

**APLICACION DE LOS SISTEMAS DE  
INFORMACION GEOGRAFICOS RASTER AL  
ANALISIS DE COMPONENTES URBANOS.**

**Pere Joan BRUNET-ESTARELLAS  
Maurici RUIZ-PEREZ**

**Departament de Ciències de la Terra  
Universitat de les Illes Balears  
Ctra. Valldemossa, km. 7.5  
E-07071 Palma (Mallorca)**

**INTRODUCCION**

Como explicaba M. de Solà-Morales (1970), uno de los aspectos más interesantes del análisis de la ciudad es la identificación de la estructura y de las relaciones espaciales a partir de la definición previa de una serie de variables conformadoras, tanto a nivel físico como funcional.

En este sentido la aplicación de los Sistemas de Información Geográficos (SIG) al análisis y gestión de los espacios urbanos constituye una metodología potente y altamente eficaz. Sus posibilidades en el procesamiento de las variables georeferenciadas los convierten en un recurso técnico adecuado para el análisis de la estructura urbana.

La estructuración de la información espacial en los SIG habituales se ajusta a un formato vectorial (puntos, líneas, polígonos - Geometría Euclidea) o raster (unidades espaciales discretas poligonales -cuadrículas). En un ámbito de estudio urbano en que la precisión tiene una importancia decisiva y una proyección económica directa, es común el empleo de SIGs vectoriales: aplicaciones catastrales, gestión de

infraestructuras (luz, gas, electricidad, teléfono, alcantarillado, circulación, etc).

Los SIGs raster se utilizan preferentemente en estudios sobre áreas naturales o espacios rurales en que la escala y la precisión pierde cierta importancia. Así mismo su empleo es común en la gestión de información procedente de sensores remotos (teledetección).

En esta comunicación resumiremos los resultados de la aplicación de un SIG raster a la ciudad de Palma de Mallorca. El proceso consistió en la creación y posterior explotación de un Banco de Datos georeferenciado con distintas variables del medio urbano palmesano.

El estudio que se presenta se planteo inicialmente con una orientación puramente pedagógica, pretendiendo aportar al alumno una experiencia en el empleo de SIGs y una perspectiva distinta del espacio urbano. Dado el interés suscitado, en la actualidad el proyecto se contempla como un primer ensayo metodológico con gran interés y posibilidades.

Los **objetivos** del estudio :

**1. Pedagógicos.**

\* Contribuir mediante un ejemplo práctico al conocimiento de los SIG y los procedimientos de tratamiento de información georeferenciada.

\* Aportar una visión diferente del espacio urbano.

**2. Metodológicos.**

\* Aportar una experiencia metodológica en el

**empleo de SIG raster sobre espacios urbanos.**

\* Determinar el grado de adecuación, precisión y posibilidades operativas de la información urbana con estructura raster.

### **3. Descriptivos :**

\* Contribuir al conocimiento de la estructura urbana de Palma de Mallorca.

\* Cartografía y análisis de un conjunto de variables físicas y funcionales de la ciudad y creación de un Banco de Datos Territorial abierto de Palma, siendo susceptible de posteriores ampliaciones y procesamientos.

## **METODOLOGIA**

El estudio se ha desarrollado en dos fases : una inicial informativa ,en la cual se estableció el ámbito geográfico de actuación, se seleccionaron las variables a inventariar y se procedió al cartografiado de las mismas, y una fase posterior de análisis, que corresponde propiamente a la creación, gestión y expresión del Banco de Datos Territorial de Palma.

### **Fase de Información**

#### **Ambito de Actuación- Escala y unidad de georeferenciación**

Se identificó el area objeto de estudio, que corresponde propiamente al núcleo urbano de Palma de Mallorca y se seleccionó la cartografía topográfica de base. Concretamente se utilizó la cartografía UTM escala 1:5.000 confeccionada por EMISA ( Empresa Municipal de Informática) a partir de fotografía aerea

(14/IX/88). El area urbana a estudiar se encuentra comprendida en las hojas C2-D2 (UTM 467500/472000,378000/382500).

Sobre esta base cartográfica se superpuso una malla de cuadrículas (125x125 metros) fruto de la subdivisión de la referencia UTM en 16 unidades homogéneas. Se obtuvo de esta forma una red de 1017 teselas de 15.625 m<sup>2</sup>. que fundamentará la georeferenciación del Banco de Datos raster a generar.

