

## LAS FOTOGRAFÍAS ANTIGUAS COMO FUENTE DE INFORMACIÓN EN INUNDACIONES HISTÓRICAS

**GARDIOL, Mario Ruben**

Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas, Dpto. de Cartografía y Agrimensura. (3000) Santa Fe, Argentina (54) (342) 4575234/44-int. 178. mariogardiol@fich.unl.edu.ar

**Resumen:** Cuando ocurren inundaciones en ambientes urbanos o rurales, generalmente estos eventos son documentados en fotografías, las cuales pueden ser utilizadas para fines científicos o técnicos. En abril de 1914 se produjo una crecida del río Salado (provincia de Santa Fe) la cual fue documentada en varios registros fotográficos en diferentes localidades afectadas. Es intención por medio de este trabajo presentar los análisis realizados en diferentes fotografías que registraron dicha inundación en las proximidades de la localidad de San Justo. Para este análisis se aplicaron métodos fotogramétricos y se interrelacionó con información recopilada en campo al fin de establecer el nivel máximo de la crecida en dicho sector. El nivel máximo registrados en las fotografías fue de 37,18 m a pesar que hay indicios que el nivel máximo de la crecida fue de 37,90 m.

**Palabras claves:** fotografías antiguas – crecidas históricas – fotogrametría terrestre.

## OLD PHOTOGRAPHS AS A SOURCE OF INFORMATION ON HISTORIC FLOODING

**Abstract:** When floods occur in urban or rural environments, usually these events are recorded through photographs, which can be used for scientific or technical work. In April 1914 there was a rise in the river Salado (Santa Fe) which was documented in a number of photographic records in different localities affected. This paper present the analysis performed in different photographs which recorded such flooding in the vicinity of the town of San Justo. For this analysis were applied photogrammetric method and interrelated field data collected in order to establish the maximum level of the flood in that sector. The maximum level recorded in photographs was 37.18 m although there are indications that the maximum level of the flood was 37.90 m.

**Key words:** historical floods – historical photographs – close range photogrammetry.

## Introducción

Cuando ocurren inundaciones fluviales en áreas urbanas o rurales, actualmente se dispone de una gran variedad de equipamientos que registran con detalles estos eventos (hidrómetros automáticos, imágenes radar, imágenes satelitales, fotografías aéreas, entre otros). Por lo tanto, al realizar análisis técnicos o científicos para tratar de determinar las alturas máximas de las aguas y establecer el grado de afectación producido por las inundaciones, se dispone de información detallada a nivel espacial y temporal.

Sin embargo, cuando se desean realizar estudios sobre inundaciones producidas antes de los años 1970, la disponibilidad de información es bastante menor. Y esta situación es más compleja al analizar inundaciones acontecidas a principio de siglo.

En este último caso, muchas veces es necesario recurrir a fuentes de información no convencional (prensa escrita, fotografías, informes y expedientes técnicos, etc.) al fin de disponer de alguna información que permita deducir las alturas máximas de inundación y analizar el grado de afectación producida.

Específicamente, la utilización de fotografías como fuente de información se ha aplicado para la reconstrucción de edificaciones históricas que fueron demolidas (Huevel, 2001 y Braum, 1987) o afectadas por la 2<sup>a</sup> guerra mundial (Bräuer-Burchardt y Voss, 2001; Wiedemann et al., 2000 y Kraus, 1997). O también en casos donde obras de artes pintadas fueron afectadas por la acción del fuego (Jachimski y Boron, 1990) o monumentos arqueológicos que fueron afectados en intervenciones de excavación realizados en diferentes épocas (Bitelli et al., 2007).

Sin embargo, en aplicaciones relacionadas a inundaciones fluviales o de afectación hídrica, no existen muchos antecedentes (Gardiol y Ocampo, 2008 y 2011). Generalmente han sido utilizadas con fines descriptivos o ilustrativos, y como material de soporte en resultados obtenidos de la modelación matemática de crecidas (Martin Vide et al., 2002).

