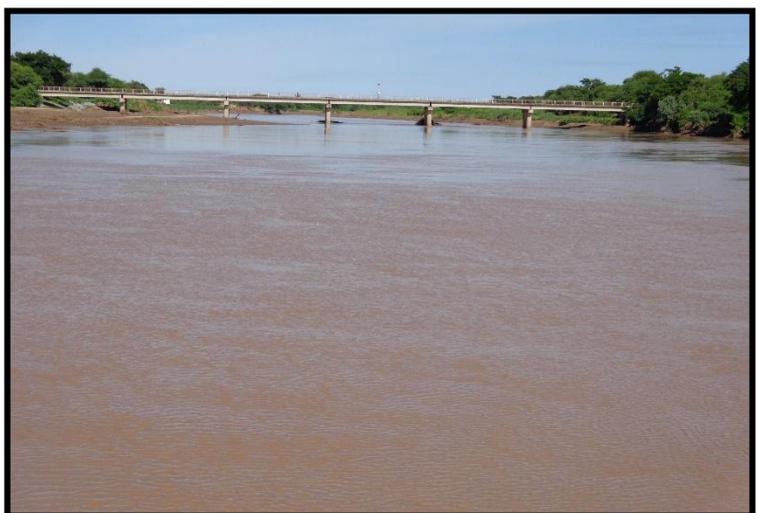


Evaluación de  
los datos  
hidrológicos  
obtenidos en la  
cuenca del río  
Pilcomayo  
correspondiente  
al año  
hidrológico  
2016-2017

Unidad de Monitoreo y  
Centro de Datos

Ing. Claudio Laboranti  
Ing. María Alejandra Cristanchi

Sucre- Diciembre 2017





COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO  
DIRECCION EJECUTIVA  
<http://www.pilcomayo.net>

## Evaluación de los datos hidrológicos obtenidos en la cuenca del Río Pilcomayo correspondiente al año hidrológico 2016-2017

Se analizan registros proporcionados por el Servicio Nacional de Meteorología de Bolivia (SENAMHI), la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la República Argentina (SSRH-EVARSA) y la Dirección de Meteorología e Hidrología de Paraguay (DINAC) cuya información se encuentra disponible en la página WEB, [www.pilcomayo.net](http://www.pilcomayo.net)

Se comparan los registros de precipitación, lecturas de escala, aforos líquidos y derrames del año hidrológico 2016-2017, con sus simulares de los años hidrológicos 2012-2013, 2013-2014, 2014-2015 y 2015-2016 desde agosto a julio.

Se representa con los registros de lluvia la precipitación mensual acumulada en las siguientes estaciones:

- Talula (SENAMHI – Bolivia)
- Viña Quemada (SENAMHI – Bolivia)
- Potosí Ciudad (SENAMHI – Bolivia)
- Palca Grande (SENAMHI-Bolivia)
- El Puente (SENAMHI-Bolivia)
- Puente Aruma (SENAMHI – Bolivia)
- Villa Montes estación de Bombeo (SENAMHI – Bolivia)
- Yacuiba Aeropuerto (SENAMHI – Bolivia)
- Misión La Paz (SSRH – Evarsa – Argentina)
- Tartagal (SMN-Argentina)
- Mariscal Estigarribia (DINAC-Paraguay)
- Pozo Colorado (DINAC-Paraguay)
- General Bruguez (DINAC-Paraguay)
- Asunción Aeropuerto Internacional Silvio Pettirossi (DINAC- Paraguay)



COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO  
 DIRECCION EJECUTIVA  
<http://www.pilcomayo.net>

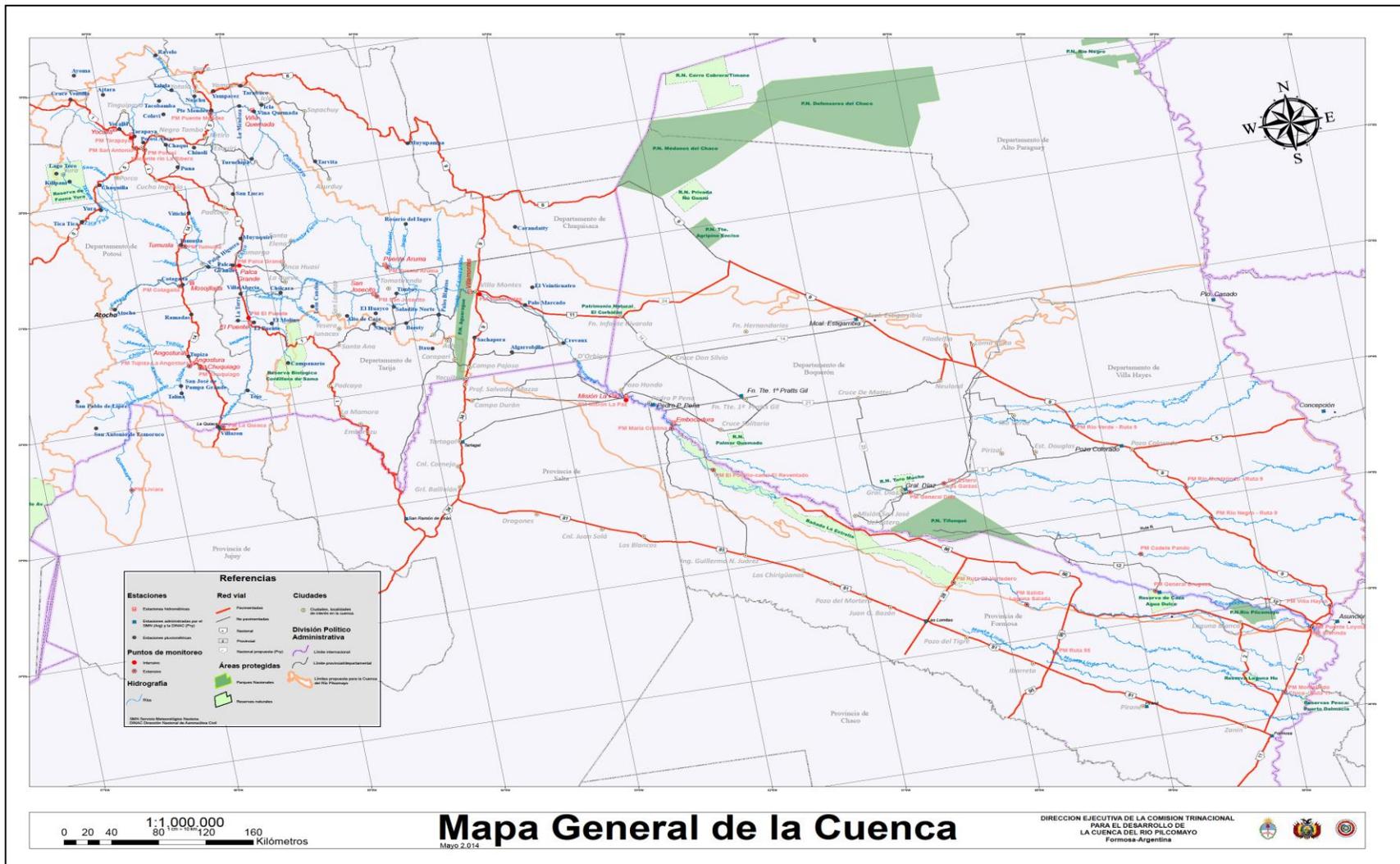


Figura N° 1: Mapa cuenca estaciones de monitoreo



COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO  
DIRECCION EJECUTIVA  
<http://www.pilcomayo.net>

**PLUVIOMETRÍA**

**Tabla N° 1: Precipitación normal y anuales, estaciones cuenca río Pilcomayo (mm)**

Estación	Año Hidrológico	Acumulado Anual (mm)
<b>Talula normal <sup>(1)</sup></b>		<b>599.80</b>
Talula	2012-2013	516.20
Talula	2013-2014	613.40
Talula	2014-2015	772.80
Talula	2015-2016	623.00
Talula	2016-2017	537.00
<b>Viña Quemada normal <sup>(1)</sup></b>		<b>462.20</b>
Viña Quemada	2012-2013	304.60
Viña Quemada	2013-2014	396.00
Viña Quemada	2014-2015	586.60
Viña Quemada	2015-2016	397.00
Viña Quemada	2016-2017	370.30
<b>Potosí Ciudad normal<sup>(1)</sup></b>		<b>396.00</b>
Potosí Ciudad	2012-2013	504.60
Potosí Ciudad	2013-2014	400.70
Potosí Ciudad	2014-2015	438.00
Potosí Ciudad	2015-2016	300.00
Potosí-Ciudad	2016-2017	265.90
<b>Palca Grande normal<sup>(1)</sup></b>		<b>334.80</b>
Palca Grande	2012-2013	271.00
Palca Grande	2013-2014	324.00
Palca Grande	2014-2015	231.70
Palca Grande	2015-2016	140.50
Palca Grande	2016-2017	159.10
<b>El Puente normal<sup>(1)</sup></b>		<b>307.90</b>
El Puente	2012-2013	319.30
El Puente	2013-2014	332.80
El Puente	2014-2015	449.10
El Puente	2015-2016	196.60
El Puente	2016-2017	198.30
<b>Villa Montes (bombeo) normal<sup>(1)</sup></b>		<b>882.00</b>
Villa Montes (bombeo)	2012-2013	533.30
Villa Montes (bombeo)	2013-2014	816.30
Villa Montes (bombeo)	2014-2015	1118.60
Villa Montes (bombeo)	2015-2016	627.10
Villa Montes (bombeo)	2016-2017	1080.20
<b>Yacuiba Aeropuerto normal<sup>(2)</sup></b>		<b>1004.46</b>
Yacuiba Aeropuerto	2012-2013	918.70
Yacuiba Aeropuerto	2013-2014	1427.10
Yacuiba Aeropuerto	2014-2015	1188.60
Yacuiba Aeropuerto	2015-2016	692.90
Yacuiba Aeropuerto	2016-2017	1106.40



**COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO**  
**DIRECCION EJECUTIVA**  
<http://www.pilcomayo.net>

<b>Misión La Paz normal<sup>(3)</sup></b>		<b>771.60</b>
Misión La Paz	2012-2013	396.50
Misión La Paz	2013-2014	748.10
Misión La Paz	2014-2015	777.50
Misión La Paz	2015-2016	415.00
Misión La Paz	2016-2017	735.00
<b>Tartagal<sup>(4)</sup></b>		<b>1019.79</b>
Tartagal	2012-2013	537.50
Tartagal	2013-2014	1080.70
Tartagal	2014-2015	1068.30
Tartagal	2015-2016	685.60
Tartagal	2016-2017	774.60
<b>Mariscal Estigarribia normal<sup>(5)</sup></b>		<b>824.10</b>
Mcal. Estigarribia	2012-2013	494.70
Mcal. Estigarribia	2013-2014	1086.40
Mcal. Estigarribia	2014-2015	707.50
Mcal. Estigarribia	2015-2016	566.30
Mcal. Estigarribia	2016-2017	778.70
<b>Pozo Colorado <sup>(6)</sup></b>		<b>1133.80</b>
Pozo Colorado	2012-2013	1277.30
Pozo Colorado	2013-2014	1363.70
Pozo Colorado	2014-2015	1188.50
Pozo Colorado	2015-2016	1253.20
Pozo Colorado	2016-2017	1422.20
<b>General Briguez <sup>(7)</sup></b>		<b>1240.90</b>
Gral. Briguez	2012-2013	1173.30
Gral. Briguez	2013-2014	1662.90
Gral. Briguez	2014-2015	1292.10
Gral. Briguez	2015-2016	1489.60
Gral. Briguez	2016-2017	1680.30
<b>Asunción Aeropuerto Internacional Silvio Pettrossi normal<sup>(5)</sup></b>		<b>1403.70</b>
Asunción AI SP	2012-2013	1336.20
Asunción AI SP	2013-2014	1811.90
Asunción AI SP	2014-2015	1929.70
Asunción AI SP	2015-2016	1666.00
Asunción AI SP	2016-2017	1350.60

<sup>(1)</sup>Valores calculados por SENAMHI (2008)

<sup>(2)</sup> Valor promedio con 10 años de datos

<sup>(3)</sup>Valores calculados por EVARSA

<sup>(4)</sup>Valores calculados por SMN

<sup>(5)</sup>Valor calculado con 30 años de datos (DINAC)

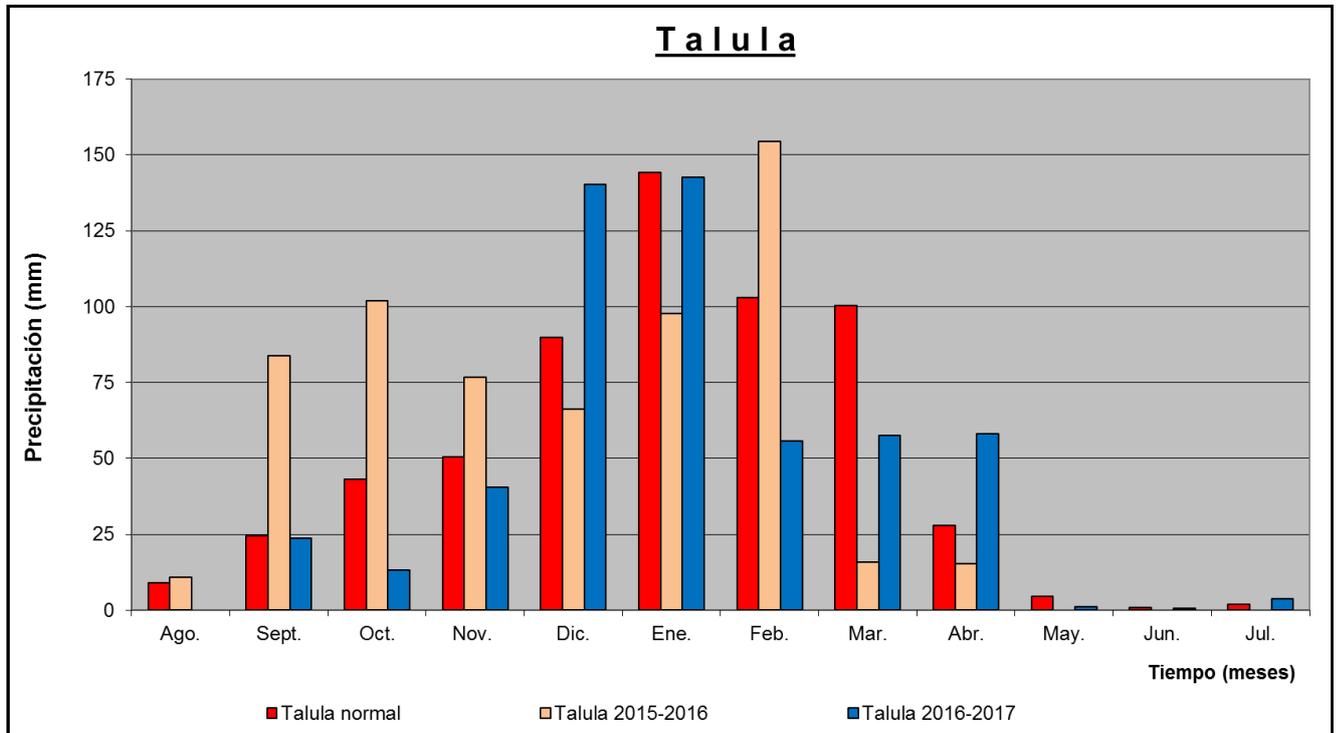
<sup>(6)</sup>Valor promedio con 21 años de datos (DINAC)

<sup>(7)</sup>Valor promedio con 9 años de datos (DINAC)

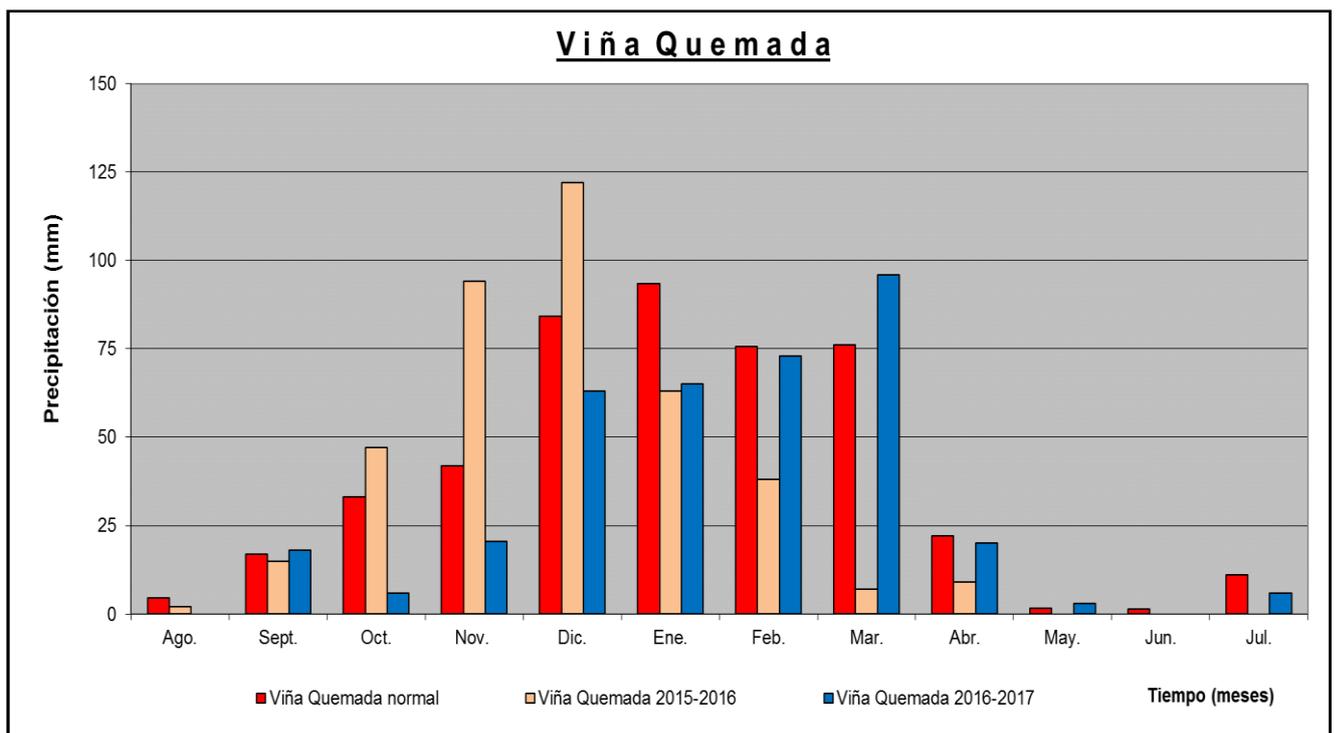


**COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO**  
**DIRECCION EJECUTIVA**  
<http://www.pilcomayo.net>

A continuación se presentan gráficos donde se comparan las precipitaciones normales y/o promedios, años hidrológicos 2015-2016 y 2016-2017 de las diferentes estaciones.



