

CARTOGRAFÍA DE NÚCLEOS DE POBLACIÓN EN LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL SEGURA INTEGRANDO INFORMACIÓN DE DIFERENTES FUENTES.

FRANCISCO ALONSO-SARRÍA, CARMEN VALDIVIESO ROS
Universidad de Murcia
Avda. Teniente Flomesta, 5 - 30003 - Murcia, España.
alonsarp@um.es, mcarmen.valdivieso@um.es

RESUMEN

La dinámica de la población en la Demarcación Hidrográfica del Segura, determinada por procesos sociales y económicos ocurridos en los primeros años del nuevo siglo, es una variable clave para el estudio de las causas y consecuencias de otros procesos; sin embargo, no hay ninguna cartografía que muestre esta dinámica con la suficiente resolución. Este trabajo tiene como objetivo resolver esta carencia creando una capa de núcleos de población que incluya la evolución de ésta. Para ello, se integra la información de los nomencladores del INE y del IGN junto con imágenes del Plan Nacional de Ortofotografía aérea y la API de Google Maps. El resultado permite estudiar la distribución espacio-temporal de la población a escala de detalle. El proceso de trabajo se expone minuciosamente para garantizar su reproducibilidad y para que sea fácilmente adaptable a otras áreas donde se disponga de bases de datos similares.

Palabras clave: Población, SIG, R, integración, Google Maps

POPULATION NUCLEI MAPPING IN THE RIVER SEGURA HYDROLOGIC DISTRICT USING MASH-UP TECHNIQUES.

ABSTRACT

The population dynamics in the Segura River Basin District, determined by the social and economic processes that occurred in the first years of the new century, is an influential variable for the study of the causes and consequences of other processes. However, there is no cartography that shows this dynamics with sufficient resolution. The objective of this work is to solve this lack by creating a population nuclei layer including population evolution. To this end, information from the INE and IGN nomenclators was integrated with images from the National Aerial Orthophotography

Recibido: 29/09/2018

Aceptada versión definitiva: 04/12/2019

Editor al cargo: Dr. Joan Masó

Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

© Los autores
www.geofocus.org

Alonso-Sarría F., Valdivieso Ros C. (2019): "Cartografía de núcleos de población en la demarcación hidrográfica del segura integrando información de diferentes fuentes", *GeoFocus (Artículos)*, nº 24, p.59-75. ISSN: 1578-5157 <http://dx.doi.org/10.21138/GF.620>

Plan and the Google Maps API. The result allows studying the spatial-temporal distribution of the population at detailed scale. The work flow is clearly explained to guarantee reproducibility and usability in other areas with similar data sets available.

Keywords: Population, GIS, R, integration, Google maps

1. Introducción

La representación cartográfica de la distribución de la población en el territorio ha sido un objetivo tradicional de la geografía y, desde hace unas décadas, no sólo por motivos estrictamente circunscritos al análisis demográfico. Apenas quedan en el planeta espacios naturales a los que la acción antrópica no haya afectado de una u otra manera, por lo que la presión soportada por el medio viene determinada en gran medida por ella. Por este motivo, en muchos estudios cuyo objetivo es el análisis de procesos naturales, sus causas y sus consecuencias, el tamaño de la población, su distribución en el territorio o la densidad de población son variables socioeconómicas cuya influencia debe tenerse en cuenta y considerarse junto a otras de tipo físico como el clima o el relieve. Por ello, los actuales sistemas de ordenación, planificación y gestión territorial necesitan para la toma de decisiones disponer de información geográfica y socioeconómica muy precisa sobre la localización y la densidad de la población.

La población es una variable a tener en cuenta en los estudios de riesgos con origen en la naturaleza para delimitar el área potencialmente afectada. No hay que olvidar que para la Geografía de los riesgos, éstos no existen allí donde no hay población o bienes materiales procedentes de la acción humana (Calvo García-Tornel, 1997). Por tanto, resulta fundamental conocer la localización de la población en el territorio de la manera más exacta posible. Sin embargo, el carácter dinámico y cambiante de la población debido a su gran interrelación con otras variables de índole económica, laboral e, incluso, física, dificulta enormemente su localización en el territorio.

La fuente fundamental para conocer la distribución de la población en España es el Nomenclátor del INE que incluye anualmente el volumen de población (femenina y masculina) para cada núcleo urbano. Sin embargo, esta fuente no incluye la localización de estos núcleos. Por otro lado, el nomenclátor del IGN incluye la localización (como un par de coordenadas geográficas) de estos núcleos pero no los datos poblacionales. La integración de ambas fuentes no es sencilla debido a las diferencias en la toponimia utilizada y a la ausencia de algunos núcleos de pequeño tamaño en el nomenclátor del IGN. Finalmente, ninguna de estas fuentes incluye la información geométrica (polígonos) de los núcleos.

El objetivo principal de este trabajo es crear una capa de núcleos de población combinando información de distintas fuentes: el nomenclátor del IGN, el nomenclátor del INE y una capa de núcleos urbanos disponible en la base de datos espacial del Instituto Universitario del Agua y del Medio Ambiente de la Universidad de Murcia. Dicha capa carece de metadatos por lo que se desconoce su origen, fecha de creación, grado de completitud y nivel de exactitud. Esta información se complementa con las funciones de geocodificación de la API (Application Programming Interface) de Google y la edición manual de los polígonos de los núcleos urbanos apoyada en la ortofotografía digital procedente del PNOA.

Alonso-Sarría F., Valdivieso Ros C. (2019): "Cartografía de núcleos de población en la demarcación hidrográfica del segura integrando información de diferentes fuentes", *GeoFocus (Artículos)*, nº 24, p.59-75. ISSN: 1578-5157 <http://dx.doi.org/10.21138/GF.620>

En este sentido, este trabajo sería un ejemplo de integración de bases de datos de tamaño mediano o grande y orígenes diversos utilizando técnicas computacionales. El objetivo es crear una base de datos coherente que integre toda la información relevante que anteriormente se encontraba dispersa. Es algo similar a lo que se conoce como Data Mash-up (Leipzig & Li, 2011), pero sin plasmarlo en una página web. Los datos espaciales están entre los más utilizados con este tipo de técnicas.

2. Materiales, datos y métodos

2.1. Área de estudio.

La Demarcación Hidrográfica del Segura (DHS) está situada en el Sureste de la Península Ibérica (Figura 1) con una extensión de 19.025 km², si sólo se considera la parte continental (20.234 km² incluyendo la superficie de las aguas costeras).

Abarca un total de 132 municipios con 1.274 núcleos de población en 6 provincias españolas pertenecientes a 4 Comunidades Autónomas (CCAA), la Región de Murcia (uniprovincial), Andalucía (Almería, Jaén y Granada), Castilla-La Mancha (Albacete) y la Comunidad Valenciana (Alicante) que ocupan el 58,8 %, el 9,4 %, el 25 % y el 6,8 % de la DHS respectivamente. Posee una gran variedad orográfica, alternando sierras que alcanzan alturas de hasta 2000 m de altitud en la cabecera de la cuenca con valles, depresiones y llanuras.

El clima es típicamente mediterráneo y se caracteriza por una fuerte aridez, precipitaciones irregulares y altas temperaturas a lo largo del año -el promedio anual varía entre 10° C en las cabeceras en el noroeste y 17-18° en la costa- y amplitudes térmicas de 12 a 17° C; el promedio de precipitaciones es de 382 mm por año, pero con una alta variabilidad espacial entre las áreas subhúmedas (más altas, precipitaciones en torno a 1000 mm/año) en las cabeceras y las áreas semiáridas y áridas (resto de la cuenca). La distribución temporal de las precipitaciones muestra un máximo en otoño con un máximo secundario en primavera y una estación seca prolongada en verano. Los eventos de fuertes lluvias y las sequías prolongadas son rasgos característicos.

