

ISSN 0104-1347

Clasificación de tormentas típicas en Tandil, provincia de Buenos Aires

Classification of typical storms in Tandil, Buenos Aires province, Argentina

Carmela María Di Leo¹ y Alejandro Aragón²

Resumen - Mediante la selección de patrones temporales adimensionales de tormentas de la estación de Dique Seco en Tandil, provincia de Buenos Aires, se analizó la relación con la erosividad de las precipitaciones. Se trabajó con datos pluviográficos diarios, clasificando volúmenes de precipitación de 5 y 15 minutos. Se identificaron dos grupos de tormentas: menor o igual a dos horas de duración y mayor a dos horas. Se distinguieron tres patrones adimensionales que abarcan todas las tormentas. Se observó que los meses de menor erosividad presentan un menor número de tormentas. La distribución de intensidad no ofrece mucha información en este caso, pero puede ser útil en otras situaciones.

Palabras-clave: precipitación, tormenta, erosión.

Abstract - Based on selected adimensional temporary patterns of storms of Dique Seco Station in Tandil, Buenos Aires province, it was analysed relationships with the erosivity of precipitations. The work was based on daily pluviographic data classifying volumes of rain in 5 and 15 minutes. Two groups of storm were identified: smaller or equal of two hours duration and longer than two hours. Three distinguished adimensional patrons that contains all the storms were observed. It was observed that the months of less erosivity presented a smaller number of storms. The distribution of intensity does not offer much information in this case but may be useful in other situations.

Key words: precipitation, storm, erosion

Introducción

La región de la pampa serrana de la provincia Buenos Aires, a la cual pertenece la localidad de Tandil, se caracteriza por presentar altas pendientes, con un fuerte impacto negativo sobre el patrimonio público y privado. El incremento de la agricultura ha intensificado los procesos de erosión hídrica y producción de sedimentos.

La búsqueda de soluciones al problema requiere no sólo comprender cualitativamente todos los procesos involucrados sino también su cuantificación.

La hidrología de proyecto incluye métodos para estimar lluvias intensas y caudales máximos asociados a sus respectivas frecuencias de ocurrencia. El análisis de estas variables es esencial para la cuantificación de los procesos erosivos y de producción de sedimentos así como también para el dimensionamiento de obras hidráulicas.

WISCHMEIER & SMITH (1958) estudiaron la relación entre la erosión medida experimentalmente y las características de las lluvias que la generaron. Los mismos autores propusieron utilizar en forma generalizada el término de interacción Energía cinética

¹Ingeniera Agrónoma. Ayudante Diplomada ordinaria. Curso de Manejo y Conservación de Suelos. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP. Av. 60 y 119 (1900) La Plata. Buenos Aires. Argentina. Email: cmdileo@uol.com.ar

²Ingeniero Agrónomo. Profesor Titular ordinario del Curso de Manejo y Conservación de Suelos, y Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP. Av. 60 y 119 (1900) La Plata. Buenos Aires. Argentina.

X Intensidad máxima en 30 minutos como el factor "R" en el modelo de predicción de pérdidas de suelos por erosión hídrica.

ROJAS & CONDE (1985) presentaron estimaciones de "R" para el centro este de la República Argentina y confeccionaron un mapa tentativo de la potencialidad erosiva de las lluvias. Asimismo, presentaron la distribución mensual de las erosividades para diversas localidades de la región, donde se presenta una mayor erosividad de los meses estivales.

Las tormentas o hietogramas de proyecto es la secuencia de precipitaciones capaz de provocar la crecida del proyecto, es decir, la mayor crecida para la cual la obra es proyectada. Su determinación implica definir la duración de la lluvia, la lámina total precipitada, las distribuciones temporal y espacial de dicho volumen y la parcela del volumen que contribuye efectivamente al escurrimiento superficial.

Existen diversos métodos para estimar la distribución temporal de la tormenta de proyecto, siendo la mayoría de ellos de tipo determinístico (BERTONI, 1997).

La adopción de patrones probables por períodos fue aplicada por HUFF (1967) sobre lluvias intensas de Illinois (USA). Consiste en la división de las tormentas en cuartiles (o sextiles) de su duración y la definición de patrones temporales adimensionales para cada sector a asociados diferentes probabilidades de excedencia.

