

**(RE-)VISITANDO GARCÍA FARIA:UN ESTUDIO
DE LOS FACTORES ESPACIALES Y
MEDIOAMBIENTALES DE LA MORTALIDAD EN
LA BARCELONA DE FINALES DEL SIGLO XIX**

Joaquín Recaño
Albert Esteve



Centre d'Estudis Demogràfics

**(RE-)VISITANDO GARCÍA FARIA: UN ESTUDIO
DE LOS FACTORES ESPACIALES Y
MEDIOAMBIENTALES DE LA MORTALIDAD EN
LA BARCELONA DE FINALES DEL SIGLO XIX**

Joaquín Recaño
Albert Esteve

295

Centre d'Estudis Demogràfics

2006

RECAÑO, Joaquín; ESTEVE, Albert.- **(Re-)visitant García Faria: Un estudi dels factors espacials i mediambientals de la mortalitat a la Barcelona de finals del segle XIX.**

Resum.- En aquest article s'analitza la mortalitat a la ciutat de Barcelona a finals del segle XIX (1880-1889). Amb l'objectiu d'identificar el grau d'autocorrelació espacial i l'associació de la mortalitat amb diferents variables explicatives, s'han utilitzat diferents tècniques estadístiques d'anàlisi espacial i de regressió múltiple que permeten establir la influència de factors ambientals i espacials en les causes de mort dels 53 barris que conformaven la ciutat de Barcelona a finals del segle XIX. Les dades de mortalitat provenen de la recopilació del Registre Civil, realitzada per l'enginyer civil Pedro García Faria, en la seva proposta per estendre el sistema de clavegaram a la ciutat. La mortalitat de Barcelona mostra diferències significatives per barris i una elevada associació espacial en algunes causes de mort, entre les que destaquen les malalties transmeses per l'aigua i els aliments, especialment la gastroenteritis. La qualitat de l'entorn urbà ha demostrat tenir una més alta capacitat explicativa de les diferències en la mortalitat per barris que la que ofereix la variable densitat. La solidesa dels models de regressió de la mortalitat creix significativament quan es considera el retard espacial de la causa de mort.

Paraules clau: Estadística espacial. Mortalitat urbana. Causes de mort. Barcelona. Segle XIX.

RECAÑO, Joaquín; ESTEVE, Albert.- **(Re-)visitando García Faria: Un estudio de los factores espaciales y medioambientales de la mortalidad en la Barcelona de finales del siglo XIX**

Resumen.- En este artículo se analiza la mortalidad de la ciudad de Barcelona a finales del siglo XIX (1880-1889). Con el objetivo de identificar el grado de autocorrelación espacial y la asociación de la mortalidad con diferentes variables explicativas, se han empleado diferentes técnicas estadísticas de análisis espacial y de regresión múltiple que permiten establecer la influencia de factores ambientales y espaciales en las causas de muerte de los 53 barrios que constituían la ciudad de Barcelona a finales del siglo XIX. Los datos de mortalidad proceden de la recopilación del Registro Civil, realizada por el ingeniero civil Pedro García Faria en su propuesta para extender el sistema del alcantarillado en la ciudad. La mortalidad de Barcelona muestra diferencias significativas por barrios y una elevada asociación espacial en algunas causas de muerte, entre las que destacan las enfermedades transmitidas por el agua y los alimentos, y especialmente la gastroenteritis. La calidad del entorno urbano ha demostrado tener una mayor capacidad explicativa de las diferencias en la mortalidad por barrios que la que ofrece la variable densidad. La robustez de los modelos de regresión de la mortalidad crece significativamente cuando se considera el retardo espacial de la causa de muerte.

Palabras clave: Estadística espacial. Mortalidad urbana. Causas de muerte. Barcelona. Siglo XIX.

RECAÑO, Joaquín; ESTEVE, Albert.- **Garcia Faria Revisited: An study of spatial and enviromental factors of mortality in Barcelona during late XIXth**

Abstract.- This paper explores mortality patterns in the city of Barcelona at the end of the nineteenth century (1880-1889). We use spatial statistics and regression analysis to examine the degree of spatial autocorrelation and explanatory factors (spatial and environmental) associated with a selection of mortality causes. Data come from the compilation prepared by civil engineer Pedro García Faria using data from the Vital Statistics register to demonstrate the need to extend the sewage system in Barcelona, given the relationship between lack of sewage and high mortality rates. Data are organized in 53 districts. Results shows that, first, the mortality of Barcelona varies significantly by district and presents a high degree of spatial association for certain mortality causes, specifically among water and food transmitted diseases, such as 'gastroenteritis'. Second, differences between districts are better explained by the quality of the environment than by the population density. In addition, the regression models perform significantly better when the spatial lag of the dependent variable is taken into account.

Key words: Spatial statistics. Urban mortality. Causes of Death. Barcelona. XIXth.

RECAÑO, Joaquín; ESTEVE, Albert.- **Revisitant Garcia Faria: Une étude des facteurs spatiaux et d'environnement de la mortalité à Barcelonne à la fin du XIX siècle.**

Résumé.- Dans ce travail, on analyse la mortalité de Barcelone à la fin du XIXe siècle (1880-89). L'objectif est d'identifier le degré d'autocorrélation spatiale et l'association de la mortalité avec différentes variables explicatives. Pour cela on emploie différentes techniques de statistique spatiale et de régression multiple qui permettent d'établir l'influence de facteurs d'environnement et spatiaux sur la mortalité urbaine, séparée par cause de décès et pour les 53 quartiers de la ville de Barcelone à la fin du XXe siècle. Les données de mortalité proviennent de la recompilation du registre civil réalisée par l'ingénieur civil Pedro Garcia Faria, dans le cadre de sa proposition pour étendre le système de tout-à-l'égout de la ville. La mortalité de Barcelone montrait alors des différences significatives selon les quartiers, et une association spatiale élevée pour certaines causes de décès, entre lesquelles se détachent les maladies transmises par l'eau et les aliments, en particulier la gastroentérite. D'autre part, la qualité de l'environnement urbain a un pouvoir explicatif des différences de mortalité entre quartiers plus important que la variable densité. La robustesse des modèles de régression de la mortalité croît de façon significative quand on considère le décalage spatial de la variable expliquée.

Mots-clefs: statistique spatiale, mortalité urbaine, causes de décès, Barcelone, XIXe siècle.

(RE-)VISITANDO GARCÍA FARIA: UN ESTUDIO DE LOS FACTORES ESPACIALES Y MEDIOAMBIENTALES DE LA MORTALIDAD EN LA BARCELONA DE FINALES DEL SIGLO XIX*

Joaquín Recaño Valverde¹
Albert Esteve Palos²

1.- Introducción.

En las últimas décadas, la teoría de la transición epidemiológica (Omran, 1971), con su especial atención al estudio de las causas de muerte, se ha convertido en el paradigma dominante en la investigación de la evolución de la mortalidad, situación a la que no es ajena España³. En el mismo lapso de tiempo, los estudios desarrollados en España han conocido un gran impulso, que refleja, en parte, la continuación de una larga tradición⁴. Se dispone en la actualidad de una nutrida información sobre aspectos muy variados del fenómeno, entre ellos un abundante número de series parroquiales de mortalidad, deudoras del imprescindible análisis de la cronología e intensidad de las crisis de mortalidad llevado a cabo por Vicente Pérez Moreda (1980). Conocemos razonablemente bien los niveles de mortalidad del pasado expresados a través de la mortalidad infantil y de la esperanza de vida en diferentes escalas geográficas españolas, tanto regionales como urbanas y rurales (Dopico y Reher, 1998; Gómez Redondo, 1992; Sanz Gimeno y Ramiro Fariñas, 1997; Reher, 2001; Muñoz Pradas, 2005a y 2005b). A todo ello hay que sumar una reflexión crítica sobre la clasificación

* Una primera versión de este trabajo fue presentada en la sesión L1: Historical Demography–Western Europe de la European Population Conference, Warsaw 2003. El presente artículo se ha realizado en el marco del proyecto BSO2000-0477- *Población y migraciones en Cataluña. Estudio territorial, histórico y prospectivo*, financiado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología. Programa Nacional de Promoción General del Conocimiento. Plan Nacional I+D+I 2000-2003. Queremos agradecer la inestimable ayuda que supuso la colaboración de Angels Torrents en la localización y vaciado de la información en las primeras fases de este estudio, así como a Xavier Franch por su asesoramiento estadístico. Los autores agradecen las críticas realizadas por dos evaluadores anónimos que han permitido una mejora del texto inicialmente presentado.

¹ Investigador del Centro de Estudios Demográficos y profesor asociado del Departamento de Geografía de la Universidad Autónoma de Barcelona. E-mail: joaquin.recano@uab.es

² Investigador Ramón y Cajal del Centro de Estudios Demográficos. E-mail: aesteve@ced.uab.es

³ Este enfoque ha gozado de un notable divulgador en la influyente obra, no exenta de polémica, de Thomas Mckeown (1978 y 1990), quien ha abordado el declive de la mortalidad desde el análisis de la relación entre las enfermedades infecciosas y el nivel de nutrición, y por otra parte se ha beneficiado de una profunda renovación metodológica en los sistemas de clasificación de las causas de muerte (Vallin y Mesle, 1988) que ha generado una eclosión de estudios históricos sobre la materia.

⁴ En esta tradición destacan los trabajos pioneros, entre otros, de Revenga (1904), Hauser (1913), Pascua (1934), Arbelo Curbelo (1962) y Nadal (1992)

de defunciones por causas de muerte (Bernabeu, 1993; Bernabeu, Ramiro, Sanz y Robles, 2003) y el análisis de la evolución de los determinantes sanitarios y económicos de las causas de defunción (Bernabeu Mestre y López Piñero, 1987; Reher y Sanz Gimeno, 2000). En lo que se refiere a este último aspecto, buena parte de los estudios todavía se limitan al análisis de cifras e indicadores nacionales, sin disponer de datos suficientes a escala regional, provincial o local que permitan la verificación de hipótesis sobre los factores determinantes en el proceso, especialmente los relacionados con el contexto medioambiental.

En efecto, la teoría de la transición epidemiológica ha dotado al espacio de un escaso valor explicativo. Pese a la introducción incipiente del tratamiento cartográfico y geográfico de la mortalidad (Marshall, 1991), por ejemplo, en la geografía de las epidemias (Haggett, 2000), los atlas de mortalidad de Woods y Shelton (1997) para la Inglaterra victoriana y de Benach y otros (2001) para España⁵; la disponibilidad de datos territoriales no ha ido acompañada, generalmente, de un estudio de las relaciones espaciales que existen entre éstos. La información geográfica sobre mortalidad constituye habitualmente una distribución estadística a la cual se le aplican diferentes técnicas de análisis multivariante: componentes principales, análisis de conglomerados y/o técnicas de regresión múltiple, considerando cada unidad territorial como un ente independiente de observación.

En este sentido, en este trabajo introducimos las técnicas de análisis espacial que ayudan a hacer evidentes asociaciones en el espacio que no son inmediatamente obvias⁶, superando las limitaciones de la estadística clásica que se comentan en el apartado metodológico. La estadística espacial no trata las unidades de análisis como entes aislados sino como piezas de una estructura territorial en la cual se establecen relaciones de vecindad⁷.

En este artículo se analiza la mortalidad de la ciudad de Barcelona a finales del siglo XIX (1880-1889). El objetivo principal que perseguimos es incorporar el análisis espacial a los estudios demográficos y, especialmente, a aquéllos que abordan el análisis de la mortalidad por causas. Para ello hemos recuperado una investigación clásica del

⁵ Véase al respecto la numerosa bibliografía citada en este trabajo

⁶ Recuperamos el espíritu de los trabajos iniciales de Snow sobre la mortalidad por cólera en la ciudad de Londres (Snow, 1855; McLeod, 2000).

⁷ Este tipo de enfoque es similar al que supone la introducción del concepto de *clustering death* en el estudio de la mortalidad infantil (Das Gupta, 1997).

siglo XIX, la que efectuó el ingeniero civil Pedro García Faria, para someterla al tamiz del análisis espacial con la intención, tanto de refrendar sus resultados como de obtener nuevas conclusiones⁸. Se trata, en suma, de identificar la asociación de la mortalidad con diferentes variables explicativas. Para ello se han empleado distintas técnicas estadísticas de análisis y de regresión espacial, éstas permiten cuantificar la influencia de determinados factores, entre ellos la densidad y la calidad urbana, en las causas de muerte registradas en los 53 barrios que constituyen la ciudad de Barcelona a finales del siglo XIX.

La escala local representa la dimensión ideal del espacio donde son identificables de forma más clara las relaciones entre medio y mortalidad, y es, por lo tanto, la más apropiada para este tipo de análisis. Además, Barcelona constituye un espacio urbano muy heterogéneo con una notable dimensión demográfica para que los indicadores calculados tengan la suficiente significación estadística.

A los temas anteriormente reseñados, nos proponemos añadir el análisis de la estructura urbana de la mortalidad por causas, subrayando su extrema variedad interna, y sometiendo algunas de las tesis dominantes, especialmente las que adjudican a la densidad un papel significativo en los niveles de mortalidad, al escrutinio de diferentes modelos estadísticos y espaciales. Sin olvidar, que el objetivo último de este artículo es plantear la introducción de los métodos de análisis espacial en la demografía, sin adjetivos, a través de un ejemplo: la mortalidad por causas en la escala local, mostrando el valor añadido que este enfoque procura a los estudios de población.

En este contexto, las preguntas/hipótesis de investigación que se plantean son tres: En primer lugar, ¿Está asociada espacialmente la mortalidad o más bien existe independencia espacial?; En segundo lugar, ¿Tienen todas las causas de muerte un comportamiento espacial análogo?; y finalmente, ¿Qué factores contextuales explican las diferencias intraurbanas de mortalidad?

La Barcelona de finales del siglo XIX con su elevada mortalidad y su extrema variedad de niveles de mortalidad constituye un espacio privilegiado para la evaluación de las hipótesis planteadas.

⁸ Los datos de García Faria recogidos casa por casa y sintetizados posteriormente por barrios de distrito, constituyen una excelente radiografía de la mortalidad barcelonesa.

2. Fuentes y metodología

2.1. Fuentes de información y manipulación de los datos

Los datos empleados en este trabajo proceden del vaciado exhaustivo que realizó el ingeniero Pedro García Faria de la información sobre mortalidad compilada en el registro civil de Barcelona para el período 1880-1889 y que fue publicada en su *Proyecto de Saneamiento del Subsuelo de Barcelona* en 1893⁹.

La información recogida por García Faria se subdivide en dos grandes bloques (cuadro 1): el primero dedicado a los datos de mortalidad, de carácter numérico y el segundo a las condiciones generales de la vivienda y el contexto medio ambiental, que han sido sistematizadas a partir de la valoración cualitativa que García Faria hacía de cada barrio.

Cuadro 1 Estructura de la información suministrada por el ingeniero García Faria en 1893

Datos de mortalidad	Condiciones generales de la vivienda
Total	Status
Mortalidad evitable	Condiciones de salud
Mortalidad no evitable	Canalización
Causas de muerte	Condiciones generales de la urbanización
Cólera	Antigüedad de las calles
Viruela	Ventilación
Sarampión	Luz solar
Difteria	Ancho de las calles
Bronquitis	Trazado
Tífus	Condiciones higiénicas y de la urbanización
Apoplejía	Subsuelo
Cardiopatías	Filtraciones
Pulmonía	Humedad
Gastroenteropatías	Infectado
Tuberculosis	Cloacas
Otras enfermedades	Cloacas
Otras enfermedades no evitables	Estado de las cloacas

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de García Faria (1893).

Entre las defunciones, correspondientes a la media del decenio 1880-1889, se distinguen la mortalidad evitable y no evitable (que no hemos analizado en este trabajo)¹⁰, 11 causas y 2 grupos de otras enfermedades (cuadro 4)¹¹.

⁹ Los datos se han extraído del *Estado demostrativo de la mortalidad especial por enfermedades y total relativo a 10.000 habitantes al año según su intensidad por barrios y distritos: promedio anual en el decenio de 1880 a 1889*.

¹⁰ Mortalidad evitable aquella que podría evitarse mediante la instalación de nuevas infraestructuras y el empleo de prácticas higiénicas (Nicolau, 1999).

Con vistas a hacer más operativos algunos de los análisis hemos recurrido a una clasificación modificada de las causas de muerte planteada por McKeown (1978)¹² distinguiendo entre: (i) las enfermedades infecciosas cuyas vías de transmisión son el agua y los alimentos; (ii) las transmitidas por el aire, de las que se descuelga un grupo aparte constituido por, (iii) las enfermedades infantiles de transmisión respiratoria (difteria, sarampión y viruela); y (iv) las cardiopatías y del resto de enfermedades que constituyen un verdadero cajón de sastre (ver cuadro 4 con la clasificación).

Las tasas analizadas son tasas brutas por causa de muerte que se expresan por diez mil personas y corresponden a las estimadas por el propio García Faria¹³. El numerador de las tasas es el promedio de las defunciones en el período decenal (1880-1889) mientras que el denominador se deriva de la información proporcionada por el censo de 31 de diciembre de 1887¹⁴. Los valores obtenidos de estas tasas no discrepan significativamente de los calculados para fechas muy cercanas por otros autores, que emplean diferentes numeradores y denominadores¹⁵.

Para poder comparar las tasas de mortalidad por distritos (gráficos 2 y 3), se ha procedido a una estandarización de ésta, creando una nueva variable de media cero y varianza unidad:

¹¹ En su *RELACIÓN NUMÉRICA según naturaleza y orden de importancia de las defunciones ocurridas en Barcelona durante el decenio comprendido entre 1880 y 1889* (pp. 141-142) recoge un total de 128 causas de muerte.

¹² Entre las dudas que ofrece el diagnóstico de las causas de muerte: no se diferencian los distintos tipos de tuberculosis y de tífus. Otro factor a destacar es el cajón de sastre que significa el resto de enfermedades, y especialmente las clasificadas como cardiopatías y/o apoplejías.

¹³ Una de las principales limitaciones de los métodos aplicados es que no ha sido posible obtener datos de la estructura de la población y de la mortalidad por sexo y edades que nos hubiera permitido una estandarización de las tasas. Nicolau (1999) establece, por ejemplo, una corrección de las tasas de mortalidad de las gastroenteropatías, difteria y viruela en la que el denominador utilizado son los nacimientos, aunque esta corrección sólo se realiza para los 10 distritos barceloneses.

