

HIDFUN UNA HERRAMIENTA PARA LA EXTRACCIÓN Y ANÁLISIS DE PLUVIOGRAMAS

Carlos Fuentes, Erasmo Rodríguez y Edgar Villarreal

Grupo de Investigación en Ingeniería de los Recursos Hídricos (GIREH)

Universidad Nacional de Colombia Bogotá, Colombia.

E-mail: cafuentesc@unal.edu.co, earodriguezs@unal.edu.co, elvillareal@unal.edu.co

Introducción

En Colombia, al igual que en muchos otros países del mundo, la medición continua de la precipitación usualmente se realiza a través de pluviómetros mecánicos, mediante los cuales se registran los pluviogramas sobre cartas de papel. La extracción de la información contenida en estos pluviogramas es fundamental para la elaboración y actualización de las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF), las cuales son una síntesis, para un sitio particular, de los datos de precipitación e intensidades máximas para tormentas de corta duración.

A pesar de la existencia de pluviómetros automáticos, por lo general, la información pluviométrica requerida para la actualización de las curvas IDF continúa hoy en día siendo extraída manualmente de las cartas pluviográficas en papel. Una dificultad que surge en procesos de actualización de curvas IDF, cuando el volumen de cartas pluviográficas que se requiere analizar es muy grande, radica en que el trabajo manual de digitalización se convierte en una labor demasiado exigente, en términos de recursos humanos y tiempo, lo que desde luego influye en costos. Adicionalmente, la evaluación y extracción manual de la información de las cartas demanda gran concentración por parte de quien la realiza, y por consiguiente estará sujeta a errores, lo que afecta la precisión de los resultados.

Debido a lo anterior, es necesario recurrir al desarrollo y utilización de herramientas computacionales que permitan efectuar la extracción sistemática de la información de una manera más precisa y detallada, optimizando tiempo y recursos, y manteniendo los errores al mínimo. Mediante el proceso automático con herramientas computacionales se logra un mejor análisis y cálculo por ejemplo de las intensidades, del que se podría efectuar a partir de una evaluación realizada manualmente, mediante inspección visual de los pluviogramas. Como parte de un trabajo reciente de actualización de las curvas IDF para 110 estaciones en Colombia (Rodríguez et al., 2017), realizado para el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), se desarrolló la *Herramienta para actualización de curvas IDF de la Universidad Nacional de Colombia (HIDFUN)*. El propósito de este artículo es describir las características y la utilidad de esta herramienta.

Materiales y métodos

En la literatura se encuentran reportes de herramientas automáticas o semi-automáticas diseñadas para efectuar la extracción de la información de pluviogramas. En términos generales, estas se podrían clasificar en dos grupos: 1) herramientas desarrolladas en casa, específicamente elaboradas para la extracción de la señal de precipitación de conjuntos de cartas que cumplen una cierta característica, y 2) herramientas comerciales que permiten extraer todo tipo de curvas de archivos digitales.

En el primer grupo se encuentran la herramienta NUNIEAU (Ullman et al., 2005), desarrollada originalmente en Francia para el análisis de registros de marea y adaptada para la extracción de datos de nivel y de precipitación, la herramienta *Automatic Curve Extraction (ACE)* (Van Piggelen et al., 2011) desarrollada en Holanda para la extracción automática de grandes volúmenes de pluviogramas. Estas dos herramientas

automáticas son de código abierto, pero requieren cartas limpias (sin manchas, no reutilizadas, con curvas nítidas perfectamente trazadas), y además solo permiten una adecuada digitalización de cartas con intensidades de precipitación bajas, lo que limita su utilización en un país tropical como Colombia. Una herramienta adicional en esta categoría es Pluvioreader (Burboa & Claudio, 2016), desarrollada en Chile para el análisis de cartas semanales; esto limita su utilización, y además no es de código libre.

En el segundo grupo de herramientas pueden mencionarse WebPlot Digitizer (WPD) (Rohatgi, 2011) y Engauge Digitizer (ED) (Mitchell, 2002), no específicamente diseñadas para el análisis de registros pluviográficos. Estos dos aplicativos requieren la digitalización carta por carta y un post-procesamiento de la información extractada para construir las curvas de masa y de allí obtener las intensidades para duraciones pre-establecidas y así poder derivar las IDF.

