

GEORREFERENCIACIÓN DEL ‘MAPA GEOGRÁFICO DE UNA PARTE DE LA PROVINCIA DE BURGOS’ (1784) incluido en el ATLAS GEOGRÁFICO DE ESPAÑA, que comprende el mapa general de la península, todos los particulares de nuestras provincias y el del reino de Portugal, por D. Tomás López.

Los trabajos de georreferenciación han sido realizados por el Servicio de Cartografía de la Universidad Autónoma de Madrid según el procedimiento descrito en el documento [“Georreferenciación de cartografía antigua para los visores del SCUAM”](http://guiadigital.uam.es). Disponible en <http://guiadigital.uam.es>. El fichero georreferenciado procede del ejemplar del *Atlas* disponible en la Cartoteca Rafael Mas de la misma universidad.

Ámbito a georreferenciar

El mapa está dividido en cuatro láminas. Antes de comenzar el proceso de georreferenciación, se han unido en un solo fichero digital las cuatro hojas del *Atlas* que forman este mapa.

Parámetros del sistema de referencia del mapa original

El sistema de referencia que hemos encontrado más próximo al del mapa original es el siguiente:

Origen de coordenadas:	meridiano del Pico de Tenerife ¹ , situado a 16°39’14.025’’ oeste de Greenwich (-16,653895833333330 grados decimales)
Proyección:	sinusoidal
Meridiano central:	12°30’ al este del Pico de Tenerife (-4,153895833333333 grados decimales respecto a Greenwich)
Figura de la tierra:	Esfera autálca de radio 6371007 m (GRS80)
Parámetros PROJ.4 para este sistema:	+proj=sinu +lon_0=-4.153895833333333 +x_0=0 +y_0=0 +a=6371007 +b=6371007 +units=m +no_defs

Reconstrucción de la malla meridianos y paralelos

Se ha reconstruido la malla de meridianos y paralelos del mapa con 15’ de resolución a partir de su marco graduado teniendo en cuenta que en los mapas del Atlas de Tomás López son todos ellos líneas rectas. Los paralelos, porque en la proyección sinusoidal son todas líneas rectas paralelas entre sí. Los meridianos, porque cuando López los trazaba en sus mapas simplificaba su curvatura sinusoidal, casi imperceptible a nuestra latitud, para que fueran completamente rectos. También hay que tener en cuenta que el lado sur del marco graduado de este mapa está referido al usual origen de coordenadas elegido por Tomás López en el Pico de Tenerife, pero el lado norte lo está al meridiano de Madrid. Para el trazado de los meridianos del mapa es necesario establecer la diferencia entre estos dos meridianos. El meridiano de Madrid utilizado aquí no puede ser el del Observatorio de la capital que no se construyó hasta 1790 en el cerro del Retiro, por tanto ha de pasar por el centro de la ciudad, probablemente por la plaza mayor. Si consultamos la obra teórica del propio Tomás López² leemos que sitúa el meridiano de Madrid a 13° 6’ este del de Tenerife. Sin embargo, midiendo la posición de la ciudad de Madrid sobre los mapas de este *Atlas Geográfico*, encontramos que su punto central está situado a 12°47’30’’ este del Pico de Tenerife, es decir, casi a 19 minutos de la posición anotada en su texto teórico. Por tanto,

¹ Almonacid, C. (2016) “Longitudes de los antiguos meridianos en la cartografía española”. Consultado en <http://guiadigital.uam.es/SCUAM/documentacion.php>. El meridiano del pico de Tenerife se ha situado a partir de los datos del Atlas Marítimo de Vicente Tofiño, donde se fijaba a 10° 22’ del meridiano de Cádiz, es decir, a 16°39’14,025’’ oeste de Greenwich.

² López, T. (1775-1783). *Principios Geográficos aplicados al uso de los Mapas*. Madrid, imprenta de Joachin Ibarra. 2 vols.

utilizaremos la posición de Madrid empleada por López en sus propios mapas para establecer que, en sus marcos graduados, la diferencia de meridianos Madrid/Tenerife es de 12°47'30".

Georreferenciación inicial basada en la malla meridianos y paralelos reconstruida

El mapa se ha georreferenciado en el sistema descrito más arriba utilizando los cruces de la malla de meridianos y paralelos de 15', se han introducido 9 puntos homólogos bien distribuidos por todo el mapa con los que se ha obtenido un error medio cuadrático total de 13,72 m, utilizando un ajuste polinómico de orden 2. Estos datos están dentro de la precisión inferior a 41 m, que se puede esperar para un mapa a esta escala (aproximadamente 1:165.000). Una vez comprobada la validez del sistema de georreferenciación empleado, se ha realizado un ajuste por triangulación (spline) para encajar la malla de meridianos y paralelos del mapa a una malla teórica homóloga generada numéricamente. Para ese ajuste se han utilizado los 25 cruces de la malla de 15' visibles en el mapa.

Este método de georreferenciación persigue mantener intacto el posicionamiento y el trazado de las entidades geográficas tal como aparecen cartografiadas en el mapa antiguo. Se preservan la calidad de trazado y los errores de posición de los datos representados en el mapa original. Debido a la cuantía de estos errores, el fichero inicialmente georreferenciado no se incluye en los ficheros de descarga ni en el acceso WMS.

