geográficos*, vol. 4. Universidad de Granada, Granada.
- BOSQUE SENDRA, J.; GARCÍA BALLESTEROS, A.; BOSQUE MAUREL, J. (1987): La distribución espacial de los precios del suelo urbano en Madrid (1981). Descripción y modelos explicativos. *Estudios Geográficos*, 187, 121-145.
- BOUROCHE, J. M.; SAPORTA, G. (1989): *L'Analyse des Données*. Presses Universitaires de France (PUF), Paris.
- BOVER, O. (1992): *Un Modelo Empírico de la Evolución de los Precios de la Vivienda en España (1976-1991)*. Documento de trabajo nº 9217, Servicio de Estudios del Banco de España, Madrid.
- BOYCE, B. N. (1984): *Appraising Real Property*. Lexington Books, Toronto.
- BRYANT, E. H.; ATCHLEY, W. R. (eds.) (1975): *Multivariate Statistical Methods: Within-Groups Covariation*. Dowden, Hutchinson and Ross, Inc., Stroudsburg.

- CALVETE FERNÁNDEZ, H.; HERRERÍAS PLEGUEZUELO, R. (1987): Una ley de probabilidad para el estudio de los flujos de caja de una inversión. *Libro Homenaje al Profesor Gonzalo Arnáiz Vellando*, 279-296. Instituto Nacional de Estadística, Madrid.
- CALVO-FLORES SEGURA, A.; MARTÍNEZ GALLUR, C.; SAURA GARCÍA, P. (1991): Análisis de la demanda de características de la vivienda en la ciudad de Murcia. *Actas de la V Reunión de la Asociación Científico Europea de Economía Aplicada (ASEPELT-España)*, Gran Canaria.
- CAMPÁ-VIÑETA, J. A.; CUADRAS, C. M.; MONTORIOL, J. (1972): Aplicación del análisis canónico al estudio de la mineralización del yacimiento de Osor (Gerona). *Acta Geol. Hisp.*, 7, 1, 26-28.
- CAN, A. (1990): The measurement of neighborhood dynamics in urban house prices. *Economic Geography*, 66, 254-272.
- CAN, A. (1992): Specification and estimation of hedonic housing prices models. *Regional Science and Urban Economics*, 22, 453-474.
- CANELO DE LA TORRE, J. R.; URIZ TOME, P. (1993): La cuantificación de la dotación de infraestructura: análisis comparativo de distintas medidas. *Actas de la XIX Reunión de Estudios Regionales de la Asociación Española de Ciencia Regional*, 528-543. Asociación Castellano-Leonesa de Ciencia Regional, Salamanca.
- CANO GUERVÓS, R. A.; CHICA OLMO, J. M.; HERMOSO GUTIÉRREZ, J. A. (1993, a): Aplicación de técnicas multivariantes para la agrupación de barrios en la ciudad de Granada. *Actas de la XIX Reunión de Estudios Regionales de la Asociación Española de Ciencia Regional*, 544-588. Asociación Castellano-Leonesa de Ciencia Regional, Salamanca.
- CANO GUERVÓS, R. A.; CHICA OLMO, J. M.; HERMOSO GUTIÉRREZ, J. A. (1993, b): Categorización de las características de la vivienda en venta en la ciudad de Granada. *Estudios de Economía Aplicada. Actas de la VII Reunión de la Asociación Científico Europea de Economía Aplicada (ASEPELT-España)*, vol. I, 46-55. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz, Cádiz.
- CANO GUERVÓS, R. A.; CHICA OLMO, J. M.; HERMOSO GUTIÉRREZ, J. A. (1994, a): Estudio de la variación del valor de la vivienda tasada en el período 1989-1992 en la ciudad de Granada. *Estudios de Economía Aplicada. Actas de la VIII Reunión de la Asociación Científico Europea de Economía Aplicada (ASEPELT-España)*, vol. IV, 329-336. Departament d'Economia i Empresa, Universitat de les Illes Balears, Palma de Mallorca.
- CANO GUERVÓS, R. A.; CHICA OLMO, J. M.; HERMOSO GUTIÉRREZ, J. A. (1994, b): Use of multivariate techniques for the grouping together of districts. Application in the city of Granada. *APL in Business-Workshop Papers*, 11. University of Wales, Swansea.
- CANO GUERVÓS, R. A.; CHICA OLMO, J. M.; HERMOSO GUTIÉRREZ, J. A. (1995, a): Análisis de la tendencia espacial del valor del suelo urbano a partir de la valoración catastral. *Actas de la IX Reunión de la Asociación Científico Europea de Economía Aplicada (ASEPELT-España)*, vol. V, 33-43. ASEPELT-España, Universidad de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela.
- CANO GUERVÓS, R. A.; CHICA OLMO, J. M.; HERMOSO GUTIÉRREZ, J. A. (1995, b): Análisis de los criterios latentes en la división administrativa de los barrios. Aplicación en la ciudad de Granada. *Actas de la IX Reunión de la Asociación Científico Europea de Economía Aplicada (ASEPELT-España)*, vol. V, 83-85. ASEPELT-España, Universidad de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela.

- CARTER, E. M.; KHATRI, C. G.; SRIVASTAVA, M. S. (1979): The effect of inequality of variances on the t-test. *Sankhya*, 41, 216-255.
- CASTANYER, J.; CANET, I. (1990): *El Catastro en Europa*. CGCCT, Subdirección General de Estudios y Estadística, Ministerio de Economía y Hacienda, Madrid.
- CASTELLS, M. (1974): *La Cuestión Urbana*. Siglo XXI, Madrid.
- CATTELL, R. B. (1966): The scree test for the number of factors. *Multivariate Behavioral Research*, 1, 245-276.
- CENTRE NATIONAL RECHERCHE SCIENTIFIQUE (1976): *El Análisis Interdisciplinar del Crecimiento Urbano*. Instituto de Estudios de Administración Local, Madrid.
- CENTRO DE ESTUDIOS ADAMS (1993): *Valoraciones Inmobiliarias. Agentes de la Propiedad Inmobiliaria*. Temario editado por el Centro de Estudios Adams, Madrid.
- CGCCT (Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria) (1988): *Jornadas de Trabajo de las Gerencias Territoriales. Mojácar, 1988*. CGCCT, Subdirección General de Estudios y Estadística, Ministerio de Economía y Hacienda, Madrid.
- CGCCT (Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria) (1989, a): El catastro de urbana en las grandes ciudades: Madrid. *Catastro*, 2, 54-57.
- CGCCT (Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria) (1989, b): *Estudio de Mercado y Ponencia de Valores del Municipio de Fene*. CGCCT, Subdirección General de Estudios y Estadística, Ministerio de Economía y Hacienda, Madrid.
- CGCCT (Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria) (1989, c): *Informatización de la Cartografía Catastral*. CGCCT, Subdirección General de Estudios y Estadística, Ministerio de Economía y Hacienda, Madrid.
- CGCCT (Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria) (1989, d): *Jornadas de Trabajo de las Gerencias Territoriales. Viella, 1989*. CGCCT, Subdirección General de Estudios y Estadística, Ministerio de Economía y Hacienda, Madrid.
- CGCCT (Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria) (1989, e): *¿Qué es el Valor Catastral?* CGCCT, Subdirección General de Estudios y Estadística, Ministerio de Economía y Hacienda, Madrid.
- CGCCT (Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria) (1989, f): *Valoración Catastral Urbana y Actividad Inmobiliaria*. CGCCT, Ministerio de Economía y Hacienda, Madrid.
- CGCCT (Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria) (1990, a): *El Sistema de Información Catastral*. CGCCT, Subdirección General de Estudios y Estadística, Ministerio de Economía y Hacienda, Madrid.
- CGCCT (Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria) (1990, b): *Estudio de Mercado de Valores Inmobiliarios en el Municipio de Granada*. CGCCT, Gerencia Territorial de Granada Capital, Granada.
- CGCCT (Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria) (1990, c): *Fiscalidad y Vivienda en España y Países de la CEE*. CGCCT, Subdirección General de Estudios y Estadística, Ministerio de Economía y Hacienda, Madrid.
- CGCCT (Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria) (1990, d): La evolución de los valores catastrales en las ciudades mayores de 100.000 habitantes. *Catastro*, 5, 56-57.

- CGCCT (Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria) (1990, e): *Manual Informático para la Gestión Tributaria del I. B. I.* CGCCT, Subdirección General de Estudios y Estadística, Ministerio de Economía y Hacienda, Madrid.
- CGCCT (Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria) (1990, f): *Memoria 1989.* CGCCT, Subdirección General de Estudios y Estadística, Ministerio de Economía y Hacienda, Madrid.
- CGCCT (Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria) (1990, g): *Normas Reguladoras del Catastro.* CGCCT, Subdirección General de Estudios y Estadística. Ministerio de Economía y Hacienda, Madrid.
- CGCCT (Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria) (1990, h): *Normativa Técnica de Valoración de Bienes Urbanos.* CGCCT, Subdirección General de Estudios y Estadística, Ministerio de Economía y Hacienda, Madrid.
- CGCCT (Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria) (1990, i): Nueva normativa sobre valoraciones catastrales. *Catastro*, 5, 47-50.
- CGCCT (Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria) (1990, j): *Ponencia de Valores del Término Municipal de Granada.* CGCCT, Gerencia Territorial de Granada Capital, Granada.
- CGCCT (Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria) (1991, a): *Impuesto sobre Bienes Inmuebles. Bienes de Naturaleza Urbana. Año 1991.* CGCCT, Subdirección General de Estudios y Estadística, Ministerio de Economía y Hacienda, Madrid.
- CGCCT (Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria) (1991, b): *Información de Suelos y Evaluación Catastral. Método del Valor Índice.* CGCCT, Subdirección General de Estudios y Estadística, Ministerio de Economía y Hacienda, Madrid.
- CGCCT (Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria) (1992): Valores de mercado y valores catastrales en las grandes ciudades españolas. *Catastro*, 11.
- CLARK, C. (1968): *Crecimiento Demográfico y Utilización del Suelo.* Alianza Editorial, Madrid.
- CLIFF, A. D.; ORD, J. K. (1981): *Spatial Processes Models and Applications.* Pion Limited.
- COOLEY, W. W.; LOHNES, P. R. (1962): *Multivariate Data Analysis.* John Wiley and Sons, New York.
- CRAMER, H. (1968): *Métodos Matemáticos de Estadística.* Aguilar, Madrid.
- CRESSIE, N. (1991): *Statistics for Spatial Data.* John Wiley and Sons, New York.
- CUADRAS, C. M. (1974): Análisis discriminante de funciones paramétricas estimables. *Trab. Estad. Inv. Oper.*, 25, 3, 3-31.
- CUADRAS, C. M. (1991): *Métodos de Análisis Multivariante.* Promociones y Publicaciones Universitarias (PPU), Barcelona.
- CHICA OLMO, J. M. (1988, a): *Aplicación de la Teoría de las Variables Regionalizadas en Economía.* Tesis de Licenciatura, Universidad de Málaga, Málaga.
- CHICA OLMO, J. M. (1988, b): Un domaine d'application interessant pour la Géostatistique: l'Economie. *Geostatistics*, 3, 7-8. Ecole des Mines de Paris.
- CHICA OLMO, J. M. (1991): Organización espacial del equipamiento comercial en la provincia de Granada. *Estudios Territoriales*, 37, 17-27.
- CHICA OLMO, J. M. (1992, a): *Adecuación de la TVR al Análisis de Variables Económicas Espaciales. Aplicación al Precio de la Vivienda en la Ciudad de Granada.* Tesis Doctoral, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Granada (publicación en microfichas), Granada.

- CHICA OLMO, J. M. (1992, b): Análisis de la estructura espacial del precio de la vivienda. El caso de la ciudad de Granada. *Revista Española de Financiación a la Vivienda*, 21, 67-74. Banco Hipotecario.
- CHICA OLMO, J. M. (1992, c): El Krigeaje como instrumento de valoración inmobiliaria. *Estudios de Economía Aplicada. Actas de la VI Reunión de la Asociación Científico Europea de Economía Aplicada (ASEPELT-España)*, vol. IV, 256-264. Universidad de Granada, Granada.
- CHICA OLMO, J. M. (1993, a): Estimación del valor de repercusión en la ciudad de Granada. *Actas de la XIX Reunión de Estudios Regionales de la Asociación Española de Ciencia Regional*, 559-572. Asociación Castellano-Leonesa de Ciencia Regional, Salamanca.
- CHICA OLMO, J. M. (1993, b): Ponderación óptima en el método sintético. *Actas del II Simposio Italo-Español de Estudios sobre Metodología Valorativa: Presente y Futuro*. Ed. Caballer y Guadalajara, Valencia.
- CHICA OLMO, J. M. (1993, c): Un nuevo instrumento de valoración inmobiliaria automatizado: el Krigeaje. *V Jornadas Técnicas de Valoración Tributaria*. Servicio de Asesoría Técnica y Publicaciones, Junta de Andalucía, Sevilla.
- CHICA OLMO, J. M. (1994, a): Ponderación óptima en el método sintético. *Caderno Brasileiro de Avaliações e Perícias*, 58, 299-304.
- CHICA OLMO, J. M. (1994, b): *Teoría de las Variables Regionalizadas. Aplicación en Economía Espacial y Valoración Inmobiliaria*. Biblioteca de Económicas y Empresariales. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Granada, Granada.
- CHICA OLMO, J. M. (1995, a): La valoración objetiva de los bienes urbanos. *Boletín Informativo de la Asociación Provincial de Constructores y Promotores de Edificios de Granada*, 81, 43-45.
- CHICA OLMO, J. M. (1995, b): Spatial estimation of housing prices and locational rents. *Urban Studies*, 32, 8, 1331-1344.
- CHICA OLMO, J. M.; CHICA OLMO, M. (1988): Aplicación de la teoría de las variables regionalizadas en el análisis univariante de una serie temporal económica. El desempleo en la provincia de Granada, 1976-1986. *Actas de la XIV Reunión de Estudios Regionales de la Asociación Española de Ciencia Regional*, 489-501, Torremolinos.
- CHICA OLMO, J. M.; CHICA OLMO, M. (1989): Análisis univariante del desempleo en la provincia de Granada (1976-1986). *Boletín ICE*, 2191, 2781-2785.
- CHICA OLMO, J. M.; HERRERÍAS PLEGUEZUELO, R. (1991): Estructura espacial del precio de venta de los locales comerciales en la ciudad de Granada. *Actas de la V Reunión de la Asociación Científico Europea de Economía Aplicada (ASEPELT-España)*, Gran Canaria.
- CHICA OLMO, J. M.; LUQUE MARTÍNEZ, T. (1992): Aplicación de la TVR en la investigación de marketing. *Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, 1, 125-132.
- CHICA OLMO, M. (1981): *Aplicaciones de la Geoestadística en Hidrogeología*. Tesis de Licenciatura, Universidad de Granada, Granada.
- CHICA OLMO, M. (1987): *Análisis Geoestadístico en el Estudio de la Explotación de los Recursos Minerales*. Tesis Doctoral, Universidad de Granada, Granada.
- CHORLEY, R. J. et alii (1971): *La Geografía y los Modelos Socioeconómicos*. Instituto de Estudios de Administración Local, Madrid.
- CHRISTENSEN, R. (1987): *Plane Answers to Complex Questions. The Theory of Linear Models*. Springer-Verlag, New York.

- CHRISTENSEN, R. (1991): *Linear Models for Multivariate, Time Series and Spatial Data*. Springer-Verlag, New York.
- DAVID, M. (1977): *Geostatistical Ore Reserve Estimation*. Elsener Scientific Publishing Company, New York.
- DE MIGUEL DOMÍNGUEZ, J. C.; ESTÉVEZ NÚÑEZ, J. C.; RAMOS CALVO, A. (1993): Sobre la asignación de recursos a las Comunidades Autónomas: el caso gallego. (Análisis mediante componentes principales). *Estudios de Economía Aplicada. Actas de la VII Reunión de la Asociación Científico Europea de Economía Aplicada (ASEPELT-España)*, vol. IV, 141-150. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz, Cádiz.
- DE TERÁN, F. (1982): *El Problema Urbano*. Col. Salvat Temas Clave, Salvat, Barcelona.
- DE WIJS, H. J. (1951): *Statistics of Ore Distribution*. Neth. Geol. Min. Soc., Amsterdam.
- DELHOMME, J. P. (1976): *Applications de la Théorie des Variables Regionalisées dans les Sciences de l'Eau*. Thèse Docteur Ingenieur, Univ. Pierre et Marie Curie, Paris.
- DELHOMME, J. P. (1978): Applications de la théorie des variables regionalisées dans les sciences de l'eau. *Bulletin du BRGM*, 4, 341-375.
- DEMPSTER, A. P. (1969): *Elements of Continuous Multivariate Analysis*. Addison-Wesley, Reading, Massachusetts.
- DERYCKE, P. H. (1971): *La Economía Urbana*. Instituto de Estudios de Administración Local, Madrid.
- DERYCKE, P. H. (1983): *Economía y Planificación Urbana*. Instituto de Estudios de Administración Local, Madrid.
- DEWEES, D. (1976): The effect of a subway on residential property values in Toronto. *Journal of Urban Economics*, 3, 4, 357-369.
- DOUGLAS, B. D. Jr. (1980): Income and residential location: Muth revisited. *Urban Studies*, 17.
- DROESBEKE, J. J.; FICHET, B.; TASSI, P. (1992): *Modèles pour l'Analyse des Données Multidimensionnelles*. Association pour la Statistique et ses Utilisations. Ed. Economica, Paris.
- DUBIN, R. A. (1992): Spatial autocorrelation and neighborhood quality. *Regional Science and Urban Economics*, 22, 433-452.
- DUBIN, R. A.; SUNG, C. H. (1987): Spatial variation in the price of housing: rent gradients in non-monocentric cities. *Urban Studies*, 24, 193-204.
- EBERTS, R. W. (1982): Wagw gradients, rent gradients, and the price elasticity of demand for housing: an empirical investigation. *Journal of Urban Economics*, 12, 168-176.
- EDITORIAL TÉCNICA SIERRA NEVADA (1993): *Callejero de Granada. Guía Comercial de Granada*. Editorial Técnica Sierra Nevada, Granada.
- ESEVERRI, E. (1990): La comprobación de valores a efectos de transmisiones patrimoniales. *Catastro*, 5, 25-32.
- ESPIAGO GONZÁLEZ, J. (1993): Base de datos cartográficos, sistemas de información geográfica y análisis regional. *Integración y Revitalización Regional. XIX Reunión de Estudios Regionales de la Asociación Española de Ciencia Regional*, 247-256. Asociación Castellano-Leonesa de Ciencia Regional, Salamanca.

- FERNÁNDEZ ALONSO, E. (1992): Diferenciación residencial urbana en el sureste de Valladolid. *Estudios de Economía Aplicada. Actas de la VI Reunión de la Asociación Científico Europea de Economía Aplicada (ASEPELT-España)*, vol. IV, 217-225. Universidad de Granada, Granada.
- FERNÁNDEZ GENIZ, P.; GÓMEZ DOMÍNGUEZ, M. D.; VÁZQUEZ CUETO, M. J. (1995): Banesto: ¿una intervención anunciada? *Actas de la IX Reunión de la Asociación Científico Europea de Economía Aplicada (ASEPELT-España)*, vol. IV, 27-37.
- FERNÁNDEZ GUTIÉRREZ, F. (1974): Estudio geográfico y social del Polígono de La Paz de Granada. *Cuadernos Geográficos de la Universidad de Granada*, núm. 4. Universidad de Granada, Granada.
- FERNÁNDEZ GUTIÉRREZ, F. (1977): *Análisis Geográfico Estructural de Granada y sus Barrios*. Caja General de Ahorros y Monte de Piedad de Granada, Seminario de Estudios. III Premio de Poesía e Investigación.
- FERNÁNDEZ GUTIÉRREZ, F. (1978): *La Planificación Urbana en Granada*. Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Granada, Granada.
- FERNÁNDEZ PIRLA, S. (1982): *Valoraciones Administrativas, de Mercado del Suelo y las Construcciones*. CSCA, Madrid.
- FERNÁNDEZ PIRLA, S. (1985): *Arquitectura Legal y Tasaciones Inmobiliarias*. Ed. Rueda, Madrid.
- FERNÁNDEZ-CASTAÑO SANTOS, M. (1989): *Establecimiento de un Valor Fiscal Único de los Inmuebles Urbanos Basado en el Valor de Mercado: Nuevas Técnicas*. Instituto de Estudios Fiscales, Ministerio de Economía y Hacienda, Madrid.
- FERRARI MÁRQUEZ, J. J.; GUIMET PEREÑA, J. (1991): La valoración catastral y la articulación con la gestión urbanística en la nueva ley del suelo. *Catastro*, 7, 28-37.
- FERRARI MÁRQUEZ, J. J. (1990): Políticas de suelo y control de precios. *Catastro*, 3, 15-22.
- FISHER, R. A. (1936): The use of multiple measurements in taxonomic problems. *Annals Eugenics*, 7, 179-188.
- FUJIKOSHI, Y. (1974): The likelihood ratio test for the dimensionality of regression coefficients. *J. Mult. Anal.*, 4, 327-340.
- FUJIKOSHI, Y.; VEITCH, L. G. (1979): Estimation of dimensionality in canonical correlation analysis. *Biometrika*, 66, 2, 345-351.
- GALLEGO VICTORIA, M. (1990): Aproximación del valor catastral al valor de mercado de los bienes inmuebles urbanos. *Catastro*, 3, 52-58.
- GARCÍA FERRER, A. (1977): El problema de la multicolinealidad en los modelos de regresión: algunas soluciones posibles. *Revista Española de Economía*, mayo-agosto.
- GARCÍA, P. M. (1979): Introdução al variels regionalizadas. *Tecnica*, 451, 87-97.
- GARDE ROCA, J. A. (1990): La fiscalidad de los bienes inmuebles. *Catastro*, 3, 23-35.
- GOODALL, B. (1977): *La Economía de las Zonas Urbanas*. Instituto de Estudios de Administración Local, Madrid.
- GRANDE ESTEBAN, I.; ABASCAL FERNÁNDEZ, E. (1989): *Métodos Multivariantes para la Investigación Comercial. Teoría, Aplicación y Programación BASIC*. Ariel Economía, Barcelona.
- GRANELLE, J. J. (1970): *Espacio Urbano y Precio del Suelo*. Sirey, Paris.
- GRANELLE, J. J. (1976): *El Análisis Interdisciplinar del Crecimiento Urbano*. Instituto de Estudios de Administración Local, Madrid.