La población total se estima en unos 2 millones de habitantes, con una distribución desigual debido a condicionantes físicos y a factores socioeconómicos y culturales vinculados a los sectores dominantes (turismo y agricultura) y a las diferentes unidades administrativas. Los principales núcleos de población se concentran a lo largo del cauce principal del río Segura a través de la Región de Murcia (Vega Alta y Vega Media), el Valle del Guadalentín, su principal afluente, y el litoral.

La densidad de población de Murcia, provincia en la que habita más del 75 % de la población de la DHA, siempre ha estado por encima de la media española (unos 92 habitantes/km²), aumentando gradualmente de 101,6 habitantes/km² en 2000 a 129,6 en 2014. Estas cifras enmascaran, a niveles más bajos de desagregación, diferencias que van desde los 4 habitantes/km² en zonas del Noroeste hasta densidades de más de 1.000 habitantes/km² en el municipio de Alcantarilla. La evolución temporal de la densidad de población tampoco ha sido homogénea, alternando períodos de aumento y disminución. En la provincia de Alicante, la segunda en población de la cuenca (20 %), y una de las más pobladas de España, la densidad se sitúa entre 334

Alonso-Sarría F., Valdivieso Ros C. (2019): "Cartografía de núcleos de población en la demarcación hidrográfica del segura integrando información de diferentes fuentes", *GeoFocus (Artículos)*, n° 24, p.59-75. ISSN: 1578-5157 <http://dx.doi.org/10.21138/GF.620>

y 23 habitantes/km². El promedio de la DHS es de 298. Albacete no supera los 14 habitantes/km² de media en sus núcleos, representando el 3,3 % de la población de la cuenca, mientras que las tres provincias andaluzas juntas representan sólo el 1,3 % de la población total, con una densidad media de 13 habitantes/km².

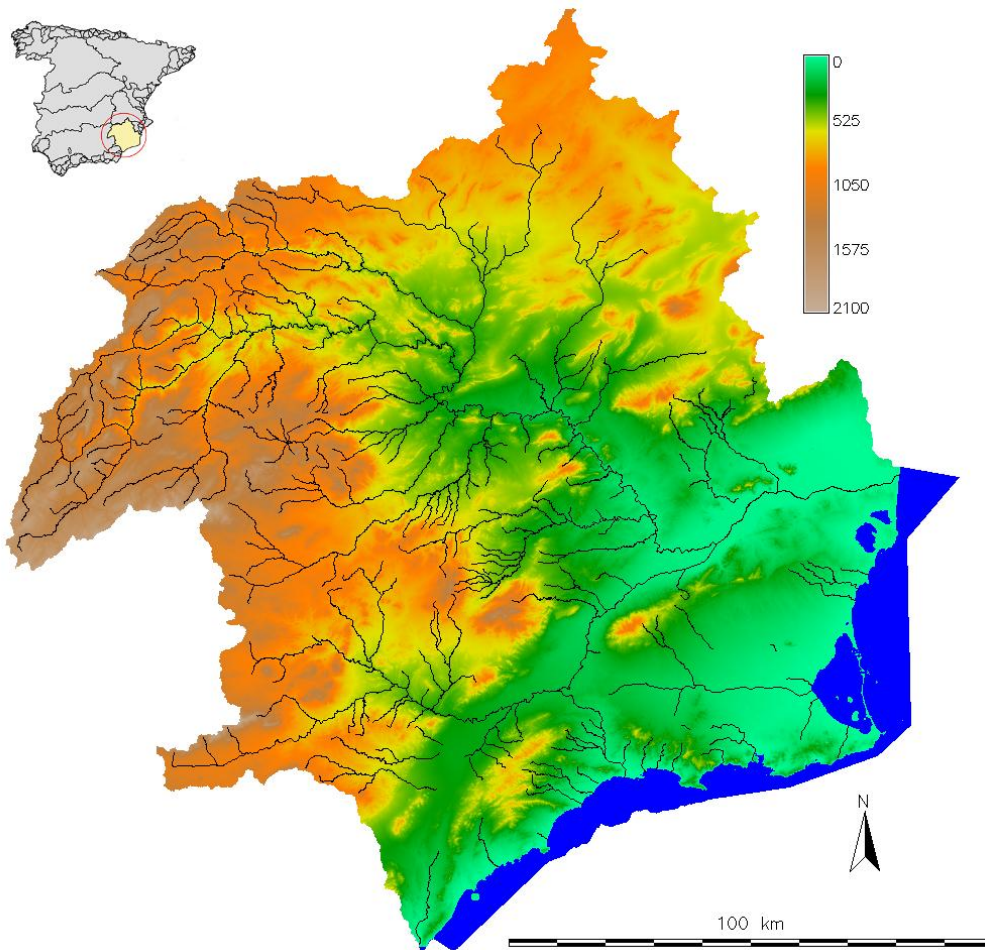


Figura 1. Localización topografía y red de drenaje de la DHS.

Elaboración propia a partir del MDE 25 m del IGN y de la cartografía oficial de la Confederación Hidrográfica del Segura.

La dinámica predominante es hacia la concentración de la población en núcleos urbanos, aunque hay áreas muy cercanas a núcleos urbanos de hábitat disperso pero con una alta densidad de población y nuevos núcleos que se corresponden con urbanizaciones de tipo resort que también han apostado por este tipo de hábitat. Por otro lado, aún queda un pequeño porcentaje (inferior al 10 %)

Alonso-Sarría F., Valdivieso Ros C. (2019): "Cartografía de núcleos de población en la demarcación hidrográfica del segura integrando información de diferentes fuentes", *GeoFocus (Artículos)*, nº 24, p.59-75. ISSN: 1578-5157 <http://dx.doi.org/10.21138/GF.620>

de poblamiento diseminado en áreas rurales tanto con hábitat disperso como concentrado, según sean áreas de pequeñas parcelas (minifundios) de regadíos tradicionales de huerta o conjuntos de casas de campo agrupadas en mayor o menor cantidad en medio de grandes extensiones de cultivos, tradicionalmente de secano. En las áreas litorales, principalmente Águilas y Mazarrón, se puede encontrar también un tipo de hábitat diseminado característico de secanos extensivos, transformados parcialmente en nuevos regadíos gracias a los avances en agricultura, y en la actualidad incorporándose a la dinámica de usos turísticos y de vivienda residencial (Andrés Sarasa, 2004a; Vera y Espejo, 2006).

Los municipios de Murcia, Cartagena y Torrevieja superan los 100,000 habitantes, mientras que los de Lorca, Orihuela, Molina de Segura y Alcantarilla están entre 50,000 y 100,000. En municipios costeros -Los Alcázares, Mazarrón y San Pedro del Pinatar- se produce un crecimiento de forma muy acusada entre 2000 y 2008, favorecido por la dinámica socioeconómica anterior a la crisis y sus cambios de uso de suelo agrícola a residencial y turístico (Vera y Espejo, 2006) que provocó una importante llegada de migrantes extranjeros, tanto residenciales como laborales. Tras el inicio de la crisis, estos municipios ralentizan su crecimiento, e incluso sufren cierto retroceso (Mazarrón). Sin embargo, en este momento es reseñable el hecho de que siguen creciendo aquellos municipios dedicados a la agricultura, especialmente de nuevos regadíos (Alhama de Murcia, Fuente Álamo, Torre-Pacheco y Totana), así como Molina de Segura, Santomera y Las Torres de Cotillas, en el área periférica del municipio de Murcia, y La Unión en el área periférica de Cartagena.

2.2. Fuentes de datos.

2.2.1 Nomenclátor del Instituto Nacional de Estadística

Según explica el propio Instituto Nacional de Estadística (INE) en su página web, el Nomenclátor o Población del Padrón Continuo (<http://www.ine.es/nomen2/index.do>) por unidad poblacional es una relación detallada de las entidades y núcleos de población existentes a 1 de enero de cada año en cada municipio, incluyendo sus códigos y sus poblaciones referidas a esa fecha. Se obtiene de la actualización de los núcleos y entidades de población que los ayuntamientos realizan en sus municipios y que, en cumplimiento de la legislación vigente, comunican al INE al menos una vez al año. Las poblaciones se calculan a partir de las cifras de población provenientes de las revisiones anuales de los Padrones municipales, que son declaradas oficiales por el Gobierno a propuesta del INE, con el informe favorable del Consejo de Empadronamiento, mediante Real Decreto (<http://www.ine.es>).