### **Selección de variables**

Las variables analizadas en el estudio se integran en dos grandes grupos: las físicas o urbanísticas y las funcionales. Los distintos estudios desarrollados sobre estructura urbana se han interesado de una manera especial por las segundas, intentando descubrir la complementariedad de actividades entre sí, o el caracter excluyente de unas respecto a las otras. Para el estudio social de la areas urbanas y de su clasificación se ha venido utilizando con cierta profusión en las dos últimas décadas el análisis factorial, mediante el que se ha intentado simplificar y reducir la realidad a partir de la discriminación de variables.

En nuestro caso se ha prestado especial atención a una serie de variables físicas o patrones urbanísticos, por el interés que tiene en la localización de actividades y usos de la ciudad las características físicas de la trama viaria urbana.

En este sentido se ha intentado romper con el criterio isomórfico de muchos trabajos de geografía urbana que tienden basicamente a localizar actividades y establecer zonificaciones sin tener en cuenta que la diferente trama urbana impone tanto restricciones como ventajas a la localización. No es difícil tomar conciencia

de que de los tres componentes básicos de la estructura interna de la ciudad (planta, estilo arquitectónico y función), el primero "ofrece la anomalía de ser uno de los aspectos más antiguos y mejor conocidos de la Geografía urbana y al mismo tiempo, aquel en que, comparativamente menos se ha progresado (CARTER, 1987, p.202 ).

### **Variables físicas o urbanísticas**

Son los componentes que constituyen el soporte físico de la ciudad, a partir del que se estructuran los procesos de localización y la actividad. Las dos grandes unidades básicas de observación en este trabajo han sido el espacio edificado y el libre (no edificado, plazas, áreas marginales,...), definiéndose claramente en éste el sistema viario. Respecto a este último, se han referenciado en cada cuadrícula los siguientes datos:

1. Longitud de la red viaria.
2. Superficie „ „ „
3. Número de cruces
4. Número de arcos confluyentes

El hecho de referenciar estas variables a una cuadrícula y no a unidades territoriales administrativas está justificado precisamente por el carácter frontera que tiene el sistema viario en la definición de las mismas y configurar por ellas mismas nuevas unidades de referencia susceptibles de ser definidas mediante un sistema reticular.

### **Variables funcionales**

Se ha caracterizado cada cuadrícula de la malla a partir de ciertas categorías de establecimientos o actividades desarrolladas en su interior (Banca, escuelas, consultorios médicos, joyerías, etc),



seleccionadas a partir de un criterio inicial de que su distribución conformaría sectores bien definidos en la ciudad, o por el contrario definirían un tipo de estructura de acompañamiento de tipo difuso, coincidiendo con el desarrollo urbanístico de la ciudad y de unos ratios de equipamiento mínimos.

### **Inventariación cartográfica**

La elaboración de los mapas consistió en la determinación de las variables seleccionadas para cada una de las cuadrículas de la malla urbana establecida.

Inventariación de Variables físicas : Longitud red viaria (escalímetro), Superficie red viaria (Planímetro), Número de cruces (conteo), Número de arcos confluyentes (conteo).

Inventariación de Variables funcionales: El sistema consistió en la búsqueda en diversas fuentes de la localización de las distintas actividades (Guía telefónica, guía de teléfonos, guías de servicios, etc) y en su referenciación en el mapa. Posteriormente se contabilizó en cada casilla

### **Fase de Análisis**

Puesto que el objetivo fundamental del estudio es el pedagógico, se ha considerado adecuado el empleo de varios programas informáticos compatibles en la transferencia de información. Concretamente para el desarrollo del estudio se ha utilizado el SIG raster SEBOT ("Software Específico para el desarrollo de Proyectos de Ordenación Territorial" - Copyright 1988 M. Ruiz) y el paquete estadístico SPSS+PC.

La conformación del SIG del medio urbano palmesano se desarrolló en distintas fases:

## 1. Creación del Banco de Datos.

Se procedió a la configuración de la estructura del BD, especificando las características de las variables que contendría el archivo base (nombre, tipo, dimensión, etc).

Posteriormente se adecuó el fichero a las características del territorio objeto de estudio. Para ello se generó una malla de cuadrículas georeferenciadas que abarcan toda el area a analizar. (En total se obtuvieron 1017 cuadrículas de 125x125 m.)

Tras esto, se digitalizaron los mapas elaborados y se fueron introduciendo progresivamente en el BD.

2. Cartografiado de variables. Una vez se dispuso del BD establecido, se procedió a la expresión cartográfica de los factores considerados.

