

**SUBSECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS  
SECRETARÍA DE OBRAS Y SERVICIOS PÚBLICOS**

**MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS**

**PROYECTO Cód. PNUMA N° 2233**

**"DISEMINACIÓN Y REPLICACIÓN DEL PROYECTO BERMEJO EN LA CUENCA DEL PLATA":  
ESTUDIO DE SEDIMENTOS DE LA CUENCA DEL RIO BERMEJO**



**Proyecto LHA 256  
Informe Complementario LHA 02-256-06  
Ezeiza, Febrero de 2006**

**LABORATORIO DE HIDRÁULICA**

**PROYECTO Cód. PNUMA N° 2233  
"DISEMINACIÓN Y REPLICACIÓN DEL PROYECTO BERMEJO EN LA CUENCA DEL  
PLATA": ESTUDIO DE SEDIMENTOS DE LA CUENCA DEL RIO BERMEJO**

**INFORME LHA 256-02-2006**

**Resumen**

Se presentan los resultados del análisis e interpretación de los datos básicos hidrosedimentológicos de la Cuenca del Río Bermejo disponibles hasta el año 2004. A partir de ellos se caracteriza el régimen pluvial de la región y se analizan las variables hidrométricas en orden a resaltar las características salientes del escurrimiento en el período de análisis. Para cuantificar de modo sencillo los aportes sólidos totales del sistema se presenta el balance de sólidos efectuado en base a los datos de aforo disponibles.

**DESCRIPTORES**

**Temáticos:** morfología de ríos, caudales líquidos y sólidos, análisis de datos hidrométricos y de sedimentos, producción de sedimentos, transporte sólido..

**Geográficos:** Cuenca del Río Bermejo

W423C - TFR97 - 6R9PG - 8G7FR - K9998

W423C - TFR97 - 6R9PG - 8G7FR - K9998

### **EQUIPO DE TRABAJO**

**DIRECTOR DEL LABORATORIO DE HIDRÁULICA:**      **Ing. Julio C. De Lío**

**JEFE DEL PROGRAMA HIDRÁULICA FLUVIAL:**      **Ing. José Daniel Brea**

**INVESTIGADORES:**      **Ing. Patricia Jaime**

**Ing. Pablo Spalletti**

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. INFORMACIÓN BÁSICA HIDROSEDIMENTOLÓGICA .....	1
2.1 Análisis de la Información de base .....	4
2.1.1 Precipitaciones.....	4
2.1.2 Alturas hidrométricas .....	14
2.1.3 Caudales.....	30
2.1.4 Procesamiento de datos de aforo.....	43
3. ANÁLISIS DEL TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EN EL SISTEMA BERMEJO .....	59
4. REFERENCIAS.....	69

## **1. INTRODUCCIÓN**

En el marco del Proyecto Cód. PNUMA N°2233 "DISEMINACIÓN Y REPLICACIÓN DEL PROYECTO BERMEJO EN LA CUENCA DEL PLATA": ESTUDIO DE SEDIMENTOS DE LA CUENCA DEL RIO BERMEJO, y el Convenio celebrado entre el INA y la Unidad de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente de la OEA, bajo la orientación y supervisión de los Coordinadores Técnicos y Directores Nacionales de Argentina y Bolivia del PROGRAMA ESTRATÉGICO DE ACCION de la CUENCA BINACIONAL DEL RIO BERMEJO, se ha desarrollado una serie de tareas que se presentaron en el Informe de Avance N°1 (INFORME LHA 256-01-2005, Agosto de 2005).

La etapa de implementación del PEA, se propone identificar, desarrollar e implementar los mecanismos para la replicación de aquellas prácticas y medidas que han demostrado ser exitosas, especialmente en áreas dentro de la Cuenca del Plata con condiciones similares a la cuenca del río Bermejo, con el objetivo de contribuir a la promoción de un marco estratégico a una escala mayor para abordar los principales problemas de degradación ambiental, la identificación de los aspectos transfronterizos críticos y la definición de acciones prioritarias a nivel nacional y multinacional.

En el proyecto se prevé realizar un diagnóstico actualizado de la producción, el transporte y el destino de sedimentos del río Bermejo considerando nueva información disponible y los impactos sobre la infraestructura y los recursos hídricos.

En el Informe de Avance N° 1 se presentó el grado de desarrollo en las actividades descritas en el parágrafo 4 de los Términos de Referencia del Contrato incluyendo la etapa de actualización de la información básica hidrosedimentológica a partir de los datos suministrados por EVARSA y por el Sistema Nacional de Información Hídrica de la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación y la recopilación de estudios antecedentes en la cuenca realizados desde 1998 a la actualidad.

El presente informe complementa el anterior presentando la interpretación y análisis de la información de base actualizada.

## **2. INFORMACIÓN BÁSICA HIDROSEDIMENTOLÓGICA**

La información disponible actualizada al año 2005 en las estaciones de la cuenca del Río Bermejo fue presentada en las Tablas 1 y 2 del Informe de Avance N°1 que se reproducen por completitud como Tablas N° 2.1 y 2.2 del presente informe.

La Tabla N° 2.1 presenta las estaciones de medición de niveles hidrométricos y caudales y el período de información disponible, mientras la Tabla N° 2.2 hace lo propio con las estaciones de aforo y registro pluviométrico. Las estaciones consignadas en las mismas fueron identificadas en el Plano 1 del Informe de Avance N° 1.

Cod	Lugar	Rb	Altura	Caudal	Período Registro Alturas	Período registro Caudales
0681	El Angosto	Astilleros	X	Qmm		Entre 01/09/1983 y 31/08/1988
0604	Aguas Blancas	Bermejo	Hd	Qmd	Entre 01/07/1963 y 28/02/2005	Entre 01/09/1944 y 31/08/2004
0607	Alarache	Bermejo	Hd	Qmd	Entre 01/12/1971 y 25/01/2000	Entre 01/09/1971 y 31/08/1999
0606	Arrasayal	Bermejo	X	Qmd		Entre 01/12/1970 y 31/08/1984
0605	Balapuca	Bermejo	Hd	Qmd	Entre 01/12/1971 y 28/02/2005	Entre 01/09/1971 y 31/08/2004
0608	Junta San Antonio	Bermejo	X	Qmd		Entre 01/01/1945 y 29/02/1948
0693	Pozo Sarmiento	Bermejo	Hd	Qmd	Entre 01/07/1963 y 28/02/2005	Entre 01/09/1940 y 31/08/2004
0641	Vado Hondo	Blanco o Zenta	X	Qmm		Entre 01/09/1972 y 31/01/1980
0655	San José	Iruya	X	X		
0621	El Angosto	Iruya	X	Qmm		Entre 01/01/1956 y 30/09/1979
0628	Colonia Colpana	Pescado	X	Qmm		Entre 01/09/1945 y 31/08/1973
0629	Cuatro Cedros	Pescado	Hd	Qmd	Entre 01/10/1956 y 30/11/2004	Entre 01/09/1956 y 31/08/2004
0683	San Antonio	Piedras	X	Qmm		Entre 01/09/1983 y 31/08/1992
0638	Astilleros	Tarija	X	Qmm		Entre 01/09/1968 y 31/08/1985
0637	San Telmo	Tarija	Hd	Qmd	Entre 13/11/1963 y 31/05/1999	Entre 01/09/1964 y 13/02/1997
0016	Caimancito	San Francisco	Hd	Qmd	Entre 01/09/1964 y 28/02/2005	Entre 01/01/1947 y 31/08/2004
2602	El Colorado	Bermejo	Hd	Qmd	Entre 22/11/1968 y 28/02/2005	Entre 22/11/1968 y 31/08/2004
0617	El Ceibal	Del Valle	X	Qmm		Entre 01/09/1966 y 31/08/1986
0618	El Piquete	Del Valle	X	Qmm		Entre 01/09/1943 y 31/08/1973
0619	Apolinario Saravia	Dorado	X	Qmm		Entre 01/12/1951 y 31/08/1967
0620	San Felipe/ Sombrero	Dorado	X	Qmm		Entre 01/09/1967 y 31/08/1986
0636	San Fernando	Seco	X	Qmm		Entre 01/09/1967 y 31/08/1986

Tabla N°2.1- Información disponible en las estaciones de la cuenca del Rb Bermejo. Datos de Alturas y Caudales. Referencias: X = No hay registros, Hd = Nivel diario, Qmm = Caudal medio mensual, Qmd = Caudal medio diario

Cod	Lugar	Río	Altura	Caudal	Período Registro Alturas	Período registro Caudales
0681	El Angosto	Astilleros	X	Qmm		Entre 01/09/1983 y 31/08/1988
0604	Aguas Blancas	Bermejo	Hd	Qmd	Entre 01/07/1963 y 28/02/2005	Entre 01/09/1944 y 31/08/2004
0607	Alarache	Bermejo	Hd	Qmd	Entre 01/12/1971 y 25/01/2000	Entre 01/09/1971 y 31/08/1999
0606	Arrasayal	Bermejo	X	Qmd		Entre 01/12/1970 y 31/08/1984
0605	Balapuca	Bermejo	Hd	Qmd	Entre 01/12/1971 y 28/02/2005	Entre 01/09/1971 y 31/08/2004
0608	Junta San Antonio	Bermejo	X	Qmd		Entre 01/01/1945 y 29/02/1948
0693	Pozo Sarmiento	Bermejo	Hd	Qmd	Entre 01/07/1963 y 28/02/2005	Entre 01/09/1940 y 31/08/2004
0641	Vado Hondo	Blanco o Zenta	X	Qmm		Entre 01/09/1972 y 31/01/1980
0655	San José	Iruya	X	X		
0621	El Angosto	Iruya	X	Qmm		Entre 01/01/1956 y 30/09/1979
0628	Colonia Colpana	Pescado	X	Qmm		Entre 01/09/1945 y 31/08/1973
0629	Cuatro Cedros	Pescado	Hd	Qmd	Entre 01/10/1956 y 30/11/2004	Entre 01/09/1956 y 31/08/2004
0683	San Antonio	Piedras	X	Qmm		Entre 01/09/1983 y 31/08/1992
0638	Astilleros	Tarija	X	Qmm		Entre 01/09/1968 y 31/08/1985
0637	San Telmo	Tarija	Hd	Qmd	Entre 13/11/1963 y 31/05/1999	Entre 01/09/1964 y 13/02/1997
0016	Caimancito	San Francisco	Hd	Qmd	Entre 01/09/1964 y 28/02/2005	Entre 01/01/1947 y 31/08/2004
2602	El Colorado	Bermejo	Hd	Qmd	Entre 22/11/1968 y 28/02/2005	Entre 22/11/1968 y 31/08/2004
0617	El Ceibal	Del Valle	X	Qmm		Entre 01/09/1966 y 31/08/1986
0618	El Piquete	Del Valle	X	Qmm		Entre 01/09/1943 y 31/08/1973
0619	Apolinario Saravia	Dorado	X	Qmm		Entre 01/12/1951 y 31/08/1967
0620	San Felipe/ Sombrero	Dorado	X	Qmm		Entre 01/09/1967 y 31/08/1986
0636	San Fernando	Seco	X	Qmm		Entre 01/09/1967 y 31/08/1986

Tabla N° 2- Información disponible en las estaciones de la cuenca del Río Bermejo. Datos de Alturas y Caudales. Referencias: X = No hay registros, Hd = Nivel diario, Qmm = Caudal medio mensual, Qmd = Caudal medio diario

## 2.1 Análisis de la Información de base

### 2.1.1 Precipitaciones

La Cuenca del Río Bermejo se encuentra en una zona de transición climática. Esta característica es muy evidente sobre la Alta Cuenca, donde en una corta distancia el clima varía significativamente, desde uno frío semiárido de altura al oeste, hasta tropical húmedo en el este.

El relieve es un factor de importancia en la circulación regional de las masas de aire que determina que las máximas precipitaciones se presenten en la región Subandina, con más de 2.200 mm anuales, disminuyendo hacia el Oeste hasta 200 mm (región de la Cordillera Oriental) y hacia el Este hasta 600 mm en el centro de la región del Chaco Semiárido; aumentando luego hasta los 1.300 mm en el sector de la confluencia con el río Paraguay, región del Chaco Húmedo. (Referencia)

Existen importantes extensiones del territorio de la cuenca bajo condiciones de déficit hídrico, correspondiente a las eco-regiones de la Cordillera Oriental (con bolsones de aridez como en el Valle Central de Tarija y especialmente en la Quebrada de Humahuaca) y del Chaco Semiárido. Esta restricción del medio natural, se superpone con la creciente estacionalidad y disminución de las precipitaciones desde la eco-región del Chaco Húmedo hacia el oeste, con un creciente período con déficit hídrico. Las condiciones de déficit hídrico y la torrencialidad de las precipitaciones junto a la dinámica de un relieve inestable potencian en la Alta Cuenca, particularmente en la región de la Cordillera Oriental, la ocurrencia de eventos naturales como la remoción en masa en todas sus variantes (derrumbes, deslizamientos, torrentes de barro, etc.) además de los procesos de erosión hídrica superficial.

Para caracterizar en forma global la precipitación en la cuenca a partir de los datos disponibles y resumir sus características más importantes, se calcularon los estadísticos descriptivos de las series temporales de precipitación media mensual en el período de registro de cada estación. Los estadísticos básicos calculados se muestran en las tablas N° 2.3 a 2.11, que evidencian que los mayores montos pluviométricos corresponden a los meses de verano y son mínimos durante el invierno.

Mes	N° datos	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Cuartil Inferior	Cuartil Superior	Rango	Varianza	Desvío estándar	Asimetría	Kurtosis
Enero	56	253.93	241.95	49.70	538.70	197.45	303.15	489.00	9550.63	97.73	0.77	1.01
Febrero	55	228.05	220.60	0.00	568.50	152.40	279.50	568.50	12257.68	110.71	0.94	1.48
Marzo	54	203.06	173.40	0.00	575.40	89.80	276.40	575.40	15777.32	125.61	0.83	0.33
Abril	54	90.09	74.25	6.10	376.40	49.70	118.60	370.30	4146.74	64.40	2.04	6.79
Mayo	54	29.92	27.35	0.00	103.00	13.90	39.90	103.00	407.19	20.18	1.17	2.24
Junio	54	12.67	10.80	0.00	54.20	4.00	16.70	54.20	121.02	11.00	1.58	3.55
Julio	56	9.80	8.20	0.00	32.20	1.25	16.75	32.20	80.28	8.96	0.69	-0.48
Agosto	55	8.69	4.00	0.00	112.00	0.00	9.60	112.00	271.66	16.48	4.88	29.10
Septiembre	55	15.95	11.20	0.00	54.20	3.00	26.60	54.20	257.33	16.04	0.97	-0.01
Octubre	55	67.13	64.40	3.00	199.90	28.60	92.20	196.90	1842.12	42.92	0.80	0.58
Noviembre	55	136.15	126.00	18.80	398.50	76.70	181.90	379.70	6180.07	78.61	1.03	1.62
Diciembre	55	196.85	199.50	34.60	472.30	124.30	240.80	437.70	10096.19	100.48	0.87	0.66

Tabla N°2.3 Estadísticos básicos de precipitación mensual en Aguas Blancas en el período Enero 1946-enero 1958, Julio 1959 Julio 1960, Julio 1963-Febrero 2005

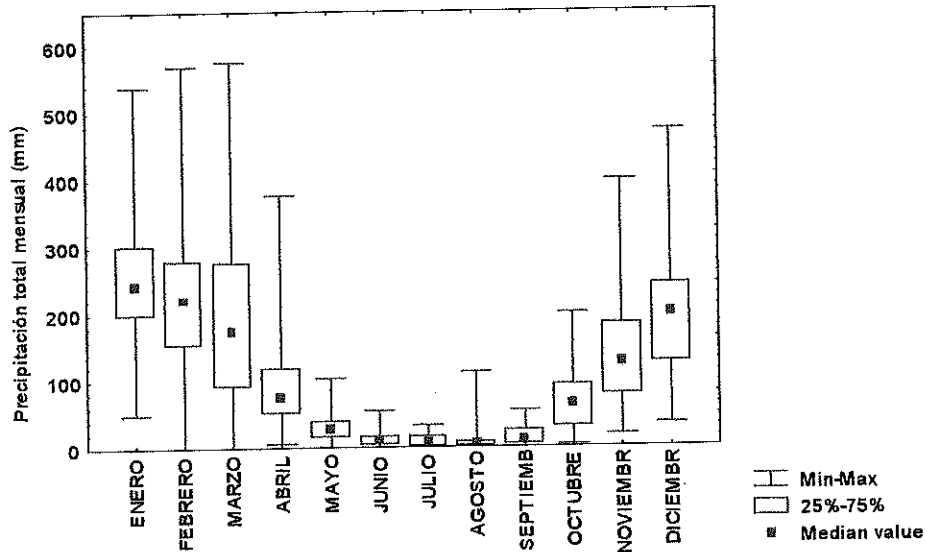


Figura N°2.1 Evoluci3n anual promedio de precipitaci3n mensual en Aguas Blancas (1946-2005)