La metodología actual para la elaboración y mantenimiento del Nomenclátor del INE, surge a partir de la modificación de la Ley 7/1985, de 2 de abril, Reguladora de las Bases del Régimen Local por la Ley 4/1996 y del Reglamento de Población y Demarcación Territorial de las Entidades Locales aprobado por el Real Decreto 2612/1996, de 20 de diciembre, por el que se estableció un sistema informatizado de gestión continua de todos los Padrones municipales y su coordinación por el Instituto Nacional de Estadística. Así, los ayuntamientos remiten de forma periódica una copia del Padrón y sus variaciones mensuales, incluyendo una revisión mínima anual de la relación de entidades y núcleos de población al INE, quien detecta y corrige posibles errores y duplicidades existentes para su publicación anual, sistematizada y codificada, con su población desglosada por

Alonso-Sarría F., Valdivieso Ros C. (2019): “Cartografía de núcleos de población en la demarcación hidrográfica del segura integrando información de diferentes fuentes”, *GeoFocus (Artículos)*, nº 24, p.59-75. ISSN: 1578-5157 <http://dx.doi.org/10.21138/GF.620>

sexo. Por dificultades técnicas, algunos ayuntamientos de municipios menores de 1.000 habitantes no pudieron cumplir estas exigencias hasta 2002 (INE), motivo por el que no disponemos de los datos para los años 2000 a 2002 de algunas de las entidades singulares de población de la Región de Murcia, entendiendo como entidades singulares, según la definición del INE, “cualquier área habitable del término municipal, habitada o excepcionalmente deshabitada, claramente diferenciada dentro del mismo, y que es conocida por una denominación específica que la identifica sin posibilidad de confusión”. De esta manera, urbanizaciones y zonas residenciales estacionales obtienen también carácter de entidades singulares, aunque no se encuentren habitadas todo el año (<http://www.ine.es>).

2.2.2 Nomenclátor geográfico de municipios y entidades de población del Instituto Geográfico Nacional

Cualquiera de los nomenclátors que realiza y mantiene el Instituto Geográfico Nacional (IGN) deben entenderse como “un catálogo ordenado de topónimos con información sobre su ubicación, el tipo de entidad geográfica y cualquier otra información descriptiva o definidora de cada topónimo” (Consejo Superior Geográfico, 2014). En el caso del nomenclátor geográfico de municipios y entidades de población, las coordenadas de cada entidad se encuentran en formato latitud-longitud (datum WGS 84, compatible con ETRS89). Este fichero se puede obtener en el centro de descargas del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) en formato de base de datos con la información correspondiente a los municipios y entidades de población españolas (denominaciones, coordenadas, población, etc.). Las fuentes de referencia para la elaboración de esta base de datos son el Registro de Entidades Locales (Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas), el Instituto Nacional de Estadística y las bases de datos cartográficas del Instituto Geográfico Nacional.

2.2.3 Fichero vectorial de polígonos urbanos del Instituto Universitario del Agua y Medio Ambiente

En los fondos cartográficos del Instituto Universitario del Agua y Medio Ambiente (INUAMA) de la Universidad de Murcia se encontraba un fichero vectorial de polígonos de origen dudoso y anterior al desarrollo de la iniciativa INSPIRE (año 2000), por lo que carece de metadatos. Contiene los límites de 374 núcleos urbanos de la región, pero precisa de una actualización debido a las ampliaciones urbanas tras las últimas décadas de crecimiento urbanístico de casi todos los núcleos y una revisión de la localización de los núcleos, algunos mal ubicados

2.2.4 Ortofotografía aérea del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea

El Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) obtiene fotografías aéreas de todo el territorio nacional a una resolución de entre 25 y 50 cm y con una frecuencia de actualización de 3 años máximo, lo que permite disponer de información actualizada basada en unas especificaciones técnicas comunes a todas las Administraciones Públicas implicadas en el Plan, acordes con los planteamientos de la Directiva Inspire para las infraestructuras de datos geográficos europeas. En el caso de la Región de Murcia, la última ortofotografía validada es la del vuelo de 2013, por lo que ha sido la seleccionada para este trabajo.

Alonso-Sarría F., Valdivieso Ros C. (2019): “Cartografía de núcleos de población en la demarcación hidrográfica del segura integrando información de diferentes fuentes”, *GeoFocus (Artículos)*, n° 24, p.59-75. ISSN: 1578-5157 <http://dx.doi.org/10.21138/GF.620>

Se ha utilizado tanto la conexión WMS con PNOA a través del Instituto Geográfico Nacional (IGN) como la descarga en formato .ecw desde el centro de descargas del Centro Nacional Información Geográfica (CNIG).

2.3. Herramientas informáticas

2.3.1 QGIS 2.12 Lyon

Quantum GIS 2.12 Lyon es un Sistema de Información Geográfica de código abierto que opera bajo la licencia pública general de GNU para las plataformas Microsoft Windows y GNU Linux, entre otros. Puede ser usado, compartido y modificado libremente por sus usuarios y permite trabajar tanto con formato raster como vectorial y bases de datos geoespaciales, en un entorno de trabajo intuitivo y amigable para el usuario. Otra de sus ventajas es que puede ser usado como interfaz gráfica para el SIG GRASS, lo que añade al uso de QGIS mayor potencia de análisis.

2.3.2 GRASS 6.4.4

Geographic Resources Analysis Support System (GRASS) (Neteler y Mitasova, 2008) es también un SIG de software libre bajo licencia GPL GNU, que, además de trabajar con formatos raster y vectoriales, dispone de potentes herramientas de procesado digital de imágenes, gestión y análisis de datos, modelización espacial y producción y visualización de gráficos y mapas. Dispone de una interfaz gráfica, pero se ha optado por su uso a través de la interfaz de QGIS para administrar los datos existentes y desarrollar nuevos datos.

2.3.3 R

R (R Core Team, 2014) es un conjunto integrado de programas que permite la gestión y análisis de datos a través de herramientas tanto de cálculo como gráficas, entre otras características. Una de sus principales ventajas es que dispone de un lenguaje de programación propio orientado a objetos. Al igual que los anteriores programas descritos, es también un software de código libre bajo licencia GPL GNU.

Se ha utilizado la librería ggmap (Kahle and Wickham, 2013) para conectar y consultar con la API de Google maps, que incluye funciones de geolocalización y enrutamiento.

2.4 Proceso de trabajo

A continuación se detalla el proceso de trabajo insertando los fragmentos del código ejecutado en R o en GRASS tras su descripción. El objetivo es garantizar la reproducibilidad de trabajo en otras áreas en la que se cuente con información disponible del mismo tipo.