Finalmente se aplicó al BD una serie de procesamientos estadísticos simples, con objeto de identificar comportamientos y relaciones entre las variables y proporcionar al alumno un mayor conocimiento de la estructura urbana de Palma.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Desde una observación puramente empírica de la ciudad de Palma, se observan con cierta facilidad distintas magnitudes zonales de las variables físicas que responden a una diversificación de la textura de la ciudad y a las diferentes situaciones de su desarrollo. En términos generales podemos establecer la distribución de las variables de la siguiente manera :

	Longitud red viaria	Superficie red viaria	Núm cruces	Num arcos
Casco antiguo	***	*	***	***
Ensanche	**	**	**	**
Grandes arterias	**	***	**	**
Autovías	*	***	*	*
Autopistas	*	***	-	-
Zonas suburbanas	*	*	*	*

\* - poco importante    \*\* - importante    \*\*\* - Muy importante)

En cada ámbito la combinación de las variables físicas induce a pensar que definieran distintas rentas de situación que serán valoradas a la hora de definir una estrategia de localización.

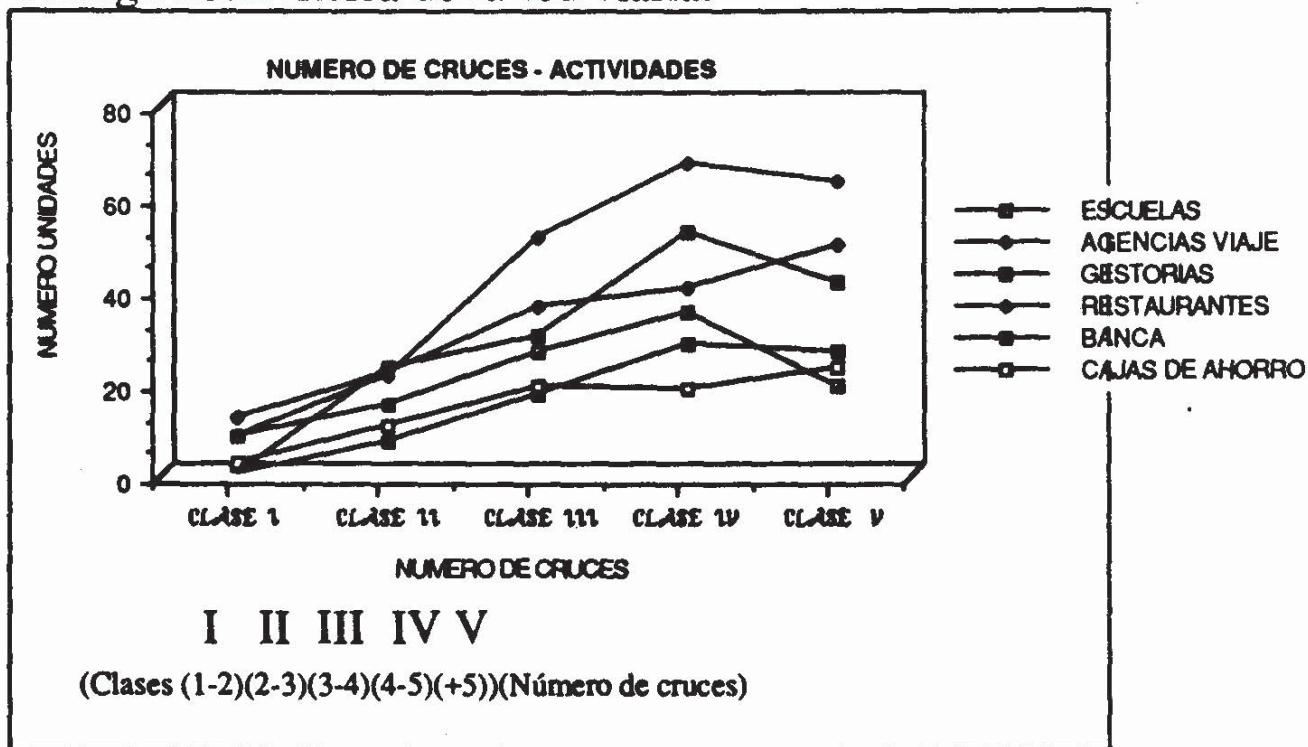
En una primera fase del estudio se procedió al cruzamiento de las cuatro variables urbanísticas. Los resultados confirmaron la dependencia entre las variables Long.red viaria-Num. cruces - Num. arcos confluientes; quedando desvirtuada la variable Superficie de viario por el efecto que genera en la trama urbana la presencia de grandes ejes viarios tipo autovía y especialmente las autopistas.