**Figura N° 2: Precipitaciones (mm), Talula**



**Figura N° 3: Precipitaciones (mm), Viña Quemada**



COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO  
 DIRECCION EJECUTIVA  
<http://www.pilcomayo.net>

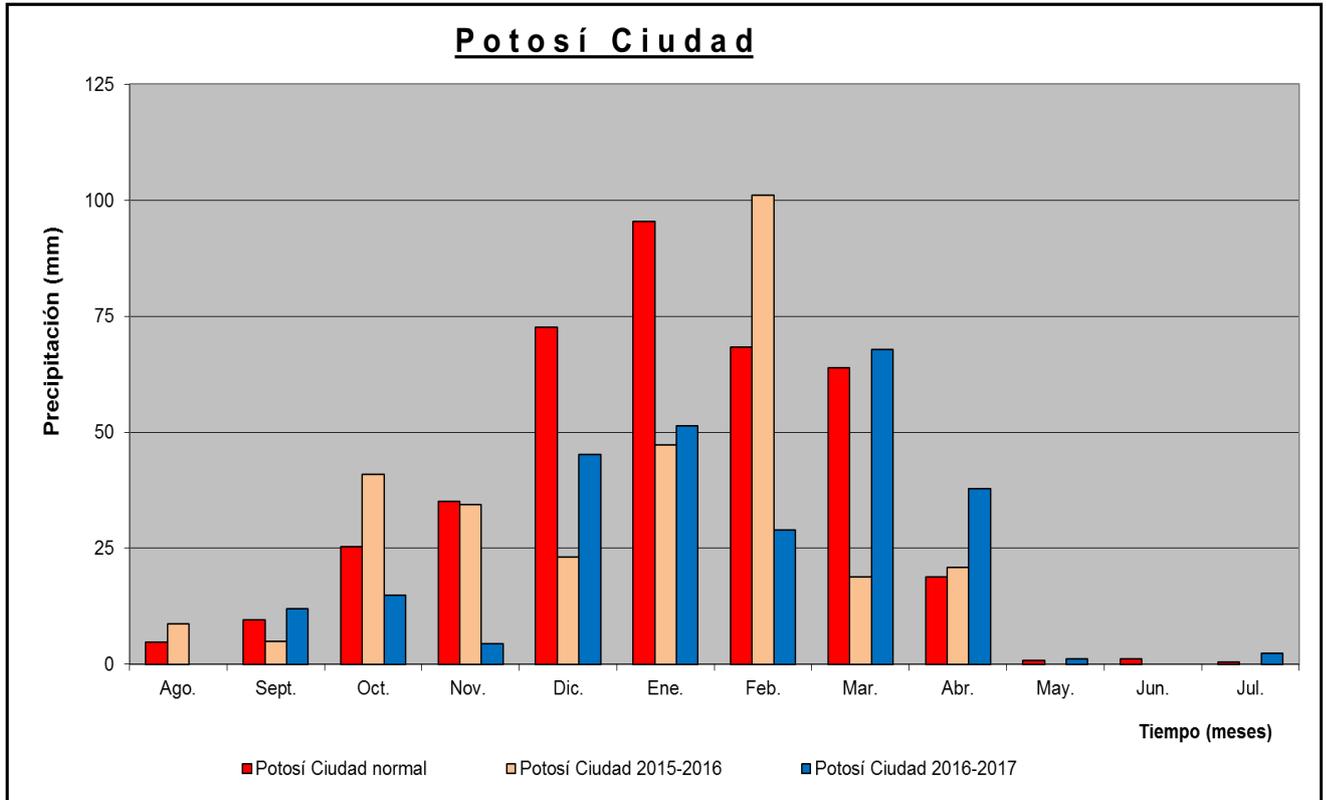


Figura N° 4: Precipitaciones (mm), Potosí Ciudad

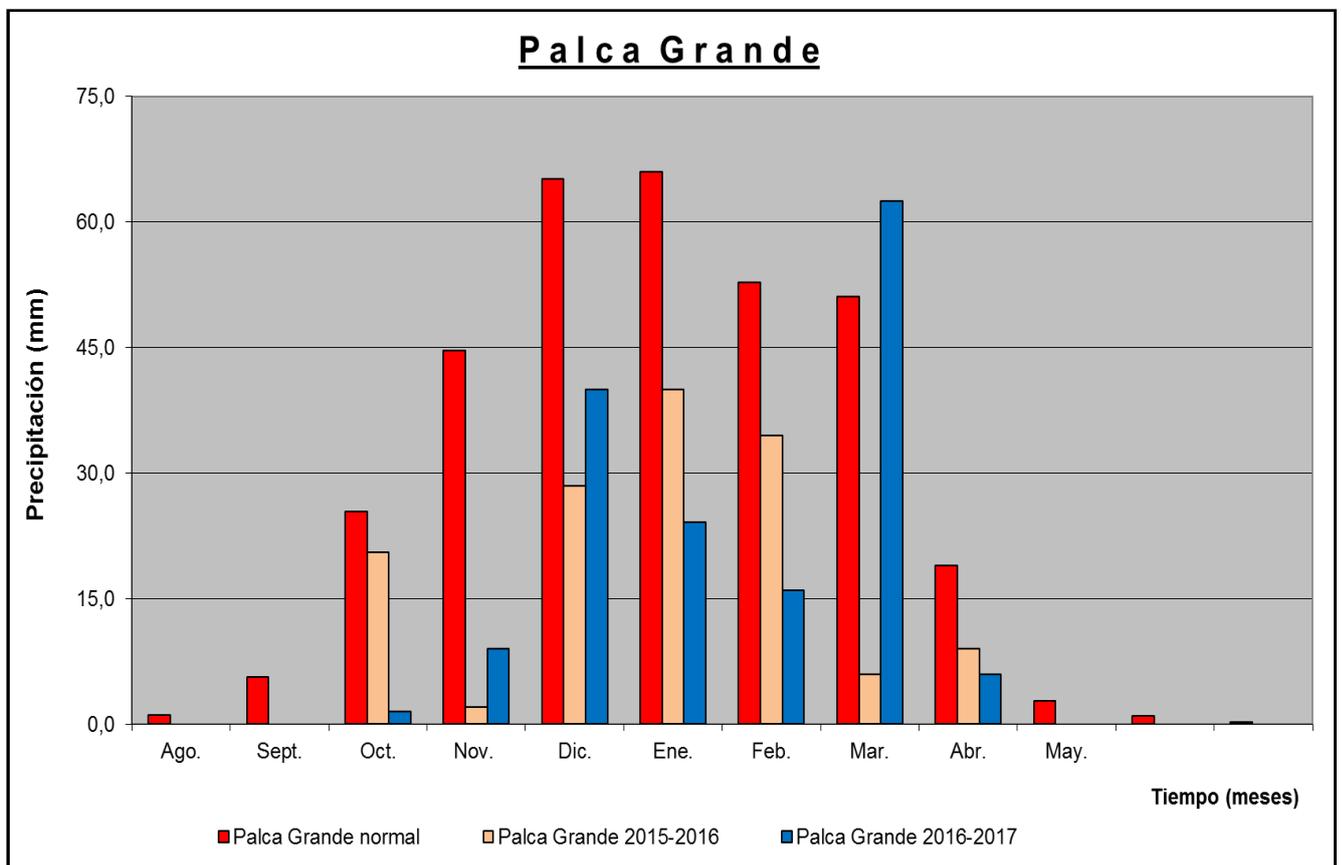


Figura N° 5: Precipitaciones (mm), Palca Grande



COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO  
 DIRECCION EJECUTIVA  
<http://www.pilcomayo.net>

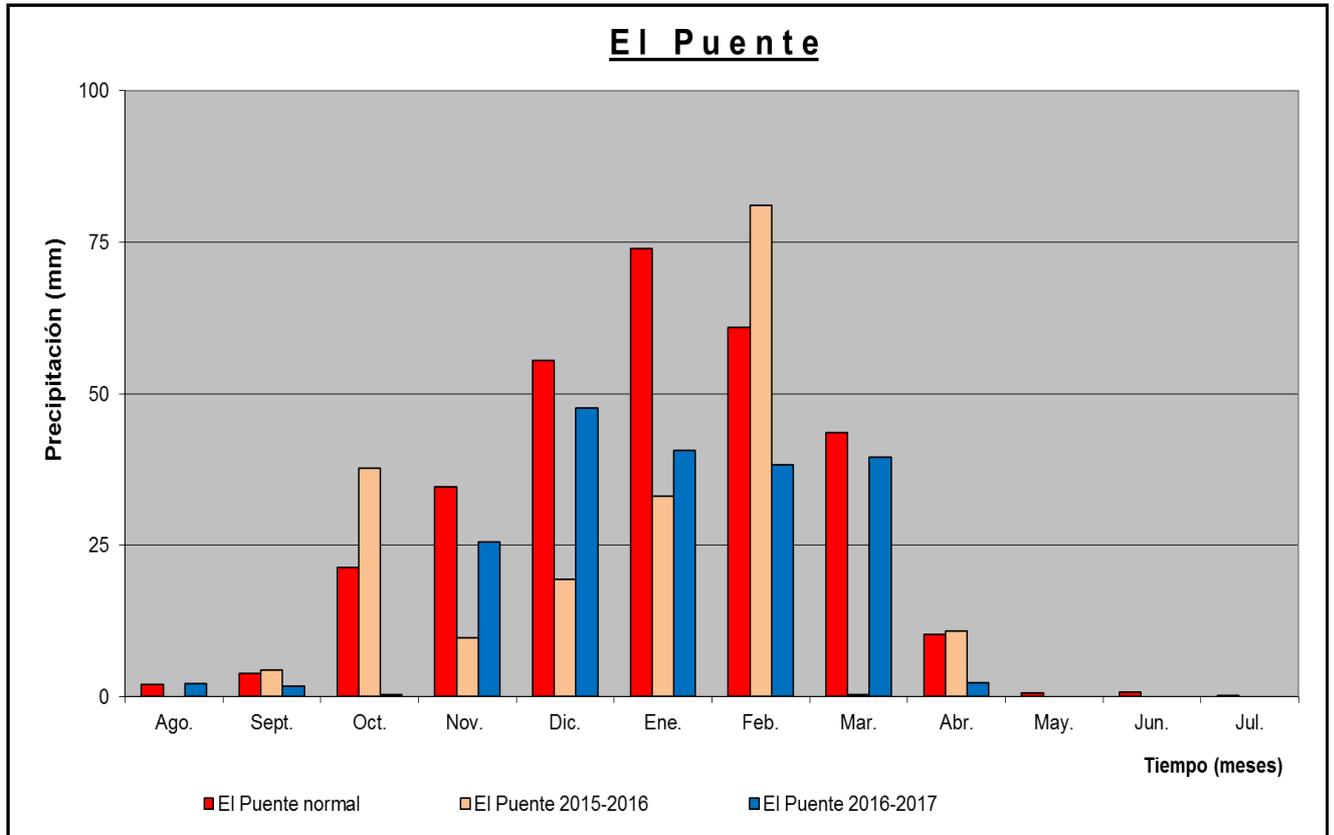


Figura N° 6: Precipitaciones (mm), El Puente

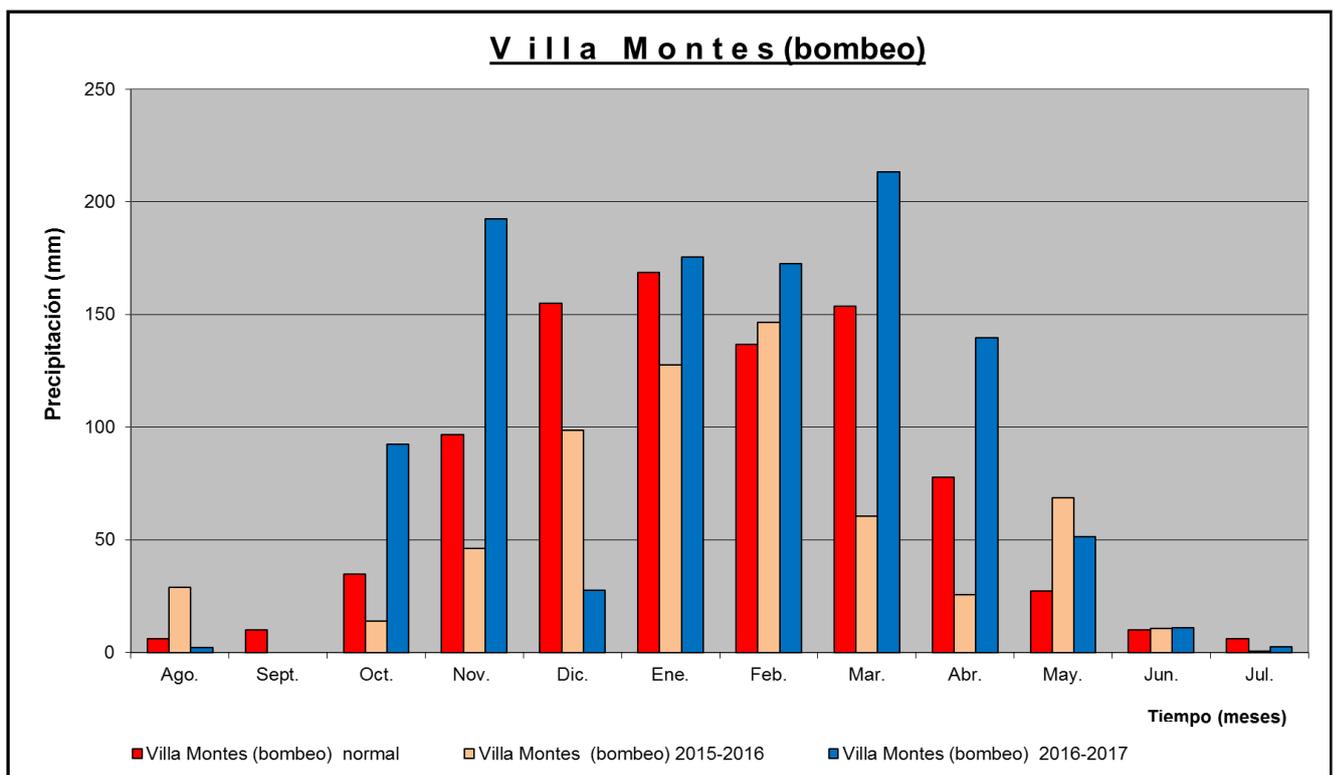


Figura N° 7: Precipitaciones (mm), Villa Montes (bombeo)



COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO  
 DIRECCION EJECUTIVA  
<http://www.pilcomayo.net>

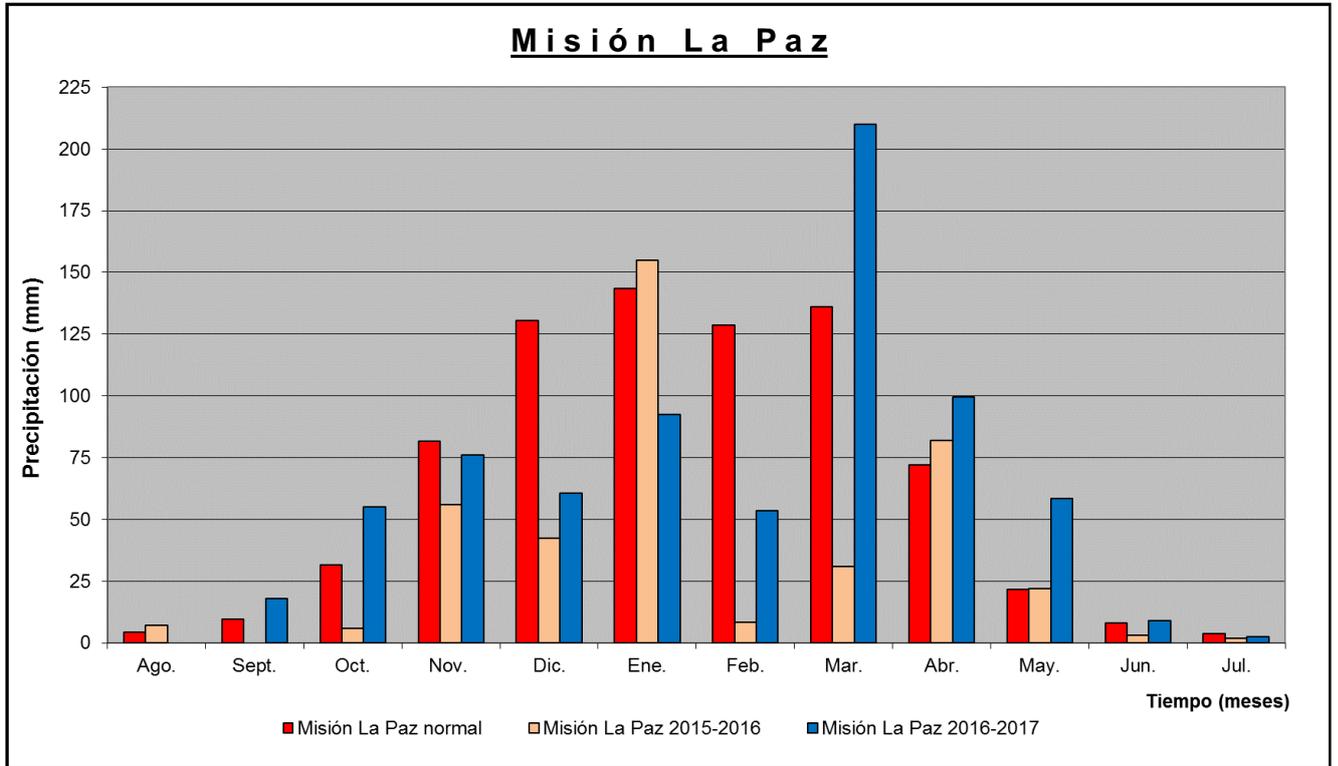


Figura N° 8: Precipitaciones (mm), Misión La Paz

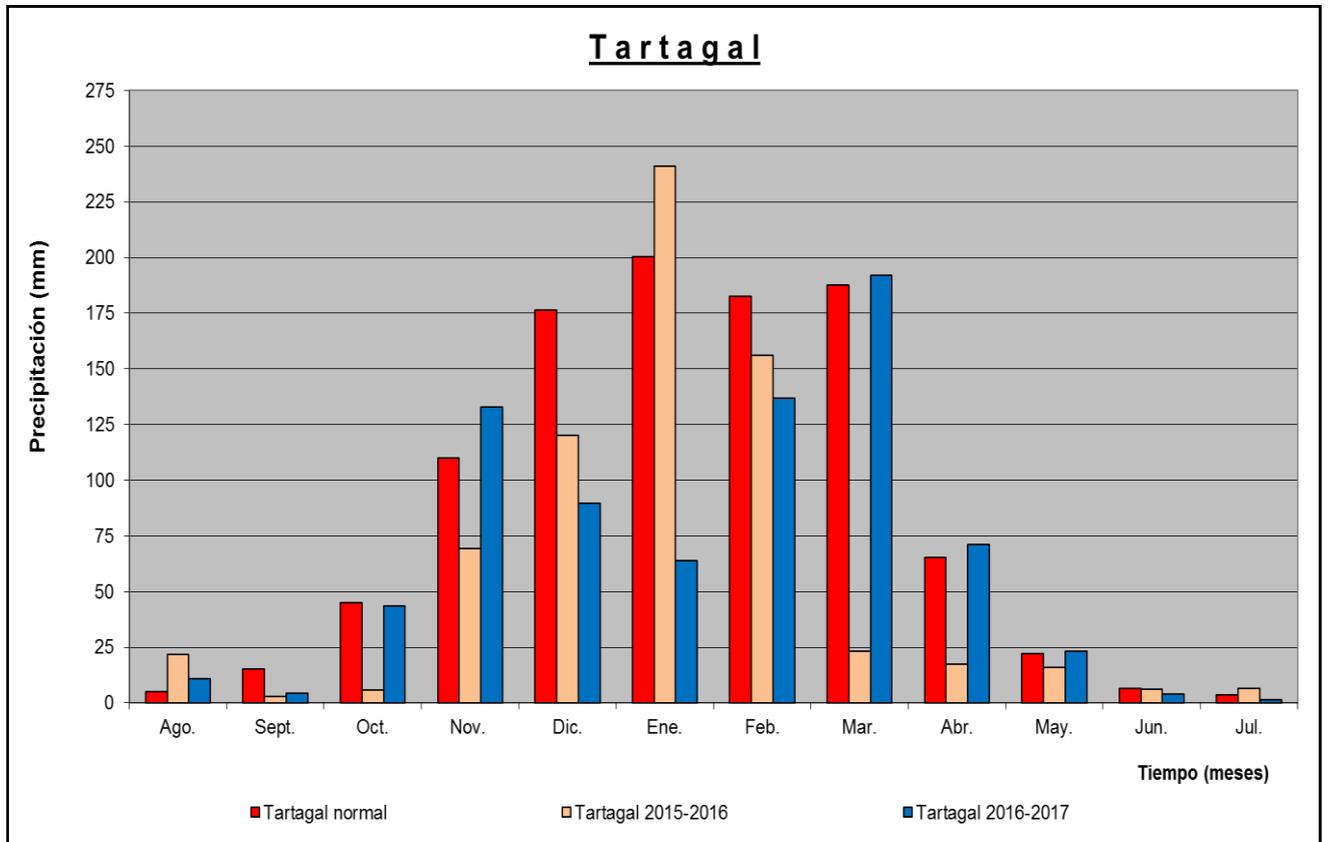


Figura N° 9: Precipitaciones (mm), Tartagal



COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO  
 DIRECCION EJECUTIVA  
<http://www.pilcomayo.net>