2.4.1 Obtención de la capa vectorial de núcleos urbanos

La tabla con el nomenclátor del IGN está en formato MS-Access (fichero con extensión .odb) mientras que la del INE se construyó en formato texto a partir de consultas a la página web del INE. Para combinar su información, ya que uno contiene los datos de población (INE) y el otro la localización geográfica de cada entidad de población (IGN), se lee en primer lugar la tabla del IGN

Alonso-Sarría F., Valdivieso Ros C. (2019): "Cartografía de núcleos de población en la demarcación hidrográfica del segura integrando información de diferentes fuentes", *GeoFocus (Artículos)*, nº 24, p.59-75. ISSN: 1578-5157 <http://dx.doi.org/10.21138/GF.620>

y se seleccionan los núcleos de las provincias que se solapan parcialmente con la Cuenca del Río Segura.

```
odb=odb.open("Nomenclator_Municipios_EntidadesDePoblacion.odb")
odb.tables(odb)
sql = paste("select *", "from ENTIDADES", "where NOMBRE_PROVINCIA in ('Murcia', 'Alacant/Alicante',
  'València/Valencia', 'Albacete', 'Almeria', 'Jaén', 'Granada')")
murcia = odb.read(odb, sql)
table(murcia$CODPROV)
```

En el nomenclátor del IGN, los datos de población y coordenadas, que aparecían como cadenas de texto, se convierten a formato numérico, pasando antes el signo de puntuación decimal del sistema español al anglosajón (las comas por puntos).

```
murcia$POBLACION = as.numeric(murcia$POBLACION)
for (i in 1:dim(murcia)[1]) {
  murcia$LONGITUD_ETRS89_REGCAN959[i] = gsub(",", ".", murcia$LONGITUD_ETRS89_REGCAN959[i])
}
for (i in 1:dim(murcia)[1]) {
  murcia$LATITUD_ETRS89_REGCAN95[i] = gsub(",", ".", murcia$LATITUD_ETRS89_REGCAN95[i])
}
murcia$LONGITUD_ETRS89_REGCAN959 = as.numeric(murcia$LONGITUD_ETRS89_REGCAN959)
murcia$LATITUD_ETRS89_REGCAN95 = as.numeric(murcia$LATITUD_ETRS89_REGCAN95)
```

En el caso del segundo nomenclátor, ha sido necesario separar los datos que combinaban códigos y nombres en las columnas donde se encontraban juntos (provincia, municipio y núcleo) para disponer del mismo código INE de cada núcleo urbano que tiene el nomenclátor del IGN en una nueva columna con la que poder realizar la unión de tablas necesaria.

```
nomen=read.table("NomenclatorDHS3.txt",sep=";",header=T,stringsAsFactors=F,quote="")
n=dim(nomen)[1]

nomen$CODIGOINE=nomen$codProv=nomen$codMun=nomen$codEnt=rep(NA,n)
for (i in 1:n){
  kk1=strsplit(nomen$Provincia[i],split=" ")[[1]]
  nomen$Provincia[i]=paste(kk1[-1],collapse=" ");nomen$codProv[i]=as.numeric(kk1[1])
  kk2=strsplit(nomen$Municipio[i],split=" ")[[1]]
  nomen$Municipio[i]=paste(kk2[-1],collapse=" ");nomen$codMun[i]=as.numeric(kk2[1])
  kk3=strsplit(nomen$Nucleo[i],split=" ")[[1]]
  nomen$Nucleo[i]=paste(kk3[-1],collapse=" ");nomen$codEnt[i]=as.numeric(kk3[1])
  nomen$CODIGOINE[i]=paste0(kk1[1],kk2[1],kk3[1])
}
```

A continuación se realiza la unión (*join*) de tablas utilizando el código INE como campo común, dejando sin asignar localización a los núcleos del INE que no aparecían en el IGN. Se ha comprobado si había algún núcleo descolocado mediante un gráfico, y se ha procedido a borrar esas coordenadas, así mismo se ha eliminado la información relativa a diseminados y otra información redundante, dejando únicamente las entidades singulares en nuestra tabla.

```
huerfanosmurcia=anti_join(murcia,nomen)

probmurcia=huerfanosmurcia[which(huerfanosmurcia$POBLACION>0),]
probmurcia

nomencompleto=left_join(nomen,murcia)
```


Alonso-Sarría F., Valdivieso Ros C. (2019): “Cartografía de núcleos de población en la demarcación hidrográfica del segura integrando información de diferentes fuentes”, *GeoFocus (Artículos)*, nº 24, p.59-75. ISSN: 1578-5157 <http://dx.doi.org/10.21138/GF.620>

```
plot(nomenclito$LONGITUD_ETRS89_REGCAN959, nomenclito$LATITUD_ETRS89_REGCAN95, asp=1)
```

```
nomenclito$LATITUD_ETRS89_REGCAN95[which(nomenclito$LONGITUD_ETRS89_REGCAN959<(-5))]=NA  
nomenclito$LONGITUD_ETRS89_REGCAN959[which(nomenclito$LONGITUD_ETRS89_REGCAN959<(-5))]=NA  
nomenclito$LATITUD_ETRS89_REGCAN95[which(nomenclito$LATITUD_ETRS89_REGCAN95<36.5)]=NA  
nomenclito$LONGITUD_ETRS89_REGCAN959[which(nomenclito$LATITUD_ETRS89_REGCAN95<36.5)]=NA  
w=which(nomenclito$TIPO=="Entidad singular" & !is.na(nomenclito$LATITUD_ETRS89_REGCAN95))  
nomenclito=nomenclito[w, c(1:49, 53, 57, 61, 62)]
```

El nomenclátor del INE incluye muchos más núcleos de población que el del IGN, por ello, tras este proceso quedarán varios sin coordenadas asignadas. Para localizarlos y obtener sus coordenadas se utilizó la API de Google maps mediante la función geocode del paquete de R ggmap. A esta función se le pasa un topónimo y devuelve las coordenadas del mismo en coordenadas geográficas referidas al datum WGS84.

```
GoogleCoord = rep(0, dim(nomenclito)[1])  
for (i in 1:dim(nomenclito)[1]) {  
  if ((is.na(nomenclito$LONGITUD_ETRS89_REGCAN959[i]) | is.na(nomenclito$LATITUD_ETRS89_REGCAN95[i]))) {  
    referencia = paste(nomenclito$Nucleo[i], nomenclito$Municipio[i],  
                      nomenclito$Provincia[i], "España", sep = ",")  
    gc = geocode(referencia)  
    nomenclito$LONGITUD_ETRS89_REGCAN959[i] = as.numeric(gc[1])  
    nomenclito$LATITUD_ETRS89_REGCAN95[i] = as.numeric(gc[2])  
    GoogleCoord[i] = 1  
  }  
}
```

Una vez terminado el proceso, podemos volver a hacer un gráfico y comprobar si quedan entidades sin coordenadas. Una vez que no sea así, el proceso ha terminado.

```
plot(nomenclito$LONGITUD_ETRS89_REGCAN959, nomenclito$LATITUD_ETRS89_REGCAN95, asp=1)  
w=which( (is.na(nomenclito$LONGITUD_ETRS89_REGCAN959) | is.na(nomenclito$LATITUD_ETRS89_REGCAN95) ) &  
nomenclito$Nucleo!="*DISEMINADO*")  
w
```

Una vez que todos los núcleos urbanos tienen asignado un par de coordenadas convertimos la tabla resultante en un *SpatialPointsDataframe* que es el tipo de objeto que en R almacena capas vectoriales de puntos. Transformamos el sistema de referencia espacial al datum ETRS89 con coordenadas UTM huso 30N (epsg: 25830) y nos quedamos con los núcleos de la Cuenca Hidrográfica del Segura, que incluye la Región de Murcia completa y algunos núcleos de las provincias de Jaén, Granada, Almería, Albacete y Alicante. Para ello se recorta la capa de puntos con la de los límites de la Cuenca del Río Segura descargada de la página web de la Confederación Hidrográfica del Segura¹. Finalmente se representan los puntos utilizando diferentes colores para representar las diferentes provincias (Fig. 2).

```
tabla=nomenclito  
coordinates(tabla) <- ~LONGITUD_ETRS89_REGCAN959+LATITUD_ETRS89_REGCAN95
```

