

INFORME CRECIDA ANUAL DEL RÍO BERMEJO

Período: diciembre2019- abril2020

Objetivo:

El objetivo del presente informe es resaltar los principales fenómenos hidrometeorológicos ocurridos en el periodo de crecidas del año hidrológico 2019-2020 en la cuenca del río Bermejo, el cual se desarrolla entre los meses de diciembre y abril de cada año. Primeramente, se analizan las condiciones del fenómeno ENOS (El Niño – Oscilación del Sur), luego se evalúan los patrones de precipitaciones registrados durante el periodo analizado y como los mismos afectaron el comportamiento hidrológico de los ríos de la cuenca. Para finalizar se describe cual es el estado actual de la red de estaciones de monitoreo hidrometeorológico.

Fenómeno ENOS (El Niño – Oscilación del Sur)

El ciclo de crecidas 2019 – 2020 en la cuenca del río Bermejo se desarrolló durante una fase neutral del fenómeno ENOS, lo que trajo como consecuencia que las lluvias acumuladas en el periodo se encuentren por debajo de los valores normales.

Análisis de las Precipitaciones

En la Figura N° 1 se observa la ubicación de las estaciones pluviométricas utilizadas para describir el comportamiento de las precipitaciones en la cuenca del río Bermejo.

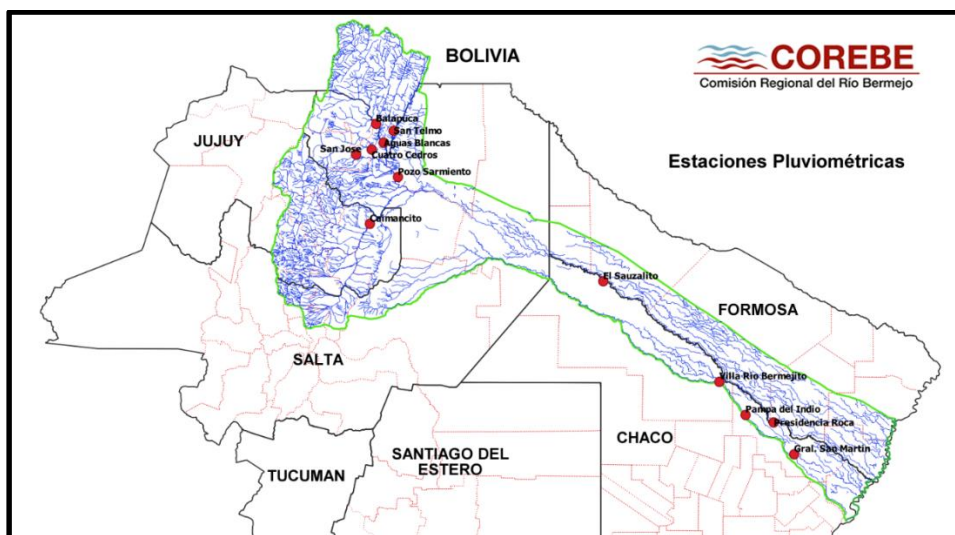


Figura N° 1 – Ubicación de las Estaciones Pluviométricas

A fin de representar las lluvias registradas en la cuenca alta, donde se genera el mayor aporte de caudales que el río Bermejo transporta hasta su desembocadura, se seleccionaron tres estaciones pluviométricas claves: Balapuca, en el Bermejo superior, San Telmo, en la sub-cuenca del Río Grande de Tarija y Caimancito ubicada en la sub-cuenca del Río San Francisco.

En la Tabla N° 1 del Anexo I puede observarse que durante el mes de diciembre de 2019 las precipitaciones no se distribuyeron de manera uniforme a lo largo de todo el mes, sino que se concentraron en la primer y última década del mes, observándose que sus magnitudes no fueron significativas. En la cuenca alta en la mayoría de las estaciones los valores acumulados estuvieron por encima de sus valores normales, pero en la cuenca media y media los acumulados se encontraron por debajo de los valores normales (Ver Figura N° 2).

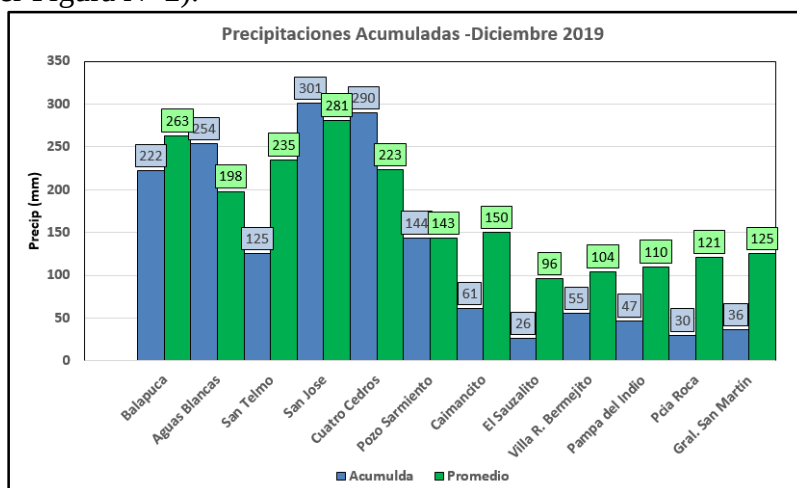


Figura N° 2 - Precipitaciones acumuladas de diciembre de 2019

Dado a que durante el periodo de estiaje los niveles se mantuvieron por debajo de sus valores normales las lluvias acumuladas de diciembre no ocasionaron un aumento significativo en las alturas hidrométricas de los ríos de la cuenca y solamente se registró un pico de crecida el día 13 de diciembre de 2019 (ver Figura N° 3).