- GRATAL PAMPLONA, M. R.; RODRÍGUEZ ROMÁN, M. (1994): Estudio del rendimiento escolar a partir de la técnica de componentes principales. *Estudios de Economía Aplicada. Actas de la VIII Reunión de la Asociación Científico Europea de Economía Aplicada (ASEPELT-España)*, vol. IV, 301-310. Departament d'Economia i Empresa, Universitat de las Illes Balears, Palma de Mallorca.
- GUJARATI, D. (1992): *Econometría*. McGraw Hill.
- GUTIÉRREZ JAIMEZ, R.; GONZÁLEZ CARMONA, A. (1991): *Estadística Multivariable*, vol. I: *Introducción al Análisis Multivariante*. (Gutiérrez Jaimez, R. y González Carmona A., eds.), Granada.
- HAIG, R. M. (1968): *Análisis de las Estructuras Territoriales*. Gustavo Gili, Barcelona.
- HANHAM, R.; HOHN, M.; BOHLAND, J. (1984): Kriging spatial data: application to the distribution of elderly in the U. S. *Modeling and Simulation*, 15, 35-39.
- HARRIS, C. D.; ULLMAN, E. L. (1945): The nature of cities. *Annals American Academy of Political and Social Science*, 242, 7-17.
- HAWLEY, A. H. (1966): *Ecología Humana*. Technos, Madrid.
- HAYES, C. B. (1957): Suburban residential land values along the C. B. and railroad. *Land Economics*, 33.
- HERMOSO GUTIÉRREZ, J. A.; HERNÁNDEZ BASTIDA, A. (1994): *Curso de Estadística Económica y Empresarial*. Némesis, Granada.
- HERRERÍAS PLEGUEZUELO, R. (1988): Modelos probabilísticos alternativos para el método PERT. Aplicación al análisis de inversiones. *Estudios de Economía Aplicada. Actas de la II Reunión de la Asociación Científico Europea de Economía Aplicada (ASEPELT-España)*, 89-112. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Valladolid, Valladolid.
- HERRERÍAS PLEGUEZUELO, R. (1992): Utilización de los modelos probabilísticos para el PERT, que permiten una ponderación variable del valor más probable, en análisis de inversiones. *Ponencias de la III Reunión de la Asociación Científico Europea de Economía Aplicada (ASEPELT-España)*. Sevilla, 1989, 557-562. Biblioteca de Socioeconomía Sevillana. Patronato de Asesoramiento Económico, Diputación de Sevilla, Sevilla.
- HERRERÍAS PLEGUEZUELO, R. (1995): Un nuevo uso de las tres estimaciones subjetivas del PERT. *Actas de la IX Reunión de la Asociación Científico Europea de Economía Aplicada (ASEPELT-España)*, vol. IV, 411-416, ASEPELT-España y Universidad de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela.
- HERRERÍAS PLEGUEZUELO, R.; PALACIOS GONZÁLEZ, F. (1995): *Técnicas Cuantitativas para la Empresa II*. Proyecto Sur, Granada.
- HERRERÍAS PLEGUEZUELO, R.; PALACIOS GONZÁLEZ, F.; PÉREZ RODRÍGUEZ, E. (1993): Una medida sobre la adecuación de las estimaciones subjetivas con el modelo PERT clásico. *Estudios de Economía Aplicada. Actas de la VII Reunión de la Asociación Científico Europea de Economía Aplicada (ASEPELT-España)*, vol. I, 419-425. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz, Cádiz.
- HIERRO RECIO, L. A. (1993): Precio óptimo y precio financieramente accesible de la vivienda. *Estudios de Economía Aplicada. Actas de la VII Reunión de la Asociación Científico Europea de Economía Aplicada (ASEPELT-España)*, vol. IV, 324-333. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz, Cádiz.
- HOTELLING, H. (1931): The generalization of Student's ratio. *Annals of Math. Stat.*, 2, 360-378.

- HOTELLING, H. (1933): Analysis of a complex of statistical variables into principal components. *Journal of Educational Psychology*, 24, 417-441 y 498-520.
- HOTELLING, H. (1936): Relations between two sets of variables. *Biometrika*, 28, 321-377.
- HOYT, H. (1939): *The Structure and Growth of Residential Neighborhoods in American Cities*. Federal Housing Administration, Washington.
- HURD, R. M. (1903): *Principles of City Land Values*. P. G. Hall.
- IEA (Instituto de Estadística de Andalucía) (1992): *Censo de Viviendas de Andalucía 1991. Resultados provisionales*. IEA, Junta de Andalucía, Sevilla.
- INE (Instituto Nacional de Estadística) (1981): *Censo de Viviendas*. INE, Madrid.
- INE (Instituto Nacional de Estadística) (1991): *Censo de Edificios 1990. Avance de Resultados*. INE, Madrid.
- INE (Instituto Nacional de Estadística) (1992): *Censo de Viviendas 1991. Avance de Resultados*. INE, Madrid.
- JACKSON, J. R. (1977): Investigation of population density gradients using trend surface analysis: comment. *Land Economics*, 53, 2, 246-250.
- JACKSON, J. R. (1979): Intra-urban variation in the price of housing. *Journal of Urban Economics*, 6, 464-479.
- JAMBU, M. (1991): *Exploratory and Multivariate Data Analysis*. Academic Press, New York.
- JAMES, A. T. (1969): Test of equality of latent roots of the covariance matrix. *Multivariate Analysis II* (P. R. Krishnaiah ed.), 205-218. Academic Press, New York.
- JOBSON, J. D. (1992): *Applied Multivariate Data Analysis*, vol. I: *Regression and Experimental Design*, vol. II: *Categorical and Multivariate Methods*. Springer-Verlag, New York.
- JOHNSON, J. H. (1974): *Geografía Urbana*. Oikos-Tan, Barcelona.
- JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. (1988): *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- JOHNSTON, J. (1987): *Métodos de Econometría*. Vicens-Vives, Barcelona.
- JOLICOEUR, P. (1959): Multivariate geographical variaton in the wolf *Canis Lupus L.* *Evolution*, 13, 3, 282-299.
- JOLLIFFE, I. T. (1986): *Principal Component Analysis*. Springer-Verlag, New York.
- JOURNAL, A. G. (1975): *Guide Pratique de Géostatistique Minière*. Paris.
- JOURNAL, A. G. (1977): *Géostatistique Minière*. Thèse Docteur, GGMM, Paris.
- JOURNAL, A. G.; HUIJBREGTS, CH. J. (1991): *Mining Geostatistics*. Academic Press, London.
- KENDALL, M. G. (1957): *A Course in Multivariate Analysis*. Griffin, London.
- KING, L. (1969): *Statistical Analysis in Geography*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- KMENTA, J. (1985): *Elementos de Econometría*. Vicens-Vives, Barcelona.
- KNOS, D. (1962): *Distribution of Land Values in Topeka*. Lawrence, Kansas.
- KOERTS, J.; ABRAHAMSE, A. P. J. (1969): *On the Theory and Application of the General Linear Model*. Rotterdam University Press, Rotterdam.
- KRIGE, D. G. (1951): A statistical approach to some basic mine valuations problems on the witwatersrand. *J. Chem. Metall. Min. Soc. Afr.*, 52, 119-139.
- LALINDE GARCÍA, F. (1992) Relación coste construcción/valor de mercado de los bienes inmuebles en el municipio de Logroño. *Catastro*, 13, 56-67.

- LAWLEY, D. N. (1956): Test of significance for the latent roots of covariance and correlation matrices. *Biometrika*, 43, 128-136.
- LEBART, L.; MORINEAU, A.; FENELON, J. P. (1985): *Tratamiento Estadístico de Datos*. Marcombo-Boixareu Editores, Barcelona.
- LEGUINA, J. (1989): Clausura del Seminario de la U. I. M. P. (agosto, 1989): "El precio del suelo y de la vivienda: determinantes e implicaciones". *Revista Española de Financiación a la Vivienda*, 10, 125-128.
- LEVENE, H. (1960): Robust test for equality of variance. *Contributions to Probability and Statistics* (I. Olkin, S. G. Ghurye, W. Hoeffding, W. G. Madow and H. B. Mann eds.), 278-292. Stanford University Press, California.
- LEVENFELD, G. (1990): La evolución actual del mercado inmobiliario en España. *Catastro*, 3, 36-40.
- LÓPEZ ARES, S.; DÍAZ FERNÁNDEZ, M.; SÁNCHEZ ÁLVAREZ, I. (1992): La vivienda familiar en Asturias: un análisis comparativo. *Estudios de Economía Aplicada. Actas de la VI Reunión de la Asociación Científico Europea de Economía Aplicada (ASEPELT-España)*, vol. VI, 236-245. Universidad de Granada, Granada.
- LÖSCH, A. (1957): *Teoría Económica Espacial*. El Ateneo, Buenos Aires.
- LLORENTE MARRÓN, M. M.; DÍAZ FERNÁNDEZ, M.; COSTA REPARAZ, E. (1994): Un modelo intemporal de vivienda. *Estudios de Economía Aplicada. Actas de la VIII Reunión de la Asociación Científico Europea de Economía Aplicada (ASEPELT-España)*, vol. II, 119-126. Departament d'Economía i Empresa, Universitat de les Illes Balears, Palma de Mallorca.
- MADDALA, G. S. (1985): *Econometría*. McGraw Hill.
- MAESTRE ALFONSO, J. et alii. (1973): *La Pobreza en las Grandes Ciudades*. Biblioteca Salvat de Grandes Temas-Libros GT, Salvat, Barcelona.
- MANLY, B. F. J. (1986): *Multivariate Statistical Methods: A Primer*. Chapman and Hall, London, New York.
- MARAGALL MIRA, P. (1979): *Els Preus del Sol. (El Cas de Barcelona)*. Tesis Doctoral (sin editar), Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona.
- MÁRQUEZ BENÍTEZ, D.; MARTÍNEZ VERDÚ, R. (1995): Una estimación de la renta del trabajo para su aplicación al estudio de la elección de la tenencia de la vivienda en España. *Actas de la IX Reunión de la Asociación Científico Europea de Economía Aplicada (ASEPELT-España)*, vol. III, 341-352. ASEPELT-España, Universidad de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela.
- MARTÍ BONO, R. M. (1992): Evolución de los precios del mercado inmobiliario en Jaca, 1986-1990. *Catastro*, 13, 44-55.
- MARTÍN RODRÍGUEZ, M. (1974): Valoraciones de inmuebles urbanos en el sistema tributario español. *Civitas Revista Española de Derecho Financiero*, 2, 399-426.
- MARTÍNEZ PARDO, M. (1985): *Estudios sobre la Renta del Suelo*. COTMAV, Comunidad de Madrid, Madrid.
- MARX, K. (1975): *El Capital*. Fondo de Cultura Económica, México.
- MAS MAYORAL, S. (1989): El sistema de información catastral. *Catastro*, 2, 15-19.
- MAS MAYORAL, S. (1991): La cartografía catastral como base de sistemas de información territorial. *Catastro*, 8, 40-47.

- MATERN, B. (1986): *Spatial Variation*. Springer-Verlag, New York.
- MATHERON, G. (1965): *Les Variables Regionalisées et Leur Estimation*. Masson, Paris.
- MATHERON, G. (1969): *Le Krigeage Universal*. Centre de Géostatistique et de Morphologie Mathématique, Fas. 1. Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris.
- MATHERON, G. (1970): *La Théorie des Variables Regionalisées et Ses Applications*. Centre de Géostatistique et de Morphologie Mathématique, Fas. 1, Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris.
- MATHERON, G. (1971): *La Théorie des Fonctions Aléatoires Intrinsèques Généralisées*. Centre de Géostatistique et de Morphologie Mathématique, N-252. Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris.
- MATHERON, G. (1973): The intrinsic random functions and their applications. *Adv. in Appl. Prob.*, 5, 439-468.
- MAXWELL, A. E. (1977): *Multivariate Analysis in Behavioral Research*. Chapman and Hall, London.
- MCDONALD, J.; BOWMAN, H. (1979): Land value functions: a reevaluation. *Journal of Urban Economics*, 6, 25-41.
- MEDINA DÁVILA-PONCE DE LEÓN, E. (1991): *Manual de Valoración de Viviendas y Oficinas Asistido por Ordenador*. Ed. Dossat, Madrid.
- MENÉNDEZ REXACH, A. (1991): La nueva ley del suelo. *Catastro*, 7, 6-12.
- MERELO ABELA, J. M. (1993): Medidas contra la especulación del suelo en la legislación urbanística. *Ciudad y Territorio-Estudios Territoriales*, vol. 1, 95/96, 223-230.
- MIGUEL UCETA, S. (1989): *Modelos Probabilísticos Alternativos. Aplicaciones en Análisis de Inversiones y en Otros Fenómenos Económicos*. Tesis doctoral, Universidad de Alcalá de Henares.
- MIGUEL UCETA, S. (1992): Elaboración de presupuestos de gastos en ambiente de riesgo. *Estudios de Economía Aplicada. Actas de la VI Reunión de la Asociación Científica Europea de Economía Aplicada (ASEPELT-España)*, vol. I, 150-157. ASEPELT-España, Universidad de Granada, Granada.
- MÍGUEZ, F. (1984): *Introducción a la Teoría de la Variable Regionalizada*. Madrid.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES (1991): Medidas sobre política de vivienda. *Revista Española de Financiación a la Vivienda*, 17, 89-94.
- MONGET, J. M.; BORDET, J. P. (1972): *Le Variogramme Revelateur de Structure d'un Champ Bidimensional*. Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris.
- MONTERO LORENZO, J. M. (1992): Principales resultados de una aplicación del análisis multivariante a los principales índices de productividad del subsector agrícola español. *Ponencias de la III Reunión Anual de la Asociación Científica Europea de Economía Aplicada (ASEPELT-España)*, 93-103. Biblioteca de Socioeconomía Sevillana, Patronato de Asesoramiento Económico, Diputación de Sevilla, Sevilla.
- MORAN, P. (1948): The interpretation of statistical maps. *Journal of the Royal Statistical Society*, B, 10, 243-251.
- MUÑIZ, M. (1989): Presentación del seminario de la U. I. M. P. (agosto, 1989): "El precio del suelo y de la vivienda: determinantes e implicaciones". *Revista Española de Financiación a la Vivienda*, 10, 13-16.
- MUTH, R. (1969): *Cities and Housing*. University of Chicago Press, Chicago.
- NARBONA, C. (1989): Evolución reciente del mercado inmobiliario en España. *Revista Española de Financiación a la Vivienda*, 10, 27-34.
- NASH, J. C. (1979): *Compact Numerical Methods for Computers*. Adam Hilger, Bristol.

- NEUMAN, S. P.; JACOBSON, E. A. (1984): Analysis of non-intrinsic spatial variability by residual Kriging with application to regional groundwater levels. *Mathematical Geology*, 16, 499-521.
- NORCLIFFE, G. B. (1969): On the use and limitations of trend surface models. *Canadian Geographer*, 13, 4, 338-348.
- NOURSE, H. O. (1969): *Economía Regional*. Oikos-Tau, Barcelona.
- OFICINA DEL CENSO ELECTORAL (1991): *Callejero Año 1991. Granada Capital*. Oficina del Censo Electoral, Granada.
- PAELINCK, J. (1985): *Elements d'Analyse Economique Spatiale*. Editions Regionales Europeennes, Anthropos, Paris.
- PAELINCK, J.; KLAASEN, L. (1979): *Spatial Econometrics*. Gower.
- PAPAGEORGION, G. L. (1976): Urban residential analysis: spatial consumer behaviour. *Environment and Planning*, 8.
- PARKER, C. (1981): Trend surface and the spatio-temporal analysis of residential land-use intensity and household housing expenditure. *Land Economics*, 57, 3, 323-337.
- PAVÍA MIRALLES, J. M. (1995): Una alternativa de clasificación para las regiones que componen la Unión Europea. *Actas de la IX Reunión de la Asociación Científico Europea de Economía Aplicada (ASEPELT-España)*, vol. I, 367-381. ASEPELT-España, Universidad de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela.
- PEARSON, K. (1901): On lines and planes of closes fit to a system of points in space. *Philosophical Magazine*, 2, 557-572.
- PÉREZ RIVERO, A. (1993): La vivienda en la provincia de Cádiz 1981-1991: una análisis comarcal. *Estudios de Economía Aplicada. Actas de la VII Reunión de la Asociación Científico Europea de Economía Aplicada (ASEPELT-España)*, vol. II, 334-343. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz, Cádiz.
- PETITPIERRE, E.; CUADRAS C. M. (1977): The canonical analysis applied to the taxonomy and evolution of the genus *Timarcha* Latr. (Col. Chrysomelidae). *Mediterránea*, 1, 13-28.
- PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. (1980): *Modelos Económicos*. Lábor Universitaria, Madrid.
- RACIONERO, L. (1986): *Sistemas de Ciudades y Ordenación del Territorio*. Alianza Universidad, núm. 210, Alianza Editorial, Madrid.
- RAO, C. R. (1948): The utilization of multiple measurements in problems of biological classification. *J. Roy. Stat. Soc.*, B, 10, 2, 159-203.
- RAO, C. R. (1951): An asymptotic expansion of the distribution of Wilk's criterion. *Bull. Inst. Inter. Statist.*, XXXIII, 2, 177-180.
- RAO, C. R. (1952): *Advanced Statistical Methods in Biometric Research*. John Wiley and Sons, New York.
- RAO, C. R. (1973): *Linear Statistical Inference and Its Applications*. John Wiley and Sons, New York.
- RATCLIFF, R. U. (1949): *Urban Land Economics*. MacGraw-Hill, New York.
- REVISTA ESPAÑOLA DE FINANCIACIÓN A LA VIVIENDA (1989, a): El mercado inmobiliario en Europa: introducción. *Revista Española de Financiación a la Vivienda*, 10, 19-22.
- REVISTA ESPAÑOLA DE FINANCIACIÓN A LA VIVIENDA (1989, b): Suelo y vivienda: introducción. *Revista Española de Financiación a la Vivienda*, 10, 51-52.

- REVISTA ESPAÑOLA DE FINANCIACIÓN A LA VIVIENDA (1989, c): Política de vivienda: introducción. *Revista Española de Financiación a la Vivienda*, 10, 77-78.
- REVISTA ESPAÑOLA DE FINANCIACIÓN A LA VIVIENDA (1989, d): Conclusiones del seminario de la U. I. M. P. (agosto, 1989): "El precio del suelo y de la vivienda: determinantes e implicaciones". *Revista Española de Financiación a la Vivienda*, 10, 121-124.
- REVISTA ESPAÑOLA DE FINANCIACIÓN A LA VIVIENDA (1990): Informe de coyuntura de la vivienda en los primeros meses de 1990. *Revista Española de Financiación a la Vivienda*, 12, 77-90.
- REVISTA ESPAÑOLA DE FINANCIACIÓN A LA VIVIENDA (1991, a): Los problemas de las grandes ciudades. Resumen del seminario de la U. I. M. P. (agosto, 1990). *Revista Española de Financiación a la Vivienda*, 14/15, 93-133.
- REVISTA ESPAÑOLA DE FINANCIACIÓN A LA VIVIENDA (1991, b): Informe de coyuntura de la vivienda. Avance 1990. *Revista Española de Financiación a la Vivienda*, 14/15, 135-156.
- REVISTA ESPAÑOLA DE FINANCIACIÓN A LA VIVIENDA (1991, c): La coyuntura de la vivienda en 1990. *Revista Española de Financiación a la Vivienda*, 17, 7-31.
- REYMENT, R. A. (1973): The discriminant function in systematic Biology. *Discriminant Analysis* (T. Cacoullos, ed.), 311-337. Academic Press, New York.
- RICO FERNÁNDEZ, J. C. (1991): Principales novedades introducidas en la ley del suelo. *Catastro*, 7, 38-41.
- RICHARDSON, H. W. (1973): *Economía Regional, Teoría de la Localización, Estructuras Urbanas y Crecimiento Regional*. Vicens-Vives, Barcelona.
- RICHARDSON, H. W. (1975): *Economía del Urbanismo*. Alianza Editorial, Madrid.
- RICHARDSON, H. W. (1976): *Elementos de Economía Regional*. Curso de Economía Moderna, Madrid.
- RICHARDSON, H. W. (1986): *Economía Regional y Urbana*. Alianza Editorial, Madrid.
- RIPLEY, B. D. (1981): *Spatial Statistics*. John Wiley and Sons, New York.
- ROCA CLADERA, J. (1986, a): *El Área Metropolitana de Barcelona*. Corporación Metropolitana de Barcelona, Barcelona.
- ROCA CLADERA, J. (1986, b): La problemática de la valoración urbanística de la ley del suelo. *Revista de Derecho Urbanístico*, 97 y 98.
- ROCA CLADERA, J. (1986, c): *Los Precios del Suelo en el Ámbito Metropolitano*. Corporación Metropolitana de Barcelona, Barcelona.
- ROCA CLADERA, J. (1987): *Manual de Valoraciones Inmobiliarias*. Ariel Economía, Barcelona.
- ROCA CLADERA, J. (1988): *La Estructura de Valores Urbanos: un Análisis Teórico-Empírico*. Instituto de Estudios de Administración Local.
- ROCA CLADERA, J. (1992): Valor de reposición versus valor de mercado: análisis del concepto "coeficiente de mercado". *Catastro*, 13, 9-16.
- RODRÍGUEZ LÓPEZ, J. (1990): La política de vivienda en España: una aproximación a los principales instrumentos. *Revista Española de Financiación a la Vivienda*, 12, 11-24.
- RODRÍGUEZ LÓPEZ, J.; CURBELO, J. L.; MARTÍN, V. (1991): Una aproximación a las necesidades de vivienda en España: proyecciones 1990-2009. *Revista Española de Financiación a la Vivienda*, 14/15, 69-89.

- RODRÍGUEZ Y RODRÍGUEZ ACUÑA, F. (1990): Precios de mercado: su sensibilidad según la evolución del mercado en el tiempo. *Catastro*, 6, 54-58.
- ROS DOMINGO, A. (1989): El catastro en el sistema de información. *Catastro*, 2, 27-28.
- SALVATORE, D. (1983): *Econometría*. Schaum-McGraw Hill.
- SÁNCHEZ JIMÉNEZ, J. (1982): *Del Campo a la Ciudad*. Col. Salvat, Temas Clave, Salvat, Barcelona.
- SAPORTA, G. (1990): *Probabilités, Statistique et Analyse des Données*. Editions Technip, Paris.
- SCHROEDER, L. D.; SJOQUIST, D. (1976): Investigation of population density gradients using trend surface analysis. *Land Economics*, 52, 3, 382-392.
- SCHROEDER, L. D.; SJOQUIST, D. (1977): Investigation of population density gradients using trend surface analysis: reply. *Land Economics*, 53, 2, 251-252.
- SCHULTZ, B. (1983): On Levene's test and other statistics of variaton. *Evolutionary Theory*, 6, 197-203.
- SEAL, H. L. (1964): *Multivariate Statistical Analysis for Biologist*. Methuen and Co. Ltd., London.
- SERRA-KIEL, J.; REGUANT, S.; DE RENZI, M.; CUADRAS, C. M. (1979): Aplicación del análisis de perfiles y canónico a las formas de Nummolites del N. Perforatus de Vic (Barcelona). *Rev. Esp. de Micropaleontología*, 11, 2, 279-284.
- SERRANO RODRÍGUEZ, A. (1993): El urbanismo del siglo XXI: problemas previsibles y líneas de actuación recomendables. *Ciudad y Territorio-Estudios Territoriales*, vol. 1, 95/96, 15-40.
- SICHEL, M. S. (1952): New methods in the statistical evaluation of mine sampling data. *Trans. Ins. Min. Metall.*, 51, 261.
- SIERRA MURILLO, Y.; SAN MARTÍN PÉREZ, M. (1993): Una aproximación a los factores determinantes del ahorro en La Rioja. *Estudios de Economía Aplicada. Actas de la VII Reunión de la Asociación Científico Europea de Economía Aplicada (ASEPELT-España)*, vol. II, 426-435. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz, Cádiz.
- SRIVASTAVA, M. S.; CARTER, E. M. (1983): *An Introduction to Applied Multivariate Statistics*. North Holland, New York.
- STATGRAPHICS. Manual del usuario.
- STUDENT (1914): The elimination of spurious correlation due to position in time or space. *Biometrika*, 10, 179-180.
- SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DEL BANCO HIPOTECARIO DE ESPAÑA (1991): Política de vivienda en Europa: una síntesis. *Revista Española de Financiación a la Vivienda*, 17, 65-68.
- TARAZONA MARI, M. (1990): El procedimiento de valoración catastral de los bienes inmuebles urbanos. *Catastro*, 5, 18-24.
- THEIL, H. (1971): *Principales of Econometrics*. John Wiley and Sons, New York.
- TINAUT ELORZA, J. J. (1990): La política estatal de la vivienda en los años ochenta. *Catastro*, 3, 41-51.
- UPTON, G. J. G.; FINGLETON, B. (1990): *Spatial Data Analysis by Example*. John Wiley and Sons, New York.
- URIEL JIMÉNEZ, E. (1995): *Análisis de Datos. Series Temporales y Análisis Multivariante*. Plan Nuevo, ed. AC, Madrid.

