

Condicionantes urbanos de Sevilla (España) frente a extremos meteorológicos. Siglo XVI

Leoncio García Barrón¹, Ma Rocío García Cuadri², Luis Antonio García Cuadri³

¹Departamento de Física Aplicada II, Universidad de Sevilla. Sevilla. España.

²Profesora de Construcciones Civiles y Edificación, C. Educación. J. de Andalucía. Sevilla. España.

³Profesor de Tecnología y Sistemas Constructivos, C. Educación. J. de Andalucía. Sevilla. España.

Autor para correspondencia: Leoncio García Barrón, leoncio@us.es

(Recibido: 28-03-2022. Publicado: 12-04-2022.)

Resumen

El artículo estima el comportamiento pluviométrico en Sevilla durante el siglo XVI. En particular, se destaca el periodo 1519-1522, coincidente con el primer viaje de circunvalación al mundo Elcano-Magallanes (cuyo inicio y fin fue el puerto fluvial del Guadalquivir en Sevilla) del que se cumplen 500 años. Se describen los condicionantes urbanos de la ciudad ante riesgos climáticos y se utiliza la información documental recogida en distintas fuentes históricas acerca de los sucesos más relevantes de origen meteorológico. Esto nos habilita para insertar de forma interdisciplinar la climatología histórica dentro del contexto de la historia general de la ciudad. Se relatan y evalúan los impactos ambientales y sociales de las inundaciones del río Guadalquivir, así como los efectos sobre la población de los periodos de sequía. Desde la perspectiva de la climatología, nos ha permitido establecer una escala de riesgo y generar la cronología secular comparada del régimen pluviométrico durante el siglo XVI.

Palabras clave: Climatología histórica, extremos meteorológicos, siglo XVI, Sevilla, Guadalquivir.

Abstract

This article estimates the behavior of the weather in Seville during the 16th century. In particular, the period between 1519-1522, which coincides with the first circumvallation of the globe by Elcano Magallanes. The beginning and end of said voyage was the river port of Seville, exactly 500 years ago this year. The urban conditions of the city in the face of climatic risks are described and documentary information, collected from different historical sources, details the most relevant weather. This enables us to examine the climate history within the context of the general history of the city. Moreover, the environmental and social impact of floods are reported, as well as the effects on the population during periods of drought. In conclusion, all this has made it possible to establish a risk scale and generate the comparative chronology of rainfall during the 16th century.

Keywords: Historical climatology, meteorological extremes, 16th century, Seville, Guadalquivir.

1. Introducción

Un aspecto destacable de la reconstrucción del clima histórico es relacionar los fenómenos meteorológicos extremos en zonas geográficas singulares con sucesos de relevancia social y administrativa que sirven de referencia temporal. De modo similar al estudio de la aplicación de la climatología a otras materias (agricultura, hidrología, ...), en este artículo consideramos de interés su relación con el urbanismo. El estudio que presentamos tuvo su inicio en la coincidencia de realizar la investigación sobre la reconstrucción pluviométrica en el valle del Guadalquivir (suroeste de la península Ibérica) desde el siglo XIII al XIX (García-Barrón et al., 2021), con el anuncio de la conmemoración del primer viaje de circunvalación al globo terráqueo. La expedición de Magallanes-Elcano partió del puerto fluvial de Sevilla, en el Guadalquivir, el día 10 de agosto de 1519, y retornó al mismo lugar el 8 de septiembre de 1522. Por tanto, se celebra actualmente el 5^o Centenario de la Primera Vuelta al Mundo. Desde el campo de la climatología histórica nos planteamos inicialmente si poseíamos suficiente información accesible del comportamiento pluviométrico en Sevilla durante el citado periodo 1519-1522, y por extensión durante el siglo XVI. Nos interesa, pues, establecer la asociación entre los impactos de fenómenos meteorológicos con las particulares circunstancias urbanas y sociales de la ciudad en una época determinada de especial significación. En este sentido, se pretende resaltar detalles específicos no suficientemente recogidos en estudios previos generales de mayor extensión temporal. El interés del tema está justificado porque los riesgos naturales recurrentes, con grave incidencia en la población de la Baja Andalucía, han estado asociados a condiciones meteorológicas extremas y opuestas: periodos anuales de sequía con pérdida de las cosechas, e inundaciones ocasionadas por lluvias intensas y prolongadas. El Valle del Guadalquivir presenta un clima típicamente mediterráneo con influencia de la fachada atlántica. La característica pluviométrica más relevante es la irregularidad, con registros de precipitaciones que pueden oscilar en el intervalo de 300 mm a 1000 mm de lluvia anual (García-Barrón et al., 2011). La distribución intraanual de precipitación es ascendente en otoño hasta alcanzar el máximo a principio de invierno, y desciende progresivamente en primavera con veranos muy calurosos en que frecuentemente la precipitación mensual es nula, salvo por tormentas ocasionales y localizadas (García-Barrón et al., 2013). Dada la irregularidad pluviométrica interanual e intraanual, las inundaciones del Guadalquivir se pueden asociar a dos causas: por lluvias persistentes, debidas a un largo periodo continuado de precipitaciones ocasionadas por borrascas atlánticas, más probables durante el invierno; o bien, por lluvias torrenciales, ocasionadas por episodios de lluvias muy intensas y, aunque de menor duración, provocadas por fenómenos de DANA, con mayor probabilidad en los meses de otoño (García-Barrón et al., 2021). El flujo en Bajo Guadalquivir adquiere gran velocidad durante las crecidas, a pesar de la escasa pendiente y del trazado sinuoso del río, debido a los caudales aportados por afluentes locales, especialmente los de la vertiente norte, por lo general rápidos e impetuosos en épocas de lluvias intensas y continuas.

La previsible incidencia del clima futuro bajo los escenarios de cambio climático, ha resaltado el interés de conocer la evolución e impactos de los fenómenos meteorológicos en épocas pasadas. El estudio de la evolución del clima durante los siglos previos a los registros instrumentales se basa en *proxi-data*, información proporcionada por distintas fuentes. Se pueden diferenciar dos tipos: naturales y documentales. Los naturales interpretan el medio físico o biológico, lo que permite reconstruir las condiciones del clima pasado (*estratigrafía pluvial*, *sedimentación*, *análisis polínico*, *dendrocronología*, etc.). En este estudio nos vamos a centrar en *proxy-data* procedentes de fuentes documentales. Entre estas, una de las más utilizadas en paleoclimatología clásica, es la documentación eclesiástica referida a las rogativas y al pago del diezmo sobre las cosechas. Ante condiciones pluviométricas extremas, la iglesia católica regula las celebraciones litúrgicas de intercesión: rogativas pro lluvia en el caso de prolongadas sequías, o pro serenitate en caso