## MATRIZ DE CORRELACION

	Longitud red viaria	Superf. red viaria	Núm cruces	Núm arcos
Longitud red viaria	1	0.6974	0.8052	0.8291
Sup. red viaria	0.6974	1	0.4462	0.4843
Número cruces	0.8052	0.4462	1	0.9371
Número arcos	0.8291	0.4843	0.9371	1

Asimismo, es posible encontrar un rango de preferencias en la estructuración de la red viaria para cada una de las variables funcionales definidas. De esta forma, la distribución de las diferentes actividades consideradas se establece sobre una determinada configuración física de la red viaria.

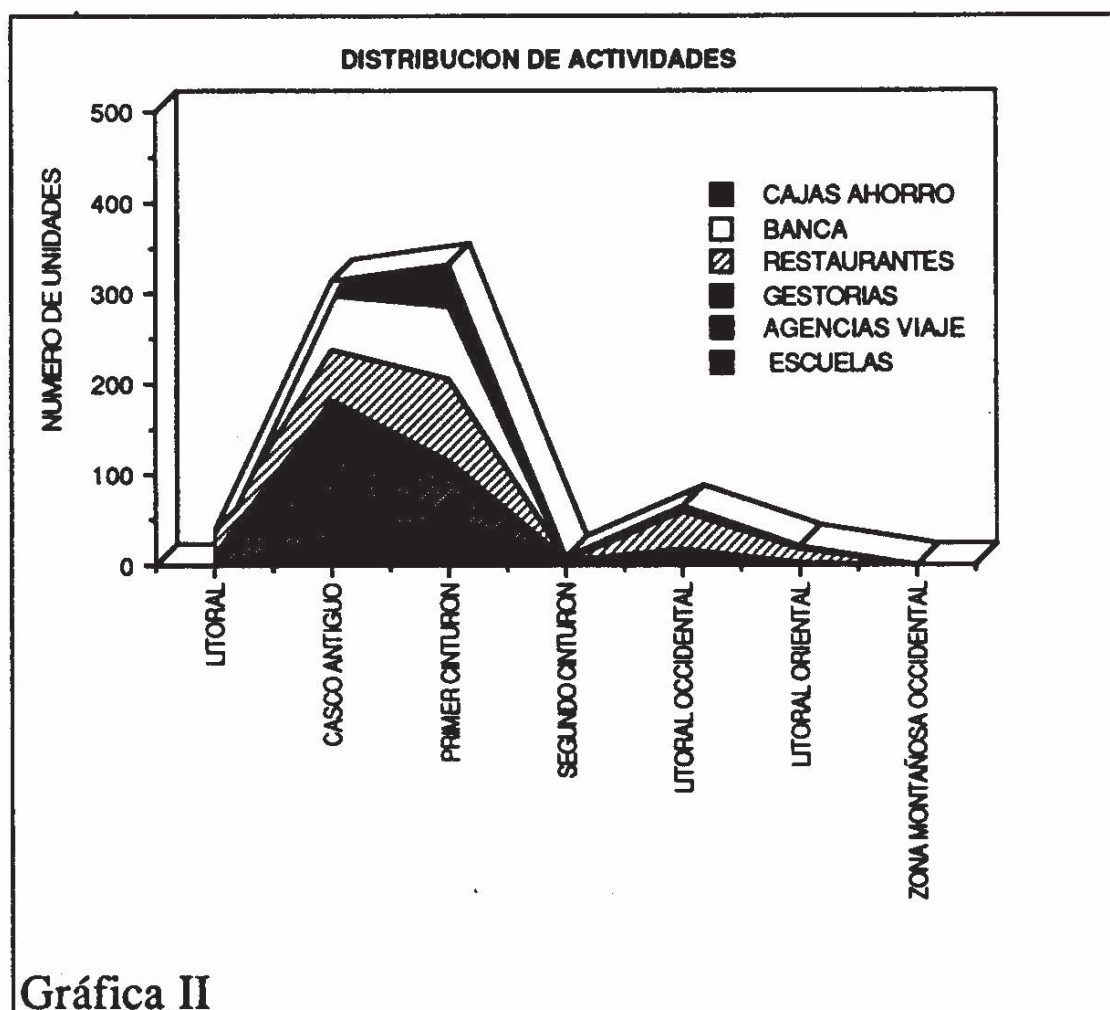


En la gráfica anterior se observa como la Banca posee una preferencia por las clases elevadas de la

variable Número de cruces, sin embargo, sufre un descenso en la última clase. Mayor significación proporciona la curva de las agencias de viaje que experimenta un progresivo incremento hacia las clases superiores. Estos comportamientos se explican por preferencias puntuales de estas actividades por unas determinadas características de la red viaria.