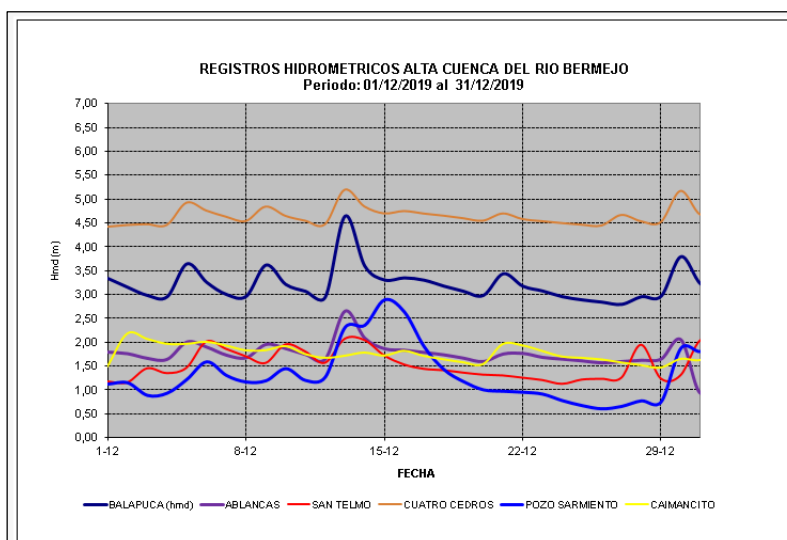


Figura N° 3– Alturas medias diarias del mes de diciembre de 2019

Durante el mes de enero de 2020 (Ver Tabla 2 del Anexo I) las precipitaciones tuvieron una distribución uniforme a lo largo de todo el mes, pero las lluvias más significativas se produjeron durante la segunda década del mes, esto ocasiono algunas crecidas importantes las cuales serán detalladas en el apartado “Crecidas del Periodo”. Los

valores acumulados de precipitaciones del mes se encontraron por debajo de los valores medios de las series medidas, en la mayoría de las estaciones de referencia. (Ver Figura N° 4)

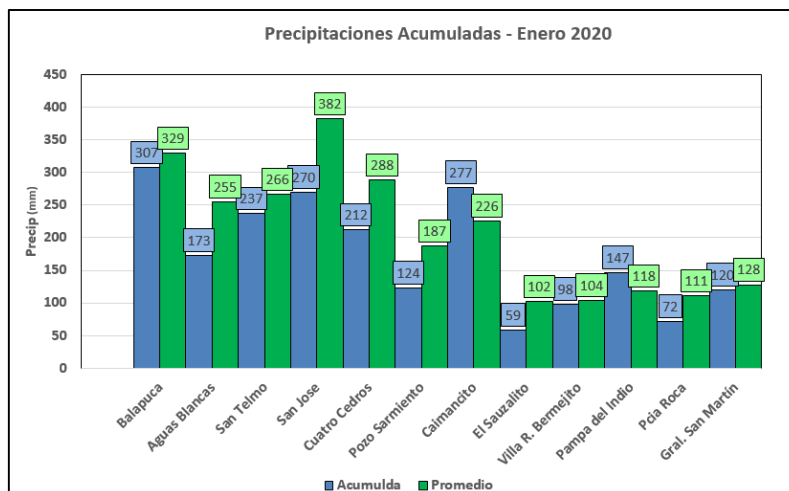


Figura N° 4 - Precipitaciones acumuladas de enero de 2020

En la Figura N° 5 puede observarse como los niveles hidrométricos en todos los ríos de la cuenca comienzan a elevarse y se registraron crecidas importantes los días 13, 16 y 21 de enero de 2020.

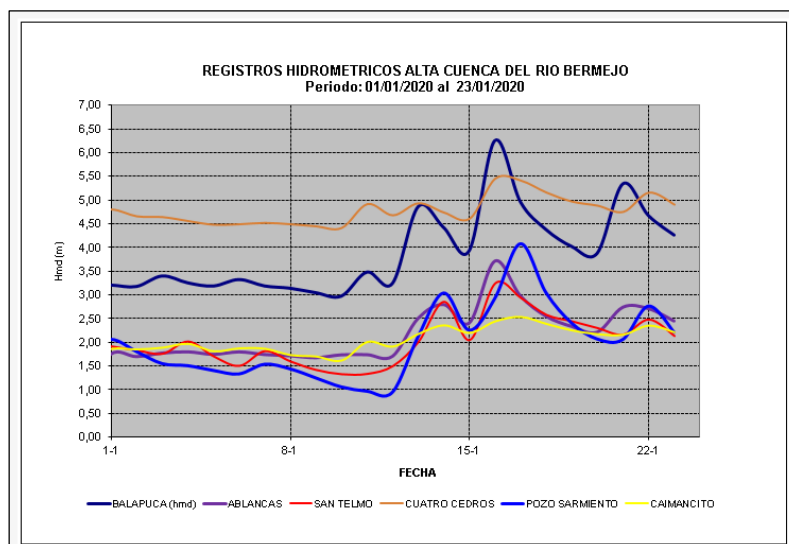


Figura N°5 - Alturas medias diarias del mes de enero de 2020

En el mes de febrero de 2020 (Ver Tabla 3 del Anexo I) las precipitaciones se concentraron en los primeros 20 días del mes, pero las lluvias significativas con valores superiores a los 100 mm se registraron el día 10 de febrero de 2020, en la mayoría de las estaciones pluviométricas de la alta cuenca, lo que ocasiono una crecida importante. Este mes se caracterizó porque los valores acumulados de precipitaciones superaron por mucho los valores medios del mes en la alta cuenca. (Ver Figura N° 6)

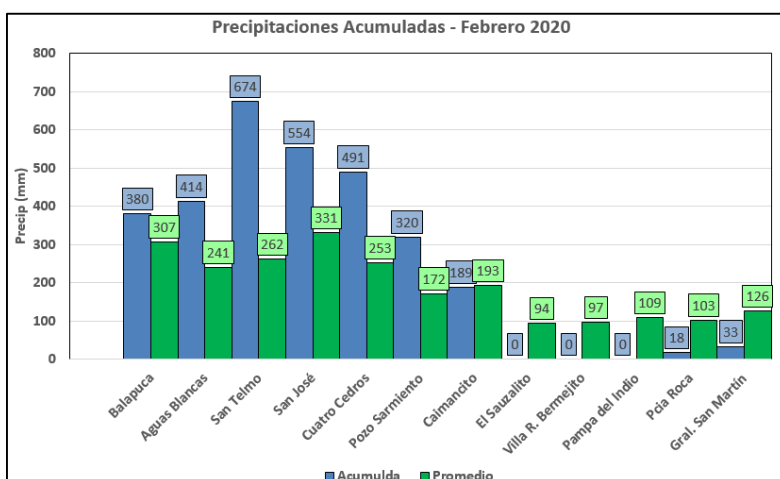


Figura N° 6 - Precipitaciones acumuladas de febrero de 2020

Los niveles en todos los ríos de la región se mantuvieron elevados entre el 8 y el 22 de febrero de 2020 tal como se puede apreciar en el Figura N° 7.

