

**IV TALLER SOBRE REGIONALIZACIÓN DE
PRECIPITACIONES MÁXIMAS
TUCUMÁN, MAYO 2014**

**CORRELACIÓN ENTRE PRECIPITACIONES MÁXIMAS MENSUALES Y MÁXIMAS DE
DURACIÓN ENTRE 1 Y 5 DÍAS**

Lucía Odicini⁽¹⁾, Jovita Mendez Zacarías⁽¹⁾⁽³⁾, Gerardo Riccardi⁽¹⁾⁽²⁾ y Albertina González⁽¹⁾⁽³⁾

⁽¹⁾ *Departamento de Hidráulica, Fac. de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario*

⁽²⁾ *Consejo de Investigaciones Universidad Nacional de Rosario*

⁽³⁾ *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas
Riobamba 245bis – (0341) 4808541 - lodicini@fceia.unr.edu.ar*

RESUMEN

En la región de la pampa húmeda cercana a Rosario las precipitaciones medias anuales son del orden de los 1000 mm, siendo las inundaciones una de las problemáticas con mayor impacto sobre la población. Por lo cual resulta de importancia disponer de información referida a precipitaciones, ya sea para el diseño de estructuras hidráulicas de protección contra inundaciones, como para el desarrollo de medidas no estructurales. En ciertos sitios de la región se cuenta con registros oficiales de precipitaciones diarias en series de más de 30 años, pero en la mayoría sólo se dispone de datos de precipitaciones mensuales. Ante esta situación resulta de interés desarrollar alguna herramienta que nos permita estimar a partir de valores máximos mensuales, láminas máximas de lluvia asociadas a tormentas de duración entre 1 y 5 días. En este contexto se aborda la determinación de relaciones entre láminas de distintas duraciones en 7 estaciones de la región. Se han utilizado datos provenientes de la red del Servicio Meteorológico Nacional, dado que existe consistencia en la definición de cada uno de los periodos de 24 hs de lluvia de 9 a 9 de la mañana. Las series corresponden a las estaciones: Rosario (1935-2012), Paraná (1931-2012), Junín (1959-2012), Sauce Viejo (1959-2012), El Trébol (1990-2012), Gualaguaychú (1960-2012), Marcos Juárez (1960-2012). Se obtuvieron relaciones entre valores máximos acumulados de precipitaciones de 30 días con los máximos acumulados de 1 a 5 días. Se analizó el ajuste con las curvas de regresión de tipo lineal y potencial para las diferentes relaciones, calificándose el mismo como aceptable en función del BIAS, el coeficiente de correlación de Pearson (R) y el coeficiente de eficiencia de Nash – Sutcliffe (NSE). Si bien las diferencias son mínimas, se obtuvieron mejores resultados respecto del coeficiente R para curvas de tipo potencial en las relaciones P1-P30, P2-P30, mientras que el ajuste lineal presenta un R mayor para las relaciones P3-P30, P4-P30 y P5-P30. Finalmente se determinaron intervalos de confianza para las relaciones lineales con un nivel de significancia $\alpha=0.10$.

PALABRAS CLAVES: relación entre láminas máximas, lluvia máxima 30 días, pampa húmeda

INTRODUCCIÓN

En el diseño hidrológico aplicado a problemáticas hídricas de la región vinculadas a inundaciones, es común el requerimiento de series de varios días de precipitaciones a los efectos de mayoración de volúmenes y caudales (DH, 2008). En efecto, el diseño de obras para atender a soluciones de problemáticas de inundaciones tales como embalses, estructuras de infiltración, control de sedimentos, estructuras de evacuación de excedentes, entre otras, donde suele ser crítica para el diseño la magnitud del volumen de escurrimiento (además del caudal máximo), se utilizan series de tormentas de 1 hasta 5 días de longitud temporal.

En general esta demanda no es correspondida con la disponibilidad local de información de lluvias diarias en series de tiempo lo suficientemente extendidas. Sin embargo la disponibilidad es mayor en lo que respecta a lluvias acumuladas mensuales. En muchas localidades de la región, en cooperativas de granos u entidades vinculadas actividades rurales se cuenta con extensas series (más de 30 años) de valores acumulados mensuales. Atendiendo a indagar acerca de la posibilidad de relacionar mediante ecuaciones, lluvias máximas mensuales con acumulados de lluvias de 1 a 5 días, se plantea el presente trabajo en el que se establecen relaciones entre láminas máximas de 30 días de duración y lluvias máximas de 1 a 5 días de duración. Las relaciones determinadas son de tipo lineal y potencial, dependiendo del caso, y se acompañan del correspondiente test de bondad del ajuste y la construcción de intervalos de confianza. Con el consiguiente complemento de la relación entre máximos mensuales y lluvia en 30 días se arriba a una metodología de estimación aproximada partiendo desde lluvia mensual a lluvia de varios días. Cabe destacar que se aborda el acumulado sin incluir análisis alguno en lo que respecta a distribuciones temporales internas, tampoco se abordan aspectos relacionados a la probabilidad de ocurrencia.

DESCRIPCIÓN DE LAS ESTACIONES PLUVIOGRÁFICAS

Se utilizó información proveniente de estaciones pluviográficas pertenecientes al Servicio Meteorológico Nacional (SMN) dado que existe consistencia en la definición de cada uno de los periodos de 24 hs de lluvia de 9 a 9 de la mañana. En particular se trata de 7 estaciones de la región que cuentan con series de datos registrados de más de 20 años. Las series corresponden a las estaciones: Rosario Aero, Paraná, Junín, Sauce Viejo, El Trébol, Gualeguaychú y Marcos Juárez. En la Figura 1 se puede observar la ubicación geográfica de las estaciones, de las cuales 3 pertenecen a la provincia de Santa Fe, 2 a la provincia de Entre Ríos, 1 a la provincia de Córdoba y 1 a la provincia de Buenos Aires.

Cabe mencionar que también se contó con datos provenientes de la estación de Venado Tuerto, pero los mismos no pudieron ser utilizados debido a que la serie presenta una gran cantidad de datos faltantes distintos años.



Figura 1. Ubicación geográfica de las estaciones pluviográficas en estudio.

En la Tabla 1 se presentan la ubicación en coordenadas Latitud, Longitud y además el periodo con disponibilidad de datos registrados para cada estación.

Tabla 1. Ubicación de las estaciones en estudio y periodo disponible de registros.

Estación	Ubicación		Periodo
	Latitud	Longitud	
El Trebol	32° 12' 27" Sur	61° 42' 37" Oeste	1990 - 2012
Gualeguaychu	33° 00' 59" Sur	58° 31' 07" Oeste	1960 - 21012
Junin	34° 34' 56" Sur	60° 57' 02" Oeste	1959 - 2012
Marcos Juárez	32° 41' 38" Sur	62° 06' 13" Oeste	1960 - 2012
Paraná	31° 47' 22" Sur	60° 29' 02" Oeste	1931 - 2012
Rosario Aero	32° 54' 57" Sur	60° 46' 49" Oeste	1935 - 2012
Sauce Viejo	31° 42' 34" Sur	60° 48' 22" Oeste	1959 - 2012

En la Figura 2 se presenta la ubicación geográfica de las estaciones georeferenciadas en coordenadas planas (Gauss Krugger faja 5), conjuntamente con la graficación de la isohietas de lluvia media anual.

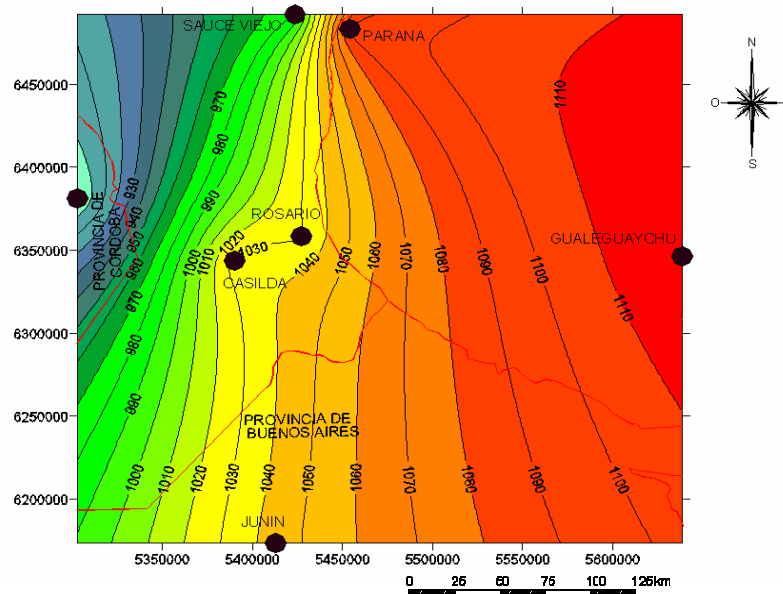


Figura 2. Ubicación geográfica de las estaciones e isohietas de lluvia media anual. Fuente: Riccardi et al (2012).