- VAN VALEN, L. (1978): The statistics of variaton. *Evolutionary Theory*, 4, 33-43 (Erratum *Evolutionary Theory*, 4, 202).
- VICENTE TAVERA, S.; RAMAJO HERNÁNDEZ, J. (1995): El crecimiento sectorial de las Comunidades Autónomas en el período 1971-1991. Análisis mediante técnicas multivariantes. *Actas de la IX Reunión de la Asociación Científico Europea de Economía Aplicada (ASEPELT-España)*, vol. I, 449-460. ASEPELT-España, Universidad de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela.
- VILA I VILA, J. (1992): Valores de mercado y valores catastrales. El caso de la ciudad de Alzira. *Catastro*, 14, 98-106.
- WALLACE, F. S. (1975): *Urban Development. The Process and the Problems*. University of California Press, Berkeley.
- WINGO, L. (1972): *Transporte y Suelo Urbano*. Oikos-Tau, Barcelona.

APÉNDICE Y ANEXOS

1950-1951

1952-1953

1954-1955

1956-1957

1958-1959

1960-1961

1962-1963

1964-1965

1966-1967

1968-1969

1970-1971

1972-1973

1974-1975

1976-1977

1978-1979

1980-1981

1982-1983

1984-1985

1986-1987

1988-1989

1990-1991

1992-1993

1994-1995

1996-1997

1998-1999

2000-2001

2002-2003

2004-2005

2006-2007

2008-2009

2010-2011

APÉNDICE 1

CRITERIOS DE VALORACIÓN PARA BIENES DE NATURALEZA URBANA DE LA PROVINCIA DE GRANADA, ELABORADOS POR EL SERVICIO DE VALORACIÓN Y ASISTENCIA TÉCNICA DE LA CONSEJERÍA DE ECONOMÍA Y HACIENDA DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA

En este apartado se recoge un extracto de los *Criterios de Valoración para Bienes de Naturaleza Urbana en la Provincia de Granada*, para su aplicación en los Impuestos sobre Transmisiones Patrimoniales y Actos Jurídicos Documentados y en el de Sucesiones y Donaciones. Dichas valoraciones son efectuadas por los técnicos del Servicio de Valoración y Asistencia Técnica, integrado dentro de la Dirección General de Tributos e Inspección Tributaria, dependiente de la Consejería de Economía y Hacienda de la Junta de Andalucía. Mediante la aplicación individualizada, para cada una de las 298 viviendas que componen la muestra, de los criterios de valoración utilizados por el Servicio de Valoración en los expedientes de comprobación de valor de bienes inmuebles de naturaleza urbana, se ha obtenido una nueva estimación del valor de mercado de cada una de las viviendas, que hay que unir a la estimación del valor de

mercado por KRI, llevada a cabo en el capítulo IX, y a la estimación del valor de venta o de mercado mediante la metodología catastral, como se explicó en el epígrafe 2.2.3.3. del capítulo X.

En el epígrafe donde se explica el objetivo de los mencionados criterios de valoración, se justifica la realización de los estudios y análisis del mercado inmobiliario previos, por la necesidad de adaptarse a los valores reales de venta o de mercado, conforme a los criterios de valoración recogidos en la normativa aplicable, así como por la necesidad de agilizar el proceso de comprobación de valores, incorporando al mismo una mayor igualdad o uniformidad de trato fiscal, tanto en las Oficinas Liquidadoras como en las Delegaciones de la Consejería de Economía y Hacienda. De hecho, la aplicación de valores medios de mercado constituye un medio de comprobación de valor recogido en el artículo 52.1.b. de la Ley General Tributaria. Los cuadros y tablas recogidos en los criterios de valoración tienen como objetivo dar a conocer los valores medios resultantes de un muestreo de precios del mercado inmobiliario, una vez corregidos los errores detectados tras un año de aplicación, para su uso en los expedientes de comprobación de valor de bienes urbanos, conforme a la Circular 11/89 del 6 de noviembre de la Dirección General de Tributos e Inspección Tributaria.

La comprobación de valores se realiza de forma individualizada para

cada bien inmueble, y para llegar al conocimiento del valor real del bien inmueble se utiliza un sistema de valoración basado en el método analítico y en el comparativo.

Los valores de los que se parte para llegar a la obtención del valor considerado como real del bien que se pretende tasar, proceden de las siguientes fuentes:

- a) Estudios de mercado periódicos, elaborados por empresas especializadas, contratadas al efecto por la Consejería de Economía y Hacienda de la Junta de Andalucía.
- b) Datos obtenidos directamente por los Servicios Técnicos de la Administración Tributaria, que se utilizan para el permanente mantenimiento y corrección de los valores obtenidos por medio de los estudios de mercado antes señalados.
- c) Datos obtenidos de otras administraciones y de otros organismos de la propia administración autónoma.
- d) Datos obtenidos de las Oficinas Liquidadoras de los Tributos cedidos (Registro de la Propiedad).

Los estudios de valores de mercado mencionados en el apartado a) han de contemplar la toma periódica de muestras, realizada por empresas especializadas, bajo supervisión del personal técnico de la Consejería de Economía y Hacienda, suficientemente dispersas, significativas, en número

predeterminado y aleatorias, de los distintos tipos de bienes de naturaleza urbana, en todos los municipios de la provincia de Granada. Dicha toma de muestras ha de recoger en cuestionarios apropiados, de manera sistemática, datos referentes a la antigüedad de los edificios, calidad arquitectónica y de materiales de los mismos, tipología edificatoria, superficies, grado de tecnificación e instalaciones que contienen, calidad de la zona y del entorno, servicios urbanísticos básicos de que consta, dotaciones básicas (centros escolares, mercados, zonas verdes, equipamiento recreativo y deportivo, etc.), así como el estado de las mismas, red viaria y de transportes públicos, distancias tanto con respecto al centro de la población como a centros comerciales y áreas de negocio u oficinas, dentro del sector donde se halle ubicado el bien inmueble, dinamicidad económica de la zona y todo tipo de datos que pueden influir en el atractivo de la misma y, por consiguiente, sean relevantes de cara a la modificación de su valor.

De dichos estudios de valores, mediante técnicas estadísticas matemáticas y utilizando técnicas de regresión múltiple, se obtienen valores medios orientativos, que sirven como punto de partida para efectuar las comprobaciones de valores, obteniéndose también una serie de coeficientes modificadores de dichos valores medios, orientativos en función de la antigüedad, estado de conservación, calidad, grado de ejecución del planeamiento y servicios urbanísticos. Todos los datos extraídos de los

estudios anteriores son corroborados o modificados permanentemente a partir de los obtenidos de la otras fuentes arriba mencionadas.

Para una mayor sencillez en la aplicación de la técnica valorativa, se han diseñado una fichas, para cada municipio y para cada uno de los diez sectores en los que se considera dividida la capital, de tal forma que los valores medios o módulos base se encuentran también clasificados según varias categorías de calle (desde primera a séptima categoría) y un "resto", que agrupa las calles del sector de la ciudad (o del municipio) no relacionadas expresamente en el callejero elaborado al efecto. A su vez, dentro de cada tipología de edificación (viviendas plurifamiliares, unifamiliares adosadas o aisladas, unifamiliares tradicionales, locales comerciales, oficinas, trasteros, aparcamientos, naves industriales, etc), se han diferenciado, donde se ha estimado conveniente, varias calidades constructivas y arquitectónicas. De esta forma, conociendo la categoría de la calle donde se ubica el inmueble, según el callejero elaborado para tal fin, la tipología de la edificación y su calidad, la obtención del valor medio de mercado orientativo es automática. A modo de ejemplo, se incluye la tabla correspondiente a las viviendas plurifamiliares del sector de Pedro Antonio de Alarcón:

TIPOLOGÍA CONSTRUCTIVA O USO	CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN O SITUACIÓN DEL SOLAR	VALORES UNITARIOS SEGÚN CATEGORÍA SOCIOECONÓMICA DE LA CALLE, ZONA, SECTOR O URBANIZACIÓN							
		1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	RESTO
VIVIENDAS PLURIFAMILIARES EN BLOQUES O MANZANAS, PISOS O APARTAMENTOS	BUENA	125.000	115.000	100.000					90.000
	NORMAL	112.500	95.000	90.000					75.000
	REGULAR	85.000	80.000	80.000					60.000
.....

En el caso de viviendas plurifamiliares cuya venta sea libre (no afectada por ningún régimen de protección oficial que fije un valor legal administrativo), al valor medio de la tabla que le corresponda se le aplicará un coeficiente de antigüedad de la construcción, G, que es coincidente con el definido por la normativa catastral.

Los coeficientes relativos al estado de conservación y a la calidad de los materiales de construcción se recogen en la siguiente tabla:

ESTADO DE CONSERVACIÓN		CALIDAD DE LOS MATERIALES	
EXCELENTE	1'20	LUJO	1,50
BUENA	1'10	ALTA	1,25
NORMAL	1'00	BUENA	1'10
REGULAR	0'90	MEDIA	1'00
MALA	0'75	BAJA	0'80
DEFICIENTE	0'50	DEFICIENTE	0'70
RUINOSA	0'25		

Según comentarios de los propios técnicos, la intención es que el

valor de mercado estimado aplicando estas tablas y coeficientes se sitúe en torno al 70% del valor real de mercado. Tras la aplicación individualizada de esta metodología de valoración a cada una de las 298 viviendas que componen la muestra, se ha comprobado que, en términos medios, este objetivo se ha cumplido. Por ello, la variable que recoge el valor de mercado estimado de acuerdo con esta metodología (variable que denominaremos JAVMERC en esta Memoria) se ha obtenido de la siguiente manera: primero, se estima el valor de mercado aplicando las tablas y coeficientes antes reseñados y, posteriormente, se incrementa el valor en un 30%, con lo que la valoración se acerca más al valor de mercado real. En cualquier caso, es necesario aclarar que el valor de mercado JAVMERC sólo ha sido utilizado en esta Memoria en el capítulo XI, donde se asocia con los valores de mercado obtenidos a través de otras metodologías (catastral y KRI). Dicha asociación se analiza por medio de los coeficientes de correlación lineal entre esta variable y las demás y, dado que dichas medidas no se ven afectadas por cambios de escala, se hubiera llegado a las mismas conclusiones aunque el valor de mercado obtenido mediante esta metodología no se hubiera incrementado en el citado 30%.

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

PHYSICS DEPARTMENT

PHYSICS 350

LECTURE 10

STATISTICAL MECHANICS

ENTROPY

THE SECOND LAW OF THERMODYNAMICS

THE BOLTZMANN EQUATION

THE CANONICAL ENSEMBLE

THE GRAND CANONICAL ENSEMBLE

THE PARTITION FUNCTION

THE THERMAL AVERAGE

THE FLUCTUATION-DISSIPATION THEOREM

THE GREEN-KUBO RELATION

THE EINSTEIN COEFFICIENTS

THE PLANCK RADIATION LAW

THE STEADY STATE APPROXIMATION

THE HARTREE-FOCK METHOD

THE VARIATIONAL METHOD

THE WIGNER FUNCTION

THE QUANTUM HALL EFFECT

THE KALDAUSKY EFFECT

THE HALL EFFECT

GABES

VIVIENDAS COLECTIVAS (C)

Nº FICHA [][][][] (1-4)
 TARJETA 1 (6)

TIPO DE U.U. 2 (5)

1. PROVINCIA: Granada [1][8] (7- 8) 2. MUNICIPIO: [][][] (9-11)
 3. SECTOR: [][] (12-13) 4. MANZANA: [][][][] (14-16) 4a. PARCELA: [][] (19-20)
 5. FUENTE DE INFORMACION: [] (21) 6. FECHA DE DATOS: mes [][], año [][] (22-25)
 7. CALLE/PLAZA: [][][][] (26-30) 8. NUMERO: [][][] (31-33)
 8a. CATEGORIA DE LA CALLE: [] 8b. FACHADAS A (CALLE/PLAZA): []
 9. ESCALERA: [] (34) 10. PLANTA: [][] (35-36) 11. PUERTA: [][] (37-38)
 12. NOMBRE DEL EDIFICIO: [] (39-58)

13. CALIDAD DE LA ZONA (59)

Alto [1]
 Medio-Alto [2]
 Medio-Medio [3]
 Medio-Bajo [4]
 Bajo [5]

14. CALIDAD DE UBICACION (60)

Muy positiva [1]
 Positiva [2]
 Neutra [3]
 Negativa [4]
 Muy negativa [5]

15. CALIDAD DEL EDIFICIO (61)

Lujo [1]
 Alta [2]
 Normal [3]
 Baja [4]
 Mala [5]

16. CALIDAD DE LA VIVIENDA (62)

Lujo [1]
 Alta [2]
 Normal [3]
 Baja [4]
 Mala [5]

17. EN VENTA/EN ALQUILER (63)

En Venta [S]
 En Alquiler [N]

18. NUEVA, A ESTRENAR (64)

Sí [S]
 No [N]

19. TIPOLOGIA (65)

Bloque exento ... [1]
 Manzana cerrada . [2]
 Manzana abierta . [3]

20. INTERIOR / EXTERIOR (66)

Interior manzana. [M]
 Interior parcela. [P]
 Exterior [E]

21. AÑO EDIFICACION (67-70)

[][][][]

22. CONSERVACION DE LA VIVIENDA (71)

Buena [1]
 Normal [2]
 Mala [3]

23. BAROS [][][] (72-74)
 ASEOS [][][]

24. DORMITORIOS [][] (75-76)

25. PIEZAS DE ESTAR [] (77)

26. PIEZAS A FACHADAS EXTERIORES [][] (78-79)

TARJETA 2 (6)

	Uso privado	Uso comunitario	No hay
27. PISCINA ..(7)	[1]	[2]	[3]
28. PISTAS DEPORTIVAS (8)	[1]	[2]	[3]
29. JARDINES .(9)	[1]	[2]	[3]

30. SUPERFICIE CONSTRUIDA VIVIENDA (10-13)

[][][][] M²

31. SUPERFICIE CONSTRUIDA GARAJE (14-16)

[][][][] M²

32. SUPERFICIE CONSTRUIDA OTROS USOS (17-19)

[][][][] M²

33. SUPERFICIE UTIL VIVIENDA (20-23)

[][][][][] M²

34. PRECIO TOTAL CONTADO (24-30)

[][][][][][][] Miles P.

35. ALQUILER MENSUAL BRUTO (31-35)

[][][][][][] Miles P.

36. ALQUILER MENSUAL NETO (36-40)

[][][][][][] Miles P.

37. TIPO DE VENDEDOR (41)

Promotora (IVA) [1]
 Otro vendedor (ITP). [2]

38. DE PROMOCION Nº (42-44)

[][][]

No.	Name	Address
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50

DEFINICIONES DE LAS VARIABLES INCLUIDAS EN LOS ANEXOS 2 Y 4

Las variables incluidas en los anexos 2 y 4 pueden ser clasificadas en tres grupos:

- 1) Variables originales.
- 2) Componentes principales.
- 3) Variables suplementarias.

1. VARIABLES ORIGINALES.

Estas variables fueron incluidas en el ACP desarrollado en el capítulo V, siendo descritas en el epígrafe 2 del mismo, por lo que ahora nos limitaremos a recordar su definición.

ANTIGÜEDAD: diferencia entre 1991 y el año de edificación.

CONSERVACIÓN: toma los valores enteros 1 (buena conservación) y 2 (mala conservación).

HABITAC: número de habitaciones, excluidas la cocina, baños y aseos.

AMPLITUD: cociente entre la superficie construida de la vivienda (SUP_C_VIV) y el número de habitaciones (HABITAC).

ESPARC: áreas de esparcimiento y ocio. Se acumulan puntos de 0 a 6 en función de que la vivienda disponga de áreas de recreo (piscina, pista deportiva o jardín).

SUP_C_VIV: superficie construida de la vivienda, en metros cuadrados.

COEFEXTER: coeficiente de exterioridad. Se asignan 3 puntos a las viviendas exteriores, 2 puntos a las interiores de manzana y 1 punto a las interiores de parcela. A esta puntuación se le suma el cociente entre el número de habitaciones que abren luces a la fachada y el número total de habitaciones (**HABITAC**).

BAÑOPORDORM: baños por dormitorio. Se obtiene mediante el cociente del número de baños y aseos de la vivienda entre el número de dormitorios. Por cada baño se asigna a la vivienda el valor 1 y por cada aseo un 0'6.

DISTANCIA2: suma de las distancias a dos subcentros de la ciudad (Puerta Real y Plaza de Einstein).

CAL_ZONA: calidad de la zona. Se evalúan las características de la zona de la ciudad donde se encuentra la vivienda.

CAL_UBICA: calidad de la ubicación del edificio dentro de la zona.

CAL_EDIF: calidad del edificio. Se evalúan las características físicas (constructivas) del edificio en el que se halla la vivienda.

CAL_VIV: calidad de la vivienda. Se valoran las características constructivas de la vivienda.

2. COMPONENTES PRINCIPALES.

Las componentes principales fueron interpretadas en el epígrafe 4.1. del capítulo V. La denominación utilizada para las mismas ha sido:

CP1: primera componente principal.

CP2: segunda componente principal.

CP3: tercera componente principal.

CP4: cuarta componente principal.

CP5: quinta componente principal.

3. VARIABLES SUPLEMENTARIAS.

Todas las variables suplementarias, excepto las dos últimas, fueron definidas en el epígrafe 2 del capítulo XI. Vamos a recordar brevemente las definiciones de las mismas (todas en miles de pesetas por metro cuadrado construido):

PRECIOM2C: precio de la vivienda ofertado por el vendedor (los datos son muestrales).

JAVMERC: valor de mercado de la vivienda obtenido a partir de la metodología utilizada por el Servicio de Valoración y Asistencia Técnica, dependiente de la Consejería de Economía y Hacienda de la Junta de Andalucía (véase el apéndice 1).

KRIVLOC: valor de localización del suelo estimado en el capítulo

IX, combinando la aplicación del ACP y de la teoría de las variables regionalizadas (con la utilización del Krigeaje residual iterativo, que en adelante denominaremos KRI).

KRIVMERC: valor de mercado de la vivienda estimado en el capítulo IX, combinando la aplicación del ACP y de la teoría de las variables regionalizadas (con la utilización del KRI).

CTREP: valor de repercusión del suelo obtenido a partir de la metodología utilizada por el Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria, con base en la *Ponencia de Valores del Término Municipal de Granada*, de 1990 (véase el epígrafe 2.2.3.3. del capítulo X).

CTVMERC: valor de mercado de la vivienda obtenido siguiendo la metodología catastral a la que se ha hecho referencia en el párrafo anterior.

CTREPKR: valor de repercusión del suelo estimado en el epígrafe 4.4. del capítulo X, combinando la metodología catastral y la teoría de las variables regionalizadas (con la utilización del KRI).

TREP: valor de repercusión del suelo obtenido por los tasadores inmobiliarios, de acuerdo con la Orden de 28 de julio de 1989, sobre valoración de bienes en el mercado hipotecario (véase el epígrafe 2.3.3. del capítulo X).

TREPKR: valor de repercusión del suelo estimado en el epígrafe 4.4. del capítulo X, combinando la metodología de valoración

utilizada en las tasaciones inmobiliarias y la teoría de las variables regionalizadas (con la utilización del KRI).

Por último, debemos recordar que se ha excluido del estudio, y por ello no aparece en las tablas del anexo 2, el barrio del Albayzín (denominado sector 3), donde la mayoría de las viviendas en venta de la muestra eran de tipología unifamiliar.

1. Objetivo
El presente informe tiene como finalidad informar a la Junta Directiva de la Empresa sobre el estado de los recursos humanos y financieros de la misma, así como sobre las acciones que se están tomando para mejorarlos.

2. Resumen
La Empresa cuenta con un total de 100 empleados, de los cuales 50 son hombres y 50 mujeres. El salario promedio mensual es de \$1.000.000. Los recursos financieros de la Empresa son suficientes para cubrir los gastos operativos y de inversión.

3. Desarrollo
3.1. Recursos Humanos
El personal de la Empresa está formado por 100 empleados, de los cuales 50 son hombres y 50 mujeres. El salario promedio mensual es de \$1.000.000. El personal está distribuido en los siguientes departamentos: Administración (20), Ventas (30), Producción (40) y Mantenimiento (10).

3.2. Recursos Financieros
Los recursos financieros de la Empresa son suficientes para cubrir los gastos operativos y de inversión. El monto de los recursos financieros es de \$10.000.000.000.

4. Conclusiones
La Empresa cuenta con recursos humanos y financieros suficientes para cubrir los gastos operativos y de inversión. Se recomienda continuar con las acciones que se están tomando para mejorarlos.

5. Recomendaciones
Se recomienda continuar con las acciones que se están tomando para mejorar los recursos humanos y financieros de la Empresa.

GRANADA			
VARIABLE	ANTIGÜEDAD	CONSERVACIÓN	HABITAC
TAMAÑO MUESTRAL	298	298	298
MEDIA	10'2819	1'31879	4'34564
MEDIANA	8	1	4
DESVIACIÓN TÍPICA	10'475	0'47395	1'18265
MÍNIMO	0	1	2
MÁXIMO	81	3	10
RANGO	81	2	8
PRIMER CUARTIL	2	1	4
TERCER CUARTIL	15	2	5
RANGO INTERCUARTIL	13	1	1
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	101'878	35'9382	27'2146

GRANADA			
VARIABLE	AMPLITUD	ESPARC	SUP_C_VIV
TAMAÑO MUESTRAL	298	298	298
MEDIA	26'5347	0'449664	113'064
MEDIANA	25	0	109
DESVIACIÓN TÍPICA	6'34043	0'660948	35'4916
MÍNIMO	15	0	49
MÁXIMO	50	3	320
RANGO	35	3	271
PRIMER CUARTIL	22'5	0	90
TERCER CUARTIL	29	1	130
RANGO INTERCUARTIL	6'5	1	40
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	23'8948	146'987	31'3908

GRANADA			
VARIABLE	COEFEXTER	BAÑOPODORM	DISTANCIA 2
TAMAÑO MUESTRAL	298	298	298
MEDIA	3'49017	0'502853	3444'1
MEDIANA	4	0'5	3018'81
DESVIACIÓN TÍPICA	0'929245	0'202209	1606'15
MÍNIMO	1	0'2	723'901
MÁXIMO	4'66667	1	7504'97
RANGO	3'66667	0'8	6781'07
PRIMER CUARTIL	3'6	0'333333	2251'03
TERCER CUARTIL	4	0'531915	4966'25
RANGO INTERCUARTIL	0'4	0'198582	2715'22
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	26'6246	40'2123	46'6347

GRANADA			
	CAL_ZONA	CAL_UBICA	CAL_EDIF
TAMAÑO MUESTRAL	298	298	298
MEDIA	3'29195	3'39933	3'46309
MEDIANA	3	3	3
DESVIACIÓN TÍPICA	0'755676	0'660272	0'860847
MÍNIMO	2	2	1
MÁXIMO	5	5	5
RANGO	3	3	4
PRIMER CUARTIL	3	3	3
TERCER CUARTIL	4	4	4
RANGO INTERCUARTIL	1	1	1
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	22'9553	19'4236	24'8578

GRANADA	
VARIABLE	CAL_VIV
TAMAÑO MUESTRAL	298
MEDIA	3'58054
MEDIANA	3
DESVIACIÓN TÍPICA	0'884904
MÍNIMO	2
MÁXIMO	5
RANGO	3
PRIMER CUARTIL	3
TERCER CUARTIL	4
RANGO INTERCUARTIL	1
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	24'7143

GRANADA			
VARIABLE	PRECIOM2C	KRIVMERC	CTVMERC
TAMAÑO MUESTRAL	298	298	298
MEDIA	117'429	117'797	85'006
MEDIANA	114'789	118'719	85'719
DESVIACIÓN TÍPICA	43'354	38'2485	25'149
MÍNIMO	26'931	28'9025	22'522
MÁXIMO	312'500	215'108	158'455
RANGO	285'569	186'206	135'933
PRIMER CUARTIL	88'889	92'6572	66'968
TERCER CUARTIL	145'322	139'737	102'462
RANGO INTERCUARTIL	56'433	47'0798	35'494
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	36'9077	32'4699	29'585