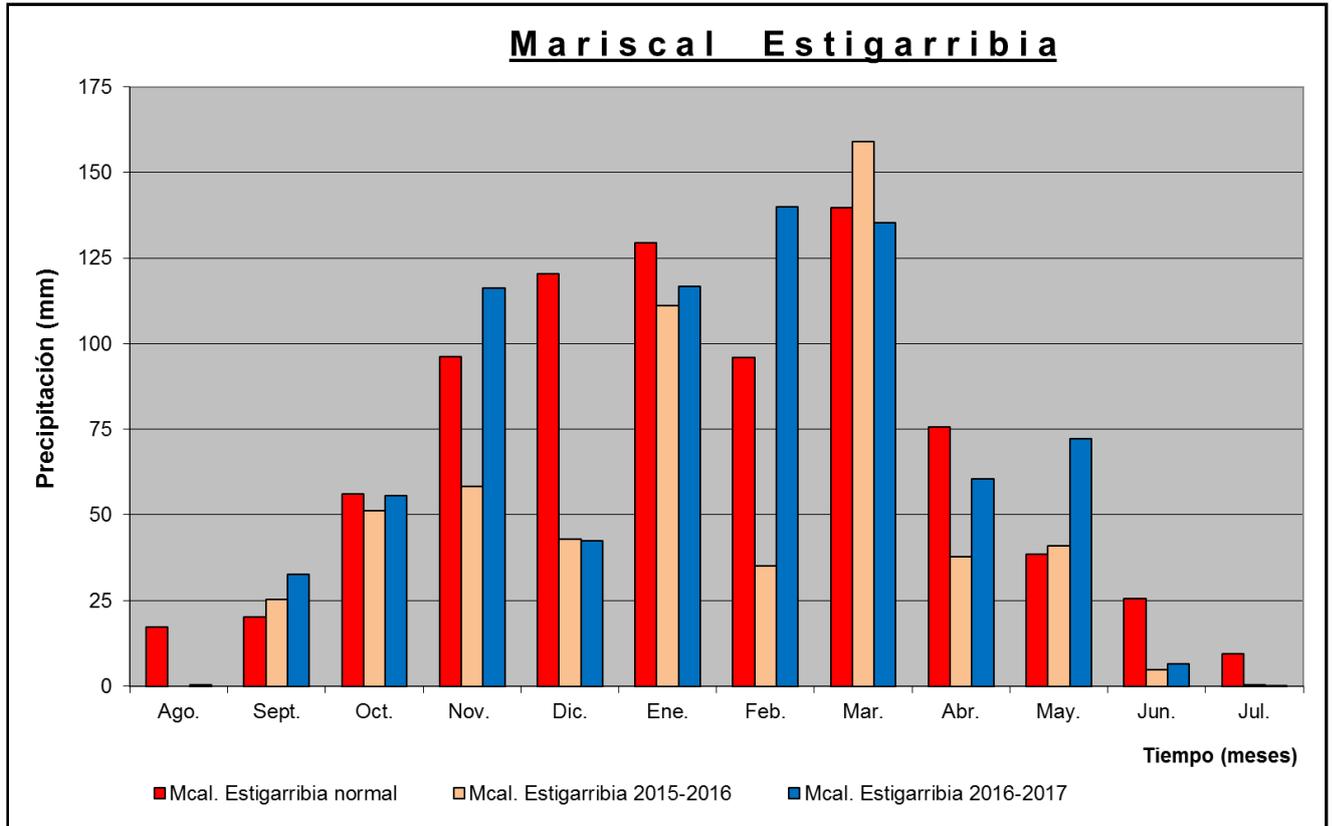


Figura N° 10: Precipitaciones (mm), Mariscal Estigarribia

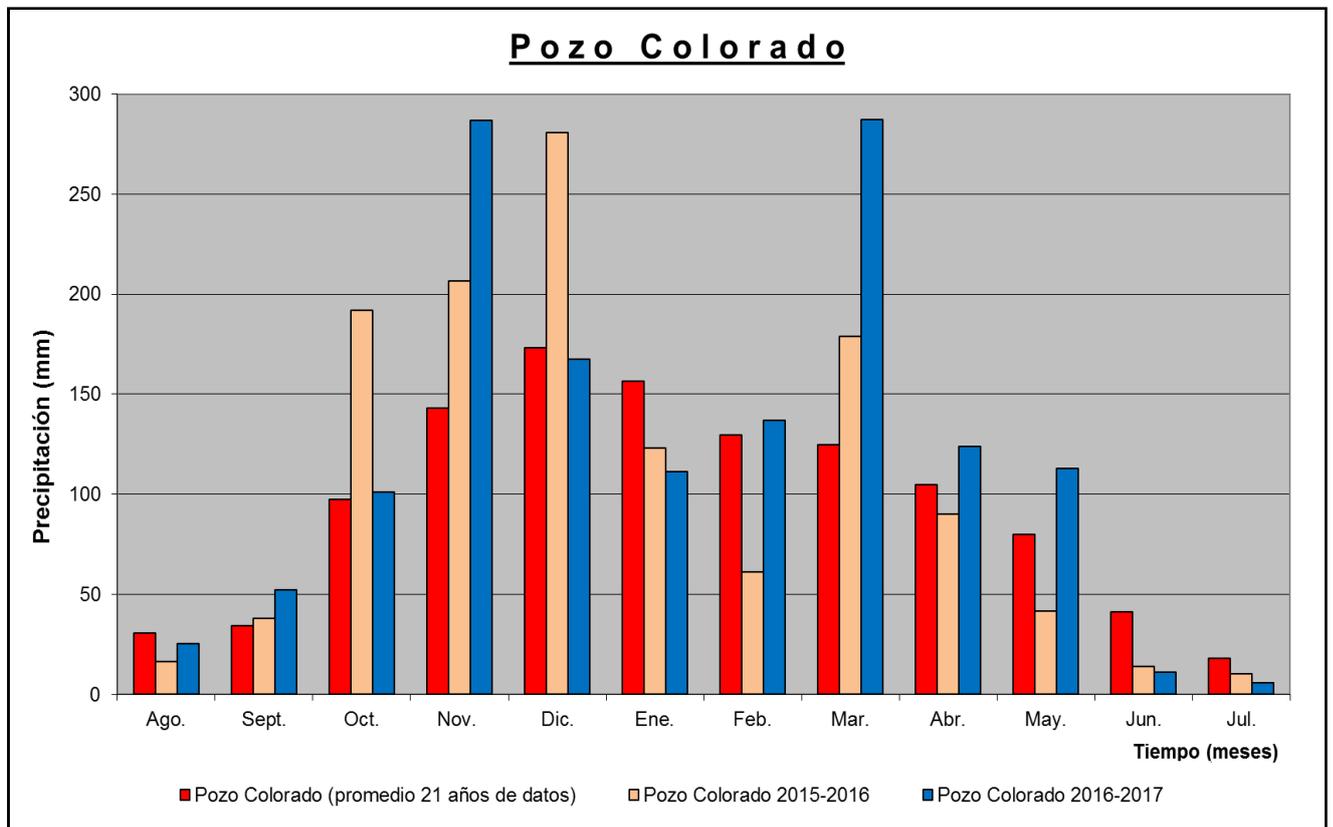


Figura N° 11: Precipitaciones (mm), Pozo Colorado



COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO  
 DIRECCION EJECUTIVA  
<http://www.pilcomayo.net>

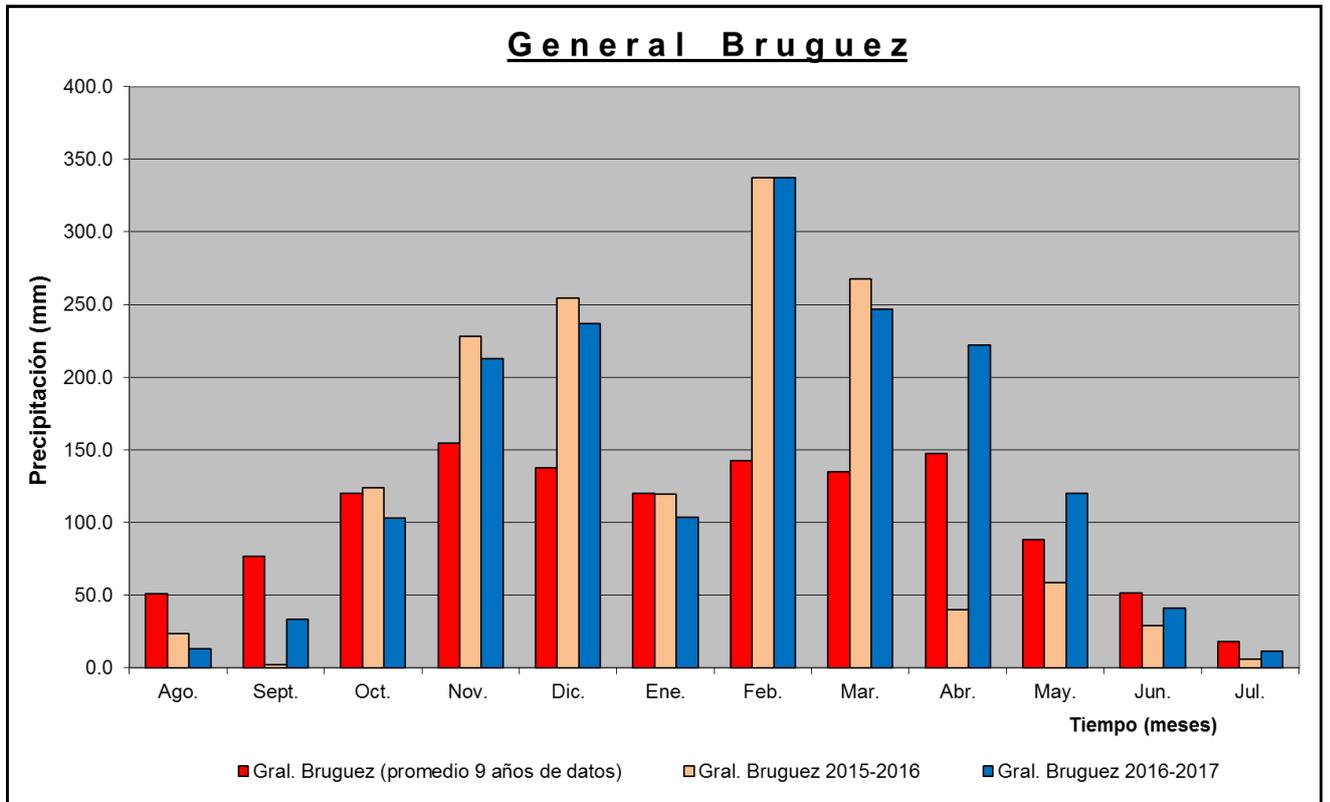


Figura N° 12: Precipitaciones (mm), General Bruguez

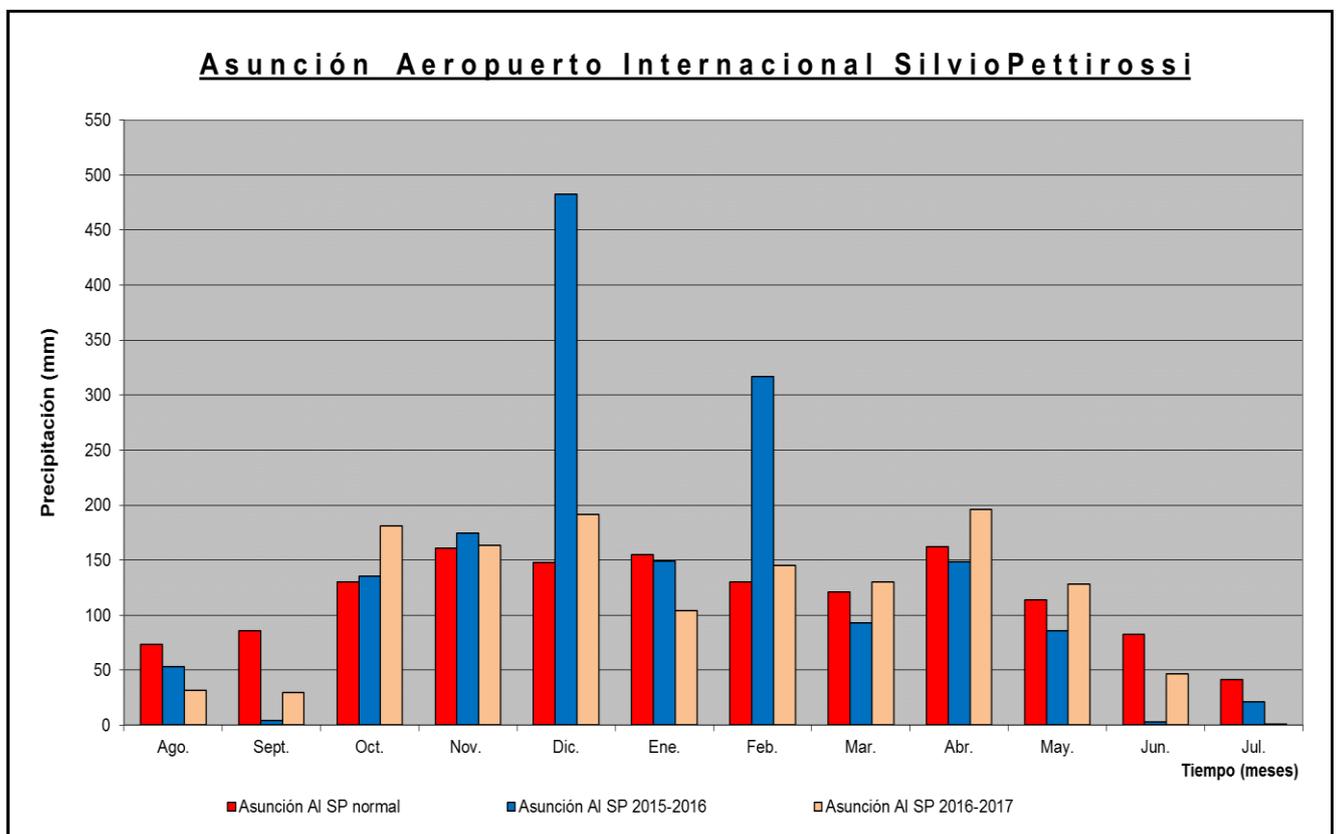


Figura N° 13: Precipitaciones (mm), Asunción Aeropuerto Internacional Silvio Pettirossi



COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO  
DIRECCION EJECUTIVA  
<http://www.pilcomayo.net>

*Como se observa en la Tabla N° 1 y en las figuras en las estaciones ubicadas en la cuenca alta, se registró para el año hidrológico 2016-2017 precipitaciones por debajo de la normal variando entre 10% y 52%.*

*Las estaciones de Palca Grande y El Puente fueron las únicas estaciones de la cuenca alta donde las precipitaciones registradas para el año hidrológico 2016 – 2017 superaron las precipitaciones registradas para año hidrológico 2015 – 2016.*

*En las Figuras N° 7 y N° 8 se puede apreciar que las precipitaciones en las estaciones de Villa Montes (bombeo) y Misión La Paz, fueron superiores en el año hidrológico 2016-2017 en un 72% en Villa Montes (bombeo) y en un 77% en Misión La Paz respecto del año hidrológico anterior. Asimismo, en la estación Villa Montes (bombeo) la precipitación para el año hidrológico 2016-2017 fue 22% superior respecto a su normal, en el caso de la estación Misión La Paz la precipitación para el año hidrológico 2016- 2017 fue 5% inferior respecto a su normal.*

*En las estaciones ubicadas en territorio paraguayo, Pozo Colorado y General Bruguez fueron las precipitaciones registradas para el año hidrológico 2016 – 2017 superiores respecto a sus normales en un 25% y 35% respectivamente, y 13% superiores respecto a las precipitaciones registradas en el año hidrológico 2015 – 2016.*

*En cambio en las estaciones de Mariscal Estigarribia y Asunción Aeropuerto Internacional Silvio Pettirossi las precipitaciones normales superaron en un 6% y 4% a las precipitaciones registradas en el año hidrológico 2016-2017 respectivamente.*

## NIVELES

Se presentan a continuación los registros hidrométricos con sus correspondientes niveles mínimos, medios y máximos diarios de las estaciones:

- Villa Montes Estación de Bombeo (SENAMHI – Bolivia)
- Misión La Paz (SSRH – EVARSA- Argentina)



COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO  
DIRECCION EJECUTIVA  
<http://www.pilcomayo.net>

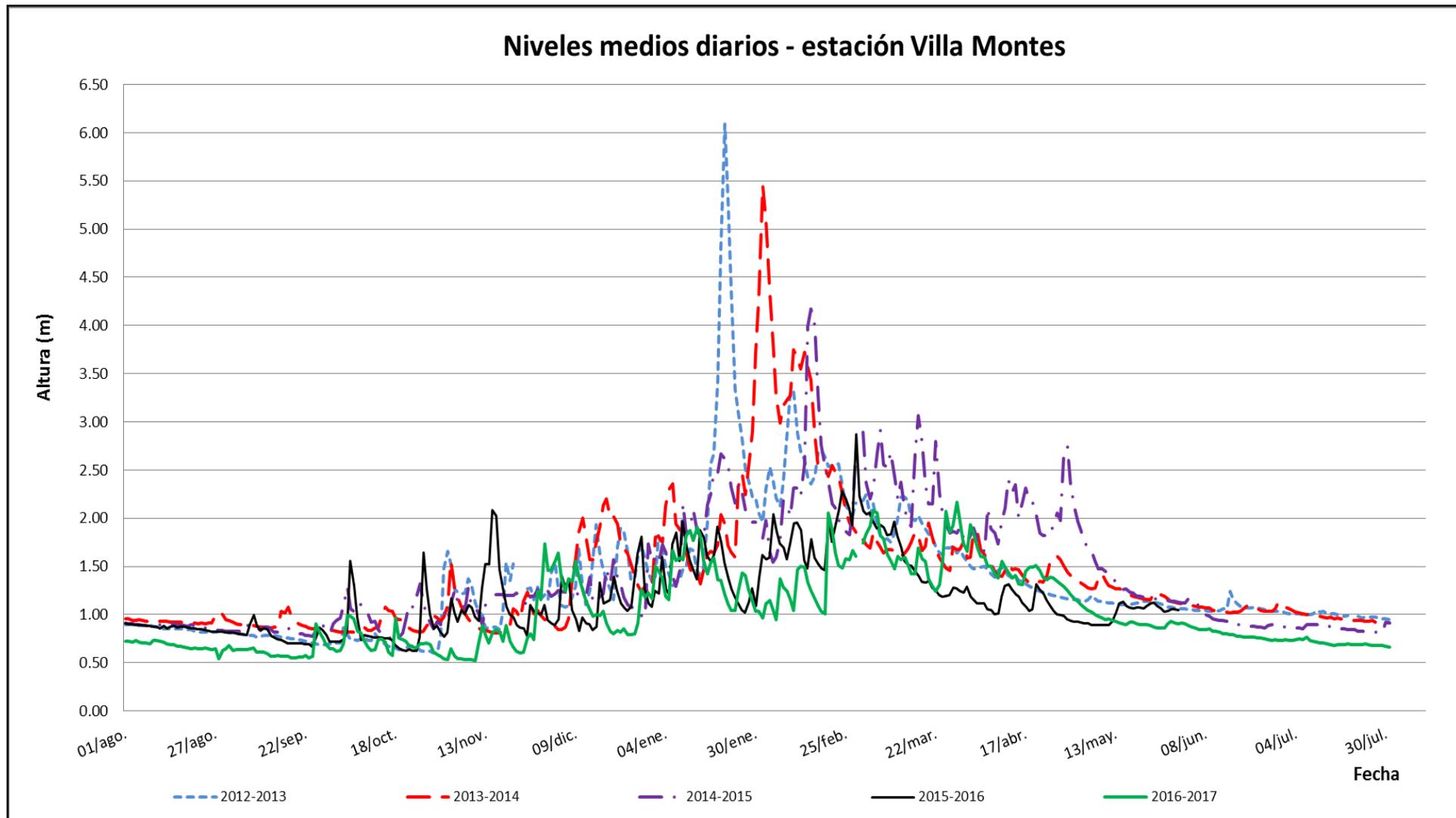


Figura N° 14: Niveles medios diarios (m), Villa Montes



COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO  
DIRECCION EJECUTIVA  
<http://www.pilcomayo.net>

*Como se observa en la Figura N° 14, los niveles medios diarios en la estación Villa Montes para el año hidrológico 2016-2017 fueron menores respecto a los años hidrológicos analizados.*

Hasta los primeros días del mes de **enero**, los niveles se mantuvieron por debajo de los **2 m**, y los del fondo en el tallweg alrededor de **-1.5 m** que se fueron incrementando hasta un máximo de **-1.26 m** (Figura N° 15).

Los niveles del río comenzaron a incrementarse a partir del día **9** a las **23:15hs** hasta el día **10** a las **5:30hs**, alcanzando un nivel máximo para ese período de **2.23 m** el día **10** a las **1:15hs**, posteriormente los niveles se mantuvieron por debajo de los **2 m** hasta el día **11** a las **9:00hs** donde nuevamente se registran valores superiores a los **2 m** hasta las **17:45hs** del mismo día, alcanzando un máximo de **2.26 m** a las **11:45hs**, pasada las 18:00hs del día 11 los niveles nuevamente estuvieron por debajo de los **2 m**.

Se vuelven a registrar superiores a los **2 m** el día **13** a partir de las **4:15hs** hasta las **11:45hs**, llegando a un máximo nivel para este período de **2.07 m** a las **8:30hs**, pasado el mediodía del día **13** los niveles se mantuvieron por debajo de los **2 m**.

A fines del mes de **febrero** se registran valores superiores a los **2 m** los días **20** y **21**, llegando a un máximo para dicho período de **2.28 m** el día **20** a las **6:15hs**, los niveles a partir del día **21** a las **6:30hs** comenzaron a descender nuevamente por debajo de los **2 m**.

Los primeros días del mes de **marzo**, días **4** a las **2:30hs** y **5** a las **13:45hs** se registran nuevamente niveles superiores a los **2 m**, el máximo para dicho período es **2.29 m** el día 4 a las **22:45hs**.

El día **25** se vuelven a tener valores superiores a los **2 m** en la estación, llegando a un máximo de **2.35 m** a las **17:00hs**.

Durante la tarde del día **27**, más precisamente a partir de las **17:45hs**, los valores comenzaron a superar los **2 m**, dichos niveles se mantuvieron hasta el día **29** a las **10:15hs**, registrándose un máximo de **2.51 m** el día **27** a las **22:00hs**, este nivel fue el máximo registrado para el año hidrológico **2016-2017**.

El día **1** de **abril** se vuelven a registrar valores superiores a los **2 m**, los últimos del año hidrológico, el máximo para ese día fue de **2.10 m** a las **10:45hs**.



**COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO**  
**DIRECCION EJECUTIVA**  
<http://www.pilcomayo.net>

Con posterioridad al día **1** de **abril** los niveles descendieron hasta el **31 de julio** con un nivel promedio de **1 m**.

La llegada de los primeros pequeños picos de crecida producida en el mes de enero se relaciona con una pequeña erosión del fondo del cauce de alrededor de **0.50 m** (de nivel **-0.79 m a -1.30 m**). La magnitud de esta erosión estival se puede comparar con las producidas en años anteriores en la Figura N° 15.



COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO  
DIRECCION EJECUTIVA  
<http://www.pilcomayo.net>

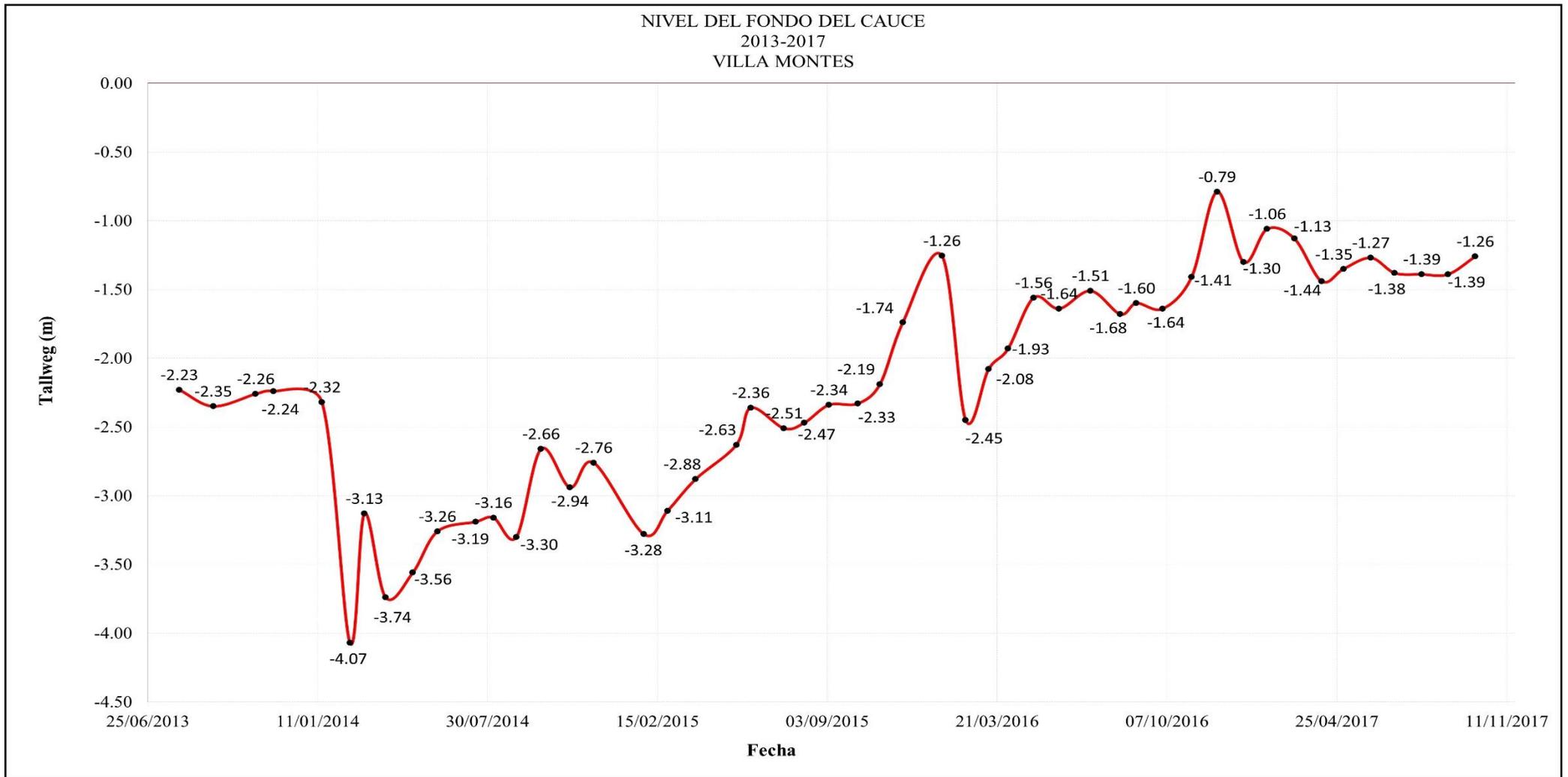


Figura N° 15: Nivel del fondo del cauce período 2013-2017, Villa Montes



COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO  
DIRECCION EJECUTIVA  
<http://www.pilcomayo.net>

La Tabla N° 2 muestra la comparación de niveles máximos y mínimos en la estación Villa Montes

**Tabla N° 2: Niveles máximos y mínimos (m), estación Villa Montes**

Nivel	Período				
	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017
máximo (m)	6.70	5.85	4.45	3.34	2.51
mínimo (m)	0.60	0.79	0.71	0.62	0.47

La Figura N° 16 presenta la evolución de los perfiles transversales del río en función de los distintos años hidrológicos.

Se aprecia la respuesta del fondo del cauce a los caudales que escurren en el río. Por ejemplo, el nivel más bajo del fondo se registró en febrero de 2014, como respuesta a las crecidas estivales ocurridas ese año. (Cota del fondo **-4.07 m** medida el 18 de febrero de 2014).

Se aprecian, asimismo las lógicas sedimentaciones (aumento de las cotas de fondo) en épocas de aguas bajas.

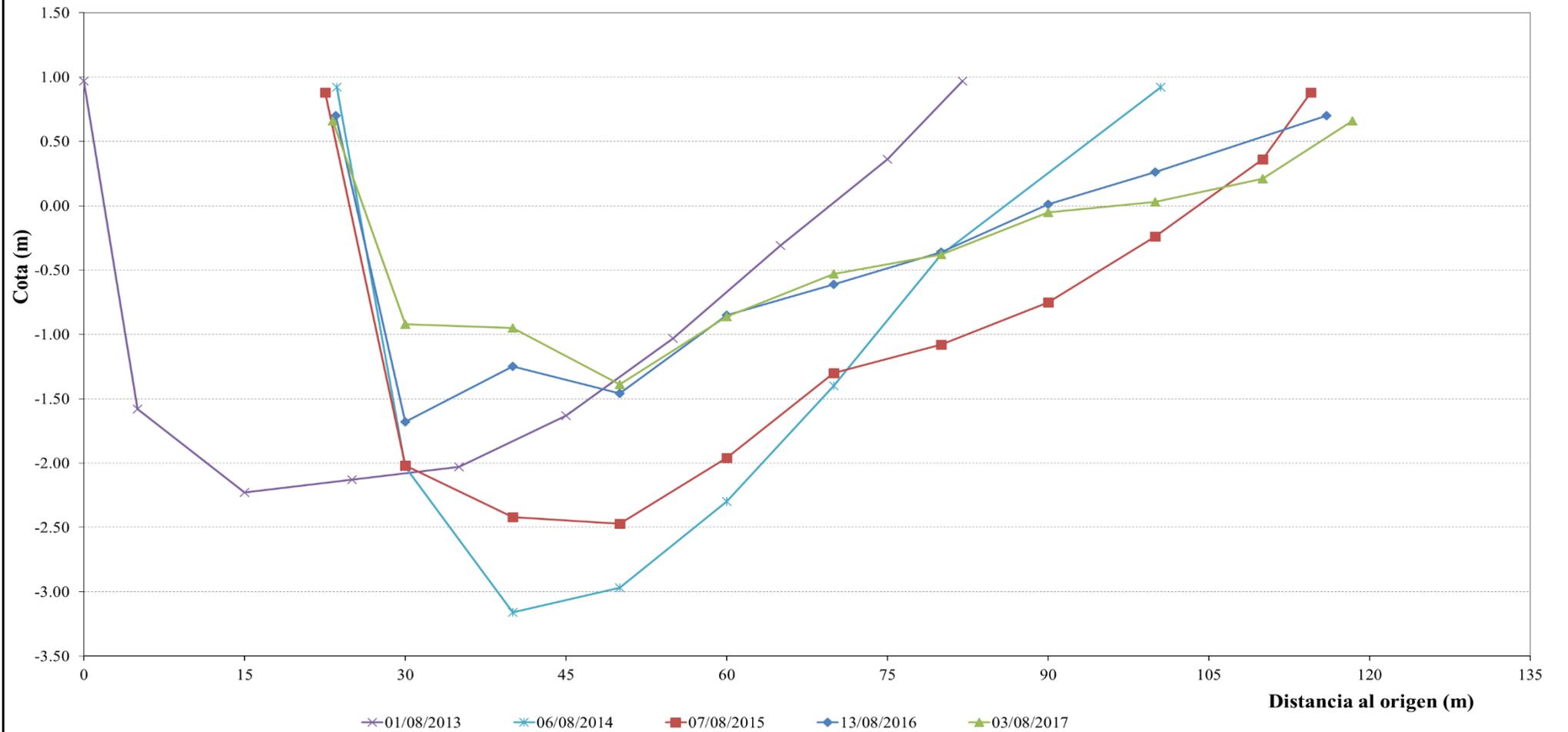
También el desplazamiento de la vaguada desde la margen izquierda hacia el centro del río a partir de 2014.

Y, finalmente, cómo los niveles de fondo se han ido sobrelevando como consecuencia de la escasa erosión estival causada por los magros caudales de crecidas de los años 2014 en adelante.



COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO  
DIRECCION EJECUTIVA  
<http://www.pilcomayo.net>

**EVOLUCIÓN PERFILES TRANSVERSALES  
2013 - 2017  
VILLA MONTES**



**Figura N° 16: Evolución perfiles transversales, Villa Montes**



COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO  
DIRECCION EJECUTIVA  
<http://www.pilcomayo.net>

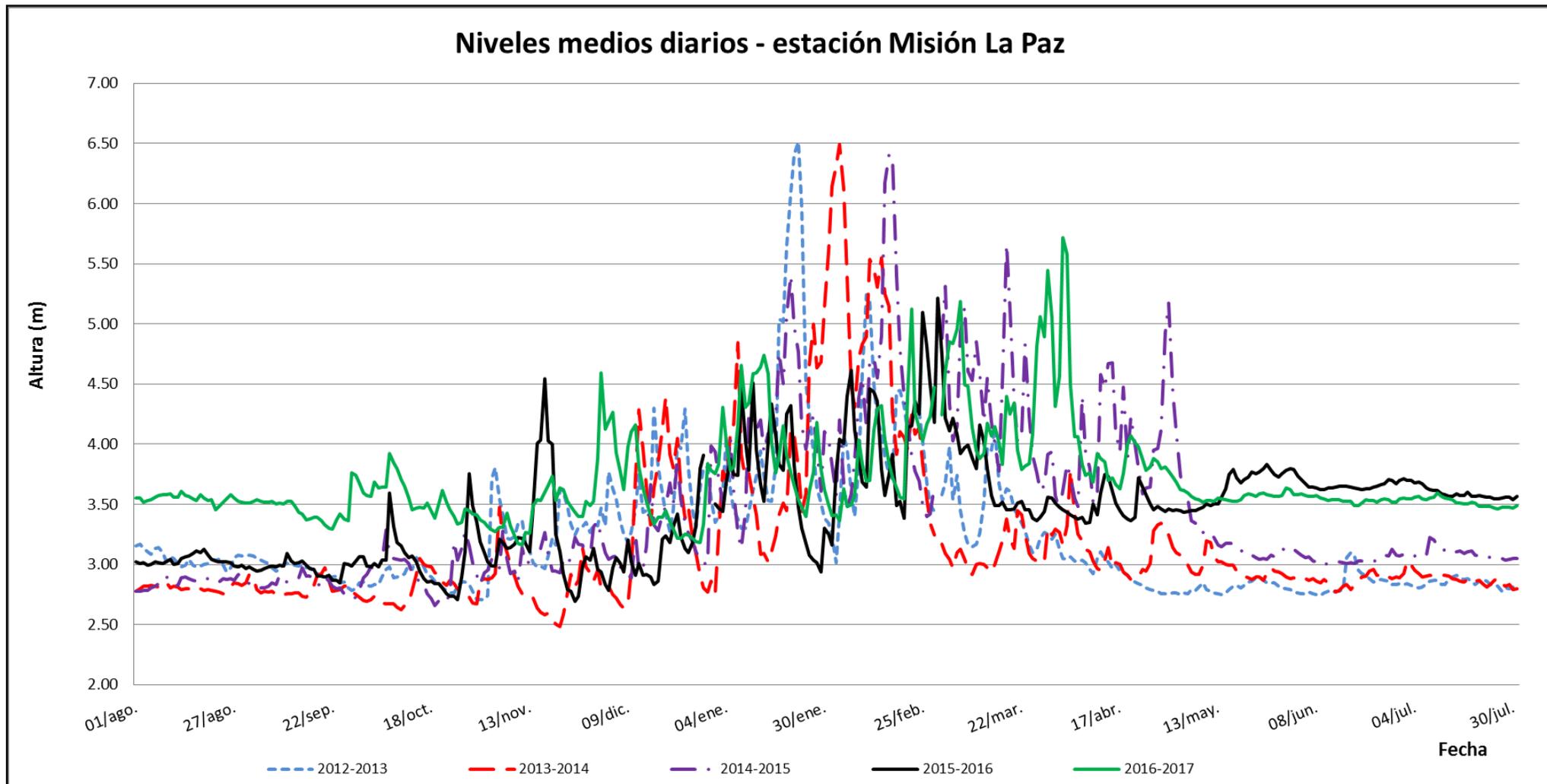


Figura N° 17: Niveles medios diarios (m), Misión La Paz



COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO  
DIRECCION EJECUTIVA  
<http://www.pilcomayo.net>

*Como se observa en la Figura N° 17, los niveles medios diarios en la estación Misión La Paz para el año hidrológico 2016-2017 solamente fueron superiores a los del año hidrológico 2015-2016, para el período de aguas medias -altas.*

*Desde el mes de mayo de 2016 y como consecuencia de una sensible elevación del lecho, se produjeron incrementos en los registros de niveles de la escala que no se corresponden a aumento de caudales. Este efecto se visualiza con claridad hasta la aparición de las primeras crecidas (noviembre 2016) y desde el inicio de las aguas bajas (mayo 2017).*

En efecto, a partir del verano de 2015, se produjo una elevación del nivel del fondo del cauce del río de aproximadamente **1 m**, tanto en los períodos de erosión (crecidas estivales) como de deposición (aguas bajas).

Ello se aprecia con claridad en la Figura N° 18, en ella se distingue que el nivel más bajo del fondo del cauce (erosión), registrado en mayo de 2015 correspondió a una cota de **-1.07 m** respecto del cero de la escala hidrométrica, en tanto que para los años siguientes (marzo de 2016 y abril de 2017) fue de **-0.17 m** y **-0.02 m** respectivamente.

Lo mismo puede apreciarse respecto de los máximos valores de deposición. En julio de 2015 la cota de fondo del cauce fue de 2,02 m (máxima deposición) en tanto que para los años siguientes (agosto 2016 y octubre 2017) fue de **2.88 m** y **2.82 m** respectivamente.

También allí se puede apreciar esa situación en los perfiles transversales del río correspondiente a los años hidrológicos 2013-2014 al 2016-2017 (Figura N° 19).

Allí se observa. Nítidamente las diferencias entre los anteriores al veranos de 2015 y los posteriores. Inclusive en un desplazamiento en las progresivas hacia margen izquierda.

Finalmente en la Tabla N°3 se puede comprobar que, a partir del verano de 2015, para un caudal aproximado del orden de los **22 m<sup>3</sup>/s**, en fecha similares, corresponden alturas de escala superiores en más de 1 m.

**Tabla N° 3: Comparación de aforos**

Fecha	Altura (m)	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
07-09-2012	2.94	21
22-08-2013	2.80	22
27-08-2014	2.84	22
06-09-2015	2,88	24
16-08-2016	3.48	22
29-07-2017	3.47	24



COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO  
DIRECCION EJECUTIVA  
<http://www.pilcomayo.net>

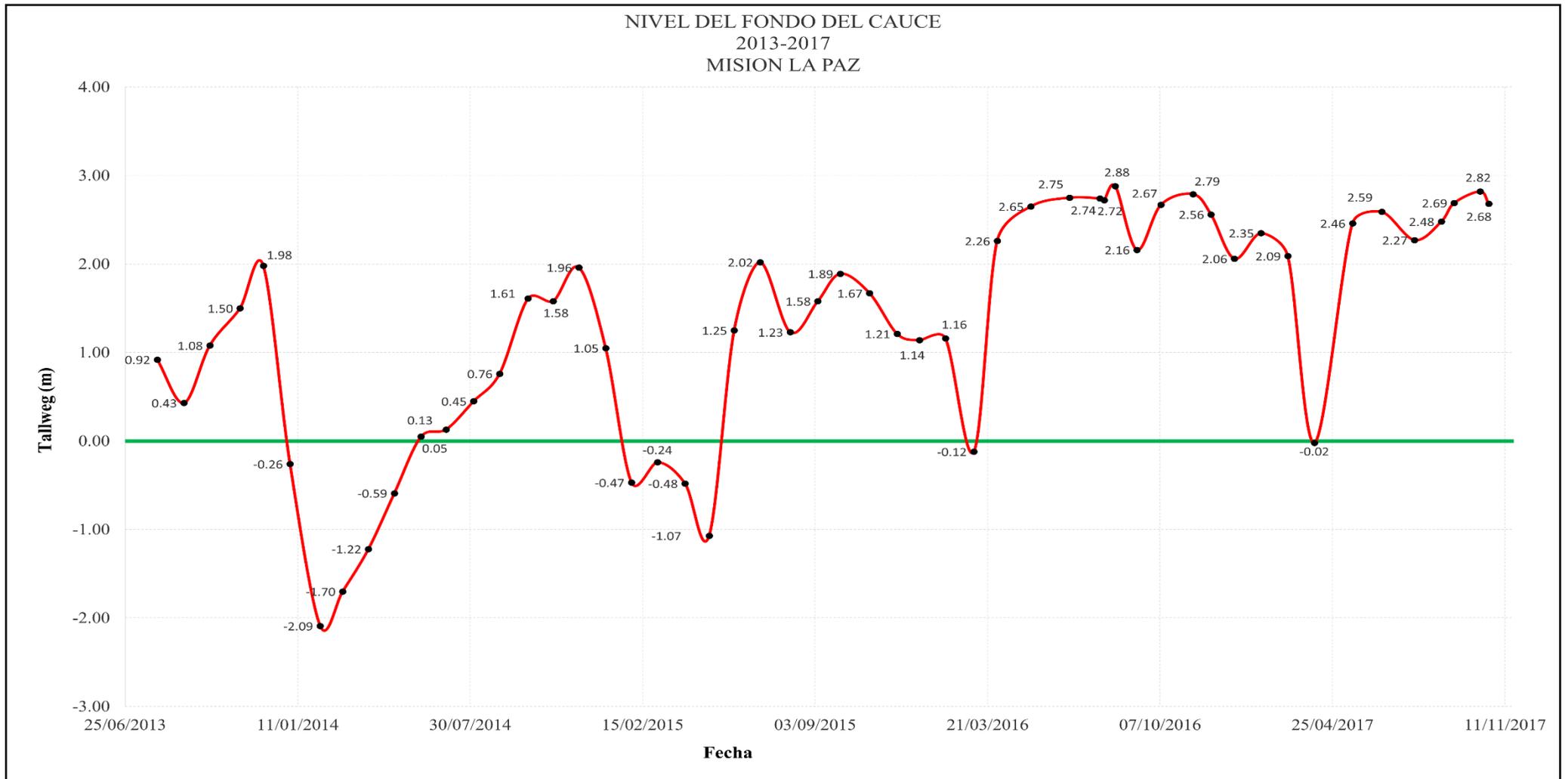


Figura N° 18: Nivel del fondo del cauce período 2013-2017, Misión La Paz



COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO  
DIRECCION EJECUTIVA  
<http://www.pilcomayo.net>

EVOLUCIÓN PERFILES TRANSVERSALES  
2013 -2017  
MISIÓN LA PAZ

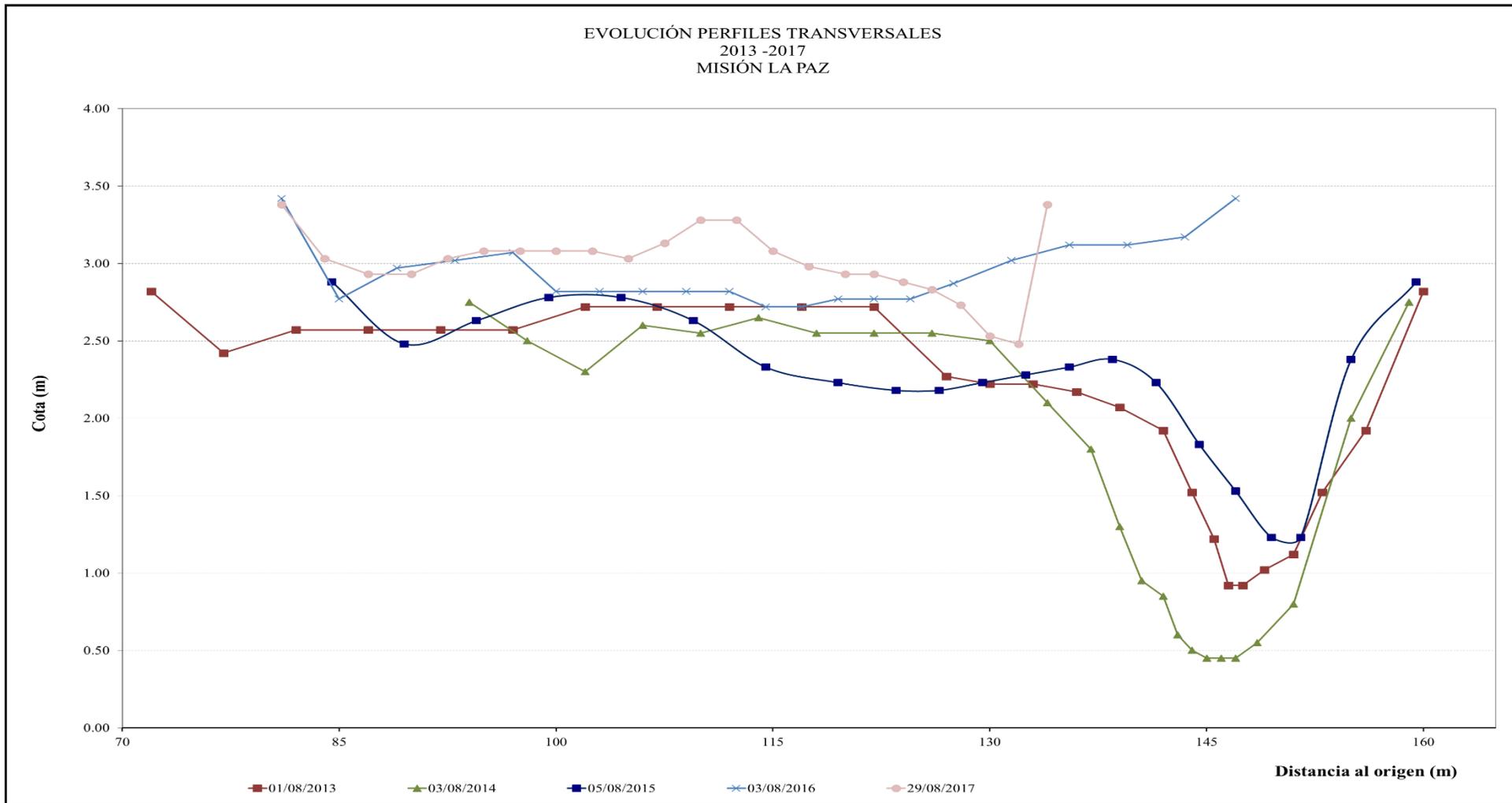


Figura N° 19: Evolución perfiles transversales, Misión La Paz



COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO  
DIRECCION EJECUTIVA  
<http://www.pilcomayo.net>

En el pasado año hidrológico 2016 -2017, los niveles comenzaron a incrementarse el **1 de diciembre** a partir de las **21:15hs** donde superaron los **4 m**, estos niveles se mantuvieron superiores a dicho nivel hasta el día **6 de diciembre** a las **2:30hs**, el máximo nivel alcanzado para dicho período fue de **4.81 m** el día **2** a las **3:45hs**.