A fines del año 1913 y principios de 1914 se produjeron grandes precipitaciones en la provincia de Santa Fe que ocasionaron, en abril de 1914, una inundación del río Salado, que, debido al tiempo de duración y al grado de afectación producida por la misma, fue documentada en varias localidades por medio de registros fotográficos.

Es intención por medio de este trabajo presentar los análisis realizados en diferentes fotografías del ferrocarril Central Norte Argentino (actualmente ferrocarril General Belgrano), obtenidas antes y durante la inundación, que registraron la afectación producida en puentes, alcantarillas y terraplén de la traza ferroviaria.

Desde la ciudad de Santa Fe y partiendo en sentido norte por la ruta nacional N° 11, a 99 km se encuentra la ciudad de San Justo. Desde esta ciudad, y tomando la ruta provincial N° 2, que comunica a la ciudad de San Justo con San Cristóbal, a 5,6 km dicha ruta cruza el río Salado. Casi en forma paralela a la ruta provincial se encuentra la traza ferroviaria (Fig. 1).

## Materiales y métodos

El trabajo se desarrolló en cuatro (4) etapas: 1) recopilación y análisis de antecedentes históricos, 2) mediciones de campo, 3) análisis fotogramétrico de los elementos físicos registrados en las fotografías y 4) determinación de la cota altimétrica de los niveles de la crecida.

En la etapa de recopilación y análisis de antecedentes se recurrió a tres tipos de fuentes de información disponible en diferentes organismos públicos y colecciones privadas: documentos escritos (libros, informes técnicos, expedientes y diarios), antecedentes cartográficos (cartas básicas, perfiles topográficos) y registros fotográficos obtenidos antes y durante la inundación.

Como documentos escritos se accedió a libros sobre la historia de la localidad de San Justo (García de Gómez, 1989), expedientes realizados por Antonio Saralegui para la continuación de la línea férrea (Archivo General de la provincia de Santa Fe, 1890), informes técnicos realizados para la construcción de puentes ferroviarios provisorios (Ferrocarriles del Estado, 1914) y construcción de puentes y alcantarillas de la ruta provincial N° 2 al cruzar el río Salado (Dirección Provincial de Vialidad, 1999), diario *Nueva Época* y Santa Fe que documentaron las afectaciones producidas por la crecida del río Salado en 1914 (Hemeroteca del Archivo General de la provincia de Santa Fe).

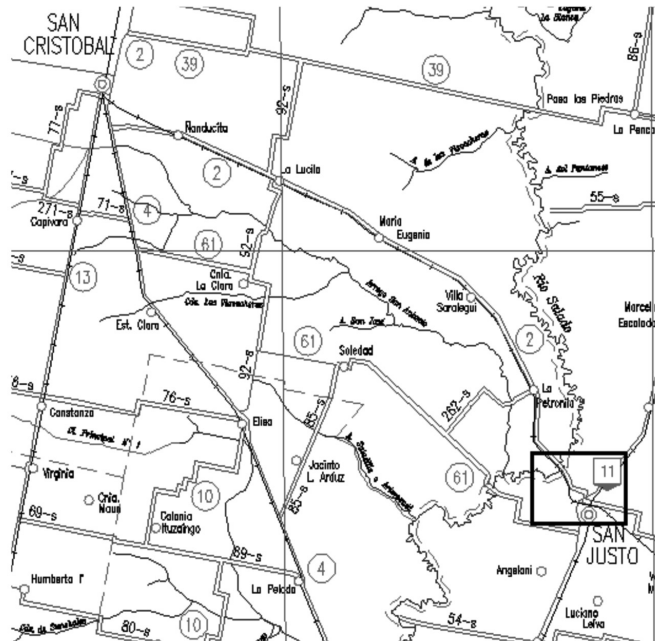


Fig. 1: Localización del área de estudio.

En relación a los antecedentes cartográficos se dispuso de una carta topográfica de San Justo (Instituto Geográfico Nacional, 1959), un plano catastral de la provincia de Santa Fe (Provincia de Santa Fe, 1913), información topográfica del Ministerio de Aguas, Servicios Públicos y Medio Ambiente de la provincia de Santa Fe e información cartográfica confeccionada por la Municipalidad de San Justo.