¹ <https://www.chsegura.es/chs/index.html>

Alonso-Sarría F., Valdivieso Ros C. (2019): “Cartografía de núcleos de población en la demarcación hidrográfica del segura integrando información de diferentes fuentes”, *GeoFocus (Artículos)*, n° 24, p.59-75. ISSN: 1578-5157 <http://dx.doi.org/10.21138/GF.620>

```
proj4string(tabla) = CRS("+init=epsg:4258")
tabla = spTransform(tabla, CRS("+init=epsg:25830"))

plot(tabla, axes=T, pch=16, cex=0.5, col=as.factor(tabla$Provincia))

save(tabla, file="Nomenclator_coord.RData")

cuenca=readOGR(dsn="CHSCuenca", layer="CHS_DemarcacionPlan2009_15")

proj4string(tabla)=proj4string(cuenca)

tablaCHS=tabla[which(gCoveredBy(tabla,cuenca,byid=T)),]

plot(tablaCHS, axes=T, pch=16, cex=0.5, col=as.factor(tablaCHS$Provincia))
```

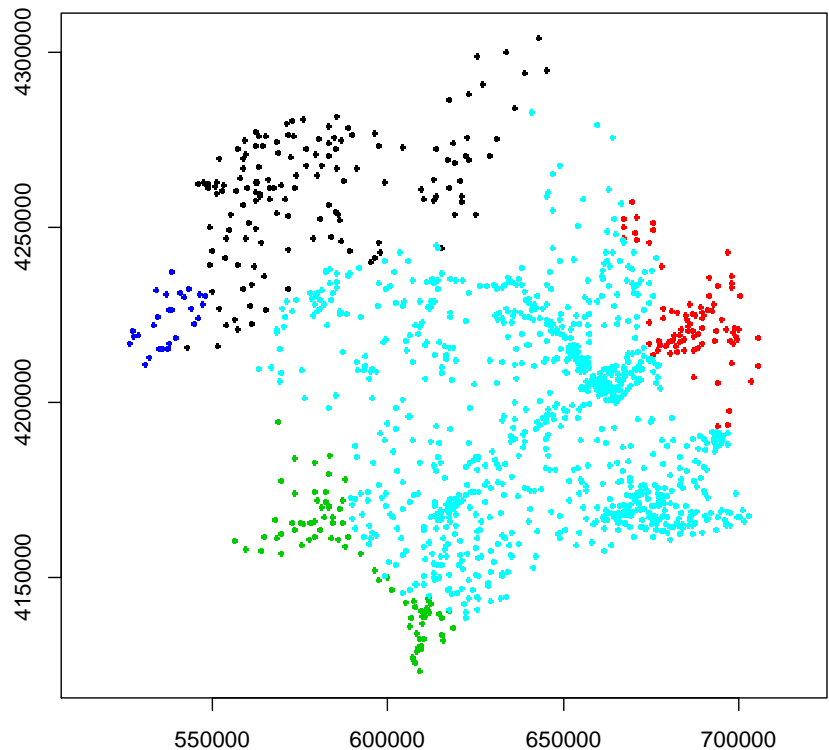


Figura 2. Capa de puntos recortada con los límites de la CHS. Elaboración propia. Datum ETRS89 y proyección UTM.

Para reducir el volumen de trabajo, se decidió eliminar los núcleos urbanos más pequeños. Para ello se calcula un umbral mínimo de población bajo el criterio de que elimine solo al 0.1 % de la población total teniendo en cuenta la población máxima en toda la serie de años que se tiene (2000-2014) en cada núcleo. El resultado es un umbral de 18 habitantes, siendo eliminados un total de 189 núcleos.

Alonso-Sarría F., Valdivieso Ros C. (2019): “Cartografía de núcleos de población en la demarcación hidrográfica del segura integrando información de diferentes fuentes”, *GeoFocus (Artículos)*, nº 24, p.59-75. ISSN: 1578-5157 <http://dx.doi.org/10.21138/GF.620>

```
p=0.001
maxpob=apply(tablaCHS@data[,seq(4,46,by=3)],1,max,na.rm=TRUE)
plot(sort(maxpob),cumsum(sort(maxpob))/sum(maxpob) )

w=which(cumsum(sort(maxpob))/sum(maxpob)<p)
umbral=max(sort(maxpob)[w])
umbral

w=which(maxpob<umbral)
length(w)

tablaCHS=tablaCHS[-w,]
```

Una vez tenemos la relación definitiva de núcleos, cambiamos los nombres de aquellos que llevan artículo para que éste aparezca delante (“Algar, El” por “El Algar”, por ejemplo).

```
for (i in 1:length(tablaCHS$Nucleo)){
  kk=tablaCHS$Nucleo[i]
  p1=gregex("\\(",kk)[[1]][1]
  p2=gregex("\\)",kk)[[1]][1]
  if(p1>0 & p2>0) tablaCHS$Nucleo[i]=paste0(substr(kk,p1+1,p2-1)," ",substr(kk,1,p1-2))
}
```

Ahora convertimos el `SpatialPointsDataFrame` en un `SpatialPolygonsDataFrame` que es el objeto de R que contiene una capa vectorial de polígonos. Para ello, se sustituyen los puntos que definen la ubicación de cada núcleo por pequeños polígonos de 50x50 m². Además cambiamos algunos nombres para que no den problemas más adelante. También se hace un vector de nombres de municipios.

```
poligonos=list()
cc=coordinates(tablaCHS)
for (i in 1:dim(tablaCHS)[1]){
  xx=c(cc[i,1]-25,cc[i,1]-25,cc[i,1]+25,cc[i,1]+25,cc[i,1]-25)
  yy=c(cc[i,2]-25,cc[i,2]+25,cc[i,2]+25,cc[i,2]-25,cc[i,2]-25)
  poligonos[[i]]=Polygons(list(Polygon(cbind(xx,yy))),row.names(tablaCHS@data)[i])
}
SpP = SpatialPolygons(poligonos, 1:dim(tablaCHS)[1])
SPDF = SpatialPolygonsDataFrame(SpP, tablaCHS@data)
proj4string(SPDF)=proj4string(tablaCHS)

SPDF$Municipio[which(SPDF$Municipio=="Aguilas")]="Águilas"
SPDF$Municipio[which(SPDF$Municipio=="Alcázares (Los)")]="Los Alcazares"
SPDF$Municipio[which(SPDF$Municipio=="Torres de Cotillas (Las)")]="Las Torres de Cotillas"
SPDF$Municipio[which(SPDF$Municipio=="Unión (La)")]="La Unión"
urbanos$nombre[which(urbanos$nombre=="LOS BAÑOS")]="LOS BAÑOS"
urbanos$municipio[which(urbanos$nombre=="LA HUERTA")]="1"

urbanos=readOGR(dsn=".",layer="urbanos",stringsAsFactors=FALSE)
```

A continuación cargamos en R la capa de núcleos urbanos del INUAMA y sustituimos en el `SpatialPolygonsDataFrame` los cuadrados de 50x50 m² por los polígonos de los núcleos que contiene aquel. Una vez unidas las dos capas tenemos una nueva capa vectorial con los polígonos de todos núcleos de población con más de 18 habitantes de la Región de Murcia, así como los datos correspondientes a su población desde los años 2000 a 2014.

Alonso-Sarría F., Valdivieso Ros C. (2019): “Cartografía de núcleos de población en la demarcación hidrográfica del segura integrando información de diferentes fuentes”, *GeoFocus (Artículos)*, n° 24, p.59-75. ISSN: 1578-5157 <http://dx.doi.org/10.21138/GF.620>

```
SPDF_bk=SPDF
for (i in 1:dim(SPDF)[1]){
  for(j in 1:dim(urbanos)[1]){
    if(!is.na(urbanos$municipio[j]) & !is.na(urbanos$municipio[j])){
      muni=munip[as.integer(as.character(urbanos$municipio[j]))]
      if(urbanos$nombre[j]==SPDF$Nucleo[i] & as.character(SPDF$Municipio[i])==muni){
        SPDF@polygons[[i]]=urbanos@polygons[[j]]
      }
    }
  }
}

plot(SPDF,usePolypath=F,col=as.factor(SPDF$Provincia))

writeOGR(SPDF,dsn=".",layer="urbanos_2016",driver="ESRI Shapefile",overwrite_layer=TRUE)
```

Sin embargo, la mayoría de núcleos no aparecían en la capa del INUAMA y por tanto quedan como polígonos homogéneos de 50x50 m² y en otros casos la forma del núcleo urbano está obsoleta o es errónea. Además, se han detectado confusiones a la hora de localizar con la API de Google Maps algunos núcleos de toponimia igual o similar en diferentes municipios por lo que se han tenido que relocalizar manualmente mientras se realizaba el último proceso de ajuste de los polígonos con la ortofotografía digital del IGN (PNOA). Dicho ajuste se ha realizado superponiendo a ésta la capa de núcleos urbanos. Ha resultado con diferencia el proceso más largo y complicado debido al abultado número de polígonos que contiene la capa (1084). Los polígonos de 50x50 debían ser adaptados al contorno de cada núcleo y los de la capa del INUAMA actualizados a los límites urbanos actuales.

