

---

---

## XVI Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica 25, 26 y 27 de Junio de 2014. Alicante.

---

---

# Sistemas de información geográfica aplicados a la investigación policial.

Daniel Salafranca Barreda<sup>a\*</sup>. Manuel Rodríguez Herrera<sup>a</sup>.

<sup>a</sup>*Policía Local de Castellón. Ayuntamiento de Castellón*

---

### Resumen

El estudio de la delincuencia y del incivismo ha sido abordado desde distintos ámbitos de la ciencia (ciencias jurídicas, psicología, criminología), aunque es indudable que las organizaciones policiales siempre han reconocido la importancia del componente geográfico en sus investigaciones. El presente estudio analiza los resultados obtenidos a partir de la implementación de estrategias de seguridad pública en el ámbito urbano en relación con una problemática concreta como es el ejercicio de la mendicidad en la ciudad de Castellón, tomando como referencia la aplicación de diversos algoritmos matemáticos y su utilización en sistemas de información geográfica (SIG). Esta combinación ha permitido tanto obtener una herramienta destinada a facilitar la interpretación descriptiva de la realidad como iniciar una línea de investigación destinada a la implementación de estrategias predictivas.

Palabras clave: Sistemas de información geográfica; Predicción; Policía; Hot Spot; Agrupación de Pautas Espaciales (APE); Mendicidad.

---

### 1. Introducción.

La seguridad se ha convertido en las últimas décadas una de las principales preocupaciones de las sociedades occidentales y, sin ninguna duda, también para nuestro país. Todas las Administraciones Públicas con competencia en la materia destinan una parte importante de sus presupuestos a cubrir los gastos derivados

---

\* E-mail: [daniel.salafranca@castello.es](mailto:daniel.salafranca@castello.es)

de prestar los servicios públicos de seguridad. Pero en España, a diferencia de otros países, estas inversiones no se traducen, salvo concretas excepciones, en una apuesta clara en la investigación y el desarrollo de modelos de gestión que, basados en modelos científicos, proporcionen herramientas de trabajo útiles para la investigación policial.

Y ante este escenario, uno de los campos de la ciencia con mayor proyección y capacidad de mejorar la efectividad policial – y que en consecuencia merece una mayor atención – es la geografía aplicada a la gestión policial.

Partiendo de la premisa de que todo comportamiento antisocial – ya sea delictivo o de otra naturaleza – tiene unas cualidades inherentes relacionadas con espacio y el tiempo – una localización y un momento concreto – la realización de un análisis preciso de estas variables y de su implicación con otros factores geográficos – características del entorno urbano, datos socio-demográficos, análisis espacio-temporales, etc. – pueden proporcionar un conocimiento de alto valor que contribuye sin ninguna duda a mejorar la eficacia y la eficiencia de las organizaciones prestadoras de servicios de seguridad.

En la Policía Local de Castellón (España) se están implementado líneas de investigación destinadas a mejorar la eficiencia en la gestión policial que tienen como elemento central la utilización de sistemas de información geográfica (en adelante SIG) aplicados al a investigación policial. Estas investigaciones están destinadas a conseguir un doble objetivo. Por un lado, el uso de herramientas SIG vinculadas a la geoestadística espacio-temporal proporciona un conocimiento preciso de la realidad que facilita la gestión de las demandas y recursos, la detección de zonas especialmente conflictivas o la determinación de geoestrategias. Pero esta actividad no puede reducirse a una mera descripción de la realidad. La utilización de SIG está permitiendo añadir una nueva dimensión a la investigación policial destinada a establecer estrategias predictivas de la actividad antisocial.

En el presente estudio se contienen las investigaciones llevadas a cabo para dar respuesta a un problema emergente como es el ejercicio de la mendicidad en la ciudad de Castellón, problemática acrecentada en los últimos años a causa del fuerte impacto que ha tenido la crisis económica en la ciudad.

## **2. Metodología, materiales, datos y herramientas.**

### *2.1. Metodología*

En el presente estudio se han diferenciado dos metodologías básicas. La primera, destinada a la realización de un análisis descriptivo del fenómeno analizado, se ha realizado a través de la determinación de agrupaciones "*hot spots*" mediante el método *Kernel Density Estimation* (KDE) y el modelo de Agrupación de Pautas Espaciales (APE). En segundo lugar, para el análisis predictivo, se ha utilizado el modelo de Regresión Geográficamente Ponderada (GWR) tomando como base la georreferenciaión espacio-temporal.

La utilización de la técnica analítica de los puntos calientes o "*hot spots*" proporciona, en consecuencia, dos vías distintas de investigación. Por un lado una visión descriptiva del fenómeno analizado, que toma como referencia la definición de "*hot spot*" ofrecida por Eck, "*área que supera el número medio de eventos delictivos, o un área en el que el riesgo de ser víctima de un delito es superior a la media*" (Eck, 2005) y que ofrece una representación gráfica muy específica y fácilmente interpretable. En segundo lugar, la técnica "*hot spots*" se presenta como un indicador útil para identificar patrones futuros, actuando, en consecuencia, como

una técnica útil para predecir dónde y cuándo se producirán hechos futuros, tal y como indica Sherman al definir los "Hot spot" como "lugares pequeños en los que la incidencia del delito es tan frecuente que es muy predecible, por lo menos durante un periodo de 1 año" (Sherman, 1995).

Pero previamente a la realización del análisis de las agrupaciones - "Hot Spots"- que se generan a partir de las llamadas telefónicas de incidencias por mendicidad recibidas en la sala de Comunicaciones de la Policía Local de Castellón - fuente principal de los datos utilizados en este estudio -, se deber realizar sobre esta información un análisis preliminar que permita determinar la existencia de agregación espacial y la correspondiente generación de clusters.

Tomando como referencia el Índice del Vecino más Próximo (NNI), este algoritmo compara la distancia entre dos puntos más cercanos y la media aleatoria. Si la distancia observada es igual a la distancia de distribución aleatoria, el índice resultará igual a 1, es decir, los puntos de datos no mostrarán signos de agrupamiento; si el resultado ofrece que la distancia observada es menor que la distancia esperada al azar, el índice es menor que 1 e indicará la evidencia estadística espacial de agrupación.

La figura 1 muestra el resultado del índice NNI para las llamadas por mendicidad durante el año 2013, en el que se puede observar un valor de 0,26 en NNI lo que permite predecir la existencia de clusters en la zona sometida a estudio. La misma ha sido elaborada utilizando el programa informático "CrimeStat".