METODOLOGÍA

TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Se detectaron algunas series que presentaban periodos incompletos, por lo cual se procedió a descartar aquellos años en los cuales se considera que, por la magnitud del periodo faltante y su ubicación en el año, podrían influir en los resultados del presente trabajo.

Luego se analizaron las series de datos de precipitación a través del Test U encontrándose que en dos de ellas existían cambios en la tendencia central de las muestras. Las series en cuestión son Paraná y Sauce Viejo. Por esta razón se decidió utilizar solo una parte de dichas series, aquella que se registró posteriormente al cambio en la tendencia central detectada en el año 1970 aproximadamente.

DESARROLLO

Con la información ya tratada se confeccionaron planillas de valores de precipitaciones diarias, y acumuladas para 2, 3, 4, 5 y 30 días.

En cada una de las estaciones se obtuvieron las láminas máximas por año, para cada una de las duraciones. Luego se determinaron las siguientes relaciones entre láminas:

- P 30 días vs P 1 día (P30 – P1).
- P 30 días vs P 2 días (P30 – P2).
- P 30 días vs P 3 días (P30 – P3).
- P 30 días vs P 4 días (P30 – P4).
- P 30 días vs P 5 días (P30 – P4).

Para obtener una expresión matemática que vincule las relaciones se propusieron diferentes curvas de regresión. De las cuales las que presentaron mejor ajuste fueron las de tipo lineal (ver Ec. 1) y potencial (ver Ec. 2).

$$P_i = m \times P_{30} + h \quad ; \text{ con } i \text{ variable entre 1 y 5} \quad (\text{Ec. 1})$$

$$P_i = a \times P_{30}^b \quad ; \text{ con } i \text{ variable entre 1 y 5} \quad (\text{Ec. 2})$$

A los efectos de analizar la bondad de los ajustes para las distintas relaciones, se calcularon los parámetros estadísticos BIAS, PBIAS, NSE (Nash – Sutcliffe), R y R² para ambos ajustes en cada una de las estaciones. También se evaluó el error cuadrático medio (ECM), pero no fue considerado para la calificación del ajuste.

Los valores de referencia considerados a los fines de calificar los ajustes obtenidos según PBIAS, NSE y para determinar el grado de correlación existente entre las láminas máximas acumuladas mensuales y entre 1 y 5 días según el coeficiente R, se pueden observar en la Tabla 2.

Tabla 2. Valores de referencia para la evaluación de ajuste según distintos indicadores.

Tipo y grado de correlación / Condición	Valores de R	PBIAS	NSE
No existe / débil	0	$>\pm 25$	< 0.5
Positiva débil / satisfactoria	$0 < R \leq 0.5$	$\pm 15 - \pm 25$	$0.5 - 0.64$
Positiva moderada / buena	$0.5 < R < 0.8$	$\pm 10 - \pm 15$	$0.65 - 0.74$
Positiva fuerte / muy buena	$0.8 \leq R < 1$	± 10	≥ 0.75

En las Tablas 3 y 4 se presentan los valores obtenidos de los diferentes indicadores para ambos ajustes en todas las estaciones.

Tabla 3. Indicadores obtenidos para el ajuste lineal.

Relación	Indicador	Rosario	Paraná	Sauce Viejo	Marcos Juárez	Gualeguaychú	Junín	El Trébol
1 día - 30 días	BIAS	0,01	0,02	0,01	0,96	-0,71	-1,18	0,92
	PBIAS	0,01	0,01	0,01	1,16	-0,72	-1,26	1,08
	N-S	0,34	0,37	0,51	0,47	0,54	0,41	0,21
	R	0,58	0,61	0,74	0,68	0,76	0,58	0,46
	R2	0,34	0,37	0,54	0,46	0,58	0,34	0,21
2 días - 30 días	BIAS	-0,01	0,01	-0,01	1,15	-0,43	-0,50	0,91
	PBIAS	-0,01	0,01	-0,01	1,19	-0,36	-0,44	0,83
	N-S	0,42	0,56	0,49	0,43	0,52	0,47	0,39
	R	0,65	0,75	0,74	0,66	0,75	0,63	0,63
	R2	0,42	0,56	0,55	0,43	0,57	0,39	0,39
3 días - 30 días	BIAS	0,00	0,01	0,01	0,80	-0,08	-0,40	0,96
	PBIAS	0,00	0,00	0,01	0,78	-0,06	-0,32	0,79
	N-S	0,42	0,64	0,62	0,49	0,70	0,56	0,44
	R	0,65	0,80	0,82	0,71	0,85	0,71	0,67
	R2	0,42	0,64	0,67	0,51	0,73	0,50	0,45
4 días - 30 días	BIAS	-0,01	-0,01	0,01	1,06	-0,22	-0,68	0,75
	PBIAS	0,00	-0,01	0,01	0,93	-0,15	-0,52	0,53
	N-S	0,45	0,65	0,63	0,62	0,74	0,57	0,57
	R	0,67	0,81	0,83	0,79	0,87	0,72	0,76
	R2	0,45	0,65	0,69	0,63	0,76	0,52	0,57
5 días - 30 días	BIAS	-0,01	-0,003	-0,001	1,06	-0,18	-0,12	8,06
	PBIAS	-0,01	-0,002	-0,001	0,89	-0,12	-0,09	5,69
	N-S	0,51	0,66	0,69	0,62	0,75	0,62	0,78
	R	0,72	0,81	0,86	0,80	0,88	0,76	0,78
	R2	0,51	0,66	0,74	0,64	0,77	0,57	0,61

Tabla 4. Indicadores obtenidos para el ajuste potencial.

Relación	Indicador	Rosario	Paraná	Sauce Viejo	Marcos Juarez	Gualeguaychú	Junín	El Trébol
1 día - 30 días	BIAS	-3,22	-4,62	-2,96	-1,33	-2,90	-5,35	-2,46
	PBIAS	-3,49	-4,36	-3,35	-1,61	-2,97	-5,71	-2,89
	N-S	0,33	0,36	0,50	0,47	0,53	0,36	0,21
	R	0,63	0,66	0,73	0,70	0,72	0,62	0,57
	R2	0,39	0,43	0,54	0,49	0,52	0,39	0,32
2 días - 30 días	BIAS	-3,62	-4,85	-4,61	-0,80	-3,84	-4,95	-3,66
	PBIAS	-3,23	-3,59	-4,05	-0,83	-3,25	-4,43	-3,33
	N-S	0,41	0,55	0,46	0,44	0,52	0,44	0,37
	R	0,65	0,75	0,72	0,67	0,73	0,68	0,60
	R2	0,42	0,56	0,52	0,45	0,54	0,47	0,36
3 días - 30 días	BIAS	-4,17	-4,69	-5,03	-1,00	-4,15	-5,00	-4,90
	PBIAS	-3,40	-3,15	-3,85	-0,97	-3,16	-4,00	-4,02
	N-S	0,40	0,63	0,61	0,50	0,69	0,53	0,42
	R	0,63	0,79	0,79	0,73	0,80	0,72	0,69
	R2	0,39	0,62	0,63	0,53	0,64	0,52	0,47
4 días - 30 días	BIAS	-4,57	-4,25	-5,19	-1,19	-9,44	-5,36	-3,53
	PBIAS	-3,44	-2,71	-3,77	-1,05	-6,63	-4,07	-2,65
	N-S	0,43	0,65	0,62	0,61	0,72	0,54	0,54
	R	0,65	0,80	0,81	0,81	0,82	0,73	0,72
	R2	0,42	0,65	0,65	0,66	0,68	0,53	0,52
5 días - 30 días	BIAS	2,98	-4,16	-4,52	-1,02	-5,18	-4,50	3,74
	PBIAS	2,12	-2,47	-3,10	-0,87	-3,45	-3,21	2,64
	N-S	0,51	0,66	0,69	0,62	0,73	0,60	0,78
	R	0,70	0,81	0,85	0,82	0,82	0,75	0,72
	R2	0,49	0,66	0,72	0,68	0,67	0,56	0,52

Considerando los valores presentados en las Tablas 3 y 4, se observa que en términos de PBIAS los ajustes obtenidos para todas las relaciones de máximos, tanto para el caso de regresión lineal como para el caso de regresión potencial, son muy buenos. En cambio tanto el grado de correlación según el coeficiente de Pearson (R) como el ajuste considerando el coeficiente de eficiencia de Nash – Sutcliffe son variables. En el primer caso, el grado de correlación se da entre débil, moderada y fuerte. Y en el caso de NSE los resultados varían entre débil, satisfactoria, buena y muy buena. Los mejores ajustes, según estos últimos indicadores, se dan entre máximo acumulado de 30 días y los máximos acumulados para 3 y más días, coincidiendo con aquellas duraciones críticas que mayoran la estimación de caudales y volúmenes de crecidas máximos en cuencas de esta región (Riccardi et al, 2012).