De acuerdo con lo anterior, el uso y desarrollo de una herramienta para el procesamiento de cartas pluviográficas debe obedecer a las características de los pluviogramas disponibles y a los volúmenes de información a analizar. La Figura 1 presenta una muestra de los pluviogramas del IDEAM que requirieron análisis, en donde es claro que: i) Las cartas presentan manchas y trazos a mano, ii) Utilizan diferentes colores para la cuadrícula de fondo y la tinta del registro (no directamente apreciables aquí debido al uso del blanco y negro) iii) Son reutilizadas iv) Presentan gran variedad de intensidades v) Las cartas son mayoritariamente diarias, aunque también existen semanales.

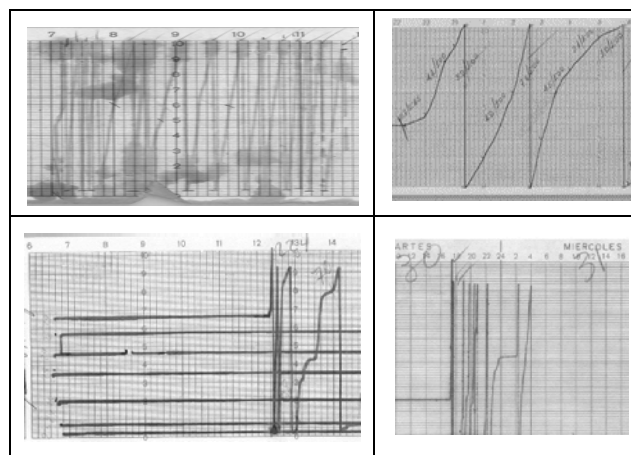


Figura 1.- Muestra de pluviogramas analizados
(Fuente: IDEAM).

Adicional a estas características y considerando que el número de pluviogramas a digitalizar fue del orden de 17,000, se optó por desarrollar la herramienta semi-automática HIDFUN, basada en reconocimiento de imágenes (cartas escaneadas).

La herramienta HIDFUN, desarrollada en Matlab, esencialmente cuenta con un archivo de configuración acompañante que permite indicar el número de cartas a digitalizar en cada sesión, los nombres de los archivos de las cartas escaneadas y su ubicación, así como los parámetros de márgenes y colores.

Durante la sesión, el algoritmo se va entrenando sucesivamente (aprendizaje automático) de tal forma que permite cada vez hacer una mejor segmentación entre cuadrícula, señal y fondo, a partir del análisis en la imagen escaneada de los colores y grados de saturación de estos tres elementos. El propósito de la segmentación, realizada con una simplificación del algoritmo de *k-means*, es aislar la señal de la curva y entrenar al algoritmo el cual una vez el usuario establece los puntos que definen los márgenes y por ende la escala de la carta, y el punto inicial de la curva, va sugiriendo al usuario por tramos, nuevos puntos sobre la señal de la curva, que el usuario acepta o corrige con ayuda del mouse. Una vez finalizada y aceptada la digitalización de una carta, la herramienta automáticamente realiza los cálculos de la curva de masa de precipitación, el cálculo de las intensidades para duraciones características seleccionadas y actualiza los parámetros para la segmentación. Seguidamente la herramienta de forma automática carga la siguiente carta y el proceso se repite hasta finalizar el número de cartas a digitalizar durante la sesión. En la Figura 2 se presenta en detalle el diagrama de flujo del proceso.

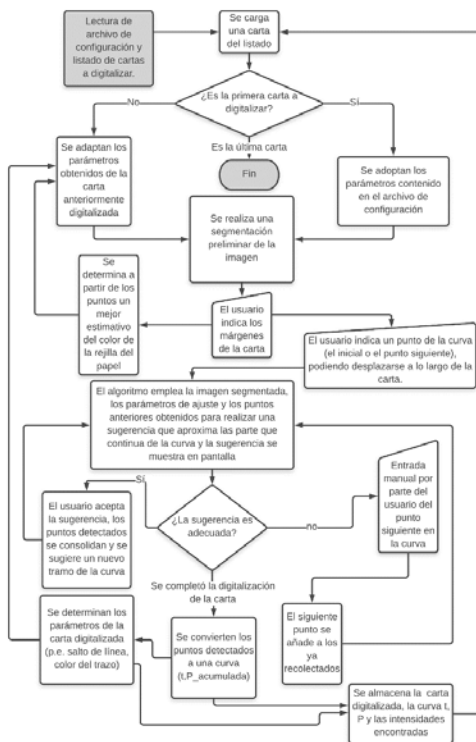


Figura 2.- Diagrama de flujo algoritmo de digitalización y análisis de cartas pluviográficas con HIDFUN.