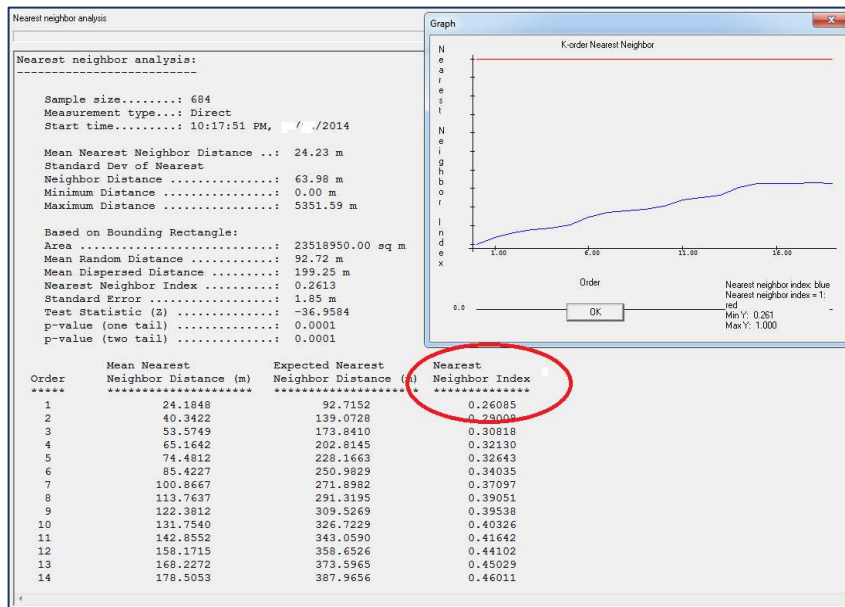


Fig. 1. Report Índice del Vecino más próximo (NNI).Fuente: Elaboración propia

El estudio de este índice de agregación espacial implica el inconveniente de que únicamente sirve para determinar la existencia de agregación espacial, pero no permite la visualización de la variable "mendicidad" en un formato SIG, por ello se debe apoyar en otros indicadores, como se verá a continuación en los puntos siguientes, y observar el comportamiento en cada unos de ellos.

### Estudio descriptivo de "Hot Spots".

#### Análisis de "Hot Spots" mediante el algoritmo "Kernel Density Estimation" (KDE).

La clasificación analítica mediante "Kernel Density Estimation", resulta el método más adecuado para visualizar incidencias - llamadas telefónicas por mendicidad en este caso - como una superficie continua. Es una herramienta de interpolación espacial empleada para generar los valores de la incidencia de los lugares en un área más grande, dando valores a cada lugar en el espacio, siendo un procedimiento estadístico diferente de todos los modelos que se van a analizar ya que crea una superficie *raster* continua de la densidad de incidencias basada en ubicaciones de situaciones individuales.

El parámetro crítico que determina la calidad del análisis KDE es en ancho de banda de búsqueda de la función tridimensional, siendo la mejor técnica para establecer un radio adecuado, consistente en combinar los resultados de otras técnicas (Figuras 2 y 3). Además, en función de los parámetros determinados (*cell size* 12.925 y *bandwidth* 163) los mapas pueden ofrecer representaciones distintas que produzcan impresiones diferentes en quienes lo visualicen, a pesar de emplear los mismos datos, por lo que habrá que seleccionar los parámetros cuidadosamente, para reflejar la realidad del mejor modo posible.

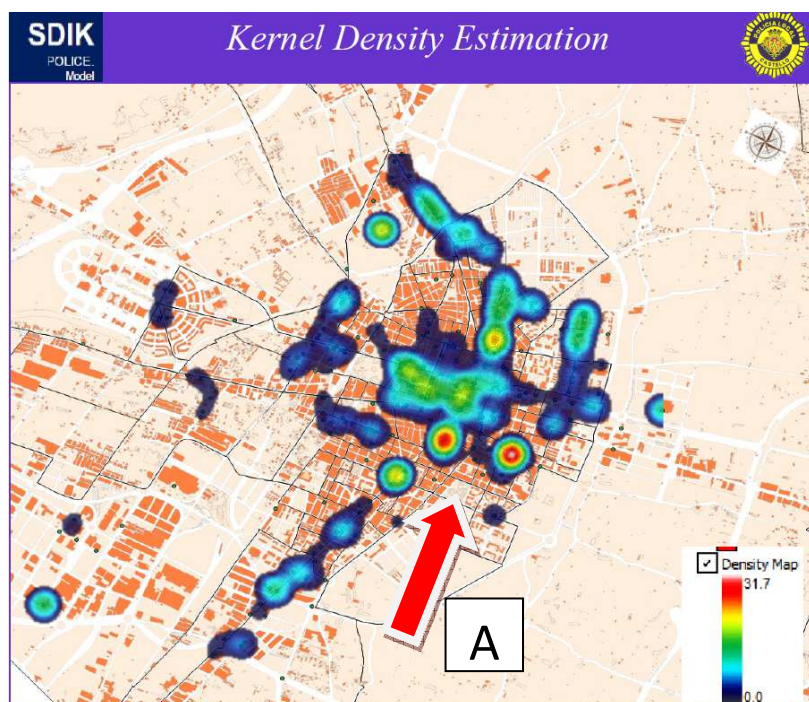


Fig. 2. Detección de "Hot Spots" de mendicidad mediante análisis KDE. Fuente: Elaboración propia.

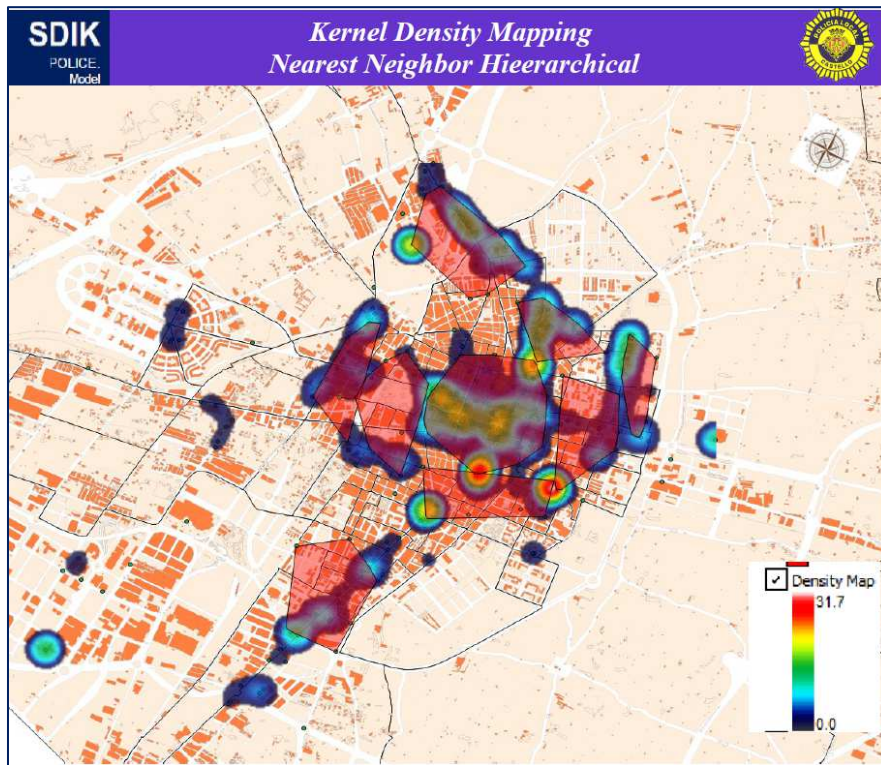


Fig. 3. Detección de "Hot Spots" de mendicidad mediante análisis KDE y NNH. Fuente: Elaboración propia.