Por otra parte se puede apreciar una leve mejora en las correlaciones obtenidas mediante ajustes potenciales por sobre los ajustes lineales para los máximos acumulados entre P30 – P1 y P30 – P2, y mediante ajustes lineales para los máximos acumulados entre P30 – P3, P30 – P4 y P30 – P5.

A modo ilustrativo se presentan de manera gráfica, ambos ajustes para todas las relaciones en la estación Rosario Aero, como así también las ecuaciones y los valores de R^2 correspondientes. (Ver Figuras 3 a 7):

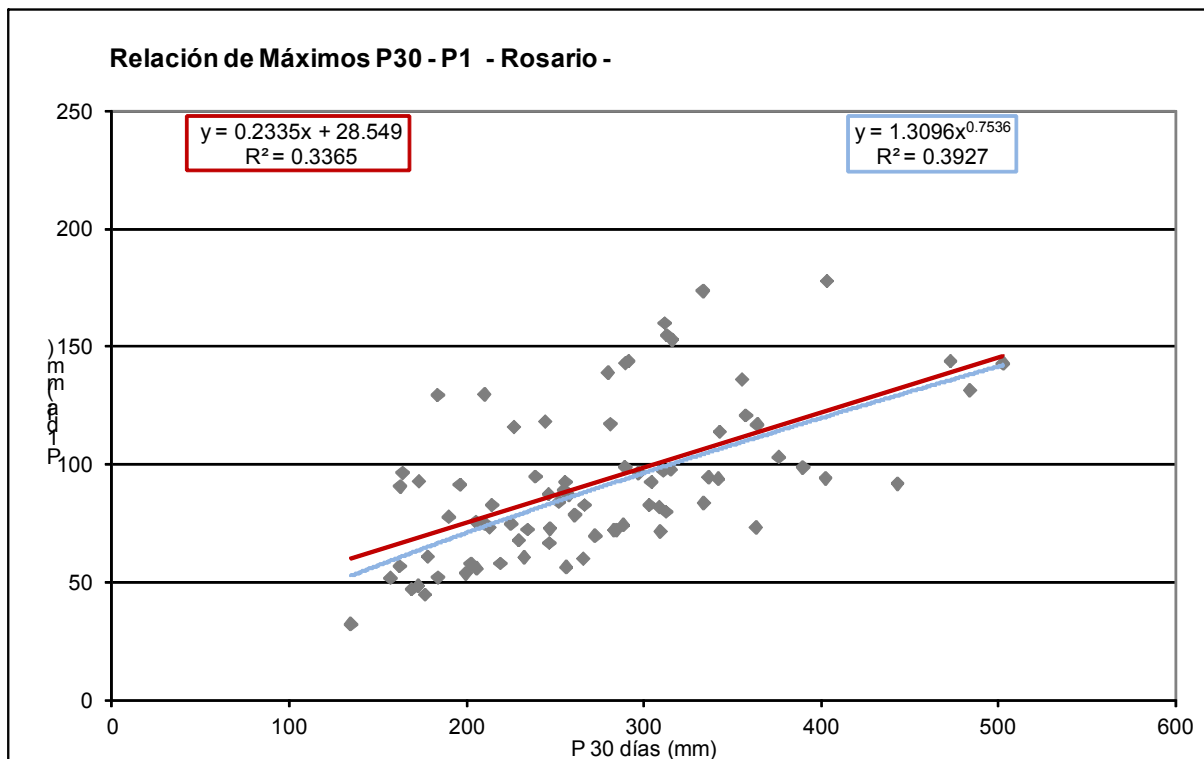


Figura 3. Estación Rosario. Relación de máximos de 30 días y máximo de 1 día.

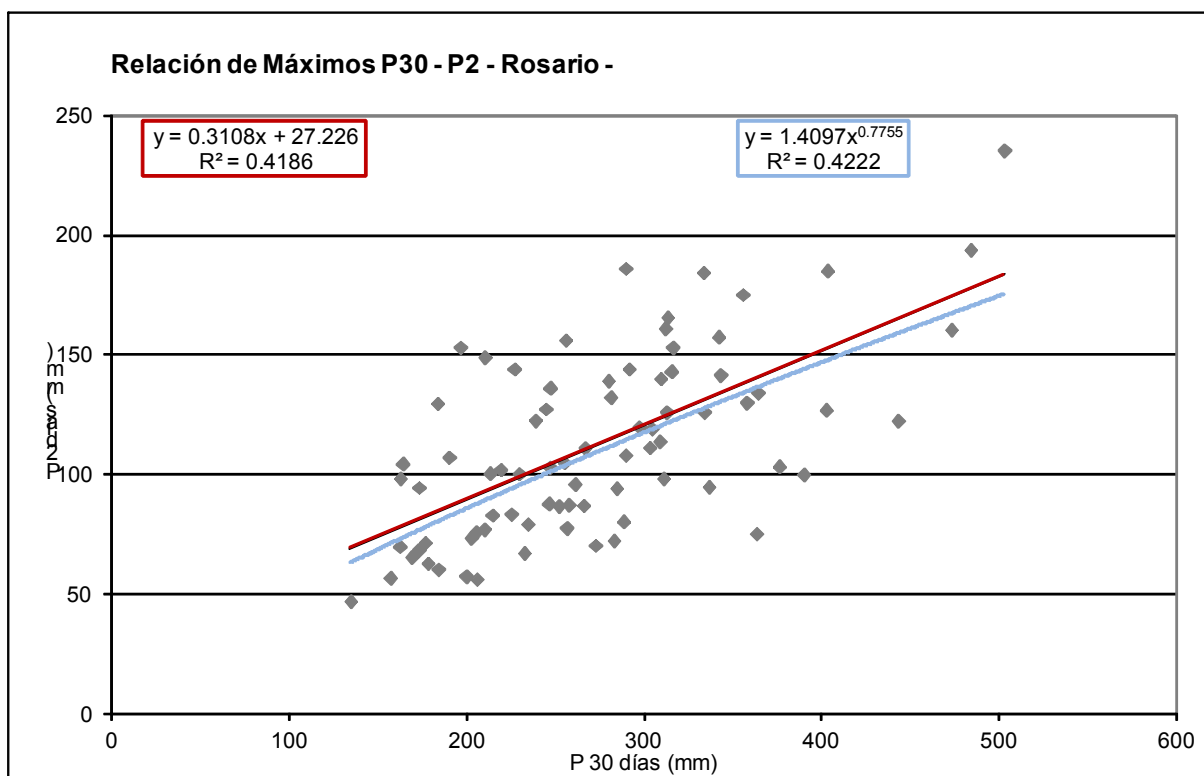


Figura 4. Estación Rosario. Relación de máximos de 30 días y máximo de 2 días.

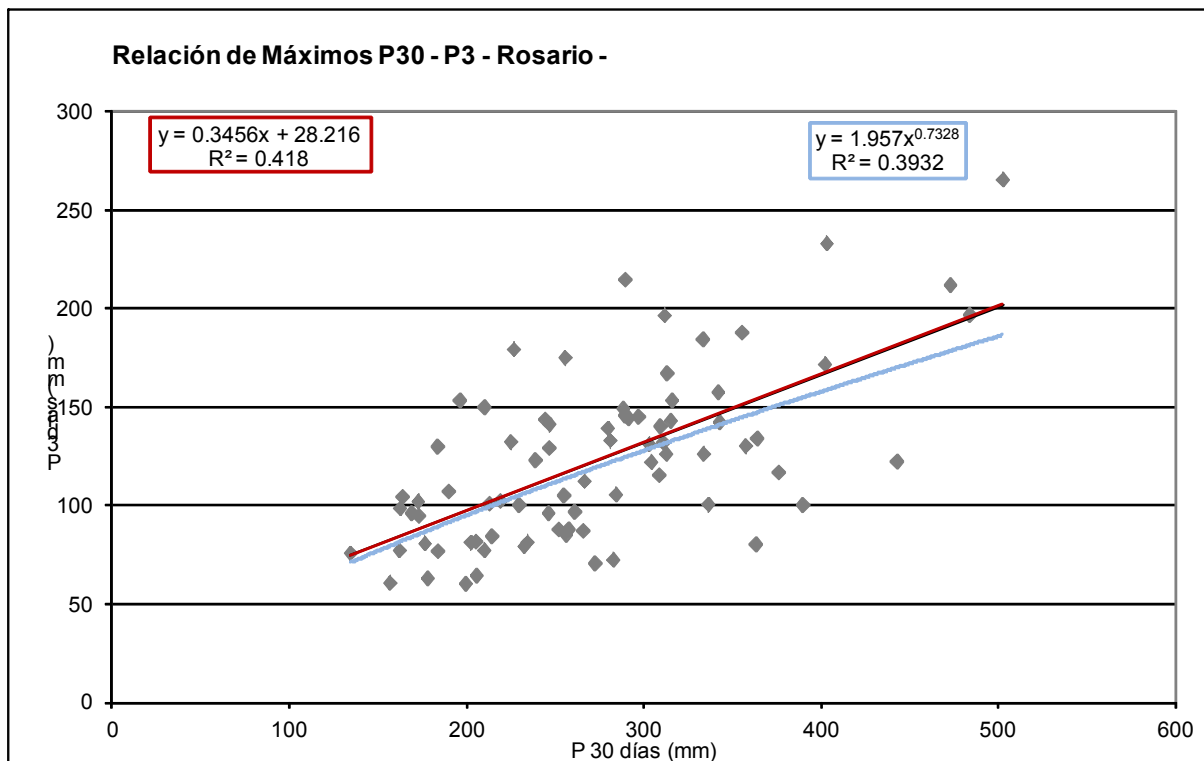


Figura 5. Estación Rosario. Relación de máximos de 30 días y máximo de 3 días.