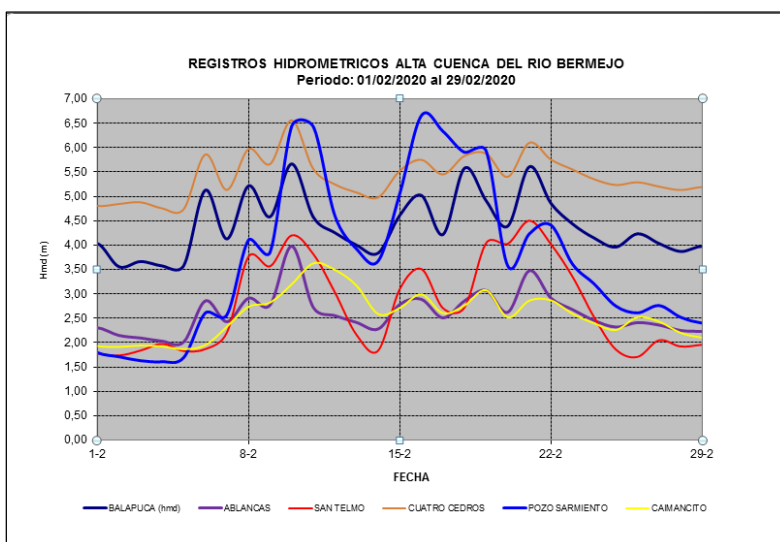


Figura N° 7 -Alturas medias diarias del mes de febrero de 2020

El mes de marzo de 2020 (Ver Tabla 4 del Anexo I) se caracterizó porque no se registraron precipitaciones en la primera quincena y si bien se concentraron en la segunda las mismas no fueron significativas, lo que ocasionó que los valores acumulados del mes estén muy por debajo de los valores medios mensuales. (Ver Figura N° 8)

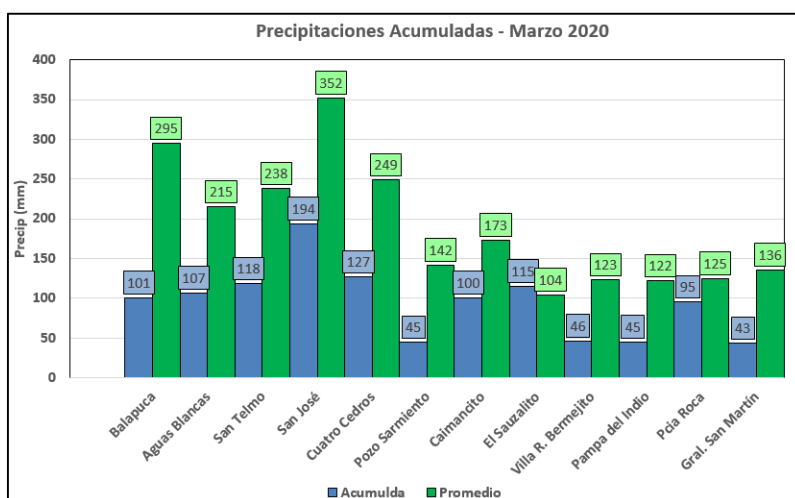


Figura N° 8 - Precipitaciones acumuladas de marzo de 2020

Del análisis de la Figura N° 9 puede observarse que debido al patrón de precipitaciones del mes los niveles en todos los ríos se mantuvieron elevados y estables durante todo el mes y solamente se registró un pico el día 26 de marzo de 2020.

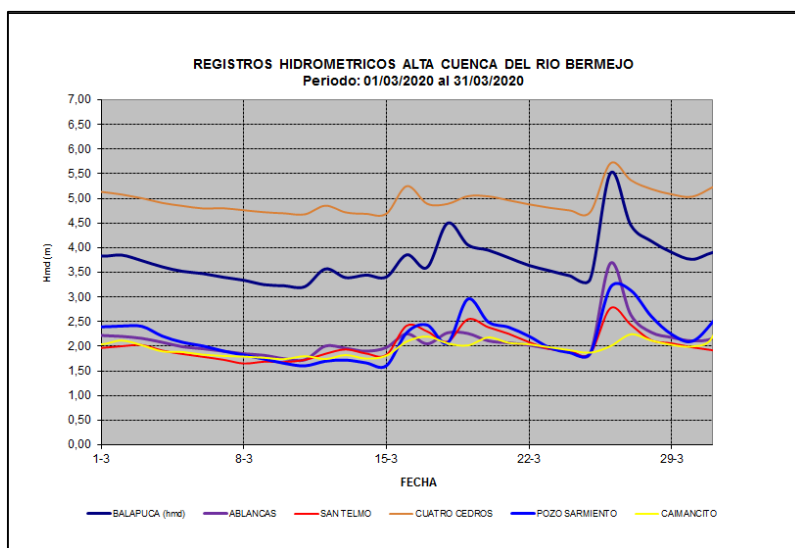


Figura N° 9 - Alturas medias diarias del mes de marzo de 2020

En el mes de abril de 2020 (Ver Tabla 5 del Anexo I) las precipitaciones significativas se concentraron en los primeros tres días del mes, el resto del mes se caracterizó por la falta de lluvias y solo se volvieron a registrar precipitaciones en los últimos cinco días del mes. Los valores acumulados de precipitación se encontraron muy por debajo de los valores medios mensuales. (Ver Figura N° 10)

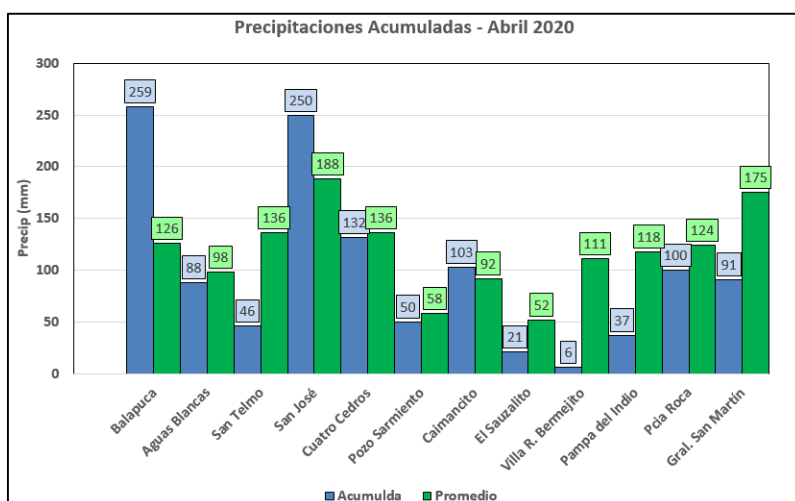


Figura N° 10 - Precipitaciones acumuladas de abril de 2020

En la Figura N° 11 se observa que los niveles hidrométricos experimentaron un fuerte incremento durante el día 2 de abril de 2020 ocasionando una fuerte crecida la cual será descripta en el apartado “Crecidas del Periodo”. Durante el resto del mes de abril los niveles hidrométricos se mantuvieron elevados y estables.