Respecto a los registros fotográficos se accedió a cinco (5) fotografías obtenidas antes de la crecida, siete (7) durante la crecida en el área de estudio y dos (2) que documentaban la afectaciones producidas por las precipitaciones en la ciudad de San Justo. Este material se encontraba en el Museo Histórico Municipal "Rosa Giussani de Piva" de la ciudad de San Justo, en la colección particular de Aida Colombo y en el Archivo General de la Nación.

Del análisis de la información recopilada se pudo confirmar que existieron en diferentes épocas varias obras viales y férreas que cruzaban el río Salado. La primera obra que se construyó fue un puente vial de madera con diseño curvo y en 1907 se construyó un puente férreo de 3 tramos (de 92 m de longitud). En la inundación de 1914 se cae el puente férreo y se construye un puente provisorio hasta la construcción del puente férreo que actualmente existe (de 201 m de longitud). Posteriormente se construye un puente de madera de diseño recto (de 48 m de longitud) y finalmente se construye, en 1993, un puente de hormigón armado (de 103 m de longitud) que en 2004 se amplía en su extensión (a 237,50 m).

En la etapa de mediciones de campo, en un principio se hizo un reconocimiento del sector al fin de identificar los diferentes elementos que aparecían registrados en las fotografías antiguas (estribos del puente férreo, alcantarillas, postes de telégrafo, etc.). Definido el sector a levantar, los elementos físicos y las características topográficas del entorno se evaluaron cual equipamiento y método era más adecuado a emplear.

Para la ejecución del levantamiento topográfico se planificaron y demarcaron diferentes poligonales abiertas que se interrelacionaban entre sí. Y, colocando una estación total KOLIDA 440 en los vértices de las poligonales, se midieron los puntos topográficos de interés (aproximadamente 1200 puntos). Posteriormente se relacionó altimétricamente los vértices de las poligonales con un punto fijo del Ministerio de Aguas, Servicios Públicos y Medio Ambiente de la provincia de Santa Fe que presentaba una altura relacionada al sistema altimétrico nacional (36,86 m).

Finalmente se realizaron mediciones con cinta métrica de los detalles de los elementos físicos identificados. Además, se ejecutaron tomas fotográficas de los mismos con una cámara digital.

Para la etapa del análisis fotogramétrico de los elementos físicos registrados en las fotografías antiguas se aplicó el método de perspectiva inversa (Quaintenne, 1947). Específicamente, el método de perspectiva inversa requiere primeramente determinar la localización de la línea de horizonte (LH), el punto de fuga principal (PFP) y los puntos de fuga de distancia (PFD) por intermedio de los diferentes elementos registrados en la fotografía. Y, para establecer las dimensiones de los diferentes elementos registrados en las mismas, es necesario disponer de alguna dimensión conocida (o elemento de escala).

Tomando las fotografías que fueron registradas en forma previa y durante la inundación, se comenzaron a trazar líneas auxiliares al fin de localizar la LH, PFP y PFD.

Identificando algún elemento cuya dimensión fue obtenida en las mediciones de campo se comenzó a aplicar los procedimientos analíticos establecidos por Quaintance para calcular las magnitudes de los restantes elementos o distancias entre ellos.

En algunas fotografías no se pudo aplicar el método, ya que los elementos físicos que se identificaban en las mismas no permitían la localización de la LH, o PFP, o PFD. En esos casos se realizaron comparaciones de dimensiones entre los diferentes elementos al fin de obtener valores que permitieran verificar las magnitudes calculadas en las mismas fotografías o en otras fotografías.

También se realizaron mediciones en fotografías actuales al fin de comparar los elementos actuales con los registrados en las fotografías antiguas.

En la etapa de determinación de la cota altimétrica de los niveles de la crecida registrada en las diferentes fotografías, primeramente se analizó los valores altimétricos obtenidos en las mediciones de campo de los restos de los estribos del puente férreo caído en 1914 y los de la vía férrea actual, al fin de evaluar las variaciones de altura entre ellos y determinar las cotas de la vía férrea en aquellos lugares donde se registraron las fotografías antiguas.

