

# CARACTERIZACIÓN DE LLUVIAS DE CORTA DURACIÓN EN LOCALIDADES DE LA PROVINCIA DE SANTIAGO DEL ESTERO

L. Olmos, J. Prieto Villarroya, G. González, J. Guzmán, M. Pilan y Van Meer H.

Instituto de Recursos Hídricos (IRHi) – FCEYT – UNSE (Sgo. del Estero, Argentina)  
E-mail: lolmos@unse.edu.ar, jorgeprietovillarroya@yahoo.com.ar, geraldinenoelgonzalez@gmail.com

## Introducción y objetivo

Las obras hidráulicas emplazadas en cauces fluviales o en la ribera de los mismos, como así también aquellas obras dentro de ambientes urbanos se diseñan de manera que resistan el paso del caudal probable asociado a un determinado periodo de retorno en función de la naturaleza de la obra.

Dicho caudal se debe obtener de una valoración estadística en base a una serie de registros históricos extensa o representativa, lo cual en la realidad es muy difícil de disponer.

En consecuencia el caudal más probable de diseño se obtiene indirectamente de la lluvia más probable mediante un proceso de transformación lluvia-caudal.

El proceso de definición de la lluvia de diseño es sensiblemente más complejo que el proceso estadístico de una serie de caudales, ya que dicha lluvia debe reflejar la estructura temporal y espacial de dicho evento.

La manera clásica en la práctica es estimar la relación i-d-T y desde allí en base al tiempo de concentración de la cuenca obtener la lluvia precipitada. Esta lluvia luego se la debe distribuir espacialmente y temporalmente.

Como no se trabaja sobre el diseño hidrológico de una obra en particular que necesita su cuenca de aporte, vamos a centrarnos en el comportamiento temporal de la precipitación.

En efecto en este trabajo lo que se persigue es analizar datos históricos de tormentas con duraciones hasta 3 horas de manera de caracterizar las mismas en varias localidades de la provincia de Santiago del Estero a los fines de su aplicación en procesos de transformación de lluvia en caudal. Figura 1.

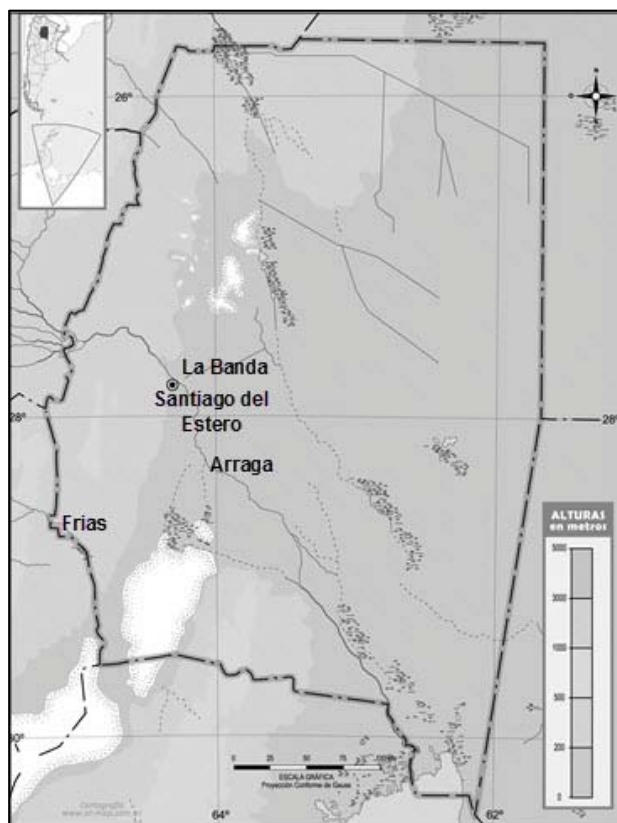


Figura 1.- Ubicación geográfica de estaciones pluviográficas.

## Metodología aplicada

En la realidad la lámina de agua precipitada total y la distribución temporal son aleatorias e interdependientes. Entonces su inferencia estadística es complicada por lo que siempre se simplifica trabajando con funciones univariada, debido fundamentalmente a la disponibilidad de datos, por lo que en general lo que se predice es la intensidad media de una lluvia para intervalos de duración a través de las IDF. Pero la distribución de las mismas es importante llevarla a cabo en base a la caracterización de las mediciones históricas lo que influirá en la forma del hidrograma y su pico.

Para llevar a cabo la caracterización de las lluvias se aplican los métodos de Distribución Acumulada, DA, (Huff, 1967) y el de Ordenamiento de Intervalos, OI, (Pilgrim et al. 1969).