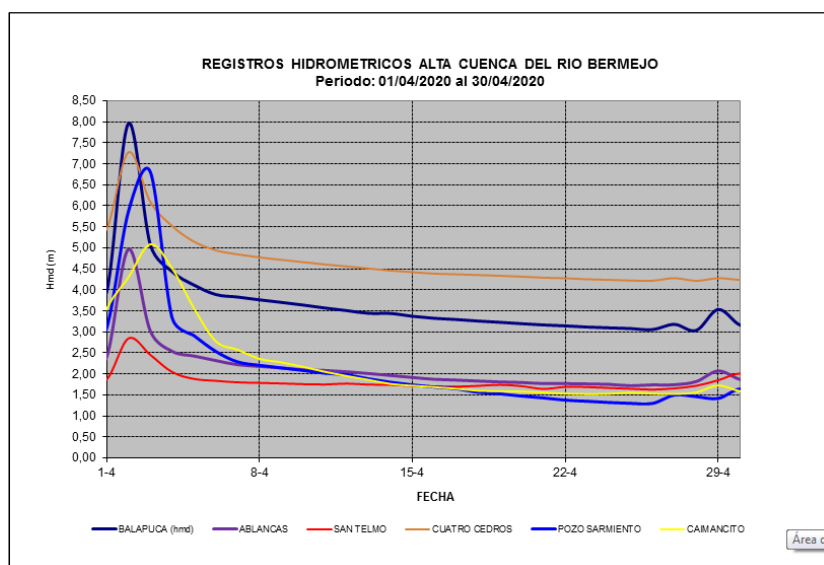


Figura N° 11 - Alturas medias diarias del mes de abril de 2020

En la Figura N° 12 a modo de resumen se observa la variación de los niveles en los ríos de la alta cuenca entre el 1 de diciembre de 2019 y el 30 de abril de 2020 y en la Figura N° 13 la variación de los niveles para el mismo periodo pero para la baja cuenca.

En la Figura N° 13 se puede observar como a partir del 18 de enero de 2020 llegan a la baja cuenca las primeras ondas de crecidas que se produjeron 5 días antes en la alta cuenca del río Bermejo.

En general el tiempo promedio de traslado de la crecidas entre la cuenca alta y la cuenca inferior es de 5 (cinco) días, siempre y cuando no se produzcan desbordes significativos

en el Chaco Salteño (este de Salta) que pueden aumentar el tiempo de traslado de la crecida a 10 (diez) días y producir un achatamiento en el pico de la crecida.

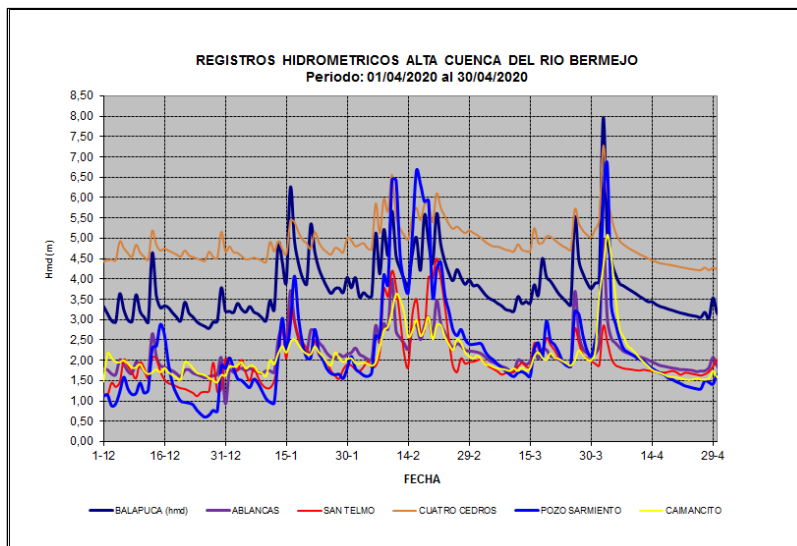


Figura N° 12 - Niveles hidrometricos Alta Cuenca - diciembre 2019 - abril de 2020

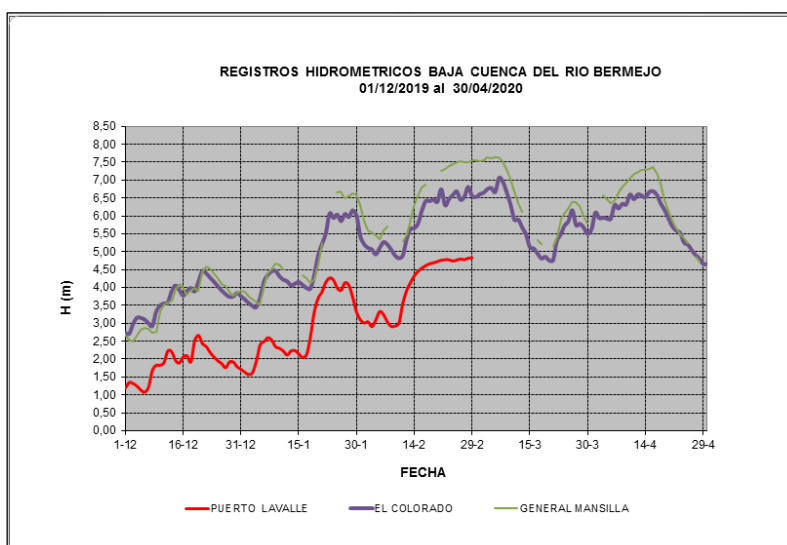


Figura N° 13 - Niveles hidrometricos Baja Cuenca - diciembre 2019 - abril de 2020

Crecidas del Periodo:

Para realizar el análisis de crecida del periodo vamos a tomar los registros de alturas horarias de las estaciones Balapuca, Aguas Blancas, San Telmo, Cuatro Cedros, Pozo Sarmiento y Caimancito.