GRANADA			
VARIABLE	JAVMERC	KRIVLOC	CTREP
TAMAÑO MUESTRAL	298	298	298
MEDIA	105'669	42'0591	37'8257
MEDIANA	105'452	42'6074	35'0924
DESVIACIÓN TÍPICA	43'386	25'7401	21'417
MÍNIMO	24'948	-37'3728	3'8472
MÁXIMO	257'813	103'774	133'711
RANGO	232'865	141'147	129'864
PRIMER CUARTIL	77'173	28'1755	18'6032
TERCER CUARTIL	134'579	54'2571	48'8334
RANGO INTERCUARTIL	57'406	26'0816	30'2302
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	41'0586	61'1999	56'6201

GRANADA	
VARIABLE	CTREPKR
TAMAÑO MUESTRAL	298
MEDIA	36'661
MEDIANA	38'2097
DESVIACIÓN TÍPICA	17'0363
MÍNIMO	2'80304
MÁXIMO	85'698
RANGO	82'895
PRIMER CUARTIL	23'2587
TERCER CUARTIL	48'6793
RANGO INTERCUARTIL	25'4206
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	46'4698

GRANADA			
VARIABLE	CP1	CP2	CP3
TAMAÑO MUESTRAL	298	298	298
MEDIA	-7'38255.10 ⁻⁹	3'17785.10 ⁻⁸	-1'73289.10 ⁻⁷
MEDIANA	4'33844.10 ⁻³	-0'0188395	-0'0840247
DESVIACIÓN TÍPICA	2'06716	1'48077	1'29347
MÍNIMO	-4'98601	-3'38532	-3'49301
MÁXIMO	5'46846	6'03559	3'66401
RANGO	10'4545	9'42091	7'15702
PRIMER CUARTIL	-1'638333	-0'85662	-0'854678
TERCER CUARTIL	1'29398	0'758199	0'77883
RANGO INTERCUARTIL	2'93231	1'61482	1'63351
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	-2'80006.10 ⁻	4'65967.10 ⁹	-7'46424.10 ⁸

GRANADA		
VARIABLE	CP4	CP5
TAMAÑO MUESTRAL	298	298
MEDIA	-3'10738.10 ⁻⁸	-5'86242.10 ⁻⁸
MEDIANA	-0'11684	0'0991625
DESVIACIÓN TÍPICA	1'05174	0'92794
MÍNIMO	-2'56815	-2'62932
MÁXIMO	2'92258	2'39116
RANGO	5'49073	5'02048
PRIMER CUARTIL	-0'6917	-0'479684
TERCER CUARTIL	0'676461	0'58456
RANGO INTERCUARTIL	1'36816	1'06424
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	-3'38465.10 ⁹	-1'58286.10 ⁹

SECTOR 1 (CHANA)			
VARIABLE	ANTIGÜEDAD	CONSERVACIÓN	HABITAC
TAMAÑO MUESTRAL	14	14	14
MEDIA	7'42857	1'28571	4'42857
MEDIANA	6	1	4
DESVIACIÓN TÍPICA	9'05296	0'468807	0'513553
MÍNIMO	1	1	4
MÁXIMO	33	2	5
RANGO	32	1	1
PRIMER CUARTIL	1	1	4
TERCER CUARTIL	7	2	5
RANGO INTERCUARTIL	6	1	1
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	121'867	36'4628	11'5963

SECTOR 1 (CHANA)			
VARIABLE	AMPLITUD	ESPARC	SUP_C_VIV
TAMAÑO MUESTRAL	14	14	14
MEDIA	24'6929	0'0714286	108'786
MEDIANA	25'75	0	103
DESVIACIÓN TÍPICA	2'96446	0'267261	14'6086
MÍNIMO	19'4	0	90
MÁXIMO	28'75	1	137
RANGO	9'35	1	47
PRIMER CUARTIL	22'5	0	103
TERCER CUARTIL	26'4	0	115
RANGO INTERCUARTIL	3'9	0	12
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	12'0053	374'166	13'4288

SECTOR 1 (CHANA)			
VARIABLE	COEFEXTER	BAÑO POR DORM	DISTANCIA2
TAMAÑO MUESTRAL	14	14	14
MEDIA	3'86429	0'475	3605'06
MEDIANA	4	0'5	3146'28
DESVIACIÓN TÍPICA	0'28718	0'148317	808'597
MÍNIMO	3	0'25	2887'57
MÁXIMO	4	0'666667	4846'51
RANGO	1	0'416667	1958'94
PRIMER CUARTIL	3'8	0'333333	2928'31
TERCER CUARTIL	4	0'666667	4408'45
RANGO INTERCUARTIL	0'2	0'333334	1480'14
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	7'43165	31'2246	22'4295

SECTOR 1 (CHANA)			
VARIABLE	CAL_ZONA	CAL_UBICA	CAL_EDIF
TAMAÑO MUESTRAL	14	14	14
MEDIA	2'92857	3	3'21429
MEDIANA	3	3	3
DESVIACIÓN TÍPICA	0'267261	0'392232	0'699293
MÍNIMO	2	2	2
MÁXIMO	3	4	4
RANGO	1	2	2
PRIMER CUARTIL	3	3	3
TERCER CUARTIL	3	3	4
RANGO INTERCUARTIL	0	0	1
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	9'12599	13'0744	21'7558

SECTOR 1 (CHANA)	
VARIABLE	CAL_VIV
TAMAÑO MUESTRAL	14
MEDIA	3'07143
MEDIANA	3
DESVIACIÓN TÍPICA	0'615728
MÍNIMO	2
MÁXIMO	4
RANGO	2
PRIMER CUARTIL	3
TERCER CUARTIL	3
RANGO INTERCUARTIL	0
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	20'047

SECTOR 1 (CHANA)			
VARIABLE	PRECIOM2C	KRIVMERC	CTVMERC
TAMAÑO MUESTRAL	14	14	14
MEDIA	100'358	104'344	75'425
MEDIANA	108'834	105'262	78'269
DESVIACIÓN TÍPICA	26'720	21'678	15'726
MÍNIMO	48'544	68'9963	36'683
MÁXIMO	139'130	134'509	89'718
RANGO	90'586	65'5127	53'035
PRIMER CUARTIL	82'524	85'9488	64'379
TERCER CUARTIL	116'505	124'544	89'718
RANGO INTERCUARTIL	33'981	38'5952	25'339
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	26'6249	20'7755	20'8502

SECTOR 1 (CHANA)			
VARIABLE	JAVMERC	KRIVLOC	CTREP
TAMAÑO MUESTRAL	14	14	14
MEDIA	79'333	32'7168	23'7764
MEDIANA	84'509	38'0288	26'2136
DESVIACIÓN TÍPICA	21'317	14'1487	5'73953
MÍNIMO	29'651	12'275	16'5312
MÁXIMO	108'281	59'9449	35'0924
RANGO	78'630	47'6699	18'5612
PRIMER CUARTIL	80'561	18'0027	16'912
TERCER CUARTIL	88'618	42'2884	26'2136
RANGO INTERCUARTIL	8'057	24'2857	9'3016
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	26'8704	43'2461	24'1396

SECTOR 1 (CHANA)	
VARIABLE	CTREPKR
TAMAÑO MUESTRAL	14
MEDIA	26'0646
MEDIANA	27'7001
DESVIACIÓN TÍPICA	6'29934
MÍNIMO	18'088
MÁXIMO	42'9287
RANGO	24'8407
PRIMER CUARTIL	22'3139
TERCER CUARTIL	28'1489
RANGO INTERCUARTIL	5'835
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	24'1682

SECTOR 1 (CHANA)			
VARIABLE	CP1	CP2	CP3
TAMAÑO MUESTRAL	14	14	14
MEDIA	0'845965	-0'239049	-0'0970634
MEDIANA	0'711493	-0'347365	0'0548517
DESVIACIÓN TÍPICA	1'2253	0'684464	0'647001
MÍNIMO	-0'652326	-1'10958	-1'81988
MÁXIMO	3'97569	1'44301	0'714803
RANGO	4'62802	2'55259	2'53468
PRIMER CUARTIL	0'103624	-0'772414	-0'0705369
TERCER CUARTIL	0'966003	0'0742307	0'240981
RANGO INTERCUARTIL	0'862379	0'846645	0'311518
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	144'84	-286'327	-665'575

SECTOR 1 (CHANA)		
VARIABLE	CP4	CP5
TAMAÑO MUESTRAL	14	14
MEDIA	-0'121303	0'591256
MEDIANA	-0'156491	0'582914
DESVIACIÓN TÍPICA	0'801202	0'48136
MÍNIMO	-1'4407	-0'432495
MÁXIMO	1'51302	1'24804
RANGO	2'95372	1'68053
PRIMER CUARTIL	-0'71229	0'376324
TERCER CUARTIL	0'111333	1'07272
RANGO INTERCUARTIL	0'823623	0'696396
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	-660'496	81'4132

SECTOR 2 (ALMANJÁYAR)			
VARIABLE	ANTIGÜEDAD	CONSERVACIÓN	HABITAC
TAMAÑO MUESTRAL	50	50	50
MEDIA	12'18	1'54	4'42
MEDIANA	14'5	2	4
DESVIACIÓN TÍPICA	5'42364	0'503457	1'07076
MÍNIMO	0	1	2
MÁXIMO	24	2	10
RANGO	24	1	8
PRIMER CUARTIL	8	1	4
TERCER CUARTIL	16	2	5
RANGO INTERCUARTIL	8	1	1
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	44'5291	32'692	24'2254

SECTOR 2 (ALMANJÁYAR)			
VARIABLE	AMPLITUD	ESPARC	SUP_C_VIV
TAMAÑO MUESTRAL	50	50	50
MEDIA	22'5226	0'96	97'6
MEDIANA	21'75	1	95
DESVIACIÓN TÍPICA	4'91663	0'569998	23'0669
MÍNIMO	15	0	54
MÁXIMO	44	3	210
RANGO	29	3	156
PRIMER CUARTIL	19'5	1	84
TERCER CUARTIL	24	1	110
RANGO INTERCUARTIL	4'5	0	26
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	21'8298	59'3748	23'6341

SECTOR 2 (ALMANJÁYAR)			
VARIABLE	COEFEXTER	BAÑO POR DORM	DISTANCIA2
TAMAÑO MUESTRAL	50	50	50
MEDIA	3'92633	0'361795	5399'51
MEDIANA	4	0'333333	5344'38
DESVIACIÓN TÍPICA	0'317375	0'135887	836'299
MÍNIMO	2	0'2	3021'48
MÁXIMO	4'66667	1	7504'97
RANGO	2'66667	0'8	4483'49
PRIMER CUARTIL	4	0'333333	4888'41
TERCER CUARTIL	4	0'333333	5967'17
RANGO INTERCUARTIL	0	0	1078'76
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	8'08324	37'559	15'4884

SECTOR 2 (ALMANJÁYAR)			
VARIABLE	CAL_ZONA	CAL_UBICA	CAL_EDIF
TAMAÑO MUESTRAL	50	50	50
MEDIA	2'28	2'7	2'62
MEDIANA	2	3	3
DESVIACIÓN TÍPICA	0'453557	0'580288	0'666701
MÍNIMO	2	2	1
MÁXIMO	3	4	4
RANGO	1	2	3
PRIMER CUARTIL	2	2	2
TERCER CUARTIL	3	3	3
RANGO INTERCUARTIL	1	1	1
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	19'8929	21'4922	25'4466

SECTOR 2 (ALMANJÁYAR)	
VARIABLE	CAL_VIV
TAMAÑO MUESTRAL	50
MEDIA	2'88
MEDIANA	3
DESVIACIÓN TÍPICA	0'520596
MÍNIMO	2
MÁXIMO	4
RANGO	2
PRIMER CUARTIL	3
TERCER CUARTIL	3
RANGO INTERCUARTIL	0
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	18'0763

SECTOR 2 (ALMANJÁYAR)			
VARIABLE	PRECIOM2C	KRIVMERC	CTVMERC
TAMAÑO MUESTRAL	50	50	50
MEDIA	64'565	63'2627	51'480
MEDIANA	63'636	61'3402	49'279
DESVIACIÓN TÍPICA	21'963	18'35	14'358
MÍNIMO	26'931	28'9025	22'522
MÁXIMO	144'444	116'188	97'920
RANGO	117'513	87'2855	75'398
PRIMER CUARTIL	48'780	49'9449	45'289
TERCER CUARTIL	76'597	75'0975	55'115
RANGO INTERCUARTIL	27'817	25'1526	9'826
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	34'0167	29'006	27'8906

SECTOR 2 (ALMANJÁYAR)			
VARIABLE	JAVMERC	KRIVLOC	CTREP
TAMAÑO MUESTRAL	50	50	50
MEDIA	52'635	3'42582	11'4746
MEDIANA	46'679	2'92737	9'7454
DESVIACIÓN TÍPICA	23'875	10'7613	5'76727
MÍNIMO	24'948	-37'3728	3'8472
MÁXIMO	118'594	41'783	34'4162
RANGO	93'646	79'1558	30'569
PRIMER CUARTIL	33'210	-0'428213	8'2866
TERCER CUARTIL	77'173	7'08117	13'6136
RANGO INTERCUARTIL	43'963	7'50938	5'327
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	45'3597	314'123	50'2611

SECTOR 2 (ALMANJÁYAR)	
VARIABLE	CTREPKR
TAMAÑO MUESTRAL	50
MEDIA	11'0982
MEDIANA	10'3634
DESVIACIÓN TÍPICA	5'36596
MÍNIMO	2'80304
MÁXIMO	33'9495
RANGO	31'1465
PRIMER CUARTIL	8'06497
TERCER CUARTIL	11'5718
RANGO INTERCUARTIL	3'50683
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	48'35

SECTOR 2 (ALMANJÁYAR)			
VARIABLE	CP1	CP2	CP3
TAMAÑO MUESTRAL	50	50	50
MEDIA	2'56212	-0'71819	0'874918
MEDIANA	2'68306	-0'780536	0'799587
DESVIACIÓN TÍPICA	1'37699	0'982867	0'900886
MÍNIMO	-0'830385	-3'26871	-0'575724
MÁXIMO	4'88571	3'95365	3'29911
RANGO	5'7161	7'22236	3'87483
PRIMER CUARTIL	1'6618	-1'05662	0'255998
TERCER CUARTIL	3'64645	-0'501277	1'51312
RANGO INTERCUARTIL	1'98465	0'555343	1'25712
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	53'7439	-136'853	102'968

SECTOR 2 (ALMANJÁYAR)		
VARIABLE	CP4	CP5
TAMAÑO MUESTRAL	50	50
MEDIA	0'415908	0'14939
MEDIANA	0'436535	0'0594958
DESVIACIÓN TÍPICA	0'675436	0'608274
MÍNIMO	-0'6917	-1'47253
MÁXIMO	1'92647	2'39116
RANGO	2'61817	3'86369
PRIMER CUARTIL	-0'147599	-0'159942
TERCER CUARTIL	0'761842	0'44105
RANGO INTERCUARTIL	0'909441	0'600992
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	162'4	407'172

SECTOR 4 (CONSTITUCIÓN-DOCTORES)			
VARIABLE	ANTIGÜEDAD	CONSERVACIÓN	HABITAC
TAMAÑO MUESTRAL	32	32	32
MEDIA	8'40625	1'25	4'15625
MEDIANA	5	1	4
DESVIACIÓN TÍPICA	8'69505	0'439941	1'13903
MÍNIMO	0	1	2
MÁXIMO	30	2	6
RANGO	30	1	4
PRIMER CUARTIL	0'5	1	3'5
TERCER CUARTIL	13'5	1'5	5
RANGO INTERCUARTIL	13	0'5	1'5
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	103'435	35'1953	27'4051

SECTOR 4 (CONSTITUCIÓN-DOCTORES)			
VARIABLE	AMPLITUD	ESPARC	SUP_C_VIV
TAMAÑO MUESTRAL	32	32	32
MEDIA	28'8012	0'46875	118'125
MEDIANA	26'875	0	110
DESVIACIÓN TÍPICA	7'12825	0'507007	41'7394
MÍNIMO	20'67	0	54
MÁXIMO	45'75	1	250
RANGO	25'08	1	196
PRIMER CUARTIL	23	0	91
TERCER CUARTIL	35'1	1	137
RANGO INTERCUARTIL	12'1	1	46
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	24'7498	108'162	35'3349

SECTOR 4 (CONSTITUCIÓN-DOCTORES)			
VARIABLE	COEFEXTER	BAÑO POR DORM	DISTANCIA2
TAMAÑO MUESTRAL	32	32	32
MEDIA	2'81094	0'554144	2525'71
MEDIANA	3'5	0'5	2563'82
DESVIACIÓN TÍPICA	1'28617	0'175241	619'466
MÍNIMO	1	0'333333	1012'33
MÁXIMO	4	1	4048'62
RANGO	3	0'666667	3036'29
PRIMER CUARTIL	1'16667	0'5	2092'99
TERCER CUARTIL	4	0'658009	2967'59
RANGO INTERCUARTIL	2'83333	0'158009	874'59
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	45'7558	31'6237	24'5264

SECTOR 4 (CONSTITUCIÓN-DOCTORES)			
VARIABLE	CAL_ZONA	CAL_UBICA	CAL_EDIF
TAMAÑO MUESTRAL	32	32	32
MEDIA	3'3125	3'59375	3'5
MEDIANA	3	4	4
DESVIACIÓN TÍPICA	0'592289	0'614837	0'762001
MÍNIMO	2	3	2
MÁXIMO	4	5	5
RANGO	2	2	3
PRIMER CUARTIL	3	3	3
TERCER CUARTIL	4	4	4
RANGO INTERCUARTIL	1	1	1
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	17'8804	17'1085	21'7715

SECTOR 4 (CONSTITUCIÓN-DOCTORES)	
VARIABLE	CAL_VIV
TAMAÑO MUESTRAL	32
MEDIA	3'5
MEDIANA	3
DESVIACIÓN TÍPICA	0'842424
MÍNIMO	2
MÁXIMO	5
RANGO	3
PRIMER CUARTIL	3
TERCER CUARTIL	4
RANGO INTERCUARTIL	1
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	24'0692

SECTOR 4 (CONSTITUCIÓN-DOCTORES)			
VARIABLE	PRECIOM2C	KRIVMERC	CTVMERC
TAMAÑO MUESTRAL	32	32	32
MEDIA	125'290	127'24	90'572
MEDIANA	122'283	129'053	86'156
DESVIACIÓN TÍPICA	24'677	18'1709	15'798
MÍNIMO	88'000	92'4581	64'140
MÁXIMO	176'923	163'447	115'357
RANGO	88'923	70'9889	51'217
PRIMER CUARTIL	105'719	114'459	75'526
TERCER CUARTIL	143'714	143'656	107'402
RANGO INTERCUARTIL	37'994	29'198	31'8755
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	19'6963	14'2809	17'4423

SECTOR 4 (CONSTITUCIÓN-DOCTORES)			
VARIABLE	JAVMERC	KRIVLOC	CTREP
TAMAÑO MUESTRAL	32	32	32
MEDIA	113'288	48'1274	43'0469
MEDIANA	118'653	50'7906	47'1954
DESVIACIÓN TÍPICA	29'592	12'0345	14'7713
MÍNIMO	50'935	23'1916	17'3348
MÁXIMO	171'961	73'1701	81'6844
RANGO	121'026	49'9785	64'3496
PRIMER CUARTIL	100'341	47'5175	31'2872
TERCER CUARTIL	130'454	54'6905	49'763
RANGO INTERCUARTIL	30'113	7'17305	18'4758
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	26'1212	25'0055	34'3145

SECTOR 4 (CONSTITUCIÓN-DOCTORES)	
VARIABLE	CTREPKR
TAMAÑO MUESTRAL	32
MEDIA	40'9897
MEDIANA	43'6947
DESVIACIÓN TÍPICA	10'5505
MÍNIMO	21'9685
MÁXIMO	58'8305
RANGO	36'862
PRIMER CUARTIL	35'4054
TERCER CUARTIL	46'7066
RANGO INTERCUARTIL	11'3012
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	25'7393

SECTOR 4 (CONSTITUCIÓN-DOCTORES)			
VARIABLE	CP1	CP2	CP3
TAMAÑO MUESTRAL	32	32	32
MEDIA	-0'646646	-0'103998	-0'467365
MEDIANA	-1'09259	0'161368	-0'263872
DESVIACIÓN TÍPICA	1'69598	1'57996	1'00838
MÍNIMO	-3'00525	-3'23954	-2'67336
MÁXIMO	3'41769	4'23756	1'43531
RANGO	6'42294	7'4771	4'10867
PRIMER CUARTIL	-1'88005	-1'05615	-1'40163
TERCER CUARTIL	0'39895	0'729479	0'419269
RANGO INTERCUARTIL	2'279	1'78563	1'8209
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	-262'273	-1519'23	-215'758

SECTOR 4 (CONSTITUCIÓN-DOCTORES)		
VARIABLE	CP4	CP5
TAMAÑO MUESTRAL	32	32
MEDIA	0'387901	-0'386489
MEDIANA	0'0541784	-0'269966
DESVIACIÓN TÍPICA	1'38282	1'14788
MÍNIMO	-2'56815	-2'49256
MÁXIMO	2'57738	1'82634
RANGO	5'14553	4'3189
PRIMER CUARTIL	-0'522808	-1'47981
TERCER CUARTIL	1'63617	0'616337
RANGO INTERCUARTIL	2'15898	2'09615
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	356'489	-297'001

SECTOR 5 (CAMINO DE RONDA)			
VARIABLE	ANTIGÜEDAD	CONSERVACIÓN	HABITAC
TAMAÑO MUESTRAL	27	27	27
MEDIA	15'0741	1'407441	4'59259
MEDIANA	14	1	5
DESVIACIÓN TÍPICA	12'397	0'500712	0'747265
MÍNIMO	0	1	3
MÁXIMO	49	2	6
RANGO	49	1	3
PRIMER CUARTIL	5	1	4
TERCER CUARTIL	19	2	5
RANGO INTERCUARTIL	14	1	1
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	82'2408	35'5769	16'2711 16'2711

SECTOR 5 (CAMINO DE RONDA)			
VARIABLE	AMPLITUD	ESPARC	SUP_C_VIV
TAMAÑO MUESTRAL	27	27	27
MEDIA	27'1111	0'259259	125'667
MEDIANA	26	0	120
DESVIACIÓN TÍPICA	4'92761	0'655896	36'047
MÍNIMO	20	0	66
MÁXIMO	38	2	220
RANGO	18	2	154
PRIMER CUARTIL	23'5	0	100
TERCER CUARTIL	28'75	0	143
RANGO INTERCUARTIL	5'25	0	43
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	18'1756	252'988	28'6846

SECTOR 5 (CAMINO DE RONDA)			
VARIABLE	COEFEXTER	BAÑO POR DORM	DISTANCIA2
TAMAÑO MUESTRAL	27	27	27
MEDIA	3'54074	0'436367	1942'62
MEDIANA	3'75	0'5	2129'89
DESVIACIÓN TÍPICA	0'756741	0'0933181	833'598
MÍNIMO	1	0'25	723'901
MÁXIMO	4	0'666667	3372'18
RANGO	3	0'416667	2648'28
PRIMER CUARTIL	3'5	0'333333	1053'7
TERCER CUARTIL	4	0'5	2486'25
RANGO INTERCUARTIL	0'5	0'166667	1432'55
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	21'3724	21'3852	42'911

SECTOR 5 (CAMINO DE RONDA)			
VARIABLE	CAL_ZONA	CAL_UBICA	CAL_EDIF
TAMAÑO MUESTRAL	27	27	27
MEDIA	3'66667	3'77778	3'51852
MEDIANA	4	4	4
DESVIACIÓN TÍPICA	0'480384	0'57735	0'752962
MÍNIMO	3	3	2
MÁXIMO	4	5	5
RANGO	1	2	3
PRIMER CUARTIL	3	3	3
TERCER CUARTIL	4	4	4
RANGO INTERCUARTIL	1	1	1
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	13'1014	15'2828	21'4