de lluvias persistentes con inundaciones (Martín-Vide and Barriendos, 1995; Cuadrat, 2012). La ventaja del método de rogativas es, además de su amplia distribución geográfica en países católicos, que mantiene la uniformidad de la tipología del ceremonial aplicable, lo que indica la severidad atribuida a cada suceso, si bien cada localidad puede adoptar formas particulares (García-Barrón, 2020). Otras fuentes documentales de climatología histórica son las crónicas y anales de los historiadores que describen situaciones excepcionales, tales como sequía o inundaciones (Rodrigo et al., 1999), las actas de instituciones y corporaciones locales que incluyen en los relatos los impactos de circunstancias meteorológicas singulares (Barriendos et al., 2019) o informes de administradores sobre los resultados económicos de la agricultura que muestran las condiciones meteorológicas anuales (Fernández-Fernández et al, 2014). El estudio del riesgo de las inundaciones fluviales desde distintas perspectivas (climatología, hidrología, infraestructuras, ...) es un tema de permanente interés (Brázdil et al, 2006, Kjeldse et al, 2014, Benito et al, 2003); en particular en la península Ibérica (Barriando y Rodrigo, 2006; Rodrigo, 2007; Machado et al, 2011, García-Barrón et al, 2021). Además, Sevilla, a 80 km de la desembocadura del río, presenta la particularidad hidrogeológica (Ontiveros, 2010) de estar asentada en la depresión fluvial del antiguo estuario marino sobre rellenos y margas, influenciada por la dinámica del río. Por tanto, su situación en una llanura inundable es un factor determinante para sufrir los impactos en caso de desbordamiento por lluvias. En el contexto histórico de la ciudad de Sevilla y su vinculación al Guadalquivir, el objetivo general del presente artículo es doble y con dos escalas temporales distintas:

- Describir el comportamiento pluviométrico en el cuatrienio 1519-1522.
- Elaborar una cronología secular del régimen pluviométrico durante el siglo XVI, a partir de la información literaria mencionada en distintas fuentes históricas.

El análisis de los impactos urbanos y sociales causados por sucesos climáticos requiere no solo ofrecer los datos meteorológicos, sino describir brevemente los efectos provocados. No deseamos elaborar y presentar índices numéricos descontextualizados, sino asociarlos con la narración de los hechos que justifican la clasificación de peligrosidad. En nuestro criterio, el amplio conjunto de documentos históricos disponibles permite reconstruir el clima de Sevilla en el siglo XVI.

1.1 Descripción del área geográfica: evolución y circunstancias históricas

Consideramos adecuado especificar las circunstancias urbanas de la ciudad de Sevilla y su relación con el río Guadalquivir para comprender mejor la posterior calificación de los impactos provocados por las inundaciones. La actual Sevilla (37,38 N; 5,97 W), se localiza en el fondo de saco de lo que fue un extenso golfo marino cuya conexión al mar se fue cerrando progresivamente hasta formar el lago Ligustino (6.000 años A.C). A través de los siglos, este derivó por sedimentación en zonas pantanosas y de marismas aluviales, entre islotes y meandros fluviales (Figura 1a, b). El punto en el cuadrante superior derecha indica la posición que en el futuro ocuparía Sevilla. Así, la característica de la actual ciudad es la localización en terrazas de baja cota, junto al río Guadalquivir de escasa pendiente hasta la desembocadura.



Figura 1: Reconstrucción estimada por los autores del entorno prehistórico en la zona de la actual desembocadura del Guadalquivir. a) 6000 años a.C., b) 400 años a.C.

Sevilla ha sido históricamente una ciudad amurallada, abrazada de noreste a suroeste por el río Guadalquivir. La construcción inicial de la muralla se debe a Julio César (siglo I a.C.); desde la época romana se ha ido remodelando y ampliando. La ciudad romana viene determinada por la ocupación de una plataforma elevada protegida de inundaciones y próxima a un brazo secundario del río, accesible a embarcaciones. El área de la ciudad romana (Hispalis) conserva interés porque delimita una zona libre de inundación a lo largo de los siglos, incluso en las riadas más catastróficas. En los siglos posteriores, la entrada de este brazo secundario se ciega progresivamente por lo que finalmente se reduce a una laguna (siglo X). Además, a partir del siglo XII la ciudad amurallada se expande, aunque inicialmente con ocupación poco densa, quedando intramuros la laguna fluvial (Pétuad-Letang, 1992; Feria Toribio et al, 2021). Los límites de la ciudad musulmana coinciden con la actual ronda que circunda el casco histórico. A final de la Edad Media el perímetro de muralla medía siete kilómetros, con 19 puertas y postigos.

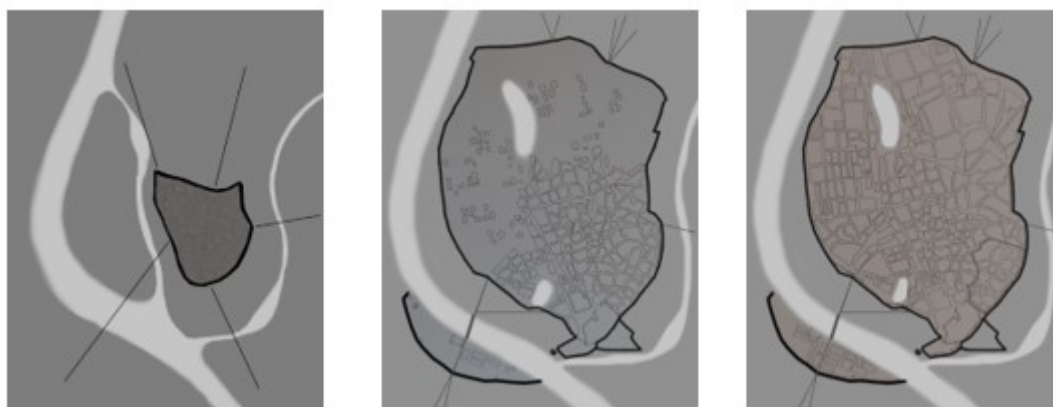


Figura 2: Evolución del río Guadalquivir y del perímetro amurallado de Sevilla. a) Ciudad romana, siglo I; b) ciudad musulmana, siglo XII, c) ciudad castellana, siglo XV.

A partir del siglo XVI la función militar de la muralla pierde relevancia por lo que se mantiene como principal defensa frente a las crecidas del río. Es el elemento fundamental de protección de la ciudad que, en caso de riada, sus puertas se reforzaban externamente con tablones calafateados, insertados en guías laterales. Así mismo, los husillos de desagüe se taponaban para que no funcionaran a la inversa introduciendo agua desde el exterior, aunque ello provocara

encharcamiento por lluvia directa en algunas zonas intramuros de baja cota.

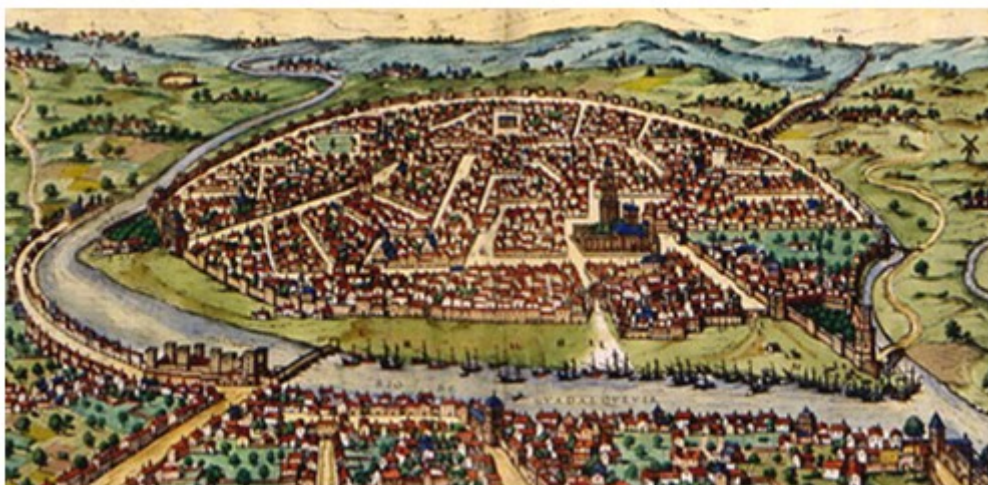


Figura 3: Imagen de Sevilla en el siglo XVI (Braun y Hogenbert, 1588; adaptada por los autores). En primer término, en la zona inferior, Triana; a la izquierda del río, el puente de barcas; a la derecha, el arroyo Tagarete y Torre del Oro; en el área superior izquierda, Itálica; en el área superior derecha, el acueducto de los “caños de Carmona”.