El mapa de densidad muestra las concentraciones de llamadas en relación con mendicidad, pudiendo identificar dos "hot spots" destacables en la zona analizada (A) - zona destaca con flecha en figura 2 -. Las figuras 2 y 3 han sido elaboradas con el programa informático "Geoda".

**Análisis de la percepción de inseguridad mediante Análisis de Pautas Espaciales (APE).**

Para la elaboración del Estimador APE (Agrupación de Pautas Espaciales) se ha seguido la línea de trabajo de Spencer Chainey, Lisa Tompson y Sebastian Uhlig, en la que se desarrollan la elaboración de una metodología para predecir los niveles de criminalidad, proponiendo un índice de predicción basado en los "hot spots" algoritmo KDE. En el presente estudio, el caso del estimador APE se integra en la metodología SDIK de la Policía Local de Castellón, formulado del siguiente modo (Fórmula 1):

$APE = \frac{\bar{x} \left( \frac{n}{N} \right) \times 100}{\left( \frac{d}{D} \right) \times 100}$	$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i w_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$	$\left\{ \begin{matrix} a \\ \lambda \end{matrix} \right\} \quad \left\{ \begin{matrix} h \\ H \end{matrix} \right\}$	(1)
Indicador APE.	Media Ponderada.	Densidad población.	

- n: incidentes cluster.
- a: área cluster Km<sup>2</sup>.
- d: densidad población cluster (Hab/Km<sup>2</sup>).
- h: habitantes población cluster.
- N: incidentes zona estudio.
- A: área Zona estudio Km<sup>2</sup>.
- D: densidad Zona estudio. (Hab/Km<sup>2</sup>).
- H: habitantes Zona estudio.

El denominado “Modelo SDIK” que se viene implementando en la Policía Local de Castellón se fundamenta, principalmente, en la utilización de estrategias y metodologías policiales basadas en la evidencia científica, es decir, en pruebas objetivas que permitan tomar decisiones en virtud de parámetros técnico-científicos.

El acrónimo SDIK se traduce en un modelo de gestión policial basado en cuatro pilares fundamentales: la ciencia como elemento global – *science* –; la necesidad de conocer y gestionar los datos y evidencias que se generan en el entorno en el que opera la Policía así como de los resultados derivados de la implementación de las estrategias policiales, todo ello con el objetivo de tomar las decisiones más eficientes y rentables – *dates* –; el uso de modelos de inteligencia policial como herramienta básica de gestión y toma de decisiones – *intelligence* – y, por último, la gestión del conocimiento aplicado a la seguridad pública.

La adopción del modelo SDIK por parte de la Policía Local de Castellón es el resultado de un planteamiento estratégico entorno a la gestión de la seguridad en la ciudad, surgido tras la toma en consideración de diversos condicionantes que han motivado un cambio en la dirección de la estrategia de la Policía. El primero de los condicionantes es la necesidad de fundamentar la gestión de la organización en evidencias, dado que dejar que sea la “intuición policial”, las quejas vecinales o la constatación de lo “visible” la que determine las prioridades en materia de seguridad es totalmente inoperante. Hay gran cantidad de problemas de interés policial que no se ven ni se oyen, pero que necesitan una respuesta por parte de la Policía.

Junto con la necesidad de la investigación policial con bases científicas, es indudable que la seguridad, como servicio público, no es ajena a la realidad económica actual. Esta realidad es evidente que limita, cuando no reduce drásticamente, los recursos destinados a seguridad pública, por lo que las organizaciones prestadoras de servicios de seguridad frente a situaciones de aumento de la inseguridad o de las demandas de la ciudadanía deben tomar medidas destinadas a optimizar recursos, es decir, adoptar estrategias más eficientes y rentables fundamentando sus decisiones en criterios técnico-científicos.

Del mismo modo, el modelo SDIK parte de una premisa básica que acompaña a toda estrategia a implementar en el marco de la seguridad pública local, la necesidad de la proximidad de las organizaciones policiales a los destinatarios de sus servicios, es decir, proximidad y conocimiento preciso del territorio y de la ciudadanía. Sin ése conocimiento preciso va a ser muy difícil poder abordar dos factores clave que aporten garantías a las metodologías aplicadas. Por un lado se va a desconocer las necesidades y demandas de los destinatarios finales de las políticas públicas de seguridad y, por otro, no se va a conocer con exactitud el entorno físico en el que implementar reseñadas políticas.

En el marco de este modelo el indicador APE se presenta como una herramienta de trabajo más destinada, en este caso, a ir “un paso más allá” en el conocimiento del entorno social de la ciudad dad que permite conocer la percepción que los ciudadanos tienen de su ciudad en un tema tan complejo como es la seguridad.

El indicador APE ha sido ideado para determinar el índice de incidencias relacionadas con percepción de inseguridad - en este caso con hechos relacionados con la mendicidad - en un marco territorial determinado, con el objetivo de poder comparar la relación de incidencias en los micro espacios (*clusters*) con el marco territorial o zona de control tomado como referencia.

En el presente trabajo la zona de control de observación se aprecia en la figura 4, realizada con los programas GvSig y CrimeStat. Para realizar el análisis APE de *clusters* se utiliza el algoritmo *Nearest Neighbor Hierarchical Clustering*. En función del tipo algoritmo elegido, el patrón observado será distinto y las teorías aplicables para su interpretación y posible intervención variarán, pero siempre va a ofrecer unos valores en relación con la zona de control a tomar en cuenta para determinar la percepción de inseguridad en un micro espacio concreto; en el caso del estudio se ha obteniendo un total de nueve *clusters* para la aplicación del estimador APE.