CAAMAÑO et al. (1994) aplicaron el criterio de patrones temporales por períodos a tormentas de la estación de La Suela (región serrana de Córdoba).

Otros autores también han hecho uso de este enfoque. Por ejemplo PILGRIM & CORDERY (1975) desarrollaron un procedimiento consistente en el ordenamiento de los intervalos de tiempo de una tormenta por su lámina precipitada y la repetición del mismo ejercicio para diversos eventos.

Otro método utilizado es la adopción distribuciones temporales de eventos críticos, que puede ser utilizado ante la disponibilidad de registros pluviográficos de eventos históricos.

DI LEO et al. (1999) estimaron valores mensuales y anuales de erosividad de las precipitaciones para la localidad de Tandil en función de la Energía cinética (factor E) y de la Intensidad máxima en 30 minutos (I_{30}), confirmando la

distribución mensual de las erosividades para la provincia de Buenos Aires.

MARELLI et al. (1984) evaluaron la pérdida de suelo producida por lluvias simuladas con intensidad constante y diferentes duraciones.

El presente trabajo pretende analizar la utilidad de la clasificación por patrones de distribución temporal para estimar caudales de proyecto en cuencas pequeñas e intermedias de la región. Se seleccionan patrones temporales de tormentas de la estación de Dique Seco del partido de Tandil y se analiza su influencia en la erosividad de las precipitaciones.

Materiales y métodos

Se utilizaron bandas pluviográficas instaladas por el Departamento de Hidráulica del Ministerio de Obras y Servicios Públicos de la Provincia de Buenos Aires en la estación del Servicio Meteorológico Nacional Dique Seco, Tandil, provincia de Buenos Aires (59°9'O, 37°19'S) para el período 1972-1977. De ellas se extrajo información de lámina caída por períodos de 5 y 15 minutos para cada tormenta analizada. Se excluyeron tormentas con volúmenes menores a 12 milímetros. Se analizaron un total de 93 tormentas, con una intensidad media de 18,5 mm/h, con extremos en 3,3mm/h y 47,9mm/h, y un coeficiente de variabilidad del 57,6%.

Se aplicó el criterio utilizado por CAAMAÑO et al. (1994) para tormentas en la estación La Suela, región serrana de Córdoba, de adopción de patrones temporales por períodos al total de las tormentas analizadas. Estos autores concluyeron en la conveniencia práctica de clasificar las tormentas según dos grupos: duración menor o igual a 2 horas y duración mayor a dos horas.

También se analizó el registro pluviográfico de un evento crítico ocurrido en marzo de 1975, que corresponde a una recurrencia de 38 años.

Resultados y discusión

Del total de tormentas analizadas un 45,0% presentó una duración igual o menor a dos horas; de estas tormentas se separaron dos grupos según los diferentes patrones temporales, que se llamaron Tipos 1 y 2. Se analizaron las tormentas en octiles (se dividió en 8 partes). El Tipo 1 presenta un 43,5%

de la lámina caída en el primer octil y un 23% el segundo octil; el Tipo 2 presenta un pico en el tercer octil, con un 25,5% de la lámina caída (Figura 1a y 1b). Un 45,0 % de las tormentas analizadas con una duración menor o igual a 120 minutos presentó el Tipo 1. Todas las tormentas de 30 minutos de duración presentaron el pico máximo en los primeros 15 minutos, mientras que todas las tormentas analizadas con duración de 60 minutos presentaron el patrón Tipo 2. El 74,0 % de las tormentas con duración menor o igual a 120 minutos tuvo un volumen menor o igual a 20 milímetros, mientras que el 90% tiene menos que 30 mm.

El 55,0 % de las tormentas analizadas tuvo una duración mayor o igual a dos horas. El volumen de estas tormentas tuvo una mayor variabilidad, encontrando los valores extremos de lluvia caída entre 13 y 89 mm para tormentas de hasta 6 horas y para tormentas más largas un valor extremo de 159 mm.