Mes	N° datos	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Cuartil Inferior	Cuartil Superior	Rango	Varianza	Desvío estándar	Asimetría	Kurtosis
Enero	29	451.51	436.30	198.20	791.60	369.90	512.10	593.40	17973.24	134.06	0.64	0.87
Febrero	28	403.28	409.15	116.10	731.30	271.20	539.55	615.20	24528.29	156.62	-0.04	-0.62
Marzo	28	380.14	350.40	144.70	889.10	249.30	464.20	744.40	24764.92	157.37	1.34	2.81
Abril	28	177.03	170.15	35.70	403.40	116.35	241.40	367.70	7143.80	84.52	0.78	0.70
Mayo	28	63.89	56.45	11.40	133.10	37.35	90.85	121.70	1232.47	35.11	0.30	-1.10
Junio	28	27.40	23.80	8.10	58.30	17.90	34.40	50.20	158.28	12.58	0.87	0.23
Julio	28	26.62	23.60	2.20	62.10	15.20	33.45	59.90	264.19	16.25	0.74	-0.16
Agosto	28	23.96	23.70	0.00	56.60	13.00	32.35	56.60	271.99	16.49	0.43	-0.45
Septiembre	28	38.52	29.25	1.40	126.30	20.50	47.40	124.90	873.02	29.55	1.34	1.77
Octubre	28	101.08	97.80	18.40	243.80	66.85	124.30	225.40	2603.67	51.03	0.99	1.22
Noviembre	28	195.52	186.40	58.80	425.30	106.05	254.65	366.50	8321.54	91.22	0.52	0.08
Diciembre	28	328.01	329.05	129.90	530.50	288.60	356.00	400.60	9869.10	99.34	0.23	0.28

Tabla N°2.4 Estadísticos básicos de precipitaci3n mensual en Alarache en el per3odo Enero 1972-- Enero 2000

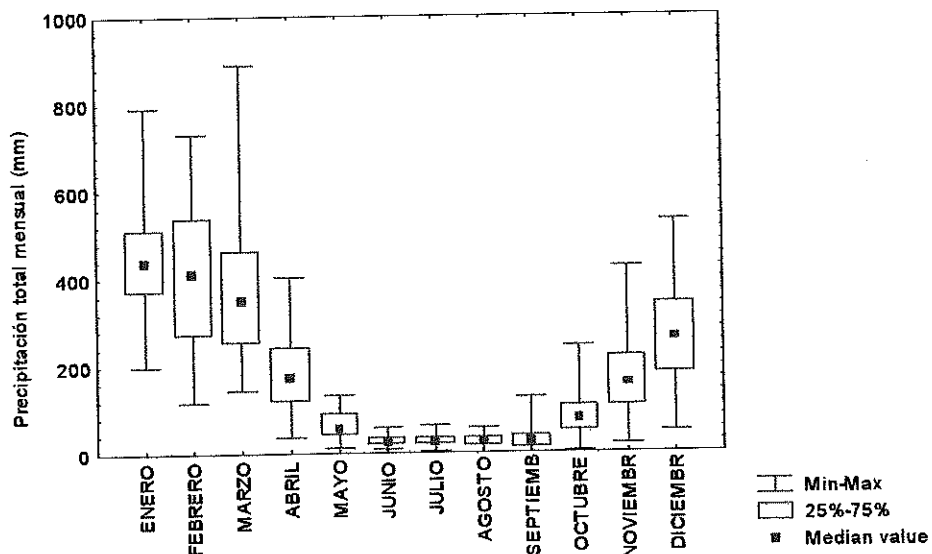


Figura N°2.2 Evoluci3n anual promedio de precipitaci3n mensual en Alarache (1972-2000)

Mes	N° datos	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Cuartil Inferior	Cuartil Superior	Rango	Varianza	Desvdo estándar	Asimetría	Kurtosis
Enero	33	330.84	306.20	185.70	602.00	265.60	381.40	416.30	10845.69	104.14	0.91	0.59
Febrero	33	285.02	247.40	133.40	596.60	184.50	366.70	463.20	16278.94	127.59	1.02	0.40
Marzo	33	292.78	278.80	91.20	635.20	174.20	395.20	544.00	20638.58	143.66	0.42	-0.55
Abril	33	126.43	119.30	15.10	269.20	81.10	161.60	254.10	3388.73	58.21	0.57	0.30
Mayo	33	41.42	38.70	0.00	136.90	28.30	43.10	136.90	902.48	30.04	1.77	3.87
Junio	33	19.71	15.60	2.70	80.20	10.40	25.40	77.50	218.71	14.79	2.32	7.88
Julio	33	14.77	14.70	0.00	41.80	6.80	20.70	41.80	104.89	10.24	0.70	0.16
Agosto	33	11.46	9.70	0.00	52.70	3.20	15.90	52.70	137.06	11.71	2.01	4.75
Septiembre	33	23.43	15.90	0.00	94.50	7.00	29.30	94.50	545.72	23.36	1.56	2.00
Octubre	33	74.62	69.60	9.70	214.20	36.00	92.90	204.50	2248.24	47.42	0.90	1.14
Noviembre	33	150.29	151.40	34.60	401.40	112.50	181.40	366.80	5277.53	72.65	1.06	3.41
Diciembre	33	247.16	228.40	113.40	467.00	150.70	334.70	353.60	11441.00	106.96	0.61	-1.01

Tabla N°.5 Estadísticos básicos de precipitación mensual en Balapuca en el período Enero 1972-Febrero 2005

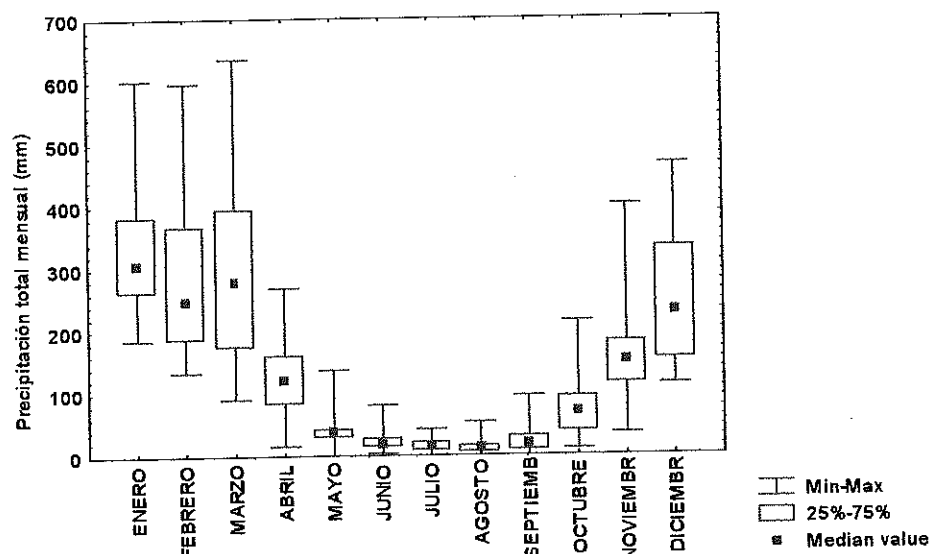


Figura N°2.3 Evolución anual promedio de precipitación mensual en Balapuca (1972-2005)

Mes	N° datos	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Cuartil Inferior	Cuartil Superior	Rango	Varianza	Desvdo estándar	Asimetría	Kurtosis
Enero	56	183.49	179.70	0.00	402.10	132.30	233.90	402.10	5671.97	75.31	0.05	0.67
Febrero	55	161.92	152.90	0.00	419.60	101.50	217.80	419.60	8041.29	89.67	0.88	0.81
Marzo	55	141.49	111.90	29.60	399.60	77.70	191.80	370.00	7674.37	87.60	1.09	0.68
Abril	55	54.20	42.70	0.00	200.50	23.20	74.00	200.50	1885.18	43.42	1.41	2.10
Mayo	55	16.72	9.90	0.00	228.60	4.00	18.70	228.60	994.83	31.54	5.85	39.05
Junio	55	5.00	2.30	0.00	32.70	0.00	7.70	32.70	48.71	6.98	2.17	5.29
Julio	56	2.29	1.10	0.00	14.10	0.00	3.30	14.10	9.69	3.11	1.74	3.13
Agosto	55	5.41	0.00	0.00	62.20	0.00	4.00	62.20	173.99	13.19	3.40	11.36
Septiembre	55	10.29	4.00	0.00	45.60	0.40	16.00	45.60	158.94	12.61	1.45	1.31
Octubre	56	49.74	37.00	0.40	169.70	20.30	69.70	169.30	1628.46	40.35	1.22	0.81
Noviembre	56	88.33	78.85	12.20	201.80	49.75	123.70	189.60	2525.89	50.26	0.67	-0.28
Diciembre	56	136.26	137.70	32.70	376.80	83.60	159.20	344.10	4362.30	66.05	0.90	1.80

Tabla N°.6 Estadísticos básicos de precipitación mensual en Pozo Sarmiento en el período Enero 1945-Diciembre 1957, Enero 1964-Febrero 2005

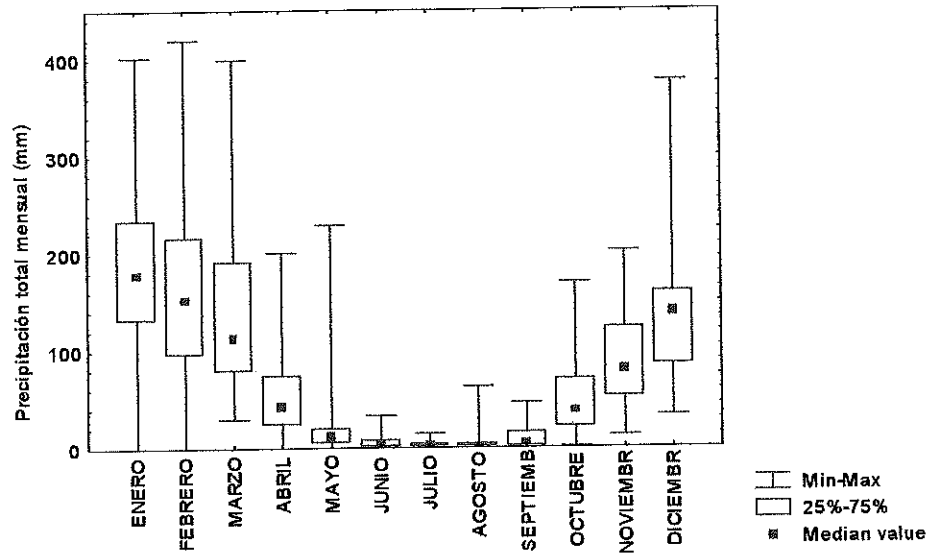


Figura N°2.4 Evoluci3n anual promedio de precipitaci3n mensual en Pozo Sarmiento (1945-2005)

Mes	N° datos	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Cuartil Inferior	Cuartil Superior	Rango	Varianza	Desvío estándar	Asimetría	Kurtosis
Enero	41	296.22	273.50	81.70	522.50	221.00	378.10	440.80	12635.72	112.41	0.46	-0.60
Febrero	41	256.02	238.50	55.90	668.70	176.40	295.30	612.80	15374.29	123.99	1.14	2.02
Marzo	40	242.21	226.35	68.20	689.70	153.35	306.20	621.50	16187.87	127.23	1.25	2.80
Abril	39	131.32	112.50	12.70	509.70	84.20	159.50	497.00	7637.83	87.39	2.32	8.51
Mayo	40	37.99	35.35	7.50	96.20	23.85	52.55	88.70	416.01	20.40	0.68	0.38
Junio	40	14.06	11.05	0.00	85.40	5.50	17.05	85.40	220.84	14.86	3.08	13.15
Julio	40	11.52	11.10	0.00	38.50	3.80	16.10	38.50	88.28	9.40	0.76	0.24
Agosto	39	11.51	7.00	0.00	47.40	2.50	14.20	47.40	178.19	13.35	1.58	1.60
Septiembre	40	22.83	17.65	0.00	79.30	7.20	30.00	79.30	485.13	22.03	1.34	1.14
Octubre	40	81.28	71.15	0.00	310.20	35.05	110.20	310.20	4081.41	63.89	1.50	3.11
Noviembre	40	145.20	141.85	5.90	311.90	92.75	197.60	306.00	5415.54	73.59	0.28	-0.53
Diciembre	39	213.96	214.00	64.00	424.90	146.20	281.10	360.90	8576.49	92.61	0.27	-0.78

Tabla N°2.7 Estadísticos básicos de precipitaci3n mensual en Cuatro Cedros en el período Enero 1964- Noviembre 2004

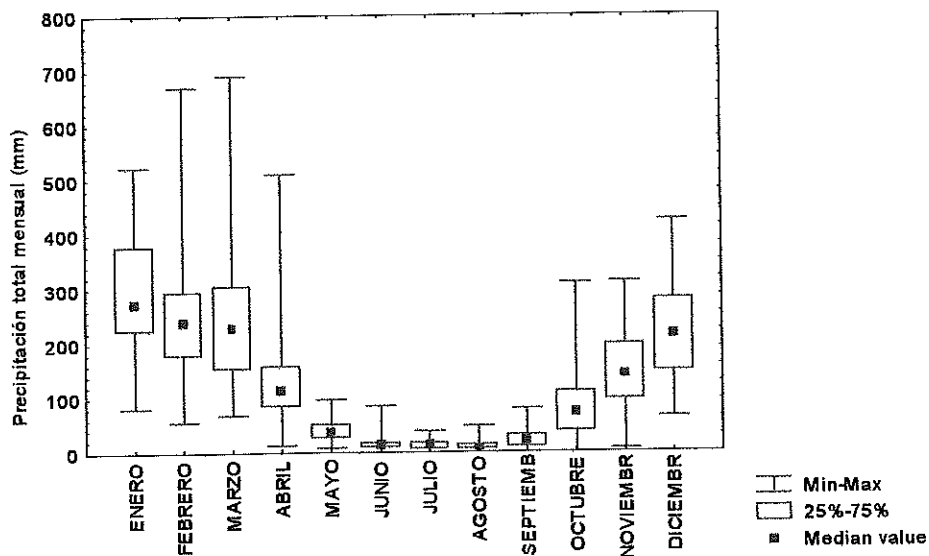


Figura N°2.5 Evoluci3n anual promedio de precipitaci3n mensual en Cuatro Cedros (1964-2004)

Mes	N° datos	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Cuartil Inferior	Cuartil Superior	Rango	Varianza	Desvío estándar	Asimetría	Kurtosis
Enero	28	272.94	270.00	0.00	482.30	224.55	348.75	482.30	11369.26	106.63	-0.25	0.54
Febrero	28	256.07	231.35	78.80	579.10	158.15	332.55	500.30	17100.68	130.77	0.71	-0.06
Marzo	28	249.13	215.40	75.50	550.80	159.30	303.50	475.30	16223.34	127.37	0.92	0.34
Abril	28	133.12	125.95	7.70	426.80	78.05	176.00	419.10	7061.02	84.03	1.55	4.47
Mayo	28	36.65	31.00	0.00	112.40	18.85	46.80	112.40	637.70	25.25	1.26	1.89
Junio	25	16.08	13.70	1.50	47.00	6.10	22.20	45.50	143.83	11.99	0.98	0.40
Julio	26	11.27	8.95	0.00	29.60	6.50	16.10	29.60	75.04	8.66	0.64	-0.28
Agosto	26	10.15	7.45	0.00	45.50	3.60	12.10	45.50	112.94	10.63	1.86	4.03
Septiembre	26	15.03	12.20	0.00	61.90	5.50	18.70	61.90	206.17	14.36	1.72	3.54
Octubre	28	56.57	50.05	2.20	177.90	21.50	80.70	175.70	1922.16	43.84	1.34	2.03
Noviembre	27	151.91	155.20	28.80	272.60	101.10	205.60	243.80	4003.13	63.27	0.00	-0.70
Diciembre	28	231.18	213.90	108.80	391.30	175.05	308.90	282.50	6112.24	78.18	0.34	-1.05

Tabla N°2.8 Estadísticos básicos de precipitación mensual en San Telmo en el período Octubre 1971-Mayo 1999

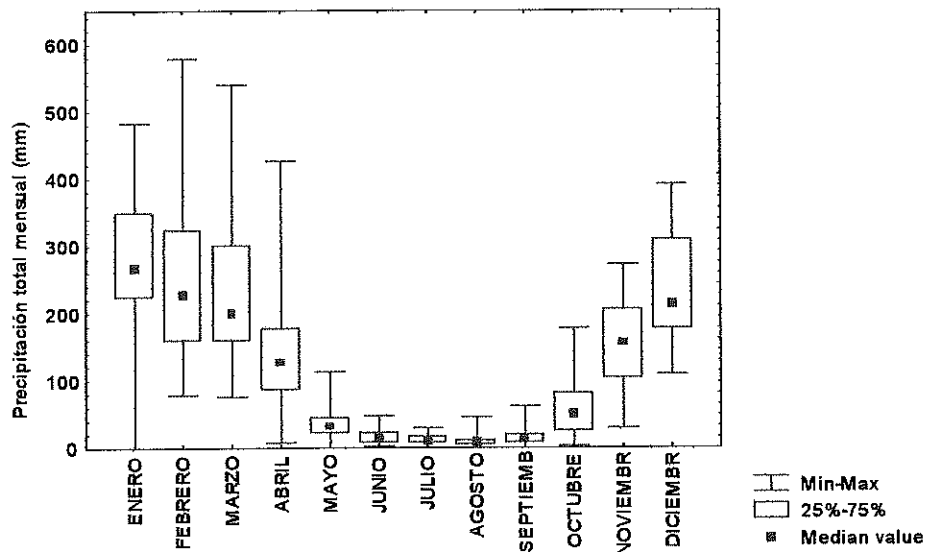


Figura N°2.6 Evolución anual promedio de precipitación mensual en San Telmo (1971-1999)