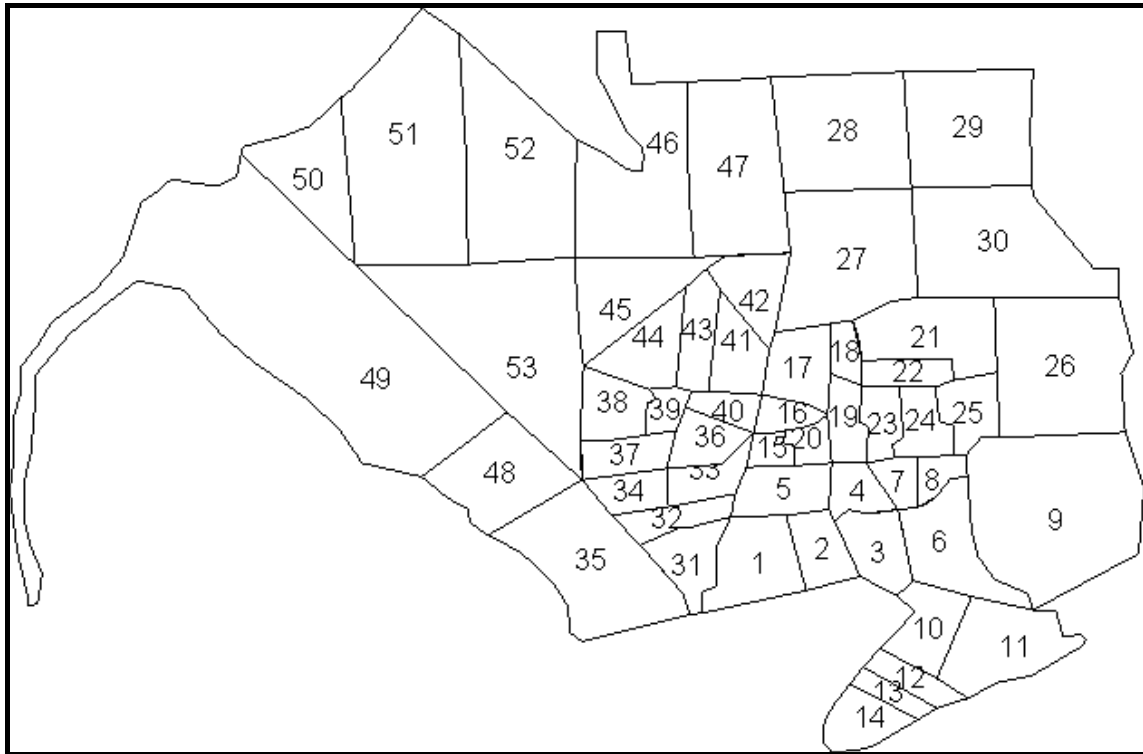
¹⁴ García Faria no tiene en cuenta los datos correspondientes a los establecimientos públicos señalando: “Para la obtención de la cifra relativa de mortalidad de los distritos, se ha hecho referencia a la exclusiva población de los mismos; la de los Establecimientos públicos, Nosocomios y la absoluta total del decenio se ha referido a la población de toda la urbe según censo” (García Faria, 1893, p. 190). Las defunciones de las instituciones son 14.222 en el decenio 1880-1889, casi un 17 por ciento de todas las registradas en Barcelona en el mismo período (84.250). La población de los barrios la constituyen 265.713 personas, mientras que las localizadas en las instituciones eran 6.768.

¹⁵ El propio García Faria distingue entre una tasa de mortalidad de los barrios (26,88 por mil) y la del conjunto de Barcelona que incluye la población y defunciones de las instituciones (30,91 por mil). El método utilizado por el autor subestima ligeramente el nivel de mortalidad de la ciudad a desplazar temporalmente el denominador correspondiente al decenio (31 de diciembre de 1884) por el del censo mencionado anteriormente. Tomás Vidal (1985) señala una tasa del 30,8 por mil en el decenio 1878-1887 Reher y otros (1993) proporcionan para el período 1886-1892 una tasa del 31,35 por mil. Tatjer estima valores similares a los de García Faria (1995; p. 125).

$$z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{s_x} \quad i=1, \dots, n$$

En la que \bar{x} y s_x son respectivamente la media y la desviación muestral de la variable x (tasas de mortalidad).

Mapa 1. Barrios de Barcelona a finales de la década de 1880



Código	Barrio	Código	Barrio	Código	Barrio	Código	Barrio
1	Banco	16	Fomento	31	Santa Mónica	46	Muntaner
2	Merced	17	Santa Ana	32	Teatro	47	Balmes
3	Encantes	18	Junqueras	33	Liceo	48	Canteras
4	San Justo	19	Catedral	34	San Pablo	49	Ángel
5	Trinidad	20	Diputación	35	Huertas	50	Cruz Cubierta
6	Aduana	21	San Pedro	36	San Agustín	51	Rocafort
7	Santa María	22	Agonizantes	37	Cárcel	52	Arrepentidas
8	Seca	23	Biblioteca	38	Escuelas Pías	53	Parlamento
9	Parque	24	Santa Catalina	39	San Lázaro		
10	San Miguel	25	Plaza Nueva	40	Convalecencia		
11	Gasómetros	26	Bogatell	41	Belén		
12	San Juan	27	Prado	42	Pelayo		
13	Concordia	28	Enseñanza	43	Hospital Militar		
14	Varadero	29	Salesas	44	Padrón		
15	Pino	30	Tetuán	45	Ronda San Antonio		

Fuente: Reconstrucción digital a partir de la cartografía proporcionada en García Faria (1893).
Elaboración propia.

En este trabajo hemos querido explorar el efecto de dos variables sobre las diferencias de mortalidad por barrios según las distintas causas de muerte: éstas son la densidad por

hectárea y las condiciones de urbanización. La densidad, proporcionada por el mismo García Faria, pone en relación los datos de población, en los que no cuentan los residentes en instituciones, con la superficie, en metros cuadrados, que proporciona el autor para cada uno de los barrios que constituyen la Barcelona de la época, y en las que no cuentan las áreas no pobladas (Cementerio y su paseo, puerto, Montjuich – en su parte no urbanizada- y el Parque). Por otra parte, para obtener una medida de las condiciones de la urbanización hemos desarrollado un indicador basado en las valoraciones proporcionadas por García Faria (capítulo XIII de su obra), sobre las condiciones en las que se hallan los distintos aspectos de esta urbanización (ver cuadro 1). Este indicador nos permite superar la limitación que supone el no disponer de forma sistemática de una valoración de todas las variables que él considera para cada uno de los barrios.

La información recopilada por García Faria, obtenida casa por casa, en una escala inferior a la utilizada por Cerdà (1867)¹⁶, está acompañada de una notable cartografía, que permite reconstruir el trazado de los barrios y distritos de la Barcelona de la década de los ochenta del siglo XIX (mapa 1)¹⁷. La cartografía no es un elemento intrascendente en este trabajo, sino que constituye el núcleo central de la información espacial que nos ha permitido la generación de todas las medidas espaciales empleadas en este trabajo: especialmente el criterio de contigüidad que se ha aplicado para la obtención de los indicadores de análisis espacial. La cartografía original ha sido sometida a un proceso de digitalización y exportada al programa *GeoDa 0.9.5-i* con el que se han realizado todos los cálculos de indicadores espaciales¹⁸.

2.2. El análisis espacial

La principal contribución de este trabajo se encuentra, precisamente, en la aplicación de los métodos de análisis espacial a la comprensión de las diferencias territoriales de la mortalidad¹⁹.

¹⁶ Es posible consultar el detalle de la cartografía de Cerdà en (Cabré y Muñoz, 1994)

¹⁷ Sobre la estructura urbana de la ciudad de Barcelona (Guardia y otros, 1994).

¹⁸ Se puede descargar una versión del software *GeoDa 0.9.5-i* y de los manuales en <http://www.csiss.org/clearinghouse/GeoDa/>. También pueden realizarse cálculo de indicadores espaciales a partir de la rutina Rookcase desarrollada en visual basic para excel (Sawada, 1999).

¹⁹ Existe un excelente estado de la cuestión sobre métodos de análisis de las pautas geográficas de distribución de las enfermedades en el trabajo de Marshall (1991).

El análisis espacial es un conjunto de técnicas que tratan las peculiaridades causadas por el espacio en el análisis estadístico de los modelos tradicionales de la ciencia regional y/o geográfica (Moreno y Vayá, 2000; p. 14). El análisis espacial se define, de esta manera, como aquel conjunto de técnicas utilizadas para explorar y analizar datos espaciales, que añaden valor a la información conocida y permiten comprobar modelos, especialmente orientada a la localización de los denominados efectos espaciales: la heterogeneidad y la dependencia espacial. Si intuitivamente la econometría clásica introdujo en el análisis de series temporales el concepto de retardo o autocorrelación temporal (los valores de una variable en el momento t dependen de los valores registrados en momentos anteriores), innovación que ha permitido un avance notable de los métodos de análisis de las series temporales, la idea intuitiva de la existencia de un retardo espacial (Cliff y Ord, 1973), y por tanto de una posible *autocorrelación espacial* (los valores de un lugar están correlacionados con los de su entorno) es el origen del desarrollo del análisis espacial moderno²⁰.

Con el objetivo de establecer el grado de asociación espacial de las tasas de mortalidad y otras variables tratadas en este artículo recurrimos a las técnicas de estadística espacial, en concreto a los indicadores Global y Local Moran I (Anselin, 1995). El indicador Global Moran indica el grado de asociación espacial de una variable para el conjunto del territorio, es decir, la mayor o menor concentración de los valores de esa variable en dicho territorio.

El contraste I de Moran o contraste global de autocorrelación espacial (Moran, 1948; Moreno y Vaya, 2000) se define como:

$$I = \frac{N \cdot \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_{ij} \cdot (x_i - \bar{x}) \cdot (x_j - \bar{x})}{S_o \cdot \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \quad i \neq j$$

donde x_i es el valor de la variable cuantitativa x en la región i ; \bar{x} es el valor de la media; w_{ij} , los pesos de la matriz W ; N es el tamaño de la muestra y $S_o = \sum_i \sum_j w_{ij}$

²⁰ Ejemplos a destacar sobre la aplicación del análisis espacial son los trabajos de Câmara y otros (2004) sobre la exclusión social, y los de Esteve (2005) sobre el poblamiento.

El Local Moran I indica para cada unidad territorial si está asociada espacialmente a sus vecinas (este indicador es muy pertinente porque permite la localización de focos de alta y baja mortalidad).

El contraste local I_i de Moran es (Anselin, 1995)²¹:

$$I_i = \frac{z_i}{\sum_i z_i^2 / N} \sum_{j \in J_i} w_{ij} z_j$$

donde z_i es el valor correspondiente a la región i de la variable normalizada y J_i el conjunto de regiones vecinas a i .

Para establecer el nivel de significación –p valor- del grado de asociación espacial obtenido, la probabilidad de que la distribución territorial de la variable observada haya sido generada aleatoriamente, ambos indicadores utilizan una distribución de referencia generada al azar y contrastan dicha distribución con la distribución observada²². Si la probabilidad es muy elevada, debemos aceptar la hipótesis subyacente o hipótesis nula que asume la distribución aleatoria de los valores de la variable en el territorio y, por tanto, obliga a descartar la presencia de asociación espacial. El cálculo del grado de asociación espacial y el nivel de significación asociado requieren conocer el valor de esa variable para cada unidad territorial y el grado de dispersión entre las unidades. Si los valores de una variable x , pongamos la tasa de mortalidad por cólera, tienen una gran dispersión, pero observamos que en una determinada área del territorio todas las unidades presentan valores muy parecidos, altos o bajos, estaríamos delante de un caso evidente de asociación espacial. La asociación espacial puede ser positiva o negativa. En el ejemplo del cólera, las unidades del área considerada estarían asociadas espacialmente de forma positiva entre ellas porque el grado de similitud entre la unidad de referencia y las unidades vecinas sería mayor a la que normalmente esperaríamos de una distribución aleatoria, conocida la elevada dispersión que hemos asumido que tenía la tasa de mortalidad por cólera entre las unidades de ese territorio sin tener en cuenta su

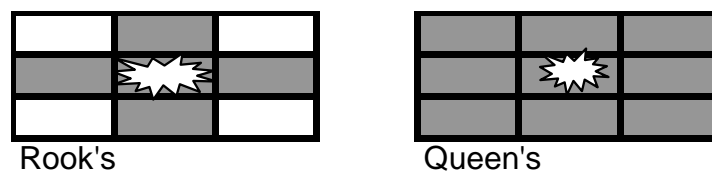
²¹ Una explicación más detallada de ambos indicadores y de otros estadísticos de asociación espacial pueden verse en (Moreno y Vaya, 2000; Chasco, 2003)

²² El Global Moran's es uno de los estadísticos más utilizados para medir el grado de asociación espacial de una variable. Este indicador proporciona una cifra de 0 a 1, de mínima a máxima asociación espacial, cuyo valor estandarizado según una distribución normal es utilizado para aceptar o rechazar la hipótesis nula que subyace en este tipo de indicadores: la independencia espacial de la variable z . Aunque existen otras alternativas para estimar la probabilidad que la distribución aleatoria sea o no sea aleatoria (Leung, Mei, Zhang, 2003), en este trabajo se emplea exclusivamente la aproximación normal.

ubicación en el espacio. En cambio, si en un área dominada de forma clara por una elevada mortalidad por cólera, encontramos una unidad con una muy baja mortalidad, decimos de esa unidad que está asociada espacialmente con sus vecinas de forma negativa, puesto que las diferencias entre la unidad de referencia y las unidades vecinas son significativamente mayores a las que igualmente esperaríamos de una distribución aleatoria de las tasas de mortalidad por cólera entre todas las unidades que conforman esa área.

Los indicadores de asociación espacial y, generalmente, todos los instrumentos de estadística espacial, exigen conocer con anterioridad la estructura espacial de las unidades territoriales de la región objeto de análisis, en otras palabras, exigen conocer qué unidades son vecinas de qué unidades. Las relaciones de vecindad se obtienen a partir de dos criterios básicos: la contigüidad y la distancia. Según el criterio de la contigüidad, son unidades vecinas aquellas que comparten límites fronterizos. Sobre la base de este criterio existen, a su vez, diversas alternativas. La contigüidad puede ser de primer orden, de segundo, de tercero, etcétera, según consideremos la primera, segunda, tercera, y así sucesivamente, coronas en torno a la unidad de referencia. Además, el hecho de compartir los límites puede entenderse de dos maneras, según compartan un segmento significativo de frontera o sólo un punto. Estos dos criterios se conocen, respectivamente, como el subcriterio de la ‘torre’(rook) o de la ‘reina’(queen) por analogía al tipo de movimientos que estas dos figuras pueden hacer en el juego del ajedrez. El gráfico 1 ilustra de forma sintética y sobre la base de una estructura de unidades homogéneas las implicaciones que tiene utilizar uno u otro subcriterio.

Gráfico 1. Estrategias espaciales de contigüidad



Fuente: Elaboración propia.

El segundo criterio establece las relaciones de vecindad en función de la distancia que separa la unidad de referencia con el resto de las unidades. Normalmente, la distancia entre unidades se mide a partir del centro geográfico de cada unidad, el centroide. Por

ejemplo, si tomamos 10 kilómetros como distancia de referencia, consideraremos como unidades vecinas de la unidad *x* a todas aquellas unidades cuyos centroides estén a 10 o menos kilómetros del centroide de la unidad *x*. Con este criterio, es posible que la distancia de referencia no sea suficiente para garantizar que todas las unidades tengan como mínimo un vecino, situación que no se produce cuando utilizamos el criterio de la contigüidad. Por esta razón, es habitual seleccionar la distancia que como mínimo garantiza que cada unidad pueda compararse con otra unidad.

Las implicaciones que tiene la utilización de uno u otro criterio y de las especificaciones adicionales que estos exigen tienen, sin duda alguna, efectos sobre el cómputo de los indicadores de asociación espacial. Por ejemplo, si adoptamos una distancia muy amplia o un criterio de vecindad de orden muy elevado de tal suerte que todas las unidades sean vecinas de todas, la asociación espacial no será significativa, puesto que toda la dispersión de la variable estudiada estará comprendida en el área seleccionada. Ante este problema, es práctica común utilizar aquel criterio que maximice el grado de asociación espacial observado y su nivel de significación, siendo, por tanto, el criterio escogido un resultado de interés por sí mismo y directamente interpretable en clave de extensión territorial de los *clusters* observados.

En esta investigación utilizamos el criterio de la contigüidad según la modalidad de la ‘torre’(*rook*) de orden 1, es decir, una unidad tiene como vecinas a todas aquellas unidades con las que comparten límites por más de un punto. Hemos descartado utilizar la distancia porque Barcelona tiene una estructura territorial por barrios muy heterogénea, el área de los barrios es muy desigual (ver Mapa 1)²³. En un contexto heterogéneo, la distancia que garantiza como mínimo que cada unidad pueda compararse con una unidad contigua, es decir, la distancia máxima entre dos centroides contiguos, provocaría que mientras que en las unidades de mayor superficie, situadas en los extremos de la ciudad, sólo se compararían con una unidad, las unidades de menor superficie, situadas en el centro de la ciudad, serían comparadas con muchas otras unidades, no sólo con las colindantes. Como por razones de economía no presentamos aquí el valor de los indicadores en función de los distintos criterios y subcriterios, los resultados confirman que el criterio de la contigüidad recoge mejor la estructura territorial de los barrios de Barcelona que el criterio de la distancia (ver gráficos 4 y 5).

²³ El coeficiente de variación de las superficies de los barrios es del 102 %.

Cuadro 2. Barrios contiguos de la ciudad de Barcelona a finales de la década de 1880 según diferentes criterios espaciales

Número de Áreas contiguas	Rook		Queen	
	Orden 1	Orden 2	Orden 1	Orden 2
1	1	1	1	1
2	3	1	1	1
3	12	2	3	0
4	19	3	11	1
5	11	4	10	0
6	5	11	12	2
7	2	9	4	3
8		6	8	6
9		6	2	5
10		5	0	4
11		2	0	8
12		3	1	6
13				5
14				5
15				3
16				2
17				1
Total	53	53	53	53

Fuente: Elaboración propia a partir de la reconstrucción digital de la cartografía suministrada por García Faria (1893) y el programa GeoDa

A guisa de ejemplo, el cuadro 2 informa de la estructura de conectividad de los barrios de Barcelona según diferentes subcriterios de contigüidad. Por ejemplo, según el ‘rook de orden 1’ existen 19 barrios que tienen cuatro áreas vecinas, áreas sobre las cuales los indicadores de estadística espacial realizaran sus cálculos para determinar la presencia de asociación espacial. De los cuatro subcriterios que muestra el cuadro 2, el subcriterio de la torre de orden 1 es el que maximiza el grado de asociación espacial, razón por la cual este es el que hemos utilizado en esta investigación.

2.3. Modelos de regresión múltiple

Con el objetivo de esclarecer la influencia de ciertos factores sobre la variabilidad espacial de las tasas de mortalidad por causa de los barrios de Barcelona entre 1880 y 1889, hemos aplicado diferentes modelos de regresión múltiple, métodos estadísticos que permiten especificar, estimar e interpretar un modelo explicativo en el cual una variable dependiente se estudia en función de una serie de una o más variables explicativas o independientes. El uso de la técnica de regresión permite cuantificar la relación entre la variable dependiente y establecer el intervalo de confianza de la relación. Entre todos los modelos construidos se ha procedido a seleccionar el modelo

más parsimonioso teniendo en cuenta la mejora del R^2 que suponía la incorporación de cada nueva variable en la regresión múltiple.

La construcción de los modelos de regresión múltiple se ha realizado mediante el módulo de regresión espacial que proporciona el programa *GeoDa 0.9-5.i* (Anselin, 2004; ver nota 15). El objetivo es estimar un modelo con el mínimo de variables no superfluas y a la vez significativas que contemplen el efecto de la autocorrelación espacial²⁴. Así, en la fase inicial de modelización se consideraron variables como la población (pob), \ln pob(logaritmo neperiano de la población) y \ln dens(logaritmo neperiano de la densidad) y los retardos espaciales de todas ellas, las cuales tras un análisis de sensibilidad se desestimaron. De esta forma, las variables explicativas han quedado reducidas a un total de 3: densidad por hectárea (densidad), calidad urbana (calurb) y retardo espacial de la causa de muerte (wcausa).

Posteriormente se han elaborado dos modelos de regresión²⁵:

a) Un primer modelo, estimado por el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) donde la variable dependiente es la tasa de mortalidad para la causa i y las variables independientes son los efectos de las variables predictoras, en este caso dos variables, la densidad de población por hectárea y una variable cualitativa, la calidad urbana, de carácter *dummy* (0=pesima calidad urbana; 1=regular calidad urbana). Se trata de un modelo clásico de regresión que no considera el efecto de la autocorrelación espacial.