Sólo un 7,5 % de las tormentas con duración mayor a dos horas presentaron picos importantes en el primer octil, con un patrón semejante al descrito como Tipo 1, todas ellas con una duración de 225 min. El resto presentó un patrón definido como Tipo 3, sin picos importantes en todo su desarrollo (Figura 1c). Las tormentas largas analizadas para esta localidad son de baja y uniforme intensidad. En un análisis metodológicamente similar de lluvias en la Suela, Córdoba, CAAMAÑO et al. (1994) verificaron que el 67% de las lluvias intensas analizadas presentaron duración superior a dos horas y de ellas el 45% presentó el pico en el primer sextil. Para tormentas de menor duración la probabilidad de ocurrencia del pico fue uniforme a lo largo de su desarrollo.

Estas diferencias de distribución de intensidades entre dos localidades que según ROJAS & CONDE (1985) presentan una distribución de erosividades mensuales similar, deberían tener implicancias sobre la erosividad real de las lluvias en cada una de ellas. Este es un aspecto que actualmente no puede ser aclarado puesto que no existen mediciones de erosión en ninguna de las dos localidades. No obstante, es válido cuestionar el concepto de homogeneidad asumido en estudios anteriores de la llanura pampeana.

La tormenta de marzo de 1975, que corresponde a una recurrencia de 38 años, presentó el patrón definido como Tipo 3. La tormenta o hietograma de proyecto puede ser definida de esta manera, ante la disponibilidad de un registro

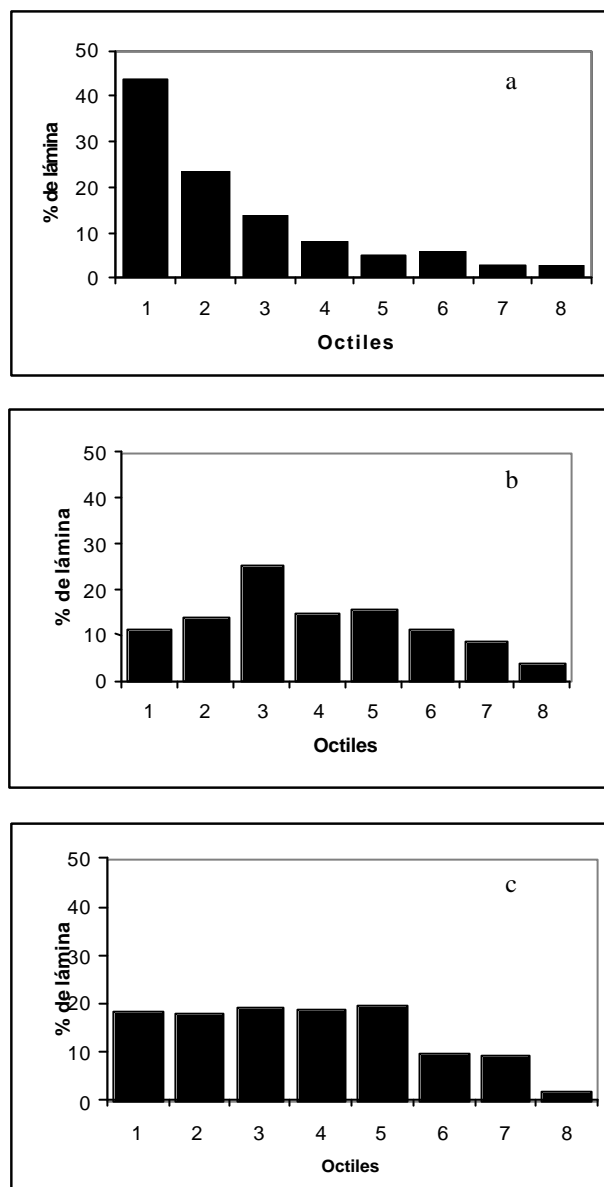


Figura 1. Patrones temporales dimensionales, tormentas cortas Tipo 1 (a) y Tipo 2 (b) y tormentas largas, Tipo 3 (c).

pluviográfico de un evento histórico, a pesar de contar con datos de sólo cinco años.