Posteriormente se interrelacionaron las dimensiones obtenidas en los procesos fotogramétricos con las cotas altimétricas definidas en la vía férrea y se determinó la cota de los niveles del agua en la inundación. Finalmente comparando las cotas de los niveles de agua y los elementos registrados en las fotografías se realizó un ordenamiento temporal de los registros fotográficos antiguos.

## Resultados y discusión

Analizando las noticias difundidas por el diario *Nueva Época* se puede establecer que las precipitaciones comienzan a afectar las actividades de la localidad el día 26 de abril de 1914, (inundación de las casas, hundimientos de baños y pozos de agua, calles convertidas en inmensos lagos). El 29 de abril informan que “*las aguas han bajado notablemente*” y “*el puente del Central Norte está destruido por completo y por este motivo no marchará el tren por estos lugares por el termino de cuatro meses más o menos*”. El 23 de mayo difunden que “*las aguas invaden todas las calles de la población*” y el 11 de febrero (en el diario *Santa Fe*) informan que el ferrocarril Central Norte tiene cortadas las vías “*entre Petronila y San Justo*”.

De las mediciones de campo se pudo determinar que la cota aproximada del riel en los estribos del puente férreo de 1914 es de 37,90 m y la cota de los restos del terraplén de 1914 (localizados a 350 m al norte del estribo norte) es de 37,66 m. En la traza ferroviaria actual el puente principal y las alcantarillas de hormigón armado y hierro tienen cotas de 38,24 m y las cotas de los rieles que comunican estas diferentes estructuras varían entre 38,00 m y 38,15 m.

En la etapa del análisis fotogramétrico de los elementos físicos registrados en las fotografías antiguas inicialmente se aplicó el método de perspectiva inversa a una fotografía que registraba la totalidad del puente férreo antes de la crecida. Tomando como elemento de escala un detalle del estribo sur (altura de 0,91 m) se pudo estimar que la distancia entre los estribos era de 104,96 m (topográficamente corresponde a 102,66 m) y las alturas de las estructuras de hierro que integran el primer y segundo tramo eran de 2,45 m y 6,66 m respectivamente.

Posteriormente tomando otra fotografía que registraba en forma parcial al mismo puente se comparó la altura de la estructura de hierro del primer tramo medida en campo (2,40 m) y se estimó la altura del segundo tramo (6,60 m). Lo que indica que las distancias obtenidas en la fotografía enunciada en el párrafo previo eran aceptables.

Tomando dos de las fotografías que registraban la inundación y que fueron tomadas desde el estribo norte del puente férreo hacia el sur, en una de ellas se aplicó el método de perspectiva inversa (con el mismo elemento de escala usado en la primera fotografía) y se determinó que la distancia entre los estribos era de 80,24 m (topográficamente corresponde a 94,94 m) y que la altura del agua era de 36,90 m. En la segunda fotografía no se pudo aplicar el método de perspectiva pero se estimó que la altura del agua era de 36,96 m y analizando los elementos documentados en la fotografía se estableció que el segundo tramo del puente había desaparecido, el estribo sur estaba parcialmente destruido, que existían dos brechas en el terraplén y que los postes telegráficos no presentaban el mismo diseño que los observados en las fotografías que documentaban al puente férreo antes de la inundación (Fig. 2, foto izquierda).

Al analizar otras dos fotografías que registraban la inundación desde el terraplén ferroviario hacia el norte no se aplicó el método de perspectiva inversa ya que los rieles de la vía férrea estaban torcidos, lo que no permitió reconstruir la perspectiva. Por lo tanto analizando los elementos registrados en las fotografías se determinó que el primer tramo del puente férreo había desaparecido, que había dos brechas en el terraplén y que la altura del agua era 37,18 m (Fig. 2, foto derecha).



Fig. 2: Fotografías de la inundación de 1914.

Fuente: Colección privada Aída Colombo.