Mes	N° datos	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Cuartil Inferior	Cuartil Superior	Rango	Varianza	Desvío estándar	Asimetría	Kurtosis
Enero	53	221.24	218.00	0.00	705.90	145.20	290.70	705.90	15160.25	123.13	1.03	3.43
Febrero	53	182.76	170.70	0.00	540.90	114.20	241.70	540.90	10447.29	102.21	0.84	1.74
Marzo	52	161.98	156.35	0.00	489.20	102.95	205.00	489.20	9383.75	96.87	1.18	2.58
Abril	52	87.79	64.20	0.00	357.80	29.30	139.20	357.80	6044.16	77.74	1.24	1.57
Mayo	52	20.53	16.90	0.00	95.90	4.35	27.05	95.90	455.87	21.35	1.67	3.23
Junio	52	9.46	5.00	0.00	36.10	0.00	11.55	36.10	123.80	11.13	1.18	0.03
Julio	52	3.55	1.50	0.00	18.40	0.00	5.85	18.40	22.51	4.74	1.42	1.31
Agosto	51	5.92	1.50	0.00	69.70	0.00	7.10	69.70	129.26	11.37	3.94	19.80
Septiembre	52	7.70	3.15	0.00	64.50	0.00	10.60	64.50	124.22	11.15	3.00	12.55
Octubre	52	37.26	28.05	0.00	177.90	7.35	56.00	177.90	1356.48	36.83	1.48	2.99
Noviembre	52	84.79	71.85	0.00	289.90	48.05	118.80	289.90	3467.11	58.88	1.19	1.97
Diciembre	52	130.22	119.85	0.00	326.50	80.35	168.60	326.50	5386.78	73.39	0.55	0.09

Tabla N°2.9 Estadísticos básicos de precipitación mensual en Caimancito en el período Enero 1947-Junio 1947, Septiembre 1964-Febrero 2005

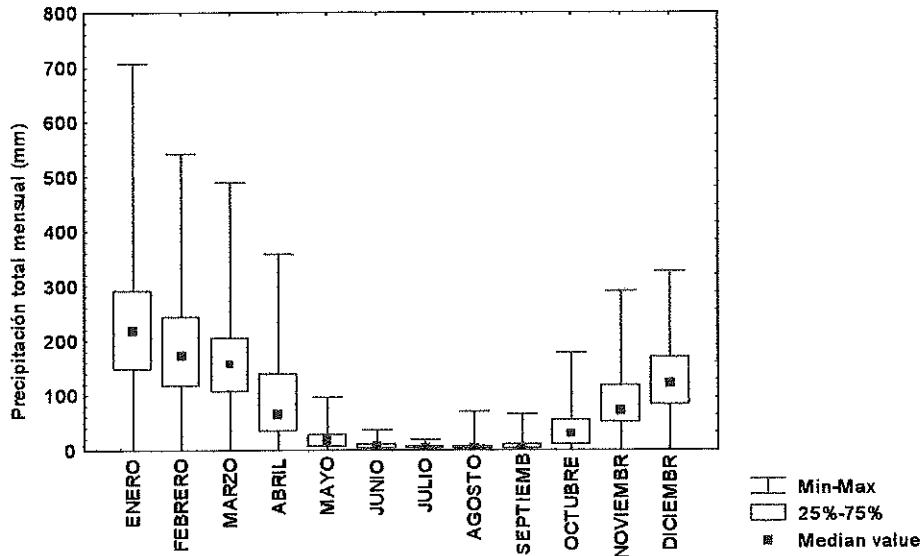


Figura N°2.7 Evoluci3n anual promedio de precipitaci3n mensual en Caimancito (1947-2005)

Mes	N° datos	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Cuartil Inferior	Cuartil Superior	Rango	Varianza	Desvio estándar	Asimetría	Kurtosis
Enero	38	118.43	110.90	15.00	349.50	72.60	148.50	334.50	4847.31	69.62	1.06	1.89
Febrero	37	136.27	115.00	14.20	485.20	72.00	180.00	471.00	8813.68	93.88	1.53	4.02
Marzo	37	135.64	116.90	17.00	347.00	63.00	198.50	330.00	8132.18	90.18	1.00	0.34
Abril	37	132.35	123.00	15.00	385.00	73.50	179.00	350.00	6448.97	80.31	1.06	0.92
Mayo	37	76.99	67.00	0.00	644.00	13.00	109.70	644.00	12201.97	110.46	3.93	19.67
Junio	38	37.00	23.75	0.00	123.00	7.00	52.50	123.00	1320.18	36.33	0.93	-0.31
Julio	36	25.92	16.65	0.00	113.60	2.90	31.65	113.60	960.91	31.00	1.63	1.97
Agosto	38	27.15	21.75	0.00	89.80	5.10	44.50	89.80	579.33	24.07	0.68	-0.31
Septiembre	38	46.91	37.50	0.00	220.00	17.00	63.00	220.00	1951.62	44.18	1.91	5.29
Octubre	38	111.66	109.75	0.00	321.00	57.00	137.90	321.00	4261.65	65.28	1.01	1.73
Noviembre	38	133.22	120.45	1.80	341.50	70.50	182.00	339.70	6425.27	80.16	0.82	0.01
Diciembre	38	138.37	116.20	0.00	325.50	72.60	211.00	325.50	6896.52	83.05	0.47	-0.82

Tabla N°2.10 Estadísticos básicos de precipitaci3n mensual en El Colorado en el período Enero 1966 Enero 2005

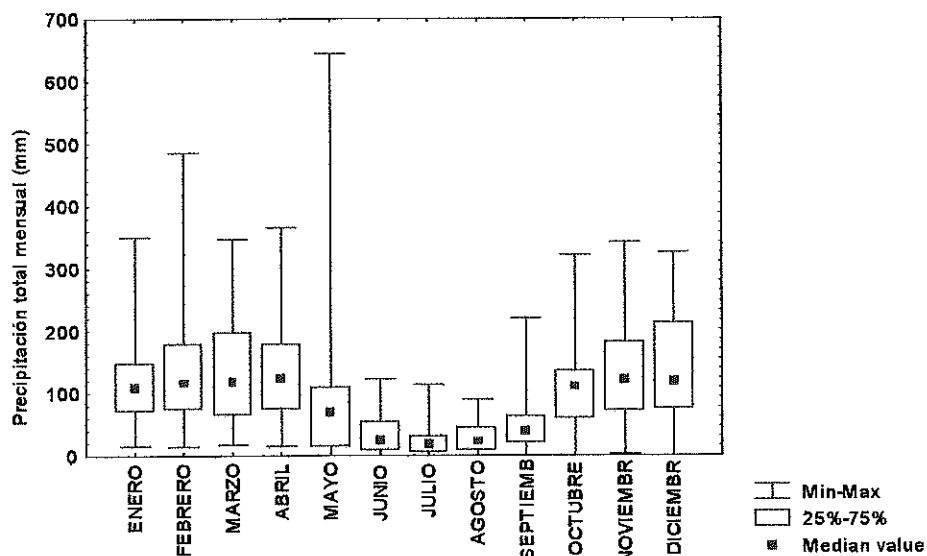


Figura N°2.8 Evoluci3n anual promedio de precipitaci3n mensual en El Colorado (1966-2005)

Mes	N° datos	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Cuartil Inferior	Cuartil Superior	Rango	Varianza	Desvío estándar	Asimetría	Kurtosis
Enero	24	403.49	400.40	246.00	738.40	294.50	462.30	492.40	18632.12	136.50	0.83	0.18
Febrero	24	332.44	319.90	141.90	609.60	248.50	419.00	467.70	16215.43	127.34	0.24	-0.46
Marzo	24	342.51	297.05	160.40	1055.40	209.45	417.20	895.00	39093.99	197.72	2.23	6.65
Abril	24	191.55	156.10	34.30	525.40	124.45	217.25	491.10	11689.45	108.12	1.60	3.21
Mayo	24	70.05	69.05	18.10	190.40	47.65	87.05	172.30	1424.18	37.74	1.47	3.46
Junio	24	32.65	27.25	5.90	75.40	19.80	45.25	69.50	273.59	16.54	0.82	0.42
Julio	24	23.97	23.45	0.70	61.40	11.05	32.05	60.70	224.80	14.99	0.70	0.28
Agosto	24	21.20	17.45	0.00	63.80	7.55	27.75	63.80	286.59	16.93	1.03	0.50
Septiembre	24	31.33	21.95	2.50	120.20	10.95	46.40	117.70	776.27	27.86	1.64	3.37
Octubre	24	109.82	105.50	20.30	217.10	63.70	150.85	196.80	3401.12	58.32	0.35	-0.96
Noviembre	25	206.45	218.50	42.70	488.30	144.20	246.00	445.60	8481.19	92.09	0.84	2.53
Diciembre	24	255.13	242.55	99.50	479.90	171.65	309.25	380.40	11852.54	108.87	0.67	-0.45

Tabla N°2.11 Estadísticos básicos de precipitación mensual en San José en el período Noviembre 1980-  
-Noviembre 2004

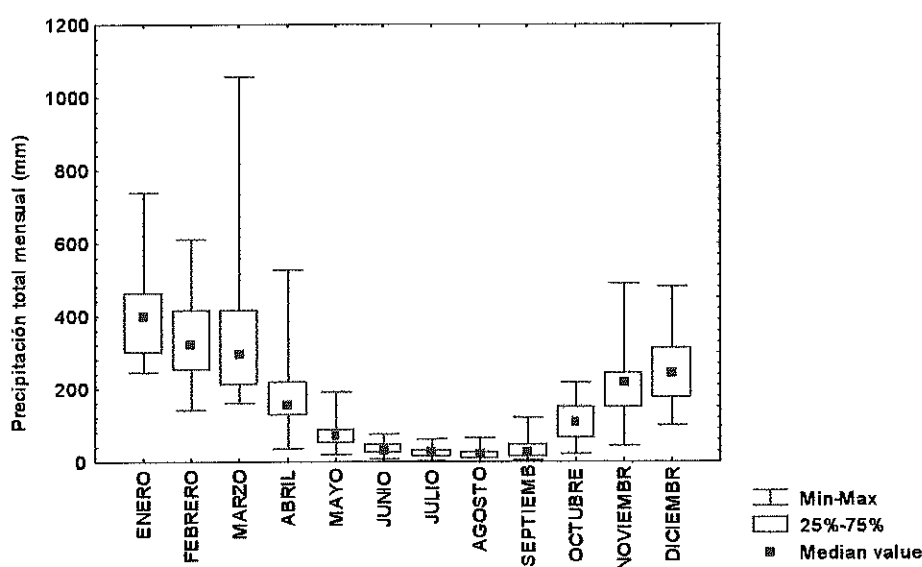


Figura N°2.9 Evolución anual promedio de precipitación mensual en San José (1980-2004)

En todas las estaciones el valor máximo mensual se verifica en el mes de enero, a excepción de la Estación El Colorado en la que el máximo se desplaza a febrero, siendo del mismo orden que los valores correspondientes a marzo y abril.

La variabilidad de la precipitación mensual medida a través de la desviación estándar indica gran dispersión en torno al valor medio calculado. En general, el coeficiente de asimetría es positivo, indicando que la distribución de las precipitaciones mensuales es asimétrica a la derecha (la información está desviada hacia la derecha con menor número de valores grandes).

En las figuras N° 2.1 a 2.9 se presentan mediante la progresión anual de los diagramas de caja de precipitación media mensual los percentiles de 25 y 75% que indican la variabilidad de los valores, la tendencia central indicada por la mediana y el rango definido por los valores máximos y mínimos del período de medición indicado en cada estación.

Todas las estaciones muestran estacionalidad en la precipitación en los meses de verano (enero a marzo), aunque la precipitación acumulada durante el año sobrepasa los 1500 mm al

año en la Alta Cuenca y los 500 mm en la Baja. Los valores mínimos son cercanos al cero, indicando la presencia de épocas críticas en la que no existe precipitación.

Para cada estación de registro pluviométrico se calcularon los montos pluviométricos totales anuales cuya evolución se muestra en la figura N° 2.10.

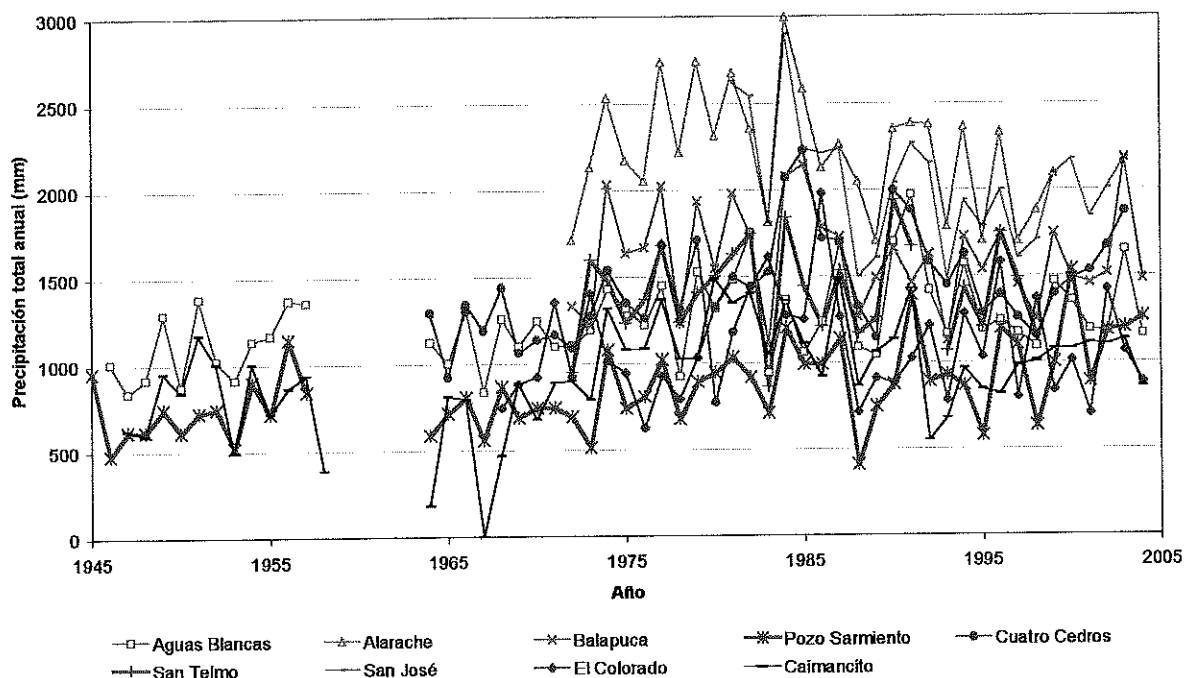


Figura N°2.10 Distribución anual de precipitaciones en la cuenca del Río Bermejo

Un análisis más detallado puede efectuarse considerando la mediana de la precipitación anual como punto de referencia. Si en un año cualquiera la precipitación tiene un valor entre 80 y 120% de la mediana, es un año normal. Cuando la precipitación de un año se encuentra debajo del 80% se dice que es un año seco, y es extremadamente seco cuando la precipitación total anual es inferior al 40% de la mediana. Similarmente, un año húmedo tiene un monto pluviométrico entre 120 y 160% de la mediana y es considerado hiperhúmedo si la precipitación es superior al 160% de la mediana.

De acuerdo a este criterio de clasificación (Tabla N° 2.12) no se presentaron años muy secos en la cuenca. Los años secos representan un 15% del total de años analizados ( en promedio para toda la cuenca). Los años con precipitaciones normales son los más frecuentes (65% en promedio) y los años muy húmedos y muy húmedos son bastante frecuentes en las estaciones consideradas (Figura N° 2.11) y se presentan históricamente durante los ciclos de la corriente del Niño.

La figura N° 2.12 presenta los valores totales anuales promedio de cada estación. Como fue indicado anteriormente, el período de registro tiene extensión variable con la estación considerada. El período de registro común a todas ellas se extiende entre 1972 y 1999. Para este período común y para caracterizar la variación areal promedio de la precipitación en la cuenca alta del Río Bermejo se determinaron líneas de igual precipitación total anual.