A efectos de entender el esquema de aportes de las diferentes sub-cuencas nos vamos a valer de la Figura N° 14

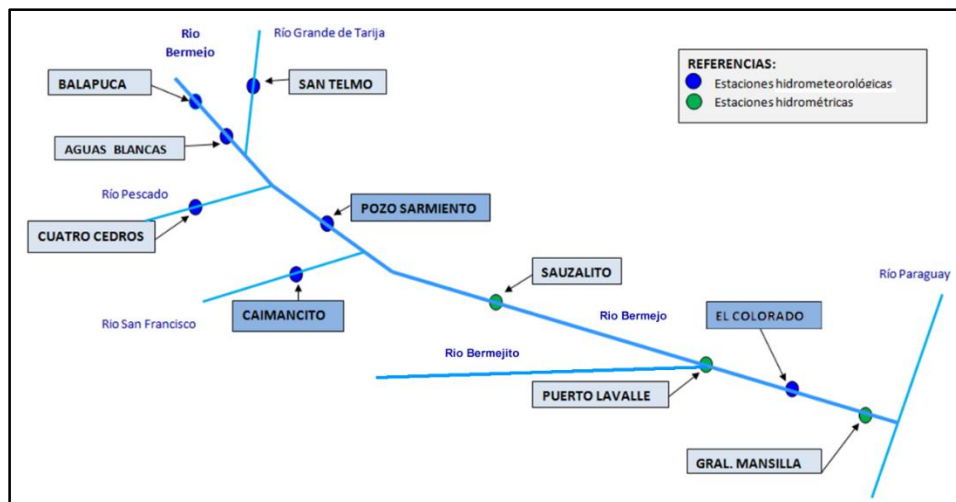


Figura N° 14 - Esquema de Aportes de la Cuenca del Río Bermejo

Del análisis de la Figura N° 14 surge claramente que la estación Pozo Sarmiento totaliza todos los aportes de la cuenca Superior del Río Bermejo y la estación Caimancito sobre el río San Francisco totaliza los aportes de la sub cuenca del río San Francisco

En la cuenca alta del río Bermejo consideramos los registros de la estación Aguas Blancas sobre el Río Bermejo, la estación San Telmo sobre el río Grande de Tarija y la estación Cuatro Cedros sobre el río Pescado.

Una primera conclusión es que la suma de los caudales registrados en las estaciones Pozo Sarmiento y Caimancito son los caudales entrantes en la cuenca media, ya que el río Bermejo no recibe ningún aporte lateral hasta la estación de Puerto Lavalle donde recibe los aportes del río Bermejito.

Si analizamos los registros hidrométricos del periodo Dic/19-abr/20, (Figura N° 15) se observa que las crecidas importantes se produjeron en diciembre de 2019 el día 13, en enero de 2020 los días 13, 16 y 21, en febrero entre los días 8 y 22, en marzo los días 18 y 26 y finalmente en abril el día 2 de 2020.

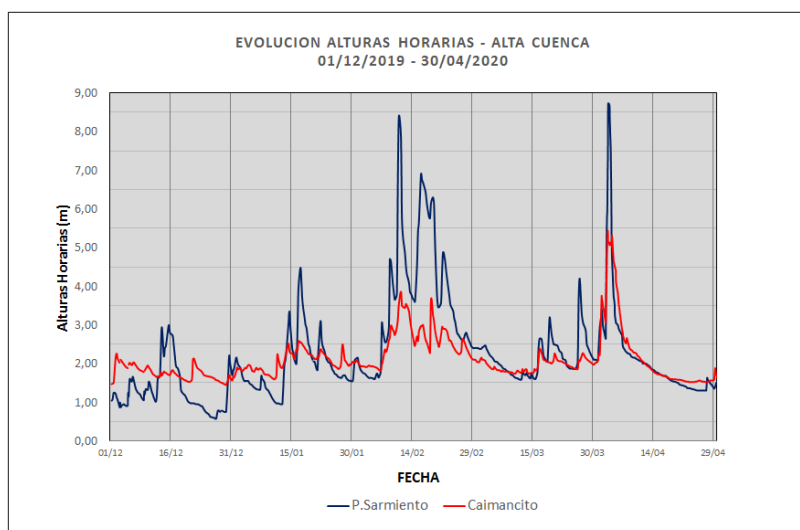


Figura N° 15 - Niveles hidrometricos Horarios Alta Cuenca - diciembre 2019 / abril de 2020

- *Crecida del día 13/12/2019:* Si bien ocurrieron precipitaciones en toda la alta cuenca durante ese día, las más significativas se registraron en las estaciones Balapuca, Aguas Blancas y Cuatro Cedros lo que origino el primer aumento abrupto de los niveles durante el periodo de crecida.

En la Figura N° 16 se observa como los picos se registran en el mismo tiempo en las estaciones Balapuca, Aguas Blancas y Cuatro Cedros, mientras que en la estación Pozo Sarmiento se presenta con un desfase de 12 horas.

Para ese día en la estación Caimancito no se observaron variaciones importantes en los niveles.

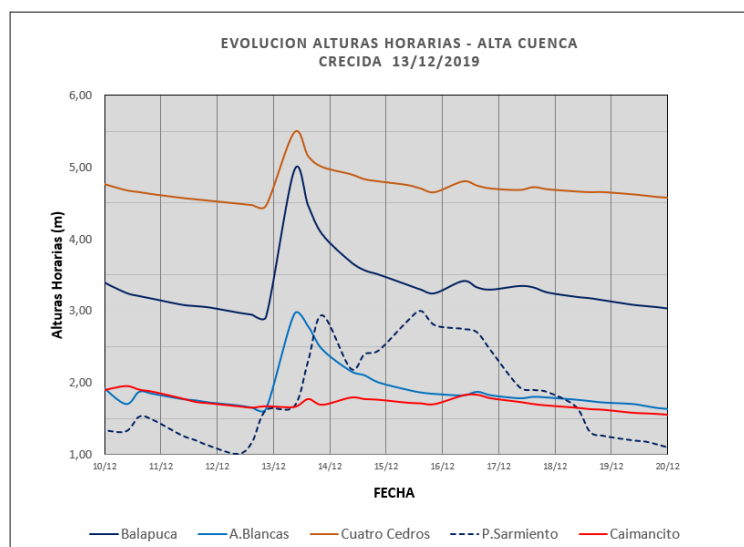


Figura N° 16 – Crecida del día 13/12/2020

- *Crecida en los días 13, 16 y 21/01/2020:* Del análisis de la Tabla N° 2 surge que durante el día 13 se registraron en forma simultánea en toda la alta cuenca las

mayores precipitaciones lo que ocasiono un brusco repunte en los niveles, posteriormente ocurrió lo mismo el día 16/01/2020 y 21/01/2020 como se observa en la Figura N° 17.