La figura 3 muestra la “Vista de Sevilla desde el Aljarafe”, adaptación de la lámina de Braun y Hogenbert impresa en 1588, en que se observa la morfología urbana y algunos de los lugares citados en el texto. Se observa claramente en la planicie del valle el perímetro amurallado de la ciudad y el curso fluvial en el que destaca el puerto. El Guadalquivir separa Sevilla del arrabal de Triana al que se accedía mediante un puente de barcas que servía para el tránsito y entrada de mercancías. El puente flotante, construido inicialmente en 1171, estaba formado por un conjunto de altas barcas ancladas al fondo y unidas entre sí por cadenas de hierro; sobre ellas se apoyaba la plataforma de paso. La importancia del puente es que ofrece la única vía de comunicación con la rica comarca agrícola (olivo, vid, cereal y frutas) del Aljarafe, que proveía a la ciudad. Históricamente el puente de barcas sobre el Guadalquivir está vinculado a la simbología de la Ciudad desde la reconquista cristiana en 1248. A. Morgado describe, en la toma de la ciudad musulmana, las defensas que cruzaban el río Guadalquivir: “Que con todas las velas tendidas, las naos (castellanas) envistieron de proa la puente tan furiosas que una de ellas por la banda de Triana la rompió”. Queda constancia documental de que la puente (femenino) quedó dañada a lo largo de los siglos en varias ocasiones e incluso arrancada y destrozada por la corriente durante las riadas. Puede extrañar que hasta el siglo XIX no se construyera en Sevilla un puente fijo de piedra. En el Suroeste español existen, entre otros, los grandes puentes romanos de Mérida sobre el Guadiana y en Córdoba sobre el Guadalquivir. El emperador Trajano, nacido en Itálica, a una legua de Híspalis (Sevilla) de la que la separaba el río, fue el gran constructor de puentes en la época romana, como los del Danubio y el Rin. Por tanto, se debió plantear construir uno que conectara Híspalis con la vía existente que la unía hacia el norte con Emerita Augusta (Mérida), capital de Lusitania, y enlazara con la vía Augusta. Probablemente el problema encontrado por los ingenieros imperiales, y que les hizo desistir, fue de cimentación del puente sobre un sustrato de margas y arenas (García-Martínez y Baena, 2006) que pudieran socavarse con las acometidas del río. En la vega de la orilla opuesta, junto a Triana, se instalaron conventos y monasterios, citados frecuentemente en las crónicas por estar sometidos a las crecidas del río, sin más defensas que sus propias cercas. Por el oeste de la ciudad discurrían dos afluentes, actualmente encauzados y soterrados: el Tamarguillo, y el Tagarete más próximo a las murallas. Ambos arroyos

incrementaban los efectos desastrosos sobre la ciudad en caso de desbordamiento. Con crecida, también impedía la entrada desde Alcalá de alimentos a la ciudad. A lo largo de la edad moderna, la ciudad estuvo sometida a la ofensa del río, ya que no se acometieron adecuadas obras de ingeniería, por lo que se repiten análogas situaciones. Además, el Guadalquivir se ve influenciado por el ritmo de mareas en la desembocadura; la marea alta se opone avance de la corriente fluvial, lo que dificulta la descarga del río en caso de avenida “Contribuyendo no menos el flujo y reflujo de las aguas del mar que los detiene y hace con su parada más cierto el perjuicio” (Nieto Piña, 1766).

En condiciones normales, el suministro de agua estaba garantizado por acueductos desde manantiales cercanos entre los que sobresale “los caños de Carmona”. Muchas casas particulares se proveían de pozos perforados en patios y corrales; sin embargo, en caso de avenidas del río, los pozos podían rebosar lo que constituía una vía que contribuía a agravar el embalsamiento en el intramuros de la ciudad. “. . . viéndolo brotar por los pavimentos de las salas y patios de las casas” (Nieto Piña, 1766). Un grave problema añadido después de las inundaciones fue el encharcamiento permanente de las zonas bajas de la vega donde se formaban lagunas insalubres con acumulación de lodos putrefactos que generaban pestilencias y riesgos de transmisión de enfermedades (Ximenez de Lorite, 1778). Durante el siglo XVI, en el interior del recinto amurallado, Sevilla mantuvo en gran medida el trazado viario medieval con adarves y callejuelas con quiebros, en que las casas tienen pocos huecos al exterior. Progresivamente se abren algunas plazas y calles modernas con alineamientos que favorecen la perspectiva, y resalta la renovación renacentista de casas nobiliarias. A lo largo del siglo se construyen los majestuosos edificios de servicios portuarios (la Casa de Contratación, la de la Moneda, la Aduana), las casas capitulares y múltiples palacios (Casa de Pilatos, Dueñas. . .), conventos y hospitales. Sin embargo, frecuentemente la casa popular está edificada con adobe y materiales poco resistentes a largo plazo ante los embates de la humedad e inundaciones (Gonzalez-Moreno, 1991). Durante el siglo XVI-XVII Sevilla es una de las ciudades de “mayor esplendor de la cristiandad”. A principio del siglo XVI, la población fija y transeúnte se estima en cincuenta mil habitantes, si bien a final de siglo ya había duplicado su población, que osciló entre cien mil y ciento veinte mil (Morales Padrón, 1977). Su puerto, origen de los convoyes marítimos de la Flota de Indias, monopolizaba el comercio con los territorios americanos de la Corona de Castilla. El Guadalquivir que suponía un riesgo con sus inundaciones, era a su vez la principal fuente de riqueza. Precisamente, las dificultades de navegación desde su desembocadura, por los meandros del río y el bajo calado, son causas que motivan, en 1717, el traslado del puerto de la Flota de Indias a Cádiz y, en consecuencia, el progresivo declive económico de Sevilla. Así, Sevilla durante el siglo XVI experimenta una gran expansión demográfica que, sin embargo, no va acompañada de la correspondiente extensión urbana; se ocupan preferentemente solares intramuros dedicados anteriormente a huertas y jardines. El gran incremento de población no se acompaña de la ocupación del territorio extramuros en que solo excepcionalmente se crean arrabales humildes, sometidos a los efectos recurrentes de las crecidas del río. Por tanto, la muralla sigue siendo el elemento definidor del territorio; incluso en épocas de incremento demográfico, su conservación viene impuesta por las crecidas del río. La intervención urbana más destacada durante el siglo XVI es la desecación, entre 1574 y 1578, de la laguna interior, restos del antiguo brazo fluvial, transformada en una amplia alameda de paseo (R. Caro, 1634).