Considerando que la distancia entre los postes telegráficos era de 73 m (según plano de la época) se determinó que la brecha más próxima al fotógrafo correspondía a la ubicación actual de la alcantarilla de hormigón armado y que la segunda brecha (que era de unos 80 m) la habría originado la propia inundación. Comparando la estructura de hierro (que controla la altura de los vagones antes de entrar al puente férreo) registrada en la fotografía antigua con una foto actual de las mismas estructuras se determinó que presentaban dimensiones bastantes próximas pero no iguales.

Luego se analizó dos fotografías que registraban la inundación desde una alcantarilla de hierro hacia el sur. Sabiendo que la distancia entre los rieles era de 1m, se estimó la altura del agua a una cota de 36,84 m. Analizando los elementos de la estructura de hierro de la alcantarilla registrada en la fotografía antigua con las fotografías actuales de las mismas alcantarillas ubicadas al sur y al norte del puente férreo principal se determinó que la estructura de hierro de la actual alcantarilla sur no tiene el mismo diseño y que parte de los estribos están bastantes reformados. En relación a la actual alcantarilla norte el diseño de su estructura de hierro concuerda, los estribos están casi de la misma forma y el soporte de apoyo de la estructura de hierro localizado en el estribo se encuentra elevado en 0,28 m. Esta situación daría a entender que las vías férreas actuales están sobre elevada en 0,28 m en relación a las vías férreas de 1914.

Finalmente, si comparamos las cotas de los niveles de agua determinados y elementos registrados en cada una de las fotografías con el histograma del río Salado de esa época (registrado en la vía férrea que comunica Santa Fe-Empalme San Carlos-Pilar) se puede establecer un ordenamiento temporal de las fotografías y evolución de la inundación. Específicamente, el histograma registra dos picos de la inundación (el 30 de abril y el 21 de mayo) siendo el segundo un poco más elevado.

Por lo tanto, el primer pico de la inundación provocó la caída del puente el 29 de abril (según el diario *Nueva Época*), la altura del agua superó el nivel de la vía (37,90 m) que originó la brecha del terraplén férreo y al día siguiente dicho pico llegó a Santa Fe. Cuando las aguas comenzaron a bajar (luego del primer pico) es cuando se obtienen las primeras dos fotografías analizadas (Fig. 2, fotografía izquierda) que presentaban una altura del agua de 36,90 m.

Luego las aguas se elevaron para originar el segundo pico, que produjo la caída del primer tramo del puente férreo y cuando las aguas comenzaron a bajar se obtienen las dos fotografías siguientes (Fig. 2, fotografía derecha) con una altura del agua de 37,18 m. Posteriormente las aguas continuaron bajando y se documentaron las dos fotografías de la alcantarilla de hierro (a 36,84 m, la altura del agua).

A pesar que en estos dos últimos pares de fotografías aparecen registradas personas que presentan las mismas vestimentas, lo que daría a suponer que fueron obtenidas en el mismo día, el desnivel de las aguas (de 0,34 m) es demasiado pronunciado para la distancia topográfica (de 160 m) que existe entre los dos lugares donde se obtuvieron los pares fotográficos. Lo que justifica que dichas fotografías fueron obtenidas en fechas diferentes.

## Conclusiones

Por medio del análisis de varias fotografías que registraron la inundación de 1914 se estableció que la máxima altura registrada correspondió a 37,18 m, a pesar que los indicios identificados en dichos registros confirmarían que el pico máximo de la inundación sobrepasa las vías férreas (37,90 m).

El análisis fotogramétrico de los elementos físicos registrados en las fotografías por medio del método de perspectiva inversa se puede aplicar con buenos resultados. Siempre y cuando los elementos físicos registrados permiten una correcta reconstrucción de la perspectiva fotográfica (determinación del LH, PFP y PFD).

En estos casos es necesario que se realicen comparaciones entre los elementos registrados en las fotografías antiguas con información histórica (documentos escritos, antecedentes cartográficos, fotografías, etc.) o elementos actuales al fin de evaluar los resultados.