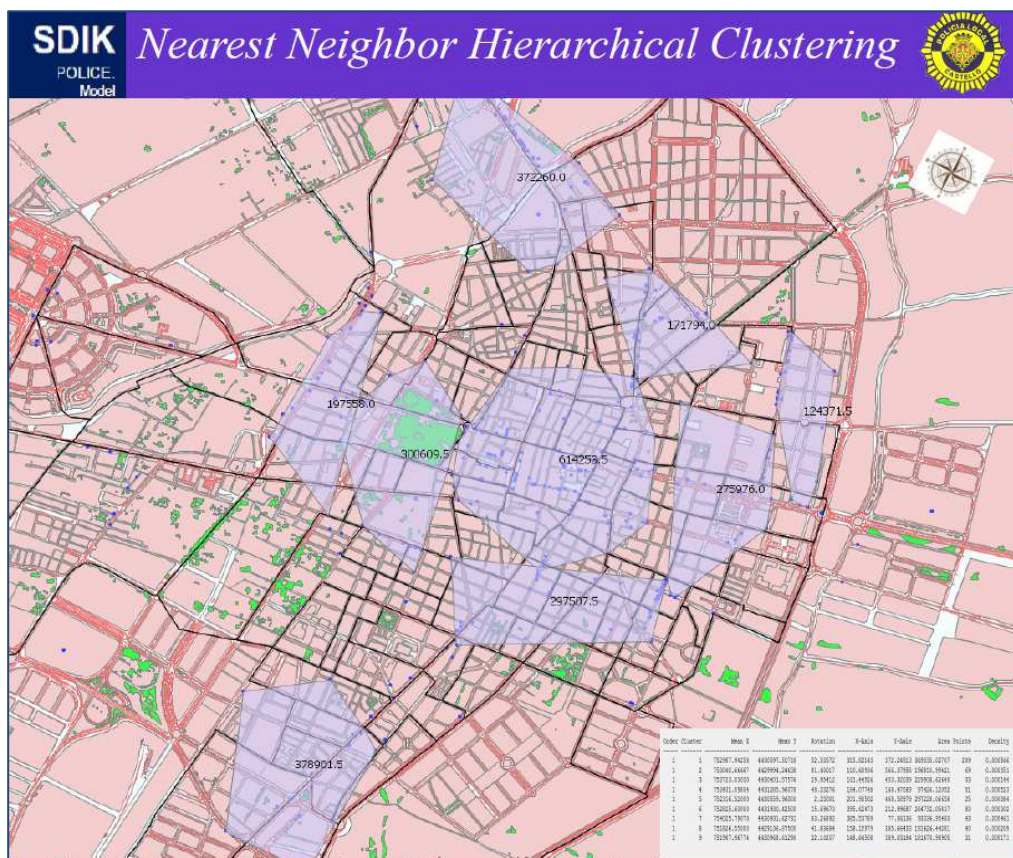


Fig.4. Procedimiento seguido para el cálculo de la ecuación APE (distribución *clusters*). Fuente: Elaboración propia.

El análisis de los datos vinculados a las variables tenidas en cuenta va a permitir un conocimiento preciso - micro análisis - de los *clusters*, así como de las incidencias y las demandas generadas, permitiendo realizar una regresión lineal múltiple con la variable dependiente "incidencias de mendicidad".

Las variables independientes relacionadas con el presente estudio han sido población, sexo, nivel de estudios, nacionalidad y valor catastral de las viviendas (figura 5 elaborada con programa WEKA).

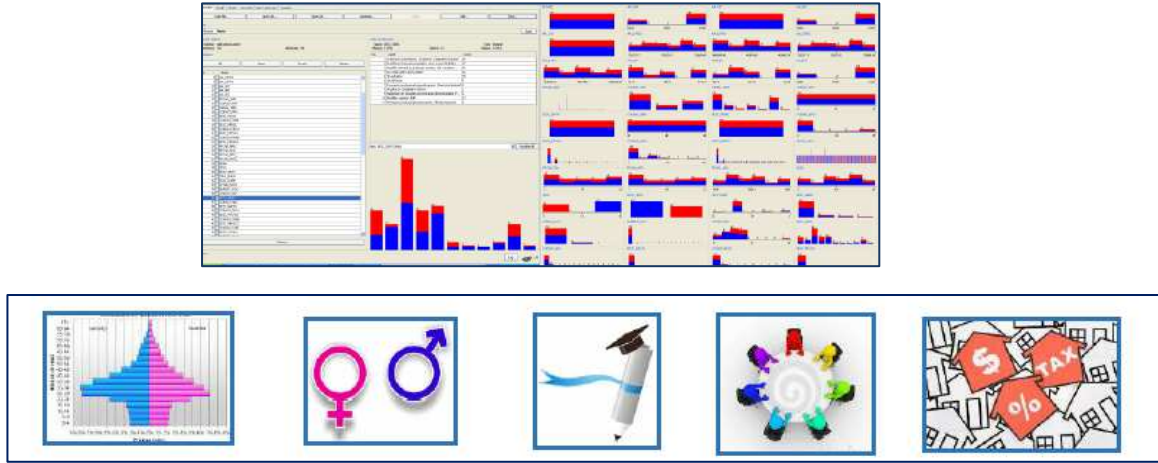


Fig.5. Procedimiento seguido para el cálculo de la ecuación APE (*data minig*). Fuente: Elaboración propia.

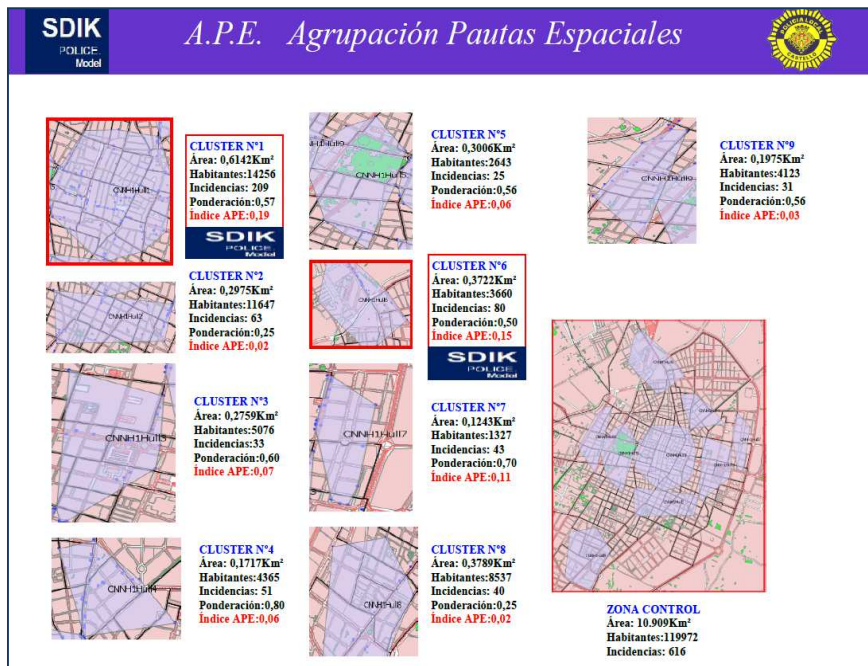


Fig. 6. Procedimiento seguido para el cálculo de la ecuación APE (resultado APE). Fuente: Elaboración propia.