Otra de las posibilidades que ha ofrecido el estudio es el análisis de la distribución de las distintas variables funcionales inventariadas en la ciudad de Palma.

En la gráfica II, se observa el número de actividades detectadas en distintas zonas de Palma, según una división en grandes áreas. Se manifiesta un claro predominio de las áreas centrales (casco antiguo-



primer cinturón) para sufrir un fuerte descenso a partir del segundo cinturón.

El estudio ha demostrado la gran dificultad que presenta el empleo de unidades territoriales regulares en el ámbito urbano. A pesar de ello, abre un interesante campo de experimentación en este área. De esta forma se tiene previsto en años próximos, continuar en la línea de completar el BD urbano y en el análisis de variables urbanísticas y funcionales.

### AGRADECIMIENTOS

No habría sido posible el desarrollo de la experiencia comentada sin la colaboración del grupo de alumnos de quinto curso de Geografía del curso 1989-1990. cuyo dedicación y entusiasmo ha permitido su realización.



## REFERENCIAS

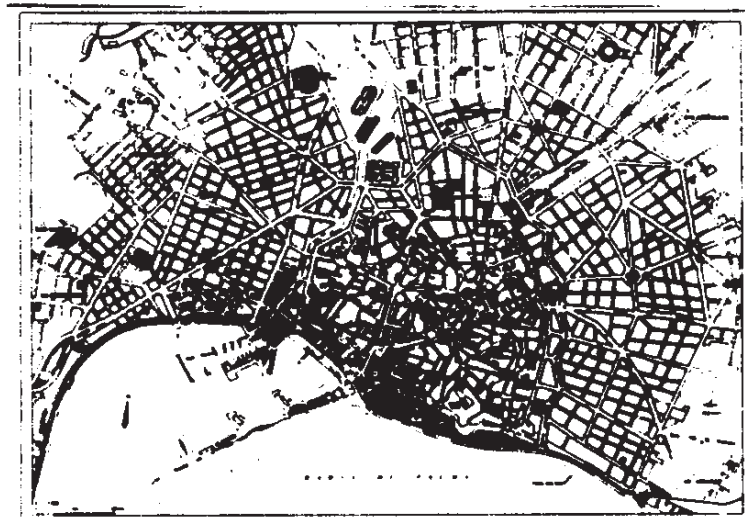
CARTER, H. (1970). " El estudio de la Geografía Urbana". IEAL. Nuevo Urbanismo 39. Madrid.

CEBRIAN, J.A.; MARK, D. (1986). " Sistemas de Información Geográfica. Funciones y Estructuras de Datos". Estudios Geográficos n. 14, pp. 277-299.

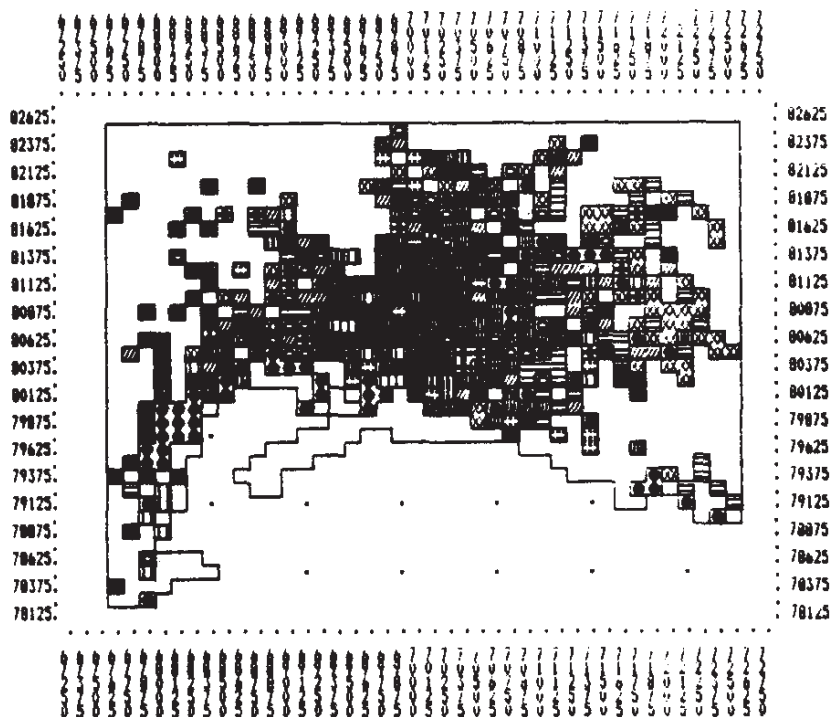
MARBLE, D. F.; AMUNDSON, S.E. (1988). " Microcomputer-based geographic information systems and their role in urban and regional planning". Environment and Planning B; Planning and Design, volume 15, pp. 305-324.