Causa de muerte en $i = f(\text{densidad en } i, \text{calidad urbana en } i)$
--

b) Un segundo modelo, estimado por el método de máxima verosimilitud (MV), donde la variable dependiente sigue siendo la tasa de mortalidad por causa i y las variables independientes son las dos citadas anteriormente, a las que habría que sumar los retardos espaciales de la variable explicada (wcausa), se trata, en este caso, de un modelo de regresión espacial.

Causa de muerte en $i = f(\text{densidad en } i, \text{calidad urbana en } i, \text{retardo espacial de la causa de muerte en } i)$

²⁴ Ver (Anselin y Bera, 1998). En (Chasco, 2003) se encuentra una excelente explicación en castellano de las características de la regresión espacial.

²⁵ Las especificaciones de los modelos se pueden encontrar en el apartado 4.3. También se ha ensayado un modelo *Durbin espacial* (Chasco, 2003), cuyos resultados no han sido satisfactorios.

3. La mortalidad en la ciudad de Barcelona durante el siglo XIX

La elevada mortalidad de la ciudad de Barcelona constituye uno de los ejes centrales del debate académico y político sobre la ciudad a lo largo del siglo XIX²⁶. Es obvio que no pretendemos realizar un análisis exhaustivo de los trabajos realizados sobre la mortalidad de Barcelona²⁷, tarea que excede con creces los objetivos marcados en este artículo, sino situar la obra de García Faria dentro de un contexto más general, que afecta tanto a los trabajos de sus contemporáneos como a desarrollos posteriores sobre esta misma temática.

La población barcelonesa de finales del siglo XIX ha sido objeto de estudio a través de las obras de diferentes autores contemporáneos Monlau (1841²⁸), Figuerola (1849²⁹), Cerdà (1867³⁰), Colomer Codina (1883³¹) y Garcia Faria (1893) entre otros. Más

²⁶ El debate sobre la influencia de los factores sociales y/o medioambientales en la mortalidad tiene una larga tradición en la literatura médica y demográfica que se remonta a comienzos del siglo XIX. Una de las más notables contribuciones a este debate lo constituyen las topografías médicas (Urteaga, 1980), muy abundantes durante el siglo XIX. Según este autor, entre 1881 y 1890 se realizan en España el mayor número de topografías médicas del período 1801-1940. En las topografías se realiza un estudio de las enfermedades epidémicas y endémicas, así como se presenta una abundante información sobre el medio geográfico, económico y social, con un apartado dedicado a los problemas del espacio urbano, entre los que cabe destacar la limpieza y salubridad de las ciudades en su conjunto, y en especial, lo concerniente al alcantarillado, mataderos y cementerios (Urteaga, 1980). Del texto de García Faria se desprenden las influencias de la doctrina miasmática o teoría telúrica de Pettenkofer, quien mantenía que la propagación del cólera tenía como elemento determinante el suelo y las aguas subterráneas. “..en cambio el suelo está muy cargado de filtraciones y las casas empiezan a empaparse de los gérmenes ó miasmas emanado del cuerpo sano ó enfermo de sus habitantes...” (García Faria, p. 171). No obstante, durante la fase de redacción del proyecto de alcantarillado García Faria recoge los principales avances realizados en bacteriología, solicitando el primer estudio bacteriológico de las aguas del alcantarillado de la ciudad (Nicolau, 1999: p. 325), lo que sitúa a su obra entre las más avanzadas de la época.

²⁷ El trabajo bibliográfico de Montserrat Galera (1978) sigue siendo la fuente de referencias más importante sobre la literatura demográfica de la Barcelona del siglo XIX. Recientemente puede consultarse Tatjer (2001).

²⁸ En 1841, Felipe Monlau plantea, en su opúsculo *Abajo las murallas!!!*, las ventajas que reportaría a Barcelona la demolición de las murallas que la circunvalan, principal causa, según el autor de las condiciones de insalubridad. Monlau describe una ciudad caracterizada por la sobremortalidad, sin aportar datos al respecto aunque su carácter reivindicativo dejará una profunda huella en los trabajos posteriores.

²⁹ Laureano Figuerola es el que inicia con su *Estadística de Barcelona en 1849*, publicada en fascículos entre 1849 y 1851, las contribuciones significativas al conocimiento de la demografía barcelonesa. El estudio de la mortalidad agrupa más de la mitad de las páginas que componen el apartado de demografía de esta obra, en la que se elaboran tablas de mortalidad y aparecen por vez primera datos de esperanza de vida (vida media) de la población barcelonesa (Cuadro 3), y en la que se destacan las grandes diferencias sociales existentes en materia de mortalidad.

³⁰ La obra más influyente del siglo XIX es, sin embargo, la de Idelfons Cerdà quien, en sus dos volúmenes de la *Teoría General de la Urbanización*, presenta datos detallados de la mortalidad y muchas variables de carácter higienista y social que él relaciona con las formas de urbanización. El paradigma de su obra puede resumirse en la frase “La densidad mata”, a tal efecto realizó un esfuerzo titánico por comprobar empíricamente esta idea, recogiendo, de manera muy desagregada, la mortalidad de la ciudad amurallada de Barcelona, más los barrios de la Barceloneta y las Huertas de San Bertran (zona del actual Paralelo, aproximado). En el segundo volumen de su tratado realiza un recuento de las defunciones del período 1854-1865 que hubo en cada calle correspondiente a una manzana de casas, la altura del piso en

recientemente, debemos destacar otros autores como Sáez (1968), Vidal Bendito (1985), pero son, sobre todo, los trabajos de Pujadas (1986), López Guallar (1995), Tatjer (1989 y 1995), Torrents y otros (1996) y López Gay (2004), los que arrojan una mayor luz sobre el contexto socioeconómico y demográfico de la Barcelona del siglo XIX³².

El trabajo de García Faria³³ enlaza con las principales preocupaciones planteadas por los diferentes autores que le precedieron: la densidad³⁴ y las malas condiciones higiénicas y sanitarias, en su trabajo atribuidas a la deficiente red de alcantarillado³⁵, son las causas que explican la elevada mortalidad de Barcelona, y constituyen el hilo argumental de buena parte de la literatura de la época, y las hipótesis a confirmar en nuestro trabajo. En este contexto y en el de las diferentes epidemias de cólera que salpican el XIX³⁶, especialmente la de 1885 a la que está vinculado personalmente (Miranda, 2006), se desarrollará la obra del ingeniero García Faria (1893).

Las cifras obtenidas por diferentes autores confirman la elevada mortalidad de la ciudad de Barcelona a lo largo del siglo XIX.

el que se produjo la defunción. Paralelamente, hace un recuento de la población según las mismas variables y de las dimensiones de la ciudad. A partir de ambos datos calcula el espacio que correspondía a cada habitante de cada barrio, y lo relacionaba con la mortalidad. Su hipótesis sobre el efecto de la densidad sobre la mortalidad está muy lejos de corroborarse estadísticamente, aunque el autor se ratificaba en sus tesis argumentado que la diferente composición social de la población podía ser la causa de que este tener su influencia. Así López (2004) ha podido demostrar que los 10 barrios seleccionados por Cerdà para demostrar la correlación entre densidad tal como la estima Cerdà, (área en metros por 100 habitantes) y mortalidad era de $-0,93$, pero que si se calculaba el mismo indicador para los 42 barrios éste mantenía el signo pero se rebaja a $-0,22$, no siendo estadísticamente significativo.

³¹ La obra de Colomer Codina es una recopilación estadística de los datos del movimiento natural de la población de la Barcelona en el período 1860-1880, en la cual calcula tasas y las incorpora a listados que otros autores hicieron por Europa y dónde no presentaron datos sobre Barcelona. La tasa de mortalidad se situaba, al igual que a mediados de siglo alrededor del 30 por mil, sensiblemente más elevada que la de otras ciudades europeas.

³² El demosistema barcelonés va a mantener a lo largo del siglo XIX unas características muy estables: una natalidad en retroceso y una mortalidad que se resiste al descenso, la dinámica de ambos fenómenos generaba un crecimiento natural negativo que era compensado por una clara inmigración neta, todo ello en un contexto de baja nupcialidad (Vidal, 1985).

³³ Para un seguimiento del itinerario biográfico y profesional de García Faria es imprescindible consultar el trabajo de Miranda (2006) de muy reciente aparición. Sobre la interpretación de la obra de García Faria en su vertiente demográfica puede verse (Tatjer, 1995; Nicolau, 1999) y en su obra de ingeniería (Gómez Ordóñez, 1987; Miranda, 2006).

³⁴ En su obra reabre el debate el efecto de la densidad, no hay que olvidar que I. Cerdà había sido profesor suyo. García Faria establece que la relación entre densidad y mortalidad sería constante si no hubiera más mortalidad que la inevitable. Por lo tanto parece decantarse por la existencia de una relación positiva entre densidad y mortalidad por enfermedades infecciosas.

³⁵ Así lo confirman los trabajos de Capel y Tatjer (1991), que señalan además la deficiente red de distribución de agua potable.

³⁶ Miranda (2006) subraya que la implicación de García Faria en la lucha contra la epidemia de cólera de 1885 que asoló el manicomio de Sant Boi de Llobregat marcó un hito en la biografía y en la posterior evolución profesional de éste.

La tasa de mortalidad de Barcelona, en el decenio 1856-1865, estimada por Cerdà para el conjunto de población del recinto amurallado era del 25,5 por mil, destacando los barrios de la Barceloneta (27,9 por mil) y Sant Bertran-Hostafranchs con un valor del 29,1 por mil. Estos valores medios ocultaban grandes contrastes entre las diferentes manzanas de casas: por ejemplo, en el barrio tercero del distrito tercero (siguiendo la nomenclatura empleada por Cerdà) la tasa de mortalidad se elevaba al 33,3 por mil, existiendo algunas manzanas de casas donde ésta suponía una tasa del 53,6 por mil (López Guallar, 1995). Por su parte, Mercè Tatjer (1995) considera que en el período 1861-1880 aunque las tasas de mortalidad mostraban una ligera tendencia al descenso, éstas se mantenían elevadas (en ningún año se sitúan por debajo del 29 por mil)³⁷

Los datos por distritos recogidos por Colomer Codina muestran que en el período 1876-1880, la mortalidad más elevada se producía en los barrios de Hostafrancs (31,1 por mil), la Barceloneta (30,9 por mil) y Hospital (30,3 por mil). Ambos barrios, que repiten su posición en la escala dibujada por Cerdà, confirman la localización de focos de sobremortalidad que analizaremos con más detalle en el próximo apartado.

Cuadro 3. Esperanza de vida en Barcelona durante el siglo XIX

Años	Hombres	Mujeres	Total
1837-1847(*)			
Clase rica	38,83	34,11	36,47
Clase artesanal	25,41	24,90	25,15
Clase pobre o jornalera	19,68	27,43	23,55
1862-1864 (**)	23,65	26,10	24,82
1883 (***)	24,97	27,52	26,20

(*) Figuerola, 1849; (**) Sáez, 1968; (***) Colomer Codina, 1884

Fuente: Elaboración pròpia.

La resistencia a la caída de la mortalidad se refleja en el cuadro 3. En los veinte años que transcurren entre los datos de 1863 calculados por Sáez (1968) y los de Colomer Codina correspondientes a 1883, la esperanza de vida apenas creció 1,38 años para ambos sexos. Otro factor a destacar son las considerables diferencias de mortalidad por

³⁷ No obstante, durante las epidemias de cólera de 1865 y fiebre amarilla de 1870 las tasas de mortalidad de la ciudad se elevaron hasta el 46,4 y el 40,3 por mil respectivamente. Los pueblos del entorno experimentan, por su parte, una clara convergencia con los valores de Barcelona desde tasas mucho más elevadas, lo que parece indicar una mejora de sus condiciones de mortalidad (Tatjer, 1995). Durante la segunda mitad del siglo XIX, el colindante municipio de l'Hospitalet de Llobregat experimenta un notable aumento de la esperanza de vida (Recaño, 1995).

clases sociales que se desprenden de los datos de Figuerola (1849), aunque su método de cálculo deba ponerse en cuarentena (cálculo a partir de la edad media de las defunciones).

La diferencia entre las tasas de otras ciudades europeas y las de Barcelona irán ensanchándose a medida que pasan los años, siendo las diferencias más elevadas. Ésta constituirá una de las grandes preocupaciones de García Faria cuando elabora su obra³⁸.

En este contexto, de elevada mortalidad, es en el que vamos a analizar con nuevas herramientas los datos de García Faria

4. Resultados

Los resultados de este trabajo se muestran a continuación en tres apartados:

- a) En el primero se realiza un breve análisis territorial de la mortalidad, concentrando los comentarios en la escala de distritos y realizando una limitada incursión en la estadística descriptiva correspondiente a los barrios³⁹.
- b) El segundo apartado aborda un estudio de la mortalidad por causas mediante técnicas de análisis espacial.
- c) Finalmente, el tercer apartado se concentra en los modelos explicativos de las diferencias por barrios aplicando técnicas de regresión múltiple y regresión espacial.

4.1. Análisis descriptivo de la mortalidad de los barrios de Barcelona⁴⁰

En este apartado vamos a centrarnos en ilustrar y cartografiar las pautas territoriales de distribución de la mortalidad por causas a escala de distritos, con el objetivo de dibujar aquellos rasgos que caracterizan la estructura territorial de la mortalidad en el seno de la capital catalana. Este análisis puede ser complementado por los mapas a escala de barrios

³⁸ Entre las numerosas ciudades europeas de las que presenta datos García Faria, Barcelona encabezaba el ranking de mortalidad en 1889 (García Faria, 1893: pp. 147-149).

³⁹ Huelga decir que un análisis detallado de las diez causas de muerte y su distribución territorial excede los objetivos de este trabajo, más centrado en el dibujo de la estructura espacial de la mortalidad.

⁴⁰ García Faria realiza, en el capítulo XIII de su memoria, un comentario barrio por barrio y distrito por distrito de las características de la mortalidad por causas enlazándolos con las condiciones higiénicas y urbanísticas. El texto constituye un excelente análisis de la mortalidad barcelonesa (García Faria, 1893: pp. 171 y ss.) y a él nos remitimos para completar lo expuesto en este apartado.

que mostramos en el apéndice y con los acertados comentarios que realiza García Faria en su Memoria.

Los datos proporcionados por García Faria muestran una extrema variabilidad de la mortalidad en el interior de la ciudad de Barcelona (ver apéndice cartográfico). Los extremos se distribuyen, entre un mínimo del 15,1 por mil registrado en el barrio de San Pedro (distrito de Instituto) y un máximo del 44,9 por mil⁴¹, correspondiente al barrio de Santa Mónica (distrito de Atarazanas)⁴².

Cuadro 4. Estadísticos descriptivos de las variables empleadas en el análisis de la mortalidad en la ciudad de Barcelona a escala de barrios (1880-1889)

Variables	Total Ciudad	Mínima	Máxima	Promedio Barrios	Coef. de Variación	TBM Instituciones
Población	265.713	586	15.980	5.013,5	51,0	6.768
Densidad por hectárea	274,7	14,4	1.244	527,6	66,9	
Causa de muerte						
Cólera	4,23	0,16	9,71	3,74	77,11	21,9
Gastroenteritis	29,45	10,97	78,96	28,67	49,89	276,3
Tifus	12,89	5,00	19,40	12,74	24,34	107,0
Enfermedades transmitidas por el agua y los alimentos	46,57	20,37	94,52	45,16	37,50	405,3
Difteria	10,47	3,31	18,94	10,17	40,59	13,2
Sarampión	11,01	3,41	26,79	10,38	48,08	11,6
Viruela	7,84	1,48	20,53	7,69	59,10	50,5
Enfermedades infantiles	29,32	9,77	58,82	28,24	43,58	75,4
Bronquitis	12,82	5,92	25,13	12,12	40,40	102,6
Pulmonía	23,73	13,36	35,73	22,85	24,01	143,0
Tuberculosis	30,56	15,09	72,68	29,60	37,17	396,2
Enfermedades transmitidas por el aire	67,11	38,47	131,51	64,57	30,32	641,9
Apoplejía	17,50	6,83	29,23	17,16	27,39	97,5
Cardiopatías	21,26	7,50	30,49	20,46	23,06	342,9
Todas las otras causas	80,74	41,25	132,74	76,67	28,38	751,9
Todas las causas	262,51	151,01	442,86	252,27	27,58	2142,0

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de García Faria (1893).

Este elevado rango o recorrido de los valores extremos, más reducido cuando se consideran los distritos⁴³, constituye, sin embargo, una ventaja comparativa del espacio

⁴¹ No obstante, como puede observarse en el cuadro 4, las tasas de mortalidad que hemos estimado indirectamente para la población residente en instituciones con datos de García Faria eran 8 veces superior, este hecho parece mostrar la existencia de una población que se renovaba constantemente por su elevada mortalidad, con lo que el denominador proporcionado por García Faria no era probablemente el más adecuado para la estimación de los niveles reales de mortalidad estas áreas.

⁴² Del barrio de San Pedro se destacan el buen acondicionamiento de sus calles y canalizaciones y su escasa población. La elevada mortalidad del barrio de Santa Mónica es atribuible, según García Faria, a las insalubridad de las calles (p. 182).

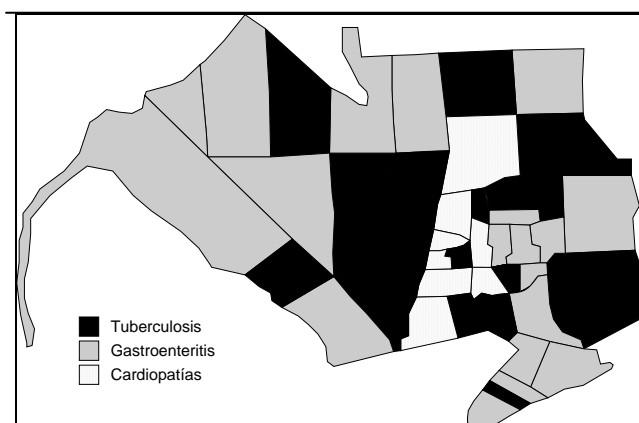
⁴³ La máxima diferencia se daba entre el mínimo del distrito de la Concepción, (17,6 por mil) y el máximo de la Barceloneta (33,4 por mil), seguido este último muy de cerca por el barrio de Hostafranchs

barcelonés como área privilegiada para el análisis de los factores medioambientales y sociales de la mortalidad en un medio urbano muy heterogéneo.

Entre las enfermedades, las transmitidas por el aire constituían, con el 25,6 por ciento de todas las defunciones, el grupo de causas de muerte más importante, seguido por las transmitidas por el agua y los alimentos (17,7 por ciento) y las enfermedades infantiles (11,2 por ciento), sin olvidar, no obstante, el cajón de sastre del resto de enfermedades que aunaba el 30,8 por ciento de la mortalidad de la ciudad. (cuadro 4).

La tuberculosis y las gastroenteritis constituían las dos primeras causas de muerte en la ciudad (cuadro 4 y mapa 2).