2. Metodología

2.1 Metodología científica: los impactos meteorológicos

Los datos de clasificación de la gravedad de los impactos de las inundaciones del Guadalqui-

vir, utilizados en el presente manuscrito, tienen principalmente su origen en las investigaciones preparatorias realizadas por el autor y colaboradores en la asignación de la peligrosidad de las inundaciones del Guadalquivir desde el siglo XIII a XIX (García-Barrón et al., 2021). En tal proyecto de investigación se cuantifica cada episodio en función las repercusiones urbanas, ambientales y sociales provocadas. Junto a otras fuentes, el documento básico de consulta es “Historia crítica de las riadas o grandes avenidas del Guadalquivir en Sevilla, desde su reconquista a nuestros días”, escrita por D. Francisco de Borja Palomo, catedrático de Jurisprudencia de la Universidad Hispalense y síndico del Ayuntamiento de Sevilla, editada en 1878 por la corporación municipal. Entre los cuantiosos documentos por él examinados, por el número de citas y por la autoridad concedida a sus comentarios, destaca los “Anales Eclesiásticos y Seculares de Sevilla” (1677) de D. Diego Ortiz de Zuñiga (1638-1680) “que contiene sus principales memorias desde el año de 1246 hasta el año de 1671” e incluye, por tanto, el siglo XVI. El libro citado de Palomo (1878) se ha utilizado por distintos autores en investigaciones con distintas orientaciones: en análisis geomorfológicos de cuenca del río Guadalquivir (Uribelarrea y Benito, 2008, Ruiz-Constán et al., 2017), en previsión del riesgo de inundación (García Martínez y Baeña, 2006). González-Mazón et al. (2020), lo califican como fuente de inestimable valor por su claridad y los detalles de su información para los estudios de climatología e hidrología histórica. Frecuentemente, las noticias recogidas por Palomo, nos ha conducido a consultar los documentos originales. Sin embargo, las noticias procedentes de diferentes fuentes literarias descriptivas de cada suceso, con distintos autores y orientación y, por tanto, sometida a amplia subjetividad, requiere someterla a criterios objetivos que permitan la posterior clasificación. (Pfister et al., 1999). Metodológicamente ha sido necesario transferir la información de origen documental a índices ordinales, lo que requiere elaborar criterios de asignación por los impactos de las inundaciones. La metodología elaborada por los autores en el proyecto de investigación citado (García-Barrón et al., 2021), en función de la información recopilada asigna un índice ascendente de gravedad de la inundación (ID) según del nivel de desbordamiento y de los efectos provocados:

- Crecida con cierre de las puertas de la ciudad de Sevilla y taponamiento de husillos. Inundación de barrios exteriores a la muralla, con desalojo de la vega del Río Guadalquivir en el entorno de Sevilla.
- Alarma en la ciudad con amenaza sobre el adarve o en las puertas. Edificios derrumbados. Inundación en cotas bajas del intramuros.
- Grave situación catastrófica generalizada en el conjunto urbano, salvo zonas de alta cota.

Esta clasificación nos servirá para establecer la peligrosidad de las inundaciones, junto a la valoración comparada de distintos sucesos recogida por los propios cronistas, que citaremos a lo largo del presente estudio. En cuanto al efecto de la sequía, sus impactos se miden principalmente por la pérdida de producción agraria. La gran irregularidad climática interanual y la falta de mecanismos de regulación hidrológica generaban, a su vez, anormalidad en los suministros de alimentos con el consiguiente desabastecimiento y carestía. Los documentos de la época sobre sequía frecuentemente citan, de forma expresa, el interés agrícola, sobre todo en la siembras de cereal, en un periodo en que la pérdida de cosecha podía generar hambruna y conflictividad social (García-Barrón, 2020). Todo ello nos conduce a elaborar índices anuales de inundación ID en la escala de +1 a +3, y los correspondientes índices de sequía IS de valor negativo en función del déficit. Los años sin información de sucesos extremos se consideran pluviométricamente neutros. Se ha comprobado (García-Barrón et al., 2021) en el periodo de simultaneidad con los registros instrumentales en el siglo XIX, que los años con inundación corresponden a años lluviosos con totales anuales de precipitación superiores al promedio. No conocemos datos cuantificados de temperatura atmosférica previos a los registros iniciados de forma continuada en el siglo XIX. A. Morgado (1587) en el capítulo 8 del libro II de Historia de Sevilla describe

el clima de Sevilla y los sistemas de adaptación de los edificios usados en el siglo XVI para mitigar el calor. “. . . es el aire de Sevilla, ser caliente y húmedo en primer grado. . . las casas las edifican sus moradores a fin de que entren mejor los aires y de esta causa, abierta con patios y corredores, . . . por causa de las humedades porque mejor pueda el sol bañar todas las calles y casas”. “Los admirables reparos contra las calores . . . por sus muchos jardines . . . y los patios con sus velas que les ponen por lo alto, no hay de entrarles el sol y el calor en verano. . . mayormente por el regalo y frescor de muchas fuentes. . . Y las mareas y frescos aires del mar que refrescan también mucho en verano”. Relacionado con el clima también el capítulo incluye comentarios sobre el uso de vestidos de telas ligeras por las mujeres, y la conservación de baños públicos, costumbre heredada desde el tiempo de los moros. Actualmente se sigue denominando “velas” -por la utilización tradicional de las telas de las embarcaciones- a los toldos colocados en calles, plazas y patios para mitigar “las calores”. Obsérvese que esta descripción histórica del clima sevillano solo incide en la caracterización térmica cualitativa, sin alusión a la pluviometría. Para alcanzar la reconstrucción pluviométrica más precisa durante el siglo XVI (sección 4) utilizamos complementariamente varios indicadores temporales, ya empleados en estudios de climatología histórica referidos a Sevilla y el Guadalquivir:

- Índices de inundación ID (García Barrón et al., 2021) obtenidos según la metodología específica establecida por el autor en esta sección.
- Anomalías pluviométricas IR (Rodrigo, 2007), confeccionadas a partir de fuentes documentales de lluvias y sequías desde 1500. Asigna un índice estacional de anomalías positivas por exceso y negativas por defecto, según intervalo \pm (0 a 4).
- Índices hídricos IB (Barriendos, 2007), elaborados, a partir de fuentes documentales principalmente rogativas y crónicas de inundaciones. Detecta la frecuencia y variabilidad de precipitación, particularmente sucesos extremos, desde 1530. Ofrece una doble serie de sequía e de inundaciones.

Considérese que, durante el siglo XVI, la falta de regulación hidrológica del Guadalquivir y de sus afluentes impedía el control de avenidas y de almacenamiento hídrico, que en caso de sequía afectaba no sólo a la agricultura, sino que también incidía en el suministro a las poblaciones.