SECTOR 5 (CAMINO DE RONDA)	
VARIABLE	CAL_VIV
TAMAÑO MUESTRAL	27
MEDIA	3'48148
MEDIANA	3
DESVIACIÓN TÍPICA	0'642733
MÍNIMO	2
MÁXIMO	5
RANGO	3
PRIMER CUARTIL	3
TERCER CUARTIL	4
RANGO INTERCUARTIL	1
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	18'4615

SECTOR 5 (CAMINO DE RONDA)			
VARIABLE	PRECIOM2C	KRIVMERC	CTVMERC
TAMAÑO MUESTRAL	27	27	27
MEDIA	117'535	115'936	90'706
MEDIANA	116'667	113'528	89'151
DESVIACIÓN TÍPICA	17'612	17'2342	12'956
MÍNIMO	84'848	81'7626	67'185
MÁXIMO	153'333	140'581	128'370
RANGO	68'485	58'8184	61'185
PRIMER CUARTIL	104'895	104'679	83'170
TERCER CUARTIL	134'146	131'753	98'196
RANGO INTERCUARTIL	29'251	27'074	15'026
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	14'9844	14'8653	14'2832

SECTOR 5 (CAMINO DE RONDA)			
VARIABLE	JAVMERC	KRIVLOC	CTREP
TAMAÑO MUESTRAL	27	27	27
MEDIA	108'676	44'1298	47'0999
MEDIANA	113'165	44'041	43'1256
DESVIACIÓN TÍPICA	26'295	5'47786	12'8155
MÍNIMO	45'675	35'5608	25'368
MÁXIMO	151'326	53'9238	74'3918
RANGO	105'651	18'363	49'0238
PRIMER CUARTIL	99'619	38'847	37'6712
TERCER CUARTIL	120'970	49'0429	54'5412
RANGO INTERCUARTIL	21'351	10'1959	16'87
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	24'1955	12'4131	27'2092

SECTOR 5 (CAMINO DE RONDA)	
VARIABLE	CTREPKR
TAMAÑO MUESTRAL	27
MEDIA	47'9081
MEDIANA	46'5902
DESVIACIÓN TÍPICA	7'7237
MÍNIMO	34'7157
MÁXIMO	64'9872
RANGO	30'2715
PRIMER CUARTIL	42'7728
TERCER CUARTIL	52'2531
RANGO INTERCUARTIL	9'4803
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	16'1219

SECTOR 5 (CAMINO DE RONDA)			
VARIABLE	CP1	CP2	CP3
TAMAÑO MUESTRAL	27	27	27
MEDIA	-0'353822	1'05233	-0'661214
MEDIANA	-0'681248	1'18488	-0'935118
DESVIACIÓN TÍPICA	1'38333	1'0998	1'20161
MÍNIMO	-3'18858	-1'36854	-2'6952
MÁXIMO	3'05161	3'33204	2'12109
RANGO	6'24019	4'70058	4'81629
PRIMER CUARTIL	-1'17081	0'307789	-1'49926
TERCER CUARTIL	0'234155	1'88	0'187289
RANGO INTERCUARTIL	1'40497	1'57221	1'68655
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	-390'969	104'512	-181'727

SECTOR 5 (CAMINO DE RONDA)		
VARIABLE	CP4	CP5
TAMAÑO MUESTRAL	27	27
MEDIA	-0'347634	-0'130716
MEDIANA	-0'36488	-0'173002
DESVIACIÓN TÍPICA	0'83723	0'943873
MÍNIMO	-1'74746	-2'62932
MÁXIMO	1'62789	2'00992
RANGO	3'37535	4'63924
PRIMER CUARTIL	-0'9262	-0'603053
TERCER CUARTIL	0'313864	0'352383
RANGO INTERCUARTIL	1'24006	0'955436
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	-240'837	-722'081

SECTOR 6 (ZADÍN)			
VARIABLE	ANTIGÜEDAD	CONSERVACIÓN	HABITAC
TAMAÑO MUESTRAL	27	27	27
MEDIA	11'9259	1'44444	4'48148
MEDIANA	11	1	4
DESVIACIÓN TÍPICA	6'42068	0'50637	0'752962
MÍNIMO	2	1	3
MÁXIMO	28	2	6
RANGO	26	1	3
PRIMER CUARTIL	8	1	4
TERCER CUARTIL	15	2	5
RANGO INTERCUARTIL	7	1	1
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	53'838	35'0564	16'8016

SECTOR 6 (ZADÍN)			
VARIABLE	AMPLITUD	ESPARC	SUP_C_VIV
TAMAÑO MUESTRAL	27	27	27
MEDIA	25'2089	0'111111	111'296
MEDIANA	24'2	0	108
DESVIACIÓN TÍPICA	5'3961	0'320256	23'8728
MÍNIMO	17	0	75
MÁXIMO	40	1	200
RANGO	23	1	125
PRIMER CUARTIL	22	0	103
TERCER CUARTIL	26	0	120
RANGO INTERCUARTIL	4	0	17
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	21'4055	288'231	21'4497

SECTOR 6 (ZADÍN)			
VARIABLE	COEFEXTER	BAÑO POR DORM	DISTANCIA2
TAMAÑO MUESTRAL	27	27	27
MEDIA	3'70679	0'450634	4798'19
MEDIANA	3'8	0'4	4802'16
DESVIACIÓN TÍPICA	0'513415	0'177296	704'466
MÍNIMO	2	0'25	3381'76
MÁXIMO	4	1	5935'23
RANGO	2	0'75	2553'47
PRIMER CUARTIL	3'66667	0'333333	4306'11
TERCER CUARTIL	4	0'5	5284'26
RANGO INTERCUARTIL	0'33333	0'166667	978'15
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	13'8507	39'3436	14'6819

SECTOR 6 (ZAI DÍN)			
VARIABLE	CAL_ZONA	CAL_UBICA	CAL_EDIF
TAMAÑO MUESTRAL	27	27	27
MEDIA	3	3'37037	3'11111
MEDIANA	3	3	3
DESVIACIÓN TÍPICA	0'480384	0'564879	0'50637
MÍNIMO	2	2	2
MÁXIMO	4	4	4
RANGO	2	2	2
PRIMER CUARTIL	3	3	3
TERCER CUARTIL	3	4	3
RANGO INTERCUARTIL	0	1	0
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	16'0128	16'7601	16'2762

SECTOR 6 (ZAI DÍN)	
VARIABLE	CAL_VIV
TAMAÑO MUESTRAL	27
MEDIA	3'22222
MEDIANA	3
DESVIACIÓN TÍPICA	0'57735
MÍNIMO	2
MÁXIMO	4
RANGO	2
PRIMER CUARTIL	3
TERCER CUARTIL	4
RANGO INTERCUARTIL	1
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	17'9178

SECTOR 6 (ZAI DÍN)			
VARIABLE	PRECIOM2C	KRIVMERC	CTVMERC
TAMAÑO MUESTRAL	27	27	27
MEDIA	92'464	96'1482	70'243
MEDIANA	90'909	88'664	64'448
DESVIACIÓN TÍPICA	26'234	20'0037	16'335
MÍNIMO	41'176	57'7101	41'699
MÁXIMO	148'760	138'984	100'710
RANGO	107'584	81'2739	59'011
PRIMER CUARTIL	76'699	83'854	57'141
TERCER CUARTIL	101'266	107'429	84'332
RANGO INTERCUARTIL	24'567	23'575	27'191
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	28'3718	20'8051	23'2546

SECTOR 6 (ZAI DÍN)			
VARIABLE	JAVMERC	KRIVLOC	CTREP
TAMAÑO MUESTRAL	27	27	27
MEDIA	81'683	27'7117	25'985
MEDIANA	79'406	25'2891	19'999
DESVIACIÓN TÍPICA	25'196	10'1811	10'1189
MÍNIMO	32'400	15'5528	15'6436
MÁXIMO	137'500	59'3396	52'0884
RANGO	105'100	43'7868	36'4448
PRIMER CUARTIL	64'575	21'5028	17'99
TERCER CUARTIL	96'250	34'3773	35'4942
RANGO INTERCUARTIL	31'675	12'8745	17'5042
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	30'846	36'7393	38'9412

SECTOR 6 (ZAI DÍN)	
VARIABLE	CTREPKR
TAMAÑO MUESTRAL	27
MEDIA	26'5794
MEDIANA	25'7452
DESVIACIÓN TÍPICA	9'41554
MÍNIMO	15'0777
MÁXIMO	57'0649
RANGO	41'9872
PRIMER CUARTIL	18'9936
TERCER CUARTIL	32'8022
RANGO INTERCUARTIL	13'8086
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	35'4243

SECTOR 6 (ZAI DÍN)			
VARIABLE	CP1	CP2	CP3
TAMAÑO MUESTRAL	27	27	27
MEDIA	1'01283	0'0463767	2'89747.10 ⁻³
MEDIANA	1'20999	0'151831	-0'0155057
DESVIACIÓN TÍPICA	1'55947	0'583325	0'620782
MÍNIMO	-2'62153	-1'24721	-1'04731
MÁXIMO	4'35864	1'05639	0'916143
RANGO	6'98017	2'3036	1'96345
PRIMER CUARTIL	0'35945	-0'414062	-0'370522
TERCER CUARTIL	1'87577	0'382524	0'590538
RANGO INTERCUARTIL	1'51632	0'796586	0'96106
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	153'971	1257'8	21425

SECTOR 6 (Z Aidín)		
VARIABLE	CP4	CP5
TAMAÑO MUESTRAL	27	27
MEDIA	-0'05155783	0'312545
MEDIANA	-0'117962	0'275372
DESVIACIÓN TÍPICA	0'688303	0'657826
MÍNIMO	-1'75134	-1'16236
MÁXIMO	2'15233	1'64225
RANGO	3'90367	2'80461
PRIMER CUARTIL	-0'37779	-0'04687338
TERCER CUARTIL	0'215387	0'89852
RANGO INTERCUARTIL	0'593177	0'945394
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	-1334'4827	210'474

SECTOR 7 (PEDRO ANTONIO DE ALARCÓN)			
VARIABLE	ANTIGÜEDAD	CONSERVACIÓN	HABITAC
TAMAÑO MUESTRAL	30	30	30
MEDIA	13'6333	1'33333	4'33333
MEDIANA	12	1	4
DESVIACIÓN TÍPICA	10'9402	0'479463	1'09334
MÍNIMO	1	1	3
MÁXIMO	36	2	7
RANGO	35	1	4
PRIMER CUARTIL	4	1	3
TERCER CUARTIL	21	2	5
RANGO INTERCUARTIL	17	1	2
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	80'2461	35'9597	25'231

SECTOR 7 (PEDRO ANTONIO DE ALARCÓN)			
VARIABLE	AMPLITUD	ESPARC	SUP_C_VIV
TAMAÑO MUESTRAL	30	30	30
MEDIA	29'091	0'0666667	125'167
MEDIANA	27'75	0	122'5
DESVIACIÓN TÍPICA	6'98412	0'253708	40'3545
MÍNIMO	20	0	69
MÁXIMO	50	1	220
RANGO	30	1	151
PRIMER CUARTIL	25	0	95
TERCER CUARTIL	31'67	0	145
RANGO INTERCUARTIL	6'67	0	50
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	24'0078	380'562	32'2406

SECTOR 7 (PEDRO ANTONIO DE ALARCÓN)			
VARIABLE	COEFEXTER	BAÑO POR DORM	DISTANCIA2
TAMAÑO MUESTRAL	30	30	30
MEDIA	3'37429	0'517593	1646'04
MEDIANA	3'66667	0'5	1641'82
DESVIACIÓN TÍPICA	0'963548	0'155647	724'574
MÍNIMO	1	0'320513	725'327
MÁXIMO	4	1	2971'57
RANGO	3	0'679487	2246'24
PRIMER CUARTIL	3'5	0'4	928'801
TERCER CUARTIL	3'8	0'649351	2183'93
RANGO INTERCUARTIL	0'3	0'249351	1255'13
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	28'5556	30'0714	44'0192

SECTOR 7 (PEDRO ANTONIO DE ALARCÓN)			
VARIABLE	CAL_ZONA	CAL_UBICA	CAL_EDIF
TAMAÑO MUESTRAL	30	30	30
MEDIA	3'86667	3'73333	3'73333
MEDIANA	4	4	4
DESVIACIÓN TÍPICA	0'507416	0'52083	0'784915
MÍNIMO	3	3	3
MÁXIMO	5	5	5
RANGO	2	2	2
PRIMER CUARTIL	4	3	3
TERCER CUARTIL	4	4	4
RANGO INTERCUARTIL	0	1	1
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	13'1228	13'9508	21'0245

SECTOR 7 (PEDRO ANTONIO DE ALARCÓN)	
VARIABLE	CAL_VIV
TAMAÑO MUESTRAL	30
MEDIA	4'03333
MEDIANA	4
DESVIACIÓN TÍPICA	0'808717
MÍNIMO	3
MÁXIMO	5
RANGO	2
PRIMER CUARTIL	3
TERCER CUARTIL	5
RANGO INTERCUARTIL	2
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	20'0508

SECTOR 7 (PEDRO ANTONIO DE ALARCÓN)			
VARIABLE	PRECIOM2C	KRIVMERC	CTVMERC
TAMAÑO MUESTRAL	30	30	30
MEDIA	126'135	131'945	103'457
MEDIANA	128'992	131'99	101'489
DESVIACIÓN TÍPICA	25'717	17'4358	13'596
MÍNIMO	66'176	106'609	73'277
MÁXIMO	170'000	170'347	130'983
RANGO	103'824	63'738	57'706
PRIMER CUARTIL	108'000	117'099	98'463
TERCER CUARTIL	146'154	142'855	111'405
RANGO INTERCUARTIL	38'154	25'756	12'942
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	20'3884	13'2144	13'1413

SECTOR 7 (PEDRO ANTONIO DE ALARCÓN)			
VARIABLE	JAVMERC	KRIVLOC	CTREP
TAMAÑO MUESTRAL	30	30	30
MEDIA	116'436	52'12	57'2092
MEDIANA	114'626	50'8644	60'6508
DESVIACIÓN TÍPICA	26'068	9'30891	12'7578
MÍNIMO	63'113	37'2119	34'6696
MÁXIMO	161'763	78'9537	74'3918
RANGO	98'650	41'7418	39'7222
PRIMER CUARTIL	103'125	48'0742	47'4376
TERCER CUARTIL	136'125	54'8407	70'5026
RANGO INTERCUARTIL	33'000	6'7665	23'065
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	22'3883	17'8605	22'3003

SECTOR 7 (PEDRO ANTONIO DE ALARCÓN)	
VARIABLE	CTREPKR
TAMAÑO MUESTRAL	30
MEDIA	55'7601
MEDIANA	54'2666
DESVIACIÓN TÍPICA	8'8852
MÍNIMO	41'1108
MÁXIMO	69'014
RANGO	27'9032
PRIMER CUARTIL	48'6761
TERCER CUARTIL	64'5707
RANGO INTERCUARTIL	15'8946
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	15'9347

SECTOR 7 (PEDRO ANTONIO DE ALARCÓN)			
VARIABLE	CP1	CP2	CP3
TAMAÑO MUESTRAL	30	30	30
MEDIA	-1'17646	0'841559	-0'922887
MEDIANA	-0'854933	0'714983	-0'948861
DESVIACIÓN TÍPICA	1'48402	1'37882	0'832265
MÍNIMO	-4'26244	-1'48839	-2'32906
MÁXIMO	1'03923	3'82096	1'18231
RANGO	5'30167	5'30935	3'51137
PRIMER CUARTIL	-2'3592	-0'268717	-1'52712
TERCER CUARTIL	0'227432	1'80625	-0'389913
RANGO INTERCUARTIL	2'58663	2'07497	1'13721
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	-126'143	163'841	-90'1805

SECTOR 7 (PEDRO ANTONIO DE ALARCÓN)		
VARIABLE	CP4	CP5
TAMAÑO MUESTRAL	30	30
MEDIA	-0'288495	-0'0728971
MEDIANA	-0'611425	-0'0369438
DESVIACIÓN TÍPICA	1'22707	0'945611
MÍNIMO	-1'91752	-2'38171
MÁXIMO	2'92258	1'7957
RANGO	4'8401	4'17741
PRIMER CUARTIL	-1'23901	-0'479684
TERCER CUARTIL	0'513903	0'460302
RANGO INTERCUARTIL	1'75291	0'939986
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	-425'335	-1297'19

SECTOR 8 (CENTRO)			
VARIABLE	ANTIGÜEDAD	CONSERVACIÓN	HABITAC
TAMAÑO MUESTRAL	43	43	43
MEDIA	7'62791	1'18605	3'90698
MEDIANA	2	1	4
DESVIACIÓN TÍPICA	13'2	0'39375	1'7432
MÍNIMO	0	1	2
MÁXIMO	56	2	8
RANGO	56	1	6
PRIMER CUARTIL	0	1	2
TERCER CUARTIL	7	1	5
RANGO INTERCUARTIL	7	0	3
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	173'048	33'1985	44'6177

SECTOR 8 (CENTRO)			
VARIABLE	AMPLITUD	ESPARC	SUP_C_VIV
TAMAÑO MUESTRAL	43	43	43
MEDIA	29'7495	0'232558	113'372
MEDIANA	27'5	0	110
DESVIACIÓN TÍPICA	7'12772	0'427463	52'7952
MÍNIMO	17'14	0	49
MÁXIMO	47'33	1	320
RANGO	30'19	1	271
PRIMER CUARTIL	24'67	0	66
TERCER CUARTIL	33'4	0	144
RANGO INTERCUARTIL	8'73	0	78
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	23'9591	183'809	46'5681

SECTOR 8 (CENTRO)			
VARIABLE	COEFEXTER	BAÑO POR DORM	DISTANCIA2
TAMAÑO MUESTRAL	43	43	43
MEDIA	3'13887	0'667482	2000'62
MEDIANA	3'75	0'531915	2100'69
DESVIACIÓN TÍPICA	1'23641	0'286342	473'37
MÍNIMO	1	0'2	1105'35
MÁXIMO	4	1	2687'85
RANGO	3	0'8	1582'5
PRIMER CUARTIL	2	0'4329	1715'89
TERCER CUARTIL	4	1	2413'15
RANGO INTERCUARTIL	2	0'5671	697'26
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	39'3902	42'8989	23'6612

SECTOR 8 (CENTRO)			
VARIABLE	CAL_ZONA	CAL_UBICA	CAL_EDIF
TAMAÑO MUESTRAL	43	43	43
MEDIA	3'88372	3'5814	4'06977
MEDIANA	4	4	4
DESVIACIÓN TÍPICA	0'543766	0'586862	0'703574
MÍNIMO	3	3	3
MÁXIMO	5	5	5
RANGO	2	2	2
PRIMER CUARTIL	4	3	4
TERCER CUARTIL	4	4	5
RANGO INTERCUARTIL	0	1	1
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	14'0012	16'3864	17'2878

SECTOR 8 (CENTRO)	
VARIABLE	CAL_VIV
TAMAÑO MUESTRAL	43
MEDIA	4'32558
MEDIANA	5
DESVIACIÓN TÍPICA	0'865226
MÍNIMO	2
MÁXIMO	5
RANGO	3
PRIMER CUARTIL	4
TERCER CUARTIL	5
RANGO INTERCUARTIL	1
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	20'0025

SECTOR 8 (CENTRO)			
VARIABLE	PRECIOM2C	KRIVMERC	CTVMERC
TAMAÑO MUESTRAL	43	43	43
MEDIA	173'842	170'739	105'332
MEDIANA	170'185	169'728	104'194
DESVIACIÓN TÍPICA	38'887	27'8066	21'291
MÍNIMO	83'333	110'762	72'045
MÁXIMO	294'098	215'108	158'455
RANGO	210'765	104'346	86'410
PRIMER CUARTIL	148'812	156'981	88'383
TERCER CUARTIL	188'976	194'06	119'120
RANGO INTERCUARTIL	40'164	37'079	30'737
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	22'3694	16'286	20'2136

SECTOR 8 (CENTRO)			
VARIABLE	JAVMERC	KRIVLOC	CTREP
TAMAÑO MUESTRAL	43	43	43
MEDIA	155'571	80'479	56'747
MEDIANA	154'688	76'7763	53'4842
DESVIACIÓN TÍPICA	44'413	15'699	26'043
MÍNIMO	58'905	47'6103	31'2872
MÁXIMO	257'813	103'774	133'711
RANGO	198'908	56'1637	102'424
PRIMER CUARTIL	143'860	67'3972	36'7836
TERCER CUARTIL	185'625	93'6219	75'3424
RANGO INTERCUARTIL	41'765	26'2247	38'5588
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	28'5485	19'507	45'8932

SECTOR 8 (CENTRO)	
VARIABLE	CTREPKR
TAMAÑO MUESTRAL	43
MEDIA	50'9959
MEDIANA	51'8472
DESVIACIÓN TÍPICA	10'2899
MÍNIMO	37'0082
MÁXIMO	72'7399
RANGO	35'7317
PRIMER CUARTIL	39'8746
TERCER CUARTIL	60'2758
RANGO INTERCUARTIL	20'4012
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	20'1779

SECTOR 8 (CENTRO)			
VARIABLE	CP1	CP2	CP3
TAMAÑO MUESTRAL	43	43	43
MEDIA	-1'86963	-0'128474	-0'635873
MEDIANA	-2'36837	-0'177964	-0'747345
DESVIACIÓN TÍPICA	1'61892	2'3562	0'917501
MÍNIMO	-4'98601	-3'38186	-2'20781
MÁXIMO	1'7054	6'03559	1'12341
RANGO	6'69141	9'41745	3'33122
PRIMER CUARTIL	-2'9677	-2'68275	-1'32222
TERCER CUARTIL	-1'12906	0'964859	-0'020394
RANGO INTERCUARTIL	1'83864	3'64761	1'30183
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	86'5903	-1833'98	-144'29

SECTOR 8 (CENTRO)		
VARIABLE	CP4	CP5
TAMAÑO MUESTRAL	43	43
MEDIA	-0'115946	-0'121467
MEDIANA	-0'273334	0'170517
DESVIACIÓN TÍPICA	1'32217	1'16059
MÍNIMO	-2'2028	-2'40349
MÁXIMO	2'65616	2'01378
RANGO	4'85896	4'41727
PRIMER CUARTIL	-1'38635	-1'25644
TERCER CUARTIL	0'765748	-1'25644
RANGO INTERCUARTIL	2'1521	0'68927
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	-1140'34	1'94571 -955'483

SECTOR 9 (REALEJO)			
VARIABLE	ANTIGÜEDAD	CONSERVACIÓN	HABITAC
TAMAÑO MUESTRAL	23	23	23
MEDIA	5'26087	1'08696	3'78261
MEDIANA	3	1	4
DESVIACIÓN TÍPICA	5'52035	0'288104	0'951388
MÍNIMO	1	1	2
MÁXIMO	27	2	5
RANGO	26	1	3
PRIMER CUARTIL	3	1	3
TERCER CUARTIL	6	1	5
RANGO INTERCUARTIL	3	0	2
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	104'932	26'5056	25'1516

SECTOR 9 (REALEJO)			
VARIABLE	AMPLITUD	ESPARC	SUP_C_VIV
TAMAÑO MUESTRAL	23	23	23
MEDIA	27'9087	0'130435	105'043
MEDIANA	25'25	0	101
DESVIACIÓN TÍPICA	6'51574	0'625543	35'6836
MÍNIMO	20	0	60
MÁXIMO	42'67	3	200
RANGO	22'67	3	140
PRIMER CUARTIL	23	0	75
TERCER CUARTIL	33	0	128
RANGO INTERCUARTIL	10	0	53
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	23'3466	479'583	33'9703

SECTOR 9 (REALEJO)			
VARIABLE	COEFEXTER	BAÑO POR DORM	DISTANCIA2
TAMAÑO MUESTRAL	23	23	23
MEDIA	3'43333	0'534721	2688'09
MEDIANA	3'66667	0'5	2600'22
DESVIACIÓN TÍPICA	0'981277	0'223377	285'374
MÍNIMO	1	0'25	2074'81
MÁXIMO	4	1	3053'05
RANGO	3	0'75	978'24
PRIMER CUARTIL	3'6	0'333333	2451'3
TERCER CUARTIL	4	0'666667	3016'6
RANGO INTERCUARTIL	0'4	0'333334	565'3
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	28'5809	41'7744	10'6162