SOLA-MORALES RUBIO, M. (1970). "Factorialización de las características de un area suburbana. Revista de Geografía núm. 1, vol. IV. Barcelona.

WALSH, Stephen J. (1988). " Geographic Information Systems. An Instructional tool for Earth Science Educators". Journal of Geography. January-February.



## 1. Mapa de Palma



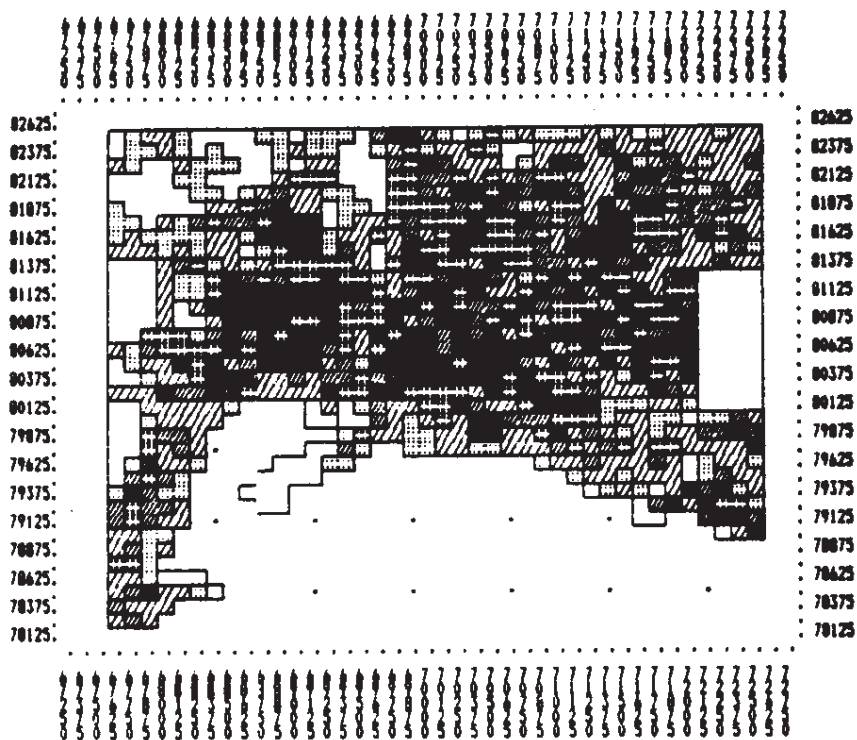
**TERMINO MUNICIPAL DE PALMA DE MALLORCA**

LEYENDA	Freq. absol.	Porcentaje	histograma
- ES AC INSTITUTOS	540	- 53 %	[Bar chart: 540]
- RETGES	21	- 2 %	[Bar chart: 21]
- AGENCIAS VIAJE	158	- 15 %	[Bar chart: 158]
- GESTORIAS	18	- 1 %	[Bar chart: 18]
- TALL MECANICOS	6	- 0 %	[Bar chart: 6]
- TALL MECANICOS	48	- 4 %	[Bar chart: 48]
XXXX - CARPINTERIAS	52	- 5 %	[Bar chart: 52]
●●● - RESTAURANTES	63	- 6 %	[Bar chart: 63]
▲▲▲ - ABOGADOS	0	- 0 %	[Bar chart: 0]
X X X - HOSTALES	0	- 0 %	[Bar chart: 0]
..... - DELEGACIONES	15	- 1 %	[Bar chart: 15]
- HOSPITALES	5	- 0 %	[Bar chart: 5]
- IMPRENTAS	0	- 0 %	[Bar chart: 0]
- RELOJERIAS	12	- 1 %	[Bar chart: 12]
- JOYERIAS	10	- 0 %	[Bar chart: 10]
- LIBRERIAS	9	- 0 %	[Bar chart: 9]
- PERFUMERIAS	18	- 1 %	[Bar chart: 18]
- BANCOS	28	- 2 %	[Bar chart: 28]
- CAJAS DE AHORRO	34	- 3 %	[Bar chart: 34]