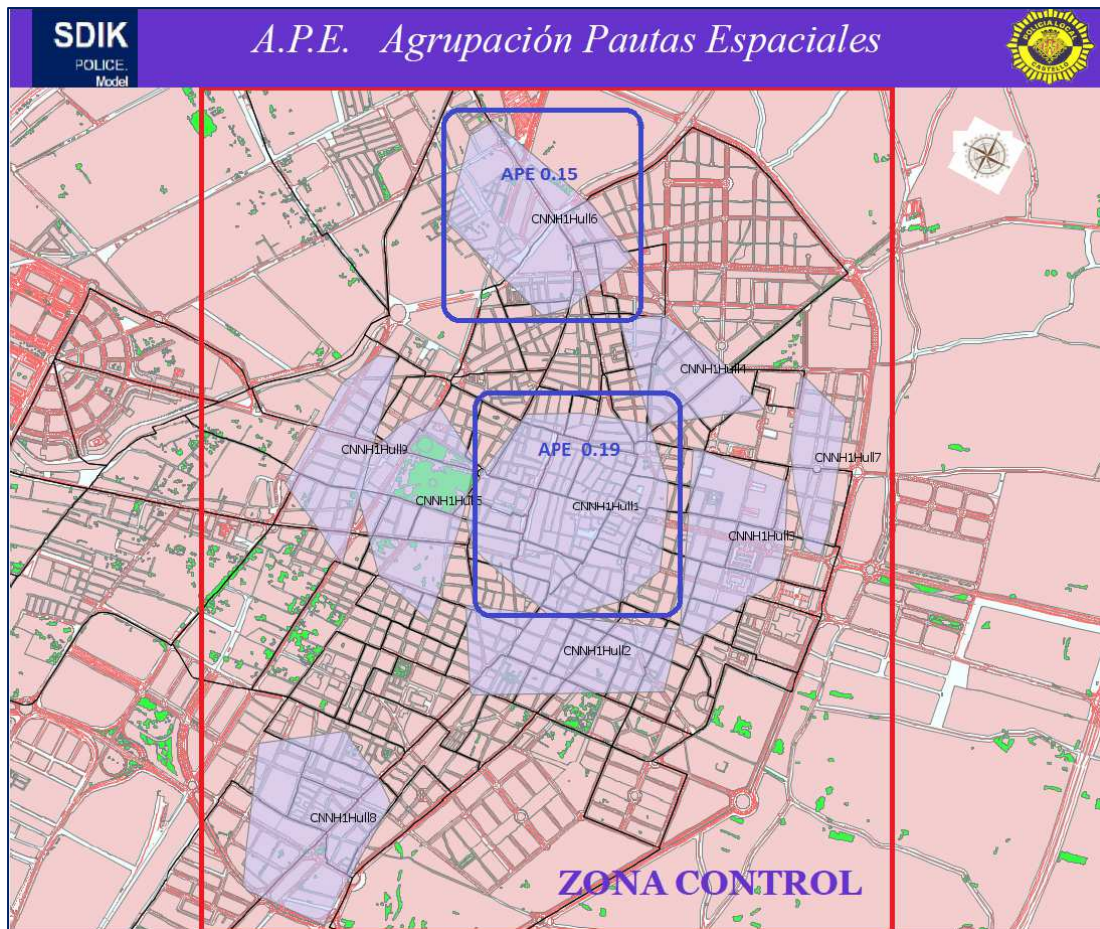


Fig. 7. Procedimiento seguido para el cálculo de la ecuación APE (zona de control y clusters APE). Fuente: Elaboración propia.

Finalmente la ecuación APE, permite observar los *clusters* que se encuentran por encima de la media del indicador más la desviación estándar  $(X+S)=014$ , dando el resultado que en el *cluster* n° 1 y 6 se encuentran unos valores de 0,19 y 0,15 respectivamente, de modo que la información socio-demográfica asociada a estos sectores y las funciones analíticas de los responsables de la organización policial permiten determinar las áreas que priorizar para asignar recursos policiales (figuras 6 y 7). Las figuras 6 y 7 han sido elaboradas con los programas GvSIG y CrimeStat,

#### **Estudio predictivo de los Hot spots.**

El principio básico de los estudios predictivos es obtener una idea óptima de las tendencias naturales del problema, sus ciclos y sus variaciones antes de que se adopten decisiones poco precisas usando técnicas poco contrastadas. Este tipo de análisis permite establecer ciertas pautas de comportamiento futuro. También proporciona una base para analizar los marcos de tiempo una vez la respuesta a los problemas ha sido implementada. En consecuencia, los cambios en las tendencias, ciclos, o incluso las fluctuaciones aleatorias

denotan que las medidas han tenido efecto. Mientras se contemplen rangos temporales más amplios antes y después de la implementación, mayor confianza podrá tenerse en esas conclusiones (Figura 8).

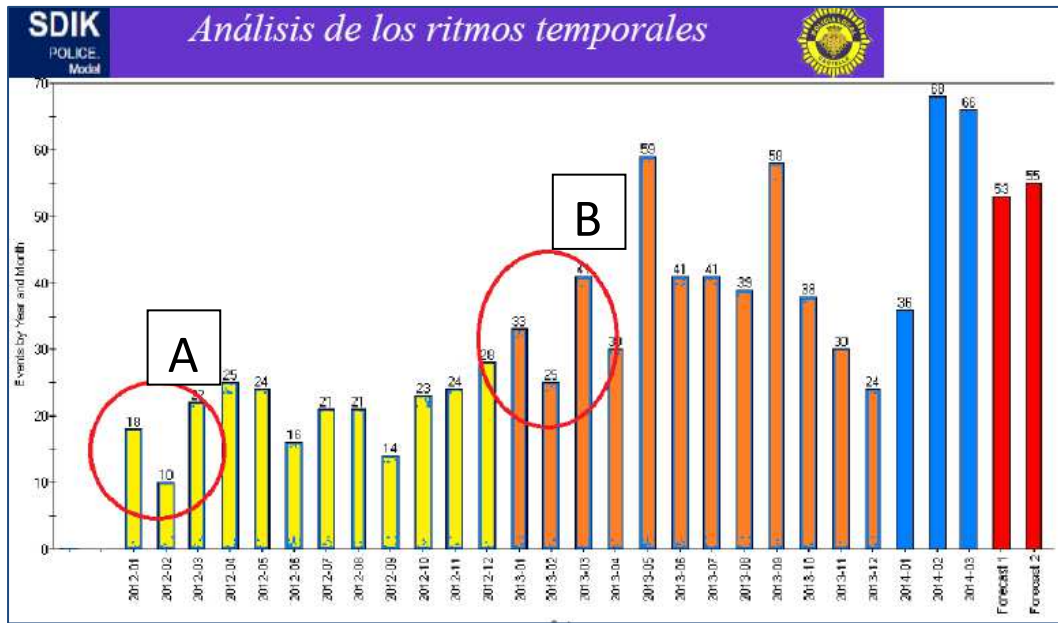


Fig. 8. Análisis de los ritmos temporales incidencias por mendicidad 2012,2013 y primer trimestre 2014. Fuente: Elaboración propia.

Como se desprende la figura 8, durante los años 2012 y 2013 únicamente se observan dos patrones enfocados vinculados a llamadas telefónicas sobre mendicidad en los meses de enero a marzo. Durante el resto de meses, así como durante el primer trimestre de 2014, no se observa una tendencia o patrón alguno en relación con las llamadas telefónicas recibidas. En consecuencia, este conocimiento es útil tanto para predecir futuros patrones o escenarios como para fundamentar la toma de decisiones operativas destinadas a dar respuesta al problema analizado. Las herramientas como los relojes aorísticos complementan la información para la toma de decisiones (Figura 9). La figura 9 ha sido elaborada con el programa ATAC Baire Software.