SECTOR 9 (REALEJO)			
VARIABLE	CAL_ZONA	CAL_UBICA	CAL_EDIF
TAMAÑO MUESTRAL	23	23	23
MEDIA	3'08696	3'26087	3'6087
MEDIANA	3	3	4
DESVIACIÓN TÍPICA	0'288104	0'540824	0'499011
MÍNIMO	3	3	3
MÁXIMO	4	5	4
RANGO	1	2	1
PRIMER CUARTIL	3	3	3
TERCER CUARTIL	3	3	4
RANGO INTERCUARTIL	0	0	1
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	9'33295	16'5853	13'828

SECTOR 9 (REALEJO)	
VARIABLE	CAL_VIV
TAMAÑO MUESTRAL	23
MEDIA	3'73913
MEDIANA	4
DESVIACIÓN TÍPICA	0'540824
MÍNIMO	3
MÁXIMO	5
RANGO	2
PRIMER CUARTIL	3
TERCER CUARTIL	4
RANGO INTERCUARTIL	1
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	14'4639

SECTOR 9 (REALEJO)			
VARIABLE	PRECIOM2C	KRIVMERC	CTVMERC
TAMAÑO MUESTRAL	23	23	23
MEDIA	135'572	140'123	87'863
MEDIANA	129'699	135'951	85'592
DESVIACIÓN TÍPICA	26'026	16'858	15'647
MÍNIMO	98'261	110'261	61'537
MÁXIMO	187'693	174'316	114'892
RANGO	89'432	64'055	53'355
PRIMER CUARTIL	110'667	131'044	77'983
TERCER CUARTIL	156'890	157'452	103'799
RANGO INTERCUARTIL	46'223	26'408	25'816
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	19'1971	12'0309	17'8079

SECTOR 9 (REALEJO)			
VARIABLE	JAVMERC	KRIVLOC	CTREP
TAMAÑO MUESTRAL	23	23	23
MEDIA	127'514	57'5135	33'5558
MEDIANA	123'750	50'5486	32'5556
DESVIACIÓN TÍPICA	28'359	15'1128	11'9459
MÍNIMO	72'900	41'7082	15'0724
MÁXIMO	185'625	90'7833	60'4604
RANGO	112'725	49'0751	45'388
PRIMER CUARTIL	98'464	46'0765	27'9048
TERCER CUARTIL	154'688	74'6214	34'2468
RANGO INTERCUARTIL	56'224	28'5449	6'342
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	22'2401	26'277	35'6001

SECTOR 9 (REALEJO)	
VARIABLE	CTREPKR
TAMAÑO MUESTRAL	23
MEDIA	35'4051
MEDIANA	33'2419
DESVIACIÓN TÍPICA	12'0067
MÍNIMO	25'7852
MÁXIMO	85'698
RANGO	59'9128
PRIMER CUARTIL	28'9219
TERCER CUARTIL	35'4336
RANGO INTERCUARTIL	6'5117
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	33'9123

SECTOR 9 (REALEJO)			
VARIABLE	CP1	CP2	CP3
TAMAÑO MUESTRAL	23	23	23
MEDIA	-0'501428	-0'654869	-0'386674
MEDIANA	-0'466248	-0'481581	-0'380687
DESVIACIÓN TÍPICA	0'845341	1'27893	1'00254
MÍNIMO	-2'09465	-3'38532	-2'29763
MÁXIMO	1'68827	1'50147	2'31895
RANGO	3'78292	4'88679	4'61658
PRIMER CUARTIL	-0'846154	-1'55668	-0'988264
TERCER CUARTIL	-0'142867	0'0952259	0'24896
RANGO INTERCUARTIL	0'703287	1'65191	1'23722
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	-168'587	-195'296	-259'274

SECTOR 9 (REALEJO)		
VARIABLE	CP4	CP5
TAMAÑO MUESTRAL	23	23
MEDIA	-0'138336	0'340713
MEDIANA	-0'508701	0'493184
DESVIACIÓN TÍPICA	1'18137	0'984342
MÍNIMO	-2'27941	-1'28061
MÁXIMO	2'1361	2'28695
RANGO	4'41551	3'56756
PRIMER CUARTIL	-0'968563	-0'202368
TERCER CUARTIL	0'804251	0'712476
RANGO INTERCUARTIL	1'77281	0'914844
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	-853'989	288'906

SECTOR 10 (CAMINO DE LA SIERRA)			
VARIABLE	ANTIGÜEDAD	CONSERVACIÓN	HABITAC
TAMAÑO MUESTRAL	52	52	52
MEDIA	9'51923	1'25	4'78846
MEDIANA	9	1	5
DESVIACIÓN TÍPICA	13'1812	0'479992	1'21003
MÍNIMO	0	1	2
MÁXIMO	81	3	8
RANGO	81	2	6
PRIMER CUARTIL	0	1	4
TERCER CUARTIL	11'5	1	5
RANGO INTERCUARTIL	11'5	0	1
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	138'469	38'3993	25'2697

SECTOR 10 (CAMINO DE LA SIERRA)			
VARIABLE	AMPLITUD	ESPARC	SUP_C_VIV
TAMAÑO MUESTRAL	52	52	52
MEDIA	25'1419	0'865385	116'654
MEDIANA	24'65	1	114
DESVIACIÓN TÍPICA	5'12045	0'840841	22'7526
MÍNIMO	18	0	75
MÁXIMO	49	2	170
RANGO	31	2	95
PRIMER CUARTIL	22'1	0	100
TERCER CUARTIL	26'75	2	130
RANGO INTERCUARTIL	4'65	2	30
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	20'3662	97'1638	19'5044

SECTOR 10 (CAMINO DE LA SIERRA)			
VARIABLE	COEFEXTER	BAÑO POR DORM	DISTANCIA2
TAMAÑO MUESTRAL	52	52	52
MEDIA	3'63182	0'517319	4727'64
MEDIANA	4	0'5	5079'79
DESVIACIÓN TÍPICA	0'776052	0'154944	883'371
MÍNIMO	1	0'25	2718'62
MÁXIMO	4	1	5746'64
RANGO	3	0'75	3028'02
PRIMER CUARTIL	3'8	0'4	4229'77
TERCER CUARTIL	4	0'531915	5411'8
RANGO INTERCUARTIL	0'2	0'131915	1182'03
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	21'3681	29'9513	18'6852

SECTOR 10 (CAMINO DE LA SIERRA)			
VARIABLE	CAL_ZONA	CAL_UBICA	CAL_EDIF
TAMAÑO MUESTRAL	52	52	52
MEDIA	3'57692	3'59615	3'75
MEDIANA	3	4	3
DESVIACIÓN TÍPICA	0'695818	0'533564	0'947132
MÍNIMO	3	3	2
MÁXIMO	5	5	5
RANGO	2	2	3
PRIMER CUARTIL	3	3	3
TERCER CUARTIL	4	4	5
RANGO INTERCUARTIL	1	1	2
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	19'453	14'8371	25'2569

SECTOR 10 (CAMINO DE LA SIERRA)	
VARIABLE	CAL_VIV
TAMAÑO MUESTRAL	52
MEDIA	3'73077
MEDIANA	3
DESVIACIÓN TÍPICA	1'01199
MÍNIMO	2
MÁXIMO	5
RANGO	3
PRIMER CUARTIL	3
TERCER CUARTIL	5
RANGO INTERCUARTIL	2
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	27'1256

SECTOR 10 (CAMINO DE LA SIERRA)			
VARIABLE	PRECIOM2C	KRIVMERC	CTVMERC
TAMAÑO MUESTRAL	52	52	52
MEDIA	121'450	118'864	92'388
MEDIANA	112'152	111'115	87'833
DESVIACIÓN TÍPICA	37'770	24'4202	24'037
MÍNIMO	62'500	52'9968	41'868
MÁXIMO	312'500	183'648	158'298
RANGO	250'000	130'651	116'430
PRIMER CUARTIL	99'490	101'876	75'061
TERCER CUARTIL	135'349	134'911	109'696
RANGO INTERCUARTIL	35'859	33'0345	34'635
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	31'0992	20'5447	26'0177

SECTOR 10 (CAMINO DE LA SIERRA)			
VARIABLE	JAVMERC	KRIVLOC	CTREP
TAMAÑO MUESTRAL	52	52	52
MEDIA	112822	40'2489	40'0425
MEDIANA	108694	35'1026	39'8699
DESVIACIÓN TÍPICA	31680'2	12'1912	15'3573
MÍNIMO	31365	28'7011	17'3348
MÁXIMO	220585	86'8095	83'9006
RANGO	189220	58'1084	66'5658
PRIMER CUARTIL	90513'5	32'6103	32'5766
TERCER CUARTIL	128563	43'1414	46'1916
RANGO INTERCUARTIL	38049'5	10'5311	13'615
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	28'078	30'2895	38'3525

SECTOR 10 (CAMINO DE LA SIERRA)	
VARIABLE	CTREPKR
TAMAÑO MUESTRAL	52
MEDIA	38'4834
MEDIANA	40'8659
DESVIACIÓN TÍPICA	10'7753
MÍNIMO	18'487
MÁXIMO	59'7345
RANGO	41'2475
PRIMER CUARTIL	33'1786
TERCER CUARTIL	45'0968
RANGO INTERCUARTIL	11'9181
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	27'9999

SECTOR 10 (CAMINO DE LA SIERRA)			
VARIABLE	CP1	CP2	CP3
TAMAÑO MUESTRAL	52	52	52
MEDIA	-0'189033	0'158822	1'04357
MEDIANA	0'428625	0'011104	1'12061
DESVIACIÓN TÍPICA	1'89279	1'13594	1'62604
MÍNIMO	-3'98059	-2'41584	-3'49301
MÁXIMO	5'46846	2'89059	3'66401
RANGO	9'44905	5'30643	7'15702
PRIMER CUARTIL	-1'94544	-0'451611	0'0474488
TERCER CUARTIL	1'25389	0'656328	2'13538
RANGO INTERCUARTIL	3'19934	1'10794	2'08793
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	-1001'3	715'232	155'815

SECTOR 10 (CAMINO DE LA SIERRA)		
VARIABLE	CP4	CP5
TAMAÑO MUESTRAL	52	52
MEDIA	-0'0751729	-0'167602
MEDIANA	-0'0658205	0'113215
DESVIACIÓN TÍPICA	0'878991	0'848319
MÍNIMO	-2'15742	-2'48292
MÁXIMO	1'958	1'34068
RANGO	4'11542	3'8236
PRIMER CUARTIL	-0'540934	-0'562555
TERCER CUARTIL	0'264242	0'348577
RANGO INTERCUARTIL	0'805176	0'911132
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	-1169'29	-506'151

COMPONENTE PRINCIPAL 6	PESOS u_{α}	CORRELACIÓN	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	CONT. TOTAL ABSOLUTA CTA $_{\alpha}(j)$	
ANTIGÜEDAD	0'36156	0'327218	0'0917	0'1307258	
CONSERVACIÓN	0'450174	0'407415		0'2026568	
HABITAC	- 0'243635	- 0'220493		0'0593576	
AMPLITUD	0'177187	0'160357		0'0313951	
ESPARC	0'483934	0'437968		0'2341919	
SUP_C_VIV	- 0'108136	- 0'0978649		0'0116934	
COEFEXTER	0'302457	0'273728		0'0914798	
BAÑOPORDORM	0'251592	0'227695		0'0632986	
DISTANCIA2	0'218221	0'197493		0'0476201	
CAL_ZONA	0'226831	0'205286		0'0514524	
CAL_UBICA	0'267625	0'242205		0'0716231	
CAL_EDIF	0'0162581	0'0147139		0'8006	2'6432710 ⁴
CAL_VIV	0'0651203	0'0589349		0'3108	4'2406410 ³

Nota: en todas las tablas se muestra el nivel de significación cuando es mayor o igual a 0'05 en el contraste $H_0: \rho = 0$.

COMPONENTE PRINCIPAL 7	PESOS u_{α}	CORRELACIÓN	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	CONT. TOTAL ABSOLUTA CTA $_{\alpha}(j)$
ANTIGÜEDAD	- 0'0147408	- 0'0106988	0'8533	2'1728910 ⁴
CONSERVACIÓN	0'39335	0'285493		0'1547245
HABITAC	- 0'0876342	- 0'0636047	0'2742	7'6797410 ³
AMPLITUD	- 0'0466954	- 0'0338914	0'5594	2'1804510 ³
ESPARC	- 0'113907	- 0'0826737	0'1546	0'0129748
SUP_C_VIV	- 0'0955797	- 0'0693716	0'2325	9'1354810 ³
COEFEXTER	0'0906775	0'0658135	0'2574	8'2223910 ³
BAÑOPORDORM	- 0'178977	- 0'129901		0'0320326
DISTANCIA2	- 0'0714665	- 0'0518702	0'3730	5'1074410 ³
CAL_ZONA	0'162365	0'117844		0'0263622
CAL_UBICA	- 0'664679	- 0'482423		0'4417984
CAL_EDIF	0'316683	0'229848		0'1002881
CAL_VIV	0'446404	0'323999		0'1992762

COMPONENTE PRINCIPAL 8	PESOS u_{α}	CORRELACIÓN	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	CONT. TOTAL ABSOLUTA CTA $_{\alpha}(j)$
ANTIGÜEDAD	- 0'188847	- 0'12228		0'0356629
CONSERVACIÓN	0'344826	0'223278		0'1189045
HABITAC	- 0'0632953	- 0'0409843	0'4812	4'0062810 ⁻³
AMPLITUD	0'0999224	0'0647008	0'2656	9'9844910 ⁻³
ESPARC	- 0'399809	- 0'258881		0'1598479
SUP_C_VIV	0'0314087	0'0203375	0'7264	9'865110 ⁻⁴
COEFEXTER	- 0'182032	- 0'117867		0'0331353
BAÑOPORDORM	- 0'143511	- 0'0929246		0'0205953
DISTANCIA2	0'545582	0'35327		0'2976598
CAL_ZONA	- 0'301346	- 0'195125		0'0908097
CAL_UBICA	0'381602	0'247091		0'1456198
CAL_EDIF	0'228033	0'147654		0'0519992
CAL_VIV	0'175464	0'113615	0'0500	0'0307877

COMPONENTE PRINCIPAL 9	PESOS u_{α}	CORRELACIÓN	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	CONT. TOTAL ABSOLUTA CTA $_{\alpha}(j)$
ANTIGÜEDAD	- 0'355124	- 0'221142		0'1261129
CONSERVACIÓN	0'345243	0'214989		0'1191927
HABITAC	0'335417	0'20887		0'1125043
AMPLITUD	- 0'357	- 0'222311		0'1274498
ESPARC	- 0'139896	- 0'0871157	0'1336	0'0195708
SUP_C_VIV	6'005310 ⁻³	3'7396410 ⁻³	0'9482	3'6064210 ⁻⁵
COEFEXTER	0'0397038	0'0247243	0'6713	1'5763910 ⁻³
BAÑOPORDORM	0'663091	0'412919		0'4396904
DISTANCIA2	0'0330537	0'0205831	0'7233	1'0925410 ⁻³
CAL_ZONA	0'128481	0'0800073	0'1684	0'0165073
CAL_UBICA	- 0'062981	- 0'0392194	0'4997	3'966610 ⁻³
CAL_EDIF	- 0'0314769	- 0'0196012	0'7358	9'9079210 ⁻⁴
CAL_VIV	- 0'176944	- 0'110186	0'0574	0'031309

COMPONENTE PRINCIPAL 10	PESOS u_{α}	CORRELACIÓN	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	CONT. TOTAL ABSOLUTA $CTA_{\alpha}(j)$
ANTIGÜEDAD	0'447116	0'252791		0'1999135
CONSERVACIÓN	- 0'381383	- 0'215626		0'1454524
HABITAC	0'0639296	0'0361445	0'5343	4'0869810 ⁻³
AMPLITUD	- 0'0343939	- 0'0194456	0'7378	1'1829310 ⁻³
ESPARC	- 0'325167	- 0'183843		0'1057336
SUP_C_VIV	- 0'0354665	- 0'0200521	0'7301	1'2578710 ⁻³
COEFEXTER	- 0'0896508	- 0'0506867	0'3833	8'0372410 ⁻³
BAÑOPODORM	0'216658	0'122494		0'0469405
DISTANCIA2	0'544509	0'307855		0'2964908
CAL_ZONA	0'386957	0'218777		0'1363591
CAL_UBICA	- 0'193468	- 0'109383	0'0592	0'0374298
CAL_EDIF	- 0'0294921	- 0'0166742	0'7741	8'6977910 ⁻⁴
CAL_VIV	0'0535688	0'0302867	0'6029	2'869610 ⁻³

COMPONENTE PRINCIPAL 11	PESOS u_{α}	CORRELACIÓN	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	CONT. TOTAL ABSOLUTA $CTA_{\alpha}(j)$
ANTIGÜEDAD	0'29905	0'141848		0'0894312
CONSERVACIÓN	- 0'0996265	- 0'0472557	0'4164	9'9254710 ⁻³
HABITAC	0'194147	0'0920895	0'1126	0'0376932
AMPLITUD	- 0'123394	- 0'0585292	0'3138	0'015226
ESPARC	9'4542510 ⁻³	4'4844110 ⁻³	0'9383	8'9382710 ⁻⁵
SUP_C_VIV	0'0828338	0'0392904	0'4993	6'8614410 ⁻³
COEFEXTER	0'10781	0'0511371	0'3794	0'011622910 ⁻³
BAÑOPODORM	0'312836	0'148387		0'0978666
DISTANCIA2	- 0'112873	- 0'05335389	0'3571	0'0127403
CAL_ZONA	- 0'544493	- 0'258268		0'2964723
CAL_UBICA	0'0371016	0'0175983	0'7623	1'3765210 ⁻³
CAL_EDIF	- 0'193546	- 0'0918041	0'1138	0'0374599
CAL_VIV	0'61906	0'293637		0'3832344

COMPONENTE PRINCIPAL 12	PESOS u_{α}	CORRELACIÓN	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	CONT. TOTAL ABSOLUTA CTA $_{\alpha}(j)$
ANTIGÜEDAD	- 0'315934	- 0'132279		0'0998138
CONSERVACIÓN	0'0831799	0'0348269	0'5492	6'9189210 ⁻³
HABITAC	- 0'050114	- 0'0209824	0'7183	2'5114210 ⁻³
AMPLITUD	- 2'836110 ⁻³	- 1'1874610 ⁻³	0'9837	8'0435310 ⁻⁶
ESPARC	- 0'0306778	- 0'0128446	0'8251	9'4113110 ⁻⁴
SUP_C_VIV	- 0'0181607	- 7'6037610 ⁻³	0'8960	3'2981110 ⁻⁴
COEFEXTER	- 0'0342549	- 0'0143423	0'8052	1'173410 ⁻³
BAÑOPORDORM	- 0'192019	- 0'080397	0'1663	0'0368713
DISTANCIA2	0'0733025	0'0306912	0'5978	5'3732410 ⁻³
CAL_ZONA	0'36269	0'151856		0'1315446
CAL_UBICA	0'09654	0'0404206	0'4870	9'3199710 ⁻³
CAL_EDIF	- 0'749158	- 0'313667		0'5612376
CAL_VIV	0'379417	0'158859		0'143957

COMPONENTE PRINCIPAL 13	PESOS u_{α}	CORRELACIÓN	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	CONT. TOTAL ABSOLUTA CTA $_{\alpha}(j)$
ANTIGÜEDAD	-0'0198447	- 2'877710 ⁻³	0'9598	3'9381310 ⁻⁴
CONSERVACIÓN	0'017243	2'5004310 ⁻³	0'9668	2'9732310 ⁻⁴
HABITAC	0'583096	0'0845553	0'1457	0'3400021
AMPLITUD	0'495029	0'0717846	0'2172	0'2450544
ESPARC	- 9'3170310 ⁻³	- 1'3510710 ⁻³	0'9797	8'6807110 ⁻⁵
SUP_C_VIV	- 0'641275	- 0'092992	0'1087	0'411236
COEFEXTER	0'0175704	2'5479110 ⁻³	0'9617	3'0872210 ⁻⁴
BAÑOPORDORM	- 0'0383512	- 5'5613510 ⁻³	0'9234	1'4708210 ⁻³
DISTANCIA2	- 0'0268703	- 3'8964810 ⁻³	0'9463	7'2201210 ⁻⁴
CAL_ZONA	- 0'0142187	- 2'0618710 ⁻³	0'9716	2'0217210 ⁻⁴
CAL_UBICA	6'9912610 ⁻³	1'0138110 ⁻³	0'9853	4'8877910 ⁻⁵
CAL_EDIF	- 9'3487910 ⁻³	- 1'3556810 ⁻³	0'9819	8'7400510 ⁻⁵
CAL_VIV	9'6864310 ⁻³	1'4046410 ⁻³	0'9805	9'3827410 ⁻⁵

GRANADA			
VARIABLE	ANTIGÜEDAD	CONSERVACIÓN	HABITAC
TAMAÑO MUESTRAL	298	298	298
MEDIA	10'2819	1'31879	4'34564
MEDIANA	8	1	4
DESVIACIÓN TÍPICA	10'475	0'47395	1'18265
MÍNIMO	0	1	2
MÁXIMO	81	3	10
RANGO	81	2	8
PRIMER CUARTIL	2	1	4
TERCER CUARTIL	15	2	5
RANGO INTERCUARTIL	13	1	1
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	101'878	35'9382	27'2146

GRANADA			
VARIABLE	AMPLITUD	ESPARC	SUP_C_VIV
TAMAÑO MUESTRAL	298	298	298
MEDIA	26'5347	0'449664	113'064
MEDIANA	25	0	109
DESVIACIÓN TÍPICA	6'34043	0'660948	35'4916
MÍNIMO	15	0	49
MÁXIMO	50	3	320
RANGO	35	3	271
PRIMER CUARTIL	22'5	0	90
TERCER CUARTIL	29	1	130
RANGO INTERCUARTIL	6'5	1	40
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	23'8948	146'987	31'3908

GRANADA			
VARIABLE	COEFEXTER	BAÑOPODORM	DISTANCIA 2
TAMAÑO MUESTRAL	298	298	298
MEDIA	3'49017	0'502853	3444'1
MEDIANA	4	0'5	3018'81
DESVIACIÓN TÍPICA	0'929245	0'202209	1606'15
MÍNIMO	1	0'2	723'901
MÁXIMO	4'66667	1	7504'97
RANGO	3'66667	0'8	6781'07
PRIMER CUARTIL	3'6	0'333333	2251'03
TERCER CUARTIL	4	0'531915	4966'25
RANGO INTERCUARTIL	0'4	0'198582	2715'22
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	26'6246	40'2123	46'6347

GRANADA			
	CAL_ZONA	CAL_UBICA	CAL_EDIF
TAMAÑO MUESTRAL	298	298	298
MEDIA	3'29195	3'39933	3'46309
MEDIANA	3	3	3
DESVIACIÓN TÍPICA	0'755676	0'660272	0'860847
MÍNIMO	2	2	1
MÁXIMO	5	5	5
RANGO	3	3	4
PRIMER CUARTIL	3	3	3
TERCER CUARTIL	4	4	4
RANGO INTERCUARTIL	1	1	1
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	22'9553	19'4236	24'8578

GRANADA	
VARIABLE	CAL_VIV
TAMAÑO MUESTRAL	298
MEDIA	3'58054
MEDIANA	3
DESVIACIÓN TÍPICA	0'884904
MÍNIMO	2
MÁXIMO	5
RANGO	3
PRIMER CUARTIL	3
TERCER CUARTIL	4
RANGO INTERCUARTIL	1
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	24'7143