También se observa que en las dos primeras crecidas ocurridas tanto la cuenca del Bermejo Superior, como la del río Grande de Tarija, fueron las responsables del volumen de agua aportado a la cuenca media, mientras que la crecida del 21/01/2020 se debió solamente a aportes de la cuenca del Bermejo Superior.

Durante este mes las precipitaciones si bien se concentraron en la segunda década, los valores acumulados se encontraron por debajo de los valores medios.

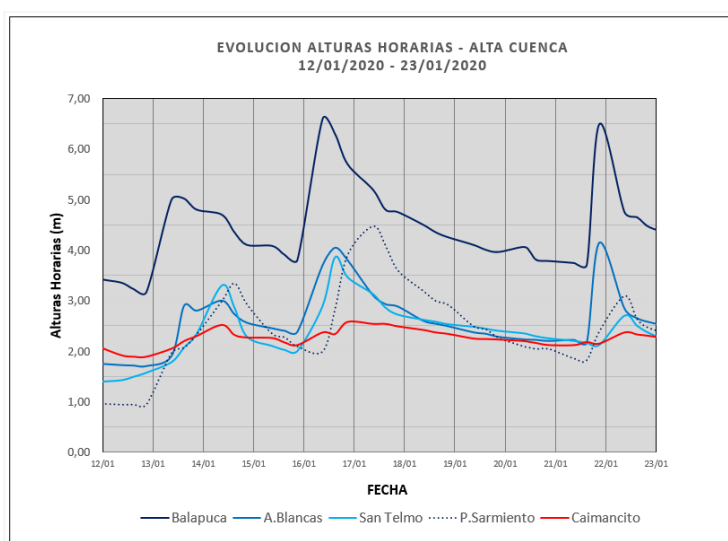


Figura N° 17 – Alturas Hidrométricas Horarias entre 12 y 23 de enero de 2020

- *Crecida entre los días 8 y 22/02/2020:* Durante este mes las precipitaciones se concentraron en los primeros 20 días del mes, registrándose los máximos valores diarios los días 8, 10 y 15 (Ver Tabla N° 3).

Febrero del 2020 fue el primer mes donde los valores acumulados de precipitación superaron los valores medios, lo cual trajo aparejado que todos los niveles de los ríos de la cuenca aumenten su nivel.

Del análisis de la Figura N° 18 se puede observar que en la crecida registrada en la alta cuenca el día 10 de febrero, los mayores aportes correspondieron al Bermejo Superior y al río Grande de Tarija, mientras que en la registrada el día 19 de febrero los aportes correspondieron a las sub-cuencas del Bermejo Superior, Grande de Tarija y San Francisco.

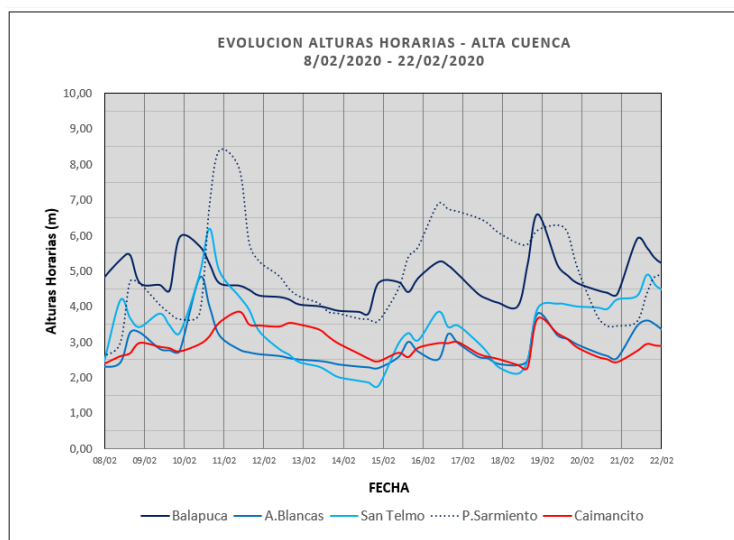


Figura N° 18 - Alturas Hidrométricas Horarias entre 8 y 22 de febrero de 2020

Debido a que durante este mes ya se habían instalado y se encontraban en operación varias estaciones automáticas de la Licitación “Readecuación y Modernización Estaciones Hidrometeorológicas de la cuenca del río Bermejo”, fue posible realizar un mejor seguimiento de la crecida del día 10 de febrero, lo que se ve reflejado en la Figura N° 19 de Precipitaciones Acumuladas y la Figura N° 20 de Alturas máximas registradas.

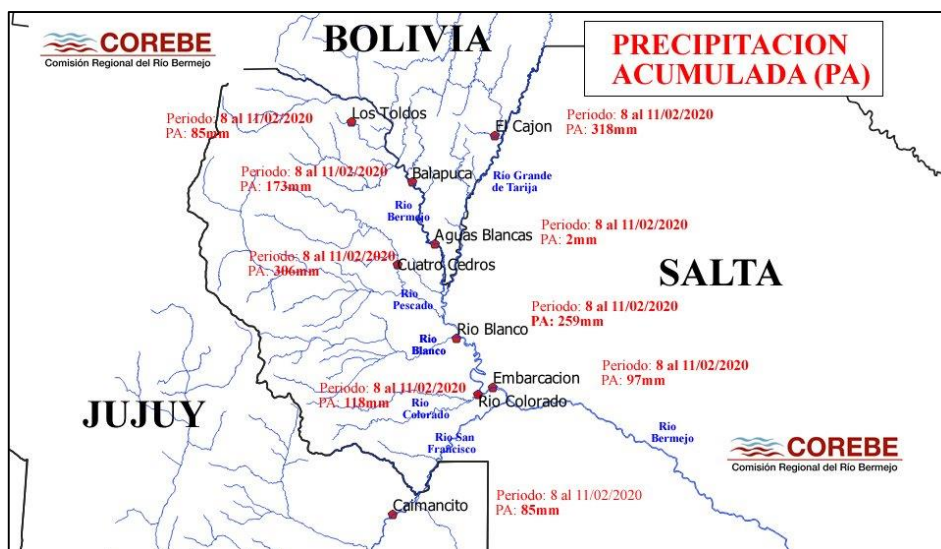


Figura N° 19 – Precipitaciones Acumuladas entre el 8 y 11 de febrero de 2020



Figura N° 20 – Alturas Máximas registradas entre el 8 y 11 de febrero de 2020

- *Crecidas de los días 18 y 26 de marzo de 2020:* las precipitaciones se registraron durante la segunda década y los últimos cinco días del mes. Los valores acumulados de precipitación fueron inferiores los valores medios (Ver Tabla N° 4).