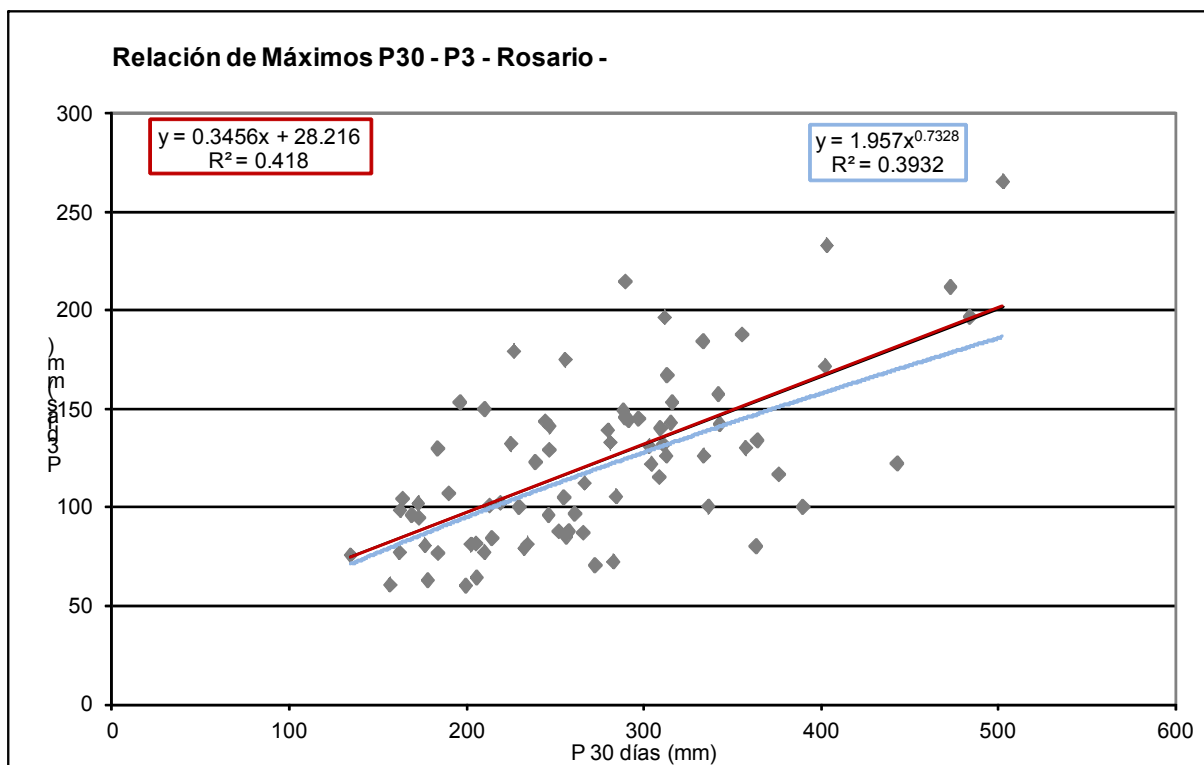


Figura 6. Estación Rosario. Relación de máximos de 30 días y máximo de 4 días.

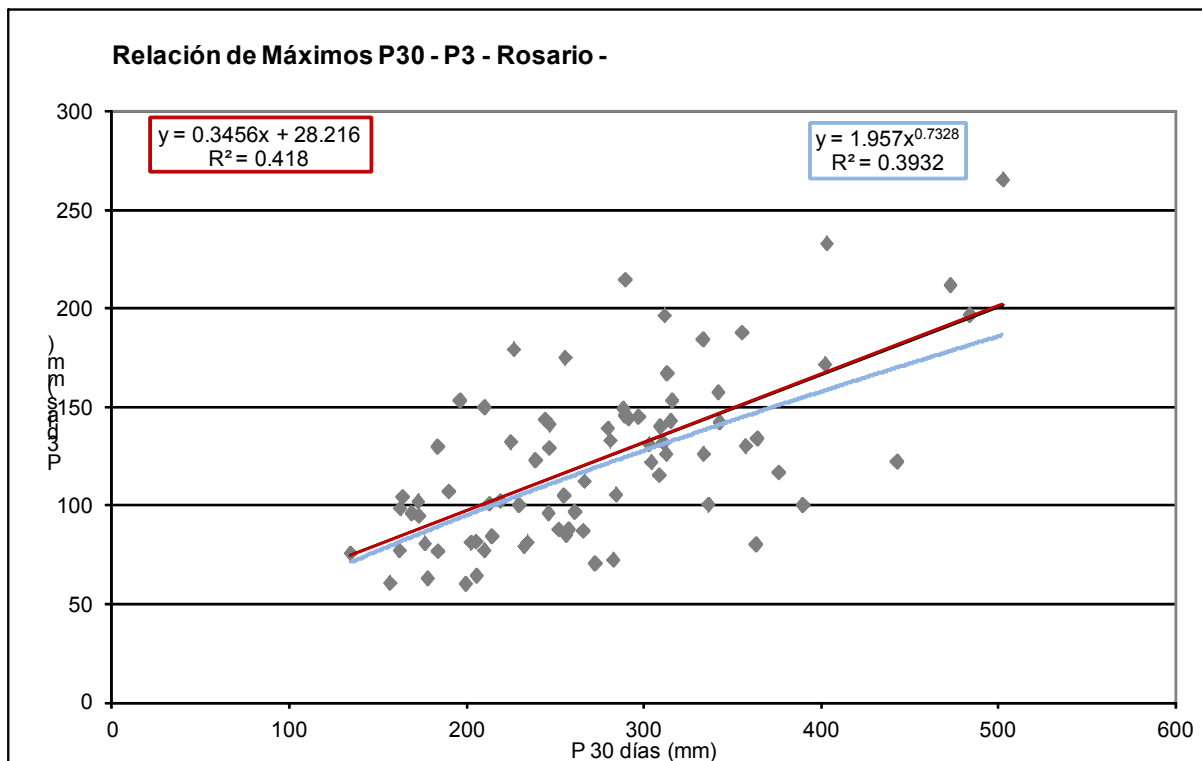


Figura 7. Estación Rosario. Relación de máximos de 30 días y máximo de 5 días.

Considerando el tipo de ajuste que presentó mejor performance para cada relación, los parámetros que definen a cada una de las curvas de regresión (Ec. 1 y Ec. 2) se presentan en la Tabla 5 para las diferentes estaciones.

Tabla 5. Parámetros de las ecuaciones que representan el ajuste.

Relación	30 días - 1 día		30 días - 2 días		30 días - 3 días		30 días - 4 días		30 días - 5 días	
Mejor Ajuste	Potencial				Lineal					
Parámetro	a	b	a	b	m	h	m	h	m	h
Rosario	1.310	0.754	1.410	0.776	0.346	28.216	0.414	19.939	0.467	12.838
Paraná	0.523	0.913	0.205	1.117	0.543	-25.985	0.558	-22.756	0.584	-19.095
El Trebol	1.391	0.723	1.055	0.816	0.440	-3.122	0.526	-16.157	0.569	-20.075
Gualeguaychu	2.333	0.653	1.570	0.755	0.423	5.319	0.497	-5.818	0.522	-5.562
Junin	1.304	0.749	0.841	0.860	0.451	-2.679	0.472	-2.052	0.508	-3.464
Marcos Juarez	1.197	0.767	2.491	0.663	0.305	28.328	0.472	-2.297	0.484	-0.101
Sauce Viejo	0.880	0.811	1.035	0.826	0.515	-16.452	0.557	-21.117	0.612	-28.325

Cabe aclarar que las ecuaciones definidas por los parámetros que se muestran en la tabla anterior, sólo tienen validez de aplicación para los valores de lámina acumulada en 30 días que se encuentran comprendidos en el rango entre 100 mm y 600 mm. Éste, es el rango de valores para el cual se realizó el análisis y en el cuál hay datos disponibles.