Mapa 2. Principal causa de muerte por barrios. Barcelona (1880-1889)



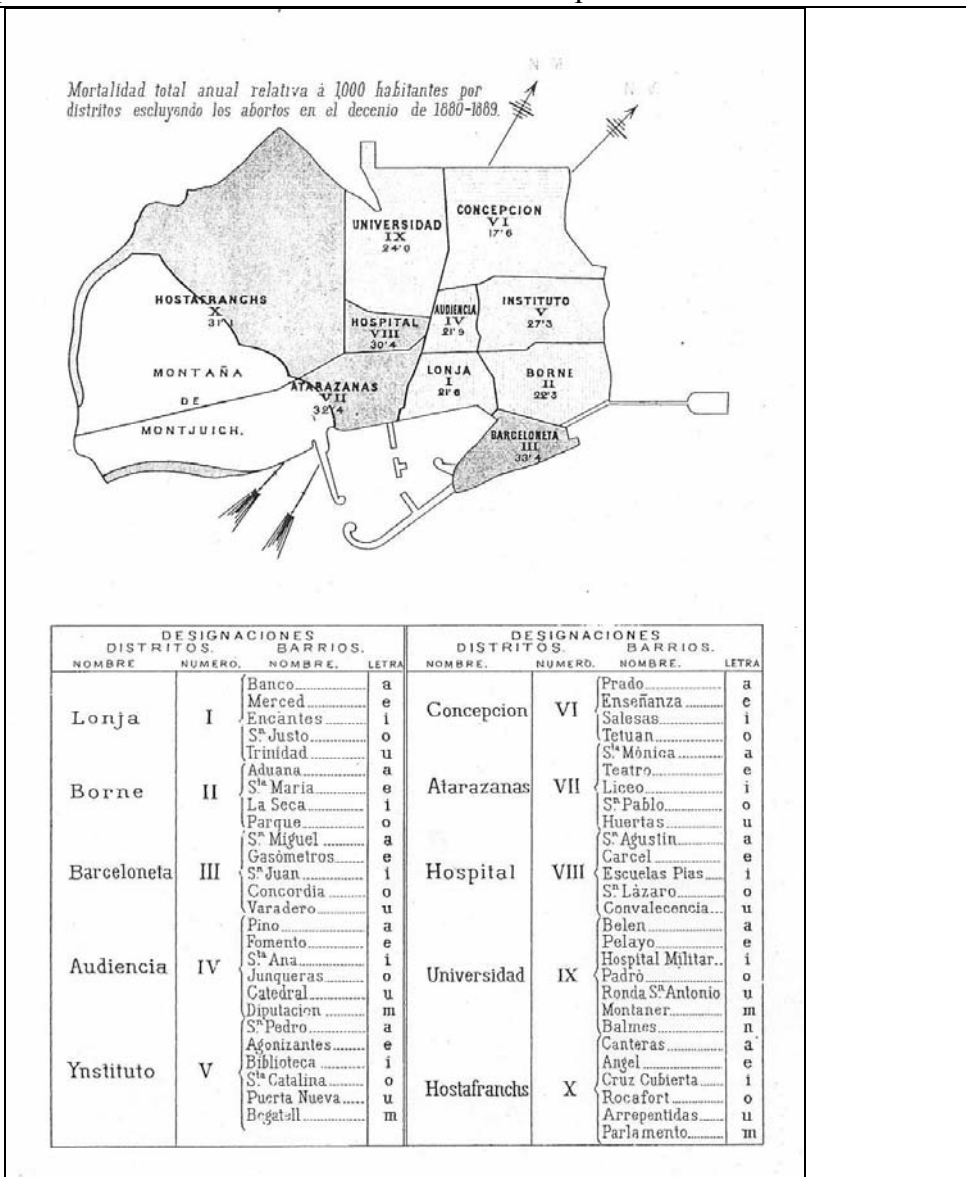
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de García Faria (1893).

La primera, con una tasa del 30,71 por diez mil, encabezaba el ranking de mortalidad de 26 barrios distribuidos por prácticamente toda la ciudad y agrupaba casi el 12 por ciento de todas las defunciones; en valores muy cercanos, la gastroenteritis, con una tasa del 29,32 por diez mil, dominaba en 19 barrios fuera del antiguo perímetro intramuros. Ambas enfermedades agrupaban el 23 por ciento de todas las defunciones. En un segundo grupo, por importancia, cabe destacar las tasas de mortalidad por pulmonía (23,73 por diez mil) y las cardiopatías (21,26 por diez mil). Esta última y las apoplejías constituían la causa dominante en 8 de los barrios, que concentraban las clases sociales

(mapa 2), en una amplitud de casi 1 a 2. Prácticamente los mismos protagonistas que registra Colomer Codina en el período 1861-1880.

de mayor estatus social entre la burguesía que residía en el antiguo perímetro intramuros. El cólera⁴⁴ y la viruela, con tasas de mortalidad significativamente más bajas, se situaban en el otro extremo de la distribución.

Mapa 3. Distritos de Barcelona y barrios que los integran a finales de la década de 1880 con expresión de las tasas de mortalidad calculadas por García Faria



Fuente: Facsímil del original localizado en García Faria (1893).

En el mapa 3 se ofrece un facsímil de la cartografía que presenta García Faria en su Memoria y en la que se representan los distritos y las tasas de mortalidad de éstos.

⁴⁴ El cólera, principal preocupación de García Faria, no destacaba entre la mortalidad del decenio por su carácter episódico. Como subraya M. Tatjer (1995), las repercusiones de la epidemia de 1885 fueron menores que la de 1865.

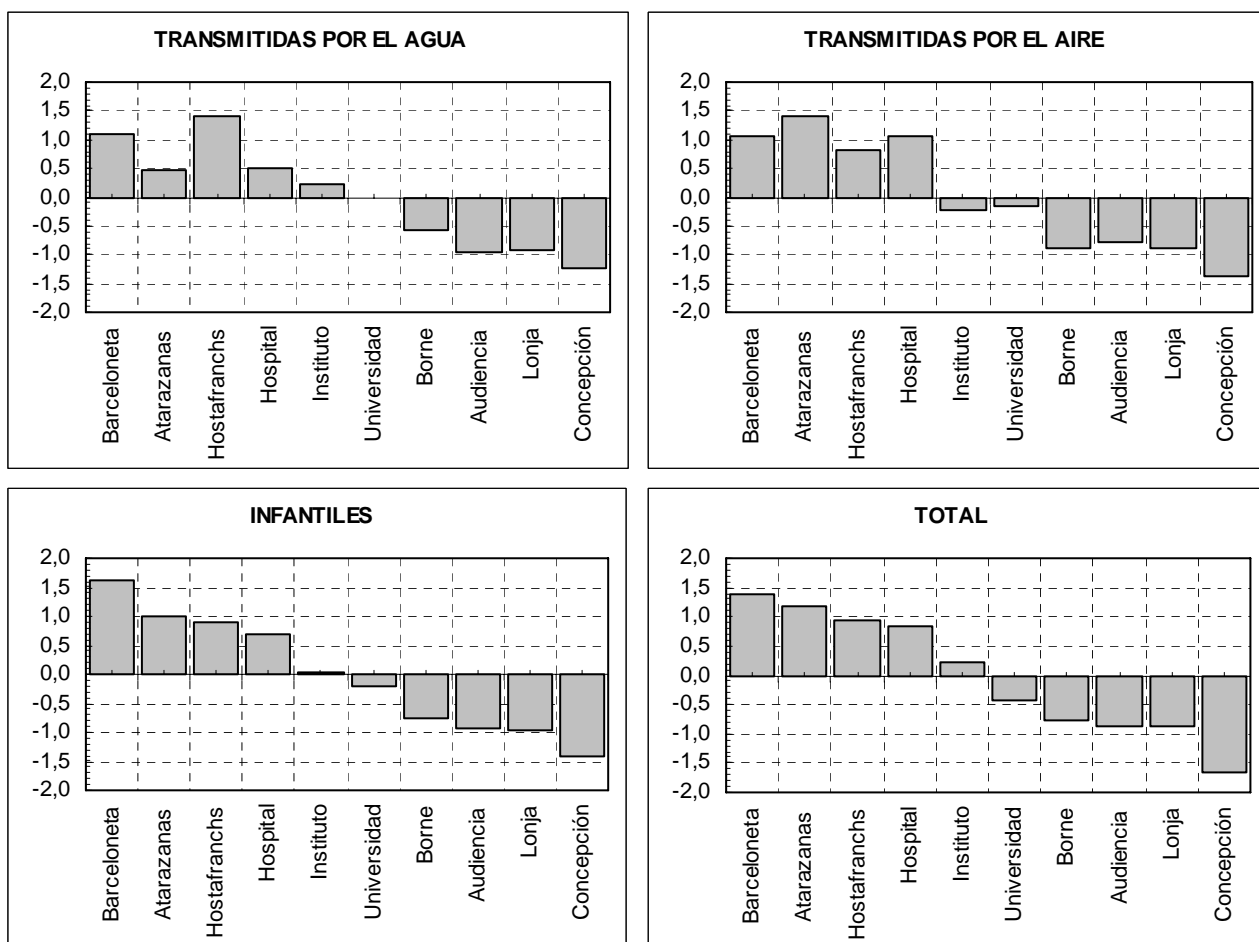
Uno de las características destacables de la mortalidad barcelonesa era la extrema variabilidad interna, tal como lo muestra la distribución por barrios de las causas de mortalidad (ver apéndice cartográfico) y, en especial, los elevados coeficientes de variación de éstas (cuadro 4): Aunque los más sobresalientes correspondían al cólera y a la viruela, la gastroenteritis se caracterizaba por el largo recorrido de sus valores extremos, registrando un máximo en el barrio de Cruz Cubierta del distrito de Hostafranchs (tasa del 78,86 por diez mil) y un mínimo en el barrio de Banco en el distrito de Lonja (10,97 por diez mil): valores que se distribuían en una escala que iba de 1 a 7.

En los gráficos 2 y 3, se presentan los valores estandarizados de las tasas de mortalidad por causas correspondientes a los 10 distritos en los que se agrupaban los 53 barrios barceloneses y ordenados de mayor a menor a partir del distrito de la tasa global de mortalidad. Estos resultados completan el dibujo territorial de la mortalidad que reproducimos en el mapa 2 y en los apéndices cartográficos.

Cuatro áreas, la Barceloneta, Atarazanas, Hostafranchs y Hospital presentan para todos los grupos de causas una mortalidad por encima de la media atribuible al conjunto de los distritos. Dos de ellos, Barceloneta y Hospital, se encontraban entre las áreas más insalubres de la ciudad, por la escasa dimensión de sus viviendas, la falta de alcantarillado, el uso de pozos de agua así como la existencia, en el caso del barrio del Hospital, de una mezcla de espacios urbanos e industriales. Por otra parte, el distrito de Hostafranchs, recientemente urbanizado carecía de cualquier infraestructura y de servicios sanitarios (Tatjer, 1995). En el otro extremo, el distrito de la Concepción (margen derecho del Ensanche) constituía uno de los primeros barrios extramuros, con una baja mortalidad al igual que el distrito de la Lonja, el cual disfrutaba de unas mejores condiciones de habitabilidad y concentraba los grupos sociales de mayor status.

El distrito de la Barceloneta encabezaba las tasas globales de mortalidad y las correspondientes a enfermedades infantiles Hostafranchs hacía lo propio con las enfermedades de transmisión por el agua y los alimentos, y Atarazanas mostraba una mayor incidencia de las enfermedades transmitidas por el aire. En resumen, la mortalidad transmitida por el agua y los alimentos domina en los nuevos espacios de urbanización extramuros mientras que en el espacio “interior” de la ciudad son las causas de muerte atribuidas a las enfermedades del aparato respiratorio las imperantes.

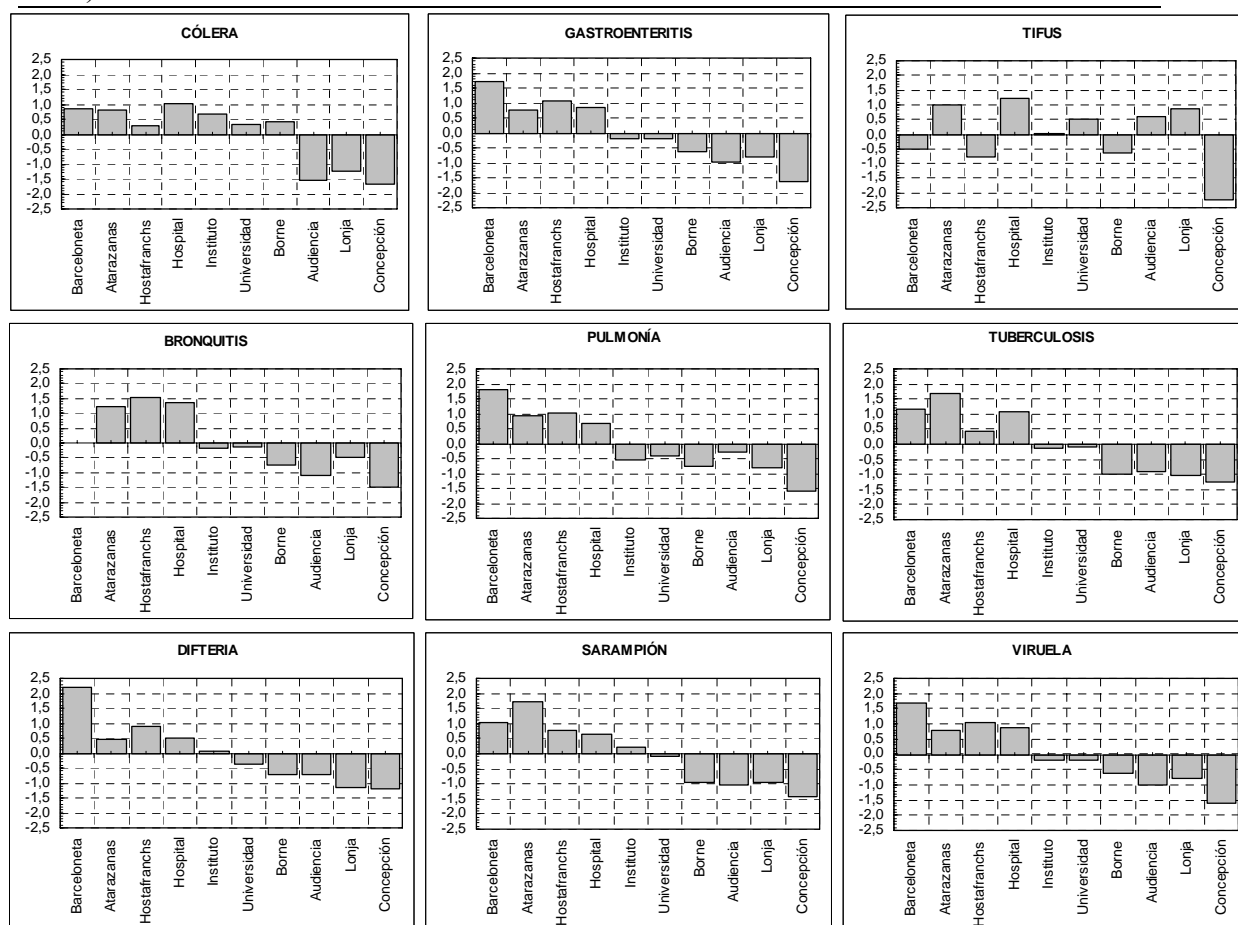
Gráfico 2. Tasas de mortalidad estandarizadas por grupos de causas y distritos. Barcelona (1880-1889)



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de García Faria (1893).

Continuidad, por lo tanto, en la jerarquía y *especialización* de los espacios más castigados por la mortalidad, pero también en los que se caracterizaban por lo contrario, un área de baja mortalidad situada en el centro de la antigua ciudad amurallada (distritos del Borne, Lonja y Audiencia) que se extiende a lo largo de la década de 1880 a los nuevos barrios del Ensanche (Muntaner y Balmes, ambos en el distrito de la Concepción).

Gráfico 3. Tasas de mortalidad estandarizadas por causas y distritos. Barcelona (1880-1889)



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de García Faria (1893).

La jerarquía espacial descrita para el conjunto de causas se repite, con algunos matices, entre las nueve causas analizadas (gráfico 3): a) Los distritos de Instituto y Universidad representarían la frontera entre los espacios con una mayor o menor mortalidad que la media de la ciudad; b) El tifus es la causa de muerte que muestra una distribución territorial más anárquica, invadiendo espacios caracterizados por una baja mortalidad global, como el distrito de la Lonja; c) La Barceloneta presenta una sobremortalidad destacada entre las enfermedades infantiles: la difteria y la viruela; y d) finalmente, el distrito de la Concepción, es el único que muestra para todas las causas una mortalidad relativa significativamente por debajo de la mortalidad de la urbe.

4.2. Análisis espacial de la mortalidad por barrios

En este apartado abordamos el análisis de la asociación espacial de la mortalidad por medio de indicadores de estadística espacial y desde dos perspectivas diferentes pero

complementarias: en la primera, medimos la asociación espacial del conjunto de la ciudad mediante el indicador *Global Moran*; en la segunda, nos concentramos en la asociación espacial local, a partir de la relación de cada barrio con el resto, con el objetivo de identificar, a partir del indicador *Local Moran* (I_i), los conglomerados o focos de alta o baja mortalidad.

Antes de realizar el cálculo de ambos indicadores, y siguiendo el espíritu metodológico que caracteriza este artículo, vamos a mostrar, en primer lugar una aproximación intuitiva al concepto de retardo o asociación espacial de la mortalidad de Barcelona, y en segundo lugar, evaluaremos la incidencia de diferentes criterios de distancia, en el seno de la urbe barcelonesa, sobre los valores de los indicadores de estadística espacial.

La comparación de la distribución de los valores de mortalidad de cada barrio con la correspondiente a la media de los valores adyacentes, seleccionados éstos mediante un criterio de contigüidad del tipo *rook* (torre) de primer orden, constituye una aproximación al concepto de retardo espacial.

Cuadro 5. Asociación estadística (R de Pearson) entre diferentes causas de muerte y la correspondiente a la registradas en barrios contiguos según el criterio Rook de 1er orden. Barcelona (1880-1889)

Causa de muerte	Asociación con el retardo espacial
Cólera	0,694***
Gastroenteritis	0,810***
Tifus	0,503***
Enfermedades transmitidas por el agua y los alimentos	0,760***
Viruela	0,605***
Sarampión	0,637***
Difteria	0,638***
Enfermedades infantiles	0,692***
Bronquitis	0,682***
Pulmonía	0,577***
Tuberculosis	0,614***
Enfermedades transmitidas por el aire	0,558***
Apoplejía	0,530***
Cardiopatías	0,461***
Todas las otras causas	0,520***
Todas las causas	0,641***

*** La correlación es significativa al nivel 0,001 (bilateral).

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

* La correlación es significante al nivel 0,05 (bilateral).

Fuente: García Faria (1893). Elaboración propia.

El coeficiente de *Pearson* que resulta de la comparación entre ambas distribuciones cada causa de muerte se presenta en el cuadro 6. Un resultado destacado es que el retardo espacial varía considerablemente según la causa de muerte considerada. El más acentuado y significativo de éstos corresponde a las enfermedades transmitidas por el agua y los alimentos (R de *Pearson* de 0,76), entre las que destaca la gastroenteritis, que presenta el valor más elevado del indicador (0,81). Por el contrario, las enfermedades del aparato circulatorio (apoplejías y cardiopatías) muestran los niveles más bajos y por consiguiente una escasa asociación espacial.

Los criterios de contigüidad empleados para la estimación de los retardos espaciales no son neutrales. Cada uno de ellos tiene un efecto en el valor y significación del indicador de asociación espacial adoptado (*Global Moran*) y en el coeficiente de determinación (R^2).