Como todos sabemos la precipitación durante una tormenta es un proceso continuo, pero su tratamiento se lleva a cabo de manera discreta. Como se trabaja en la caracterización de tormentas y no de los intervalos de precipitación máxima anual (IMA) como en el proceso de obtención de las IDF, la partición se hace en fracciones de la duración, para poder comparar la forma en eventos de distinta duración total. Es decir, cada tormenta se debe dividir en una cantidad fija de lapsos iguales, entre 4 (cuartiles) y 10 (deciles), con lo que varía la duración de éstos bloques o intervalos de lluvia de una tormenta a otra al analizar todas las tormentas con duraciones menores a 3 horas. Con menos de cuatro intervalos no es posible reflejar adecuadamente la distribución y con más de diez se pierde la visión de conjunto. La desagregación se completa determinando láminas parciales -absoluta y porcentual- precipitadas. (Camaño Nelli y Dasso, 2003)

El método DA, cuyo uso es generalizado en Estados Unidos, consiste en aplicar a cada percentil por separado, para delinear distribuciones empíricas de frecuencia de porcentaje de lámina (porción de los sucesos que no supera determinado límite de clase). Requiere instaurar un valor de no excedencia, para elaborar la curva de porcentajes acumulados hasta cada bloque, que se desagrega para obtener el hietograma de diseño con esa probabilidad de ocurrir. Este valor se establece normalmente en 0,5 (mediana de la muestra), que es el que menos altera la probabilidad instituida por la relación i-d-T para la lámina total. El método OI es el estándar para diseño hidrológico en Australia y consiste en categorizar en cada intervalo de máxima anual (IMA), las proporciones de lluvia por bloque y promediarlas según su jerarquía. Sus ubicaciones promedio en los gráficos permiten adjudicar el orden cronológico de los percentiles en el hietograma tipo. (Caamaño Nelli et al., 2013)

Las mediciones disponibles corresponden a las estaciones de las localidades de Arraga (INTA), Frías (INTA), La Banda (ITA-El Liberal) y Santiago del Estero (IRHI). Los datos disponibles son cada 15 minutos, salvo la de Santiago del Estero cada 10 minutos. En la figura anexa se presentan la ubicación geográfica de las mismas.

## Aplicación a las estaciones disponibles

Como se dijo anteriormente la mayoría de las estaciones tienen datos cada 15 minutos por lo que el criterio adoptado para particionar las tormentas fue de dividir en 4 (cuartiles). Entonces la duración mínima con que se trabaja es de 1 hora y la máxima como se dijo de 3 horas. En el caso de que la

duración de las tormentas al dividirse entre 4 no da intervalos enteros medidos se distribuye proporcionalmente hacia el bloque anterior y posterior.

En la Tabla 1 se muestran los resultados de la aplicación del Método de Pillgrim para la estación de IRHI (Santiago del Estero).

Se puede observar que los porcentajes de precipitación acumulada son del orden del 25% para el 1º cuartil y del 66 % para el 2º Cuartil y que las intensidades picos se dan en el 2º cuartil.

En la Tabla 2 se dan los resultados correspondientes a Huff para dicha estación. Se puede deducir que para el 50% de probabilidad de ocurrencias de las tormentas el comportamiento es semejante al de Pillgrim.

Además el método de OI da por encima en un 15 y 4% que el método de DA en el 2º y 3º cuartil respectivamente y un 3% menor en el 1º cuartil para la estación del IRHI, lo que puede visualizarse en la Figura 2.

Aplicando el método de OI para las demás estaciones los resultados son los siguientes:

Para la Estación del INTA (Frías) los porcentajes de precipitación acumulada son del orden del 17% para el 1º cuartil y del 63 % para el 2º Cuartil.

Que las intensidades picos se dan en el 2º cuartil al igual que el caso anterior.

Para la Estación del INTA (Arraga) los porcentajes de precipitación acumulada son del orden del 15% para el 1º cuartil y del 63 % para el 2º Cuartil.

Que las intensidades picos se dan nuevamente en el 2º cuartil al igual las dos anteriores.

Para la Estación del ITA y el Liberal (La Banda) los porcentajes de precipitación acumulada son del orden del 13% para el 1º cuartil y del 48 % para el 2º Cuartil.