© S.E.P.O.T. Copyright Mauricio Ruiz 1988. ©

## 2. Mapa de distribución de actividades





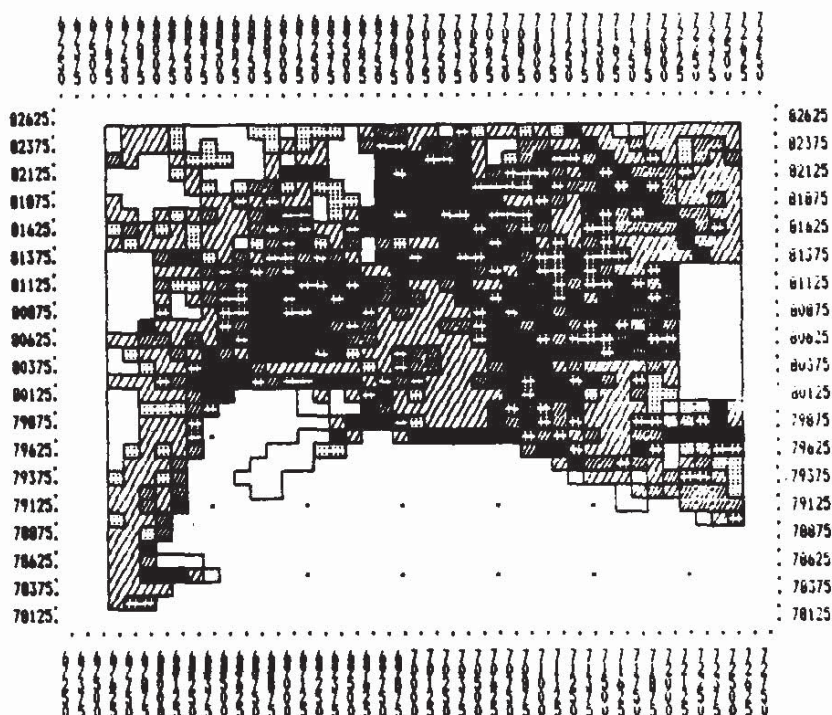
*TERMINO MUNICIPAL DE PALMA DE MALLORCA  
LONGITUD VIARIA*

LEYENDA	Freq. absol.	Porcentaje	Histograma
- CLASE I	161	- 15 %	
- CLASE II	126	- 12 %	
- CLASE III	245	- 24 %	
- CLASE IV	120	- 11 %	
- CLASE V	171	- 16 %	
- CLASE VI	116	- 11 %	
- CLASE VII	80	- 7 %	

I S.E.P.O.T. Copyright Mauricio Ruiz 1988. I

### 3. Mapa digital Longitud de la red viaria

- Clase I - 0 m2.
- Clase II - 0 - 130 m.
- Clase III - 130 - 270 m.
- Clase IV - 270 - 330 m.
- Clase V - 330 - 400 m.
- Clase VI - 400 - 470 m.
- Clase VII - + 470 m2.