Un segundo incremento de nivel superior a los **4 m** se desde el día **9 de diciembre** a las **6:00hs** hasta el día **12** a las **00:45hs**, el máximo nivel alcanzado en el período fue de **4.28 m** el día **11** a las **00:45hs**.

Al igual que ocurrió en la estación Villa Montes, en los primeros días del mes de **enero** los niveles nuevamente comienzan a incrementarse, a partir del día **2** a las **21:15hs** los niveles superaron los **4 m**, manteniéndose hasta el día **20** a las **3:00hs**, el nivel máximo registrado para este período fue de **5.01 m** el día **13** a las **2:30hs**.

Los días **27** y **28** nuevamente los niveles superaron los **4 m**, el máximo registrado fue de **4.25 m** el día **28** a las **12:00hs**.

En lo que respecta al mes de **febrero**, se dieron varios períodos con niveles superiores a los **4 m** el primero el día **8** con un máximo de **4.14 m** a las **6:00hs**, el segundo desde el día **12** al **15** con un máximo para dicho período de **4.51 m** el día **12** a las **18:00hs** y un tercer período desde el **21** al **28**, con un máximo de **5.45 m** el día **22** a las **6:00hs**.

Continuando con los niveles superiores a los **4 m**, en el mes de **marzo** al igual que el mes anterior se dieron varios períodos con niveles superiores a los **4 m**, el primero desde el **1** al **9** con un máximo de **5,60 m** el día **6** a las **6:00hs**, el segundo desde el día **12** al **16** con un máximo de **4.23 m** el día **12** a las **21:00hs**, desde el **18** al **21** se registra un tercer período con un máximo de **4,58 m** el día **18** a las **18:00hs**, el cuarto y último período se registra desde el **25** al **31** con un máximo de **5.51 m** el día **29** a las **15:00hs**.

Los niveles se mantuvieron por encima de los **4 m** iniciando el mes de **abril** desde el **1** al **6**, con un máximo de **5.82 m** el día **2** a las **20:00hs**, siendo este nivel el máximo registrado para el período **2016-2017**.



**COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO**  
**DIRECCION EJECUTIVA**  
<http://www.pilcomayo.net>

Con posterioridad al pico máximo del período, se registraron el día **11** niveles superiores a los **4 m**, el máximo fue de **4.16 m** a las **18:00hs**, también durante el período del **19** al **22** los niveles estuvieron por encima de los 4 m, el máximo para dicho período fue de **4.07 m** el día **20** a las **6:00hs**.

Durante los meses de **mayo, junio y julio** los niveles se mantuvieron por debajo de los **4 m**, con un nivel promedio de **3.56 m**.

La Tabla N° 4 muestra la comparación de niveles máximos y mínimos en la estación Misión La Paz.

**Tabla N° 4: Niveles máximos y mínimos (m), estación Misión La Paz**

Nivel	Período				
	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017
máximo (m)	6.60	6.53	6.45	5.70	5.82
mínimo (m)	2.69	2.48	2.61	2.46	3.12

### **NIVELES MÁXIMOS**

Comparando los valores del año hidrológico 2016-2017, con los períodos 2005-2006; 2006-2007 y 2007-2008 donde se registraron crecidas significativas, se tiene:

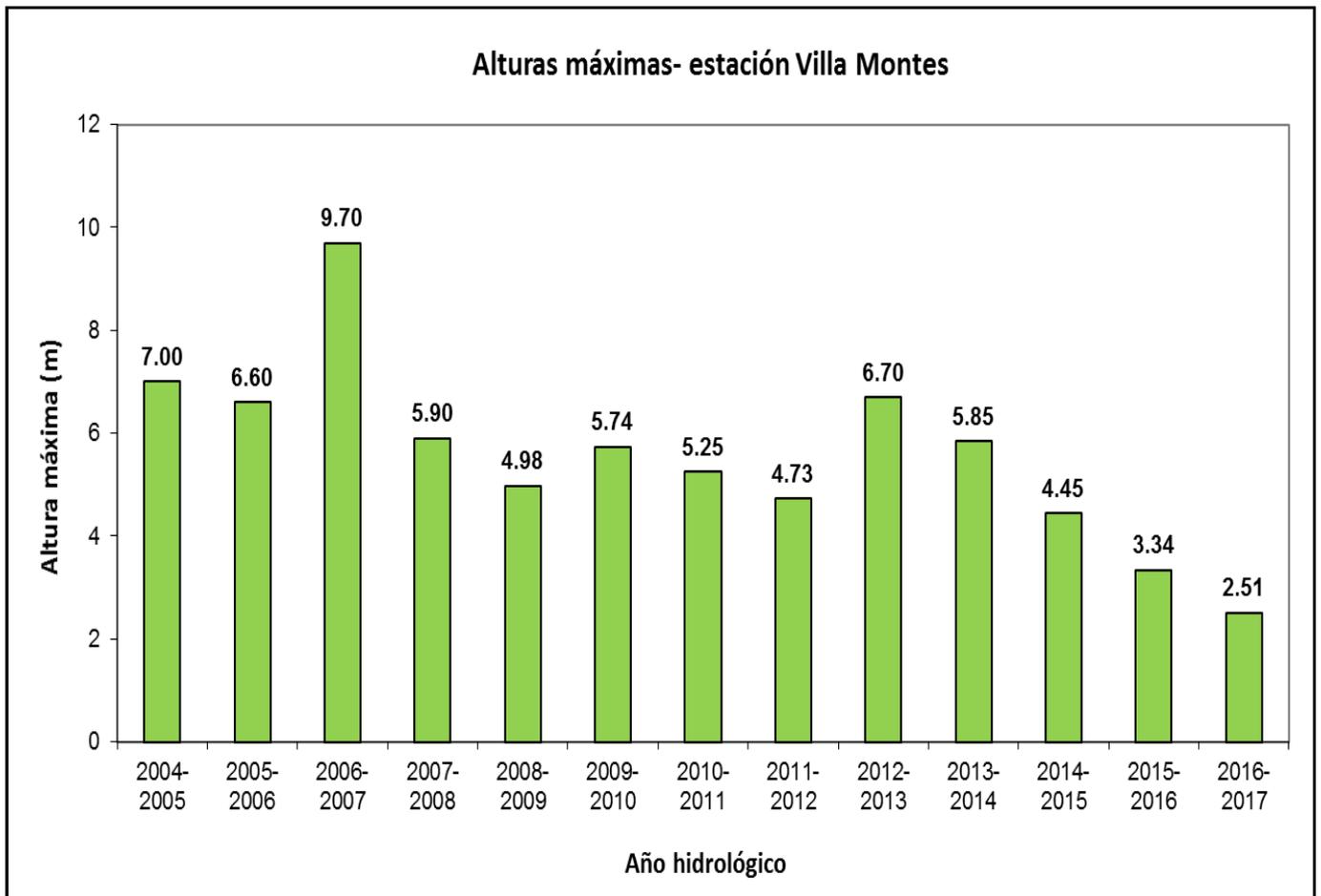
- Estación Villa Montes:
  - Niveles:
    - **Período 2006-2007:** los niveles a partir del 13 de enero de 2007 se mantuvieron por encima de los 3 m, registrándose un máximo nivel horario de **9.70 m (17-01-07)**, estos niveles superiores a los **3 m** se mantuvieron por un lapso de **11 días**. Posterior a estos niveles se registró otro pico el **18 de marzo** donde el nivel máximo alcanzó los **4.54 m**, el cual se mantuvo un solo día.
    - **Período 2016-2017:** para este período en ningún momento se registraron niveles superiores a los 3 m, el máximo nivel fue de **2.51 m (27-03-17)**
    - *Es de destacar también la magnitud de las crecidas de los períodos 2005-2006 y 2007-2008 donde los niveles superiores a los 3 m se mantuvieron por 27 días, y registrándose un máximo nivel de 6.60 m (23-01-06) y 5.90m (26-01-08), respectivamente.*



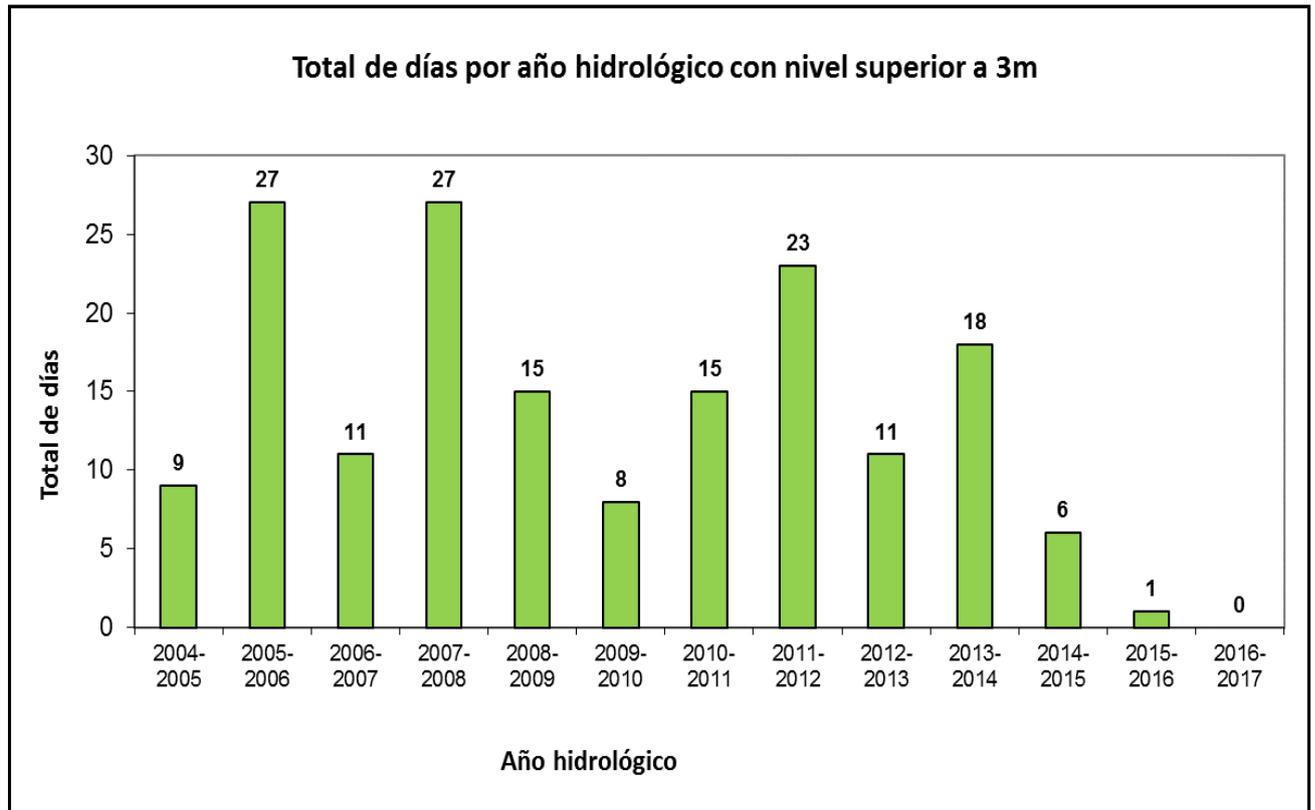
COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO  
 DIRECCION EJECUTIVA  
<http://www.pilcomayo.net>

**Tabla N° 5: Altura máxima y total de días con niveles mayores a 3 m, por año hidrológico - Villa Montes (2004-2017)**

Año Hidrológico	Altura máxima	Cantidad de días con h>3m	fecha máxima
2004-2005	7.00	9	14/02/2005
2005-2006	6.60	27	23/01/2006
2006-2007	9.70	11	17/01/2007
2007-2008	5.90	27	26/01/2008
2008-2009	4.98	15	05/03/2009
2009-2010	5.74	8	26/02/2010
2010-2011	5.25	15	12/02/2011
2011-2012	4.73	23	25/02/2012
2012-2013	6.70	11	21/01/2013
2013-2014	5.85	18	01/02/2014
2014-2015	4.45	6	15/02/2015
2015-2016	3.34	1	28/02/2016
2016-2017	2.51	0	27/03/2017



**Figura N° 20: Alturas máximas por año hidrológico - Villa Montes (2004-2017)**



**Figura N° 21: Total de días por año hidrológico con altura mayor a 3m- Villa Montes (2004-2017)**

- Estación Misión La Paz:

- Niveles:

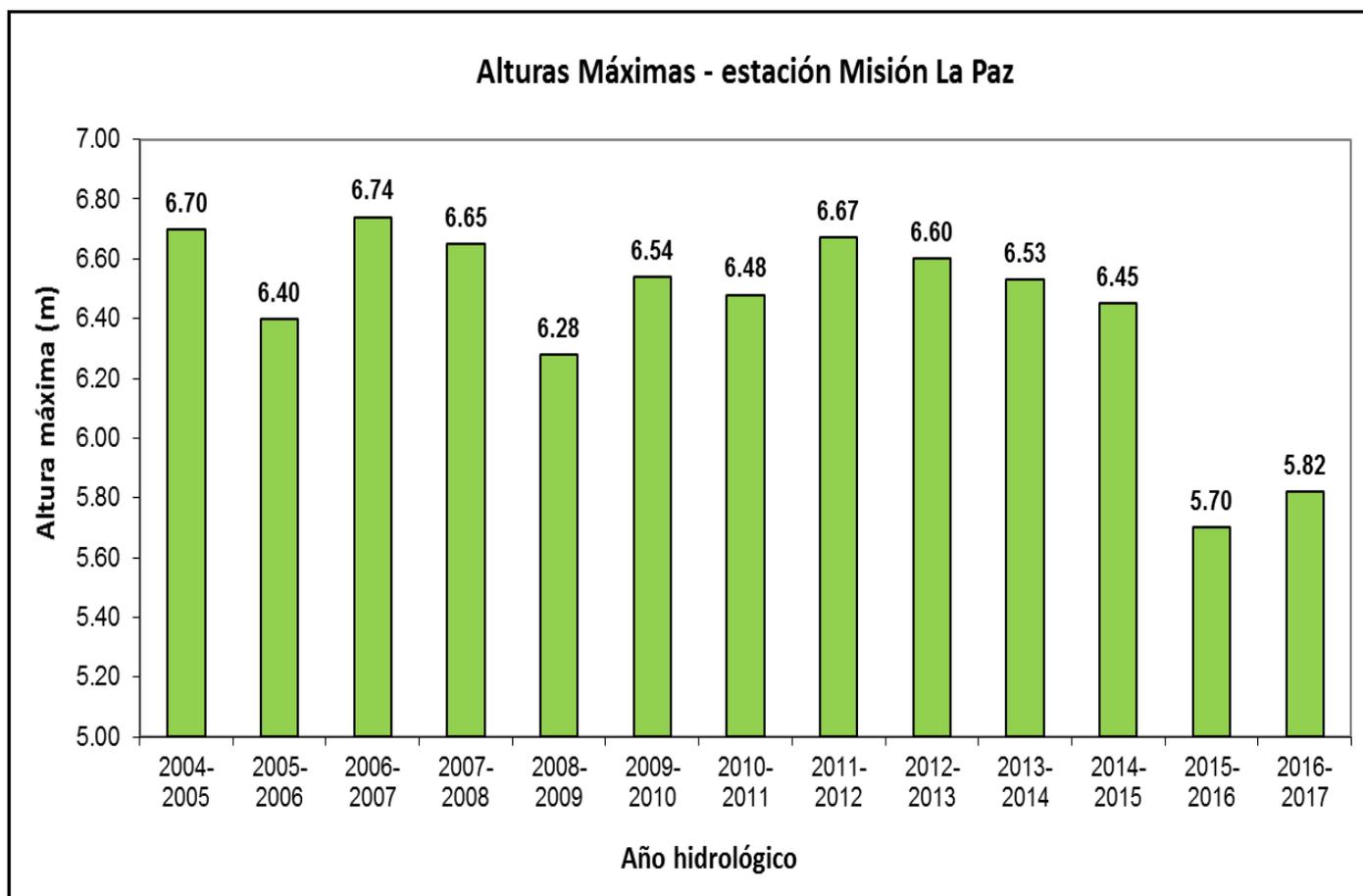
- **Período 2006-2007:** los niveles empezaron a superar los **5 m** a partir del día 14 de enero de 2007, registrándose un máximo nivel horario de **6.74 m (19-01-07)**. Posterior a este nivel un pico significativo se registró el día **20 de marzo** con una altura máxima de **6.46 m**. Los niveles se mantuvieron superiores a los **5 m** por un lapso de **11 días**.
    - **Período 2016-2017:** los niveles superiores a los **5 m** se mantuvieron por un lapso de **11 días** registrándose un máximo nivel horario de **5.82m (02-04-17)**.
    - *Es de destacar también la magnitud de la crecida de los períodos 2005-2006, 2007-2008 y 2011-2012 donde los niveles superiores a los 5 m se mantuvieron por 25 y 27 días, y registrándose un máximo nivel de 6.40 m (24-01-06), 6.65 m (27-01-08), 6.67 m (13-02-12) respectivamente.*



COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO  
 DIRECCION EJECUTIVA  
<http://www.pilcomayo.net>

**Tabla N° 6: Altura máxima y total de días con niveles mayores a 5 m, por año hidrológico- Misión La Paz (2004-2017)**

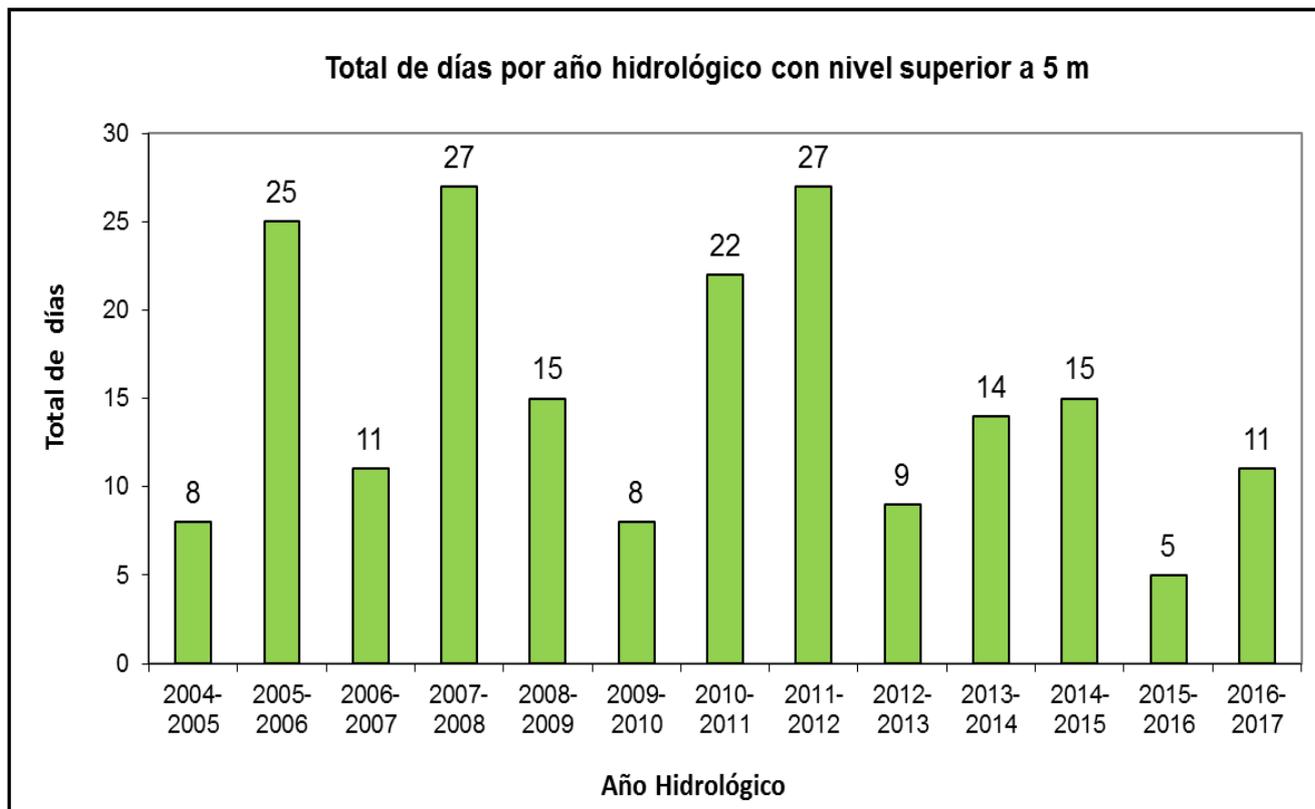
Año Hidrológico	Altura máxima	Cantidad de días con h>5m	fecha de máxima
2004-2005	6.70	8	16/02/2005
2005-2006	6.40	25	24/01/2006
2006-2007	6.74	11	19/01/2007
2007-2008	6.65	27	27/01/2008
2008-2009	6.28	15	06/03/2009
2009-2010	6.54	8	27/02/2010
2010-2011	6.48	22	01/03/2011
2011-2012	6.67	27	13/02/2012
2012-2013	6.60	9	22/01/2013
2013-2014	6.53	14	03/02/2014
2014-2015	6.45	15	16/02/2015
2015-2016	5.70	5	29/02/2016
2016-2017	5.82	11	02/04/2017



**Figura N° 22: Alturas máximas por año hidrológico- Misión La Paz (2004-2017)**



COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO  
DIRECCION EJECUTIVA  
<http://www.pilcomayo.net>



**Figura N° 23: Total de días por año hidrológico con altura mayor a 5m- Misión La Paz (2004-2017)**

\* se considera en ambas estaciones, la cantidad de días no necesariamente consecutivos en los que el nivel estuvo por encima de 3 metros en Villa Montes y 5 metros en Misión La Paz

### TRASLADO DE CRECIDAS

Con la ayuda de los registros a tiempo real se pudo obtener el tiempo de traslado del pico entre las estaciones de Puente Aruma, Villa Montes y Misión La Paz.