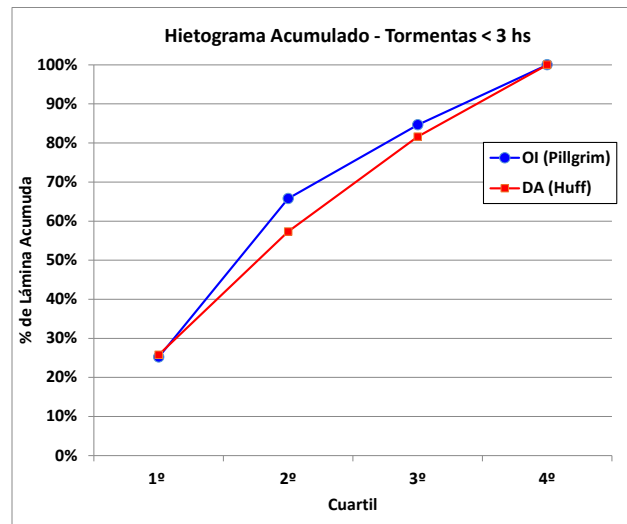
Que las intensidades picos se dan en este caso en el 3º cuartil, aunque en duraciones menores a 2 horas se presenta en 2º cuartil.

**Tabla 1.-** Aplicación de Método de Pillgrim para la estación del IRHI.

Tormenta	Porcentaje por cuartil			
	1º	2º	3º	4º
1	49%	36%	6%	9%
2	37%	23%	12%	28%
3	17%	62%	6%	14%
4	32%	27%	24%	16%
5	41%	21%	21%	18%
6	20%	40%	20%	20%
7	20%	38%	22%	20%
8	19%	40%	21%	20%
9	22%	55%	11%	11%
10	21%	29%	30%	20%
11	12%	24%	31%	34%
12	2%	20%	38%	41%
13	41%	28%	15%	15%
14	17%	26%	29%	29%
<b>TIPO</b>	25.20%	40.58%	18.85%	15.37%

**Tabla 2.-** Aplicación de Método de Huff para la estación del IRHI.

Intervalo	M. de Clase	% de tormentas			
		1º Cuartil	2º Cuartil	3º Cuartil	4º Cuartil
0% - 10%	5%	7%	0%	14%	7%
10% - 20%	15%	43%	7%	43%	71%
20% - 30%	25%	64%	57%	79%	86%
30% - 40%	35%	79%	86%	100%	93%
40% - 50%	45%	100%	86%	100%	100%
50% - 60%	55%	100%	93%	100%	100%
60% - 70%	65%	100%	100%	100%	100%
70% - 80%	75%	100%	100%	100%	100%
80% - 90%	85%	100%	100%	100%	100%
90% - 100%	95%	100%	100%	100%	100%



**Figura 2.-** Comparación de hietogramas acumulados en estación IRHI.

## Conclusiones

El comportamiento de las tormentas en las localidades analizadas es prácticamente homogéneo con las intensidades picos que se producen en el 2º cuartil, a excepción de La Banda en donde en las tormentas entre 2 a 3 horas se da en el 3º Cuartil.

Que en general el método de OI da valores mayores a DA con valores que no superan el 15%, lo que su adopción estaría del lado de la seguridad en el diseño con un error aceptable desde el punto de vista hidrológico.

Los porcentajes acumulados hasta el 2º cuartil, en el orden del 65%, permiten inferir una situación favorable para el proceso lluvia-esorrentía, ya que para eventos aislados generaría que el proceso de infiltración atenúe el pico del Hietograma y por ende el pico del Hidrograma sea menor.

Estos avances en el procesamiento de los registros históricos pluviográficos serán contrastados con otros procedimientos como el IMA, que se usan para la obtención de las IDF se obtiene de las IMA, de manera de comparar con el método de bloque alterno o de Intensidad Instantánea a los fines de definir un criterio de aplicación en la zona de estudio.

## Referencias bibliográficas

Caamaño Nelli G y Dasso C. (2003) "Lluvias de diseño: conceptos, técnicas y experiencias. Editorial: Universitas. ISBN: 9879406435, 222 paginas. Córdoba, Argentina.

Caamaño Nelli G, Dasso C., Garcia Calos M. y Mascuka E. (2013) "Validez de la Técnica e Intensidad Instantánea para la Extracción de Hietogramas de Diseño Típicos". Cuadernos del CURHAM, Vol. 19, Año 2013.

Chow, V.T., D.R. Maidment D.R. y Mays L.W. (1994). Tormentas de Diseño. Cap. 14. pp. 455-505. Hidrologia Aplicada. ISBN:958-600-171-7. Mc Graw-Hill Interamericana S.A. Santa Fe de Bogotá, Colombia.

Ponce, V.M. (1994). "Engineering Hydrology - Principles and practices". Prentice Hall, Englewood Cliffs, N. Jersey 07632; 637 p.