En las Figuras 8 a 12 se presentan de manera gráfica, las curvas de regresión de las estaciones agrupadas en función de las diferentes relaciones, considerando el ajuste elegido para cada una. Relaciones P30 – P1 y P30 – P2 ajuste potencial y las tres restantes ajuste lineal.

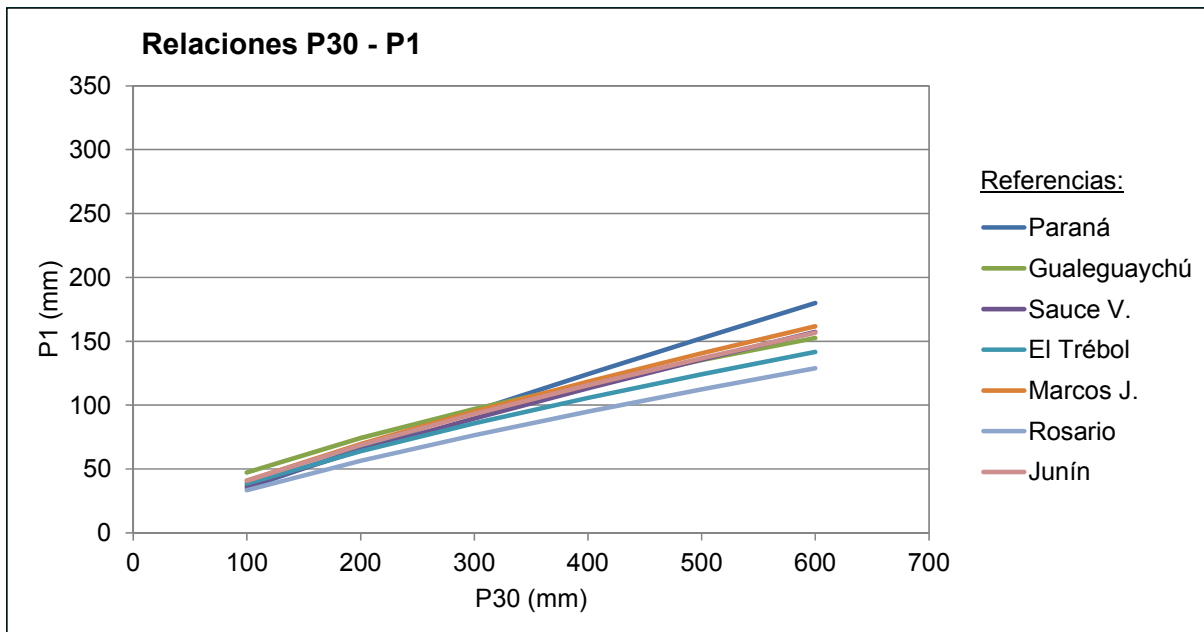


Figura 8. Curvas de regresión relación máximos de 30 días y 1 día. Ajuste potencial.

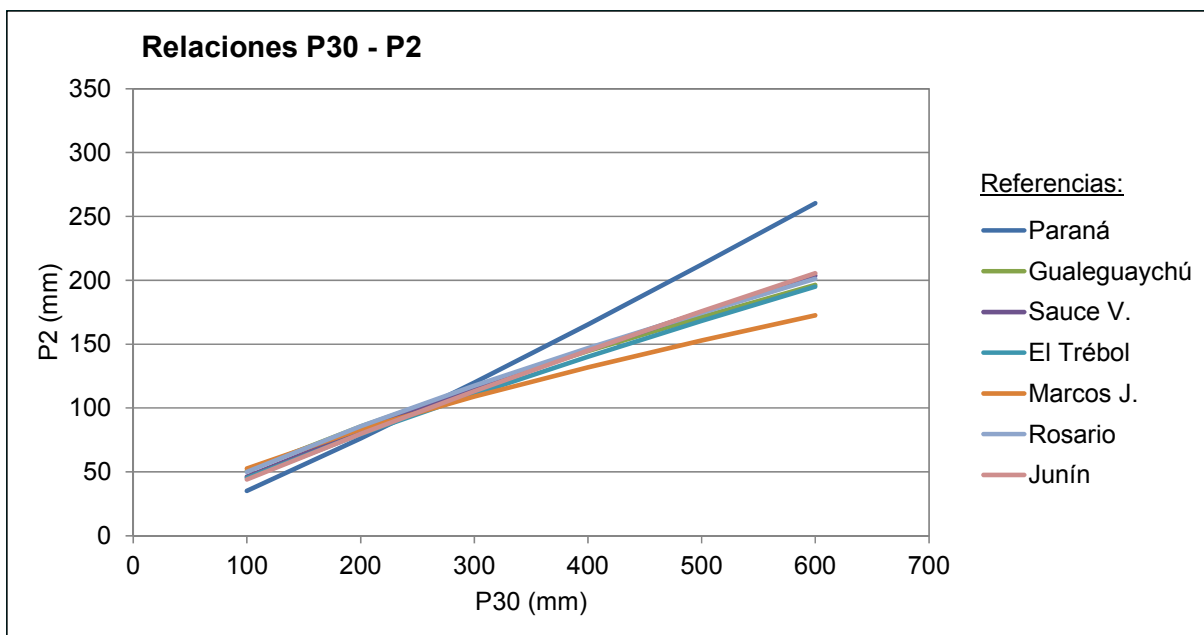


Figura 9. Curvas de regresión relación máximos de 30 días y 2 días. Ajuste potencial.

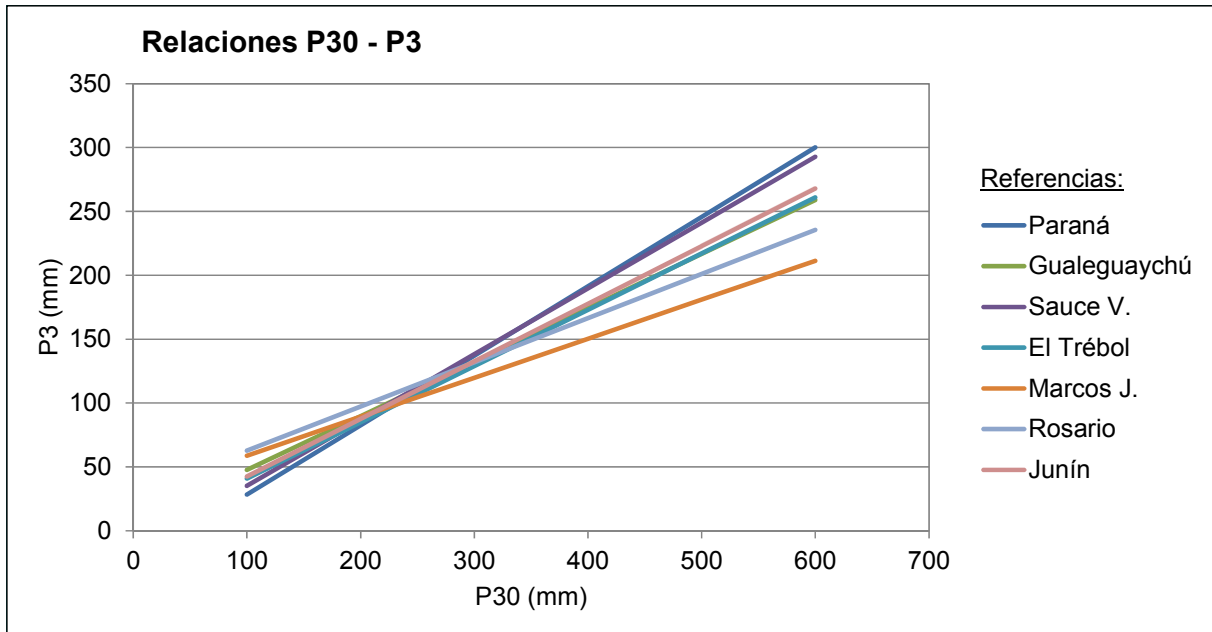


Figura 10. Curvas de regresión relación máximos de 30 días y 3 días. Ajuste lineal.