El mapa de isohietas obtenido se presenta en la figura N° 2.13, y evidencia grandes contrastes en la precipitación media anual. Existe un fuerte gradiente en dirección Noroeste-Sudeste con

valores que superan los 2200 mm anuales en la zona occidental y descienden hasta 800 mm en el límite oriental de la cuenca

Estación	N° años	Clasificación				
		Muy Seco	Seco	Normal	Húmedo	Muy Húmedo
Aguas Blancas (Bermejo)	53	0%	13%	68%	17%	2%
Alarache (Bermejo)	28	0%	18%	71%	11%	0%
Balapuca (Bermejo)	33	0%	18%	64%	18%	0%
Pozo Sarmiento (Bermejo)	54	0%	22%	56%	19%	4%
Cuatro Cedros (Pescado)	39	0%	8%	69%	23%	0%
Caimancito (San Francisco)	50	0%	18%	66%	16%	0%
San José (Iruya)	24	0%	21%	67%	13%	0%
El Colorado (Bermejo)	38	0%	18%	42%	37%	3%
San Telmo (Tarija)	26	0%	12%	73%	15%	0%

Tabla N°2.12 Porcentaje de años secos, normales y húmedos en la Cuenca del Ró Bermejo

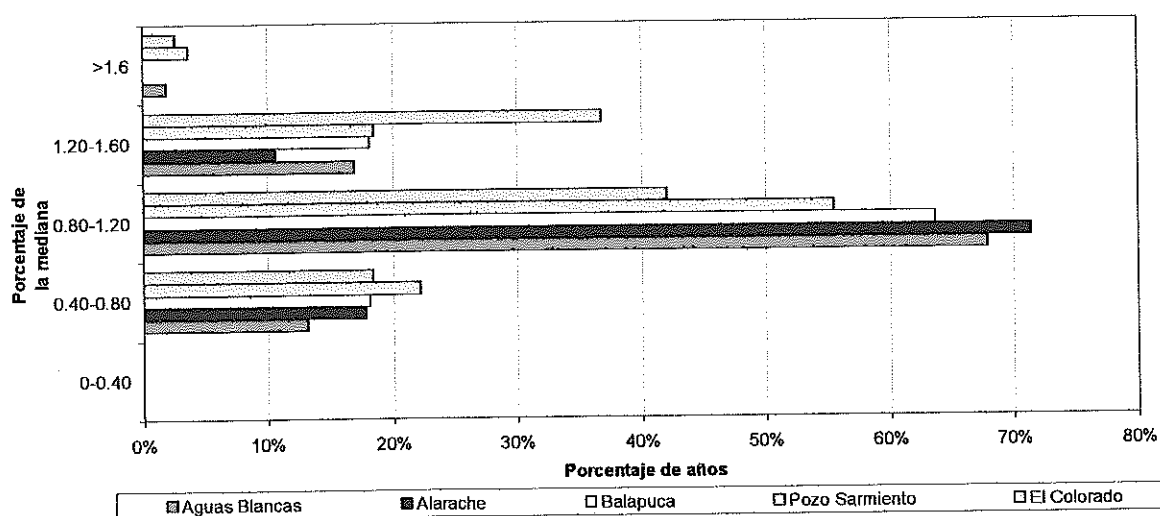


Figura N°2.11.a Años secos y húmedos en la cuenca del Ró Bermejo

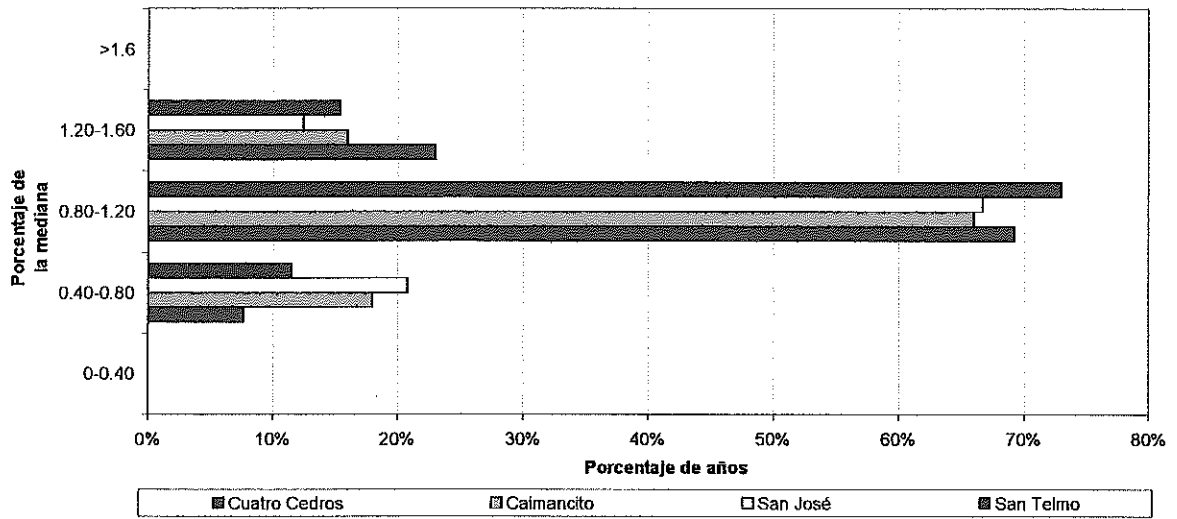


Figura N°2.11.b Años secos y húmedos en la cuenca del Rb Bermejo

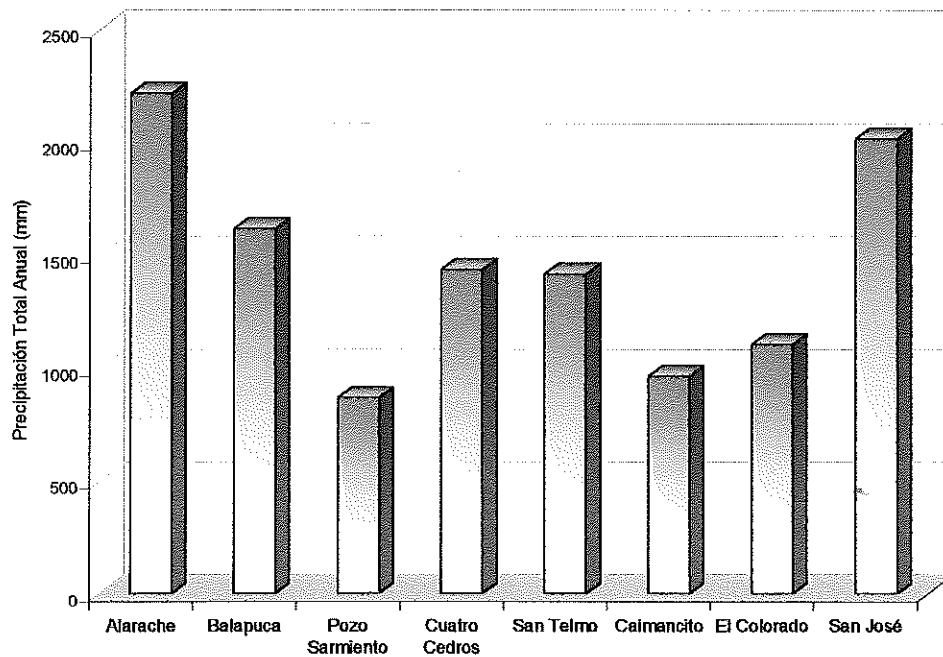


Figura N°2.12 Montos pluviométricos totales anuales en estaciones de la cuenca del Rb Bermejo

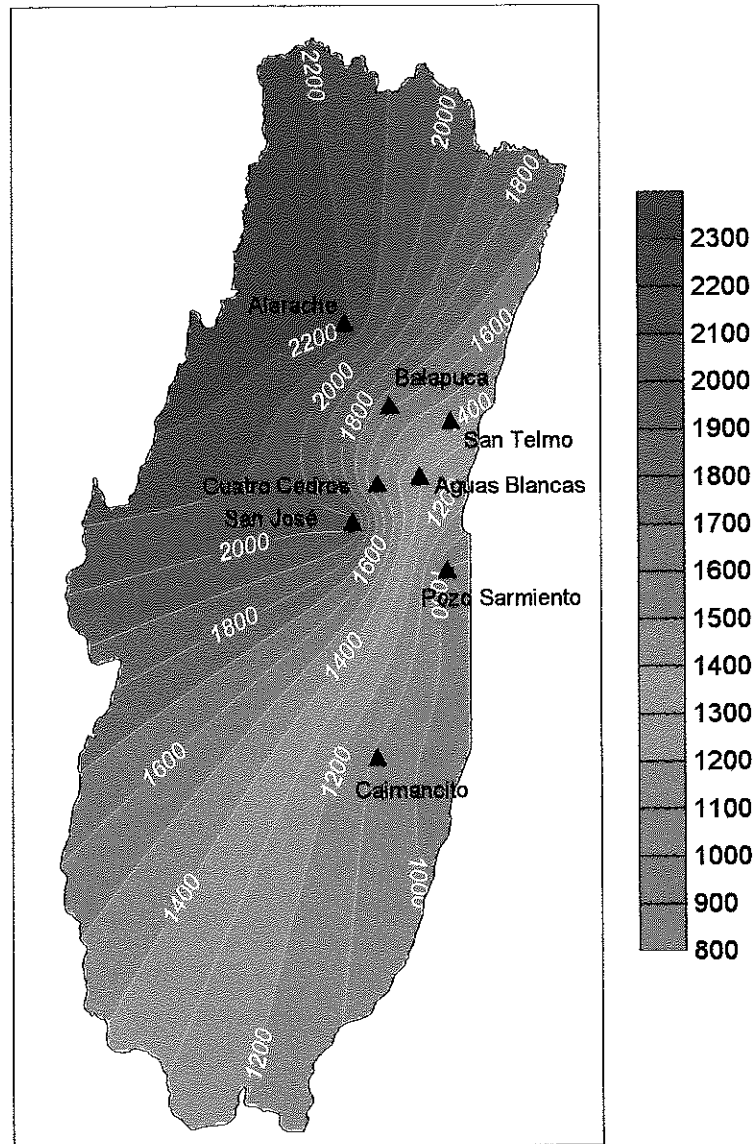


Figura N°2.13 Isohietas de precipitación total anual promedio (mm) en la cuenca alta del Ró Bermejo en el período 1972-1999

### 2.1.2 Alturas hidrométricas

La frecuencia de registro de niveles hidrométricos no es uniforme, variando desde la frecuencia horaria a la diaria. Los datos disponibles fueron procesados para calcular los valores de altura media diaria y se presentan en las figuras N° 2.14 a 2.21 que muestran las series temporales constituidas para cada estación en su período de medición.

Estas figuras permiten advertir la existencia de discontinuidades en las series de alturas hidrométricas correspondientes a las estaciones Alarache, Cuatro Cedros y San Telmo atribuibles a cambios no documentados en la posición de la escala hidrométrica de referencia. Para todas las estaciones se calcularon los valores medios mensuales con el propósito de evidenciar el ciclo estacional medio de niveles que es representado a través de la progresión anual de los valores promedio en las figuras N° 2.22 a 2.29. Para las estaciones donde se ha detectado la mencionada discontinuidad se presentan los valores discriminados en los períodos diferenciados.



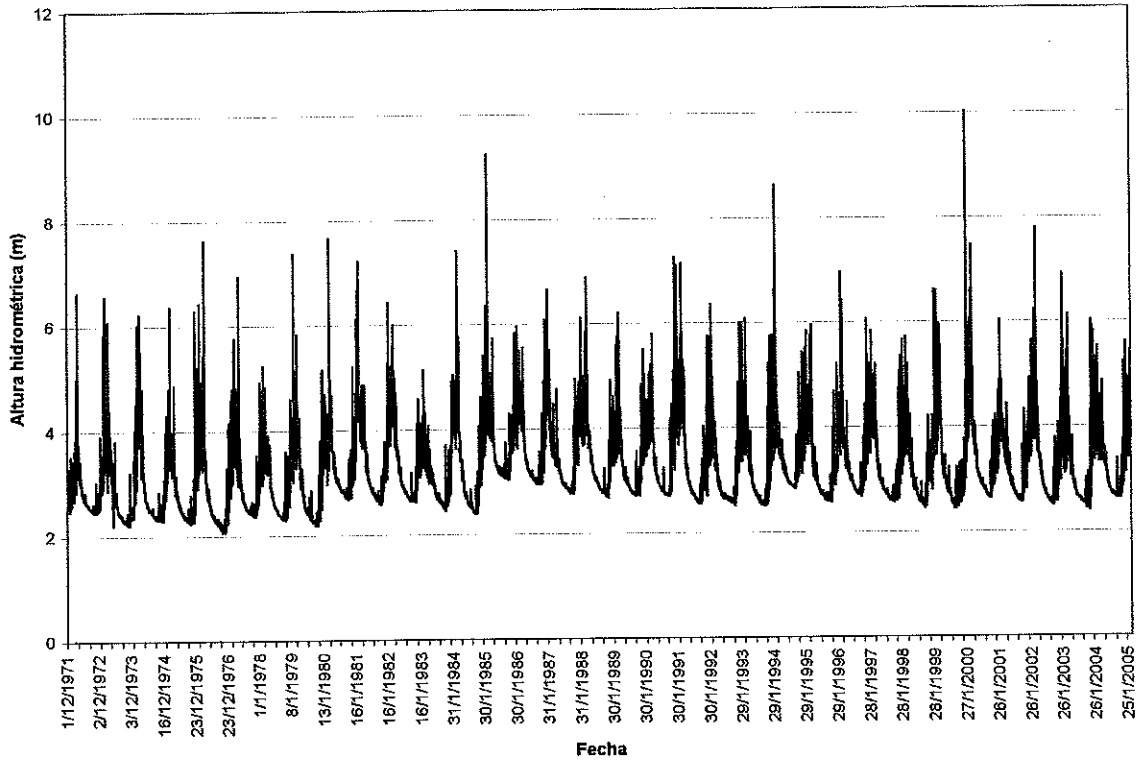


Figura N°2.16 Evoluci3n temporal de alturas hidrométricas medias diarias en la estaci3n Balapuca – R3o Bermejo en el per3odo 01/12/1971-28/02/2005

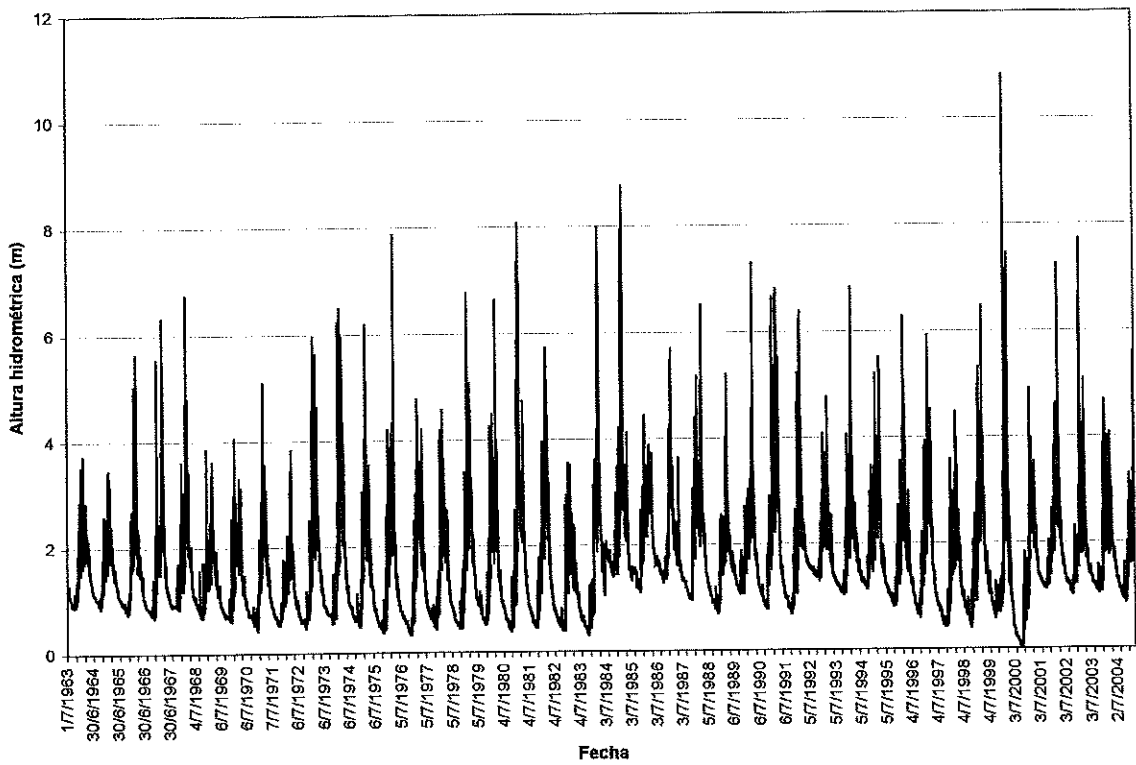


Figura N°2.17 Evoluci3n temporal de alturas hidrométricas medias diarias en la estaci3n Pozo Sarmiento – R3o Bermejo en el per3odo 01/07/1963--28/02/2005