2.2 Adversidad meteorológica en 1519-1522

Prueba de la irregularidad climática en Sevilla es que, en el breve periodo de un trienio, encontramos un episodio prolongado de sequía que finaliza con un periodo de lluvia intensa, la cual provoca una riada del Guadalquivir. Excepcionalmente, la ciudad de Sevilla sufre en esta época dos revueltas. La primera asociada al movimiento de Comunidades (1520), debida a enfrentamiento local entre sectores nobiliarios (Guzmán y Ponce) y el recelo por el auge mercantil de los cristianos nuevos conversos y de los forasteros. La segunda (1521), de origen meteorológico, “el motín del Pendón Verde”, por causa de la carestía de alimentos y hambrunas provocadas por la persistente y grave sequía previa. Iniciado en el barrio de la Feria, se extendió por la ciudad hasta ser sofocada tras graves altercados (Mexía, 1543). (Al cumplirse ahora el 5^o centenario del motín algunos círculos especulan si este pendón sirvió de inspiración a la actual bandera verdiblanca de Andalucía). Posteriormente en el invierno y primavera de 1522, se mantuvo una relativa sequía con escasez de cosecha por lo que no alivió las condiciones sociales de la región que en Sevilla precisó del auxilio de los socorros de grano aportado por el Cabildo. Para solicitar protección celestial, en este año se celebraron rogativas de intercesión a Nt^a Sr^a de la Antigua y procesiones a la S.I. Catedral. En otoño de 1522 se produce una inundación del Guadalquivir, que F. B. Palomo (1778) recoge de un manuscrito titulado “Efemerides Sevillanas”, sin que

conste el autor. No debió de ser catastrófica porque Ortiz de Zuñiga no la incluye en los “Anales”. Sin embargo, el conocimiento de la inundación de 1522 nos ha llegado fundamentalmente por la composición poética de autor desconocido “Quexas de Sevilla al Guadalquivir por la inundación que padeció en el año de 1522 y 1523”, que Fray Fernando de Valderrama recoge en 1789 en el “Compendio histórico descriptivo”. El poema se compone de 33 dísticos de quexas y 35 de respuesta del Betis (Guadalquivir). Su lectura muestra los daños que las riadas ocasionan:

[6] No te bastan los perjuicios remotos; sino que te atreves a incidir insidioso hasta las casas de la ciudad. [11] Destruir las barcas pescadoras, romper el puente y llevarte al Océano cuanto arrastras. Sin embargo, en el poema la Ciudad también le pide repetidamente al río la renuncia a las aspiraciones malvadas por las medidas que le opone: [20] Mira la solidez que se ha añadido a mis muros. Y las fuerzas que el arte aumentó mis fuerzas. [22] Ya ha sido castigada la laguna, tu amiga y compañera de tanta traición. [23] Arreglada en sus caños, ella recogerá las agua que nos mande el cielo, y reunidas las vomitará en ti. [26] Y no sólo el arte; hasta la naturaleza me defenderá. Porque dará a mis árboles brazos duros. [27] Estos colocados a mi alrededor a manera de escudo me darán armas: Andando el tiempo, o acaso pongan fin a nuestras lides. Podemos inferir de la narración del poeta, los principales mecanismos de defensa propuestos ante las avenidas del río: a) el mantenimiento y reparación de las murallas, b) desecar y construir desagües en la zona intramuros desde la laguna residual del antiguo brazo fluvial, c) plantar árboles en los márgenes que fijan el suelo y delimitan el cauce. Se indica que como consecuencia de las anteriores inundaciones se extendió la peste. Don Francisco Franco (1569), que atendió como médico a los apestados de 1565, refiere “. . . mucho mayor fue la de 1524 y duró más”. Como se ha indicado sobre de la insalubridad de las aguas encharcadas, las condiciones de falta de higiene, con alimentación deficiente en amplio sectores, más acusada aún tras las adversidades meteorológicas, era ambiente propicio para la propagación de enfermedades. A modo de recopilación, el texto precedente de esta sección, coincidente con la primera vuelta al mundo, muestra que en Sevilla el breve periodo de un trienio, 1519-1522, meteorológicamente ofrece:

- Un periodo de sequía que derivó en conflictos sociales.
- una inundación que ocasionó posteriormente, por el encharcamiento insalubre, la propagación de infecciones.

2.3 Incidencias climáticas relevantes en Sevilla durante el siglo XVI

Aunque los límites son imprecisos, el siglo XVI se puede considerar de tránsito hacia la Pequeña Edad del Hielo (LIA, por sus siglas en inglés) que en Europa se caracteriza por una disminución de temperatura que dura hasta las primeras décadas del siglo XIX. En el área mediterránea está asociada a un incremento de variabilidad interanual de la precipitación, con mayor frecuencia de sucesos extremos en que se alternan periodos de sequía con lluvias persistentes (Grove, 2001; Rodrigo, 2018). Aun cuando las crónicas incluyen la narración de otros acontecimientos naturales, en la presente sección nos vamos a centrar principalmente en los sucesos meteorológicos de lluvias intensas que provocan inundaciones del Guadalquivir. Como hemos indicado, está basado en la descripción que recoge F.B. Palomo en la “Historia crítica de las Riadas...” (1778), constatado en los “Anales” de Ortiz de Zuñiga (1677), en “Sucesos de Sevilla” de F. Ariño (1873), en el poema “La riada” de Cándido M. Trigueros (1784) y otros autores. En los párrafos siguientes, para cada episodio, los valores entre paréntesis expresan el índice de peligrosidad por desbordamiento ID o por sequía IS asignado por los autores del presente artículo. Durante 1503 y 1504 se produce una prolongada sequía, no sólo en Andalucía, sino también en Castilla (IS = 2); en el año siguiente de 1505 por exceso de lluvia -en una nueva manifestación de irregularidad

climática- se anegaron los campos lo que impidió que granara el trigo (ID =1). En previsión de nuevas hambres, tras la pérdida continuada de cosechas, el Cabildo decide la importación masiva de trigo desde Flandes, Sicilia y otras partes del Mediterráneo. A este grano que entraba en navíos por el Guadalquivir, abasteció Sevilla a precios relativamente económicos y evitó la pérdida de vidas. Se le denominó, por su origen, “pan del mar”. El 5 de abril de 1504, se produce un violento terremoto, (aunque con menores consecuencias destructoras en Sevilla que en la villa próxima de Carmona), que entre otras incidencias relativas a la edificación urbana con derrumbamientos en templos y viviendas, como curiosidad se cita que las aguas del río se elevaron tres o cuatro veces golpeando las naves del puerto. Según cita Nieto Piña (1784), el libro de Tesorería de la Casa de Contratación relata que el veinte de noviembre de 1507, la crecida del río provocó la ruptura y arrastre del puente sobre los navíos del puerto (ID =2). Sobre ese mismo año, el médico F. Franco en su libro (1569) sobre la peste indica:

“En Andalucía, especialmente en la ciudad de Sevilla, hubo gran peste en el año del Señor de mil quinientos y siete, de que murieron muchas personas, juntamente con gran hambre y la carestía de pan que ese año ovo”. Tras las inundaciones de 1523 ya comentadas, no se tienen noticias hasta la riada de 1544-45 (ID = 2) en que llegó el agua a penetrar en la ciudad y que anegó la vega. Con cadencia de diez años, en 1554 una nueva riada (ID = 2) provoca graves daños, hizo pedazos la puente, arrastró naos y causó mortandad en los ganados de la Vega. Un periodo de calma se produce en cuanto a riadas del Guadalquivir, con solo desbordamientos en 1565, (ID = 1) año en que se extiende una epidemia de fiebres que dura hasta 1568. Del posterior desbordamiento de 1586 que, aunque amenazaba a la ciudad no debió llegar a ser severo ya que sólo se tiene noticias por la procesión rogativa a la Virgen de las Aguas. La frecuencia de inundaciones citadas y su peligrosidad durante el siglo XVI no alcanza los niveles de los siglos posteriores (García-Barrón et al., 2021). Sin embargo, la última década muestra una sucesión de episodios de avenidas del río. Así, en 1590, (ID =2) en que se produjo desabastecimiento de trigo al quedar cercada la ciudad por las aguas; en 1591 y 1592 (ID = 1) con daño en la muralla, ya necesitada de reparación; también fue preciso restablecer el puente de barca que previamente un huracán había dañado. La gran inundación catastrófica del Guadalquivir durante el siglo XVI se produce en 1595 (ID = 3); desbordado también el arroyo Tagarete contribuyó a la entrada del agua en la ciudad por varias de las puertas de la muralla, inundando además la Vega y gran parte de Triana. Catastrófico fue así mismo el desbordamiento en las localidades ribereñas. Santiponce, a media legua de Triana en la orilla de la margen derecha, quedó completamente anegado por lo que los habitantes tuvieron que abandonar el pueblo. Cuenta la tradición que cuando los vecinos huían buscando la protección en un montículo, los monjes cartujos (que previamente habían abandonado su monasterio) les salieron al encuentro con el Santísimo, por lo que se detuvo momentáneamente la subida de las aguas y así pudieron ponerse a salvo. Pasada la inundación, los vecinos encontraron el pueblo en ruina y sepultado en el barro. Para conjurar los repetidos peligros decidieron reconstruir su morada en una colina próxima, reutilizando material de construcción de las ruinas de la antigua Itálica. Hubo un desbordamiento en 1596 (ID = 1) que tuvo la peculiaridad de ocurrir en el mes de mayo, probablemente ocasionado por tormentas torrenciales muy intensas pero de corta duración. A final del año 1596 y principio de 1597 (ID = 2) otra inundación asoló Sevilla y particularmente Triana. Como detalle, nuevamente los monjes del monasterio de la Cartuja tuvieron que abandonarlo en barca. En el margen izquierdo fuera de las murallas, en la enfermería que los religiosos franciscanos estaban construyendo, la violencia de las aguas se llevó lo edificado por lo en adelante los frailes desistieron de establecerse allí. El análisis del diezmo eclesiástico (Rodrigo, 2007) establece a final de siglo una serie de años de malas cosechas. Aunque la atribución está sometida a incertidumbre, en el inicio de 1589 se registran graves heladas, continuadas de un invierno-primavera secos; esta sequía ha sido reciente documentada en el área próxima de Doñana por las rogativas a la Virgen del Rocío (Muñoz et

al., 2021). También se malogra la producción de trigo por exceso de lluvia de 1590-91, las de 1592-93 y las de 1596-97. Obsérvese la coincidencia de año de exceso de lluvia para la producción agrícola con los años citados de inundación. La excepción es la más catastrófica de 1595, tal vez porque esta riada se produjo en el mes de noviembre recién realizada la siembra, y las anteriores durante el invierno con el cereal ya arraigado, con lo que el encharcamiento limitaba su desarrollo vegetativo.

3. Resultados

3.1 Estimación secular de la pluviometría del siglo XVI

La estimación de las condiciones pluviométricas extremas requiere interpretar en escala numérica las diversas informaciones dispersas en variados tipos de documentos. Es preciso someter las noticias recogidas en la sección anterior a criterios cuantificados comparables en función de la peligrosidad de cada desbordamiento o sequía. Este es el núcleo de la reconstrucción de los periodos pre-instrumentales que permite generar series climáticas. A partir de la metodología indicada, para cada año hidrológico n (con inicio en septiembre) estimamos el estado hídrico anual E_n mediante la contribución de los valores aportados por los indicadores anteriormente citados (I_D , I_B , I_R). Sin embargo, cada uno de estos se ha determinado a partir de fuentes documentales no plenamente coincidentes y por diferentes procedimientos, por lo que no es adecuada la adición numérica directa. No consideramos los meses de verano que por sus características en el clima mediterráneo, con pluviometría frecuentemente nula, no afectan a los anteriores indicadores. Al cálculo del valor anual del estado hídrico contribuye, además del índice de inundación I_D , el índice pluviométrico, obtenido suma de los correspondientes tres valores trimestrales I_B , por lo que en la ponderación del estado pluviométrico se le asocia el factor $1/3$. Así mismo el valor anual de las anomalías se obtiene como suma de los nueve valores mensuales I_R , por lo que se le aplica el correspondiente corrector $1/9$. Definimos el estado hídrico anual E_n , para años lluviosos con riesgo de inundación.

$$E_n = 1/2I_D + 1/2(1/3I_B + 1/9I_R) \quad (1)$$

Debemos señalar que para los años secos solo se consideran en el cálculo los valores de los indicadores citados por Barriendos y Rodrigo. (Para evitar redundancia se excluye el índice I_S ya que, al contrario que I_D , no se ha utilizado para su determinación una fuente específica y diferente de las anteriores, extensiva a todo el siglo.)

$$E_n = (1/3I_B + 1/9I_R) \quad (2)$$

A partir de los valores anuales establecemos la serie interanual que constituye la cronología pluviométrica de Sevilla durante el siglo XVI.

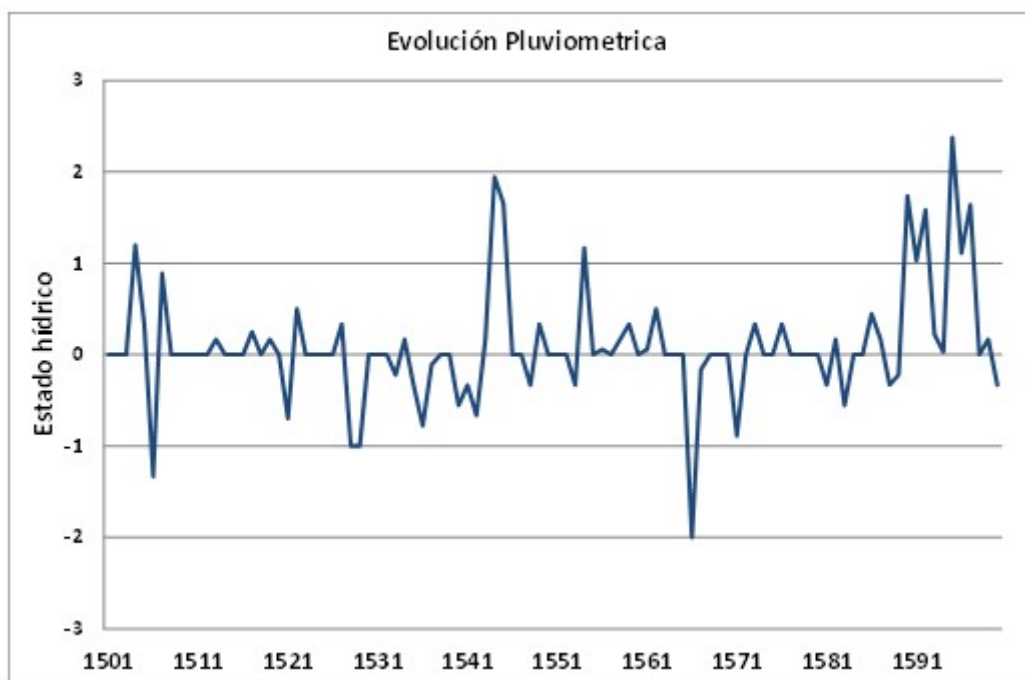


Figura 4: Estimación de la cronología pluviométrica de Sevilla durante el siglo XVI.