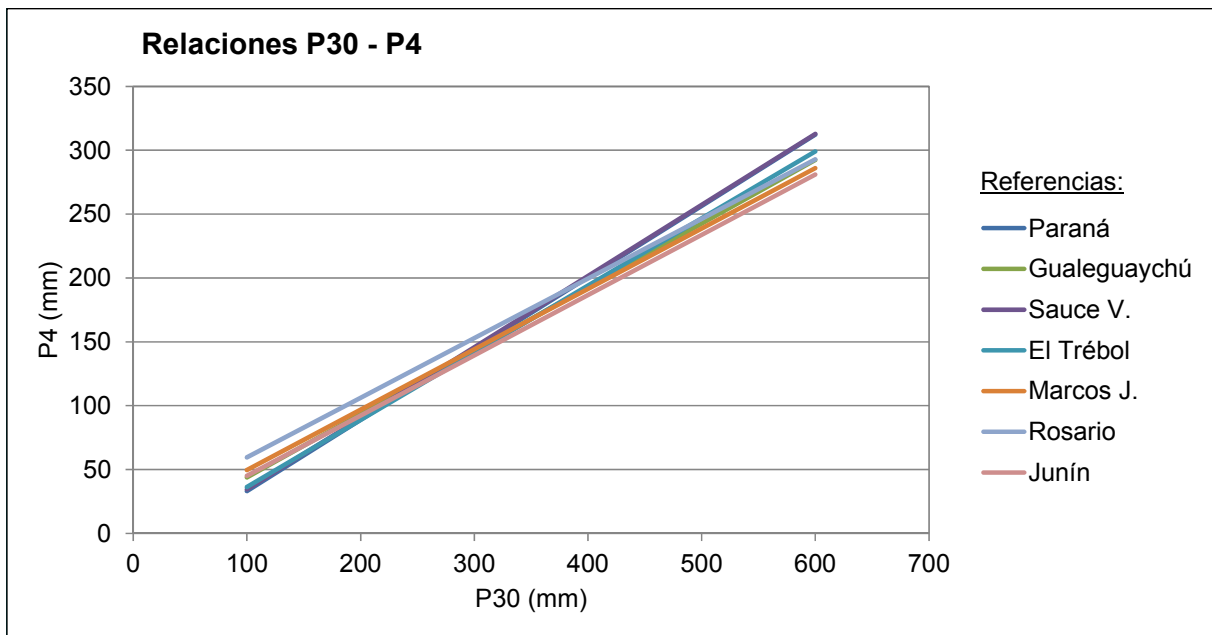


Figura 11. Curvas de regresión relación máximos de 30 días y 4 días. Ajuste lineal.

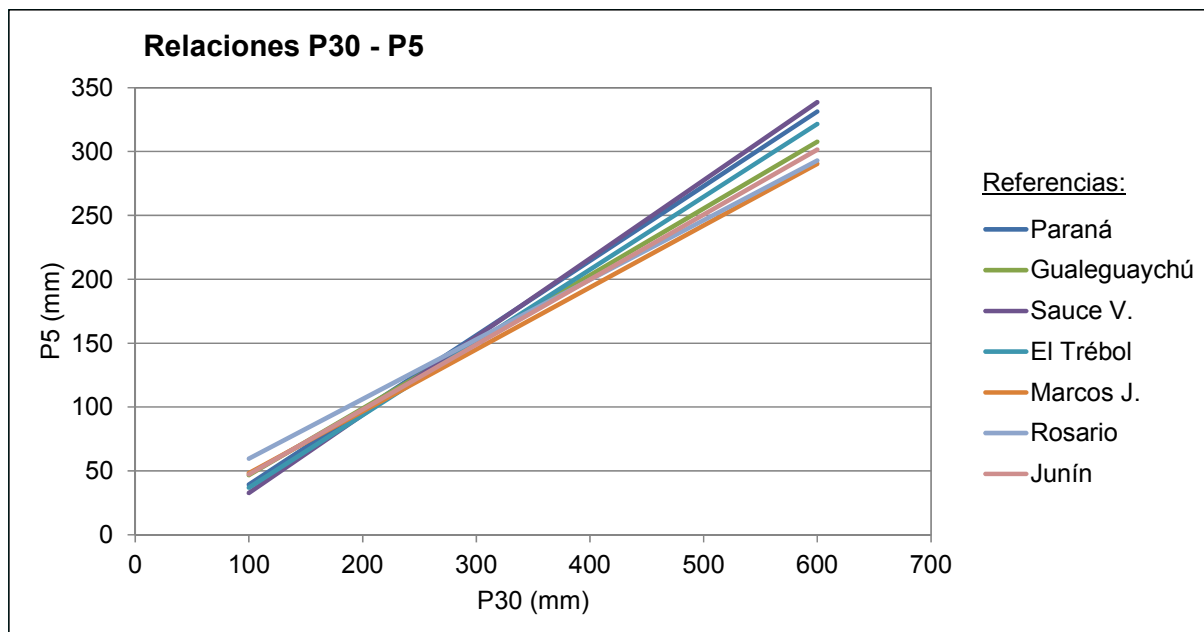


Figura 12. Curvas de regresión relación máximos de 30 días y 5 días. Ajuste lineal.

Al igual que lo mencionado para los parámetros de la Tabla 5, las gráficas presentadas tienen validez para precipitaciones de 30 días que se encuentran dentro del rango de 100 mm a 600 mm.

MÁXIMOS ACUMULADOS RELACIONADOS

A los efectos de buscar un mejor ajuste se analizó la correlación entre los máximos de 30 días y los acumulados de 1 a 5 días que se encuentran comprendidos dentro de esos 30 días para cada año. Se tomó la estación de Rosario como testigo por ser la serie cuyo periodo de registros es el más extenso.

Teniendo en cuenta el grado de correlación entre los diferentes pares de variables en términos de R que se muestra en la Tabla 6 se puede observar que no cambia sustancialmente. Quedando los valores dentro del rango que corresponde a una correlación moderada para ambos casos analizados.

Tabla 6. Comparación máximos relacionados – sin relacionar según indicador R.

		R				
		P1 - P30	P2 - P30	P3 - P30	P4 - P30	P5 - P30
Lineal	Máximos Relacionados	0.6020	0.6608	0.6724	0.7018	0.7352
	Máximos sin Relacionar	0.5801	0.6470	0.6465	0.6743	0.7168
Potencial	Máximos Relacionados	0.6380	0.6576	0.6583	0.6799	0.7179
	Máximos sin Relacionar	0.6267	0.6498	0.6271	0.6505	0.6957

Al no haber mejoras significativas en el ajuste logrado se consideró no relevante dicho análisis, por lo cual en las demás estaciones no se llevó a cabo el mismo.

INTERVALOS DE CONFIANZA

Finalmente se analizaron los intervalos de confianza para el ajuste lineal, adoptando un nivel de significancia del 10%, con el objeto de determinar el entorno de variación del ajuste propuesto. (Ver figuras 13 a 17).

En las figuras siguientes se presentan los intervalos de confianza para los ajustes obtenidos en la estación Rosario y además se presentan a modo indicativo los semianchos promedio para cada relación.

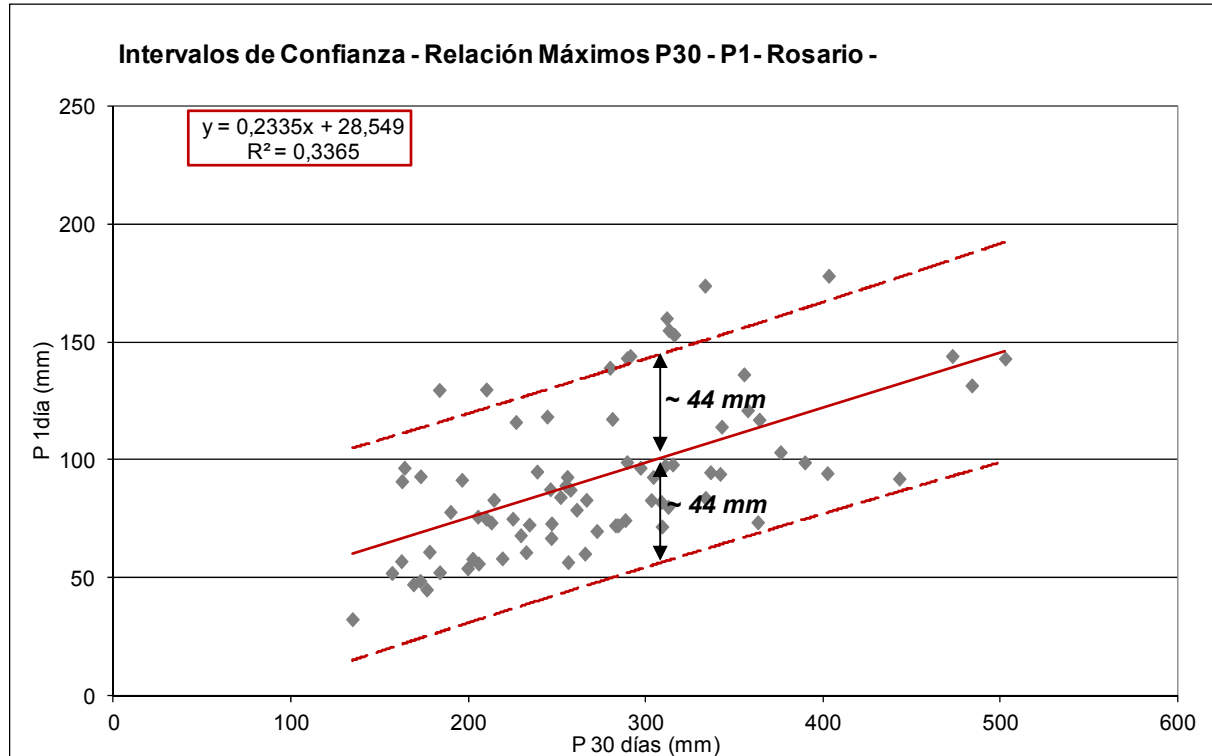


Figura 13. Intervalos de confianza para relación de máximos de 30 días y 1 día.