Los meses con mayor número de tormentas fueron febrero, marzo, octubre, noviembre y diciembre. El mes de febrero se destacó por ser el único que presentó el 81,0 % de las tormentas con duración menor o igual a 120 minutos. Los meses de abril, octubre, noviembre y diciembre presentaron más del 70,0 % de las tormentas con duración mayor a 120 minutos. El resto de los meses no presentó diferencias marcadas entre duraciones.

Se observa que el mes de febrero se caracteriza por presentar una preponderancia de lluvias cortas, de bajo volumen pero con altas intensidades máximas. Esto se corresponde con una mayor erosividad durante ese mes, calculada por DI LEO et al. (1999) a partir de la energía e intensidad máxima en 30 minutos ($R=E \cdot I_{30}$). Asimismo se corrobora la utilidad de calcular la erosividad mensual (factor "r" mensual) mediante la aplicación de un coeficiente B_i , tal como lo propone ROJAS & CONDE (1985), ya que se establece que los meses con menores erosividades presentan un menor número de tormentas, sin diferencias marcadas entre los tipos determinados y sus duraciones.

Por otra parte, MARELLI et al. (1984) verifican experimentalmente, mediante lluvias simuladas de intensidad constante, que el escurrimiento y la pérdida de suelo alcanzan valores máximos en los primeros 15 a 50 minutos, con variaciones debidas al estado de rugosidad, cobertura del suelo y condición de humedad antecedente. Una vez alcanzado ese valor máximo, tanto el escurrimiento como el transporte de sólido, parecen mantenerse relativamente constantes. Cabe inferir que transcurrida la primera hora de lluvia, todas las tormentas tengan una erosividad casi exclusivamente proporcional a su volumen.

En tal caso, la clasificación de tormentas según la distribución temporal de la intensidad no ofrece mayor información sobre el verdadero poder erosivo, en comparación a un análisis basado exclusivamente en el volumen acumulado para un determinado período. No obstante, en localidades o períodos con predominio de tormentas cortas, iguales o menores a 60 minutos, cabe esperar una mayor variabilidad del escurrimiento y el transporte de suelo relacionado con la distribución de la intensidad.

La información pluviográfica disponible sólo permite considerar aceptable la aproximación de ROJAS & CONDE (1985), basada en el volumen, para ser aplicada a la localidad de Tandil. Una aproximación más precisa requerirá de registros experimentales de erosión – precipitación.

Referencias bibliograficas

- BERTONI, J.C. **Hidrología de proyecto**. Córdoba : Secretaría de Ciencia y Tecnología/ Universidad Nacional de Córdoba, 1997. Cap. 4, p. 1-45.
- CAAMAÑO, N.G., DI BENEDETTO, H.M., ZAMANILLO, E.A. **Hietogramas típicos de tormentas intensas en la estación La Suela Provincia de Córdoba**. CONGRESO NACIONAL DEL AGUA, 11., La Plata, Argentina, 1994. Inédito.
- DI LEO, C.M., ARAGON, A., MARLATS, R. et al. Erosividad de las precipitaciones en Tandil, Provincia de Buenos Aires. **Ciencia del Suelo**, v. 17 n. 2, p. 58-61, 1999.
- HUFF, F.A. Time Distribution of Rainfall in Heavy Storm. **Water Resources Research**, v. 3, n. 4, p. 1007-1019, 1967.
- MARELLI, H., DE MIR, B.M., ARCE, J. et al. Evaluación de la erosión hídrica en suelo labrado. **Ciencia del Suelo**, v. 2, n. 1, p. 69-77, 1984.
- PILGRIM, D.H., CORDERY, I. Rainfall Temporal of Pattern of Design Floods. **Journal of Hydraulic Division**, New York, v. 101, n. HY1, p. 81-95, 1975.
- ROJAS, A.E., CONDE, A.A. Estimación del factor "R" de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos para el centro- este de la República Argentina. **Ciencia del Suelo**, v. 3, p. 85-94, 1985.
- WISCHMEIER, W.H., SMITH, D.D. Rainfall energy and its relationship to soil loss. **Trans. Amer. Geophys Union**, v. 39, p. 285-291, 1958.
- WISCHMEIER, W. H. and SMITH, D. D. Rainfall Erosion Index for a Universal Soil Loss Equation.