En la Figura N° 21 se puede apreciar que, debido a los patrones de precipitaciones antes mencionados, los niveles de los ríos se mantuvieron elevados pero las crecidas registradas no fueron significativas.

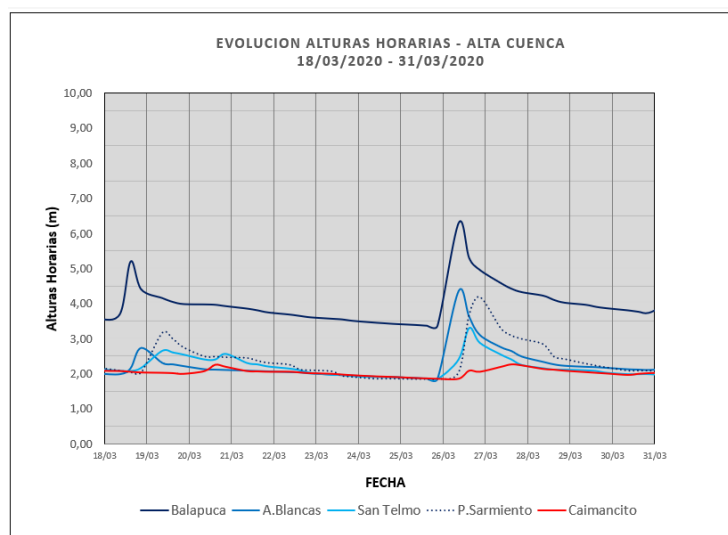


Figura N° 21- Alturas Hidrométricas Horarias entre 18 y 31 de marzo de 2020

- *Crecida del 2 de abril de 2020:* Del análisis de la Tabla N° 5 surge que las precipitaciones del mes de abril se concentraron en los primeros tres días y fueron las responsables de la crecida más importante de este periodo (diciembre 2019- abril 2020). Los valores acumulados de precipitación del mes en la mayoría de las estaciones fueron inferiores a los valores medios (Ver Tabla N° 5).

Del análisis de la Figura N° 22 y la Tabla N° 5 se puede observar que en la crecida registrada en la alta cuenca el día 2 de abril de 2020 los volúmenes de agua aportados a la cuenca media corresponden al Bermejo Superior, a los ríos Iruya, Pescado y San Francisco.

La altura máxima registrada en la estación Balapuca fue de 11m a las 15 horas del día 2/04/2020 la cual se aproximó al récord histórico de la estación que ocurrió el 25 de enero de 2000 a las 17 horas.

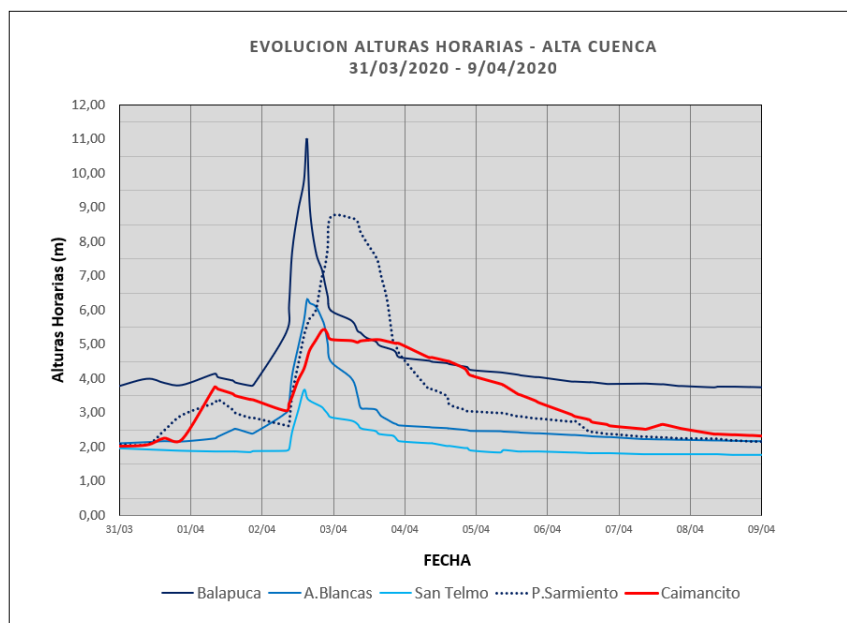


Figura N° 22 - Alturas Hidrométricas Horarias entre el 31/3 y el 9 de abril de 2020

CONCLUSION: El periodo de crecida del río Bermejo se caracterizó por un déficit de precipitaciones en la alta cuenca del río Bermejo lo que origina picos de crecidas puntuales de corta duración y aislados por lo que la permanencia de los niveles observados en todos los ríos, se caracterizó por encontrarse por debajo de sus valores normales. Solamente el pico registrado el 2 de abril de 2020 fue significativo, pero debido a su corta duración no acarreo mayores inconvenientes en la región.

En la Tabla N° 6 se visualizan para las diferentes estaciones las alturas máximas registradas en el periodo diciembre 2019-abril 2020 y se las compara con su máximo histórico a fin de poder tener una idea de la magnitud de los eventos registrados:

	Balapuca	Aguas Blancas	San Telmo	Cuatro Cedros	Pozo Sarmiento	Caimancito
Altura Max. Registrada	11,00	6,30	6,20	8,05	8,73	5,44
Altura Max. Histórica	13,9	7,60	8,15	9,70	12,60	7,52

Tabla N° 6 – Alturas Máximas en metros

Red de Estaciones hidrometeorológicas:

Al inicio del periodo de crecida por cuestiones de mantenimiento y logística, no se pudo contar con los datos de la estación el Sauzalito los cuales son de vital importancia para poder cuantificar los volúmenes de agua que ingresan a la cuenca media del río Bermejo ya que dicha estación se encuentra en el medio del tramo comprendido entre las estaciones Pozo Sarmiento y Puerto Lavalle. También a partir del mes de febrero se descalibraron los sensores de nivel de agua de las estaciones Balapuca y Puerto Lavalle lo cual impidió contar con esos registros.