GRANADA			
VARIABLE	PRECIOM2C	KRIVMERC	CTVMERC
TAMAÑO MUESTRAL	298	298	298
MEDIA	117'429	117'797	85'006
MEDIANA	114'789	118'719	85'719
DESVIACIÓN TÍPICA	43'354	38'2485	25'149
MÍNIMO	26'931	28'9025	22'522
MÁXIMO	312'500	215'108	158'455
RANGO	285'569	186'206	135'933
PRIMER CUARTIL	88'889	92'6572	66'968
TERCER CUARTIL	145'322	139'737	102'462
RANGO INTERCUARTIL	56'433	47'0798	35'494
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	36'9077	32'4699	29'585

GRANADA			
VARIABLE	JAVMERC	KRIVLOC	CTREP
TAMAÑO MUESTRAL	298	298	298
MEDIA	105'669	42'0591	37'8257
MEDIANA	105'452	42'6074	35'0924
DESVIACIÓN TÍPICA	43'386	25'7401	21'417
MÍNIMO	24'948	-37'3728	3'8472
MÁXIMO	257'813	103'774	133'711
RANGO	232'865	141'147	129'864
PRIMER CUARTIL	77'173	28'1755	18'6032
TERCER CUARTIL	134'579	54'2571	48'8334
RANGO INTERCUARTIL	57'406	26'0816	30'2302
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	41'0586	61'1999	56'6201

GRANADA			
VARIABLE	CTREPKR	TREP	TREPKR
TAMAÑO MUESTRAL	298	215	215
MEDIA	36'661	43'602	42'3294
MEDIANA	38'2097	39'1958	40'5307
DESVIACIÓN TÍPICA	17'0363	19'5074	16'1618
MÍNIMO	2'8030	10'45	17'2076
MÁXIMO	85'698	104'997	97'4189
RANGO	82'895	94'547	80'2113
PRIMER CUARTIL	23'2587	27'125	28'2623
TERCER CUARTIL	48'6793	54'4564	52'3784
RANGO INTERCUARTIL	25'4206	27'3314	24'1161
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	46'4698	44'7397	38'181

GRANADA			
VARIABLE	CP1	CP2	CP3
TAMAÑO MUESTRAL	298	298	298
MEDIA	-7'3825510 ⁻⁹	3'1778510 ⁻⁸	-1'7328910 ⁻⁷
MEDIANA	4'3384410 ⁻³	-0'0188395	-0'0840247
DESVIACIÓN TÍPICA	2'06716	1'48077	1'29347
MÍNIMO	-4'98601	-3'38532	-3'49301
MÁXIMO	5'46846	6'03559	3'66401
RANGO	10'4545	9'42091	7'15702
PRIMER CUARTIL	-1'638333	-0'85662	-0'854678
TERCER CUARTIL	1'29398	0'758199	0'77883
RANGO INTERCUARTIL	2'93231	1'61482	1'63351
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	-2'8000610 ⁻	4'6596710 ⁹	-7'4642410 ⁸

BARRIO 200-1			
VARIABLE	ANTIGÜEDAD	CONSERVACIÓN	HABITAC
TAMAÑO MUESTRAL	54	54	54
MEDIA	15'7407	1'72222	4'38889
MEDIANA	15	2	4
DESVIACIÓN TÍPICA	11'8627	0'492076	0'65367
MÍNIMO	0	1	3
MÁXIMO	81	3	6
RANGO	81	2	3
PRIMER CUARTIL	11	1	4
TERCER CUARTIL	16	2	5
RANGO INTERCUARTIL	5	1	1
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	75'3631	28'5721	14'9552

BARRIO 200-1			
VARIABLE	AMPLITUD	ESPARC	SUP_C_VIV
TAMAÑO MUESTRAL	54	54	54
MEDIA	22'12	0'722222	96'3704
MEDIANA	21'875	1	97
DESVIACIÓN TÍPICA	3'4376	0'563569	16'6929
MÍNIMO	15	0	54
MÁXIMO	33'33	2	132
RANGO	18'33	2	78
PRIMER CUARTIL	19'5	0	84
TERCER CUARTIL	24'25	1	110
RANGO INTERCUARTIL	4'75	1	26
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	15'5407	78'0326	17'3216

BARRIO 200-1			
VARIABLE	COEFEXTER	BAÑO P O DORM	DISTANCIA 2
TAMAÑO MUESTRAL	54	54	54
MEDIA	3'84907	0'335494	5429'83
MEDIANA	4	0'333333	5402'74
DESVIACIÓN TÍPICA	0'493303	0'089784	701'818
MÍNIMO	1	0'2	3229'46
MÁXIMO	4	0'666667	6821'16
RANGO	3	0'466667	3591'7
PRIMER CUARTIL	4	0'25	4966'25
TERCER CUARTIL	4	0'383333	5926'77
RANGO INTERCUARTIL	0	0'133333	960'52
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	12'8162	26'762	12'9252

BARRIO 200-1			
VARIABLE	CAL_ZONA	CAL_UBICA	CAL_EDIF
TAMAÑO MUESTRAL	54	54	54
MEDIA	2'27778	2'66667	2'55556
MEDIANA	2	3	3
DESVIACIÓN TÍPICA	0'452109	0'549442	0'691366
MÍNIMO	2	2	1
MÁXIMO	3	4	4
RANGO	1	2	3
PRIMER CUARTIL	2	2	2
TERCER CUARTIL	3	3	3
RANGO INTERCUARTIL	1	1	1
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	19'8487	20'6041	27'0535

BARRIO 200-1	
VARIABLE	CAL_VIV
TAMAÑO MUESTRAL	54
MEDIA	2'74074
MEDIANA	3
DESVIACIÓN TÍPICA	0'52071
MÍNIMO	2
MÁXIMO	4
RANGO	2
PRIMER CUARTIL	2
TERCER CUARTIL	3
RANGO INTERCUARTIL	1
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	18'9989

BARRIO 200-1			
VARIABLE	PRECIOM2C	KRIVMERC	CTVMERC
TAMAÑO MUESTRAL	54	54	54
MEDIA	62'349	63'1152	49'365
MEDIANA	61'141	63'4173	49'279
DESVIACIÓN TÍPICA	18'053	16'0087	10'503
MÍNIMO	26'931	28'9025	22'522
MÁXIMO	114'286	105'094	76'604
RANGO	87'355	76'1913	54'082
PRIMER CUARTIL	48'780	50'2996	41'868
TERCER CUARTIL	76'597	75'0975	55'115
RANGO INTERCUARTIL	27'817	24'7979	13'247
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	28'9552	25'3642	21'2767

BARRIO 200-1			
VARIABLE	JAVMERC	KRIVLOC	CTREP
TAMAÑO MUESTRAL	54	54	54
MEDIA	48'841	8'1661	12'9876
MEDIANA	42'695	3'1280	10'6974
DESVIACIÓN TÍPICA	20'306	12'9517	7'3574
MÍNIMO	24'948	-9'341	3'8472
MÁXIMO	98'464	44'5216	36'7416
RANGO	73'516	53'8631	32'8944
PRIMER CUARTIL	32'400	0'4847	8'2866
TERCER CUARTIL	64'598	15'5528	16'5312
RANGO INTERCUARTIL	32'198	15'068	8'2446
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	41'5755	158'602	56'6497

BARRIO 200-1			
VARIABLE	CTREPKR	TREP	TREPKR
TAMAÑO MUESTRAL	54	27	27
MEDIA	13'4504	26'3733	26'8648
MEDIANA	10'6813	27'125	26'4353
DESVIACIÓN TÍPICA	8'3828	9'9968	8'8488
MÍNIMO	5'5861	10'45	17'2076
MÁXIMO	41'5552	55'4994	50'0569
RANGO	35'969	45'0494	32'8493
PRIMER CUARTIL	8'3529	19'5771	19'5624
TERCER CUARTIL	15'592	27'125	27'1392
RANGO INTERCUARTIL	7'2389	7'5479	7'5768
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	62'3244	37'9052	32'9385

BARRIO 200-1			
VARIABLE	CP1	CP2	CP3
TAMAÑO MUESTRAL	54	54	54
MEDIA	2'9216	-0'496027	0'444775
MEDIANA	2'8255	-0'586898	0'52666
DESVIACIÓN TÍPICA	1'12722	0'836283	1'20925
MÍNIMO	0'747596	-2'26544	-3'49301
MÁXIMO	5'46846	2'21185	2'34806
RANGO	4'72086	4'47729	5'84107
PRIMER CUARTIL	2'21876	-1'034662	-0'146548
TERCER CUARTIL	3'88329	0'0868285	1'17293
RANGO INTERCUARTIL	1'66453	1'12145	1'31948
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	38'5822	-168'596	271'879

BARRIO 200-2			
VARIABLE	ANTIGÜEDAD	CONSERVACIÓN	HABITAC
TAMAÑO MUESTRAL	38	38	38
MEDIA	11'9737	1'44737	4'47368
MEDIANA	11	1	4
DESVIACIÓN TÍPICA	4'97283	0'503897	1'13273
MÍNIMO	6	1	2
MÁXIMO	21	2	10
RANGO	15	1	8
PRIMER CUARTIL	8	1	4
TERCER CUARTIL	15	2	5
RANGO INTERCUARTIL	7	1	1
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	41'5313	34'8147	25'3198

BARRIO 200-2			
VARIABLE	AMPLITUD	ESPARC	SUP_C_VIV
TAMAÑO MUESTRAL	38	38	38
MEDIA	24'7408	0'394737	108'316
MEDIANA	23'75	0	109
DESVIACIÓN TÍPICA	4'60964	0'547203	22'4284
MÍNIMO	19'75	0	78
MÁXIMO	44	2	210
RANGO	24'25	2	132
PRIMER CUARTIL	22	0	95
TERCER CUARTIL	25'75	1	114
RANGO INTERCUARTIL	3'75	1	19
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	18'6317	138'625	20'7065

BARRIO 200-2			
VARIABLE	COEFEXTER	BAÑOPODORM	DISTANCIA 2
TAMAÑO MUESTRAL	38	38	38
MEDIA	3'62939	0'452801	4472'91
MEDIANA	3'8	0'45	4438'06
DESVIACIÓN TÍPICA	0'685023	0'152003	927'899
MÍNIMO	2	0'25	2945'59
MÁXIMO	4'66667	1	7504'97
RANGO	2'66667	0'75	4559'38
PRIMER CUARTIL	3'75	0'333333	4093'62
TERCER CUARTIL	4	0'5	4933'94
RANGO INTERCUARTIL	0'25	0'166667	840'32
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	18'8743	33'5696	20'7449

BARRIO 200-2			
VARIABLE	CAL_ZONA	CAL_UBICA	CAL_EDIF
TAMAÑO MUESTRAL	38	38	38
MEDIA	2'94737	3'34211	3
MEDIANA	3	3	3
DESVIACIÓN TÍPICA	0'226294	0'480783	0'328798
MÍNIMO	2	3	2
MÁXIMO	3	4	4
RANGO	1	1	2
PRIMER CUARTIL	3	3	3
TERCER CUARTIL	3	4	3
RANGO INTERCUARTIL	0	1	0
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	7'67784	14'3856	10'9599

BARRIO 200-2	
VARIABLE	CAL_VIV
TAMAÑO MUESTRAL	38
MEDIA	3'10526
MEDIANA	3
DESVIACIÓN TÍPICA	0'559414
MÍNIMO	2
MÁXIMO	4
RANGO	2
PRIMER CUARTIL	3
TERCER CUARTIL	3
RANGO INTERCUARTIL	0
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	18'015

BARRIO 200-2			
VARIABLE	PRECIOM2C	KRIVMERC	CTVMERC
TAMAÑO MUESTRAL	38	38	38
MEDIA	93'795	94'1497	69'690
MEDIANA	94'541	94'3575	69'772
DESVIACIÓN TÍPICA	15'903	14'0132	11'807
MÍNIMO	56'527	52'6252	35'599
MÁXIMO	126'316	123'581	96'030
RANGO	69'789	70'9558	60'431
PRIMER CUARTIL	82'645	85'9488	63'111
TERCER CUARTIL	105'555	101'479	75'061
RANGO INTERCUARTIL	22'910	15'53	11'950
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	16'9553	14'884	16'9422

BARRIO 200-2			
VARIABLE	JAVMERC	KRIVLOC	CTREP
TAMAÑO MUESTRAL	38	38	38
MEDIA	82'323	27'2038	26'0033
MEDIANA	83'194	29'4793	20'1782
DESVIACIÓN TÍPICA	16'365	17'8806	11'7697
MÍNIMO	49'138	-37'3728	4'4394
MÁXIMO	113'494	50'675	49'763
RANGO	64'356	88'0478	45'3236
PRIMER CUARTIL	73'631	13'6574	16'912
TERCER CUARTIL	91'514	40'3911	33'9514
RANGO INTERCUARTIL	17'883	26'7338	17'0394
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	19'8795	65'7282	45'2624

BARRIO 200-2			
VARIABLE	CTREPKR	TREP	TREPKR
TAMAÑO MUESTRAL	38	57	57
MEDIA	26'9655	30'6241	29'9932
MEDIANA	22'9344	26'4957	28'1994
DESVIACIÓN TÍPICA	11'8836	8'8936	7'0987
MÍNIMO	2'8030	18'8979	19'7213
MÁXIMO	51'7881	62'7322	56'2902
RANGO	48'985	43'8343	36'5689
PRIMER CUARTIL	18'088	24'3411	24'7387
TERCER CUARTIL	34'65	34'3884	33'2706
RANGO INTERCUARTIL	16'562	10'0473	8'5318
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	44'0697	29'0411	23'6679

BARRIO 200-2			
VARIABLE	CP1	CP2	CP3
TAMAÑO MUESTRAL	38	38	38
MEDIA	1'12631	-0'0723639	0'0896791
MEDIANA	1'08595	-0'025896	0'0200267
DESVIACIÓN TÍPICA	0'800238	1'04192	0'960141
MÍNIMO	-0'830385	-3'26871	-1'62019
MÁXIMO	3'41769	3'95365	3'29911
RANGO	4'24808	7'22236	4'9193
PRIMER CUARTIL	0'634263	-0'623928	-0'675167
TERCER CUARTIL	1'35146	0'316768	0'48207
RANGO INTERCUARTIL	0'717197	0'940696	1'15724
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	71'0498	-1439'84	1070'64

BARRIO 200-3			
VARIABLE	ANTIGÜEDAD	CONSERVACIÓN	HABITAC
TAMAÑO MUESTRAL	72	72	72
MEDIA	13'4722	1'31944	4'58333
MEDIANA	11	1	5
DESVIACIÓN TÍPICA	13'4405	0'469533	0'915439
MÍNIMO	0	1	2
MÁXIMO	56	2	7
RANGO	56	1	5
PRIMER CUARTIL	4	1	4
TERCER CUARTIL	20'5	2	5
RANGO INTERCUARTIL	16'5	1	1
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	99'7646	35'5857	19'9732

BARRIO 200-3			
VARIABLE	AMPLITUD	ESPARC	SUP_C_VIV
TAMAÑO MUESTRAL	72	72	72
MEDIA	25'0203	0'375	114'306
MEDIANA	24'9	0	110
DESVIACIÓN TÍPICA	4'10135	0'720671	28'4182
MÍNIMO	18	0	54
MÁXIMO	38	3	190
RANGO	20	3	136
PRIMER CUARTIL	22'5	0	94'5
TERCER CUARTIL	27'465	1	133
RANGO INTERCUARTIL	4'965	1	38'5
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	16'3921	192'179	24'8616

BARRIO 200-3			
VARIABLE	COEFEXTER	BAÑO PORDORM	DISTANCIA 2
TAMAÑO MUESTRAL	72	72	72
MEDIA	3'67285	0'466613	3282'86
MEDIANA	3'9	0'5	2930'11
DESVIACIÓN TÍPICA	0'634855	0'131497	1418'63
MÍNIMO	1	0'2	853'089
MÁXIMO	4	1	5695'69
RANGO	3	0'8	4842'6
PRIMER CUARTIL	3'6	0'366667	2163'86
TERCER CUARTIL	4	0'5	4840'41
RANGO INTERCUARTIL	0'4	0'133333	2676'55
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	17'2851	28'1812	43'2132

BARRIO 200-3			
VARIABLE	CAL_ZONA	CAL_UBICA	CAL_EDIF
TAMAÑO MUESTRAL	72	72	72
MEDIA	3'36111	3'55556	3'43056
MEDIANA	3	3	3
DESVIACIÓN TÍPICA	0'511985	0'625489	0'708627
MÍNIMO	2	3	2
MÁXIMO	4	5	5
RANGO	2	2	3
PRIMER CUARTIL	3	3	3
TERCER CUARTIL	4	4	4
RANGO INTERCUARTIL	1	1	1
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	15'2326	17'5919	20'6563

BARRIO 200-3	
VARIABLE	CAL_VIV
TAMAÑO MUESTRAL	72
MEDIA	3'31944
MEDIANA	3
DESVIACIÓN TÍPICA	0'646254
MÍNIMO	2
MÁXIMO	5
RANGO	3
PRIMER CUARTIL	3
TERCER CUARTIL	4
RANGO INTERCUARTIL	1
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	19'4688

BARRIO 200-3			
VARIABLE	PRECIOM2C	KRIVMERC	CTVMERC
TAMAÑO MUESTRAL	72	72	72
MEDIA	115'179	115'039	87'402
MEDIANA	115'338	111'244	86'547
DESVIACIÓN TÍPICA	22'452	16'4733	13'895
MÍNIMO	64'078	81'3655	57'141
MÁXIMO	168'421	158'858	130'941
RANGO	104'343	77'4925	73'800
PRIMER CUARTIL	102'607	104'24	77'983
TERCER CUARTIL	129'879	128'793	95'696
RANGO INTERCUARTIL	27'272	24'5532	17'713
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	19'4931	14'3198	15'8982

BARRIO 200-3			
VARIABLE	JAVMERC	KRIVLOC	CTREP
TAMAÑO MUESTRAL	72	72	72
MEDIA	100'016	43'6872	40'7259
MEDIANA	102'704	42'3368	35'4942
DESVIACIÓN TÍPICA	24'613	12'176	16'0183
MÍNIMO	45'675	17'6121	17'3348
MÁXIMO	158'813	76'1423	81'6844
RANGO	113'138	58'5303	64'3496
PRIMER CUARTIL	86'625	34'0646	28'8344
TERCER CUARTIL	116'696	52'4941	49'595
RANGO INTERCUARTIL	30'071	18'4295	20'7606
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	24'609	27'8709	39'3319

BARRIO 200-3			
VARIABLE	CTREPKR	TREP	TREPKR
TAMAÑO MUESTRAL	72	58	58
MEDIA	39'4186	45'228	45'5221
MEDIANA	35'6911	42'6693	42'9169
DESVIACIÓN TÍPICA	11'9825	13'5256	12'5651
MÍNIMO	19'716	18'546	22'5447
MÁXIMO	68'3786	88'9668	81'3979
RANGO	48'6626	70'4208	58'8532
PRIMER CUARTIL	28'3437	36'9829	36'8166
TERCER CUARTIL	49'0062	54'4564	51'9037
RANGO INTERCUARTIL	20'6625	17'4735	15'0871
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	30'3981	29'9055	27'6023

BARRIO 200-3			
VARIABLE	CP1	CP2	CP3
TAMAÑO MUESTRAL	72	72	72
MEDIA	0'256484	0'41052	-0'0818643
MEDIANA	0'32785	0'31554	-0'11276
DESVIACIÓN TÍPICA	1'15895	1'45184	1'15895
MÍNIMO	-2'71011	-3'23954	-2'71011
MÁXIMO	3'05161	4'39215	3'05161
RANGO	5'76172	7'63169	5'76172
PRIMER CUARTIL	-0'538625	-0'609037	-0'538625
TERCER CUARTIL	1'13643	1'18746	1'13643
RANGO INTERCUARTIL	1'67505	1'7965	1'67505
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	451'86	353'659	451'86

BARRIO 200-4			
VARIABLE	ANTIGÜEDAD	CONSERVACIÓN	HABITAC
TAMAÑO MUESTRAL	134	134	134
MEDIA	5'88806	1'1194	4'16418
MEDIANA	3	1	4
DESVIACIÓN TÍPICA	6'91045	0'325479	1'44156
MÍNIMO	0	1	2
MÁXIMO	31	2	8
RANGO	31	1	6
PRIMER CUARTIL	1	1	3
TERCER CUARTIL	9	1	5
RANGO INTERCUARTIL	8	0	2
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	117'364	29'0761	34'6182

BARRIO 200-4			
VARIABLE	AMPLITUD	ESPARC	SUP_C_VIV
TAMAÑO MUESTRAL	134	134	134
MEDIA	29'6363	0'395522	120'47
MEDIANA	27'75	0	115
DESVIACIÓN TÍPICA	7'09972	0'671869	44'2168
MÍNIMO	17'14	0	49
MÁXIMO	50	2	320
RANGO	32'86	2	271
PRIMER CUARTIL	24'83	0	90
TERCER CUARTIL	33'4	1	145
RANGO INTERCUARTIL	8'57	1	55
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	23'9562	169'869	36'7035

BARRIO 200-4			
VARIABLE	COEFEXTER	BAÑOPODORM	DISTANCIA 2
TAMAÑO MUESTRAL	134	134	134
MEDIA	3'20791	0'603962	2438'77
MEDIANA	3'75	0'5	2404'99
DESVIACIÓN TÍPICA	1'153	0'22212	1146'65
MÍNIMO	1	0'25	723'901
MÁXIMO	4	1	5746'64
RANGO	3	0'75	5022'74
PRIMER CUARTIL	3'5	0'5	1725'89
TERCER CUARTIL	4	0'666667	2748'83
RANGO INTERCUARTIL	0'5	0'166667	1022'94
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	35'9424	36'7772	47'0175

BARRIO 200-4			
VARIABLE	CAL_ZONA	CAL_UBICA	CAL_EDIF
TAMAÑO MUESTRAL	134	134	134
MEDIA	3'76119	3'62687	3'97761
MEDIANA	4	4	4
DESVIACIÓN TÍPICA	0'602989	0'543888	0'709404
MÍNIMO	3	3	3
MÁXIMO	5	5	5
RANGO	2	2	2
PRIMER CUARTIL	3	3	3
TERCER CUARTIL	4	4	4
RANGO INTERCUARTIL	1	1	1
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	16'0318	14'9961	17'8349

BARRIO 200-4	
VARIABLE	CAL_VIV
TAMAÑO MUESTRAL	134
MEDIA	4'19403
MEDIANA	4
DESVIACIÓN TÍPICA	0'750715
MÍNIMO	2
MÁXIMO	5
RANGO	3
PRIMER CUARTIL	4
TERCER CUARTIL	5
RANGO INTERCUARTIL	1
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	17'8996

BARRIO 200-4			
VARIABLE	PRECIOM2C	KRIVMERC	CTVMERC
TAMAÑO MUESTRAL	134	134	134
MEDIA	147'622	148'248	102'426
MEDIANA	145'433	141'272	103'293
DESVIACIÓN TÍPICA	37'623	25'5737	18'301
MÍNIMO	83'333	94'107	65'150
MÁXIMO	312'500	215'108	158'455
RANGO	229'167	121'001	93'305
PRIMER CUARTIL	126'563	131'175	88'383
TERCER CUARTIL	165'493	161'718	11'703
RANGO INTERCUARTIL	38'930	30'5428	23'320
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	25'4858	17'2506	17'8681

BARRIO 200-4			
VARIABLE	JAVMERC	KRIVLOC	CTREP
TAMAÑO MUESTRAL	134	134	134
MEDIA	138'228	59'1832	49'7181
MEDIANA	136'125	51'9657	46'1916
DESVIACIÓN TÍPICA	33'000	20'4609	19'7557
MÍNIMO	58'905	23'1916	15'0724
MÁXIMO	257'813	103'774	133'711
RANGO	198'908	80'5823	118'639
PRIMER CUARTIL	121'000	45'2284	35'4942
TERCER CUARTIL	154'688	74'6214	61'306
RANGO INTERCUARTIL	33'688	29'393	25'8118
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	23'8737	34'5721	39'7354