Para este caso se consideraron los niveles horarios del período marzo – abril meses donde se registraron en las estaciones mencionadas los mayores niveles.

Las Tablas N° 7 y N° 8 muestran el día, hora, nivel máximo y tiempo de traslado del pico de crecida entra las estaciones de Puente Aruma, Villa Montes y Misión La Paz.

**Tabla N° 7: Día, hora, nivel máximo y tiempo de traslado del pico de crecida, estaciones Puente Aruma, Villa Montes y Misión La Paz (marzo)**

Estación	Fecha	Hora	Nivel (m)	Tiempo de traslado pico crecida
Puente Aruma	27-03-17	10:15	<b>5.94<sup>(*)</sup></b>	<b>11:45 hs (Puente Aruma-Villa Montes)</b>
Villa Montes	27-03-17	22:00	<b>2.51<sup>(*)</sup></b>	
Misión La Paz	29-03-17	18:00	5.51	<b>44 hs (Villa Montes-Misión La Paz)</b>

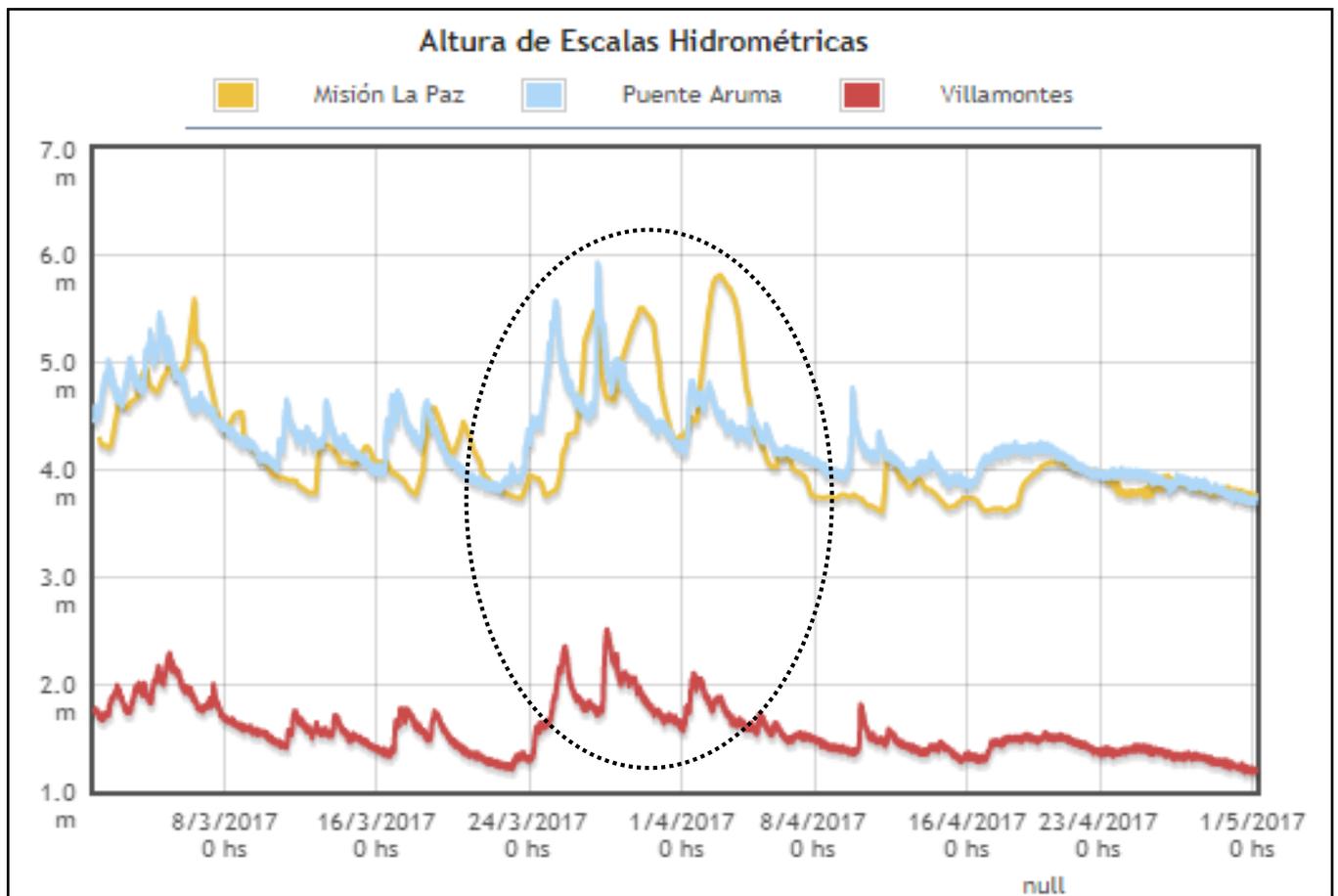


**COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO**  
**DIRECCION EJECUTIVA**  
<http://www.pilcomayo.net>

**Tabla N° 8: Día, hora, nivel máximo y tiempo de traslado del pico de crecida, estaciones Villa Montes y Misión La Paz (abril)**

Estación	Fecha	Hora	Nivel (m)	Tiempo de traslado pico crecida
Villa Montes	01-04-17	10:45	2.10	<b>34.15 hs (Villa Montes-Misión La Paz)</b>
Misión La Paz	02-04-17	21:00	<b>5.82<sup>(*)</sup></b>	

(\*) niveles máximos registrados para el período 2016-2017



**Figura N° 24: Alturas horarias Puente Aruma- Villa Montes- Misión La Paz (marzo – abril 2017)**

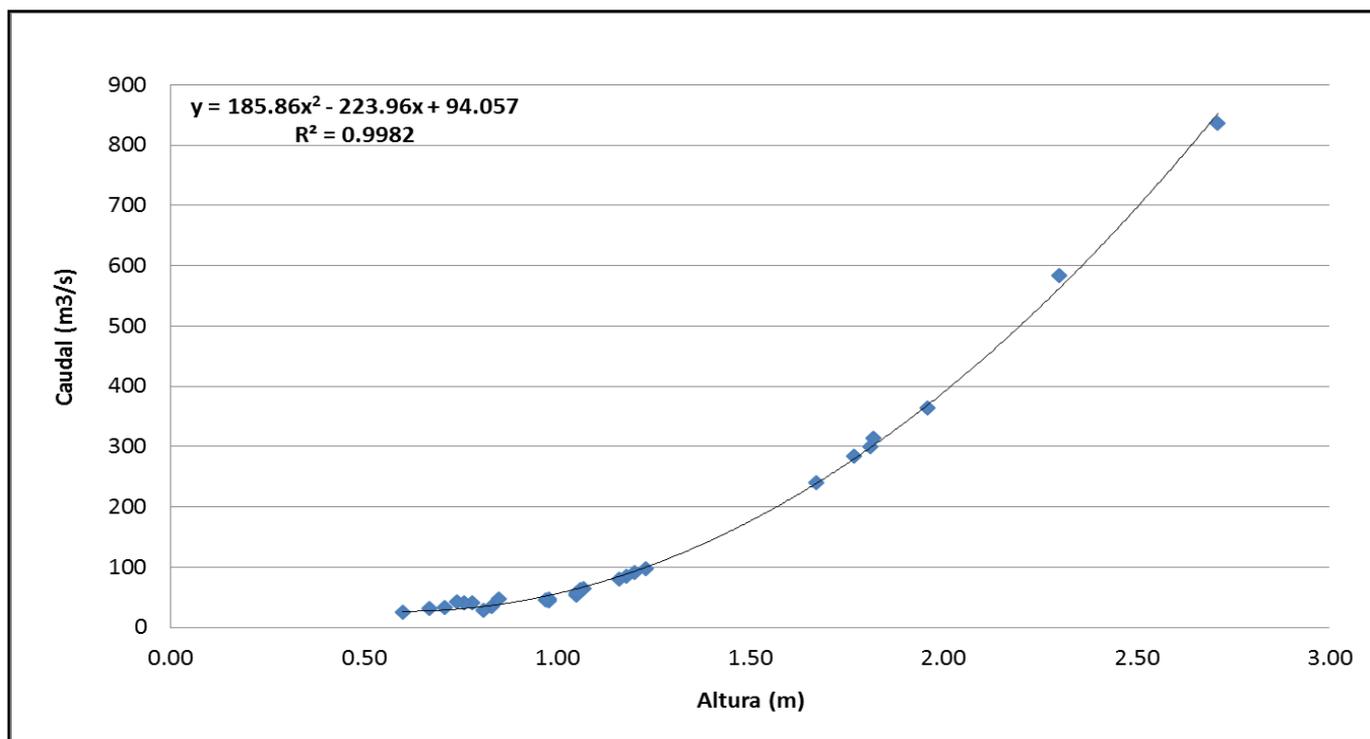


COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO  
DIRECCION EJECUTIVA  
<http://www.pilcomayo.net>

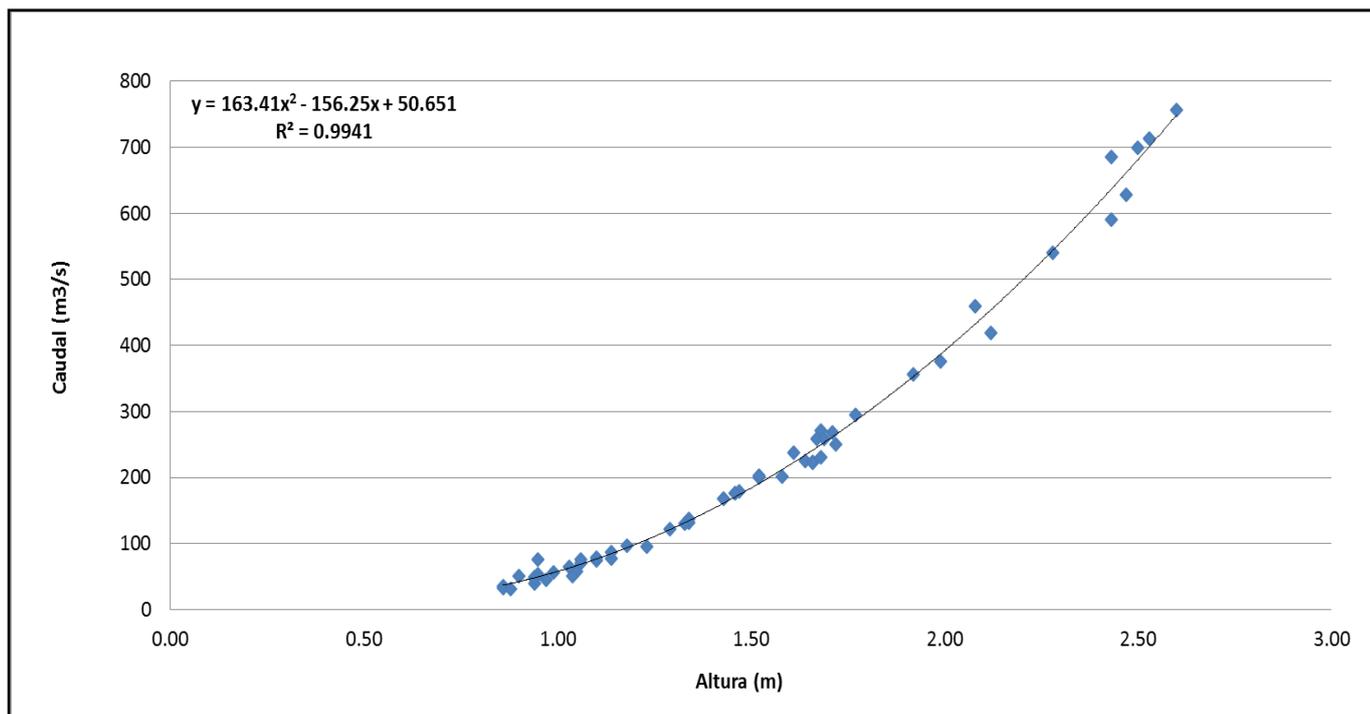
## CAUDALES

Estación Villa Montes:

Con los registros de aforos se trazaron las diferentes curvas H-Q para cada año hidrológico.



**Figura N° 25: Curva H-Q agosto 2012 – julio 2013, Villa Montes**



**Figura N° 26: Curva H-Q agosto 2013 – julio 2014, Villa Montes**



COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO  
DIRECCION EJECUTIVA  
<http://www.pilcomayo.net>

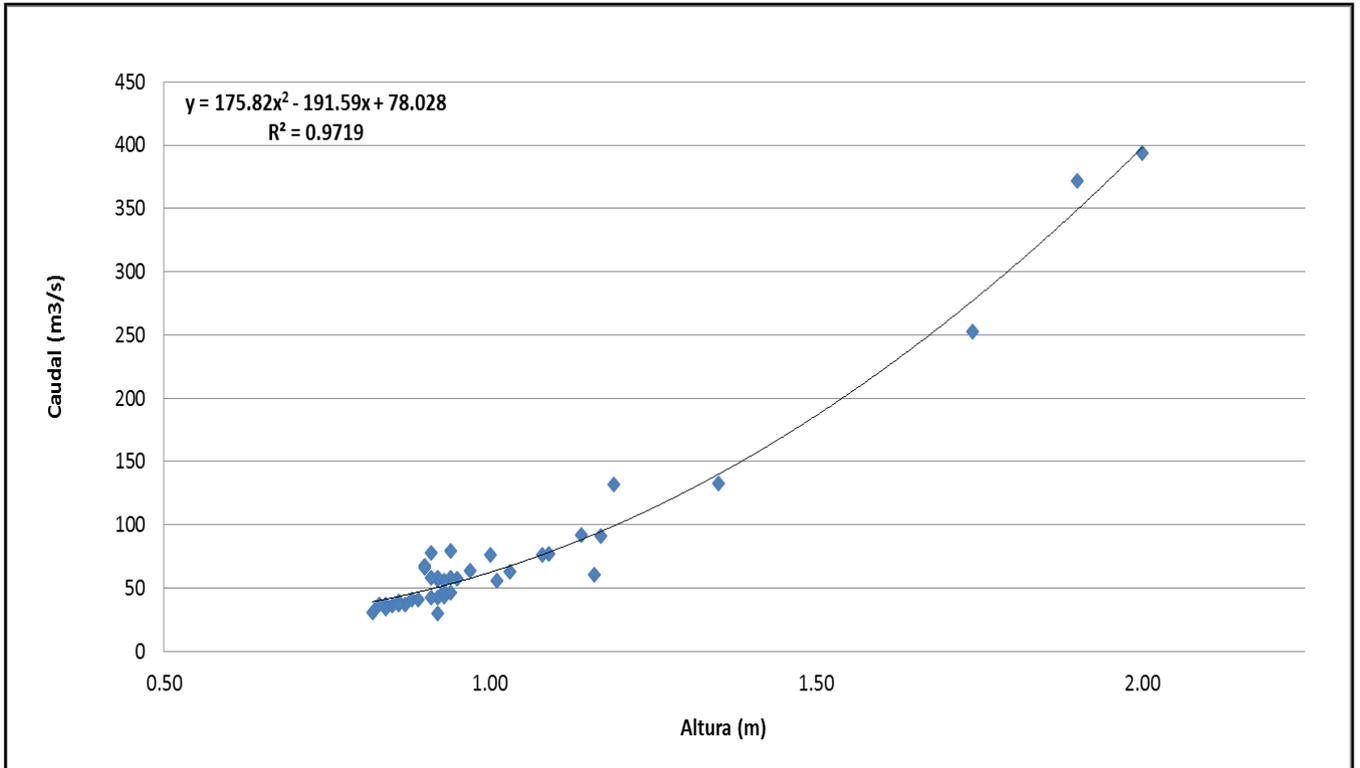


Figura N° 27: Curva H-Q agosto 2014 – julio 2015, Villa Montes

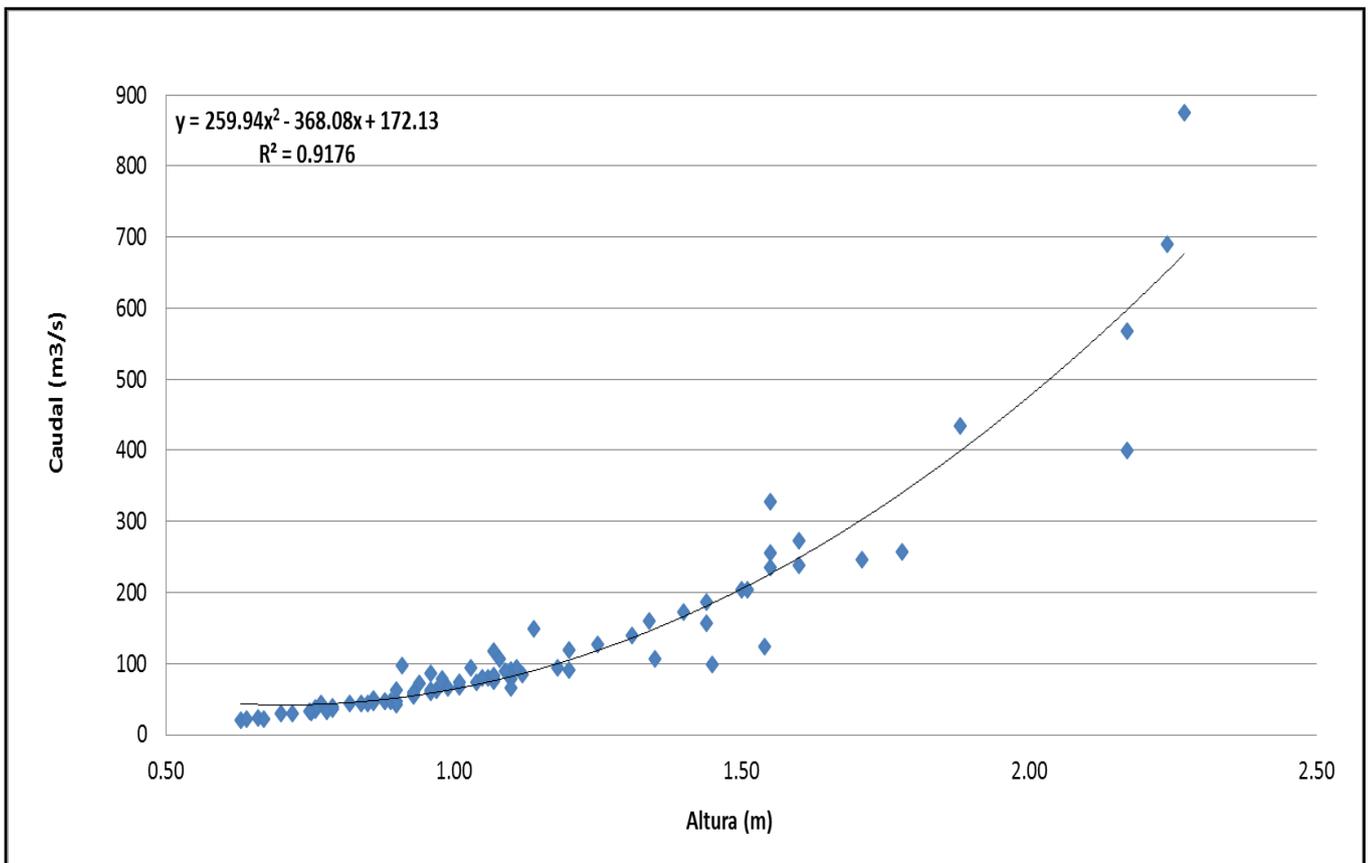


Figura N° 28: Curva H-Q agosto 2015 – julio 2016, Villa Montes



COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO  
 DIRECCION EJECUTIVA  
<http://www.pilcomayo.net>