Para el próximo periodo de crecida se realizarán los trabajos de mantenimiento en las estaciones mencionadas y además ya estarán en funcionamiento las 19 estaciones hidrometeorológicas que se están instalando gracias a un financiamiento otorgado por FONPLATA.

Para concluir, se espera que para el periodo de crecida diciembre 2020 – abril 2021 se disponga de 29 estaciones hidrometeorológicas automáticas en toda la cuenca del río Bermejo que permitirán monitorear en tiempo real el comportamiento hidrológico del río.

ANEXO I – REGISTROS DE PRECIPITACIONES DIARIAS

Tabla N° 1

ESTACIONES	DICIEMBRE 2019																															Días c/lluvia	TOTAL	PROM	VARIACION
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31				
Balapuca	6	5	3	3	19			6	8				108			1					22					1	8	1		27	7	15	222	263	-16%
Aguas Blancas	40	3		5	26			2	10				86				1				21					3		21		25	13	13	254	198	28%
San Telmo	8			5	26								26			3					4					1		18		9	27	10	125	235	-47%
San Jose	39	8	2	4	18	1		16	34				24			4	13				40					1	12	17	6	35	31	18	301	281	7%
Cuatro Cedros	57	9	2	1	29			1	7				72			3	2				29						35	5	10	30		15	290	223	30%
Pozo Sarmiento	13	13	3		3			4	3				31								34							3	3	22	13	12	144	143	0%
Caimancito	2	10	1	4	6								27			2					7					1				3		10	61	150	-59%
El Sauzalito																		18							8							5	26	96	-73%
Villa R. Bermejito												10								27						18						4	55	104	-47%
Pampa del Indio												11			6					15						4			4	7		2	47	110	-57%
Pcia Roca															5					10										4	11	4	30	121	-75%
Gral. San Martín															6					13						12					5	4	36	125	-71%

Tabla N° 2

ESTACIONES	ENERO 2020																															Dias c/lluvia	TOTAL	PROM	VARIACION
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31				
Balapuca	1		4				1						100	44		81	12	3	2		11						16	8		21	6	14	307	329	-7%
Aguas Blancas		4									2		48	6		62	6				18	3	3				5	6		3	8	13	173	255	-32%
San Telmo		18									3		101	11		74	4	2				8						6		12		10	237	266	-11%
San Jose	28					1	10		1		16		70	1		20	27	3	2			9	10				25	9		28	15	17	270	382	-29%
Cuatro Cedros	6	3									13		91	18		15	17	3	1			10					26	4		7	1	14	212	288	-26%
Pozo Sarmiento	1												41	46	3	12						7					11	2		2		9	124	187	-34%
Caimancito	25	5					35						74	54		34	8										41	3				9	277	226	23%
El Sauzalito						9						1	20								7									22		5	59	102	-42%
Villa R. Bermejito													42								21									35		3	98	104	-6%
Pampa del Indio						4					1		23		54						55									10		6	147	118	25%
Pcia Roca						9							6		1	3		1			38									14		7	72	111	-35%
Gral. San Martín						3									10	2		24			65									16		6	120	128	-6%

Tabla N° 3

ESTACIONES	FEBRERO 2020																													Dias c//luvia	TOTAL	PROM	VARIACION
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29				
Balapuca			8			28	1	36	36	112	20				5	48	3		26		42	3				14				14	380	307	24%
Aguas Blancas			6					93	40	133	12	4			27	60				2	26	3				8				12	414	241	72%
San Telmo			12			36	2		44	110	17	4			366	23			47		15								11	674	262	157%	
San José		4	3		32	45		95	25	155	17	11			30	25	1		39	5	52	7	1			9			18	554	331	67%	
Cuatro Cedros		4	20			17		134	60	113		5			18	34			12	2	65	4	1			7			15	491	253	94%	
Pozo Sarmiento								79	18	56	20				61	71			6		4	2				4			10	320	172	86%	
Caimancito								29	3	5	24	3			43	3			20		25					35			10	189	193	-2%	
El Sauzalito																													0	0	94	-100%	
Villa R. Bermejito																													0	0	97	-100%	
Pampa del Indio																													0	0	109	-100%	
Pcia Roca															4			14											2	18	103	-83%	
Gral. San Martín					9		7							10	2			5											5	33	126	26%	

Tabla N° 4

ESTACIONES	MARZO 2020																															Dias c/lluvia	TOTAL	PROM	VARIACION
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31				
Balapuca												2			6	15		5	12	3						51	5		1		3	10	100,5	295	-66%
Aguas Blancas															12	21	4	1	5	1						53	10		2			9	106,5	215	-50%
San Telmo																33		4	23							51	5		4			6	118	238	-50%
San José		1										21				50	15	3	15	10						27	16		1	10	27	12	194	352	-45%
Cuatro Cedros												2				50	5	3		3						26	10			6	24	9	126,5	249	-49%
Pozo Sarmiento																18	4	6	1							6	8		1	2	1	9	44,7	142	-69%
Caimancito											14	1				13	3	15	7							7	6	7	6	1	21	12	100,4	173	-42%
El Sauzalito														10	20		15									20	50					5	115	104	11%
Villa R. Bermejito															2		6	10									28					4	46	123	-63%
Pampa del Indio																	26	6									13					3	45	122	-63%
Pcia Roca														5	2		20	54									14					5	95	125	-24%
Gral. San Martín																	8	25									10					3	43	136	-68%

Tabla N° 5

ESTACIONES	ABRIL 2020																														Días c/lluvia	TOTAL	PROM	VARIACION		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30						
Balapuca		130	80				3	11	2																				31	3		7	259	126	105%	
Aguas Blancas		7	53																								7		21			4	88	98	-10%	
San Telmo		14	32																											1		3	46	136	-66%	
San José	57	95	45				6	12	2					1									1				1	6		22	5		12	250	188	33%
Cuatro Cedros	7	31	50					8	1																		5	14		15	4		9	132	136	-3%
Pozo Sarmiento		1	32																											18			3	50	58	-13%
Caimancito	68	3	28																								2	1		3			6	103	92	12%
El Sauzalito			17																										4				2	21	52	-60%
Villa R. Bermejito		6																															1	6	111	-95%
Pampa del Indio		35																									2						2	37	118	-69%
Pcia Roca		35																									65						2	100	124	-19%
Gral. San Martín		46			2			2																			11					30	5	91	175	-48%