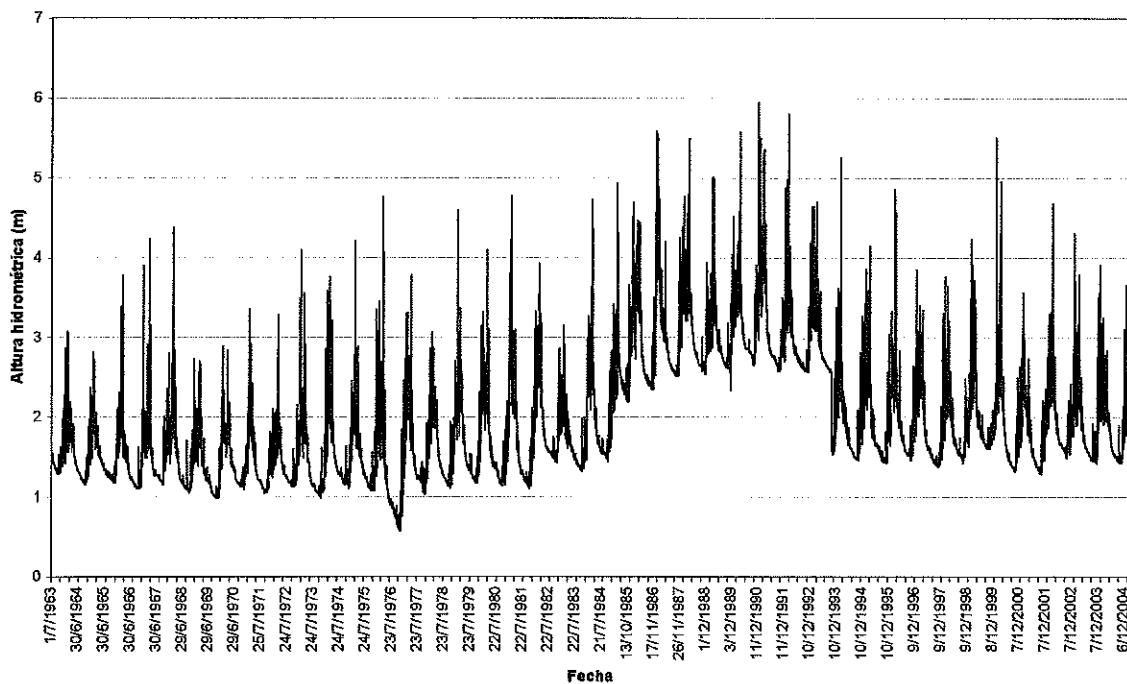


Figura N°2.14 Evoluci3n temporal de alturas hidrom3tricas medias diarias en la estaci3n Aguas Blancas – R3 Bermejo en el per3do 01/07/1963-28/02/2005

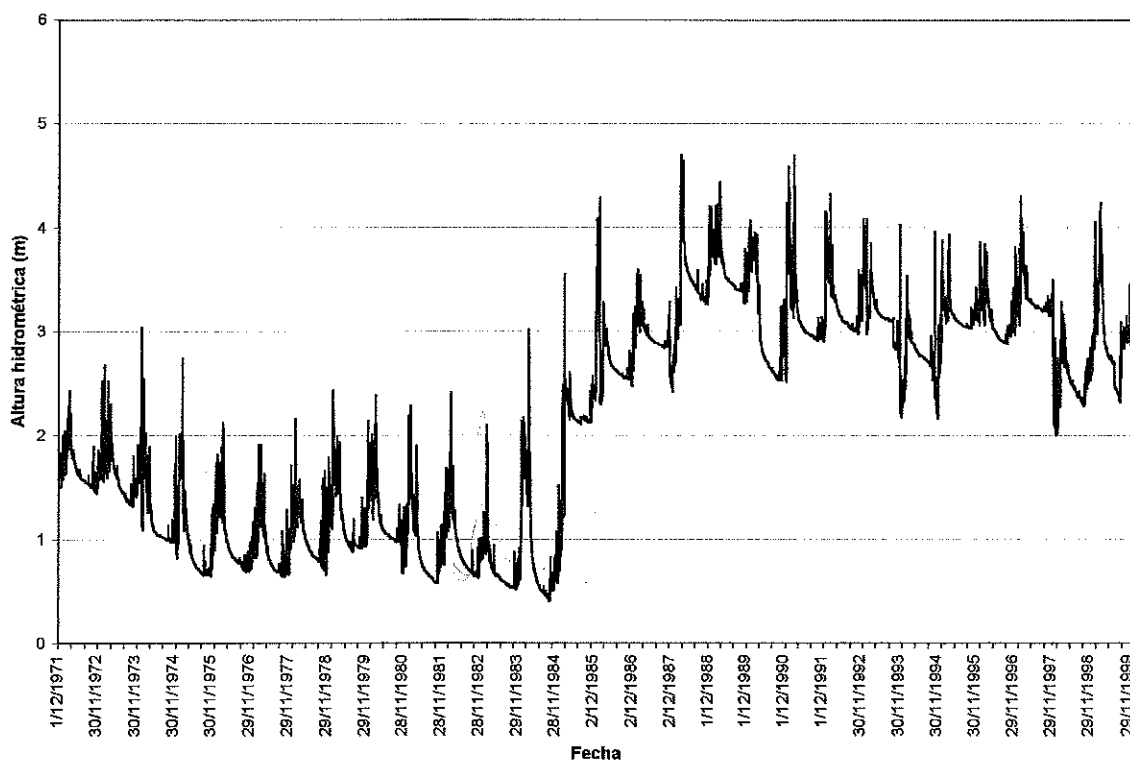


Figura N°2.15 Evoluci3n temporal de alturas hidrom3tricas medias diarias en la estaci3n Alarache – R3 Bermejo en el per3do 01/12/1971-25/01/2000

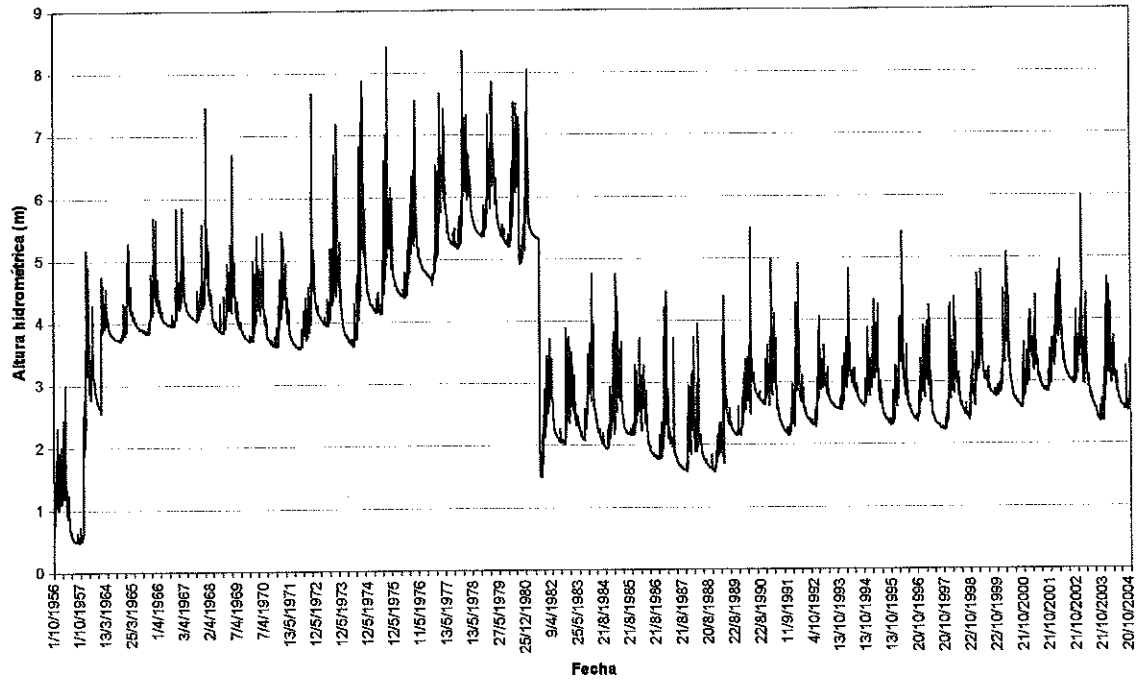


Figura N°2.18 Evoluci3 temporal de alturas hidrométricas medias diarias en la estaci3 Cuatro Cedros – R3 Pescado en el per3do 01/10/1956-30/11/2004

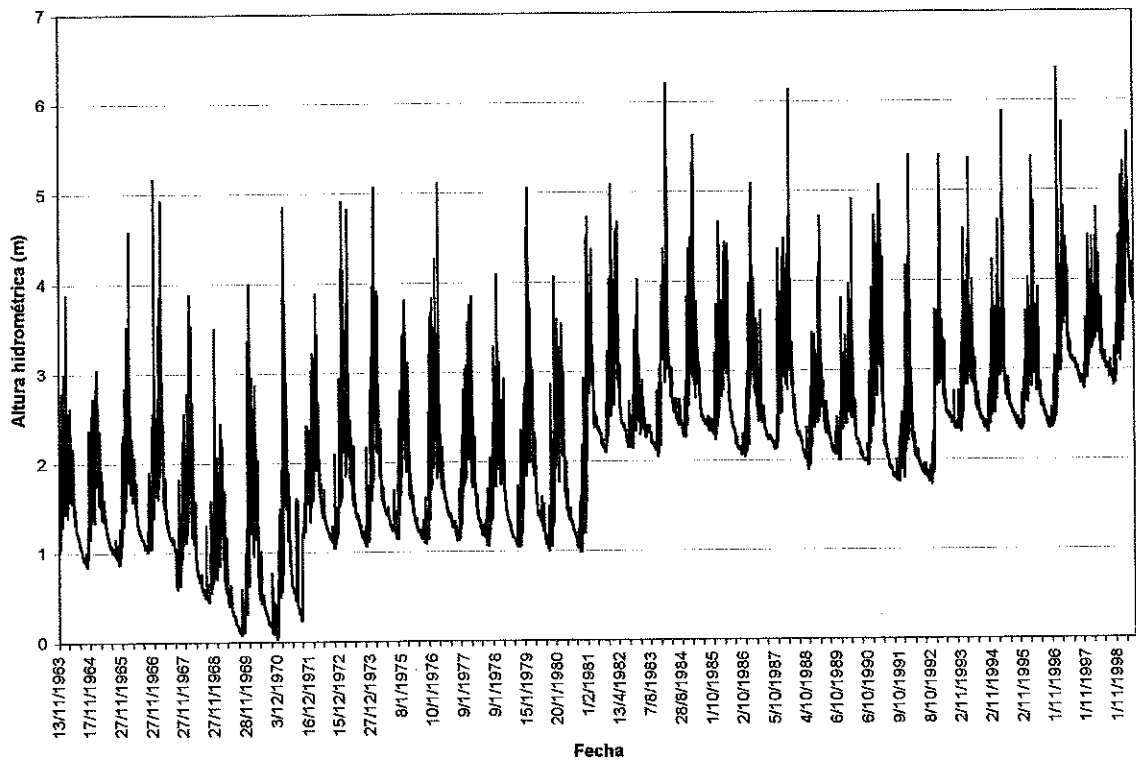


Figura N°2.19 Evoluci3 temporal de alturas hidrométricas medias diarias en la estaci3 San Telmo – R3 Tarija en el per3do 13/11/1963-31/05/1999

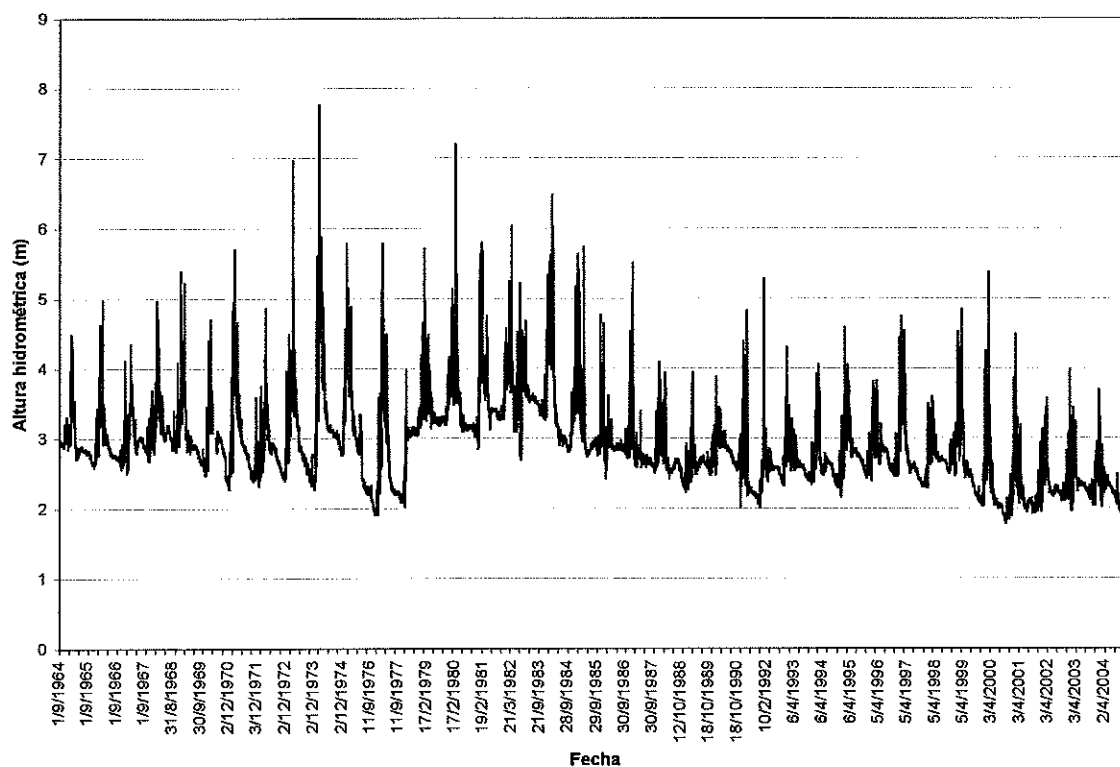


Figura N°2.20 Evoluci3n temporal de alturas hidrométricas medias diarias en la estaci3n Caimancito – R3o San Francisco en el per3odo 01/09/1641-28/02/2005

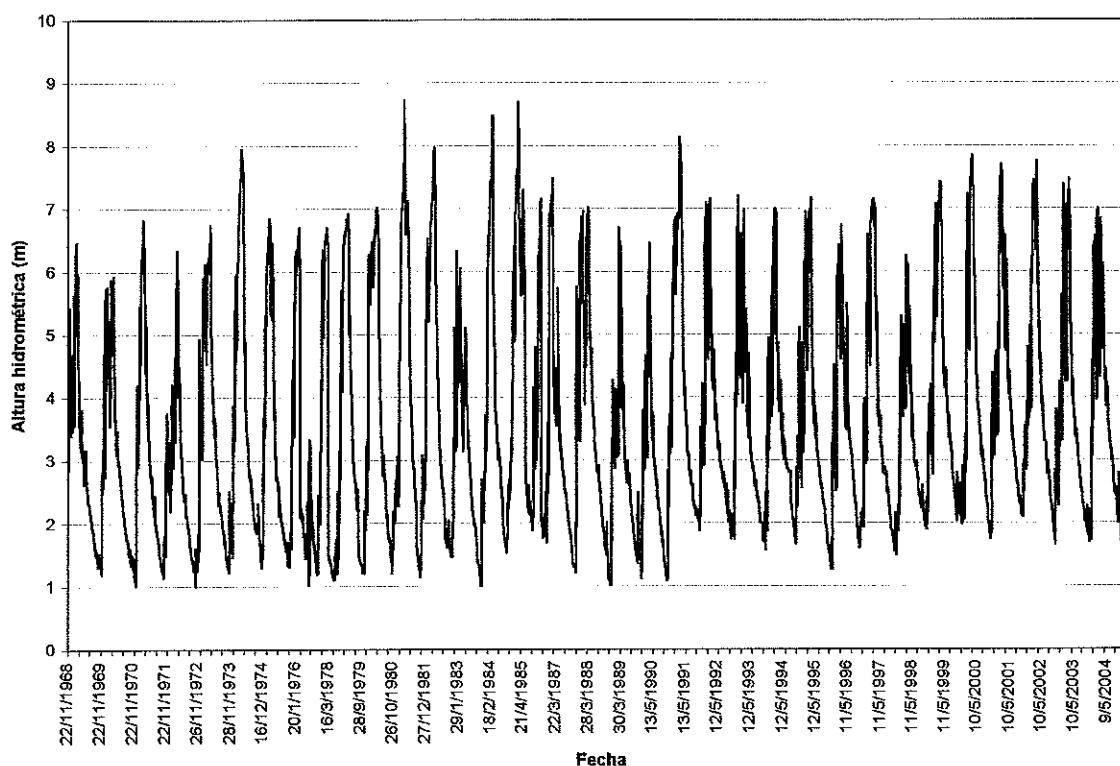


Figura N°2.21 Evoluci3n temporal de alturas hidrométricas medias diarias en la estaci3n El Colorado – R3o Bermejo en el per3odo 22/11/1968-28/02/2005