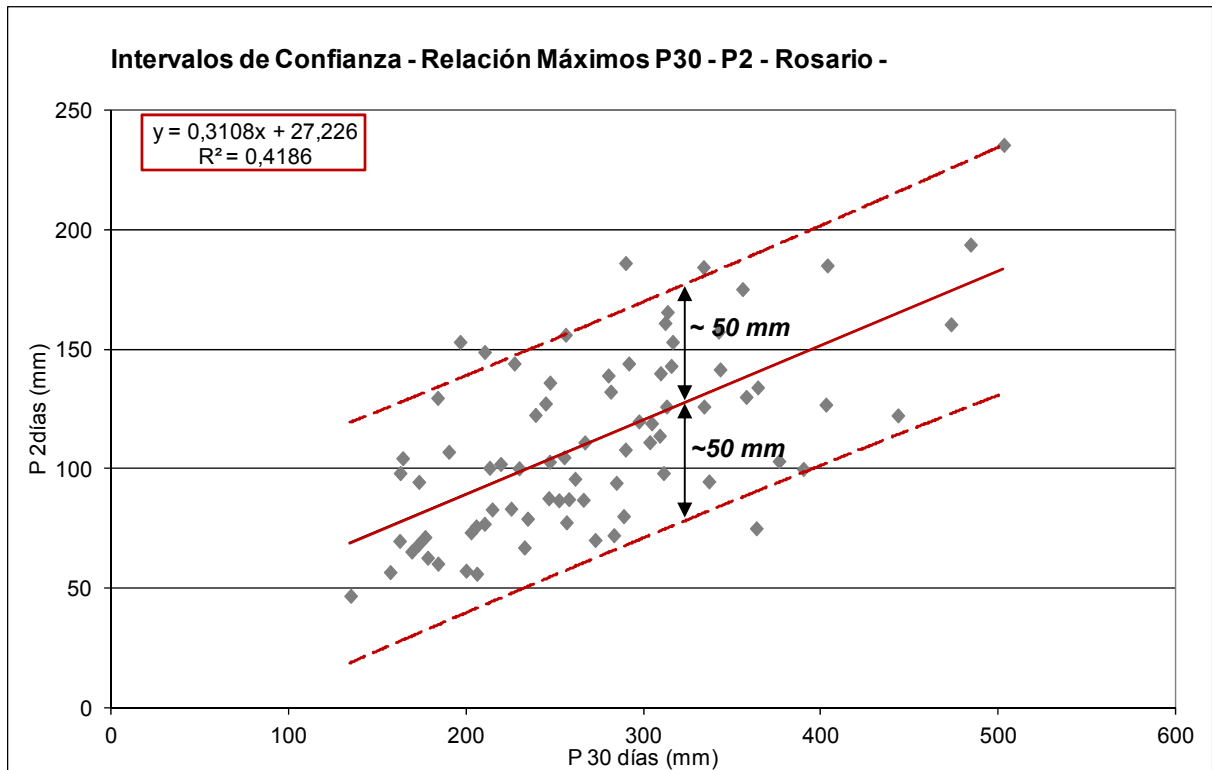


Figura 14. Intervalos de confianza para relación de máximos de 30 días y 2 días.

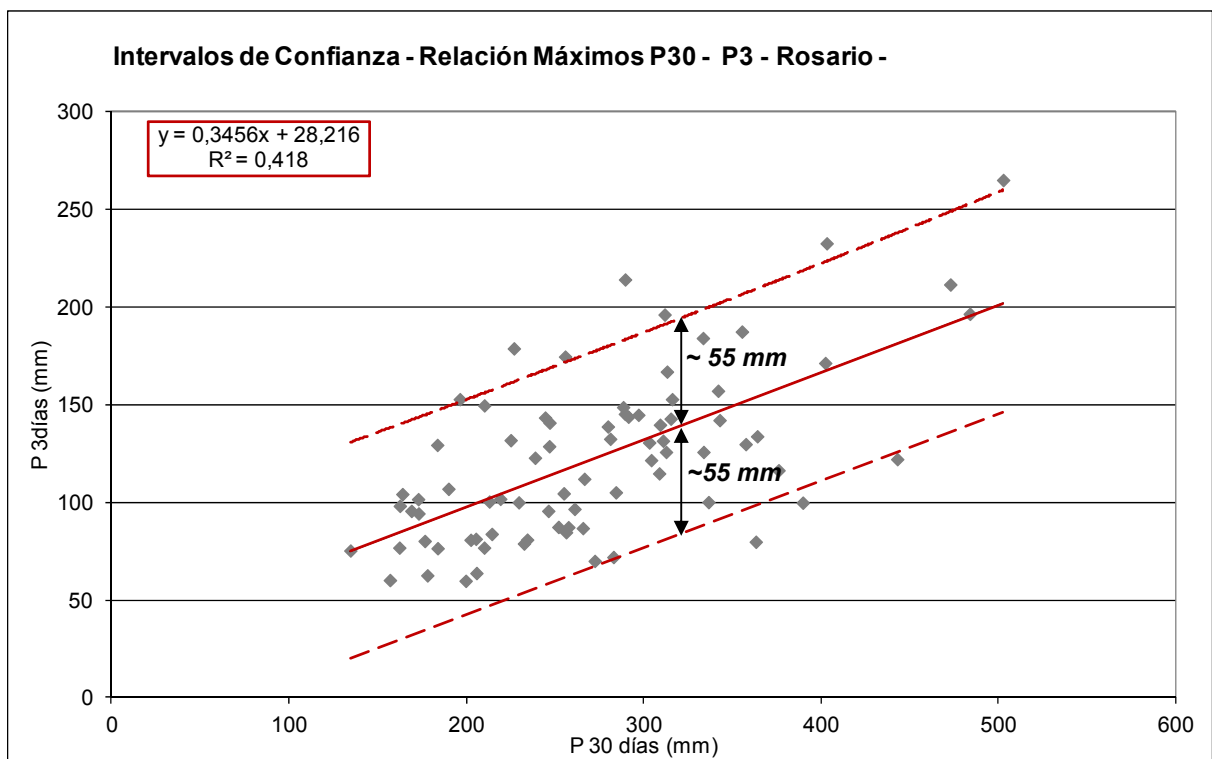


Figura 15. Intervalos de confianza para relación de máximos de 30 días y 3 días.