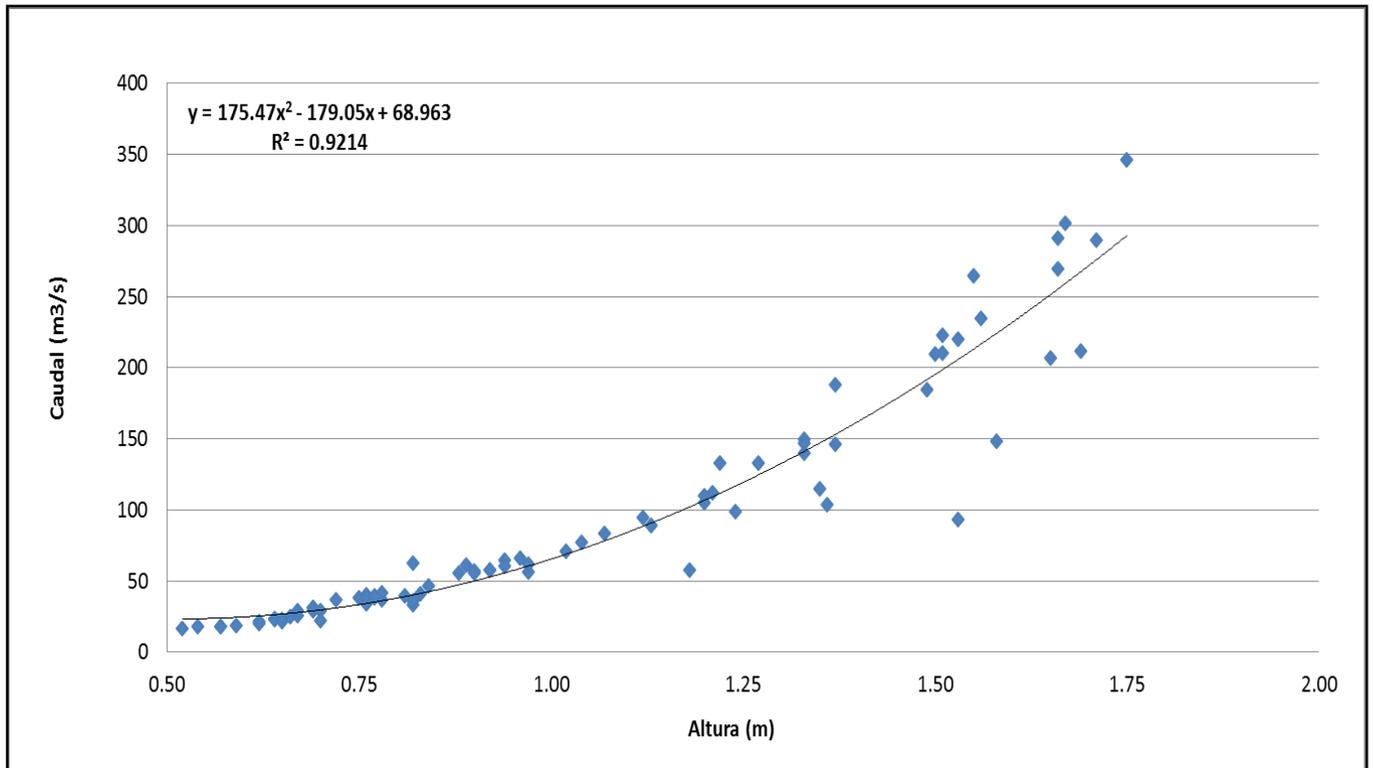


Figura N° 29: Curva H-Q agosto 2016 – julio 2017, Villa Montes

La Tabla N° 9 muestra los niveles y caudales máximos en la estación Villa Montes.

Tabla N° 9: Niveles y caudales máximos, Villa Montes

Período	Nivel Máximo (m)	Caudal máximo (m3/s)
2012-2013	6.70	<b>6937</b>
2013-2014	5.85	<b>4729</b>
2014-2015	4.45	<b>2707</b>
2015-2016	3.34	<b>1843</b>
2016-2017	2.51	<b>725</b>

Como se observa en la Tabla N° 9, para el año hidrológico 2016-2017 los caudales fueron los más bajos respecto a los años hidrológicos de estudio, un **61%** menos de caudal en relación al año hidrológico 2015-2016 y un **89%** menos en relación al año hidrológico 2012-2013.



COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO  
DIRECCION EJECUTIVA  
<http://www.pilcomayo.net>

### Caudales medios diarios - estación Villa Montes

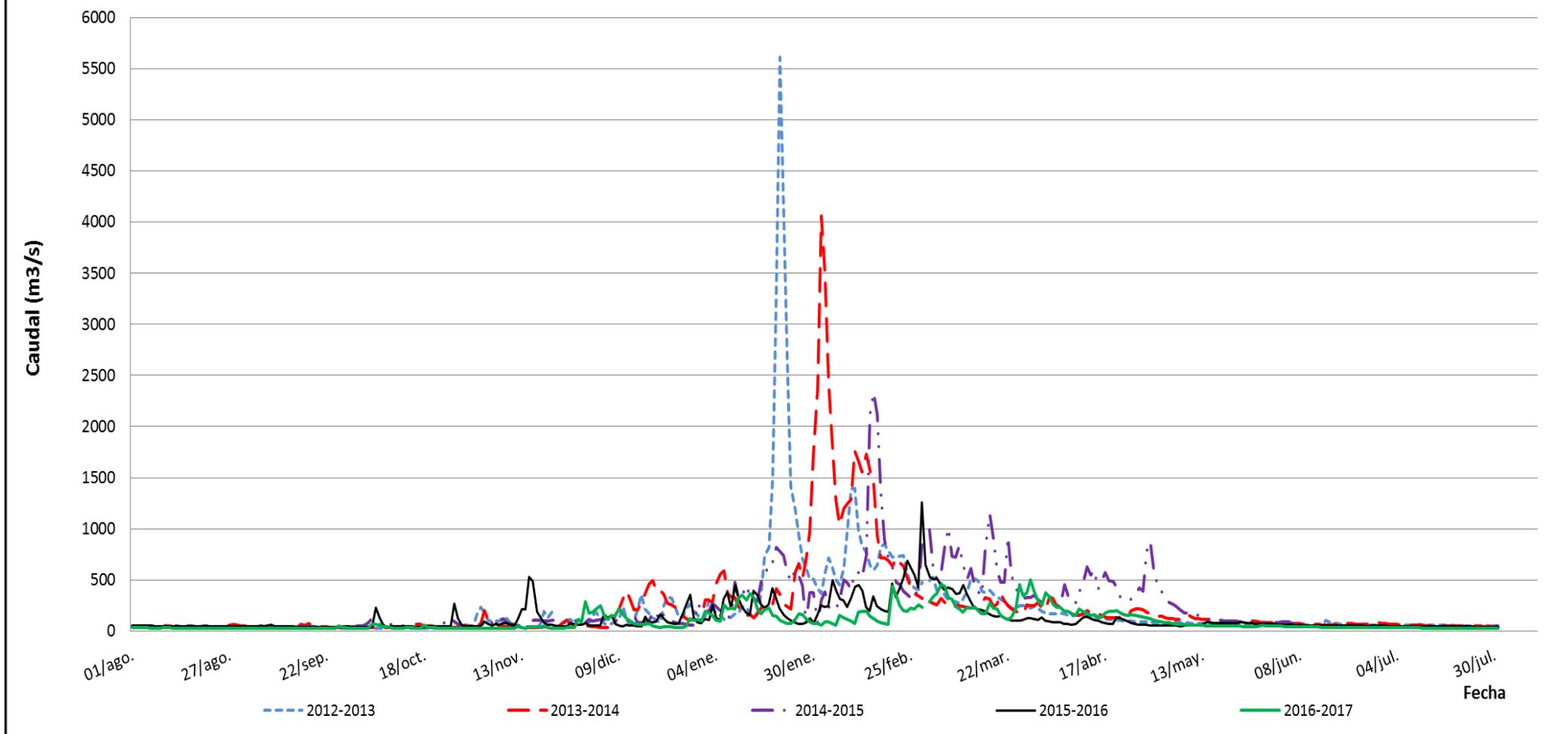


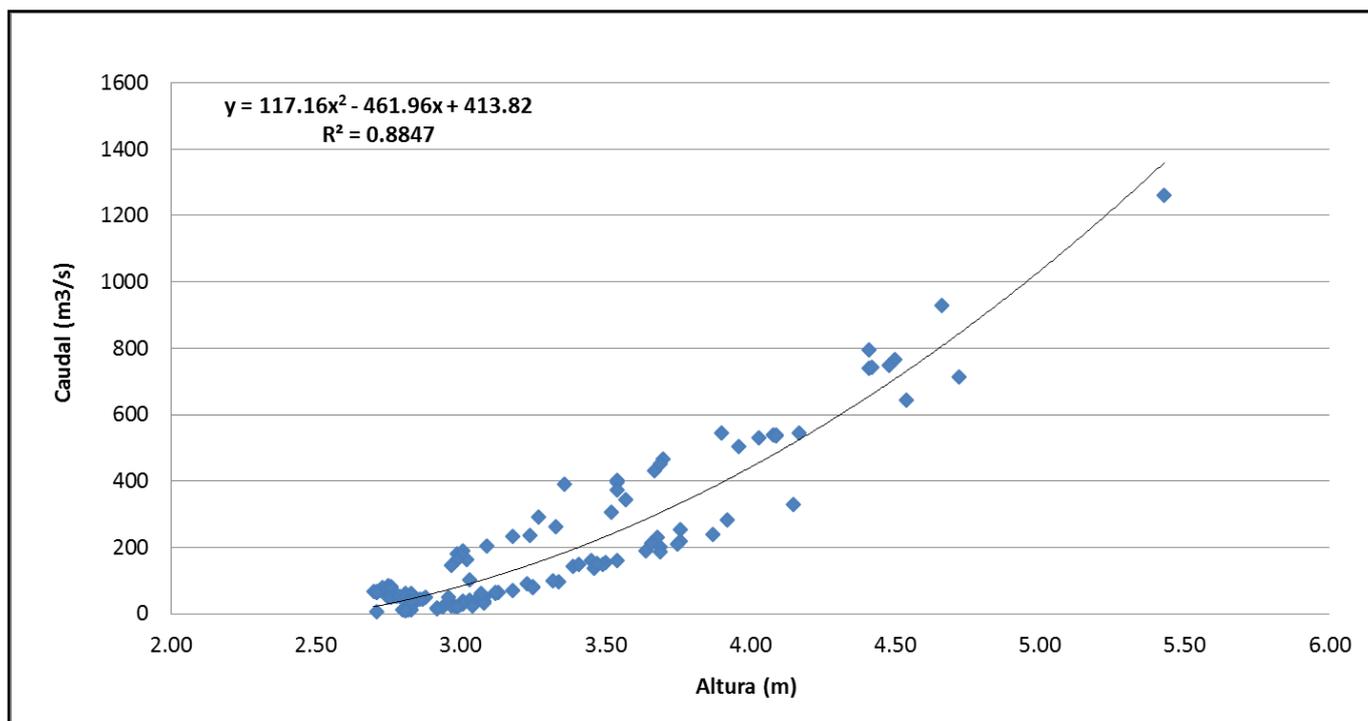
Figura N° 30: Caudales medios diarios (m³/s), Villa Montes



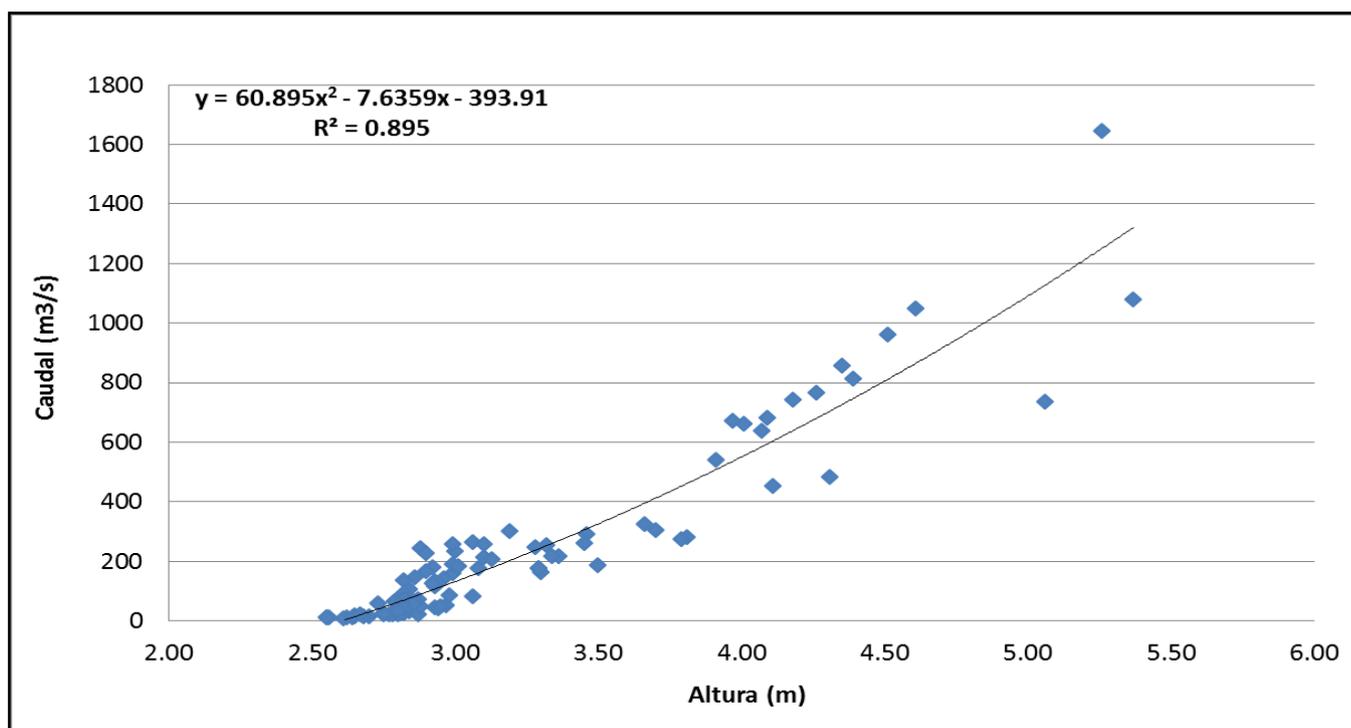
COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO  
DIRECCION EJECUTIVA  
<http://www.pilcomayo.net>

Estación Misión La Paz:

Al igual que en la estación Villa Montes, se trazaron las curvas H-Q para la estación Misión La Paz y se calcularon los caudales medios diarios y caudales máximos para el período analizado.



**Figura N° 31: Curva H-Q agosto 2012-julio 2013, Misión La Paz**



**Figura N° 32: Curva H-Q agosto 2013-julio 2014, Misión La Paz**



COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO  
DIRECCION EJECUTIVA  
<http://www.pilcomayo.net>