BARRIO 200-4			
VARIABLE	CTREPKR	TREP	TREPKR
TAMAÑO MUESTRAL	134	73	73
MEDIA	47'3622	58'8158	55'1449
MEDIANA	45'7083	55'837	53'4196
DESVIACIÓN TÍPICA	11'7821	20'1781	14'1069
MÍNIMO	21'9685	15'7482	25'8322
MÁXIMO	85'698	104'997	97'4189
RANGO	63'7295	89'2488	71'5867
PRIMER CUARTIL	38'6273	44'5857	46'5078
TERCER CUARTIL	55'5965	68'2018	60'4423
RANGO INTERCUARTIL	16'9692	23'6161	13'9346
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	24'8766	34'3073	25'5815

BARRIO 200-4			
VARIABLE	CP1	CP2	CP3
TAMAÑO MUESTRAL	134	134	134
MEDIA	-1'63457	-1'6503810 ⁻⁴	-0'160683
MEDIANA	-1'68071	0'0902532	-0'297499
DESVIACIÓN TÍPICA	1'25904	1'73144	1'30883
MÍNIMO	-4'98601	-3'38532	-2'67336
MÁXIMO	1'7054	6'03559	3'5255
RANGO	6'69141	9'42091	6'19886
PRIMER CUARTIL	-2'47701	-1'06978	-1'0585
TERCER CUARTIL	-0'701025	1'00894	0'545138
RANGO INTERCUARTIL	1'77598	2'07872	1'60364
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	-77'0258	-1'0491210 ⁶	-814'544

BARRIO 400-1			
VARIABLE	ANTIGÜEDAD	CONSERVACIÓN	HABITAC
TAMAÑO MUESTRAL	60	60	60
MEDIA	13'5167	1'63333	4'45
MEDIANA	14'5	2	4
DESVIACIÓN TÍPICA	11'0783	0'51967	0'699273
MÍNIMO	0	1	2
MÁXIMO	81	3	6
RANGO	81	2	4
PRIMER CUARTIL	9	1	4
TERCER CUARTIL	16	2	5
RANGO INTERCUARTIL	7	1	1
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	81'9602	31'8165	15'714

BARRIO 400-1			
VARIABLE	AMPLITUD	ESPARC	SUP_C_VIV
TAMAÑO MUESTRAL	60	60	60
MEDIA	22'2927	0'666667	98'2333
MEDIANA	21'875	1	97
DESVIACIÓN TÍPICA	3'76896	0'572437	17'7032
MÍNIMO	15	0	54
MÁXIMO	39	2	140
RANGO	24	2	86
PRIMER CUARTIL	19'75	0	85
TERCER CUARTIL	24'225	1	110
RANGO INTERCUARTIL	4'475	1	25
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	16'9067	85'8655	18'0216

BARRIO 400-1			
VARIABLE	COEFEXTER	BAÑO PORDORM	DISTANCIA 2
TAMAÑO MUESTRAL	60	60	60
MEDIA	3'86861	0'368333	5240'09
MEDIANA	4	0'333333	5263'31
DESVIACIÓN TÍPICA	0'376487	0'136636	1011'46
MÍNIMO	2	0'2	2914'2
MÁXIMO	4	1	7504'97
RANGO	2	0'8	4590'77
PRIMER CUARTIL	4	0'291666	4851'7
TERCER CUARTIL	4	0'366667	5917'03
RANGO INTERCUARTIL	0	0'075	1065'32
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	9'73185	37'0959	19'3023

BARRIO 400-1			
VARIABLE	CAL_ZONA	CAL_UBICA	CAL_EDIF
TAMAÑO MUESTRAL	60	60	60
MEDIA	2'35	2'73333	2'65
MEDIANA	2	3	3
DESVIACIÓN TÍPICA	0'480995	0'578328	0'708902
MÍNIMO	2	2	1
MÁXIMO	3	4	4
RANGO	1	2	3
PRIMER CUARTIL	2	2	2
TERCER CUARTIL	3	3	3
RANGO INTERCUARTIL	1	1	1
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	20'4679	21'1583	26'751

BARRIO 400-1	
VARIABLE	CAL_VIV
TAMAÑO MUESTRAL	60
MEDIA	2'8
MEDIANA	3
DESVIACIÓN TÍPICA	0'514205
MÍNIMO	2
MÁXIMO	4
RANGO	2
PRIMER CUARTIL	2'5
TERCER CUARTIL	3
RANGO INTERCUARTIL	0'5
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	18'3645

BARRIO 400-1			
VARIABLE	PRECIOM2C	KRIVMERC	CTVMERC
TAMAÑO MUESTRAL	60	60	60
MEDIA	67'099	67'9579	52'531
MEDIANA	63'636	63'8644	49'764
DESVIACIÓN TÍPICA	24'265	22'179	15'114
MÍNIMO	26'931	28'9025	22'522
MÁXIMO	139'130	127'823	89'718
RANGO	112'199	98'9207	67'196
PRIMER CUARTIL	49'127	51'5658	43'578
TERCER CUARTIL	80'211	80'9474	56'670
RANGO INTERCUARTIL	31'084	29'3816	13'092
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	36'1632	32'6364	28'7724

BARRIO 400-1			
VARIABLE	JAVMERC	KRIVLOC	CTREP
TAMAÑO MUESTRAL	60	60	60
MEDIA	52'842	9'7519	13'3723
MEDIANA	46'679	4'1183	11'1622
DESVIACIÓN TÍPICA	22'782	16'0968	6'9904
MÍNIMO	24'948	-37'3728	3'8472
MÁXIMO	98'464	44'5216	35'0924
RANGO	73'516	81'8944	31'2452
PRIMER CUARTIL	32'841	0'4971	8'2866
TERCER CUARTIL	74'103	19'6963	17'6624
RANGO INTERCUARTIL	41'261	19'1991	9'3758
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	43'1129	165'062	52'2751

BARRIO 400-1			
VARIABLE	CTREPKR	TREP	TREPKR
TAMAÑO MUESTRAL	60	23	23
MEDIA	14'0548	29'3923	27'7373
MEDIANA	10'7871	22'4	22'5447
DESVIACIÓN TÍPICA	8'2343	13'9113	9'9070
MÍNIMO	2'8030	10'45	17'2076
MÁXIMO	41'5552	61'7298	50'0569
RANGO	38'7521	51'2798	32'8493
PRIMER CUARTIL	8'4040	19'5771	19'4711
TERCER CUARTIL	17'9187	39'1958	35'5179
RANGO INTERCUARTIL	9'5146	19'6187	16'0469
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	58'5875	47'3298	35'7175

BARRIO 400-1			
VARIABLE	CP1	CP2	CP3
TAMAÑO MUESTRAL	60	60	60
MEDIA	2'58702	-0'509179	0'480117
MEDIANA	2'68306	-0'586898	0'454572
DESVIACIÓN TÍPICA	1'42369	0'904875	1'04158
MÍNIMO	-0'830385	-3'26871	-3'49301
MÁXIMO	5'46846	2'21185	2'34806
RANGO	6'29885	5'48056	5'84107
PRIMER CUARTIL	1'76879	-1'0415	-0'145871
TERCER CUARTIL	3'64698	0'0953028	1'15499
RANGO INTERCUARTIL	1'8782	1'1368	1'30086
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	55'0322	-177'713	216'944

BARRIO 400-2			
VARIABLE	ANTIGÜEDAD	CONSERVACIÓN	HABITAC
TAMAÑO MUESTRAL	33	33	33
MEDIA	11'2424	1'27273	4'42424
MEDIANA	10	1	4
DESVIACIÓN TÍPICA	8'68199	0'452267	1'19975
MÍNIMO	2	1	3
MÁXIMO	51	2	10
RANGO	49	1	7
PRIMER CUARTIL	7	1	4
TERCER CUARTIL	11	2	5
RANGO INTERCUARTIL	4	1	1
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	77'2252	35'5353	27'1176

BARRIO 400-2			
VARIABLE	AMPLITUD	ESPARC	SUP_C_VIV
TAMAÑO MUESTRAL	33	33	33
MEDIA	25'35	0'393939	109'879
MEDIANA	25	0	107
DESVIACIÓN TÍPICA	4'61054	0'555619	24'1697
MÍNIMO	18	0	80
MÁXIMO	44	2	210
RANGO	26	2	130
PRIMER CUARTIL	22'5	0	100
TERCER CUARTIL	26'75	1	114
RANGO INTERCUARTIL	4'25	1	14
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	18'1876	141'042	21'9967

BARRIO 400-2			
VARIABLE	COEFEXTER	BAÑOPODORM	DISTANCIA 2
TAMAÑO MUESTRAL	33	33	33
MEDIA	3'84141	0'470225	4936'52
MEDIANA	4	0'5	5062'31
DESVIACIÓN TÍPICA	0'564428	0'118976	688'643
MÍNIMO	1	0'25	3014'36
MÁXIMO	4'66667	0'666667	5744'72
RANGO	3'66667	0'416667	2730'36
PRIMER CUARTIL	3'8	0'333333	4729'18
TERCER CUARTIL	4	0'531915	5506'37
RANGO INTERCUARTIL	0'2	0'198582	777'19
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	14'6932	25'3019	13'95

BARRIO 400-2			
VARIABLE	CAL_ZONA	CAL_UBICA	CAL_EDIF
TAMAÑO MUESTRAL	33	33	33
MEDIA	2'9697	3'27273	3
MEDIANA	3	3	3
DESVIACIÓN TÍPICA	0'304636	0'452267	0'433013
MÍNIMO	2	3	2
MÁXIMO	4	4	4
RANGO	2	1	2
PRIMER CUARTIL	3	3	3
TERCER CUARTIL	3	4	3
RANGO INTERCUARTIL	0	1	0
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	10'2581	13'8193	14'4338

BARRIO 400-2	
VARIABLE	CAL_VIV
TAMAÑO MUESTRAL	33
MEDIA	3'12121
MEDIANA	3
DESVIACIÓN TÍPICA	0'545297
MÍNIMO	2
MÁXIMO	4
RANGO	2
PRIMER CUARTIL	3
TERCER CUARTIL	3
RANGO INTERCUARTIL	0
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	17'4707

BARRIO 400-2			
VARIABLE	PRECIOM2C	KRIVMERC	CTVMERC
TAMAÑO MUESTRAL	33	33	33
MEDIA	95'359	94'2601	71'012
MEDIANA	92'592	95'236	69'772
DESVIACIÓN TÍPICA	16'462	11'925	10'869
MÍNIMO	68'182	59'2879	47'796
MÁXIMO	148'760	112'555	96'601
RANGO	80'578	53'2676	48'805
PRIMER CUARTIL	85'714	85'9488	66'172
TERCER CUARTIL	104'167	102'655	75'323
RANGO INTERCUARTIL	18'453	16'7062	9'151
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	17'2636	12'6512	15'3065

BARRIO 400-2			
VARIABLE	JAVMERC	KRIVLOC	CTREP
TAMAÑO MUESTRAL	33	33	33
MEDIA	84'456	24'7542	24'3264
MEDIANA	83'738	28'7011	18'1804
DESVIACIÓN TÍPICA	19'220	11'6939	10'2879
MÍNIMO	42'075	6'2676	13'6136
MÁXIMO	127'875	50'675	52'0884
RANGO	85'800	44'4074	38'4748
PRIMER CUARTIL	78'413	13'6574	17'3348
TERCER CUARTIL	98'464	31'7135	33'4012
RANGO INTERCUARTIL	20'051	18'0561	16'0664
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	22'7569	47'24	42'2913

BARRIO 400-2			
VARIABLE	CTREPKR	TREP	TREPKR
TAMAÑO MUESTRAL	33	51	51
MEDIA	23'669	30'0728	29'7449
MEDIANA	20'3926	27'125	27'098
DESVIACIÓN TÍPICA	8'2401	54'6548	6'0035
MÍNIMO	13'1918	18'8979	19'7213
MÁXIMO	43'7351	50'5752	45'6047
RANGO	30'5433	31'6773	25'8833
PRIMER CUARTIL	18'088	25'234	25'4315
TERCER CUARTIL	26'375	34'7808	34'0796
RANGO INTERCUARTIL	8'2870	9'5468	8'6481
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	34'8138	24'5833	20'1834

BARRIO 400-2			
VARIABLE	CP1	CP2	CP3
TAMAÑO MUESTRAL	33	33	33
MEDIA	1'06319	-0'241098	0'345783
MEDIANA	0'982321	-0'359638	0'31483
DESVIACIÓN TÍPICA	0'929178	0'882581	1'15003
MÍNIMO	-1'48662	-1'07535	-3'09454
MÁXIMO	3'41769	3'95365	3'29911
RANGO	4'90431	5'029	6'39365
PRIMER CUARTIL	0'609998	-0'770015	0'0133639
TERCER CUARTIL	1'29398	-0'0254508	0'916143
RANGO INTERCUARTIL	0'683982	0'744564	0'902779
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	87'3953	-366'067	332'586

BARRIO 400-3			
VARIABLE	ANTIGÜEDAD	CONSERVACIÓN	HABITAC
TAMAÑO MUESTRAL	74	74	74
MEDIA	11'2973	1'35135	4'47297
MEDIANA	9	1	4'5
DESVIACIÓN TÍPICA	9'81016	0'480651	1'06273
MÍNIMO	0	1	2
MÁXIMO	49	2	8
RANGO	49	1	6
PRIMER CUARTIL	4	1	4
TERCER CUARTIL	15	2	5
RANGO INTERCUARTIL	11	1	1
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	86'8363	35'5682	23'7589

BARRIO 400-3			
VARIABLE	AMPLITUD	ESPARC	SUP_C_VIV
TAMAÑO MUESTRAL	74	74	74
MEDIA	25'3104	0'324324	111'73
MEDIANA	24'7	0	110
DESVIACIÓN TÍPICA	5'13949	0'643367	28'6917
MÍNIMO	18	0	54
MÁXIMO	45'75	3	190
RANGO	27'75	3	136
PRIMER CUARTIL	22	0	92
TERCER CUARTIL	27	1	125
RANGO INTERCUARTIL	5	1	33
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	20'3059	198'371	25'6796

BARRIO 400-3			
VARIABLE	COEFEXTER	BAÑO PORDORM	DISTANCIA 2
TAMAÑO MUESTRAL	74	74	74
MEDIA	3'47201	0'481517	2998'8
MEDIANA	3'75	0'5	3011'6
DESVIACIÓN TÍPICA	0'827173	0'159268	1003'83
MÍNIMO	1	0'25	853'089
MÁXIMO	4	1	5074'39
RANGO	3	0'75	4221'3
PRIMER CUARTIL	3'5	0'333333	2188'88
TERCER CUARTIL	4	0'5	3562'51
RANGO INTERCUARTIL	0'5	0'166667	1373'63
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	23'824	33'0763	33'4745

BARRIO 400-3			
VARIABLE	CAL_ZONA	CAL_UBICA	CAL_EDIF
TAMAÑO MUESTRAL	74	74	74
MEDIA	3'33784	3'51351	3'40541
MEDIANA	3	3	3
DESVIACIÓN TÍPICA	0'60312	0'579164	0'571442
MÍNIMO	2	3	2
MÁXIMO	5	5	4
RANGO	3	2	2
PRIMER CUARTIL	3	3	3
TERCER CUARTIL	4	4	4
RANGO INTERCUARTIL	1	1	1
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	18'0692	16'4839	16'7804

BARRIO 400-3	
VARIABLE	CAL_VIV
TAMAÑO MUESTRAL	74
MEDIA	3'44595
MEDIANA	3
DESVIACIÓN TÍPICA	0'600043
MÍNIMO	2
MÁXIMO	5
RANGO	3
PRIMER CUARTIL	3
TERCER CUARTIL	4
RANGO INTERCUARTIL	1
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	17'413

BARRIO 400-3			
VARIABLE	PRECIOM2C	KRIVMERC	CTVMERC
TAMAÑO MUESTRAL	74	74	74
MEDIA	119'163	119'856	86'493
MEDIANA	114'713	118'631	85'719
DESVIACIÓN TÍPICA	27'310	20'6729	16'031
MÍNIMO	64'078	81'3655	59'269
MÁXIMO	187'693	166'709	130'941
RANGO	123'615	85'3435	71'672
PRIMER CUARTIL	100'000	104'545	75'061
TERCER CUARTIL	136'612	134'075	96'354
RANGO INTERCUARTIL	36'612	29'53	21'293
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	22'9179	17'2481	18'5348

BARRIO 400-3			
VARIABLE	JAVMERC	KRIVLOC	CTREP
TAMAÑO MUESTRAL	74	74	74
MEDIA	107'751	47'1001	38'9657
MEDIANA	106'088	46'4926	35'0924
DESVIACIÓN TÍPICA	30'615	12'5513	12'6291
MÍNIMO	45'675	25'2548	17'7576
MÁXIMO	185'625	79'2101	68'8324
RANGO	139'950	53'9553	51'0748
PRIMER CUARTIL	87'269	37'9177	31'2872
TERCER CUARTIL	130'075	52'9248	46'508
RANGO INTERCUARTIL	42'806	15'0071	15'2208
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	28'413	26'648	32'4109

BARRIO 400-3			
VARIABLE	CTREPKR	TREP	TREPKR
TAMAÑO MUESTRAL	74	54	54
MEDIA	39'476	40'1789	39'9709
MEDIANA	36'1707	39'4739	41'0595
DESVIACIÓN TÍPICA	9'7763	13'6086	10'8146
MÍNIMO	20'7511	22'0212	23'4148
MÁXIMO	60'2474	79'5958	67'4873
RANGO	39'4963	57'5746	44'0725
PRIMER CUARTIL	32'8022	29'9701	32'4062
TERCER CUARTIL	47'9482	49'2164	46'8926
RANGO INTERCUARTIL	15'146	19'2463	14'4864
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	24'7653	33'8699	27'0563

BARRIO 400-3			
VARIABLE	CP1	CP2	CP3
TAMAÑO MUESTRAL	74	74	74
MEDIA	0'0894312	0'24029	-0'238277
MEDIANA	0'166021	0'245054	-0'322827
DESVIACIÓN TÍPICA	1'2248	1'29917	1'10066
MÍNIMO	-2'70077	-3'23954	-2'6952
MÁXIMO	3'05161	3'82096	2'90777
RANGO	5'75238	7'0605	5'60297
PRIMER CUARTIL	-0'652326	-0'581747	-0'908835
TERCER CUARTIL	0'887074	0'99723	0'385653
RANGO INTERCUARTIL	1'5394	1'57898	1'29449
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	1369'55	540'668	461'923

BARRIO 400-4			
VARIABLE	ANTIGÜEDAD	CONSERVACIÓN	HABITAC
TAMAÑO MUESTRAL	131	131	131
MEDIA	7'98473	1'16794	4'20611
MEDIANA	4	1	4
DESVIACIÓN TÍPICA	10'5553	0'375247	1'39625
MÍNIMO	0	1	2
MÁXIMO	56	2	8
RANGO	56	1	6
PRIMER CUARTIL	1	1	3
TERCER CUARTIL	11	1	5
RANGO INTERCUARTIL	10	0	2
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	132'194	32'129	33'1957

BARRIO 400-4			
VARIABLE	AMPLITUD	ESPARC	SUP_C_VIV
TAMAÑO MUESTRAL	131	131	131
MEDIA	29'4677	0'435115	121'412
MEDIANA	28	0	120
DESVIACIÓN TÍPICA	6'86646	0'713596	44'2063
MÍNIMO	17'14	0	49
MÁXIMO	50	2	320
RANGO	32'86	2	271
PRIMER CUARTIL	24'5	0	90
TERCER CUARTIL	33	1	145
RANGO INTERCUARTIL	8'5	1	55
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	23'3016	164'002	36'4101

BARRIO 400-4			
VARIABLE	COEFEXTER	BAÑO PORDORM	DISTANCIA 2
TAMAÑO MUESTRAL	131	131	131
MEDIA	3'23862	0'584736	2497'11
MEDIANA	3'75	0'5	2362'36
DESVIACIÓN TÍPICA	1'13332	0'227101	1294'63
MÍNIMO	1	0'2	723'901
MÁXIMO	4	1	5746'64
RANGO	3	0'8	5022'74
PRIMER CUARTIL	3'5	0'4	1715'89
TERCER CUARTIL	4	0'666667	2637'7
RANGO INTERCUARTIL	0'5	0'266667	921'81
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	34'994	38'8382	51'8451

BARRIO 400-4			
VARIABLE	CAL_ZONA	CAL_UBICA	CAL_EDIF
TAMAÑO MUESTRAL	131	131	131
MEDIA	3'77863	3'67176	3'98473
MEDIANA	4	4	4
DESVIACIÓN TÍPICA	0'544766	0'560806	0'774445
MÍNIMO	3	3	2
MÁXIMO	5	5	5
RANGO	2	2	3
PRIMER CUARTIL	3	3	3
TERCER CUARTIL	4	4	5
RANGO INTERCUARTIL	1	1	2
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	14'417	15'2735	19'4353

BARRIO 400-4	
VARIABLE	CAL_VIV
TAMAÑO MUESTRAL	131
MEDIA	4'12977
MEDIANA	4
DESVIACIÓN TÍPICA	0'862884
MÍNIMO	2
MÁXIMO	5
RANGO	3
PRIMER CUARTIL	3
TERCER CUARTIL	5
RANGO INTERCUARTIL	2
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	20'8942

BARRIO 400-4			
VARIABLE	PRECIOM2C	KRIVMERC	CTVMERC
TAMAÑO MUESTRAL	131	131	131
MEDIA	145'149	145'405	102'566
MEDIANA	140'909	139'171	101'870
DESVIACIÓN TÍPICA	38'376	27'9025	17'873
MÍNIMO	76'667	95'6709	65'150
MÁXIMO	312'500	215'108	158'455
RANGO	235'833	119'437	93'305
PRIMER CUARTIL	121'053	129'058	88'221
TERCER CUARTIL	163'478	161'718	111'703
RANGO INTERCUARTIL	42'425	32'6595	23'482
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	26'439	19'1895	17'4261

BARRIO 400-4			
VARIABLE	JAVMERC	KRIVLOC	CTREP
TAMAÑO MUESTRAL	131	131	131
MEDIA	134'033	58'4065	51'7911
MEDIANA	130'454	51'9657	47'4376
DESVIACIÓN TÍPICA	35'104	20'7068	19'7058
MÍNIMO	52'360	23'1916	15'0724
MÁXIMO	257'813	103'774	133'711
RANGO	205'453	80'5823	118'639
PRIMER CUARTIL	112'556	43'9247	38'052
TERCER CUARTIL	151'250	72'4014	64'6884
RANGO INTERCUARTIL	38'694	28'4767	26'6364
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	26'1906	35'4529	38'0487

BARRIO 400-4			
VARIABLE	CTREPKR	TREP	TREPKR
TAMAÑO MUESTRAL	131	87	87
MEDIA	48'7191	57'4142	55'0281
MEDIANA	46'5902	57'0676	52'6707
DESVIACIÓN TÍPICA	11'4344	19'7132	14'6405
MÍNIMO	21'9685	15'7482	25'6104
MÁXIMO	85'698	104'997	97'4189
RANGO	63'7295	89'2488	71'8084
PRIMER CUARTIL	40'986	41'6535	45'9425
TERCER CUARTIL	57'0649	66'5459	61'3772
RANGO INTERCUARTIL	16'079	24'8924	15'4348
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	23'47	34'335	26'6055

BARRIO 400-4			
VARIABLE	CP1	CP2	CP3
TAMAÑO MUESTRAL	131	131	131
MEDIA	-1'50324	0'15821	-0'172408
MEDIANA	-1'68578	0'319596	-0'36263
DESVIACIÓN TÍPICA	1'45951	1'81819	1'45777
MÍNIMO	-4'98601	-3'38532	-2'67336
MÁXIMO	2'10179	6'03559	3'66401
RANGO	7'0878	9'42091	6'33737
PRIMER CUARTIL	-2'47701	-0'885898	-1'30501
TERCER CUARTIL	-0'681248	1'19004	0'58043
RANGO INTERCUARTIL	1'79576	2'07594	1'88544
COEFICIENTE DE VARIACIÓN	-97'0913	1149'22	-845'534