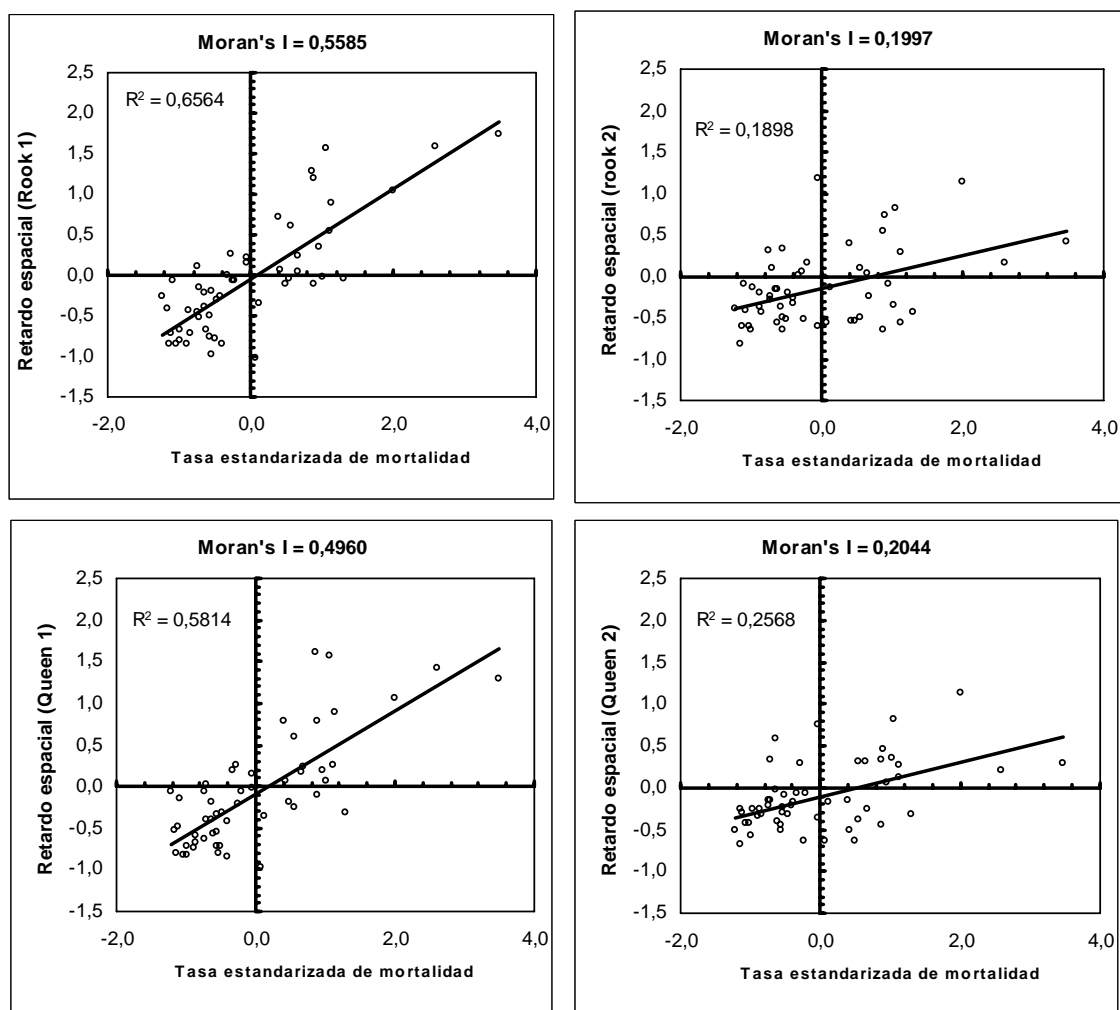
El criterio de la torre (*rook*) de primer orden es el que proporciona para las muertes por gastroenteritis los valores más elevados de asociación espacial (gráfico 4) y también para otras causas de muerte consideradas (cuadro 7), por lo que ha sido seleccionado como criterio general de contigüidad.

No obstante, los valores de los coeficientes de la R y R^2 de *Pearson* estimados en el cuadro 6 y el gráfico 4 no están exentos del efecto de la autocorrelación, estimando al alza la asociación de la mortalidad. Como puede observarse en el gráfico 4 y en el cuadro 7, los indicadores *Global Moran* son inferiores a los coeficientes mencionados, al ser corregidos los efectos de autocorrelación espacial de las series.

El indicador *Global Moran* experimenta una disminución en todas las causas de muerte cuando se aplica la contigüidad de segundo orden en ambos criterios –torre y reina– (cuadro 7). Este resultado parece indicar que los focos de tasas elevadas y/o reducidas tienen, en un espacio tan heterogéneo y reducido como la urbe barcelonesa con una extensión de poco más de 9 km², un efecto que se difumina rápidamente a medida que nos alejamos de los centroides considerados.

En el cuadro 8 se presentan los resultados de la asociación espacial y su significación estadística mediante el indicador *Global Moran*.

Gráfico 4. Diagrama de dispersión de los valores estandarizados de la variable tasa de mortalidad por gastroenteritis por barrios y su retardo espacial según diferentes criterios de contigüidad. Barcelona (1880-1889)



Fuente: García Faria (1893). Elaboración propia.

Cuadro 6. Indicador de asociación espacial. Global Moran's I de diferentes causas de muerte según distintos criterios de contigüidad. Barcelona (1880-1889)

Causa de muerte	Rook		Queen	
	Orden 1	Orden 2	Orden 1	Orden 2
Enfermedades transmitidas por el agua y los alimentos	0,5029***	0,1310*	0,4417***	0,1572***
Cólera	0,4529***	0,1228*	0,3975***	0,0580
Gastroenteritis	0,5585***	0,1997***	0,4960***	0,2044***
Tifus	0,3003***	0,0801	0,2125***	-0,0535
Enfermedades transmitidas por el aire	0,4095***	0,1433*	0,3325***	0,1534***
Bronquitis	0,4398***	0,1138*	0,3525***	0,1393***
Tuberculosis	0,4003***	0,1681***	0,3185***	0,1595***
Enfermedades infantiles	0,4577***	0,1292*	0,3632***	0,1831***

(*) p-value obtenido a partir de 999 permutaciones aleatorias.

(***) p-value < 0,001. (**) p-value < 0,01. (*) p-value < 0,05

Fuente: García Faria (1893). Elaboración propia.

Entre los dos factores explicativos que emplearemos en el próximo apartado, la variable densidad es la que muestra un mayor nivel de asociación espacial (0,58), este resultado no es sorprendente dada la elevada densidad que manifiestan un notable número de barrios barceloneses del antiguo espacio intramuros (mapa 3).

El escaso valor del indicador correspondiente a la calidad urbana muestra, por el contrario, una mayor dispersión territorial de esta variable (mapa 3).

Cuadro 7. Indicador de asociación espacial. Global Moran I de diferentes variables según el criterio de contigüidad Rook de primer orden. Barcelona (1880-1889)

Variable	Moran's I	p-value (*)
Densidad	0,5805	0,001
Calidad urbana	0,2843	0,005
Causa de muerte		
Cólera	0,4529	0,001
Gastroenteritis	0,5585	0,001
Tifus	0,1423	0,001
Enfermedades transmitidas por el agua y los alimentos	0,5029	0,001
Difteria	0,4344	0,001
Sarampión	0,3868	0,001
Viruela	0,3878	0,001
Enfermedades infantiles	0,4577	0,001
Bronquitis	0,4398	0,001
Pulmonía	0,3550	0,001
Tuberculosis	0,4003	0,001
Enfermedades transmitidas por el aire	0,4095	0,001
Apoplejía	0,3520	0,001
Cardiopatías	0,3126	0,001
Todas las otras causas	0,2987	0,002
Todas las causas	0,3943	0,001

(*) p-value obtenido a partir de 999 permutaciones aleatorias.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de García Faria (1893).

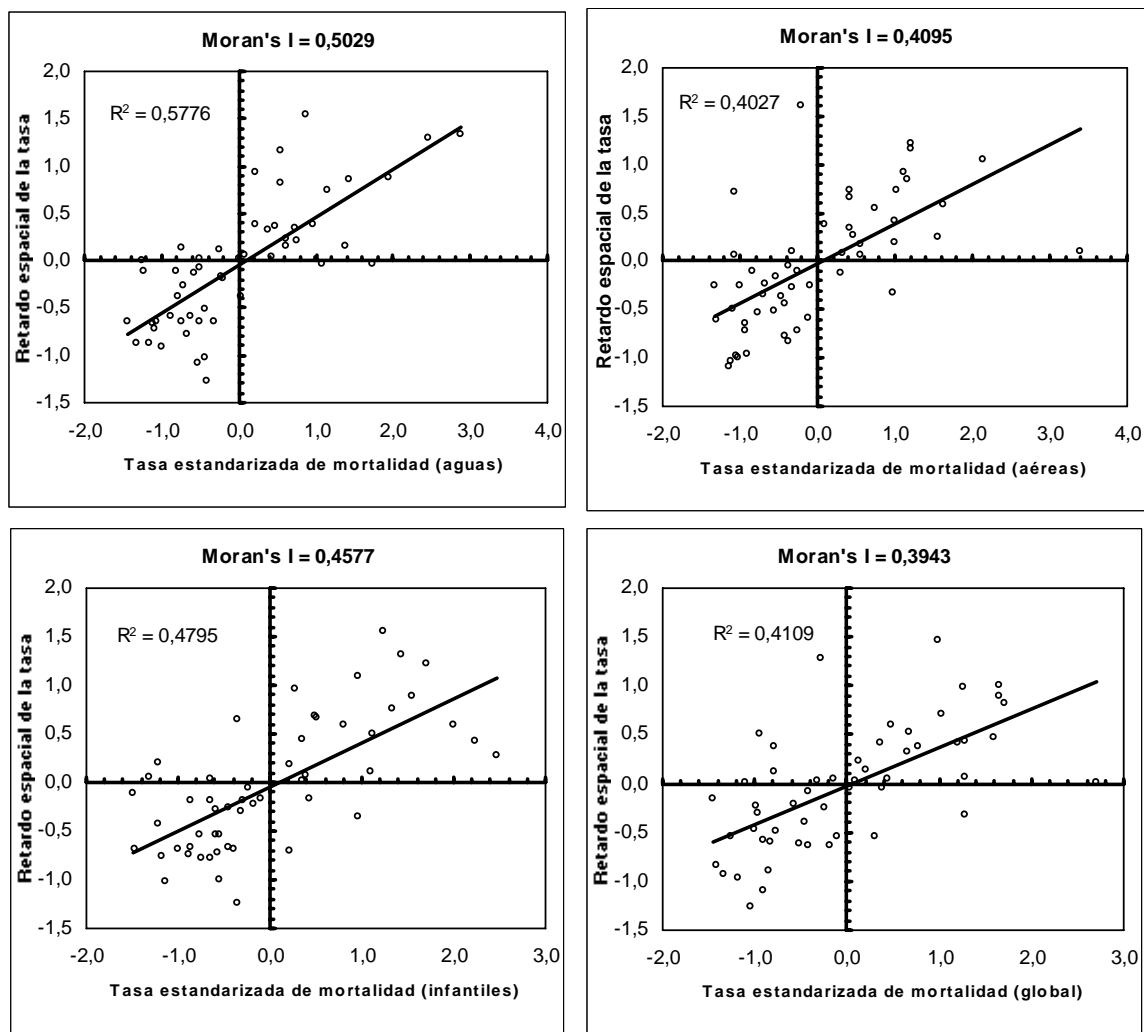
Las enfermedades transmitidas por el agua y los alimentos (0,5029) y las enfermedades infantiles (0,4577) son las que se caracterizan por un mayor nivel de asociación espacial (gráfico 5).

La gastroenteritis (0,5585) es la causa específica que muestra, como ya subrayábamos, un *Global Moran* más elevado entre las 11 causas consideradas. El tifus, por el contrario, es la causa de muerte que evidencia un nivel más bajo de asociación espacial (0,1423), de hecho es una de las enfermedades con uno de los coeficientes de variación territorial más reducidos, como muestra de una distribución muy uniforme en el territorio (cuadro 4 y mapa 6). Otras enfermedades con valores significativos de asociación espacial por orden descendente son: el cólera (0,4529), la bronquitis

(0,4398), la difteria (0,4344) y la tuberculosis (0,4003). Por otra parte, el resto de causas registra, tras el tifus, el segundo menor grado de asociación espacial.

En conjunto, los resultados obtenidos en el Global Moran confirman un patrón espacial desigual para las diversas causas de muerte consideradas en este análisis.

Gráfico 5. Diagrama de dispersión de los valores estandarizados de la variable tasa de mortalidad según las principales causas de muerte (agrupadas) por barrios y su retardo espacial según el criterio de contigüidad Rook de orden 1. Barcelona (1880-1889)

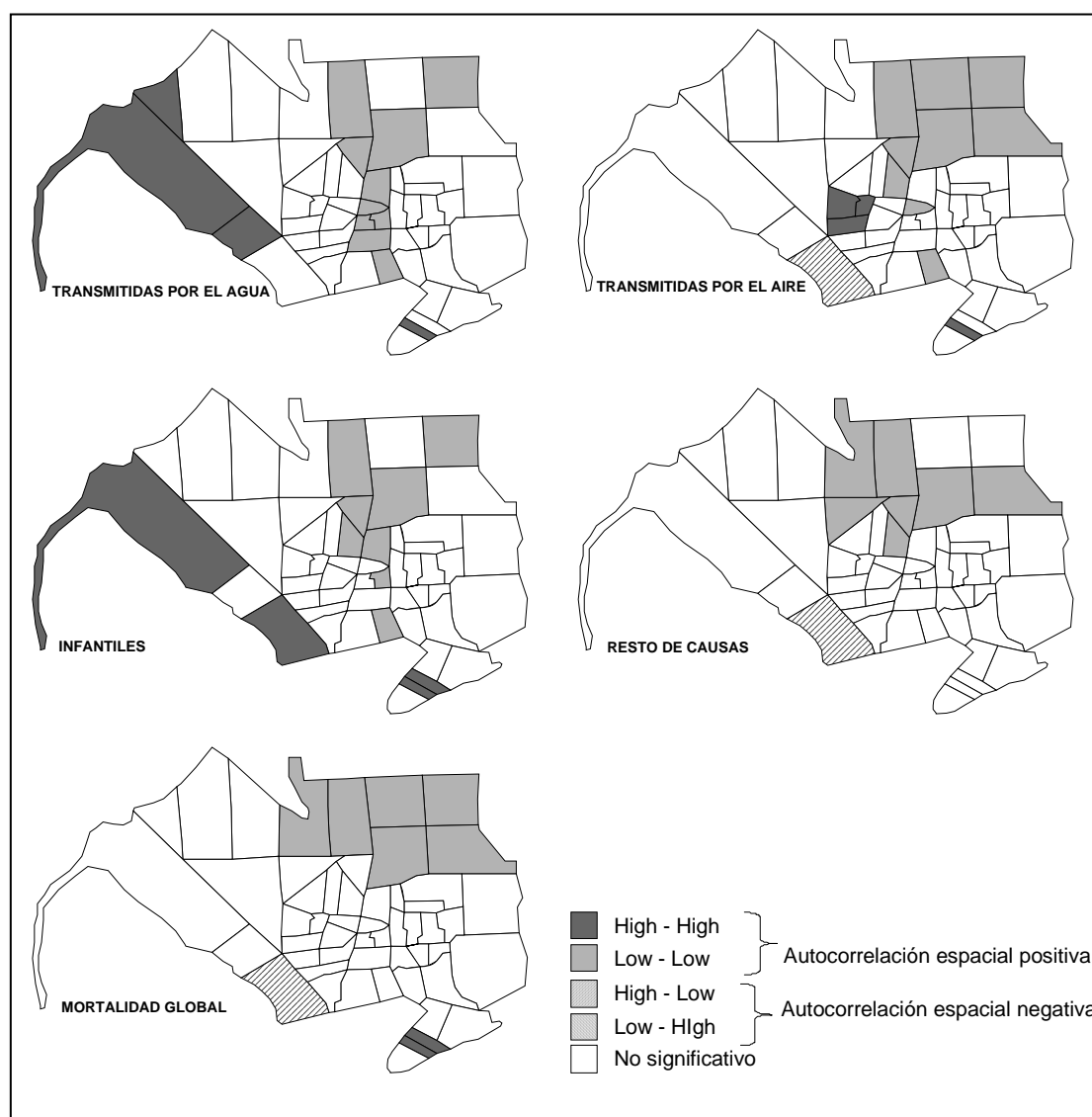


Fuente: García Faria (1893). Elaboración propia.

No obstante, unos valores bajos de asociación espacial global pueden ocultar otras estructuras espaciales sumamente interesantes para el análisis de la mortalidad, como la existencia de conglomerados o agrupaciones de alta o baja mortalidad. Para solventar esta limitación del *Global Moran* vamos a estimar los indicadores locales de asociación espacial mediante el cálculo del *Local Moran*, valores que se representan en los mapas

5-9. Este tipo de indicador localiza áreas específicas y verifica la hipótesis de asociación de sus valores con los que les rodean intentando identificar áreas de similares características pero contiguas espacialmente. Existen 4 tipos de asociaciones: las dos primeras (High-High, Low-Low) conforman lo que se denomina un conglomerado de autocorrelación espacial positiva, las otras dos (High-Low y Low-High) aúnan las nombradas como conglomerados de autocorrelación negativa, valores altos rodeados de valores bajos y viceversa.

Mapa 5. LISA local Moran I_i de las tasas de mortalidad según las principales causas de muerte agrupadas. Barcelona (1880-1889)



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de García Faria (1893).

Las tasas de mortalidad de enfermedades transmitidas por el agua y los alimentos y las de carácter infantil muestran dos focos de autocorrelación espacial positiva (valores elevados rodeados de valores elevados) integrados por prácticamente los mismos barrios, éstos se localizan en los distritos de Hostafrancs (Canteras, Ángel y Cruz Cubierta), Atarazanas (Huertas) y la Barceloneta (San Juan y Concordia), distritos todos ellos entre los de mayor mortalidad de Barcelona en la mayor parte de causas de muerte, como ya pudimos ver en apartados anteriores. Esta pauta espacial tiene su reverso en un área de autocorrelación espacial positiva de valores bajos que se localiza en los distritos de la Concepción (la agrupación más compacta para enfermedades transmitidas por el aire), Audiencia, Instituto y Universidad. Este perímetro se caracteriza por una baja mortalidad en prácticamente todas las causas de muerte. Es muy significativa, por otra parte, la presencia de un espacio de autocorrelación espacial de valores elevados de la mortalidad por enfermedades transmitidas por el aire, en especial en los barrios de Cárcel, Escuelas Pías y San Lázaro, todos ellos en el distrito del Hospital (mapa 7).