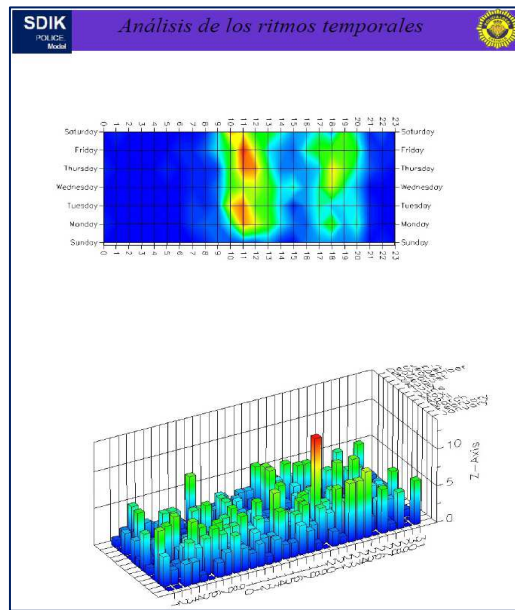
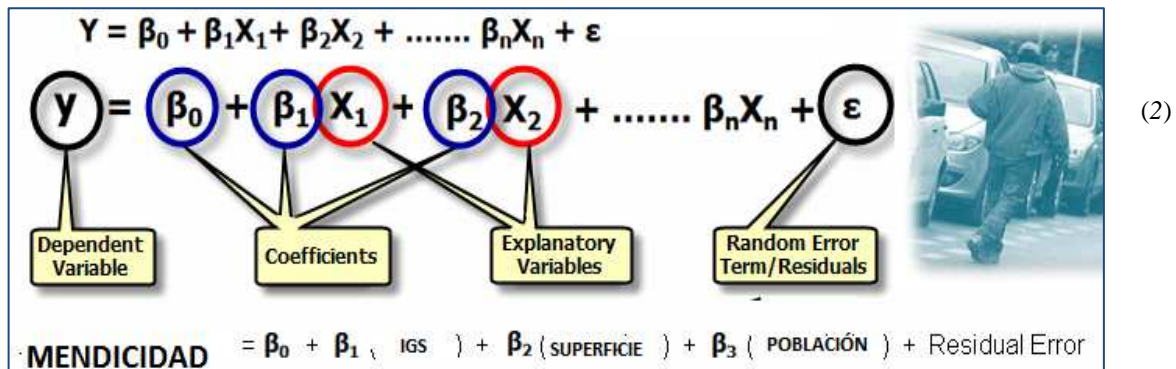


Fig. 9. Reloj aorístico. Fuente: Elaboración propia.

**Análisis predictivo mediante Regresión Geográfica Ponderada (GWR).**

La regresión geográficamente ponderada (GWR) busca analizar la no estacionalidad de los datos. Así esta técnica hace posible explorar si la asociación entre llamadas de mendicidad y sus variables explicativas es constante en toda la ciudad o si es posible identificar variaciones por distritos y secciones censales. Esto es posible porque una regresión geográficamente ponderada permite la estimación de parámetros locales y no sólo globales.

La GWR considera así explícitamente la componente espacial de los datos, incorporando en su ecuación el valor de las coordenadas geográficas de las observaciones, esta es la fórmula matemática que se aplica a las variables explicativas para prever mejor la variable dependiente que intenta modelar (Fórmula 2).



Aunque la GWR es una técnica reciente, ha sido aplicada en campos de investigación muy distintos, sin embargo apenas ha sido incorporada a los modelos de predicción directa en temas de seguridad.

El objetivo principal es demostrar las ventajas de los modelos de regresión geográficamente ponderada en la predicción de llamadas en la sala de comunicaciones de las organizaciones policiales.

La incorporación de técnicas de estadística espacial en los modelos de predicción directa supone claras ventajas sobre el empleo de métodos estadísticos tradicionales:

1. Permite modelar algún fenómeno para entenderlo mejor y posiblemente utilizar ese conocimiento para llevar a cabo una política de seguridad o toma de decisiones adecuadas.
2. Permite modelar algún fenómeno para prever valores en otros lugares u otros tiempos, creando un modelo de predicción consistente y preciso.
3. Permite la exploración de hipótesis plausibles.

Para determinar el proceso a seguir, se debe encontrar un conjunto de variables explicativas que permitan responder a la pregunta o al fenómeno complejo que intentamos modelar ¿Dónde perciben los ciudadanos el problema de la mendicidad? Para dar respuesta a esta pregunta se ha seguido el siguiente proceso:

1. Elección de la variable que permita entender, predecir o modelar (variable dependiente). En el caso de estudio son las llamadas telefónicas recibidas en la sala de comunicaciones de la Policía Local de Castellón.
2. Decidir qué factores pueden ayudar a explicar la variable dependiente (variables explicativas), a partir de las fuentes de información que dispone el Ayuntamiento de Castellón. Se generaron inicialmente 6 variables como posibles predictores del fenómeno que intentamos modelar (índice de vejez, índice de juventud, valor catastral vivienda, superficie de los sectores administrativos – distritos - , número de habitantes e índice de grandes superficies comerciales). Se aplicaron correctores para comprobar la presencia o no de autocorrelación espacial en sus distribuciones, a la vez, se realizó una matriz de correlaciones bivariadas entre las variables incluidas en el modelo, con el fin de identificar posibles problemas de multicolinealidad en los modelos de regresión. A partir de los seis predictores se realizaron múltiples modelos, hasta seleccionar con el de mayor poder explicativo y que incorpora tres de las seis variables independientes, pero relevantes en el fenómeno de la mendicidad (superficie de los sectores administrativos, población e índice de grandes superficies comerciales). En esta fase de la investigación se debe identificar todas las variables explicativas que pueden ser importantes, esta etapa bien desarrollada aumentara enormemente las posibilidades de encontrar un buen modelo.
3. La desagregación del coeficiente de determinación  $R^2$  global en coeficientes locales y el análisis de su distribución geográfica permiten reconocer dónde las variables independientes tienen un mayor o peor poder explicativo.  $R^2$  y  $R^2$  ajustado son estadísticas que derivan de la ecuación de regresión para cuantificar el rendimiento del modelo, sus valores posibles varían de 0,0 a 1,0, aunque  $R^2$  comienza a ser importante si sobrepasa el valor 0,70, no existe un acuerdo entre los distintos autores para interpretar el coeficiente. El ajuste del modelo global (OLS) ofrece unos  $R^2$  y  $R^2$  ajustado de 0,35 y 0,32 respectivamente, sin embargo los  $R^2$  y  $R^2$  ajustado obtenidos usando GWR son de 0,65 y 0,56, respectivamente, lo cual supone una mejora muy importante con respecto al modelo OLS. En relación al coeficiente obtenido de  $R^2$  ajustado 0,56 indica que el modelo planteado explica aproximadamente el 56% de la variación en la variable dependiente (Figura 10 y 11). Las figura 10 ha sido elaborada con el programa Software GWR4.