Otras dificultades que se han tenido que afrontar durante esta fase han tenido que ver con el ajuste de diferentes tipos de hábitats. Los núcleos con viviendas diseminadas han resultado especialmente difíciles de digitalizar por la complejidad del propio hábitat, forzando ocasionalmente a establecer límites entre núcleos vecinos de una forma aproximada, e incluso dejando fuera de los polígonos algunas viviendas de difícil encaje dentro del polígono. En núcleos rurales de cultivos de secano, el caserío tradicional de varias viviendas tampoco ha sido fácil de ajustar con el número de habitantes empadronados. En estos casos se ha optado por seleccionar un conjunto representativo de viviendas en función de la población del núcleo.

Por otro lado, hay que señalar deficiencias en cuanto a la geolocalización de algunas entidades de población. Algunas no se encontraban en la ubicación esperada y ha sido necesario relocalizarlas, fallos atribuibles a duplicidades en los topónimos como Las Lomas, nombre de una entidad en Totana y otra en Cartagena.

Por último, se han tenido que añadir algunos polígonos pertenecientes a urbanizaciones de reciente construcción que no han salido representadas en la capa, como La Quinta-Tierra Cálida en Molina de Segura.

Alonso-Sarría F., Valdivieso Ros C. (2019): "Cartografía de núcleos de población en la demarcación hidrográfica del segura integrando información de diferentes fuentes", *GeoFocus (Artículos)*, n° 24, p.59-75. ISSN: 1578-5157 <http://dx.doi.org/10.21138/GF.620>

3. Resultados y discusión

La figura 3 muestra el mapa resultante del proceso llevado a cabo. Se trata de una capa vectorial en cuya tabla de atributos dispone de la información referente a la población (femenina y masculina) para la serie temporal 2002-2014. Esta capa puede ser solicitada por correo electrónico a los autores.

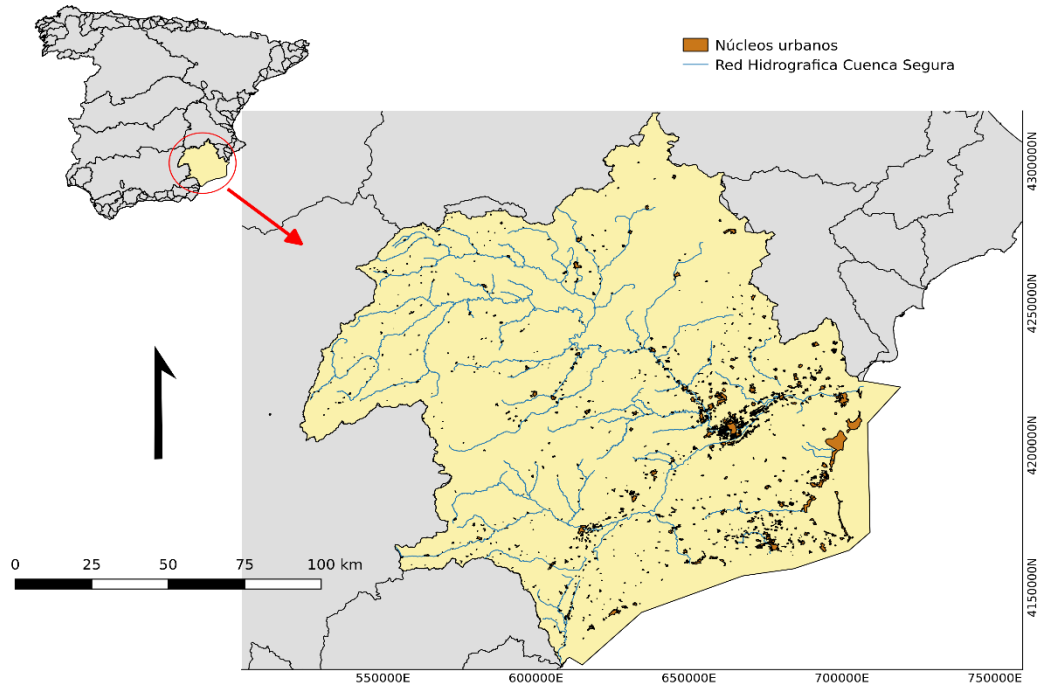


Figura 3. Demarcación Hidrográfica del Segura mostrando los núcleos urbanos

Esta nueva capa permite llevar a cabo diversos análisis, por ejemplo, las figuras 4 y 5 muestran el porcentaje de crecimiento de la población de los diversos núcleos urbanos en el período 2002-2008 y 2008-2014. Es decir, dos períodos de 6 años, el primero durante el desarrollo de la burbuja inmobiliaria y el segundo tras su estallido. En el primer período los mapas muestran la tendencia hacia la despoblación de los núcleos rurales y la concentración en la capital y núcleos de cabecera municipal, si bien algunos de éstos últimos tampoco muestran dinámicas muy favorables en todo el período.

Entre el 2000 y 2008 se observa un aumento generalizado de la población en toda la DHS, favorecido por una época de crecimiento económico que demandaba mucha mano de obra por el auge del sector de la construcción. En estos años sólo se aprecia pérdida de población en unas pocas áreas muy concretas de la región, fenómeno explicado en buena medida por la escasa rentabilidad económica del sector agrario predominante en ellas (secanos extensivos y huerta tradicional) y un sector industrial conservero en declive (Andrés Sarasa, 2004b) y también por un envejecimiento muy acusado de la población (Moya Ortega y

Alonso-Sarría F., Valdivieso Ros C. (2019): “Cartografía de núcleos de población en la demarcación hidrográfica del segura integrando información de diferentes fuentes”, *GeoFocus (Artículos)*, n° 24, p.59-75. ISSN: 1578-5157 <http://dx.doi.org/10.21138/GF.620>

García Marín, 2015). La primera de estas áreas se corresponde con los núcleos más pequeños del Noroeste. Algo parecido sucede con la cuenca de Abanilla-Fortuna, donde estudios recientes sitúan la mayor cantidad de parcelas abandonadas (Martínez Hernández y Cánovas García, 2016) y una de las áreas con mayor potencial de abandono agrícola (Alonso Sarría y Cánovas García, 2016), ya que en ella se unen la baja rentabilidad de la actividad agrícola de secano a la cercanía al área metropolitana de Murcia que actúa como foco de atracción de la población. Otras áreas de secano tradicional que pierden población son los municipios de la costa occidental, posiblemente asociados a cambios de uso de suelo de estos cultivos a usos residencial y turístico (Andrés Sarasa, 2004b). Especialmente llamativo es el caso de Mazarrón, que a partir de 2008 pierde población incluso en el litoral, fenómeno muy probablemente ligado al retorno de inmigrantes a sus países de origen debido a la crisis económica. Este municipio tenía una de las mayores concentraciones de inmigrantes de diferentes orígenes (Gómez Espín, 2002) ya que se convirtió en punto de atracción tanto para turistas comunitarios como para inmigrantes de países no comunitarios atraídos por las posibilidades laborales en la construcción, la agricultura y los servicios.