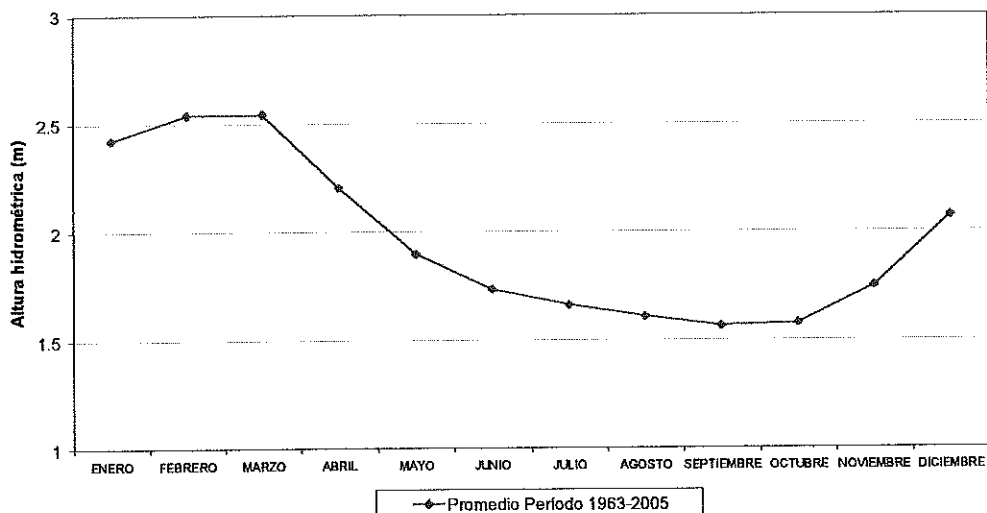


Figura N°2.22 Evoluci3n temporal promedio de niveles medios mensuales en la estaci3n Aguas Blancas - R3o Bermejo en el per3odo 1963-2005

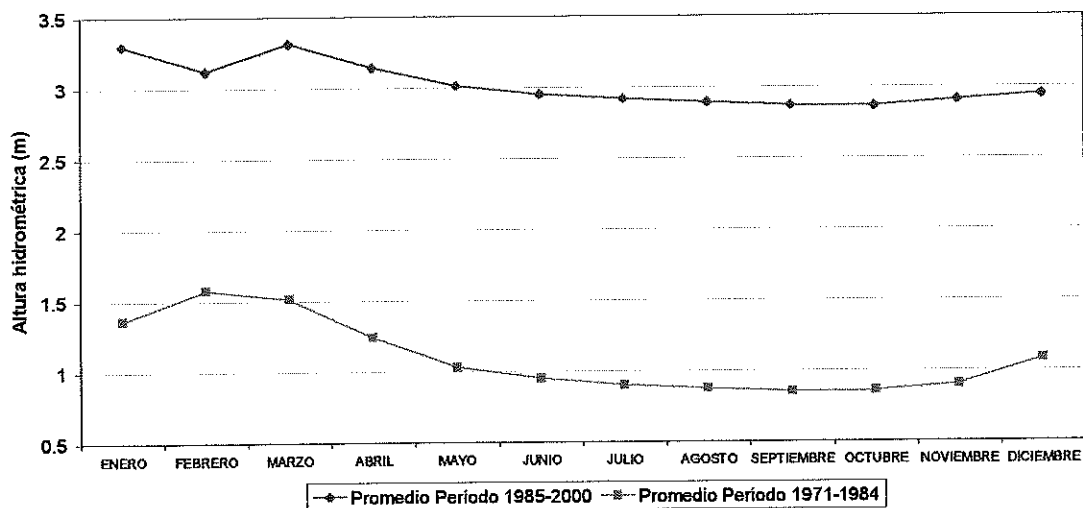


Figura N°2.23 Evoluci3n temporal promedio de niveles medios mensuales en la estaci3n Alarache - R3o Bermejo en el per3odo 1971-1984 y 1985-2000

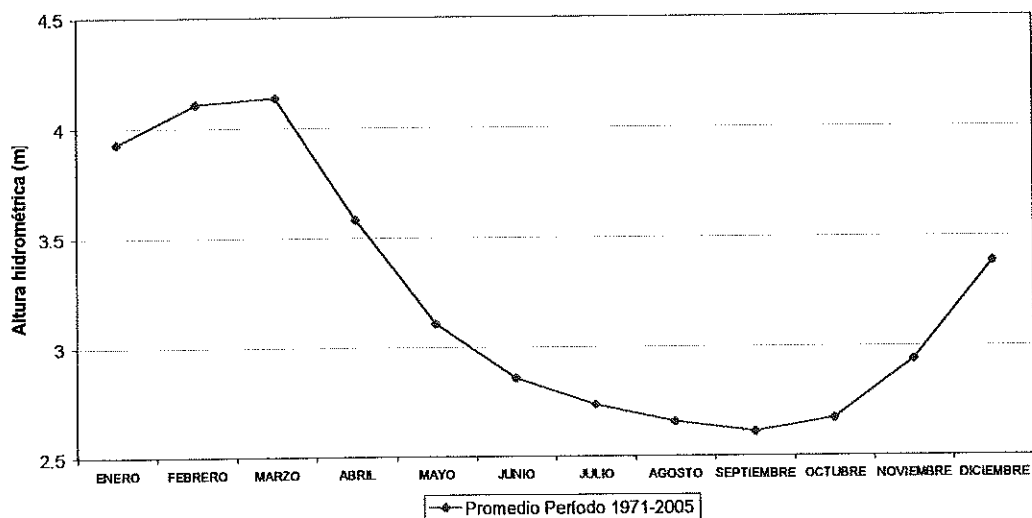


Figura N°2.24 Evoluci3n temporal promedio de niveles medios mensuales en la estaci3n Balapuca - R3o Bermejo en el per3odo 1971-2005

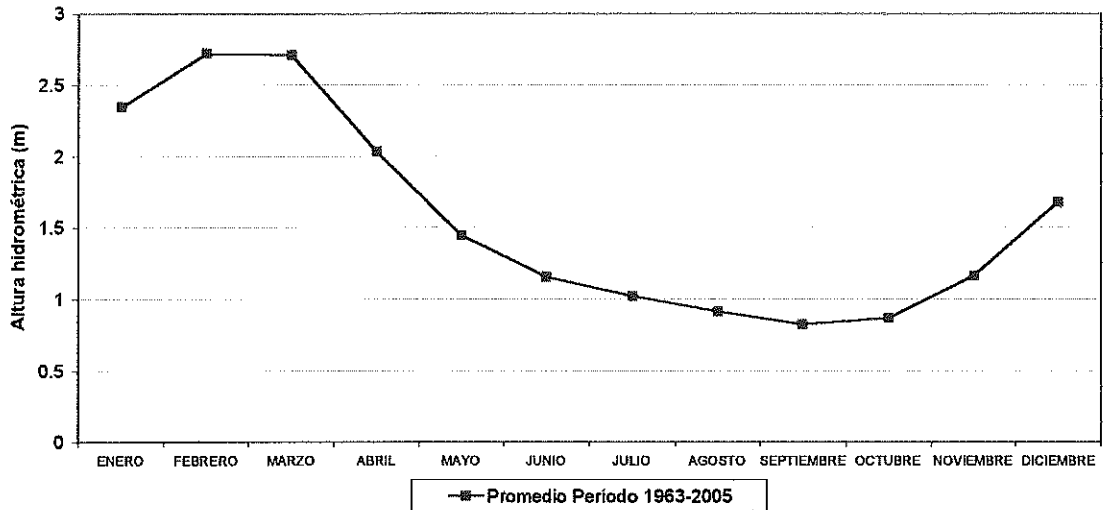


Figura N°2.25 Evolución temporal promedio de niveles medios mensuales en la estación Pozo Sarmiento – Rb Bermejo en el período 1963-2005

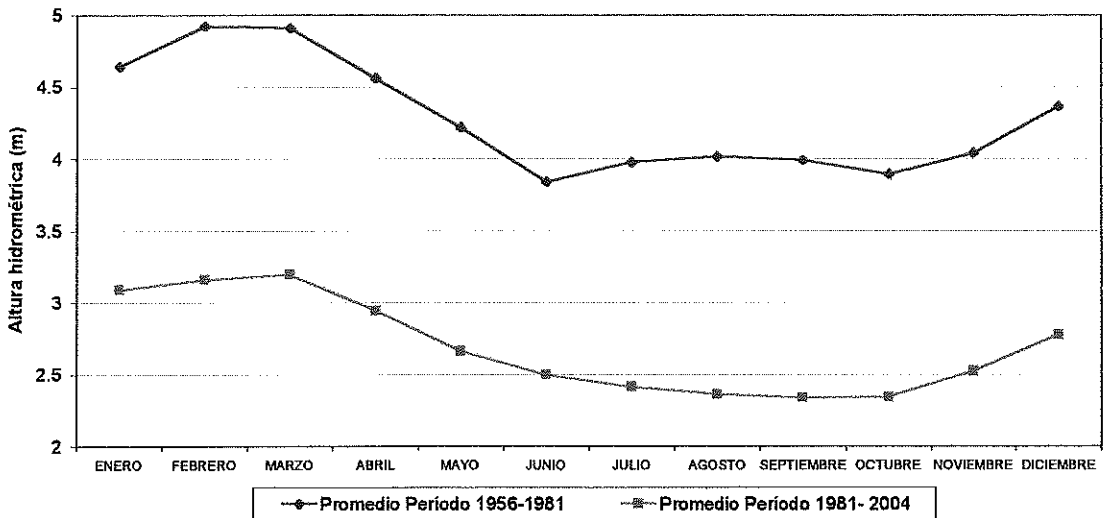


Figura N°2.26 Evolución temporal promedio de niveles medios mensuales en la estación Cuatro Cedros – Rb Pescado en el período 1956-1981 y 1981-2005

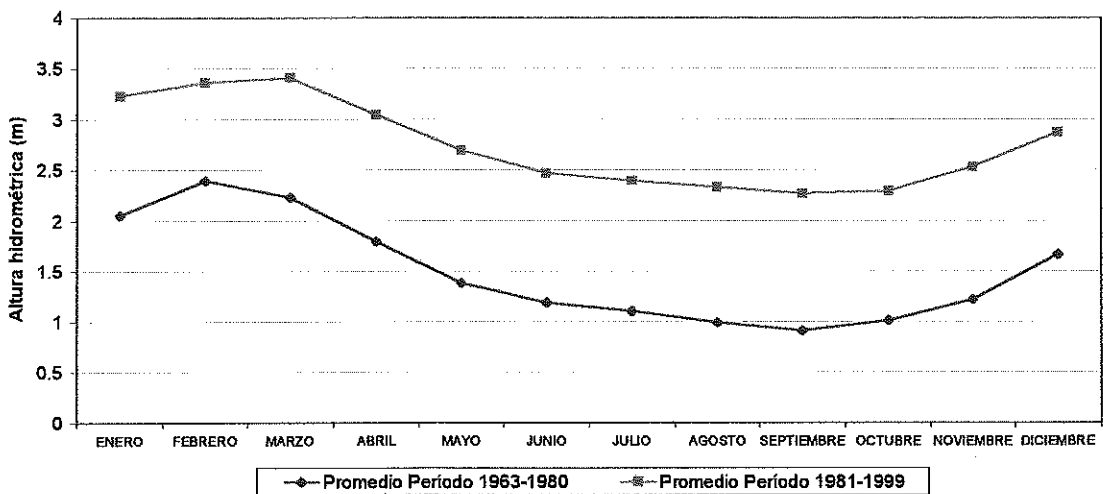


Figura N°2.27 Evolución temporal promedio de niveles medios mensuales en la estación San Telmo – Rb Tarija en el período 1963-1980 y 1981-1999

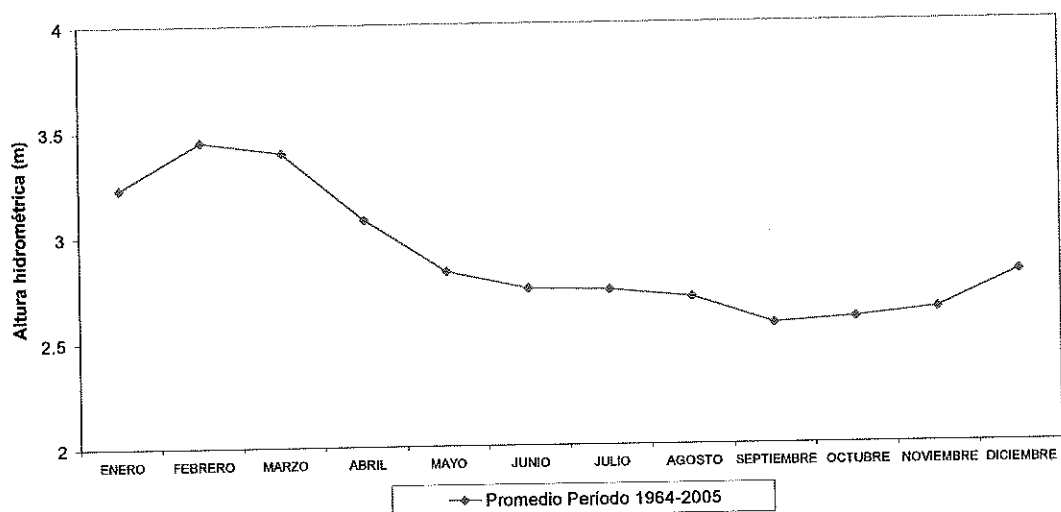


Figura N° 2.28 Evolución temporal promedio de niveles medios mensuales en la estación Caimancito – Río San Francisco en el período 1964-2005

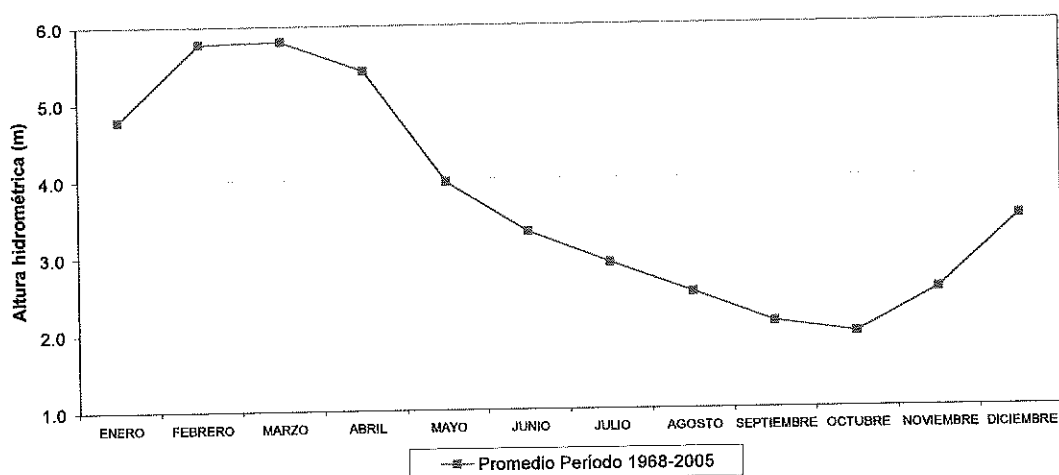


Figura N° 2.29 Evolución temporal promedio de niveles medios mensuales en la estación El Colorado – Río Bermejo en el período 1968-2005

Las figuras mencionadas evidencian [la relevancia de los valores correspondientes a los meses de verano que responden al régimen pluvial de la región. El ciclo estacional medio es para todas las estaciones claro y definido con época de aguas bajas extendiéndose entre julio y noviembre, típicamente] Esta misma característica es señalada por los estadísticos calculados que se muestran en la tabla N° 2.13.