Evaluación de los errores de posicionamiento en el fichero georreferenciado inicialmente

Ha de tenerse en cuenta que la cartografía de gabinete utilizaba como armazón de ajuste los pocos puntos en los que se disponía de coordenadas geográficas procedentes de observaciones astronómicas. Esas observaciones procedían de fuentes muy heterogéneas y en su mayoría de muy escasa precisión, sobre todo en la longitud cuyo cálculo no se resolvió satisfactoriamente hasta finales del siglo XVIII. La cartografía de gabinete se nos suele presentar con errores notables de posicionamiento que, además, pueden no ser homogéneos si, como suele ser habitual, se han utilizado las coordenadas de varios puntos inconexos obtenidas de observaciones astronómicas aisladas o, incluso, estimadas sobre mapas previos. El proceso de georreferenciación de este tipo de cartografía puede tener en cuenta la presencia inexorable de estos errores para tratar de reducirlos. Se trata de llevar el mapa a una posición más ajustada sin renunciar a la reconstrucción del sistema de referencia original ni al mantenimiento del trazado de sus elementos.

Tomás López declara en las notas del mapa de Burgos que carecía de observaciones astronómicas para las ciudades de esta provincia por lo que se vio obligado a "hacer un cotejo y comparación prudente" de los escasos documentos que podían incluir coordenadas geográficas relativamente fiables. Con ello realizó una estimación de la posición de la ciudad de Burgos y, quizá, también la de otras poblaciones. Desconocemos cuáles fueron los puntos que Tomás López utilizó como marco de referencia, pero podemos suponer que los localizaría en algunas poblaciones importantes: cabezas de partido, grandes villas o sedes de los principales monasterios. Una vez que se ha situado el mapa de Burgos de Tomás López en el sistema de referencia descrito más arriba, podemos comparar la posición de las principales poblaciones del mapa con sus coordenadas geográficas según la cartografía actual para estimar el desplazamiento que deberían sufrir hasta situarse en su posición real:

	Desplazamiento longitudinal	Desplazamiento latitudinal
Ciudad de Burgos	22'23" hacia el E	11'20" hacia el S
Briviesca	26'24" hacia el E	7'26" hacia el S
Covarrubias	24'3" hacia el E	13'3" hacia el S
Lerma	23'48" hacia el E	12'36" hacia el S

Castrojeriz	20'4" hacia el E	15'9,6" hacia el S
Miranda de Ebro	25'48" hacia el E	10'37" hacia el S
Villadiego	21'44" hacia el E	10'13" hacia el S
Aranda de Duero	23'47" hacia el E	14'47" hacia el S
San Leonardo de Yagüe	24'6" hacia el E	18'28,5" hacia el S
Frías	22'20" hacia el E	8'58" hacia el S
Poza de la Sal	23'49" hacia el E	6'36" hacia el S

Estas diferencias de más de 20' en longitud y 10' en latitud cuestionan la validez de los datos de posicionamiento estimados por Tomás López. En cualquier caso, los desplazamientos sobre el mapa de Burgos son siempre hacia el este y hacia el sur, con valores que, en general, parecen seguir un patrón de crecimiento a medida que nos desplazamos más al sur y más al este. Este patrón se altera en los apéndices más septentrionales del mapa (Valdelucio, Hoces de Arreba y bricia...) que quedan muy alejados de su posición real.

Traslación del mapa a su punto principal. Corrección inicial de la georreferenciación.

Realizamos una primera corrección utilizando la posición geográfica del punto cuyos datos de latitud y longitud pudieron tener más peso para construcción del mapa, al que calificamos como su **punto principal**. Sin duda, las estimaciones realizadas para localizar la posición de la ciudad de Burgos fueran las más tenidas en consideración. Atendiendo a los datos del listado anterior, corregimos el error principal de posicionamiento de este mapa mediante la **traslación** de la posición de Burgos en el mapa de López a su correspondiente en la cartografía actual: **22'23" hacia el este y 11'20" hacia el sur**. No modificamos el sistema de referencia de modo que, tras este desplazamiento, los valores del marco graduado ya no expresan la verdadera posición de los puntos respecto al origen de coordenadas.

Transformamos este fichero trasladado a un sistema de referencia actual – Web Mercator con datum WGS1984 (auxiliary sphere) y origen de coordenadas en el meridiano de Greenwich – para simplificar su manejo en el acceso WMS. Constituye la capa 'ATLopez_Burgos_1784_lam6a9_UAM'.

Tras esta primera corrección, a medida que nos alejamos del punto principal, aún quedan fuera de su posición real muchas zonas del mapa. Los desajustes, aunque menores. Son ahora más dispares. Para su corrección, solo podremos actuar deformando el mapa por partes.

Ajuste por partes a la posición real de las poblaciones más importantes del mapa

Debido a la disparidad de los desajustes, esta corrección solo se puede realizar deformando el mapa. Las poblaciones principales se convierten en los vértices de una red de triángulos cuyos segmentos son los vectores de la traslación hacia la posición ajustada. Situamos los vértices de desplazamiento en **Briviesca, Covarrubias, Lerma, Castrojeriz, Miranda de Ebro, Villadiego, Aranda de Duero, San Leonardo de Yagüe, Oña, Roa, Santo Domingo de la Calzada y Aguilar de Campoo**. También hay que introducir vértices de ajuste que fijen la posición, ya modificada en la corrección anterior, del punto principal del mapa (Burgos en este caso) y afiancen los márgenes de la lámina que puedan resultar más distorsionados. Aun así, el mapa original quedará notablemente deformado, sin embargo, sus elementos quedarán más cerca de su posición real para facilitar su uso como fuente de datos histórica.

Este fichero ajustado se incluye en el WMS referido al sistema de referencia actual Web Mercator, datum WGS1984 (auxiliary sphere) y origen de coordenadas en el meridiano de Greenwich. Constituye la capa a la que nombramos con el sufijo 'AJUSTE'.

Se ha configurado el WMS para permitir la visualización de las capas hasta la escala 1:15.000.