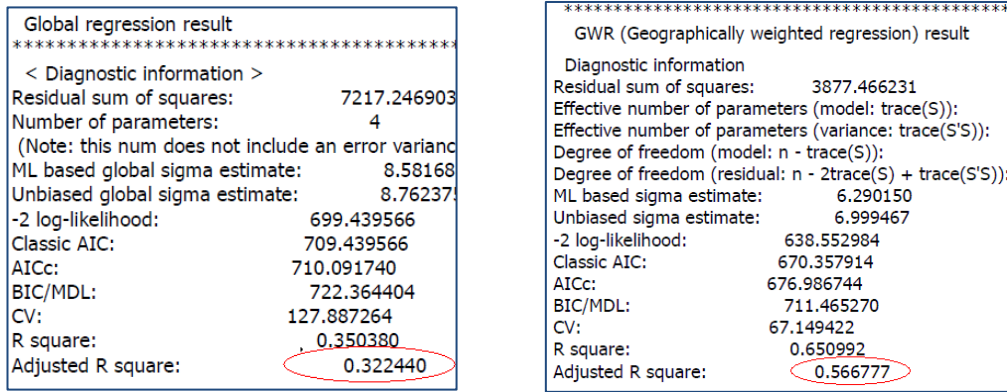


Fig. 10. Resultado modelo OLS/GWR. Fuente: Elaboración propia.

Las figuras 11, 12 y 13 han sido elaboradas con el programa GvSIG.

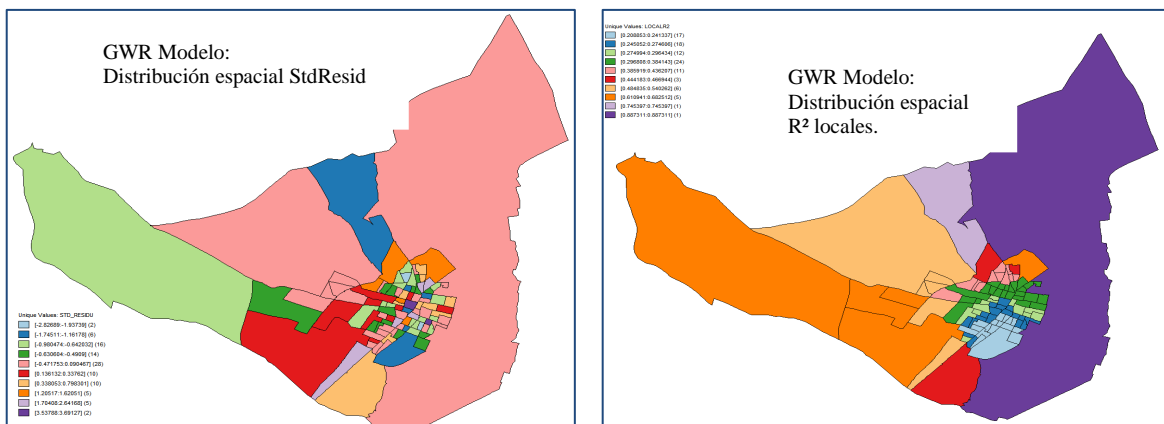


Fig. 11. Distribución espacial StdResid/R. Fuente: Elaboración propia.

En la figura 12 se observa un mapa de residuales del modelo, los sectores administrativos en color morado indican que los valores reales (variable dependiente) son más grandes de los que el modelo predijo, por tanto son estos sectores los que se deben tener en cuenta para explorar nuestro modelo.

En la figura 13 se observa la georeferenciación de llamadas en los meses de enero y febrero de 2014 relacionadas con mendicidad, comprobando que existe una relación muy cercana al del modelo de predicción GWR. El modelo presentado no es un modelo cerrado y es por ello que se siguen buscando variables explicativas que capturen efectivamente la estructura espacial de la variable dependiente.

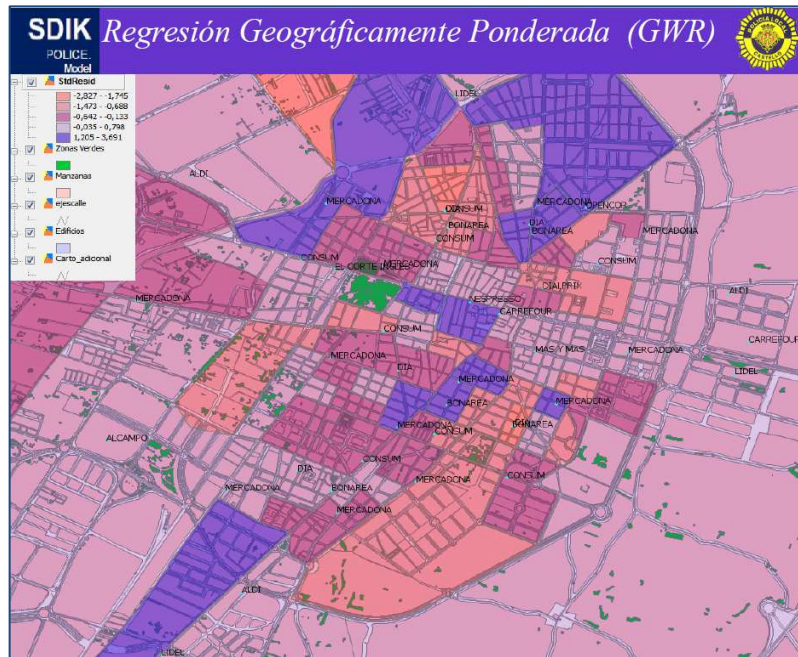


Fig. 12. Distribución espacial mendicidad StdResid. Fuente: Elaboración propia.

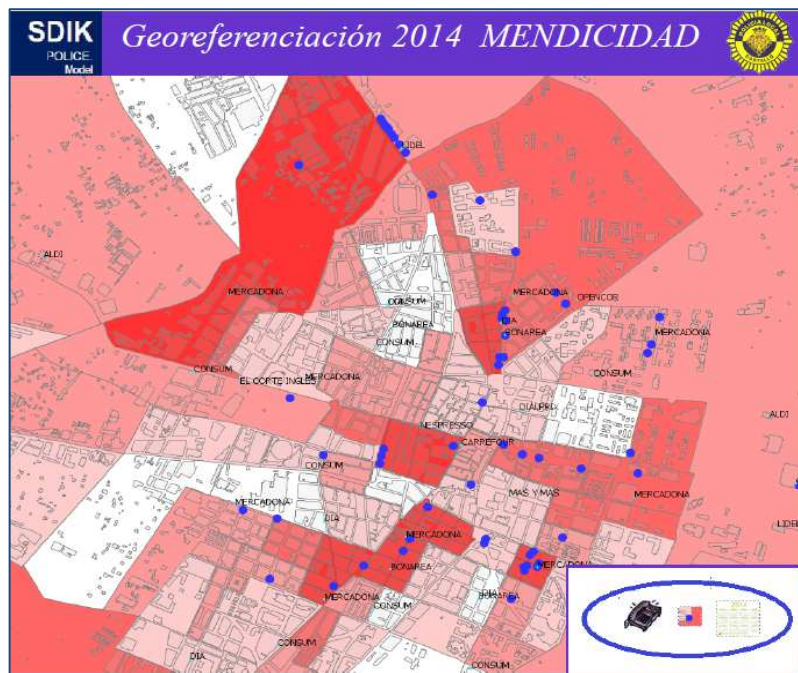


Fig. 13. Georeferenciación llamadas telefónicas por mendicidad (meses enero – febrero 2014). Fuente: Elaboración propia.