Estación Aguas Blancas (Río Bermejo) - Período 1963-2005

Mes	N° datos	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Cuartil Inferior	Cuartil Superior	Rango	Varianza	Desvío estándar	Asimetría	Kurtosis
Enero	42	2.42	2.28	1.55	4.32	1.91	2.53	2.77	0.48	0.70	1.20	0.77
Febrero	41	2.54	2.41	1.65	3.79	2.17	2.69	2.14	0.33	0.57	0.88	-0.08
Marzo	41	2.54	2.42	1.71	4.10	2.05	2.86	2.39	0.43	0.65	0.75	-0.41
Abril	41	2.20	2.05	1.38	3.65	1.79	2.30	2.27	0.39	0.63	1.05	0.01
Mayo	41	1.90	1.71	1.18	3.16	1.49	1.92	1.98	0.34	0.58	1.04	-0.27
Junio	41	1.73	1.60	0.96	2.89	1.35	1.73	1.93	0.33	0.57	1.10	-0.19
Julio	42	1.66	1.49	0.92	2.85	1.26	1.66	1.93	0.31	0.56	1.17	-0.05
Agosto	42	1.61	1.42	0.84	2.84	1.22	1.60	2.00	0.32	0.56	1.17	-0.05
Septiembre	42	1.56	1.38	0.77	2.79	1.18	1.55	2.02	0.32	0.56	1.13	-0.12
Octubre	42	1.58	1.44	0.66	2.77	1.20	1.69	2.11	0.30	0.55	1.08	0.10
Noviembre	42	1.75	1.55	0.68	3.17	1.34	1.86	2.49	0.38	0.61	1.05	0.20
Diciembre	42	2.07	1.92	1.17	3.60	1.63	2.19	2.43	0.42	0.65	1.12	0.20

Estación Alarache (Río Bermejo) - Período 1971-1984

Mes	N° datos	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Cuartil Inferior	Cuartil Superior	Rango	Varianza	Desvío estándar	Asimetría	Kurtosis
Enero	14	1.36	1.34	0.95	1.79	1.17	1.59	0.84	0.08	0.29	0.15	-1.08
Febrero	13	1.57	1.70	1.08	1.86	1.44	1.79	0.78	0.06	0.25	-0.66	-0.64
Marzo	13	1.51	1.55	0.82	2.05	1.34	1.71	1.23	0.11	0.33	-0.45	0.27
Abril	13	1.24	1.20	0.71	1.88	1.07	1.34	1.17	0.10	0.32	0.77	0.78
Mayo	13	1.03	0.92	0.65	1.68	0.88	1.11	1.03	0.10	0.31	1.22	1.08
Junio	13	0.95	0.84	0.58	1.62	0.78	1.06	1.04	0.10	0.32	1.27	1.04
Julio	13	0.90	0.81	0.51	1.57	0.72	1.03	1.06	0.10	0.32	1.19	0.85
Agosto	13	0.87	0.78	0.48	1.55	0.69	1.01	1.07	0.10	0.32	1.12	0.70
Septiembre	13	0.85	0.75	0.44	1.53	0.69	0.98	1.09	0.10	0.31	1.08	0.78
Octubre	13	0.85	0.71	0.51	1.53	0.66	1.00	1.02	0.10	0.31	1.11	0.56
Noviembre	13	0.90	0.80	0.59	1.49	0.73	1.00	0.90	0.08	0.29	1.32	0.93
Diciembre	14	1.08	0.94	0.71	1.67	0.86	1.24	0.96	0.11	0.33	0.88	-0.54

Estación Alarache (Río Bermejo) - Período 1985-2000

Mes	N° datos	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Cuartil Inferior	Cuartil Superior	Rango	Varianza	Desvío estándar	Asimetría	Kurtosis
Enero	13	3.30	3.31	2.16	3.92	3.27	3.75	1.76	0.29	0.54	-0.95	0.29
Febrero	14	3.12	3.20	1.65	3.84	2.90	3.63	2.19	0.38	0.62	-1.09	1.16
Marzo	14	3.31	3.39	2.44	3.93	2.99	3.61	1.49	0.17	0.41	-0.63	-0.01
Abril	14	3.14	3.20	2.28	3.87	2.88	3.29	1.59	0.16	0.40	-0.20	1.08
Mayo	14	3.01	3.08	2.21	3.60	2.79	3.20	1.39	0.14	0.37	-0.43	0.50
Junio	14	2.95	3.01	2.15	3.51	2.72	3.15	1.36	0.14	0.37	-0.48	0.35
Julio	14	2.92	2.96	2.13	3.46	2.66	3.13	1.33	0.14	0.37	-0.48	0.12
Agosto	14	2.89	2.94	2.16	3.43	2.62	3.12	1.27	0.13	0.37	-0.42	-0.24
Septiembre	14	2.87	2.92	2.15	3.40	2.57	3.10	1.25	0.13	0.37	-0.46	-0.38
Octubre	14	2.86	2.95	2.14	3.40	2.60	3.06	1.26	0.13	0.36	-0.47	-0.22
Noviembre	14	2.91	2.95	2.35	3.41	2.58	3.11	1.06	0.10	0.32	-0.22	-0.85
Diciembre	14	2.94	2.95	2.50	3.71	2.54	3.20	1.21	0.15	0.39	0.48	-0.66

Estación Balapuca (Río Bermejo)-Período 1971-2005

Mes	N° datos	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Cuartil Inferior	Cuartil Superior	Rango	Varianza	Desvío estándar	Asimetría	Kurtosis
Enero	34	3.93	3.96	2.91	4.99	3.71	4.24	2.08	0.18	0.42	-0.08	0.89
Febrero	34	4.11	4.14	3.10	4.88	3.90	4.33	1.78	0.14	0.37	-0.25	0.76
Marzo	33	4.14	4.14	3.35	5.12	3.77	4.46	1.77	0.19	0.44	0.22	-0.37
Abril	33	3.58	3.53	3.04	4.19	3.39	3.77	1.15	0.09	0.30	0.34	-0.64
Mayo	33	3.11	3.14	2.70	3.53	3.00	3.27	0.83	0.05	0.23	-0.21	-0.72
Junio	33	2.86	2.87	2.46	3.27	2.70	3.01	0.81	0.04	0.21	-0.20	-0.61
Julio	33	2.74	2.75	2.33	3.17	2.61	2.89	0.84	0.04	0.20	-0.07	-0.34
Agosto	33	2.66	2.65	2.27	3.15	2.56	2.79	0.88	0.04	0.20	0.12	0.08
Septiembre	33	2.61	2.62	2.21	3.16	2.52	2.74	0.95	0.04	0.21	0.23	0.51
Octubre	33	2.67	2.65	2.13	3.22	2.53	2.82	1.09	0.06	0.25	0.05	0.16
Noviembre	33	2.94	2.96	2.18	3.75	2.71	3.11	1.57	0.14	0.37	0.37	0.12
Diciembre	34	3.39	3.42	2.68	4.11	3.09	3.64	1.43	0.14	0.38	-0.08	-0.50

Tabla N° 2.13

Estadística descriptiva de alturas hidrométricas medias mensuales

Estación Pozo Sarmiento (Río Bermejo) - Período 1963-2005

Mes	N° datos	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Cuartil inferior	Cuartil Superior	Rango	Varianza	Desvío estándar	Asimetría	Kurtosis
Enero	42	2.35	2.33	1.38	3.62	2.03	2.62	2.24	0.25	0.50	0.48	0.06
Febrero	42	2.72	2.64	1.56	4.28	2.40	3.04	2.72	0.32	0.57	0.69	1.00
Marzo	41	2.71	2.65	1.60	4.70	2.32	3.03	3.10	0.39	0.63	0.89	1.32
Abril	41	2.03	1.94	1.42	2.79	1.80	2.24	1.37	0.14	0.37	0.40	-0.61
Mayo	41	1.45	1.45	0.86	1.84	1.22	1.68	0.98	0.06	0.25	-0.21	-0.87
Junio	41	1.16	1.11	0.44	1.70	1.00	1.37	1.26	0.07	0.27	-0.02	-0.01
Julio	42	1.02	0.95	0.23	1.78	0.79	1.25	1.55	0.10	0.31	0.27	0.30
Agosto	42	0.91	0.86	0.17	1.74	0.68	1.19	1.57	0.10	0.32	0.45	0.22
Septiembre	42	0.83	0.76	0.05	1.54	0.60	1.08	1.49	0.09	0.31	0.22	0.09
Octubre	42	0.87	0.85	0.25	1.57	0.61	1.09	1.32	0.12	0.34	0.44	-0.56
Noviembre	42	1.17	1.13	0.45	2.11	0.85	1.48	1.66	0.19	0.43	0.38	-0.73
Diciembre	42	1.68	1.67	0.95	2.64	1.29	2.02	1.69	0.19	0.44	0.06	-0.94

Estación Cuatro cedros (Río Pescado)-Período 1956-1981

Mes	N° datos	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Cuartil inferior	Cuartil Superior	Rango	Varianza	Desvío estándar	Asimetría	Kurtosis
Enero	19	4.64	4.45	1.37	6.52	4.20	5.39	5.15	1.29	1.14	-0.82	3.21
Febrero	19	4.93	4.77	1.70	6.71	4.46	5.66	5.01	1.47	1.21	-0.84	1.56
Marzo	19	4.91	4.79	1.62	6.66	4.38	5.99	5.04	1.54	1.24	-0.83	1.53
Abril	18	4.56	4.45	1.01	6.42	4.12	5.20	5.41	1.45	1.20	-1.19	3.80
Mayo	18	4.22	4.15	0.75	5.87	3.97	4.79	5.12	1.32	1.15	-1.41	4.39
Junio	18	3.84	4.01	0.00	5.54	3.80	4.59	5.54	2.17	1.47	-1.61	2.74
Julio	18	3.98	3.96	0.51	5.46	3.76	4.50	4.95	1.24	1.11	-1.68	5.10
Agosto	17	4.02	3.98	0.50	5.41	3.74	4.44	4.91	1.17	1.08	-2.03	7.05
Septiembre	17	3.99	3.96	0.50	5.39	3.72	4.42	4.89	1.17	1.08	-1.99	6.90
Octubre	19	3.89	3.98	0.55	5.43	3.65	4.69	4.88	1.58	1.26	-1.67	3.15
Noviembre	19	4.04	4.07	1.11	5.57	3.81	4.72	4.46	1.35	1.16	-1.32	2.34
Diciembre	19	4.37	4.44	1.26	6.27	3.94	5.01	5.01	1.35	1.16	-0.97	2.22

Estación Cuatro Cedros (Río Pescado) - Período 1981-2004

Mes	N° datos	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Cuartil inferior	Cuartil Superior	Rango	Varianza	Desvío estándar	Asimetría	Kurtosis
Enero	23	3.09	3.15	1.99	3.98	2.74	3.39	1.99	0.18	0.42	-0.48	1.07
Febrero	23	3.16	3.24	2.02	4.13	2.89	3.58	2.11	0.27	0.52	-0.74	0.51
Marzo	23	3.20	3.26	2.09	4.20	2.84	3.49	2.11	0.28	0.52	-0.34	0.10
Abril	23	2.95	2.94	2.14	3.80	2.74	3.18	1.66	0.16	0.40	-0.06	0.24
Mayo	23	2.66	2.72	1.89	3.38	2.42	2.99	1.49	0.16	0.40	-0.27	-0.49
Junio	23	2.50	2.52	1.73	3.18	2.25	2.79	1.45	0.15	0.39	-0.31	-0.36
Julio	23	2.42	2.42	1.67	3.08	2.17	2.71	1.41	0.14	0.38	-0.28	-0.44
Agosto	23	2.36	2.37	1.63	3.03	2.11	2.66	1.40	0.14	0.37	-0.31	-0.39
Septiembre	22	2.34	2.36	1.61	2.99	2.17	2.61	1.38	0.14	0.38	-0.37	-0.35
Octubre	23	2.35	2.38	1.52	3.21	2.05	2.71	1.69	0.19	0.44	-0.22	-0.32
Noviembre	24	2.53	2.54	1.59	3.30	2.17	2.88	1.71	0.20	0.45	-0.21	-0.80
Diciembre	23	2.78	2.85	1.80	3.62	2.51	3.02	1.82	0.16	0.41	-0.25	0.72

Estación San Telmo (Río Tarija) - Período 1963-1980

Mes	N° datos	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Cuartil inferior	Cuartil Superior	Rango	Varianza	Desvío estándar	Asimetría	Kurtosis
Enero	17	2.05	2.08	0.95	2.74	1.86	2.35	1.79	0.21	0.46	-1.00	1.18
Febrero	17	2.39	2.41	1.65	3.14	2.15	2.77	1.49	0.17	0.41	-0.19	-0.39
Marzo	17	2.23	2.21	1.14	2.88	2.05	2.65	1.74	0.27	0.52	-0.70	-0.48
Abril	17	1.79	1.93	0.68	2.60	1.49	2.08	1.92	0.23	0.48	-0.72	0.37
Mayo	17	1.38	1.54	0.48	1.84	1.35	1.64	1.36	0.19	0.44	-1.14	-0.09
Junio	17	1.19	1.35	0.42	1.59	1.19	1.42	1.17	0.15	0.39	-1.13	-0.17
Julio	17	1.10	1.23	0.29	1.45	1.09	1.33	1.16	0.13	0.36	-1.47	1.15
Agosto	17	0.99	1.15	0.20	1.38	1.00	1.22	1.18	0.15	0.39	-1.25	0.19
Septiembre	17	0.91	1.07	0.13	1.30	0.67	1.19	1.17	0.15	0.39	-1.06	-0.34
Octubre	17	1.01	1.16	0.22	1.37	0.98	1.20	1.15	0.11	0.34	-1.74	2.31
Noviembre	18	1.22	1.33	0.16	1.58	1.20	1.49	1.42	0.15	0.38	-1.96	3.51
Diciembre	18	1.67	1.71	0.51	2.37	1.53	1.90	1.86	0.18	0.42	-1.08	2.35

Tabla N° 2.13 (continuación)

Estadística descriptiva de alturas hidrométricas medias mensuales

Estación San Telmo (Río Tarija) - Período 1981-1999

Mes	N° datos	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Cuartil Inferior	Cuartil Superior	Rango	Varianza	Desvío estándar	Asimetría	Kurtosis
Enero	19	3,23	3,32	2,52	3,96	2,93	3,42	1,44	0,15	0,39	-0,14	-0,29
Febrero	19	3,36	3,21	2,65	4,14	3,02	3,61	1,49	0,18	0,43	0,61	-0,25
Marzo	19	3,41	3,40	2,46	4,70	3,05	3,75	2,24	0,32	0,57	0,35	0,14
Abril	19	3,05	2,97	2,14	4,22	2,84	3,30	2,08	0,20	0,45	0,61	1,77
Mayo	19	2,69	2,63	2,05	3,90	2,46	2,76	1,85	0,18	0,42	1,33	2,83
Junio	18	2,47	2,42	1,95	3,14	2,36	2,59	1,19	0,09	0,30	0,68	1,41
Julio	18	2,39	2,37	1,90	3,05	2,27	2,48	1,15	0,09	0,30	0,73	1,40
Agosto	18	2,33	2,30	1,82	3,00	2,15	2,46	1,18	0,09	0,31	0,70	1,10
Septiembre	18	2,27	2,22	1,82	2,93	2,10	2,38	1,11	0,09	0,29	0,84	1,22
Octubre	18	2,29	2,23	1,80	2,91	2,13	2,42	1,11	0,09	0,29	0,57	0,47
Noviembre	18	2,53	2,57	1,89	3,34	2,24	2,74	1,45	0,15	0,39	0,24	-0,37
Diciembre	18	2,87	2,85	2,11	3,43	2,68	3,15	1,32	0,14	0,37	-0,52	-0,11

Estación Caimancito (Río San Francisco) - Período 1964-2005

Mes	N° datos	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Cuartil Inferior	Cuartil Superior	Rango	Varianza	Desvío estándar	Asimetría	Kurtosis
Enero	39	3,23	3,20	2,25	4,46	2,86	3,68	2,21	0,25	0,50	0,27	-0,27
Febrero	39	3,45	3,20	2,34	4,80	2,88	3,97	2,46	0,48	0,69	0,44	-0,94
Marzo	38	3,40	3,38	2,32	4,89	2,98	3,82	2,57	0,34	0,58	0,41	-0,03
Abril	37	3,07	2,97	2,34	4,14	2,74	3,48	1,80	0,23	0,48	0,42	-0,79
Mayo	38	2,83	2,87	2,12	3,59	2,60	3,05	1,47	0,12	0,34	-0,12	-0,20
Junio	38	2,74	2,81	2,04	3,57	2,54	2,94	1,53	0,11	0,34	-0,09	0,03
Julio	39	2,73	2,76	2,02	3,57	2,58	2,92	1,55	0,12	0,35	-0,04	0,02
Agosto	38	2,70	2,70	2,02	3,52	2,52	2,92	1,50	0,13	0,35	0,14	-0,15
Septiembre	39	2,57	2,62	0,00	3,48	2,23	2,85	3,48	0,32	0,56	-2,41	10,90
Octubre	40	2,60	2,57	1,87	3,37	2,36	2,85	1,50	0,15	0,38	0,22	-0,61
Noviembre	40	2,63	2,62	1,91	3,39	2,36	3,02	1,48	0,17	0,42	0,12	-0,87
Diciembre	40	2,81	2,73	2,09	3,84	2,46	3,13	1,75	0,21	0,45	0,41	-0,54

Estación El Colorado (Río Bermejo) - Período 1968-2005

Mes	N° datos	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Cuartil Inferior	Cuartil Superior	Rango	Varianza	Desvío estándar	Asimetría	Kurtosis
Enero	36	4,75	4,49	2,85	6,97	4,15	5,44	4,12	0,87	0,93	0,32	-0,36
Febrero	35	5,73	5,82	3,46	7,20	5,37	6,42	3,74	0,83	0,91	-0,91	0,58
Marzo	35	5,95	6,35	0,00	7,89	5,32	6,95	7,89	2,09	1,44	-2,11	7,43
Abril	33	5,47	5,38	1,14	7,74	4,90	6,34	6,60	1,94	1,39	-0,70	1,52
Mayo	33	3,98	3,97	1,31	6,57	3,52	4,39	5,26	0,72	0,85	0,02	4,19
Junio	32	3,15	3,08	2,51	3,99	2,91	3,33	1,48	0,10	0,32	0,54	0,25
Julio	34	2,70	2,70	2,17	3,41	2,50	2,85	1,24	0,09	0,30	0,28	-0,39
Agosto	33	2,30	2,35	1,44	2,90	2,05	2,53	1,46	0,11	0,33	-0,39	-0,05
Septiembre	36	1,91	1,93	1,27	2,39	1,71	2,18	1,12	0,09	0,30	-0,20	-0,87
Octubre	36	1,74	1,76	1,12	2,42	1,48	2,02	1,30	0,12	0,35	0,03	-1,04
Noviembre	37	2,13	2,05	1,26	3,64	1,58	2,47	2,38	0,42	0,65	0,65	-0,61
Diciembre	37	3,08	3,12	1,27	4,31	2,72	3,73	3,04	0,57	0,75	-0,56	-0,19

Tabla N° 2.13 (continuación)

*Estadística descriptiva de alturas hidrométricas medias mensuales*

### Análisis de Frecuencias de Alturas Hidrométricas

Para relacionar la magnitud de los eventos extremos con su frecuencia de ocurrencia, se efectuó el análisis de frecuencias de los niveles máximos anuales. Se aplicaron dos modelos probabilísticos: La distribución asintótica de valores extremos tipo I (Gumbel) y la distribución lognormal de 2 parámetros. La estimación de los parámetros de los modelos estadísticos se efectuó por el método de momentos ponderados y de máxima verosimilitud, respectivamente.