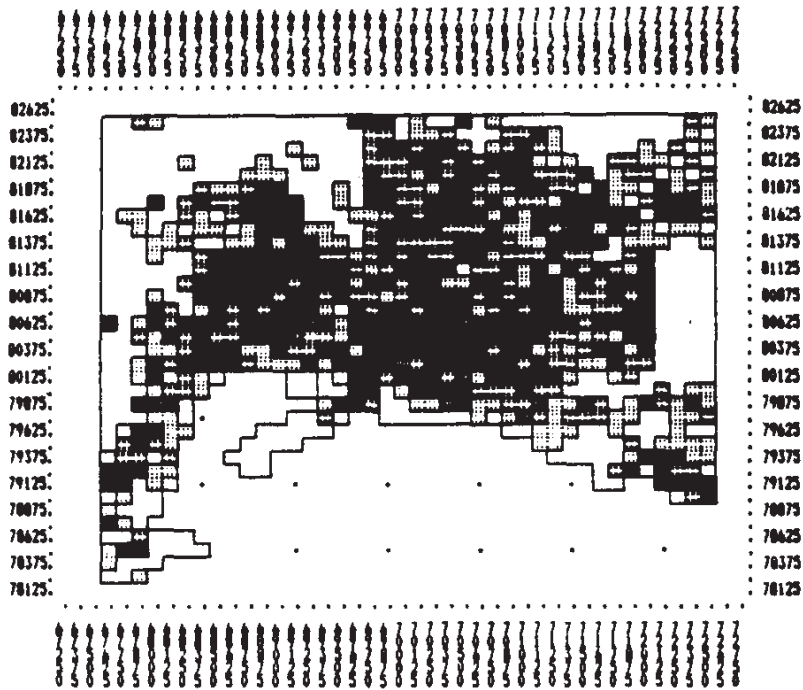
**TERMINO MUNICIPAL DE PALMA**  
**SUPERFICIE VIARIA**

LEYENDA	Freq. absol.	Porcentaje	histograma
- CLASE I	161	- 15 %	
- CLASE II	79	- 6 %	
- CLASE III	203	- 27 %	
- CLASE IV	132	- 12 %	
- CLASE V	140	- 13 %	
- CLASE VI	100	- 10 %	
- CLASE VII	123	- 12 %	

# S.E.P.O.T. Copyright Narciso Ruiz 1988. #

#### 4. Mapa digital Superficie red viaria

- Clase I - 0 m2.
- Clase II - 0 - 1000 m2.
- Clase III - 1000 - 3000 m2.
- Clase IV - 3000 - 4000 m2.
- Clase V - 4000 - 5000 m2.
- Clase VI - 5000 - 6000 m2.
- Clase VII - + 6000 m2.



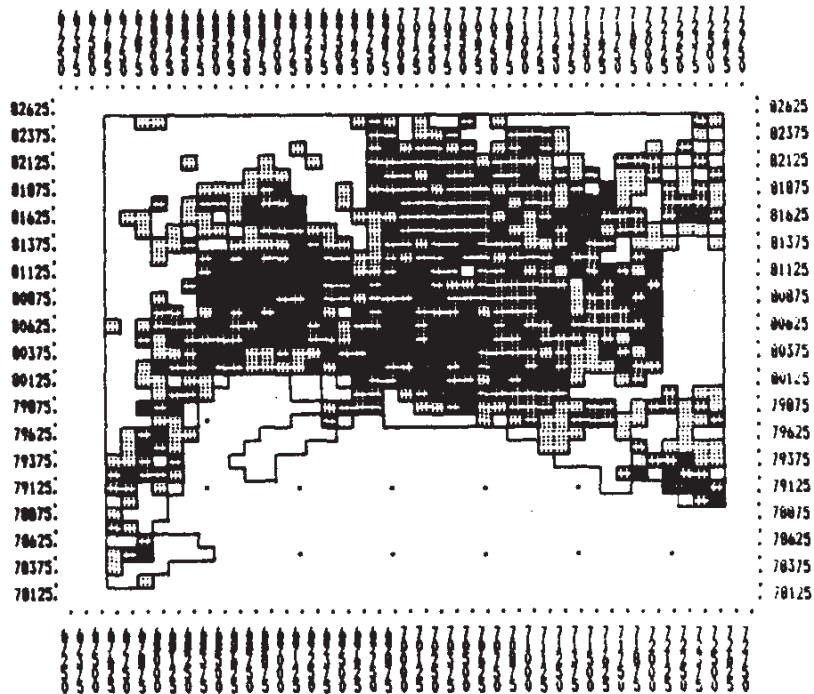
*TERMINO MUNICIPAL DE PALMA  
NUMERO DE CRUCES*

LEYENDA	Freq. absol.	Porcentaje	Histograma
- CLASE I	353	- 34 %	
- CLASE II	171	- 16 %	
- CLASE III	171	- 16 %	
- CLASE IV	192	- 18 %	
- CLASE V	130	- 12 %	

*© S.E.P.O.T. Copyright Mauricio Ruiz 1988. ©*

### 5. Mapa digital Número de cruces por cuadrícula

- Clase I - 0
- Clase II - 0 - 2
- Clase III - 1 - 4
- Clase IV - 4 - 8
- Clase V - + 8



*TERMINO MUNICIPAL DE PALMA DE PALMA*  
*NUMERO DE ARCOS*

LEYENDA	Freq. absol.	Porcentaje	Histograma
- CLASE I	354	- 34 %	
- CLASE II	200	- 19 %	
- CLASE III	285	- 28 %	
- CLASE IV	105	- 10 %	
- CLASE V	73	- 7 %	

© S.E.P.O.T. Copyright Mauricio Ruiz 1990. ©

## 6. Mapa digital Número de arcos confluyentes por cuadrícula

Clase I - 0  
 Clase II - 0 - 6  
 Clase III - 6 - 12  
 Clase IV - 12 - 16  
 Clase V - + 16