Sin embargo, el conjunto de causas de muerte identifica sólo dos agrupaciones con autocorrelación positiva (mapa 7): una de valores altos en la Barceloneta y otro de valores bajos en los distritos de la Concepción y parte de Universidad. Este resultado indica que una distribución territorial diferencial de la mortalidad por causas diluye los posibles conglomerados de mortalidad cuando estas se agrupan en la mortalidad global. Un análisis más detallado centrado en causas específicas de muerte muestra unas agrupaciones territoriales de mortalidad territoriales más nítidos que las observadas anteriormente:

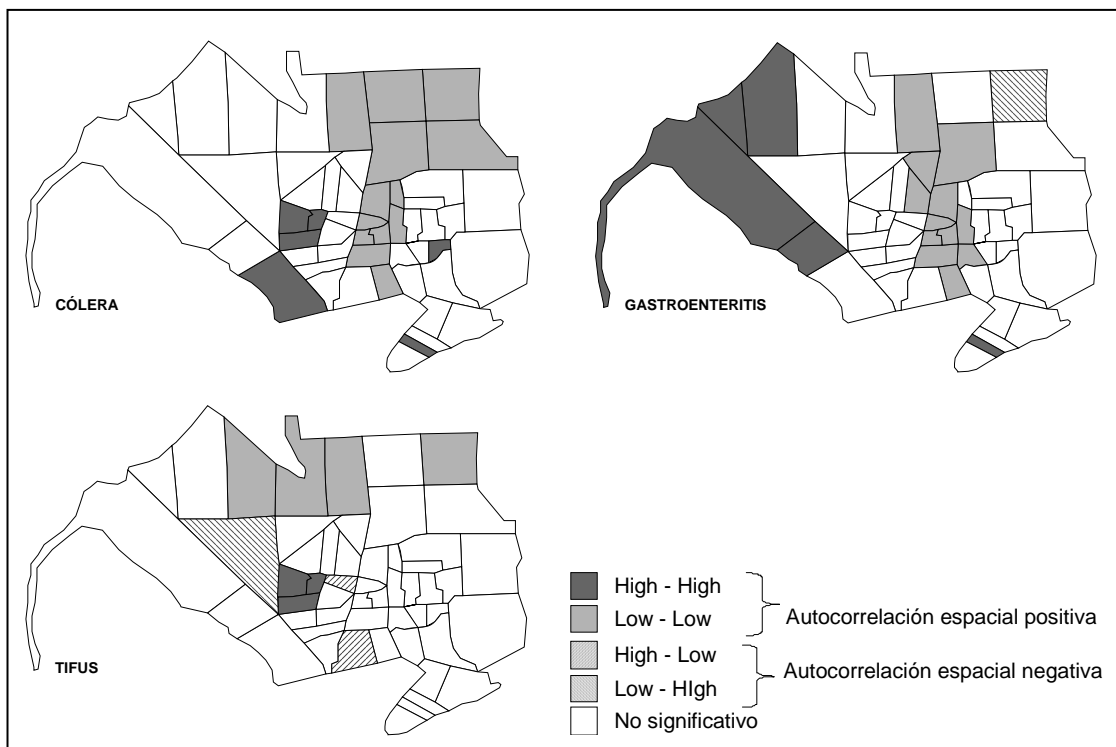
- a) La mortalidad por cólera muestra un área de 5 barrios localizados en los distritos de Hospital y Atarazanas, con elevadas tasas de mortalidad, frente a los distritos de la Concepción, Audiencia y Lonja que caracterizan un espacio continuo de baja mortalidad por esta causa. Tres barrrios del distrito de Hostafranchs y uno de Atarazanas configuran una aglomeración continua donde se registra el área de mayor mortalidad por gastroenteritis. Mientras que la mortalidad por tifus se concentra en un área de tres barrios del distrito de Hospital.
- b) Las enfermedades transmitidas por el aire (bronquitis, pulmonía y tuberculosis) repiten algunos de los esquemas señalados, aunque con algunas variantes territoriales. Así la mortalidad por bronquitis se concentra en áreas que agrupan los espacios de elevada mortalidad por gastroenteritis y tifus. La mortalidad por

pulmonía separa, claramente, un área de baja mortalidad en el distrito de la Concepción y otro de elevada mortalidad en la Barceloneta. Finalmente, la tuberculosis presenta un foco perfectamente delimitado en tres barrios contiguos del distrito de Atarazanas (Teatro, San Pablo y Huertas).

- c) Entre las enfermedades infantiles, la difteria y la viruela comparten un foco de alta mortalidad en varios barrios de la Barceloneta (San Juan y Concordia) en constraste con un área de valores bajos que se localiza, en el distrito de Concepción.

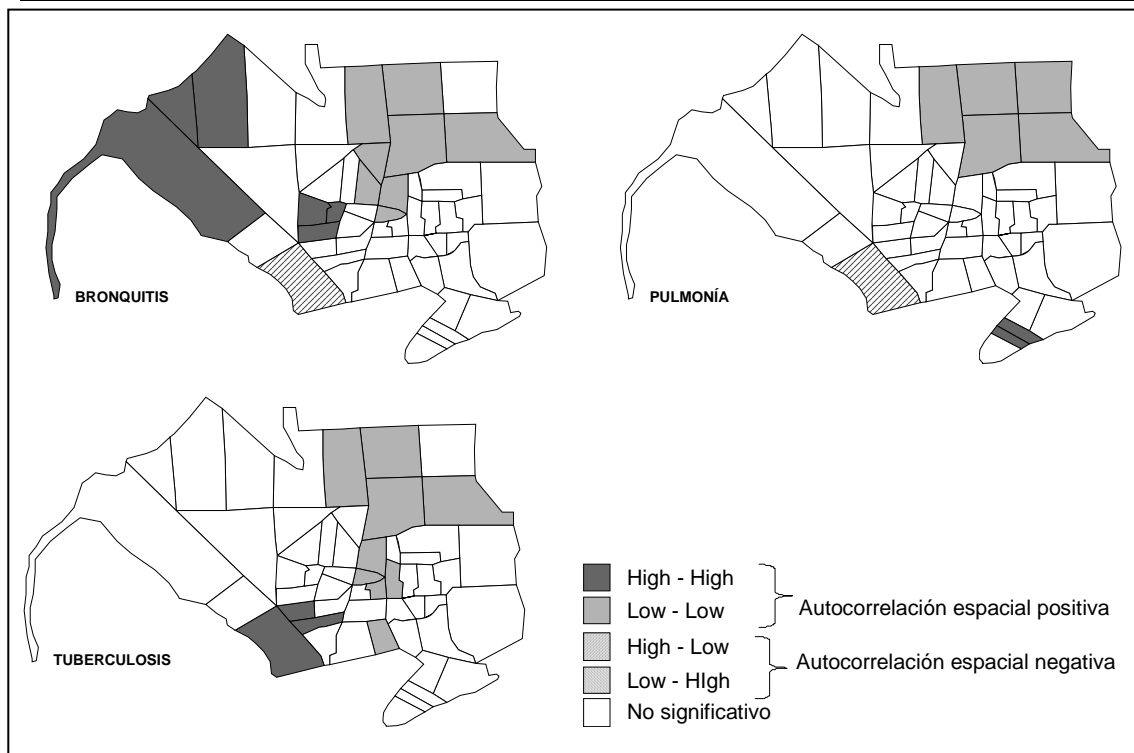
Las técnicas de análisis espacial nos han permitido establecer el valor global de la asociación espacial de las tasas de mortalidad en el sistema urbano de Barcelona y, sobre todo, identificar los focos de mortalidad que presentaba la ciudad a finales del siglo XIX, y que tanto preocupaban a García Faria cuando realiza su proyecto de reforma del alcantarillado. Esta herramienta le hubiera sido de gran utilidad cuando puso en marcha su magna obra.

Mapa 6. LISA local Moran I_i de las tasas de mortalidad cuyos vectores principales de transmisión son el agua y los alimentos. Barcelona (1880-1889)



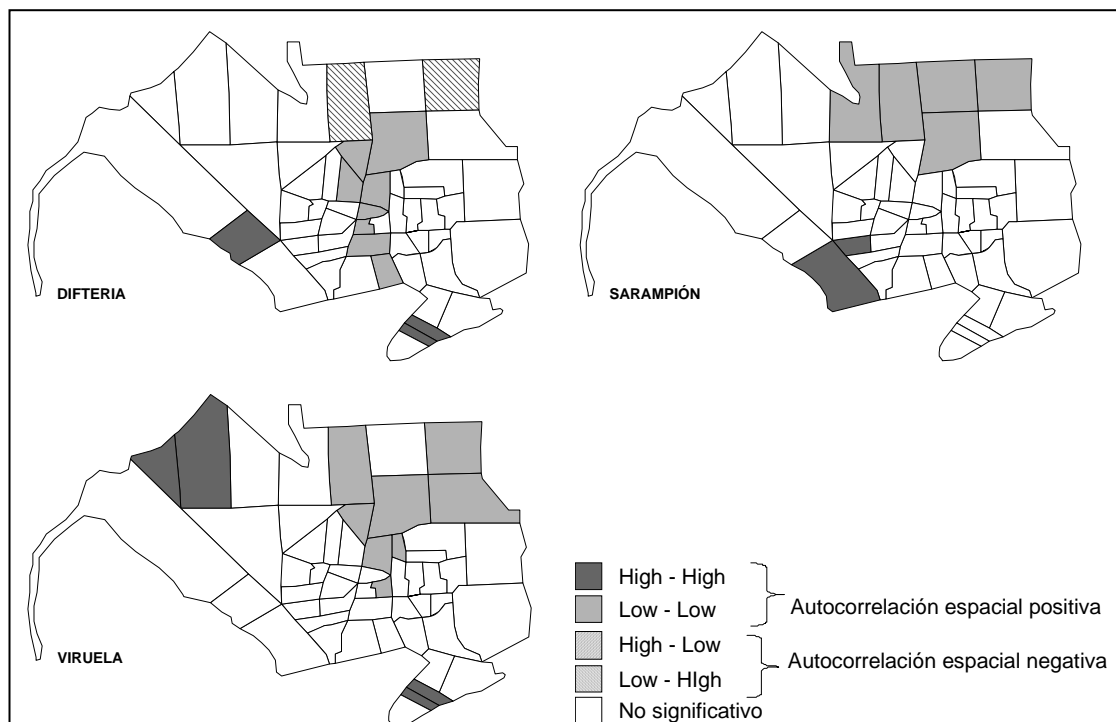
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de García Faria (1893).

Mapa 7. LISA local Moran I_i de las tasas de mortalidad cuyo vector principal de transmisión es el aire. Barcelona (1880-1889)



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de García Faria (1893).

Mapa 8. LISA local Moran I_i de las tasas de mortalidad de enfermedades infantiles. Barcelona (1880-1889)



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de García Faria (1893).

4.3. Análisis multivariante de la mortalidad

Para evaluar la incidencia de diversos factores en las diferencias intraurbanas de mortalidad hemos construido dos tipos de modelos explicativos: el primero de ellos evalúa el impacto de las variables mediante un modelo estándar de regresión múltiple, mientras que el segundo introduce el retardo espacial de la variable explicada. El análisis de regresión considera tanto las causas de muerte agrupadas (4+1) como el detalle de 11 causas específicas, de esta manera pueden evaluarse los efectos de agregación y singularizar los procesos correspondientes a causas específicas.

Cuadro 8. Tasas de mortalidad según la causa y diferentes tramos de densidad y calidad urbana. Barcelona (1880-1889).

Causa de muerte	Densidad (habitantes/km ²)			Calidad urbana ⁴⁵			Total
	<300	300-600	>600	Pésima	Mala	Regular	
Cólera	2,87	4,19	4,25	5,32	2,66	0,85	4,23
Gastroenteritis	30,72	28,07	27,33	34,57	25,23	15,04	29,45
Tifus	10,95	13,47	13,84	13,62	12,19	10,91	12,89
Enfermedades trans. agua y los alimentos	44,55	45,73	45,42	53,51	40,08	26,80	46,57
Viruela	9,88	10,79	10,18	12,07	9,16	5,33	7,84
Sarampión	9,43	10,68	11,00	12,75	8,84	5,65	11,01
Difteria	7,13	8,32	7,88	9,23	7,06	2,85	10,47
Enfermedades infantiles	26,44	29,79	29,05	34,05	25,06	13,82	29,32
Bronquitis	11,45	11,77	12,74	13,83	11,37	6,99	12,82
Neumonía	20,52	23,69	24,32	24,72	22,07	17,11	23,73
Tuberculosis	27,09	30,40	31,22	33,84	27,30	18,98	30,56
Enfermedades transmitidas por el aire	59,06	65,86	68,29	72,38	60,74	43,08	67,11
Apoplejía	13,97	17,50	19,47	18,36	16,33	15,00	17,50
Cardiopatías	17,31	20,45	22,85	21,76	19,78	17,07	21,26
Todas las otras causas	68,45	82,33	80,88	84,41	73,50	52,58	80,74
Todas las causas	229,78	261,66	265,97	284,48	235,50	168,34	262,51

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de García Faria (1893).

Antes de someter a evaluación estadística la intensidad de la relación entre diferentes variables explicativas y la mortalidad, realizamos un rudimentario test basado en la incidencia de las dos variables más importantes, la densidad y calurb, sobre las causas específicas de mortalidad. Para ello agrupamos las variables explicativas en 3 grandes tramos (cuadro 8). La densidad no muestra una relación estable, el grupo intermedio de densidad ofrece con demasiada frecuencias intensidades medias de mortalidad superiores a las de los extremos de la distribución. Todo lo contrario sucede con la

⁴⁵ En la codificación inicial de la variable calidad urbana se distinguieron inicialmente tres categorías (Pésima, mala y regular) que han quedado reducidas a dos (Pésima, otras como variable dummy) en el tratamiento de los modelos estadísticos.

calidad urbana, que manifiesta una relación lineal negativa, a medida que aumenta la calidad del entorno disminuye significativamente la mortalidad.

Vamos a evaluar a continuación el grado de asociación estadística entre las variables potencialmente explicativas de las diferencias en mortalidad por causas: las candidatas son la población, la densidad (ambas también en sus transformaciones logarítmicas) y la calidad urbana⁴⁶.

Cuadro 9. Asociación estadística (R de Pearson) entre la causa de muerte y diferentes variables registradas en los barrios de Barcelona (1880-1889)

Causa de muerte	Población	Ln Población	Densidad	Ln Densidad	Calidad urbana
Cólera	0,367**	0,247	0,351**	0,233	-0,515***
Gastroenteritis	0,170	0,079	-0,005	-0,113	-0,389**
Tifus	0,212	0,247	0,459***	0,494***	-0,266
Enfermedades transmitidas por el agua y los alimentos	0,245	0,154	0,140	0,035	-0,466***
Viruela	0,045	0,016	0,127	0,034	-0,322*
Sarampión	0,300*	0,281*	0,275*	0,244	-0,448***
Difteria	0,110	0,115	0,124	0,07	-0,434**
Enfermedades infantiles	0,175	0,158	0,200	0,135	-0,446***
Bronquitis	0,396**	0,329*	0,284*	0,182	-0,330*
Pulmonía	0,245	0,189	0,413**	0,341*	-0,322*
Tuberculosis	0,198	0,112	0,278*	0,183	-0,364**
Enfermedades transmitidas por el aire	0,279*	0,198	0,343*	0,244	-0,377***
Apoplejía	0,103	0,221	0,528***	0,584***	-0,241
Cardiopatías	0,168	0,266	0,6***	0,675***	-0,260
Todas las otras causas	0,298*	0,338*	0,357**	0,406**	-0,336*
Todas las causas	0,271*	0,253	0,342*	0,310*	-0,428**

*** La correlación es significativa al nivel 0,001 (bilateral).** nivel 0,01 * nivel 0,05.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de García Faria (1893).

La densidad y la calidad urbana presentan, por lo general, correlaciones (*R de Pearson*) con la mortalidad de mayor intensidad, aunque desiguales, y ambas en el sentido esperado: positiva para la densidad y negativa para la calidad urbana.

La mayor asociación de la densidad se da con las cardiopatías (0,60) y las apoplejías (0,52), pero esta relación parece tener un carácter espúreo, ya que ambas enfermedades se localizan espacialmente en los barrios de mayor estatus social, algunos de ellos se encuentran singularmente entre los de mayor densidad (distritos de Audiencia y Lonja). Más significativa parece la relación de esta variable con el tifus (0,459) y la pulmonía

⁴⁶ Las variables consideradas se circunscriben a las recogidas por García Faria directa o indirectamente en su trabajo.

(0,413). Por el contrario, causas de muerte como la gastroenteritis presentan una nula asociación estadística, hecho que también se repite entre las causas de muerte de naturaleza infantil, con valores de la R de Pearson por debajo de 0,2⁴⁷.

Hay que hacer notar, que el efecto de la densidad no es tan evidente como señalaba Cerdà⁴⁸ y como han podido demostrar diferentes autores barceloneses contemporáneos (Cabré y Muñoz, 1994 López; 2004). En efecto, como señalan Anna Cabré y Francisco Muñoz Ramírez con referencia a Idelfons Cerdà: "Creemos que con los datos que disponemos y que disponía el autor, la densidad debería ser absuelta por falta de pruebas, aunque haya indicios suficientes para sospechar de su culpabilidad" (Cabré y Muñoz, 1996; p.46⁴⁹)

La escala geográfica puede tener un importante papel en esta relación, la asociación densidad-mortalidad podría funcionar estadísticamente en la mesoescala (municipios como unidades de análisis) y diluirse en la microescala. Este resultado plantea dos hipótesis alternativas: a) es la ciudad, con su compacidad, la que mata y no la densidad; o bien b) es necesario un umbral de densidad para hacer evidente la asociación entre densidad y mortalidad.

La calidad urbana muestra una mayor asociación estadística con prácticamente la totalidad de causas de muerte, con la excepción de las cardiopatías y apoplejías. mortalidad que la que presenta la densidad.

El cólera es la causa de muerte que presenta una mayor asociación estadística con la variable calidad urbana (R de Pearson de -0,515). El sentido de la asociación de esta última variable con todas las causas de muerte es el mismo para las

Carácter diferencial de la asociación espacial por causas de muerte. Importancia de la autocorrelación espacial. Tema de la compactibilidad.

⁴⁷ Aunque la transformada de la densidad (Indensidad) presenta para algunas causas de muerte un valor superior del indicador, la inclusión de esta variable en los modelos de regresión no mejoraba los resultados obtenidos al incorporar sólo la densidad.

⁴⁸ Woods afirma que la mortalidad en las primeras etapas de la vida es altamente sensible a las diferencias en densidad de población (Woods, 2003; p. 43): el logaritmo de la densidad explica el 70,3% de la varianza del indicador de mortalidad en los primeros años de vida en Inglaterra y Gales en el período 1851-60, pero acaba matizando que. "The long debate on urban-rural mortality differentials has not been brought to a succesful conclusion, but the signs of greater cultural awareness and analytical sophistication are encouraging. In particular, it is critical that the crude depiction of an urban graveyard effect be replaced by a far more contingent account that is sensitive to the diversity of health environments that may be associated with the clustering of populations in high-density areas" (Woods, 2003; p. 44).

⁴⁹ La traducción del original catalán es nuestra.

García Faria gana Cerdà pierde. ¿Habrá desempate? Posiblemente en un campo más pequeño el resultado sería otro.

Algunos autores subrayan el éxito de la propuesta de García Faria, más adelante. A continuación pasamos a describir los resultados obtenidos con los modelos de regresión.

En una primera etapa estimamos un modelo básico de regresión lineal por el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO), en el que la variable dependiente es la tasa de mortalidad por causa en los diferentes barrios (53) y las variables independientes son la densidad y la calidad urbana.

$$Cmuerte(K)_i = \beta_0 + \beta_1 Densidad_i + \beta_2 Calurb_i + \varepsilon_{ik}$$

$$u \approx N(0, \sigma^2)$$

donde:

Cmuerte(K)_i: es la tasa de mortalidad por la causa K por cada diez mil habitantes correspondiente al barrio i, para i = 1,2,...,53.
Densidad_i: Densidad de población por hectárea del barrio i
Calurb_i: Variable sobre la calidad urbana del barrio i

Cuadro 10. Análisis de regresión múltiple de la variable causa de muerte (agrupada) según diferentes variables explicativas

Variabes	Aguas	Aéreas	Infantiles	Resto	Total
CONSTANTE	52,499*** (4,88)	63,188*** (5,662)	31,852*** (3,566)	73,274*** (6,358)	253,838*** (19,668)
DENSIDAD	0,002 (0,006)	0,015* (0,007)	0,004 (0,005)	0,018* (0,008)	0,051* (0,025)
CALURB	-15,528*** (4,36)	-12,353* (5,06)	-10,415** (3,186)	-11,697* (5,681)	-51,294** (17,574)
R ²	0,218	0,212	0,209	0,195	0,246
R ² ajustada	0,187	0,180	0,177	0,163	0,215
F-estadístico	6,965	6,709	6,610	6,069	8,135
Log likelihood	-218,650	-226,537	-202,028	-232,679	-292,528

(*) Los coeficientes del modelo han sido estimados mediante mínimos cuadrados ordinarios (MCO).

Niveles de significación de los coeficientes (***) <0,001. (**) <0,01. (*) <0,05.

Entre paréntesis aparece el error estándar.

La variable calidad urbana como proxy de variable social.