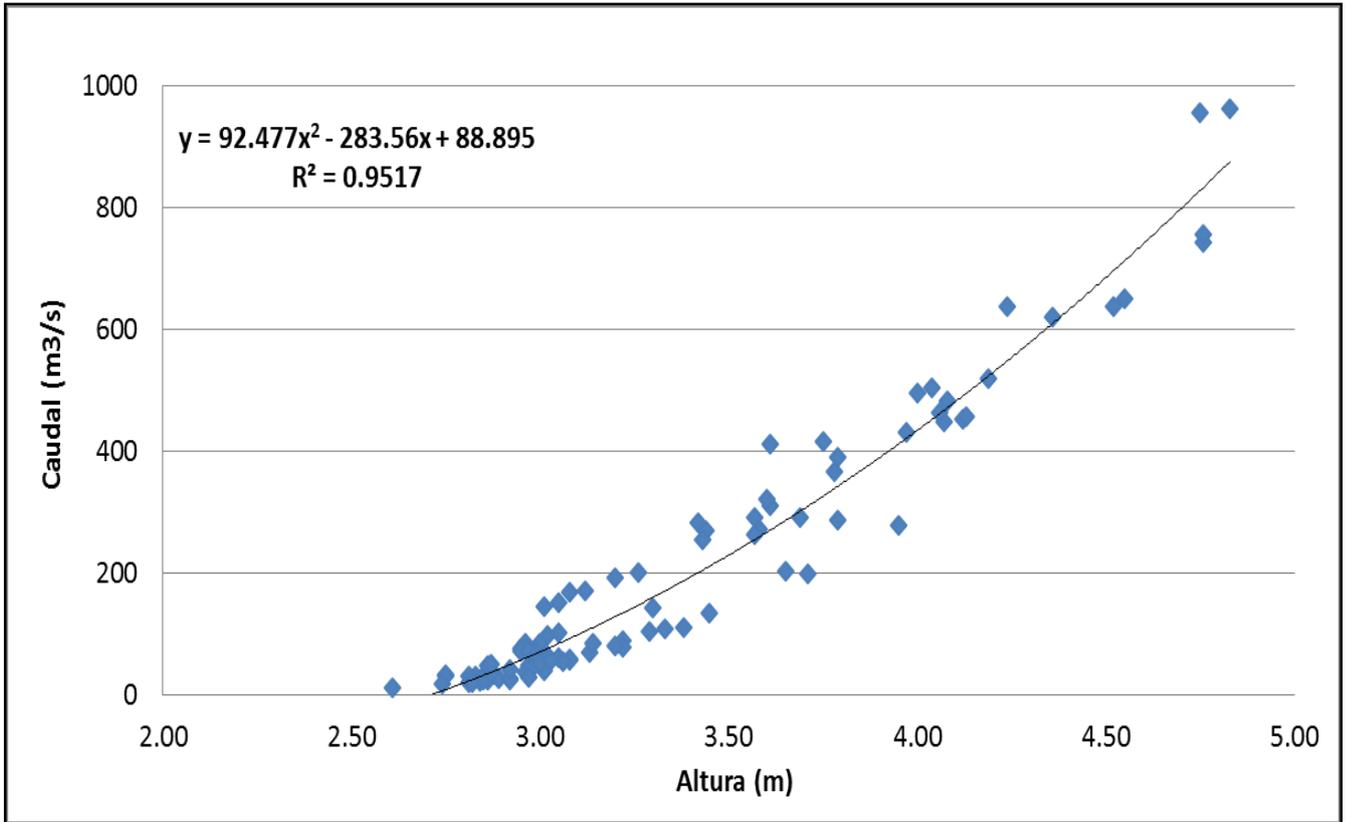


Figura N° 33: Curva H-Q agosto 2014-julio 2015, Misión La Paz

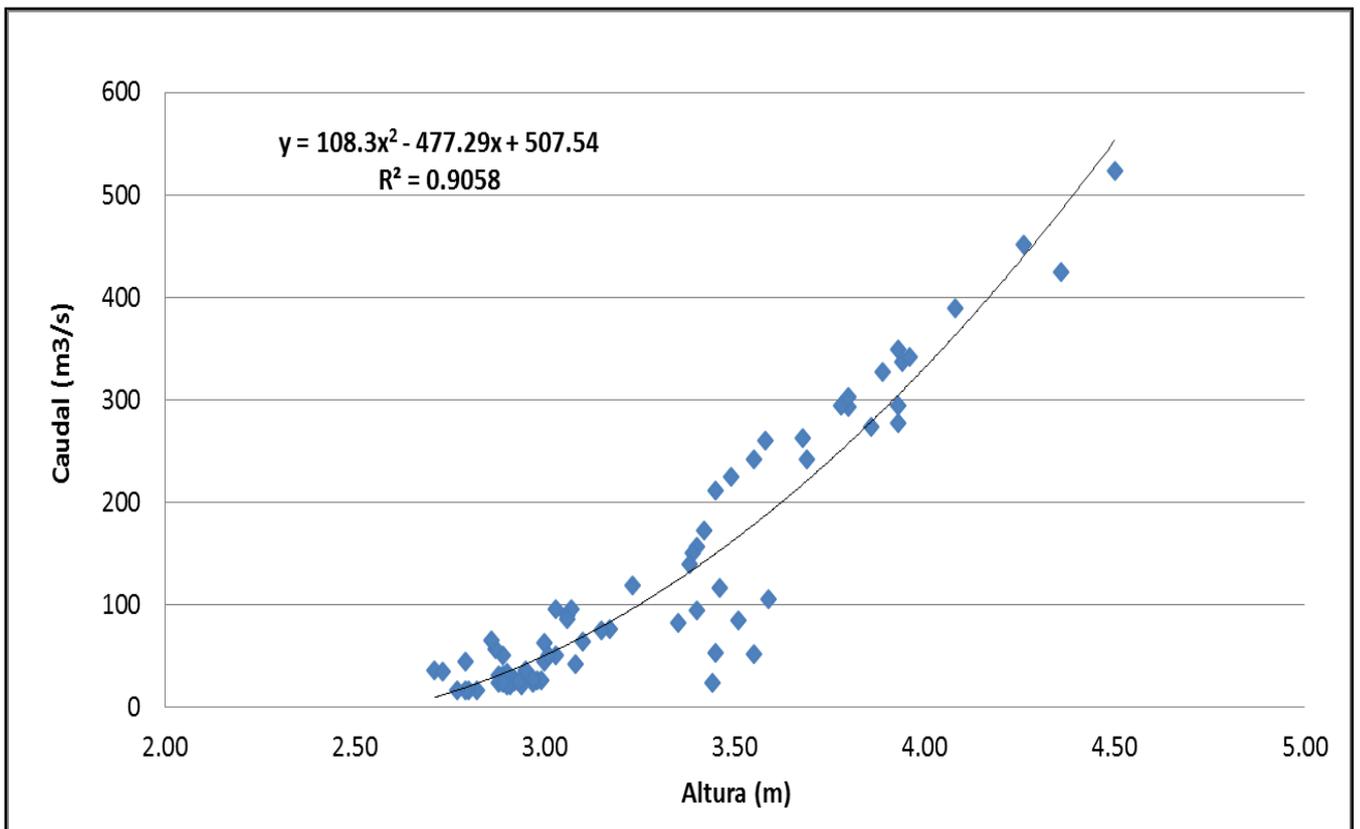
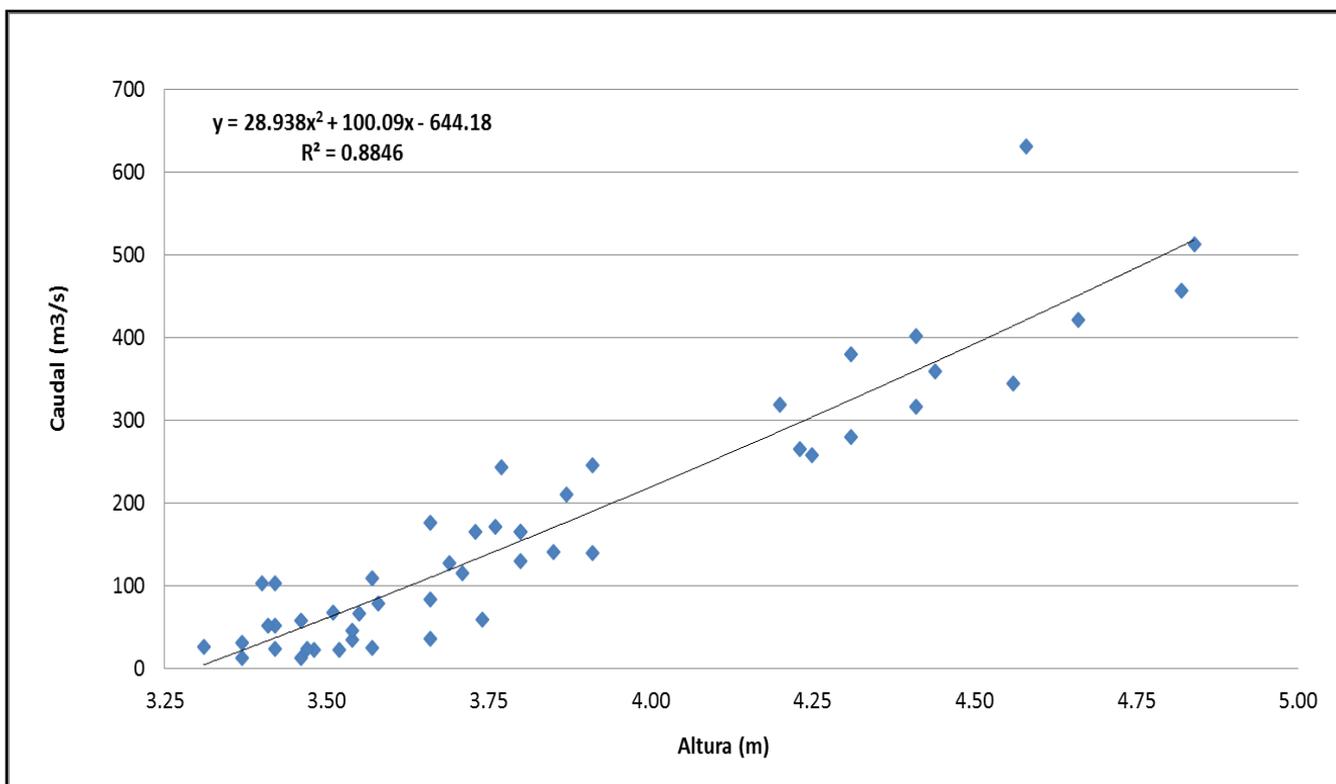


Figura N° 34: Curva H-Q agosto 2015-julio 2016, Misión La Paz



COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO  
 DIRECCION EJECUTIVA  
<http://www.pilcomayo.net>



**Figura N° 35: Curva H-Q agosto 2016-julio 2017, Misión La Paz**

Puede observarse que para el año hidrológico 2016-2017 los aforos realizados en Misión La Paz fueron menores que para el resto de los años hidrológicos analizados. En el año hidrológico 2015- 2016 se realizaron **71 aforos**, mientras que para el año hidrológico 2016-2017 solamente **48 aforos**.

La Tabla N° 10 muestra los niveles y caudales máximos en la estación Misión La Paz.

**Tabla N° 10: Niveles y caudales máximos, Misión La Paz**

Período	Nivel Máximo (m)	Caudal máximo (m3/s)
2012-2013	6.60	<b>2468</b>
2013-2014	6.53	<b>2153</b>
2014-2015	6.45	<b>2107</b>
2015-2016	5.70	<b>1306</b>
2016-2017	5.82	<b>919</b>

*Como se observa en la Tabla N° 10, para el año hidrológico 2016-2017 los caudales fueron los más bajos respecto a los años hidrológicos de estudio, un **29%** menos de caudal en relación al año hidrológico 2015-2016 y un **62%** menos en relación al año hidrológico 2012-2013.*



COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO  
DIRECCION EJECUTIVA  
<http://www.pilcomayo.net>

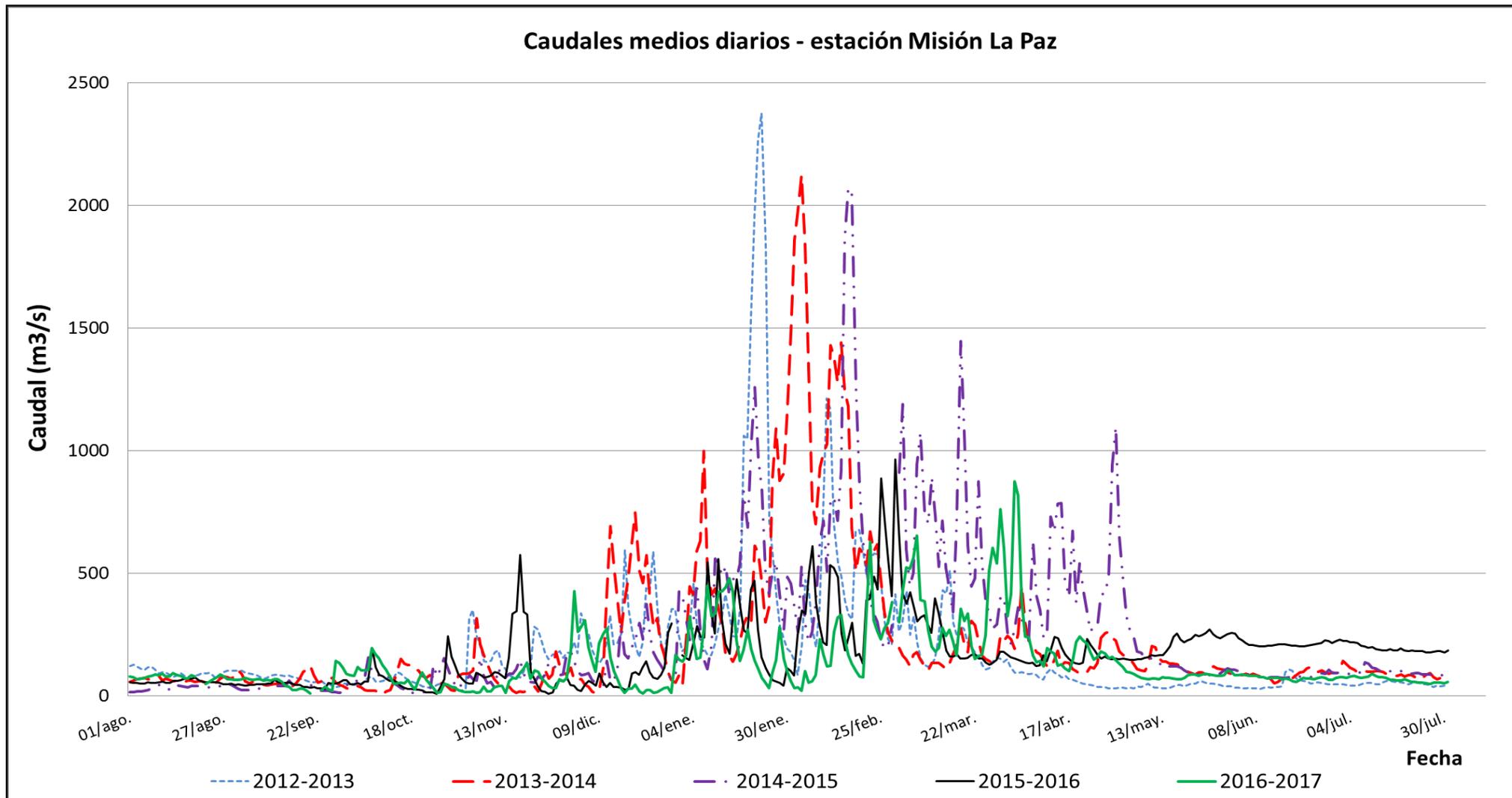


Figura N° 36: Caudales medios diarios (m<sup>3</sup>/s), Misión La Paz



COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO  
DIRECCION EJECUTIVA  
<http://www.pilcomayo.net>

**DERRAME**

Con los caudales medios diarios, se calcularon los derrames diarios y los acumulados diarios, para los períodos analizados.

La Tabla N° 11 muestra los derrames acumulados en la estación Villa Montes.

**Tabla N° 11: Derrame acumulado (hm<sup>3</sup>), Villa Montes**

Período	Derrame acumulado (hm3)
2012-2013	6849
2013-2014	7164
2014-2015	7055
2015-2016	3887
2016-2017	3036

*Como se observa en la Tabla N° 11, para el año hidrológico 2016-2017 el derrame acumulado fue el más bajo respecto a los años hidrológicos de estudio, un 22% menos de volumen en relación al año hidrológico 2015-2016 y un 57% menos en relación al año hidrológico 2013-2014.*

La Tabla N° 12 muestra los derrames acumulados en la estación Misión La Paz

**Tabla N° 12: Derrame acumulado (hm<sup>3</sup>), Misión La Paz**

Período	Derrame acumulado (hm3)
2012-2013	5717
2013-2014	6893
2014-2015	7725
2015-2016	5314
2016-2017	4163

*Como se observa en la Tabla N° 12, para el año hidrológico 2016-2017 el derrame acumulado fue el más bajo respecto a los años hidrológicos de estudio, un 22% menos de volumen en relación al año hidrológico 2015-2016 y un 46% menos en relación al año hidrológico 2014-2015.*



COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO  
DIRECCION EJECUTIVA  
<http://www.pilcomayo.net>

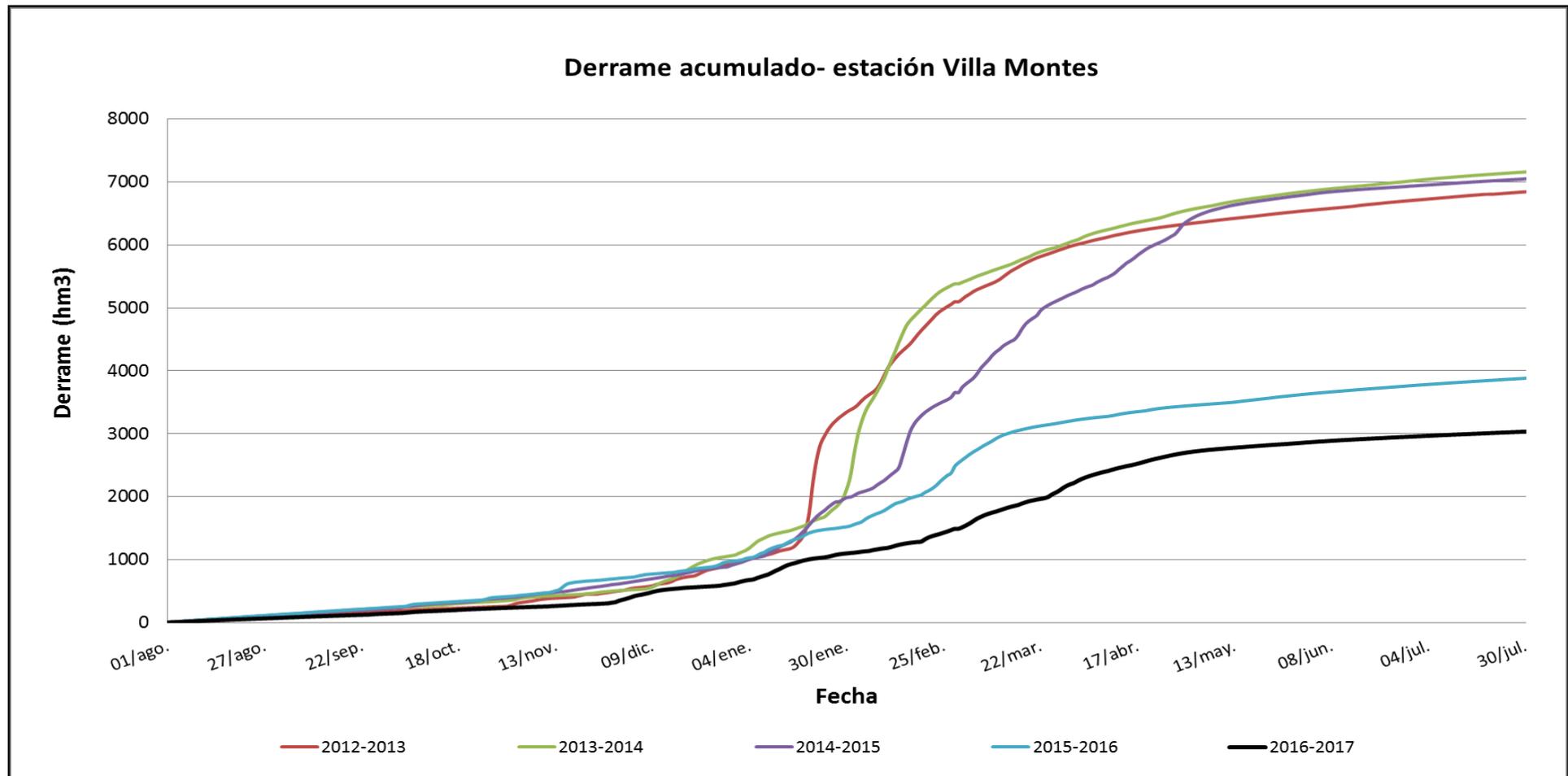


Figura N° 37: Derrame acumulado (hm<sup>3</sup>), Villa Montes



COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO  
DIRECCION EJECUTIVA  
<http://www.pilcomayo.net>

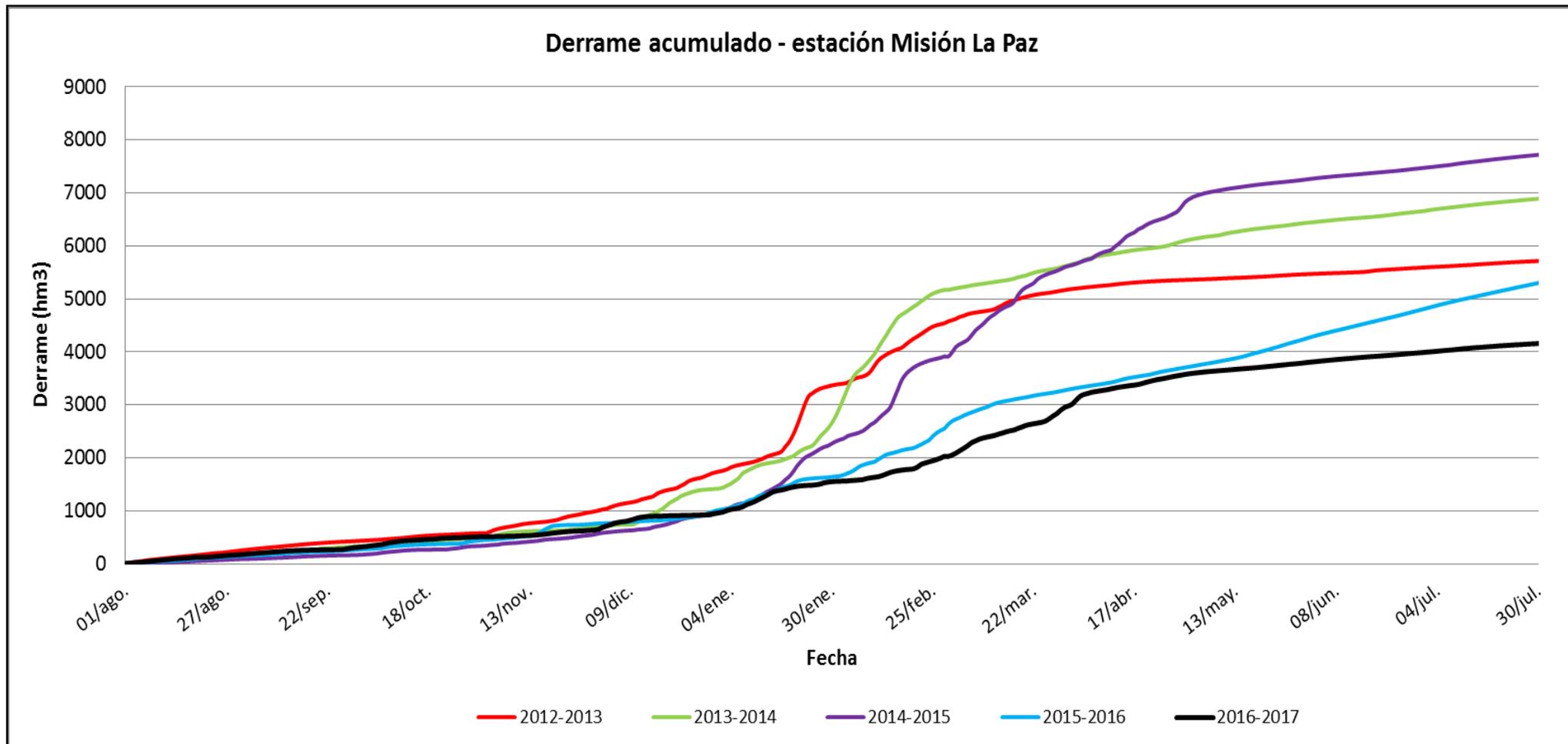


Figura N° 38: Derrame acumulado (hm<sup>3</sup>), Misión La Paz



COMISION TRINACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LA CUENCA DEL RIO PILCOMAYO  
 DIRECCION EJECUTIVA  
<http://www.pilcomayo.net>

**Tabla N° 13: Diferencia derrame acumulado (hm<sup>3</sup>), Villa Montes – Misión La Paz**

Período	Derrame acumulado Villa Montes (hm3)	Derrame acumulado Misión La Paz (hm3)	Diferencia (hm3)
2012-2013	<b>6849</b>	<b>5717</b>	<b>1132</b>
2013-2014	<b>7164</b>	<b>6893</b>	<b>271</b>
2014-2015	<b>7055</b>	<b>7725</b>	<b>-670</b>
2015-2016	<b>3887</b>	<b>5314</b>	<b>-1427</b>
2016-2017	<b>3036</b>	<b>4163</b>	<b>-1127</b>

*Respecto a los derrames de acuerdo a la Tabla N° 13, donde se observa la diferencia de derrame por cada año hidrológico entre las estaciones de Villa Montes y Misión La Paz, puede observarse que para los años hidrológicos **2014-2015**, **2015-2016** y **2016-2017**, los derrames registrados en la estación Misión La Paz fueron mayores a los registrados en la estación Villa Montes, lo cual probablemente pueda explicarse por las precipitaciones registradas entre ambas estaciones y/o aportes intermedios.*

**DE CTN – UMYCD**

**DICIEMBRE DE 2017**