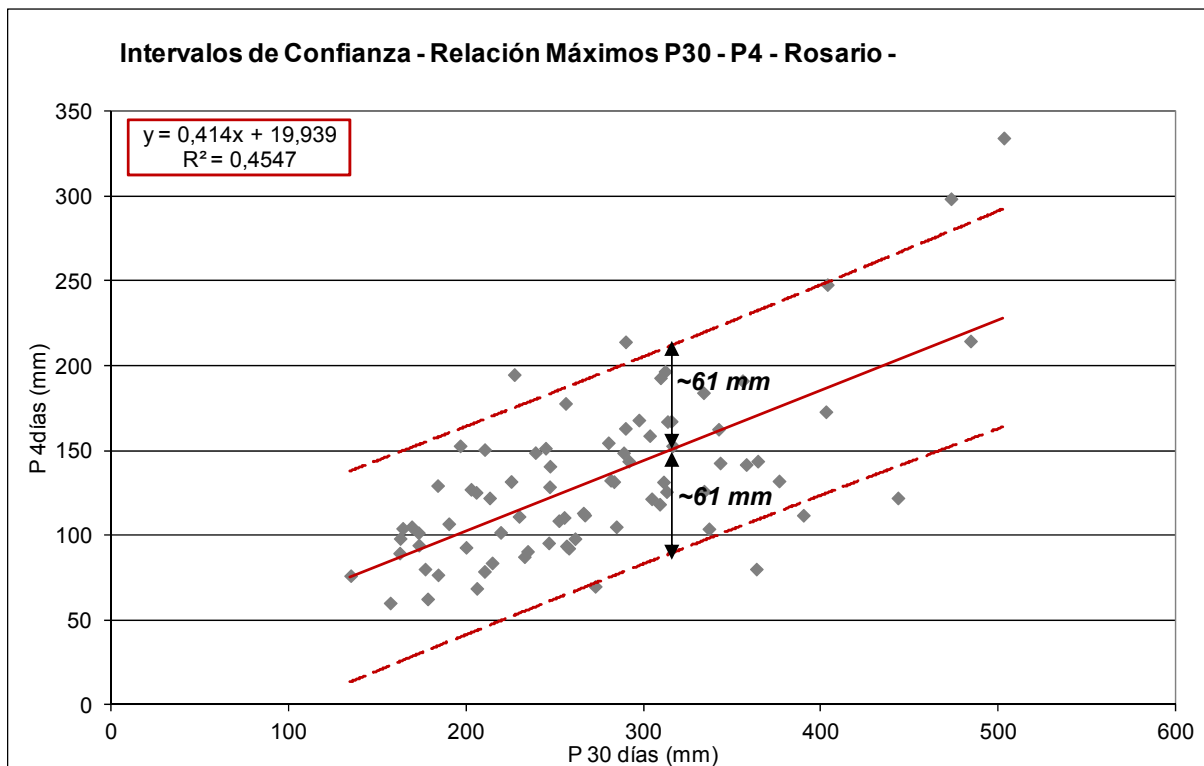


Figura 16. Intervalos de confianza para relación de máximos de 30 días y 4 días.

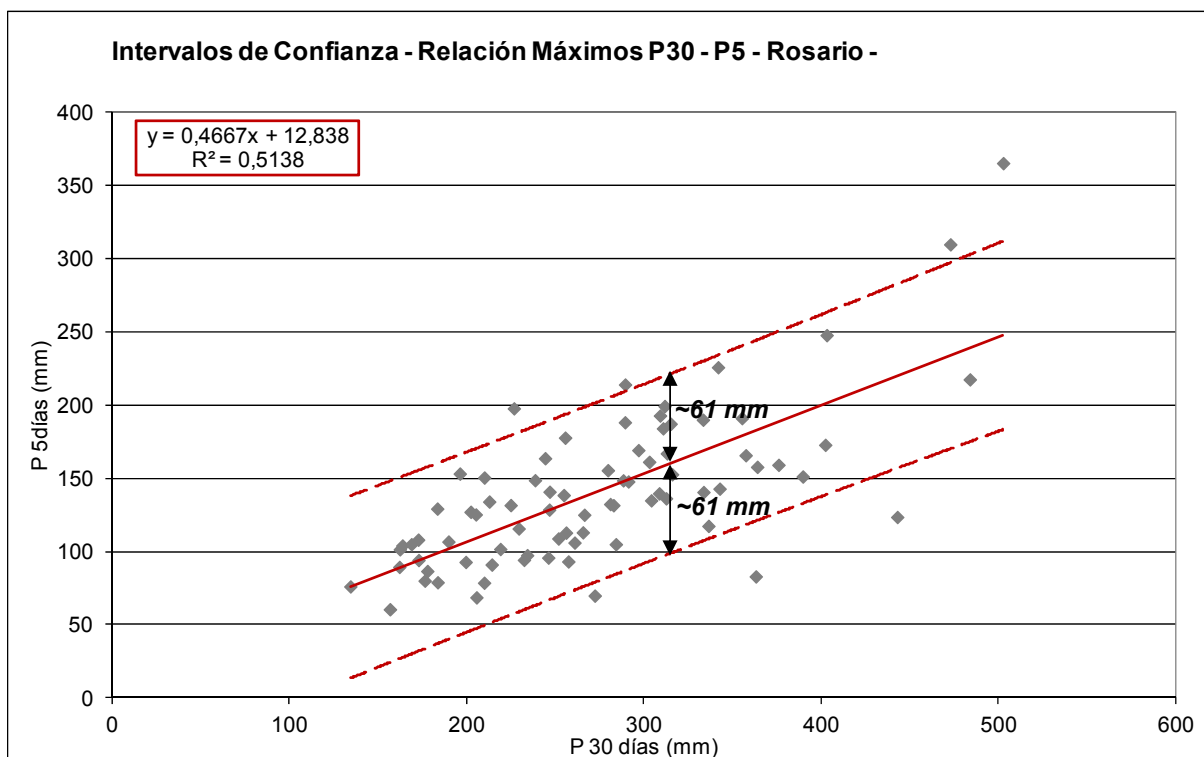


Figura 17. Intervalos de confianza para relación de máximos de 30 días y 5 días.

Se realizó el mismo procedimiento para todas las estaciones y se confeccionó una tabla resumen con los valores obtenidos. Los valores presentados en la tabla 7 son valores de semianchos promedio de intervalos de confianza estimados a modo de referencia.

Tabla 7. Semiancho promedio de intervalos de confianza.

Estación	Semiancho de intervalo de confianza (mm)				
	P30 - P1	P30 - P2	P30 - P3	P30 - P4	P30 - P5
Rosario	44	50	55	61	62
Paraná	59	64	66	65	67
Sauce Viejo	41	58	62	65	63
Marcos Juarez	37	38	39	46	46
Gualedaychú	41	57	56	60	63
Junín	56	61	60	61	58
El Trébol	46	58	69	64	64

Los valores que presenta la Tabla 7 expresan que el rango de resultados posibles es considerablemente amplio utilizando un nivel de significancia del 10%.

RELACIÓN ENTRE P30 Y PM (LLUVIA MENSUAL)

Para completar los pasos de cálculo necesarios para determinar las lluvias de 1 a 5 de duración teniendo solo disponibles lluvias mensuales fue necesario determinar la relación vincular entre P30 y PM (lluvia mensual). Dicha relaciones resultaron fuertemente lineales con un coeficiente de linealidad comprendido entre 1.13 y 1.17.

CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

Se ha presentado una metodología para establecer relaciones entre láminas máximas mensuales y láminas máximas con duraciones entre 1 a 5 días.

Las relaciones analizadas fueron de tipo lineal y potencial. En términos de PBIAS los ajustes pueden calificarse como muy buenos, en tanto en términos del coeficiente de Pearson (R) los ajustes pueden definirse entre moderados y fuertes. En lo que respecta al coeficiente de NSE el ajuste puede considerarse débil para duraciones de 1 y 2 días y entre satisfactorio y bueno para duraciones de 3, 4 y 5 días .

El análisis de intervalos de confianza arroja regulares resultados, estableciéndose límites con semiamplitudes elevadas.

Las relaciones no parecen evidenciar alguna tendencia en función de la ubicación espacial de las estaciones pluviométricas.

En general los mejores ajustes independientemente de cada evaluador, se han logrado para las relaciones entre lluvia de 30 días y 3 o más días. Estas duraciones donde se han establecido los mejores ajustes coinciden con aquellas duraciones críticas que son habitualmente necesarias en diseño hidrológico para mayorizar volúmenes y caudales de crecidas máximas en proyectos de obras estructurales y planificación de medidas no estructurales en diversas cuencas de esta región.

En sitios donde se cuente solamente con datos pluviométricos mensuales, las relaciones presentadas pueden resultar de utilidad, recomendándose su uso con especial precaución y teniendo en consideración los intervalos de confianza determinados.

BIBLIOGRAFÍA

DH-FCEIyA (Departamento de Hidráulica, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario) (2008). *“Rehidrología y modelo de simulación a tiempo real en sistema de alerta hidrológico en las cuencas de los arroyos Ludueña y Saladillo”*. Informe de avance I. Convenio FCEIA-MASPyMA. Rosario, Santa Fe.

Orsolini H., Zimmermann E. D. y Basile P. A. (2000). *Hidrología. Procesos y Métodos*. UNR Editora. ISBN 950-673-254-4.

Riccardi, G., Zimmermann, E., Basile, P., Stenta, H. y Scuderi, C., (2012). “Caracterización de Lluvias Máximas de 5 días de duración en la Pampa Húmeda”. *Memorias del III Taller sobre Regionalización de Precipitaciones Máximas*, 159 – 180, Rosario, Santa Fe.

SMN (Servicio Meteorológico Nacional), (2012). “Lluvias diarias en las Estaciones Gualeguaychú, Junín, Marcos Juárez, Rosario Aero, Sauce Viejo y Paraná”. Reporte electrónico de datos, Buenos Aires, Argentina.

Spiegel, M. R., Stephens, L. J., Pineda Ayala, L. E. y Valdés Ramírez, A. (2002). *Estadística*. Mc Graw-Hill. ISBN: 9701032713. México, D. F.