A partir de 2008, se aprecia un cambio de tendencia de la ganancia a la pérdida en el área del Mar Menor y el Campo de Cartagena y algunos municipios del Valle de Ricote, lo que ocasiona que la concentración de la población en el eje Murcia-Cartagena se manifieste de manera muy contrastada con el resto del territorio. El Valle del Guadalentín es otra de las áreas en las que es más que apreciable una concentración de la población, aunque se agudiza la tendencia señalada ya por López Bermúdez *et al.* (1995) en cuanto a la concentración de densidad en el eje del valle y el abandono del resto de la cuenca. Por último, destaca la pérdida de densidad en el Área Metropolitana de Murcia entre 2008 y 2014 en favor de las áreas periurbanas. Es muy posible que el empeoramiento de las condiciones ambientales y la elevación de los costes de vida (principalmente la vivienda) por el aumento de la densidad de los años anteriores de bonanza económica sean las causantes de esta nueva tendencia.

En términos absolutos, comparando las áreas que pierden y ganan densidad en todo el período de estudio, se puede comprobar cómo la población ha ido adaptándose a los cambios económicos y sociales desembocando en un proceso de desruralización por el que las áreas agrícolas improductivas han ido quedando paulatinamente más despobladas, mientras que la densidad de los núcleos urbanos más grandes ha tendido al aumento.

Alonso-Sarría F., Valdivieso Ros C. (2019): “Cartografía de núcleos de población en la demarcación hidrográfica del segura integrando información de diferentes fuentes”, *GeoFocus (Artículos)*, n° 24, p.59-75. ISSN: 1578-5157 <http://dx.doi.org/10.21138/GF.620>

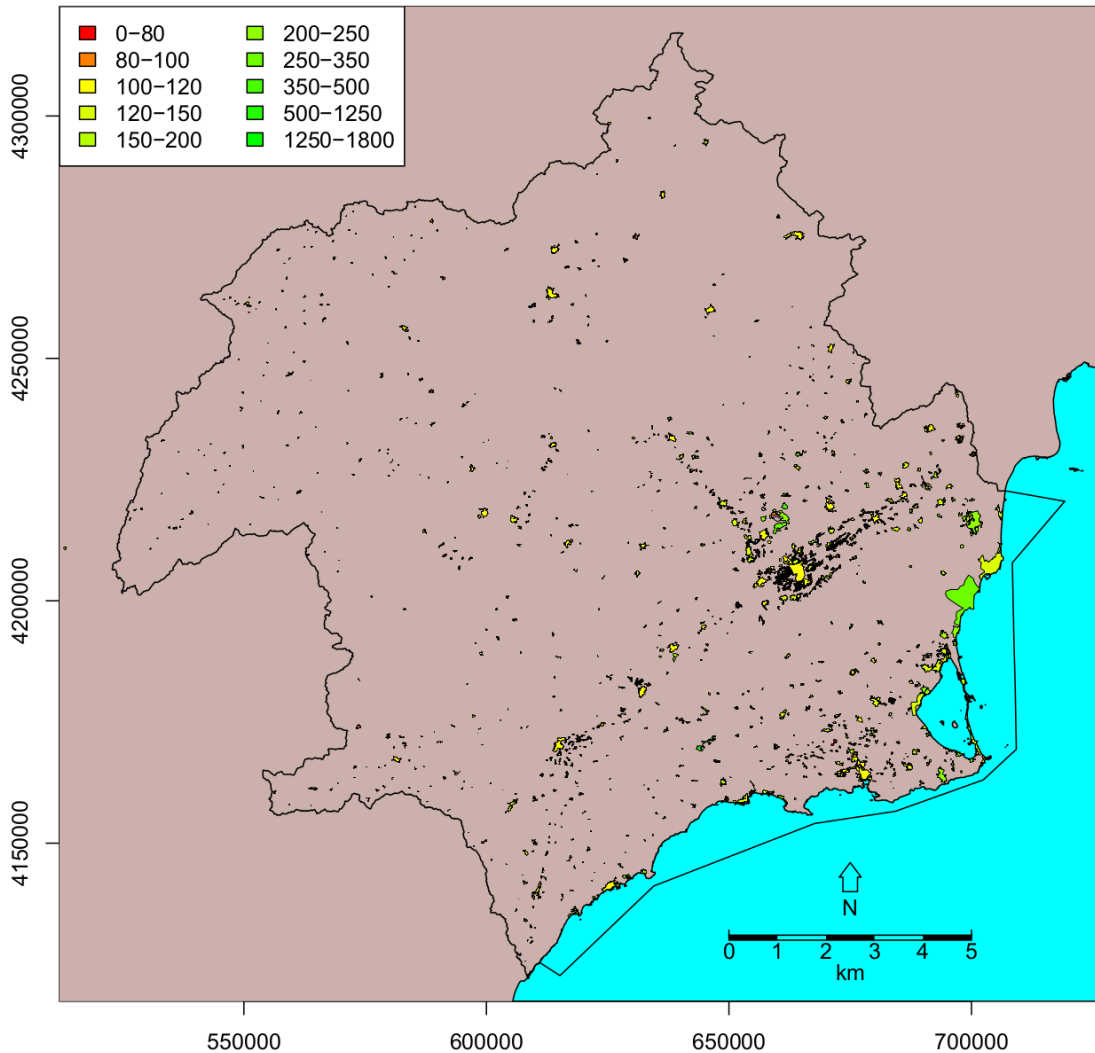


Figura 4. Incremento de la población en tanto por ciento en el período 2002-2008

La metodología propuesta puede ser reproducida siempre que se disponga de información similar, aunque evidentemente la depuración de los datos puede incluir problemas específicos en cada caso. Si no se dispone de una cartografía previa de polígonos urbanos, estos podrían obtenerse haciendo una clasificación de imágenes de satélite de alta resolución optimizada para seleccionar áreas urbanas. El posterior enlace entre los polígonos resultantes y los puntos de la capa del IGN, o los obtenidos de Google maps, puede hacerse mediante mínima distancia.

El procedimiento planteado no supone un gran problema de carga a los equipos, ya que no requiere un gran espacio en disco duro y no carga la memoria RAM. Tan solo es recomendable tener una buena conexión a Internet para que las consultas a la API de Google se ejecuten de la forma más rápida posible.

Alonso-Sarría F., Valdivieso Ros C. (2019): “Cartografía de núcleos de población en la demarcación hidrográfica del segura integrando información de diferentes fuentes”, *GeoFocus (Artículos)*, n° 24, p.59-75. ISSN: 1578-5157 <http://dx.doi.org/10.21138/GF.620>