Resultados

Aunque el tiempo promedio de digitalización de cada carta varía, dependiendo de la complejidad y las características del pluviograma analizado, el proceso de digitalización semi-automática y análisis de cada curva toma en promedio 4.2 minutos, reduciendo significativamente el tiempo empleado para este fin mediante el uso de herramientas comerciales (WPD y ED), pero sobre todo minimiza los errores asociados a fatiga y cansancio por parte del digitalizador. A manera de ejemplo la Figura 3 muestra los resultados obtenidos para una de las cartas analizadas.

Como parte del trabajo de digitalización, se llevó a cabo una comparación de los resultados de HIDFUN con los obtenidos con otras herramientas (WPD y ED), así como la evaluación de posibles errores asociados con el digitalizador. Los resultados de esta comparación resaltan las bondades de utilizar HIDFUN.

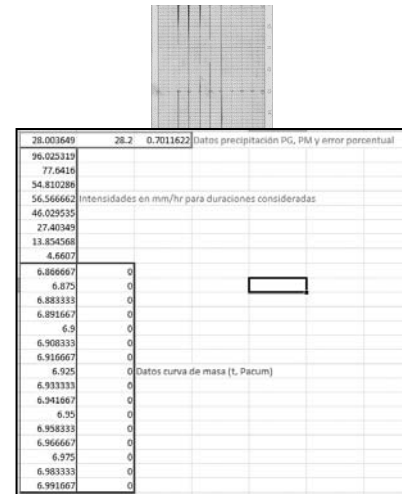


Figura 3.- Ejemplo carta digitalizada y detalle de salidas en texto plano de HIDFUN, incluyendo precipitación total en pluviógrafo y pluviómetro y error porcentual, intensidades para duraciones de 5, 10, 15, 30, 60, 120 y 360 minutos y curva de masa (t, Precipitación acumulada).

Conclusiones

Se ha desarrollado, evaluado y aplicado satisfactoriamente la herramienta HIDFUN para la digitalización de 17,000 cartas pluviográficas diarias y semanales suministradas por el IDEAM con el fin de realizar la actualización de las curvas IDF de aproximadamente 110 estaciones en Colombia.

La aplicación de la herramienta ha sido eficaz en términos de ahorro de tiempo en la extracción de la información, mayor precisión en las lecturas, en comparación con la lectura manual, sistematización en la carga, almacenamiento y análisis de datos, así como verificación de la información obtenida.

HIDFUN es una herramienta que puede ser útil y de mucha aplicación no solo en Colombia sino en otras partes del mundo. El programa no está limitado a la lectura de pluviogramas si no que, con algunos ajustes, también se puede emplear en la extracción de información registrada en limnigramas, actinogramas, heliogramas, entre otros.

HIDFUN ha sido desarrollada en Matlab y en este momento existen planes de migrarla a un lenguaje libre (R o Python) que permita su uso y modificación sin restricciones por parte de todos los usuarios interesados.

Referencias

- Burboa, A. y Claudio, M. (2016). "Pluvioreader: Un programa automático para la digitalización de pluviogramas". Memorias del XXVII Congreso Latinoamericano de Hidráulica. Lima, Perú.
- Rohatgi, A. (2011). WebPlotDigitizer. <http://arohatgi.info/WebPlotDigitizer/app>.
- Rodríguez E., Villarreal E., Figueroa A., Villamizar A., Zamora D., Fúquene S., Fuentes C., Suárez J., Molina M., Albornoz L. (2017). "Análisis de Tendencias en Curvas IDF en Colombia". Memorias de Cubagua 2017. La Habana, Cuba.
- Mitchell, M. (2002). Engauge Digitizer. A Free Open-Source Software to Extract Data Points from a Graph Image. Hosted on Source Forge at: <http://digitizer>. Sourceforge. Net.
- Ullmann A., Pons F. and Moron. (2005). "Tool Kit Helps Digitize Tide Gauge Records". Eos Transactions American Geophysical Union, 86(38). DOI:10.1029/2005EO380004
- Van Piggelen, H. E., Brandsma, T., Manders, H., & Lichtenauer, J. F. (2011). "Automatic curve extraction for digitizing rainfall strip" charts. Journal of Atmospheric and Oceanic Technology, 28(7), 891-906. <https://doi.org/10.1175/2011JTECHA1505.1>