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 11. Análisis de regresión múltiple de 11 causas de muerte según diferentes variables explicativas. Barcelona (1880-1889)

Variables	Cólera	Gastroenteritis	Tifus	Bronquitis	Pulmonía	Tuberculosis	Difteria	Sarampión	Viruela	Apoplejía	Cardiopatía
CONSTANTE	4,087*** (0,774)	37,057*** (4,269)	11,355*** (0,882)	11,959*** (1,466)	21,31*** (1,574)	29,919*** (3,261)	11,887*** (1,211)	11,174*** (1,425)	8,792*** (1,399)	14,289*** (1,287)	17,077*** (1,214)
DENSIDAD	0,002* (0,001)	-0,004 (0,005)	0,004** (0,001)	0,003 (0,002)	0,006** (0,002)	0,006 (0,004)	0,000 (0,002)	0,003 (0,002)	0,001 (0,002)	0,007*** (0,002)	0,008*** (0,002)
CALURB	-2,654*** (0,692)	-11,82** (3,814)	-1,055 (0,788)	-2,739* (1,31)	-2,632 (1,406)	-6,981* (2,914)	-3,544** (1,082)	-4,062** (1,274)	-2,809* (1,25)	-1,192 (1,15)	-1,216 (1,085)
R ²	0,323	0,161	0,238	0,154	0,225	0,172	0,189	0,232	0,106	0,294	0,376
R ² ajustada	0,296	0,128	0,207	0,121	0,194	0,139	0,157	0,201	0,071	0,266	0,351
F-estadístico	11,914	4,802	7,806	4,567	7,252	5,201	5,837	7,551	2,975	10,413	15,082
Log likelihood	-121,060	-211,562	-128,006	-154,927	-158,681	-197,298	-144,804	-153,431	-152,447	-148,017	-144,919

(*) Los coeficientes del modelo han sido estimados mediante mínimos cuadrados ordinarios (MCO). Niveles de significación de los coeficientes (***) <0,001. (**) <0,01. (*) <0,05. Entre paréntesis aparece el error estándar.

Fuente: Elaboración propia

Como ya se ha señalado, el efecto de la densidad es pequeño entre todos los modelos utilizados. Sólo es significativo en 5 de las 11 causas de muerte consideradas. Mientras que la calidad urbana (calurb) lo es en 7. El efecto de ambas variables es el esperado. No obstante, la capacidad predictiva de los modelos puede considerarse baja o muy baja.

La estrategia de análisis de la regresión espacial recomienda la Se estimó posteriormente un modelo Durbin espacial⁵⁰ aunque los resultados no han sido satisfactorios. En este modelo, que constituye también lo que se llama el contraste COMFAC, el coeficiente autorregresivo ρ volvió a resultar estadísticamente significativo, pero no sucedió lo mismo con los coeficientes β_3 , β_4 de las variables exógenas espacialmente retardadas, siendo incluso incorrecto el signo negativo obtenido por el estimador de la variable *WDensidad* (según la denominada hipótesis del factor común, el coeficiente $\beta_3 = \rho \cdot \beta_1$, por lo que el signo esperado para β_3 era positivo). Estos resultados pusieron de manifiesto, con mayor claridad, que la causa principal de dependencia

⁵⁰ También adecuado en modelos con problemas de dependencia espacial en la perturbación aleatoria, con la siguiente especificación que incorpora los retardos espaciales de todas las variables explicativas:

$$Cmuerte(K)_i = \beta_0 + \rho \cdot Cmuerte_i + \beta_1 Densidad_i + \beta_2 Calurb_i + \beta_3 WDensidad_i + \beta_4 WCalurb_i + \varepsilon_{i_k}$$

$$u \approx N(0, \sigma^2 I)$$

espacial en el modelo se encontraba, no tanto en la perturbación aleatoria, cuanto en la omisión de la variable endógena espacialmente retardada como explicativa en el mismo. Por ese motivo, se propone la especificación del modelo del retardo espacial (modelo mixto autorregresivo de regresión espacial) como óptima.

Cuadro 12. Análisis de regresión espacial (SRA) de la variable causa de muerte (agrupada) según diferentes variables explicativas. Barcelona (1880-1889)

Variabes	Aguas	Aéreas	Infantiles	Resto	Global
WCAUSA	0,699*** (0,096)	0,553*** (0,123)	0,616*** (0,112)	0,401** (0,147)	0,532*** (0,126)
CONSTANTE	18,107** (5,692)	27,028** (8,687)	13,153** (4,199)	42,621*** (11,949)	118,14*** (34,346)
DENSIDAD	0,002 (0,004)	0,012* (0,006)	0,003 (0,004)	0,015* (0,008)	0,039 (0,022)
CALURB	-9,759** (3,182)	-8,383* (4,177)	-6,988** (2,515)	-8,559 (5,157)	-36,063* (14,916)
R ²	0,580	0,444	0,499	0,308	0,442
Log likelihood	-206,507	-219,750	-193,101	-229,907	-286,778

(*) Los coeficientes del modelo han sido estimados mediante el método de máxima verosimilitud (MV). Niveles de significación de los coeficientes (***) <0,001. (**) <0,01. (*) <0,05. Entre paréntesis aparece el error estándar.

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 13. Modelo mixto autoregresivo de regresión espacial de 11 causas de muerte (agrupada) según diferentes variables explicativas. Barcelona (1880-1889)

Variasbles											
	Cólera	Gastroenteritis	Tífus	Bronquitis	Pulmonía	Tuberculosis	Difteria	Sarampión	Viruela	Apoplejía	Cardiopatía
WCAUSA	0,534*** (0,123)	0,778*** (0,08)	0,304 (0,158)	0,637*** (0,11)	0,487*** (0,133)	0,536*** (0,128)	0,568*** (0,121)	0,537*** (0,125)	0,545*** (0,129)	0,327* (0,153)	0,187 (0,16)
CONSTANTE	1,901* (0,756)	10,48** (3,777)	8,039*** (2,038)	4,066* (1,649)	10,095** (3,077)	13,866** (4,486)	5,721*** (1,595)	5,257** (1,712)	4,179** (1,535)	9,517*** (2,605)	13,685*** (3,139)
DENSIDAD	0,001 (0,001)	0,000 (0,003)	0,003* (0,001)	0,003 (0,001)	0,005** (0,002)	0,005 (0,004)	0,000 (0,001)	0,002 (0,002)	0,001 (0,001)	0,005** (0,002)	0,007*** (0,002)
CALURB	-1,717** (0,588)	-6,738** (2,485)	-1,066 (0,741)	-1,829 (1,01)	-1,689 (1,213)	-4,938* (2,436)	-2,686** (0,884)	-2,835** (1,082)	-1,847 (1,043)	-1,272 (1,063)	-1,161 (1,038)
R ²	0,504	0,637	0,295	0,478	0,397	0,401	0,454	0,433	0,352	0,366	0,399
Log likelihood	-115,057	-195,158	-126,63	-145,591	-153,89	-191,01	-136,969	-147,677	-146,319	-145,945	-144,175

(*) Los coeficientes del modelo han sido estimados mediante el método de máxima verosimilitud (MV). Niveles de significación de los coeficientes (***) <0,001. (**) <0,01. (*) <0,05. Entre paréntesis aparece el error estándar.

Fuente: Elaboración propia

Por eso, se propone, en primer lugar, la estimación de un modelo mixto autorregresivo de regresión espacial, o modelo del retardo espacial, por el método de máxima-verosimilitud (MV), en el cual se incluye la variable endógena espacialmente retardada como explicativa en el modelo:

$$Cmuerte(K)_i = \beta_0 + \rho \cdot WCmuerte_i + \beta_1 Densidad_i + \beta_2 Calurb_i + \varepsilon_i$$

$$u \approx N(0, \sigma^2)$$

donde:

Cmuerte(K)_i: es la tasa de mortalidad por la causa K por cada diez mil habitantes correspondiente al barrio i, para i = 1, 2, ..., 53.

WCmuerte_i: es la tasa de mortalidad por causa espacialmente retardada a partir de una matriz W de interacciones espaciales, obtenida como contigüidad de primer orden entre los barrios de Barcelona y estandarizada por filas.

ρ : coeficiente autorregresivo espacial.

Densidad_i: Densidad de población por hectárea del barrio i

Calurb_i: Variable sobre la calidad urbana del barrio i

En este caso también todos los coeficientes estimados fueron muy significativos. Por otro lado, los contrastes específicos demostraron asimismo que la consideración del retardo espacial de la variable endógena en el modelo anulaba la presencia de autocorrelación espacial en la perturbación aleatoria.

5. Conclusiones

En este artículo hemos analizado la dimensión espacial de la mortalidad por causas en la ciudad de Barcelona y sus barrios a partir de los datos compilados por el ingeniero García Faria para el periodo 1880–1890. De los resultados de nuestro análisis, extraemos las siguientes conclusiones:

Primero, queremos destacar la solidez de los datos compilados por García Faria los cuales, sometidos al tratamiento estadístico y espacial, han dado lugar a unos resultados coherentes, sin inconsistencias significativas que nos hayan obligado a poner en duda su fiabilidad. Esta misma solidez se observa también en el diagnóstico que García Faria realiza sobre la relación entre deficiencia o ausencia de alcantarillado y la elevada mortalidad. Los resultados de nuestra investigación avalan este diagnóstico. En efecto, la calidad de la urbanización, medida que incluye entre otras variables el estado del alcantarillado, está asociado con una mayor mortalidad, precisamente de aquellas

enfermedades que tienen en el agua y los alimentos su principal agente de transmisión, veáse al respecto los resultados sobre la gastroenteritis, la causa de muerte que presenta un mayor grado de asociación espacial y que mejores resultados muestra en los modelos de regresión estimados.

Segundo, con esta investigación hemos demostrado la idoneidad de introducir la perspectiva espacial, más allá de la simple cartografía de los datos, para extraer más información de las relaciones que se establecen entre las unidades, en nuestro caso los barrios, que conforman la ciudad de Barcelona. Así, hemos podido identificar, sobre la base de unas hipótesis y criterios estadísticos bien definidos, la existencia de focos de alta y baja mortalidad muy concentrados en su espacio urbano.

Tercero, Las diferencias observadas en el seno de ciudad Barcelona, ciudad que por entonces no tenía más de 10 kilómetros cuadrados, obligan a reconsiderar la dualidad urbana-rural como una simplificación de una realidad más compleja, puesto que en lugares donde, sin duda alguna, podemos utilizar el apelativo de urbano hallamos una gran diversidad de situaciones de mortalidad. Pero este mismo argumento convierte a la ciudad, y a sus diferencias internas, un espacio privilegiado para el análisis espacial de esta variable demográfica.

En cuarto y último lugar, los resultados aportan elementos para repensar la tradicional relación entre densidad y mortalidad, puesto que en nuestro análisis la densidad no aparece como un aspecto o factor asociado estadísticamente con la mortalidad. Esto sugiere una nueva hipótesis por la que sería la compacidad y no la densidad de los espacios urbanos el factor que explicaría el diferencial de mortalidad que presenta ésta respecto a los espacios rurales. Pero también abre diversos interrogantes, entre ellos la posibilidad de que la densidad actúe sobre la mortalidad a partir de un umbral numérico, la relación en este caso no sería lineal y debería ser sometida a escrutinio en otros espacios urbanos y a través de períodos temporales más largos.

Somos conscientes, por otra parte, de algunas de las limitaciones que afectan a este trabajo. Entre ellas cabe destacar, la falta de información sobre la estructura por sexo y edad de la población y las defunciones que hubiera posibilitado análisis más finos sustentados en las tasas específicas de mortalidad y dotado de mayor rigor a algunos de los indicadores calculados, en especial los relaciones con las enfermedades infantiles; la imposibilidad de construir indicadores numéricos sobre la calidad urbana que nos hubiera permitido la elaboración de hipótesis más refinadas; los problemas de

diagnóstico en las causas y; finalmente, al ignorar la estructura interna de los barrios desconocemos los efectos que ésta puede haber tenido en la estimación de la densidad y los indicadores de la estadística espacial basados en la contigüidad.

Finalmente, contemplamos como futuros desarrollos extender esta investigación a otras áreas y períodos temporales, abordando otras escalas geográficas de mayor detalle y añadiendo otras informaciones sociales y demográficas. Sin descontar el desafío que supone evaluar *a posteriori* cuáles fueron los efectos sobre la distribución territorial de la mortalidad de la reforma del alcantarillado propuesta por García Faria.

Bibliografía

- ANSELIN, L. (1995): “Local Indicators of Spatial Association–LISA”, *Geographical Analysis*, XXVII, 2, pp. 93-115.
- ANSELIN, L. (2004): *GeoDa 0.9.5-i Release Notes*, Center for Spatially Integrated Social Science
- ANSELIN, L. y BERA, A. (1998): “Spatial dependence in linear regression models with an introduction to spatial econometrics”, en ULLAH, A. y GILES, D.E., editores, *Handbook of Applied Economic Statistics*, New York, Marcel Dekker, pp. 237-289
- ARBELO CURBELO, A. (1962): *La mortalidad de la infancia en España, 1901-1950*, Madrid, CSIC
- BAGUENA, M. J. (1991): “Cent anys de lluita antituberculosa a Barcelona”, en *Cent anys de salut pública a Barcelona*, Barcelona, Ajuntament de Barcelona, pp. 105-115
- BERNABEU MESTRE, J. y LÓPEZ PIÑERO, J. M.. (1987): “Condicionantes de la mortalidad entre 1800 y 1930: higiene, salud y medio ambiente”, *Boletín de la Asociación de Demografía Histórica*, V, nº 2, pp. 70-79
- BERNABEU MESTRE, J. (1993): “Expresiones diagnósticas y causas de muerte. Algunas reflexiones sobre su utilización en el análisis demográfico de la mortalidad”, *Boletín de la Asociación de Demografía Histórica*, XI, 3, pp.
- BERNABEU, J., RAMIRO, D., SANZ, A. y ROBLES, E. (2003), “El análisis histórico de la mortalidad por causas. Problemas y soluciones”, *Revista de Demografía Histórica*, XXI, 1, pp.
- CABRÉ A. y RAMÍREZ, F. (1994): “Idelfons Cerdà i la insuportable densitat urbana: algunes consideracions a partir de la cartografia i anàlisi de les estadístiques contigudes” en *Cerdà. Urbs i territori. Una visió de futur*, Barcelona, Fundació Catalana per a la Recerca, pp. 37-46
- CÂMARA, G. Y OTROS (2004): “Mapping social exclusion and inclusion in Developing Countries. Spatial pattern of Sao Paulo in the 1990s”, en GOODCHILD, M. F. y JANELL, D.G. (ed), *Spatially Integrated Social Science*, New York, Oxford University Press, pp. 223-238
- CAPEL, H. y TATJER, M. (1991): “Reforma social, serveis assistencials i higienisme a la Barcelona de finals del segle XIX (1876-1900)” en *Cent anys de salut pública a Barcelona*, Barcelona, Ajuntament de Barcelona, pp. 31-74
- CERDÀ, I. (1867): *Teoría general de la Urbanización y aplicación de sus principios y doctrinas a la Reforma y Ensanche de Barcelona*. Tomo II: La Urbanización Considerada como un Hecho Concreto. Estadística Urbana de Barcelona, Madrid
- CHASCO YRIGOYEN, C. (2003): *Econometría espacial aplicada a la predicción-extrapolación de datos microterritoriales*, Madrid, Consejería de Economía e Innovación Tecnológica
- CLIFF, A.D. Y ORD, J.K. (1973): *Spatial autocorrelation*, London, Pion
- COLOMER CODINA, G. (1883): *Movimiento de la población de Barcelona en el veinteno de 1861-1880*. Densidad por calles, causas y habitaciones de la población

- avecindada en Barcelona en 1882, Barcelona, Sucesores de Ramírez, 37 páginas. + 17 estadísticas + 32 folios.
- DAS GUPTA, M. (1997): “Socio-Economic Status and Clustering of Child Deaths in Rural Punjab”, *Population Studies*, vol. 51, nº 2, pp. 191-202
- DOPICO, F. y REHER, D.S. (1998): *El declive de la mortalidad en España, 1860-1930*, Madrid, ADEH
- ESTEVE, A. (2005): “Concentración y asociación espacial del poblamiento: una aplicación a Cataluña en el siglo XX”, *Estudios Geográficos*, LXVI, 259, pp. 481-505
- FIGUEROLA, L. (1849): *Estadística de Barcelona en 1849*, Barcelona, Imprenta y Librería Politécnica de Tomás Gorchs
- FRESQUET, J.L. (1991): “La febre tifoidea a Barcelona” en *Cent anys de salut pública a Barcelona*, Barcelona, Ayuntamiento de Barcelona, pp. 117-130
- GALERA MONEGAL, M. (1978): *Bibliografía Geogràfica de la Ciutat de Barcelona. Tomo II. La Població*, Barcelona, Ayuntamiento de Barcelona y Departamento de Geografía del CSIC
- GARCÍA FARIA, P. (1894): *Medios de aminorar las enfermedades y la mortalidad en Barcelona*, Memoria leída en la Academia de Higiene de Cataluña, Barcelona, Adm. Industria e Invenciones
- GARCÍA FARIA, P. (1893): *Proyecto de Saneamiento del Subsuelo de Barcelona*, 2 vols., Vid. Cap. “Estado resumen de la mortalidad absoluta de cada casa durante el decenio de 1880 a 1889 y promedio anual de la mortalidad relativa en el mismo período”, Barcelona, Imprenta de Henrich
- GARCÍA FARIA, P. (1890): *Insalubridad de las viviendas de Barcelona*, Barcelona, Imprenta de J. Balmes Planas
- GÓMEZ ORDÓÑEZ, J.L. (1987): “García Fària i el seu projecte de sanejament “, en *El naixement de la infraestructura sanitària a la ciutat de Barcelona*, Barcelona, Ayuntamiento de Barcelona, pp. 21-28
- GÓMEZ REDONDO, R. (1992): *La mortalidad infantil española en el siglo XX*, Centro de Investigaciones Sociológicas, Madrid, Siglo XXI
- GUARDIA, M.; MONCLÚS, F.J. y OYÓN, J.L. (Dir) (1994): *Atlas histórico de ciudades europeas*, Barcelona, Salvat, pp. 64-93
- HAUSER, P. (1913): *La geografía médica de la Península Ibérica*, Madrid, Imprenta de Eduardo Arias
- HAGGETT, P. (2000): *The Geographical Structure of Epidemics*, Oxford, Clarendon Press
- LEUNG, Y; MEI, C.L. Y ZHANG, W.X. (2003): “Stastical test for local patterns of spatial association”, *Enviromment and Planning A*, vol. 35, pp. 725-744
- LÓPEZ GAY, A. (2004): *Els components migratoris en la dinàmica demogràfica de la ciutat de Barcelona, 1834-2003*, memoria de investigación, programa de Doctorado en Demografía, Universidad Autónoma de Barcelona:

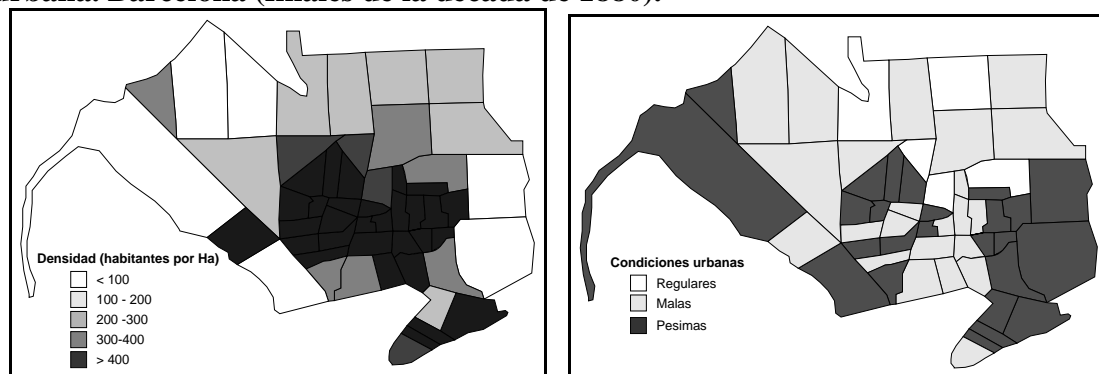
- LÓPEZ GUALLAR, P.(1995):"La demografía barcelonina entre 1833 i 1865" en SOBREQÜÉS, J. (ed), *Història de Barcelona*, Barcelona, Enciclopèdia Catalana., Vol. VI, pp. 95-118
- MARSHALL, R. (1991): "A Review of Methods for the Statistical Analysis of Spatial Patterns of Disease", *Journal of the Royal Statistical Society, Series A (Statistics in Society)*, vol. 154, nº 3, pp. 421-441
- MCKEOWN, T. (1978): *El crecimiento moderno de la población*, Barcelona, Antoni Bosch
- MCKEOWN, T. (1990): *Los orígenes de las enfermedades humanas*, Barcelona, Crítica
- MCLEOD, K.S. (2000): "Our sense of Snow: the myth of John Snow in medical geography", *Social Science and Medicine*, 50, pp. 923-935
- MIRANDA GONZÁLEZ, P. (2006): "Pedro García Faria, ingeniero de caminos (y arquitecto)", *Scripta Nova*, vol. X, 221, 37 páginas
- MONLAU, P.F.(1841): *Abajo las murallas!!! Memoria sobre las ventajas que reportaría para Barcelona y especialmente su industria, de la demolición de las murallas que circuyen la ciudad*, Barcelona, Imprenta del Constitucional
- MORAN, P. (1948): "The interpretation of statistical maps", *Journal of the Royal Statistical Society B*, 10, pp. 243-251
- MORENO SERRANO, R. y VAYÁ VALCARCE, E. (2000): *Técnicas econométricas para el tratamiento de datos espaciales: La econometría espacial*, Barcelona, Edicions de la Universitat de Barcelona
- MUÑOZ PRADAS, F. (1998), "La distribución territorial de la mortalidad infantil en España en torno a 1860: una reconsideración de datos y niveles", *Boletín de la Asociación de Demografía Histórica*, XVI, II, pp. 187-222
- MUÑOZ PRADAS, F. (2005a): "Geografía de la mortalidad española del siglo XIX: una exploración de sus factores determinantes", *Boletín de la AGE*, 40, pp. 269-310
- MUÑOZ PRADAS, F. (2005b): "Pautas territoriales de mortalidad en la España de 1860: una reconstrucción y análisis", *Revista de Demografía Histórica*, XXIII, II, pp. 43-77
- NADAL OLLER, J. (1992): *Bautismos, desposorios y entierros. Estudios de historia demográfica*, Ariel, Barcelona.
- NICOLAU NOS, R. (1999):"Bacteriología y estadística en el proyecto de saneamiento de García Faria", en GUTIÉRREZ POCH, M. (coord.), *Doctor Jordi Nadal: La industrialización y el desarrollo económico de España*, Barcelona, Publicacions de la Universidad de Barcelona, vol. II. pp. 321-335
- OMRAN, A. R. (1971):"The epidemiologic transition. A theory of the epidemiology of population change", *Milbank Memorial Fund. Quarterly*, 49:509-538.
- PASCUA, M. (1934): *La mortalidad infantil en España*, Departamento de Estadísticas Sanitarias de la Dirección General de Sanidad, Madrid
- PÉREZ MOREDA, V. (1980): *Las crisis de mortalidad en la España interior (siglos XVI-XIX)*, Madrid, Siglo XXI
- PÉREZ MOREDA, V., RAMIRO FARIÑAS, D. y SANZ GIMENO, A. (2004):"Dying in the city: urban mortality in Spain in the middle of the health transition: 1900-

- 1931", en SONNINO, E. (ed.), *Living in the city (14th-20th centuries)*, Roma, Casa Editrice Università degli Studi di Roma La Sapienza, pp. 617-654.
- PUJADAS, I. (1986), "L'expansió demogràfica de 1857 a 1980: de la ciutat industrial a la ciutat metropolitana", *Papers de Demografia*, nº 14
- RECAÑO, J. (1995): "Les primeres fases de la transició demogràfica al Baix Llobregat i a l'Hospitalet (1787-1936)", en CALVO, Angel (ed) *El pas de la societat agrària a industrial al Baix Llobregat*, Barcelona, Publicacions de l'Abadia de Montserrat, pp. 45-105
- REHER, D. S. (2001): "In search of the urban penalty: exploring urban and rural mortality patterns in Spain during the demographic transition", *International Journal of Population Geography*, vol. 7, 2, pp.105-127
- REHER, D.; POMBO, M.N. y NOGUERAS, B. (1993): *España a la luz del Censo de 1887*, Madrid, INE
- REHER, D. S. y SANZ GIMENO, A. (2004): "Childhood mortality patterns in Spain before and during the demographic transition: In search of new dimensions", en BRESCHI, M. y POZZI, L. (eds.), *The determinants of infant and child mortality in past european populations*, Udine, Forum, pp. 19-42.
- REHER, D. S. y SANZ GIMENO, A. (2000): "Mortality and economic development over the course of modernization: An analysis of short-run fluctuations in Spain, 1850-1990", *Population Studies*, vol. 54, nº 2, pp. 135-152
- REVENGA, R. (1904): *La muerte en España. Estudio estadístico sobre la mortalidad*, Imprenta de la Prensa de Madrid, Madrid.
- RODRÍGUEZ OCAÑA, E. (1991): "La grip a Barcelona; un greu problema esporàdic de salut pública. Epidèmies de 1889-90 i 1918-19", en *Cent anys de salut pública a Barcelona*, Barcelona, Ayuntamiento de Barcelona, pp.
- SÁEZ BUESA, A. (1968): *La población de Barcelona en 1863 y 1960*, Madrid, Editorial Moneda y Crédito
- SÁNCHEZ MORAL, S. (2004): "El estudio econométrico de la concentración espacial de la industria: Ejemplo de aplicación en Madrid, Toledo y Guadalajara", *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 24, pp. 207-227
- SANZ GIMENO, A. (2001): "Infancia, mortalidad y causas de muerte en España en el primer tercio del siglo XX (1906-1932)", *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, Julio-Septiembre, 95, pp. 129-154.
- SANZ GIMENO, A. y RAMIRO FARIÑAS, D. (1997): "Estructuras internas de la mortalidad de la infancia (0-4 años) en la España del siglo XX", *Política y Sociedad*, 26, pp. 125-142
- SAWADA, M. (1999): "ROOKCASE: "An Excel 97/Visual Basic (VB) Add-in for exploring global and local spatial autocorrelation", *Bulletin of the Ecological Society of America* , 80, PP.231-234.
- SNOW, J. (1855): *On the Mode of Communication of Colera*, London, John Churchill
- TATJER, M. (2001): "Estadísticas de Barcelona: 1841-1960", *Revista Fuentes Estadísticas*, 50

- TATJER, M. (1995): “L’evolució de la població de Barcelona entre el 1860 i el 1897”, en SOBREQUÉS, J. (ed), *Història de Barcelona*, Barcelona, Enciclopèdia Catalana, Vol. VI, pp. 119-150
- TATJER, M. (1989): “Diferenciació social i davallada demogràfica al Centre Històric de Barcelona: el barri Gòtic (1888-1980), en *Historia urbana del Pla de Barcelona*, Barcelona, Ayuntamiento de Barcelona, pp. 233-248
- TATJER, M. (1972): “El estudio del espacio interno barcelonés: Fuentes estadísticas publicadas (1770-1970)”, *Revista de Geografía*, vol. VI, 2, pp. 269-299
- TORRENTS, À.; ROS, C. y GONZALVO, M. (1996): “Sobreviure a Barcelona: comparacions de la mortalitat en l’espai català al segle XX”; *Papers de Demografia*, nº 114.
- URTEAGA, L. (1980): “Misericordia, miasmas y microbios. Las topografías médicas y el estudio del medio ambiente en el siglo XIX”, *Geocrítica*, número 29, pp. 1-31
- VALLIN, JACQUES et MESLÉ, F.(1988): *Les causes de décès en France de 1925 à 1978*, Paris, Presses Universitaires de France
- VIDAL, T. (1985): “El papel de Barcelona en la transición demográfica catalana”; *Estudios Geográficos*, XLVI, núm. 178-179
- VVAA (1994a): *Cerdà, Urbs i territori. Una visió de futur (Catàleg de la mostra Cerdà)*, Madrid, Editorial Electa
- WOODS, R. y SHELTON, N. (1997): *An Atlas of Victorian Mortality*, Liverpool, Liverpool University Press.
- WOODS R. y WOODWARD, J. (1984), *Urban Disease and Mortality in Nineteenth Century England*, New York, St. Martin’s Press
- WOODS, R. (2003), “Urbana-Rural Mortality Differentials”, *Population and Development Review*, 29(1): pp. 29-46

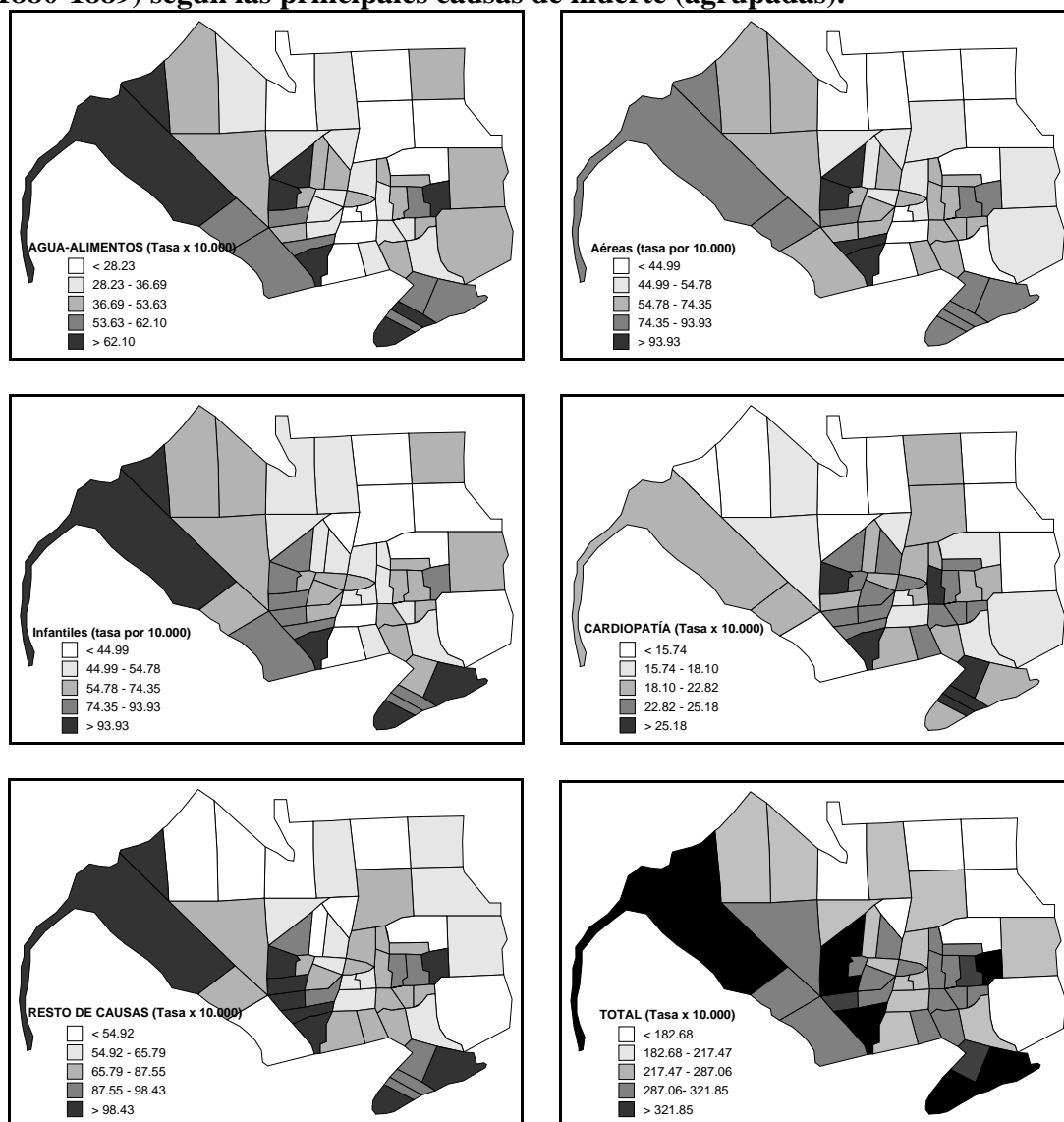
APÉNDICE CARTOGRÁFICO

Distribución por barrios de las variables Densidad urbana (por hectárea) y calidad urbana. Barcelona (finales de la década de 1880).



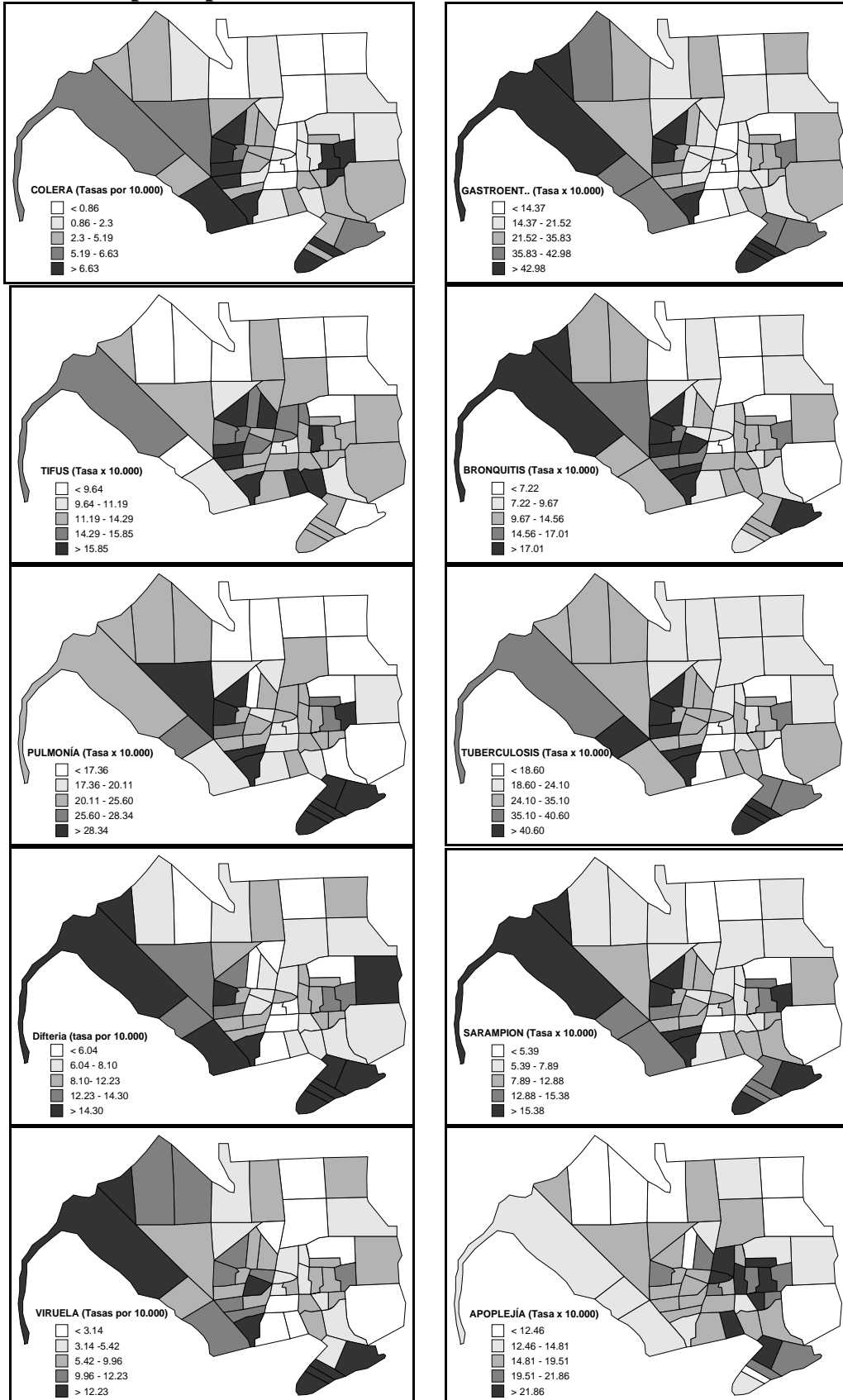
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de García Faria (1893).

Distribución espacial de la mortalidad por barrios en la ciudad de Barcelona (1880-1889) según las principales causas de muerte (agrupadas).



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de García Faria (1893).

Distribución espacial por barrios de 10 causas de muerte. Barcelona (1880-1889).



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de García Faria (1893).

ÍNDICE

1. Introducción.....	1
2. Fuentes y metodología.....	4
2.1. Fuentes de información y manipulación de los datos	4
2.2. El análisis espacial.	7
2.3. Modelos de regresión múltiple.	12
3. La mortalidad en la ciudad de Barcelona durante el siglo XIX.....	14
4. Resultados.....	17
4.1. Análisis descriptivo de la mortalidad de los barrios de Barcelona.	17
4.2. Análisis espacial de la mortalidad por barrios.	23
4.3. Análisis multivariante de la mortalidad.	33
5. Conclusiones.....	39
Bibliografía.....	42
Apéndice Cartográfico.....	47

ÍNDICE DE MAPAS

1.- Barrios de Barcelona a finales de la década de 1880.....	6
2.- Principal causa de muerte por barrios. Barcelona (1880-1889).....	19
3.- Distritos de Barcelona y barrios que los integran a finales de la década de 1880 con expresión de las tasas de mortalidad calculadas por García Faria.....	20

ÍNDICE DE CUADROS

1.- Estructura de la información suministrada por el ingeniero García Faria en 1893....	4
2.- Barrios contiguos de la ciudad de Barcelona a finales de la década de 1880, según diferentes criterios espaciales.....	12
3.- Esperanza de vida en Barcelona durante el siglo XIX.....	16
4.- Estadísticos descriptivos de las variables empleadas en el análisis de la mortalidad en la ciudad de Barcelona a escala de barrios (1880-1889).....	18
5.- Asociación estadística (R de Pearson) entre diferentes causas de muerte y la correspondiente a la registradas en barrios contiguos según el criterio de Rook de 1er orden. Barcelona (1880-1889).....	24
6.- Indicador de asociación espacial. Global Moran's I de diferentes causas de muerte según distintos criterios de contigüidad. Barcelona (1880-1889).....	26
7.- Indicador de asociación espacial. Global Moran's I de diferentes variables según el criterio de contigüidad Rook de primer orden. Barcelona (1880-1889).....	27

ÍNDICE DE GRÁFICOS

1.- Estrategias espaciales de contigüidad.....	10
2.- Tasas de mortalidad estandarizadas por grupos de causas y distritos. Barcelona (1880-1889).....	22
3.- Tasas de mortalidad estandarizadas por causas y distritos. Barcelona (1880-1889).	23
4.- Diagrama de dispersión de los valores estandarizados de la variable tasa de mortalidad por gastroenteritis por barrios y su retardo espacial según diferentes criterios de contigüidad. Barcelona (1880-1889).....	26
5.- Diagrama de dispersión de los valores estandarizados de la variable tasa de mortalidad según las principales causas de muerte (agrupadas) por barrios y su retardo espacial según el criterio de contigüidad Rook de orden 1. Barcelona (1880-1889).....	28