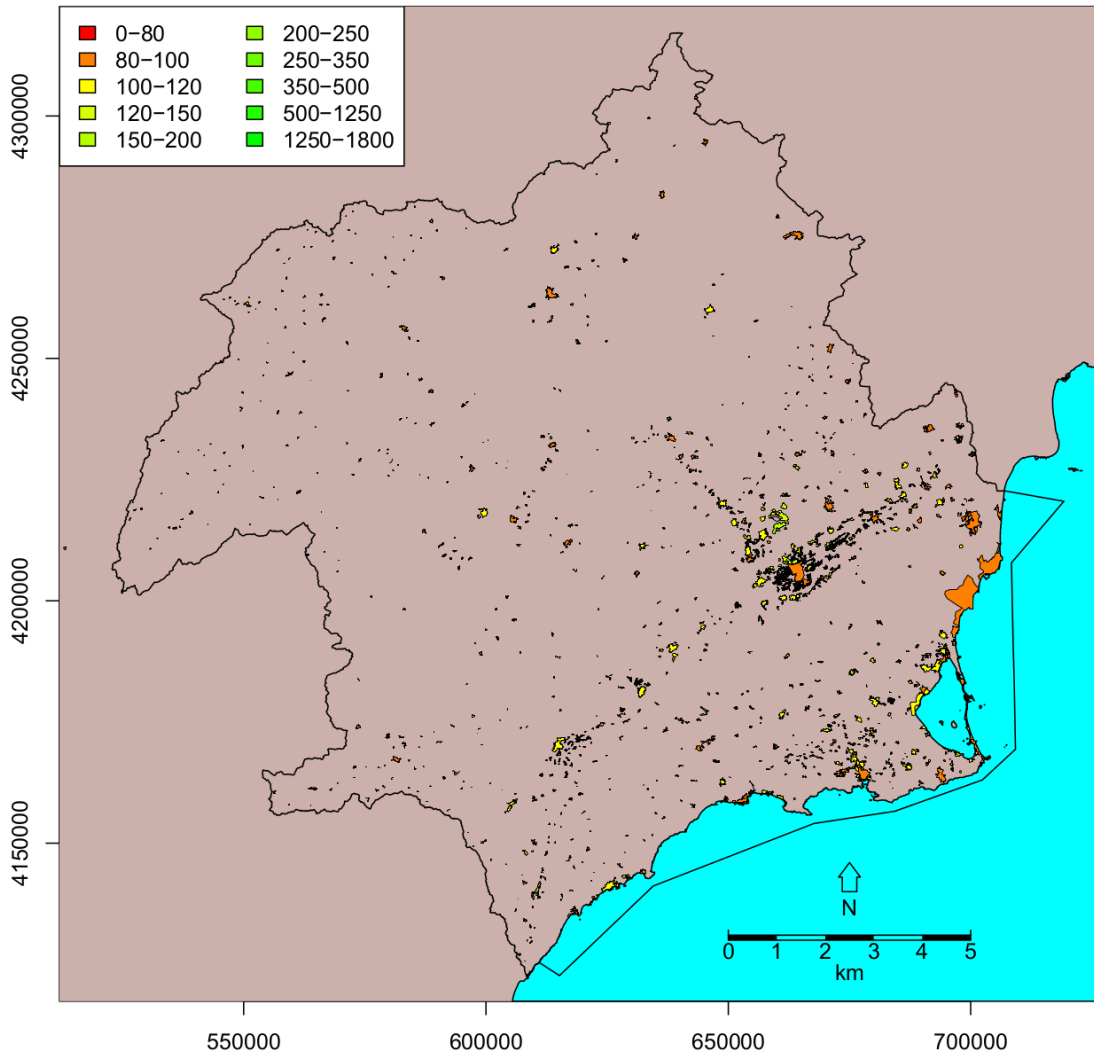


Figura 5. Incremento de la población en tanto por ciento en el período 2008-2014

4. Conclusiones

Empezando por el método utilizado, cabe afirmar que la realización de este trabajo no hubiera sido posible sin la utilización de herramientas informáticas. Geolocalizar todos los núcleos urbanos del área de trabajo y muchos de ellos en lugares remotos, rurales y de difícil acceso, delimitando su extensión territorial y obteniendo la población de los últimos años, resultaría una tarea inabarcable si no se dispusiera de aplicaciones, servidores como Google Maps y programas que permiten unir toda esta información para obtener información nueva y, además, con salida gráfica en forma de mapa. Es innegable que requiere conocimientos en el manejo de estas herramientas, pero la reducción de carga de trabajo y las ventajas que el mash-up ofrece son

Alonso-Sarría F., Valdivieso Ros C. (2019): “Cartografía de núcleos de población en la demarcación hidrográfica del segura integrando información de diferentes fuentes”, *GeoFocus (Artículos)*, n° 24, p.59-75. ISSN: 1578-5157 <http://dx.doi.org/10.21138/GF.620>

manifiestas. Otros procedimientos informáticos más convencionales, como las hojas de cálculo, tampoco hubieran sido una alternativa, por la elevada complejidad y precisión de los cálculos.

Los resultados, como ya se señaló en su apartado, muestran una dinámica de población en la DHS con tendencia generalizada a la pérdida de población y densidad en las zonas agrícolas (especialmente las de secano) desde el año 2002 que se agudiza a partir del año 2000, y una tendencia hacia la concentración en los núcleos de capital municipal, especialmente en los que se encuentran en el eje Murcia-Cartagena, el Valle del Guadalentín y el litoral, aunque también crecen los más importantes de la Comarca del Noroeste y el Altiplano.

Referencias bibliográficas

Alonso-Sarría, F., y Cánovas García, F., (2016): “Modelos predictivos para el estudio del abandono agrícola”, en Romero Díaz, A. [Coord.] *Abandono de cultivos en la Región de Murcia. Consecuencias ecogeomorfológicas*, Editum, Murcia, pp. 161-180.

Andrés Sarasa, J.L., (2004a): “El proceso desruralizador de la Región de Murcia: sus consecuencias”, *Nimbus*, núms 13-14, pp 33-69.

Andrés Sarasa, J.L., (2004b): “Incertidumbres en el espacio agrícola y proceso urbanizador ‘resort’ en la Región de Murcia”, *Cuadernos de Turismo*, núm. 14, pp. 7-65.

Calvo García-Tornel, F. (1997): “Algunas cuestiones sobre Geografía de los Riesgos”, *Scripta Nova*, Universidad de Barcelona, núm. 10. Disponible en <http://www.ub.edu/geocrit/sn-10.htm>

Consejo Superior Geográfico (2014) *Manual de usuario del cliente Buscador de Nombres Geográficos* http://www.idee.es/IDEE-Gazetteer/manual/IDEE-Gazetteer_Manual_es.pdf

Gómez Espín, J. M., (2002): “Inmigración reciente en la Región de Murcia”, *Papeles de Geografía*, núm. 36, pp. 81-104.

Kahle, D. & Wickham, H., (2013): “ggmap: Spatial Visualization with ggplot2”. *The R Journal*, vol. 5, núm. 1, pp. 144-161. Disponible en <http://journal.r-project.org/archive/2013-1/kahlewickham.pdf> [21/4/2017]

Kahle, D. & Wickham, H. (2013) “ggmap: Spatial Visualization with ggplot2”, *The R journal* num 5(1), pp. 144-161. Disponible en <http://journal.r-project.org/archive/2013-1/kahle-wickham.pdf>

Leipzig, J. y Li, X.Y. (2009) *Data Mashups in R* O’Reilly 30 pp.

López Bermúdez, F., Sánchez Fuster, M.C. y Romero Díaz, A., (1995): “Incidencia de los modelos de gestión socioeconómica en los siglos XIX y XX en la degradación del suelo en el Campo de Lorca (Cuenca del Guadalentín, Murcia)”, *Papeles de Geografía*, núm. 22, vol. 2, pp. 123-142.

Martínez Hernández, C. y Cánovas García, F. (2016): “Identificación de áreas abandonadas en la Región de Murcia”, en *Abandono de Cultivos en la Región de Murcia. Consecuencias ecogeomorfológicas*, Romero Díaz, A. [Coord.], Editum, Murcia, pp. 63-84.

Moya Ortega, C. y García Marín, R. (2015): “Envejecimiento de la población en la Región de Murcia: Causas y consecuencias”, *Papeles de Geografía*, núm. 61, pp. 44-59.

Alonso-Sarría F., Valdivieso Ros C. (2019): “Cartografía de núcleos de población en la demarcación hidrográfica del segura integrando información de diferentes fuentes”, *GeoFocus (Artículos)*, n° 24, p.59-75. ISSN: 1578-5157 <http://dx.doi.org/10.21138/GF.620>

Neteler M. & Mitasova, H., (2008): *Open source GIS: a GRASS GIS approach*. Springer, New York.

R Core Team, (2014): *R: a language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. Disponible en <http://www.R-project.org/>.

Vera, F. y Espejo, C., (2006): “El papel de los instrumentos de planificación en las dinámicas productivas y territoriales: las Directrices y el Plan de Ordenación del Litoral de la Región de Murcia”. En Romero, J. y Farinós, J. (Eds), *Gobernanza territorial en España: Claroscuros de un proceso a partir del estudio de casos*, pp. 61-81, Universidad de Valencia.