La figura 2 representa gráficamente la estimación de la evolución pluviométrica a lo largo del siglo XVI elaborada por los autores, en que valores positivos indican estados anuales lluviosos y los negativos estados secos. Podemos observar distintas secuencias temporales. La primera década está marcada por la irregularidad: el año excesivamente seco 1506, flanqueado por años 1504 y 1507 lluviosos. En 1521 se produce sequía anual, seguida de año lluvioso; el periodo 1528-1543 se puede considerar, en conjunto, moderadamente seco. El entorno de 1544-45 es marcadamente lluvioso. Salvo el episodio de sequía severa de 1566, desde 1555 a 1590 se observa un largo periodo relativamente estable con ligeras fluctuaciones pluviométricas en diente de sierra. La última década del siglo está caracterizada por una época extremadamente lluviosa, con repetidos años (1590, 1591, 1592, 1595, 1596, 1597) de acumulación anual intensa. Por tanto, la figura 2 ofrece la visión sintética del comportamiento de pluviometría a lo largo del siglo XVI. A los niveles calculados del estado hídrico no se les pueda asignar valores absolutos de precipitación, ya que es una escala ordinal relativa, no proporcional. Su capacidad es establecer un mecanismo numérico de comparación temporal con coherencia interna, que estima la evolución histórica de sucesos extremos vinculados a excesos o déficit de lluvia durante el siglo XVI. Se obtienen así secuencias lluviosas/secas de distinta intensidad y duración que interpretamos en el contexto secular. Diversas investigaciones (García-Barrón et al., 2011, 2013) establecen que el suroeste de la península Ibérica pertenece en su conjunto a un mismo ámbito climático, con similar distribución interanual e intraanual de la precipitación, por lo que, a grandes rasgos, los resultados estimados se pueden extrapolar al cuadrante suroccidental peninsular.

5. Conclusiones

El artículo se funda en establecer la conexión histórica entre acontecimientos meteorológicos y sucesos sociales asociados. La ciudad de Sevilla, por su localización en una llanura aluvial, ocupa terrenos inundables en los márgenes del Guadalquivir, frente a lo cual históricamente su mayor defensa hidrológica ha sido el cerco de murallas. Esto evidencia la relación entre las condiciones urbanas y constructivas y los impactos de fenómenos pluviométricos extremos. La

información documental de las inundaciones del río Guadalquivir sobre el entorno de Sevilla y de los efectos de episodios de sequía agrícola se recopilan, y se organizan las noticias sobre exceso o déficit de lluvia. Esto nos ha facultado, a partir de descripciones literarias, a asociar la peligrosidad de los impactos con índices numerales y así generar matemáticamente un índice pluviométrico interanual. De forma complementaria se han utilizado otras cronologías con datos sincrónicos. Este estudio nos ha permitido, en primer lugar, describir la singular conjunción de sucesos meteorológicos opuestos (sequía e inundación) y sus impactos en Sevilla durante el trienio 1519-1522, coincidente con la duración del viaje de la primera vuelta al mundo. En segundo lugar se expone la evolución pluviométrica estimada en Sevilla durante el siglo XVI. Por tanto, los indicadores anuales numéricos se presentan asociados al relato de impactos lo que justifica la calificación y valoración. El resultado ha sido elaborar del nuevo indicador del estado hídrico, con el que se reconstruye la serie climática en que se detectan secuencias comparadas de periodos secos/lluviosos. La gráfica correspondiente representa sintéticamente la recreación secular de la pluviometría estimada. La metodología utilizada ha permitido establecer la variabilidad interanual con mayor precisión que estudios precedentes; consideramos que el método empleado es un procedimiento adecuado que contribuye al conocimiento de la evolución climática en el suroeste de la Península Ibérica. Implica una aportación novedosa a los estudios pelecliclimáticos y su relación con los impactos en el área de análisis. En nuestro criterio, la conexión de la meteorología del lugar con los impactos ambientales y sociales provocados por sucesos extremos, es una contribución relevante del artículo. En particular, en la ciudad de Sevilla son destacables los condicionantes urbanos que modulan la severidad del riesgo. De esta forma, desde una perspectiva multidisciplinar, la climatología se inserta como un factor de la historia general.

6. Reconocimiento

Al Dr. M. Barriendos de la Universidad de Barcelona y al Dr. F.S. Rodrigo de la Universidad de Almería, que nos han permitido acceder a las series pluviométricas interanuales, bases de las respectivas cronologías seculares. Al Dr. Sousa de la Universidad de Sevilla por su asesoramiento.

Referencias bibliográficas

Fuentes históricas

Ariño, Francisco. (1873): Sucesos de Sevilla de 1592 a 1604. Sevilla: Imprenta de R. Tarascó y Lassa. (Edición facsímil, Biblioteca virtual de Andalucía. <http://www.bibliotecavirtualdeandalucia.es/catalogo/es/consulta/registro.cmd?id=1017773>)

Caro, Rodrigo. (1634): Antigüedades y principado de la Ilustrísima Ciudad de Sevilla y corografía de su convento jurídico o antigua chancillería. Sevilla: Andrés Grande.

Franco, Francisco. (1569): Libro en que se tracta de la influencia pestilencia y preservación della. Sevilla: Impresor Alonso de la Barrera.

Mexía, Pedro. (1543): Historia del emperador Carlos V. Sevilla. Imp. Jacome Cromberger, Sevilla.

Morgado, Alonso. (1587): Historia de Sevilla: en la qual se contienen sus antigüedades, grandezas y cosas memorables. Sevilla: Colección Biblioteca Hispalense (Ed facsímil 2001).

Nieto de Piña, Cristobal. (1784): Sobre las inundaciones del rio en Sevilla, sus efectos y causas evitables. Sevilla: Memorias Académicas. Tomo III. Archivo de la Regia Sociedad. Real Academia de Medicina.

Ortiz De Zúñiga, Diego. (1677): Annales Eclesiásticos y Seculares de la muy Noble y muy Leal Ciudad de Sevilla, Metrópoli de Andalucía. Madrid: Imprenta Real, Juan García Infanzón. (Edición facsímil, 1987. Caja de Ahorros San Fernando de Sevilla y Jerez (Sevilla) / 978-84-505)

Palomo, Francisco de Borja. (1878): Historia crítica de las riadas o grandes avenidas del Guadalquivir en Sevilla, desde su reconquista a nuestros días. Francisco Alvarez y C^a, Impresores. (Edición facsímil: 2000. Ayuntamiento de Sevilla).