### 3. Datos.

Para el estudio se han utilizado las llamadas telefónicas vinculadas a incidencias relacionadas con mendicidad producidas el año 2013, llamas recibidas en la sala de comunicaciones de la Policía Local de Castellón, codificando un total de 684 llamadas con la siguiente información: registro, fecha, hora, coordenada "X", coordenada "Y".

### 4. Herramientas.

Para el desarrollo del presente estudio se han utilizando las siguientes herramientas de software libre:

- <http://www.gvsig.org/web/> (Asociación GvSIG).
- <http://www.icpsr.umich.edu/CrimeStat/> (Software CrimeStat).
- <http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/> (Software Weka).
- <http://www.st-andrews.ac.uk/geoinformatics/gwr/gwr-software/> (Software GWR4).
- <http://geodacenter.asu.edu/software/downloadsttp://www.standrews.ac.uk/geoinformatics/gwr/gwr-software/> (Software Geoda).

### 5. Resultados.

De los datos obtenidos a partir de las investigaciones realizadas, se desprende que del análisis policial a través de la utilización de "Hot Spots" en un entorno geográfico, se abren dos vías de investigación. La primera se fundamenta en una posibilidad de mejora en la capacidad de tratar la información y generar conocimiento desde una perspectiva descriptiva espacio-temporal. El uso de herramientas GIS en la gestión policial ha permitido reflejar los hechos de interés policial en mapas conductuales y cognitivos que permiten un conocimiento preciso de la realidad. Del mismo modo, estos mapas facilitan la toma de decisiones estratégicas en el seno de la organización, mejorando la gestión de recursos así como la eficiencia de las decisiones adoptadas. Los análisis KDE y APE, así como la sinergia generada entre los dos flujos de información que de ambos se deriva, ha permitido una mejor comprensión del fenómeno de la mendicidad y de la percepción que de la misma tienen la ciudadanía de Castellón, lo que ha permitido tanto tomar medidas orientadas a dar solución al problema así como dar respuesta a las demandas concretas de la ciudadanía.

En cuanto a la segunda línea de investigación, en relación al análisis de la Regresión Geográfica Ponderada, la información obtenida supone claras ventajas sobre el empleo de métodos estadísticos tradicionales, ya que permite profundizar en el análisis local disponiendo de una ecuación de regresión para cada observación ajustada localmente permitiendo extraer conclusiones más realistas basadas en análisis específicos. Esta capacidad predictiva permite establecer pautas de comportamiento futuro de gran importancia en la investigación policial permitiendo analizar la información desde una perspectiva global del problema a un análisis local, obteniendo un mayor grado de detalle y precisión, facilitando la elaboración de una amplia variedad de mapas con los resultados generados. No obstante, no se puede hablar de resultados finales concluyentes debido a que tal y como se ha indicado en la página 12, el modelo no es cerrado y se debe seguir buscando más variables explicativas que aumenten la información relacionada con el problema social emergente de la mendicidad. Estas variables deben proceder de un equipo multidisciplinar (servicios sociales, criminólogos, médicos, ONG's, etc.) que ayude a entender mejor el problema desde múltiples puntos de vista.

## 6. Discusión y Conclusiones.

El uso de software libre en el ámbito de la investigación policial que permite trabajar en entornos SIG y *Data Mining*, permite acercar los modelos planteados a cualquier organización policial que pretenda desarrollar la implementación de los modelos SIG planteados en el presente estudio, presentándose como una oportunidad de mejorar en la investigación policial para todo tipo de organizaciones prestadoras de servicios de seguridad.

Igualmente uno de los factores clave en el presente estudio ha sido el proceso automático de geocodificación de los datos relacionados con las llamadas telefónicas relacionadas con mendicidad, base de este análisis. Esta automatización, en contraposición a la introducción manual de la información, se presenta como una clara ventaja que ha permitido analizar un porcentaje muy alto de llamadas que garantizaban un análisis exhaustivo de la información.

Del mismo modo, es importante destacar que la presencia de estructuras de oportunidad en el centro de la ciudad – grandes superficies comerciales – denota la probabilidad de que el ejercicio de la mendicidad se desplaza a zonas específicas para la realización de esta actividad.

Otra conclusión relevante obtenida a partir de la investigación es que los métodos utilizados para modelar datos agregados – distritos y sectores administrativos – pueden llevar hacia la “*falacia ecológica*”, es decir, de tratar de inferir los comportamientos de los ciudadanos a partir de las características socio-demográficas del área en la que viven. Por ello, es necesario pasar a un nivel de análisis mínimo, utilizando las capas de edificios o manzanas de la planimetría de la ciudad. A pesar de estas limitaciones la metodología utilizada ha servido de gran utilidad para analizar el comportamiento de la mendicidad en la ciudad de Castellón.

## Referencias.

- Ariza, J.J. (2011). Políticas y estrategias de prevención del delito y seguridad ciudadana. Ed. B de F. Buenos Aires.
- Chang, C.H. & Schoenberg, F.P. (2011). Testing separability in marked multidimensional point process with covariates. *Annals Statistical Mathematics* 63, 6-1103-1122.
- Chainey, S. et al. (2008) “The Utility of Hotspot Mapping for Predicting Spatial Patterns of Crime”. *Security Journal*, N° 21, pp.4-28.
- Eck, J.; et al. (2005). Mapping Crime: Understanding Hot spots. NIJ Special Report. U.S. Department of Justice. Office of Justice Programs. National Institute of Justice, Washington D.C.
- Gelfand, A.E., Diggle, P.J., Guttorp, P. & Fuentes, M. (2010). *Handbook of Spatial*. CRC Press.
- Geographically Weighted Regression Martin Charlton Tutorial ArcGIS9.3.
- Gutierrez, J., García-Palomares, J.C. & Cardozo, D. (2012). Regresión Geográficamente Ponderada y estimación de la demanda de las estaciones del Metro de Madrid. XV congreso nacional tecnologías geográficas. Madrid.
- Rodrigues, A. & Diggle, P.J. (2010). A class of convolution in based models for spatio-temporal processes with non-separable covariance structures. *Scandinavian Journal of Statistics*, 37, 553-567.
- Ruiz, A. (2011) SIG, Crimen y Seguridad. Tesina final de Máster. Universidad Complutense. Madrid.
- Sherman, L. W. (1995). «Hot spots of crime and criminal careers of places» en: Eck, J.; Weisburd, D. (Eds), *Crime and Place*. Criminal Justice Press, Monsey; & Police Executive Research Forum, Washington D.C., pp. 35-52.
- Vozmediano, L. & San Juan, C. (2010). *Criminología Ambiental. Ecología del delito y de la seguridad*. UOC. Barcelona.