## Agradecimientos

Los resultados presentados en este estudio corresponden a las actividades realizadas en el Proyecto CAI+D titulado “Procedimientos fotogramétricos terrestres utilizando fotografías antiguas para la reconstrucción de crecidas históricas en el contexto de la variabilidad y cambio climático y ambiental” desarrollado en la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas (FICH-UNL).

## Referencias

- Archivo General de la provincia de Santa Fe (1890). Saralegui Mascias y Cia. Solicitan la prolongación de la vía del ferrocarril hasta el Establecimiento “Rincón de San Antonio”. Expediente 509, 9 de abril de 1890.
- Bitelli, G.; Girelli, V.; Marziali, M.; Zanutta, A. (2007). “Use of historical mages for the documentation and the metrical study of cultural heritage by means of digital photogrammetric techniques”, Proceedings XXI CIPA International Symposium, Athens, October 2007: 141-146.
- Braum, F. (1987). “Relève photogrammetrique architecturale a partir d’une ancienne photographie unique”, Proceedings X CIPA International Symposium, Granada, October: 269-290.
- Bräuer-Burchardt, C.; Voss, K. (2001). “Fachade reconstruction of destroyed buildings using historical photographs”, Proceedings XVIII CIPA International Symposium, Potsdam (Germany), September: 543-550.
- Diario *Nueva Época*. Hemeroteca del Archivo Intermedio del Archivo General de la Provincia de Santa Fe, Santa Fe.



- Diario *Santa Fe*. Hemeroteca Digital “Fray Francisco de Paula Castañeda”, Archivo General de la Provincia de Santa Fe, Santa Fe.
- Dirección Provincial de Vialidad (1999). Obra puente sobre el río Salado, aliviadores y accesos, RP N° San Justo - San Cristóbal. Expedientes técnicos.
- Ferrocarriles del Estado (1914). Construcción de puentes provisorios en río Salado. Expediente 9850.
- García de Gómez, R. (1989). *San Justo: su historia 1868-1988*. San Justo, Santa Fe, La Casa del Libro (Editor).
- Gardiol, M.; Ocampo, C. (2008). “Aplicación de técnicas de perspectiva inversa a fotografías aisladas para la reconstrucción de crecidas históricas”, XIV Congreso Nacional de Fotogrametría (14: 2008: Morón) Anales, Buenos Aires, Argentina.
- Gardiol, M.; Ocampo, C. (2011). “Reconstrucción histórica de niveles de la creciente del río Salado de 1914, en Paso Vinal, Esperanza, provincia de Santa Fe”. *Contribuciones Científicas GAEA*, vol. 23:109-120.
- Heuvel, F. A. van den (2001). “Reconstruction from a single architectural image from the Meydenbauer archives”, Proceedings XVIII CIPA International Symposium, Potsdam (Germany), September: 699-706.
- Instituto Geográfico Nacional (1959). Carta Topográfica de San Justo. 3160-14-2.
- Jachimski, J.; Boron, A. (1990). “Reconstruction of historic painting contours on the vault in the St. John Baptist church in Jasov”, Proceedings XIII CIPA International Symposium, Cracow, October: 173-180.
- Kraus, K. (1997). “Advanced methods and applications”, *Photogrammetry*, vol. 2: Bonn. Dummler Verlag, 4° ed., 1997.
- Martín Vide, J. P.; Martín Moreta, P. J.; López Querol, S.; Machado, M. J.; Benito, G. (2002). “Tagus River: Historical floods at Talavera de la Reina”, en *Palaeofloods, historical data & climatic variability: Aplicacions in Flood Risk Assessment*.
- Provincia de Santa Fe (1913). Plano catastral de la provincia de Santa Fe. Escala 1:500.000, Dirección de Obras Pública y Geodesia, Talleres Gráficos del Estado Mayor del Ejército, Buenos Aires.
- Quaintenne, E. (1947). *Tratado metodológico de perspectiva*. Buenos Aires, Editorial El Ateneo, 2da. edición.
- Wiedemann, A.; Hemmleb, M.; Albertz, J. (2000). “Reconstruction of historical buildings based on images from the Meydenbauer Archives”, *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*, vol. XXXIII, Part B5, 2000, Amsterdam.