Trigueros, C.M. (1784): La riada. Sevilla. Ofic. de Vazquez y Comp. (Edición virtual <https://archive.org/details/A253289>)

Valderrama, F. de. (1789): Compendio histórico descriptivo de la muy noble y muy leal ciudad de Sevilla. Sevilla: Oficina de Vázquez, Hidalgo y Compañía. (Ed facsímil 1978, Sociedad de Bibliófilos Andaluces).

Ximenez de Lorite, B. (1778): Causa física de las inundaciones de Sevilla: perjuicio que causan a la salud pública y modo de remediarlo. Sevilla. Archivo de la Regia Sociedad. Legajos. Real Academia de Medicina.

Fuentes actuales

Barriendos M, Rodrigo FS. (2006): Study of historical flood events on Spanish rivers using documentary data. *Hydrological Sciences Journal*, 51; 765–783. <https://doi.org/10.1623/hysj.51.5.765>

Barriendos M, Gil-Guirado S, Pino D, Tuset J, et al. (2019): Climatic and social factors behind the Spanish Mediterranean flood event chronologies from documentary sources (14th–20th centuries). *Global and Planetary Change*, 18: 102997.

Barriendos M. (2007): Variabilidad climática en España a escala plurisecular. Reconstrucción a partir de fuentes documentales históricas. En Sousa A, García-Barrón L, Jurado V, eds. *El cambio climático en Andalucía: tendencias y consecuencias ambientales (45-57)* Sevilla. Junta de Andalucía

Benito G, Díez-Herrero A, Fernández De Villalta, M. (2003): Magnitude and frequency of flooding in the Tagus basin (Central Spain) over the last millennium. *Climatic Change* 58: 171–192. <https://doi.org/10.1023/A:1023417102053>

Brázdil R, Kundzewicz ZW, Benito, G. (2006): Historical hydrology for studying flood risk in Europe. *Hydrological Sciences Journal* 51: 739–764. <https://doi.org/10.1623/hysj.51.5.739>

Fernández-Fernández M, Gallego M, Domínguez-Castro F, Trigo R, García J, Vaquero J, González JM, Durán J. (2014): The climate in Zafra from 1750 to 1840: history and description of weather observations. *Climatic Change*, 126: 107-118. <https://doi.org/10.1007/s10584-014-1201-5>

Feria Toribio JM (Coord). (2021): Sevilla. Historia de su forma urbana. Ed. Universidad de Sevilla.

García-Barrón L, Aguilar M, Sousa A. (2011): “Evolution of annual rainfall irregularity in the Southwest of the Iberian Peninsula”. *Theoretical and Applied Climatology*, 103 : 13-26.

García-Barrón L, Morales J, Sousa A. (2013): “Characterisation of the intra-annual rainfall and its evolution (1837-2010) in the Southwest of the Iberian Peninsula”. *Theoretical and Applied Climatology*, 114: 445-457. DOI: 10.1007/s00704-013-0855-7

García-Barrón L, (2020). “Aportación de los “traslados” de la Virgen del Rocío al conocimiento del clima histórico (siglos XVII-XIX) en el SO de la península Ibérica”. *Revista de climatología*, 20, : 89-102. ISSN 1578-8768

García-Barrón L, Aguilar M, Morales J, Sousa A. (2021): Classification of the flood severity of the Guadalquivir River in the Southwest of the Iberian Peninsula during the 13th to 19th centuries. *Atmósfera*, 34(3): 401-437

García-Martínez B, Baena R. (2006): El impacto de las infraestructuras de la ciudad de Sevilla sobre el paisaje fluvial del río Guadalquivir. En: *Ríos y ciudades europeas: espacios naturales, culturales y productivos. I Encuentro Internacional de Ciudades Fluviales Europeas*. Sevilla. Universidad de Sevilla.

González-Mazón P, García-Martínez B, Langa C. (2020): .El estudio de las inundaciones históricas en Sevilla a través de fuentes periodísticas (siglo XX). *Estudios sobre el Mensaje Periodístico*, 26:177-188

Gonzalez-Moreno J. (1991): Aportación a la historia de Sevilla. Ed. Castillejo. Sevilla

Grove AT. (2001): The “Little Ice Age” and its geomorphological consequences in Mediterranean Europe. *Climatic Change* 48: 121–136. <https://doi.org/10.1023/A:1005610804390>

Kjeldsen TR, Macdonald N, Lang M, Mediero L, Albuquerque T, et al. 2014: Documentary evidence of past floods in Europe and their utility in flood frequency estimation. *Journal of Hydrology* 517: 963-973. [ff10.1016/j.jhydrol.2014.06.038](https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.06.038)[ff. fhal-01128229f](https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.06.038)

Martín-Vide J, Barriendos M. (1995): The use of rogation ceremony records in climatic reconstruction: a case study from Catalonia (Spain). *Climatic Change*, 30(2), : 201–221. <https://doi.org/10.1007/BF01091842>

Morales Padrón F. (1977): Historia de Sevilla. La ciudad del Quinientos. Sevilla. Servicio de

Publicaciones de la Universidad de Sevilla (2^o edición)

Muñoz-Bort D., Flores J., Coronel J. (2021): Los traslados de la Virgen del Rocío. Edt. Ayuntamiento de Almonte.

Ontiveros E. (2010): Propuesta de análisis geomorfológico y paleourbano para la formulación de un plan de gestión del paisaje histórico de Sevilla. Publicaciones de Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico. Sevilla

Pétuad-Letang M. (1992). Sevilla. De la historia, un futuro Edt. Celeste. Madrid

Pfister C, Brázdil R, Glaser R, Barriendos M, Camuffo D, Deutsc M, Dobrovolný P, Enzi S, Guidoboni E, Kotyza O, Militzer S, Rácz L, Rodrigo FS. 1999. Documentary evidence on climate in sixteenth-century Europe. *Climatic Change* 43: 55–110. <https://doi.org/10.1023/A:1005540707792>

Rodrigo FS. (2007): El clima en Andalucía a través de los registros históricos. En Sousa A, García-Barrón L, Jurado V, eds. *El cambio climático en Andalucía: tendencias y consecuencias ambientales*. Junta de Andalucía: 25-41

Rodrigo FS. (2018): A review of the Little Ice Age in Andalusia (Southern Spain): results and research challenges. *Cuadernos de investigación geográfica/Geographical Research Letters* 44: 245-65. DOI: <http://doi.org/10.18172/cig.3316>

Rodrigo FS, Esteban-Parra MJ, Pozo-Vázquez D, Castro-Díez Y. (1999): “A 500-year precipitation record in Southern Spain”. *International Journal of Climatilyg*, 19: 1233-1253

Ruiz-Constán A, Ruiz-Armenteros AM, Galindo J, Lamas-Fernández F, Sousa JJ, Sanz de Galdeano C, Pedrera A, Martos-Rosillo S, Caro M, Delgado JM, Hanssen RF, Gil AJ. (2017): Factors determining subsidence in urbanized floodplains: evidence from MT-InSAR in Seville (southern Spain). *Earth Surface Processes and Landforms*, 42; 2484–2497. <https://doi.org/10.1002/esp.4180>

Uribelarrea, D., Benito, G. (2008): Fluvial changes of the Guadalquivir river during the Holocene in Córdoba (S. Spain). *Geomorphology*, 100:14-31