La función de densidad de probabilidad  $f(x)$  o función de distribución acumulada  $F(x)$  para estas distribuciones se presentan en el siguiente cuadro:

Distribución	Función de densidad de probabilidad $f(x)$ o Función de distribución acumulada $F(x)$	Rangos de variable aleatoria y parámetros
Valores extremos tipo I (Gumbel)	$F(x) = \exp\left\{-\exp\left(-\left[\frac{x-\beta}{\alpha}\right]\right)\right\}$	$-\infty < x < \infty$ $\alpha > 0$
Log Normal-2 (LN2)	$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\beta x}} \exp\left\{-\frac{1}{2}\left[\frac{\log x - \alpha}{\beta}\right]^2\right\}$	$0 < x$

La verificación de modelos propuestos se efectuó por comparación gráfica entre el modelo y los datos observados, lo que permite una rápida visualización del ajuste del modelo e indica las zonas en las cuales el ajuste es más deficiente. Como procedimiento cuantitativo para juzgar la bondad del ajuste se aplicó el test de Kolmogorof-Smirnov resultando que para ambas distribuciones la diferencia absoluta máxima (diferencia entre la función de distribución acumulada empírica y la función de distribución del modelo calculada para cada punto de la muestra) resultó inferior al valor crítico de Kolmogorof-Smirnov para un nivel de significancia de 1%.

Los ajustes de altura hidrométrica máxima diaria se presentan en las figuras N° 2.30 a 2.37. En los casos mencionados en los que se detectó discontinuidad en el registro se adoptó para el análisis el subperíodo disponible más moderno.

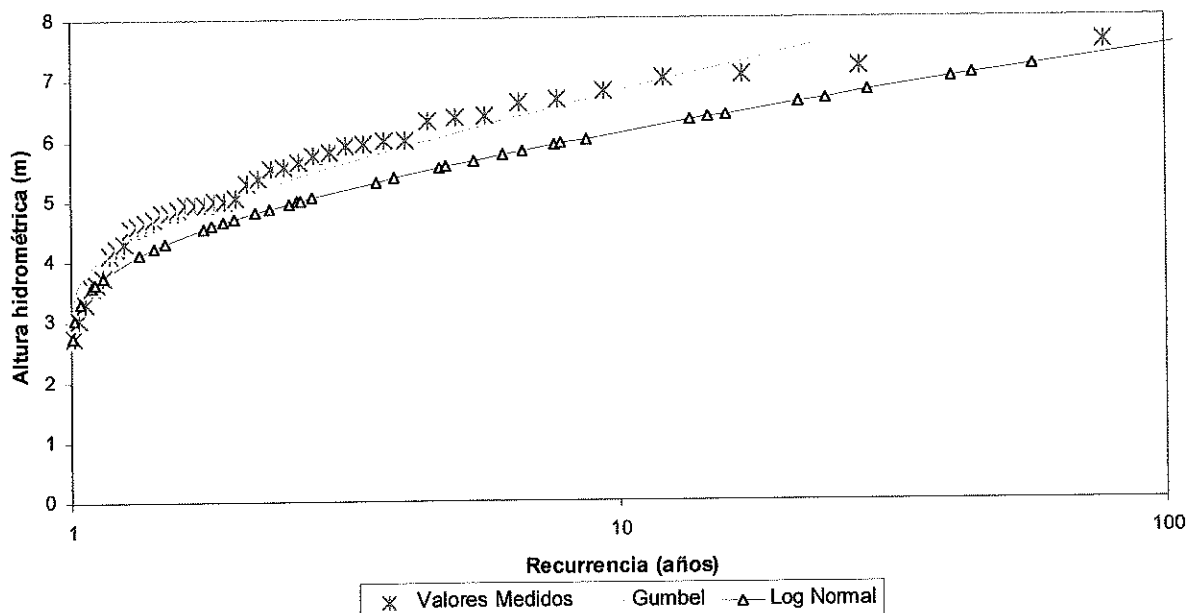


Figura N° 2.30 Ajuste de altura hidrométrica máxima diaria en la estación Aguas Blancas

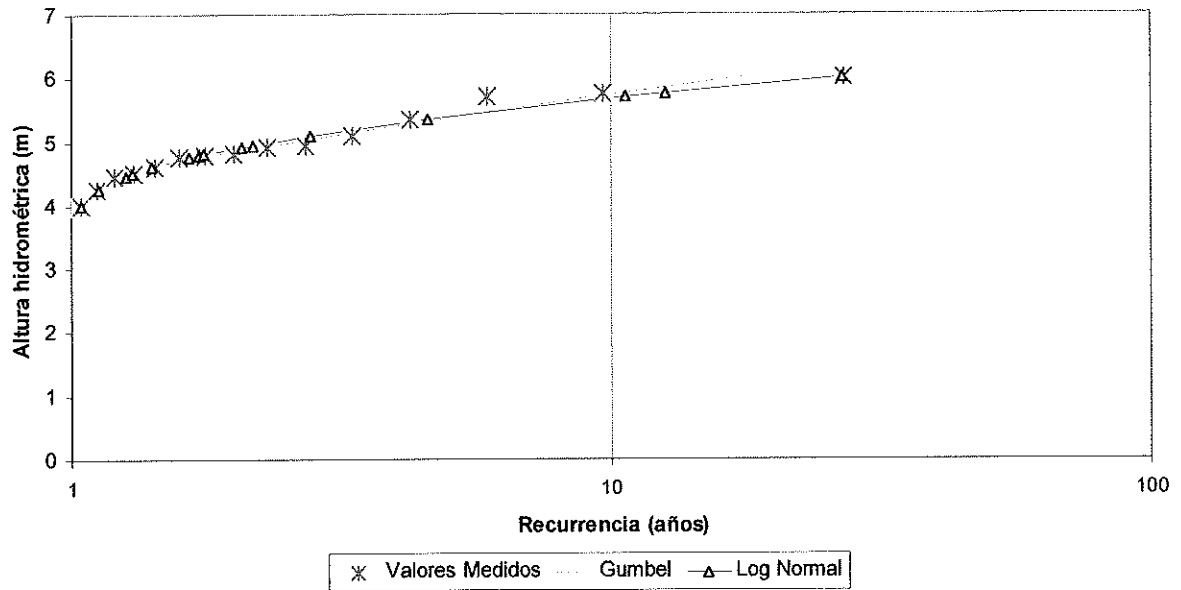


Figura N° 2.31 Ajuste de altura hidrométrica máxima diaria en la estación Alarache

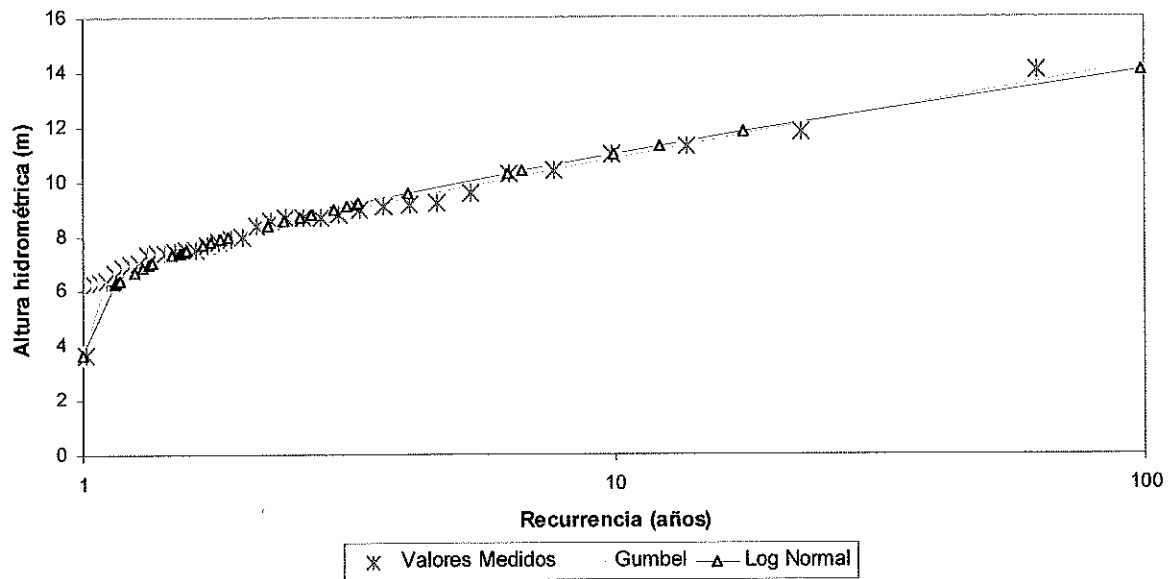


Figura N° 2.32 Ajuste de altura hidrométrica máxima diaria en la estación Balapuca

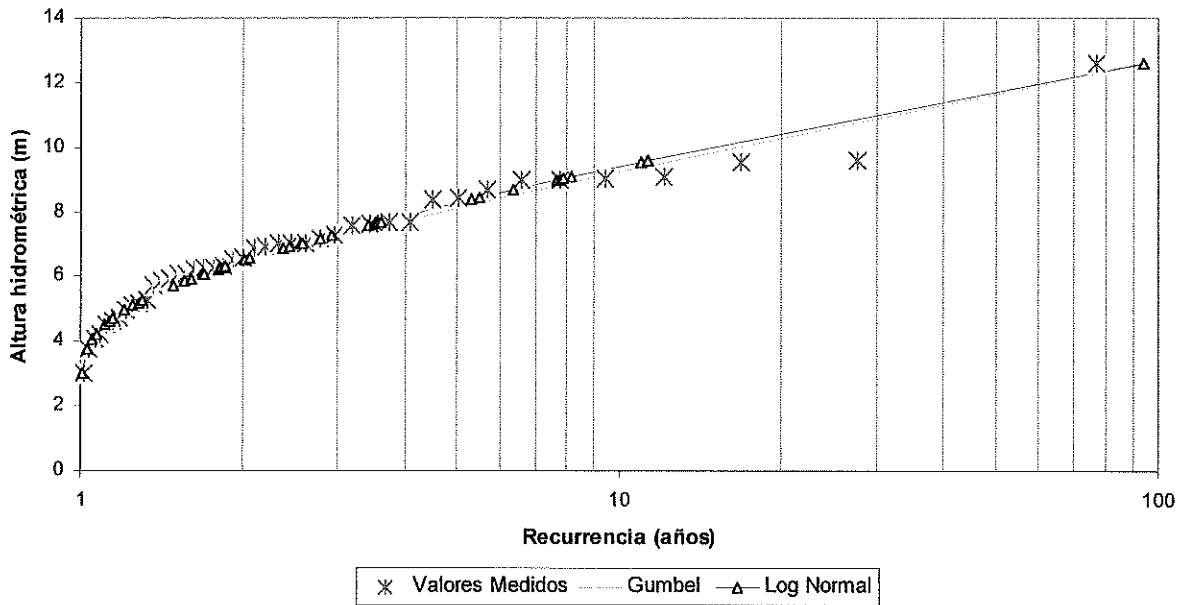


Figura N° 2.33 Ajuste de altura hidrométrica máxima diaria en la estación Pozo Sarmiento

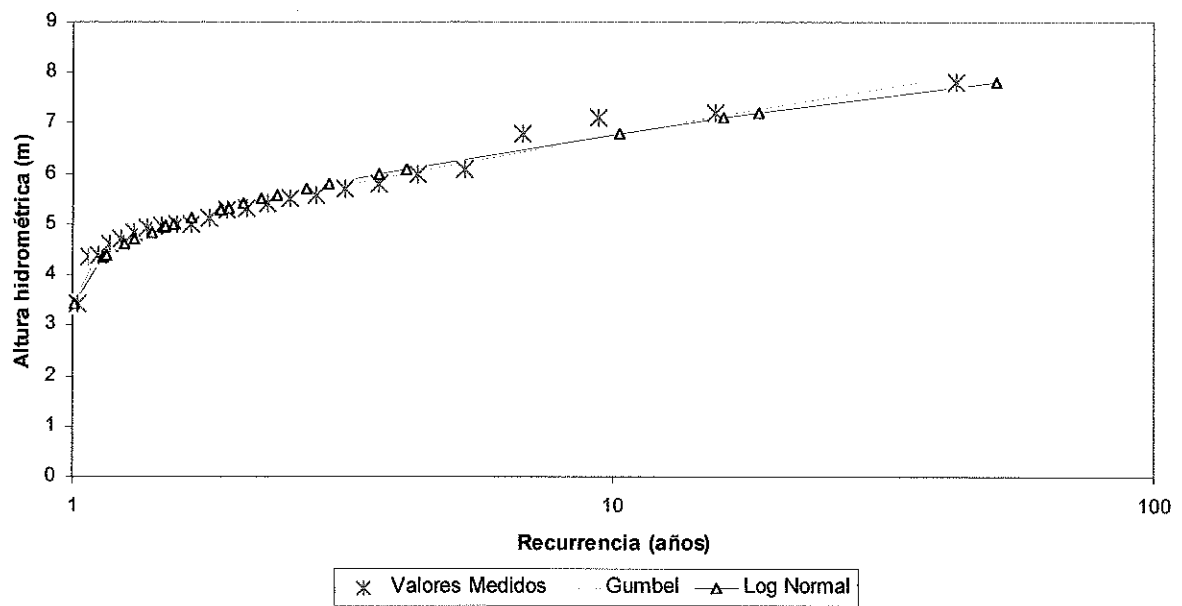


Figura N° 2.34 Ajuste de altura hidrométrica máxima diaria en la estación Cuatro Cedros

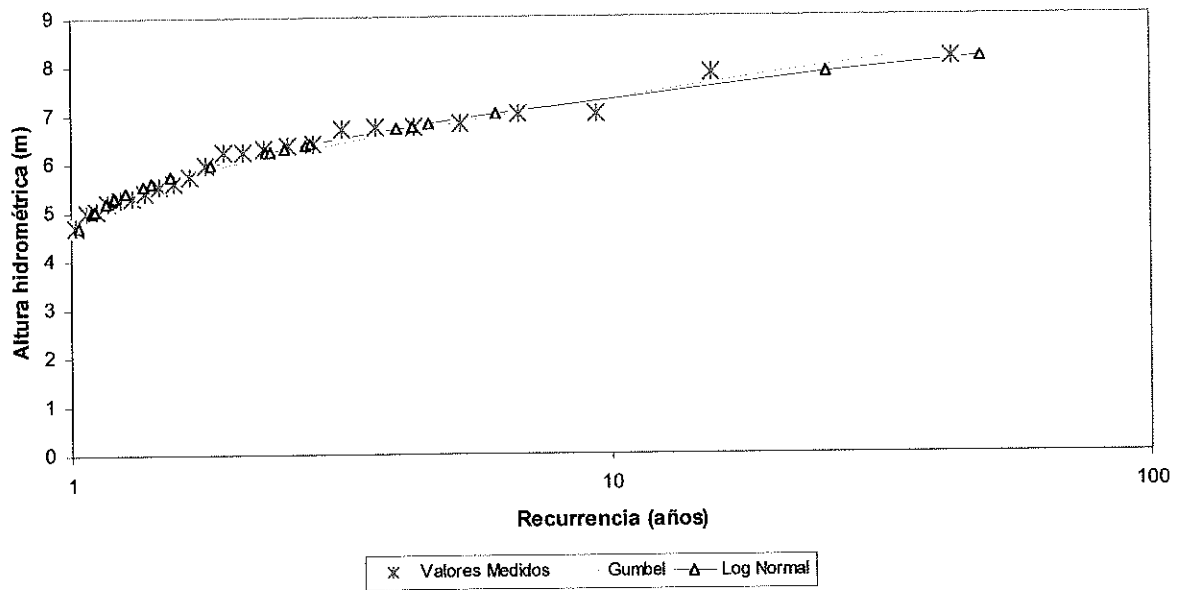


Figura N° 2.35 Ajuste de altura hidrométrica máxima diaria en la estación San Telmo

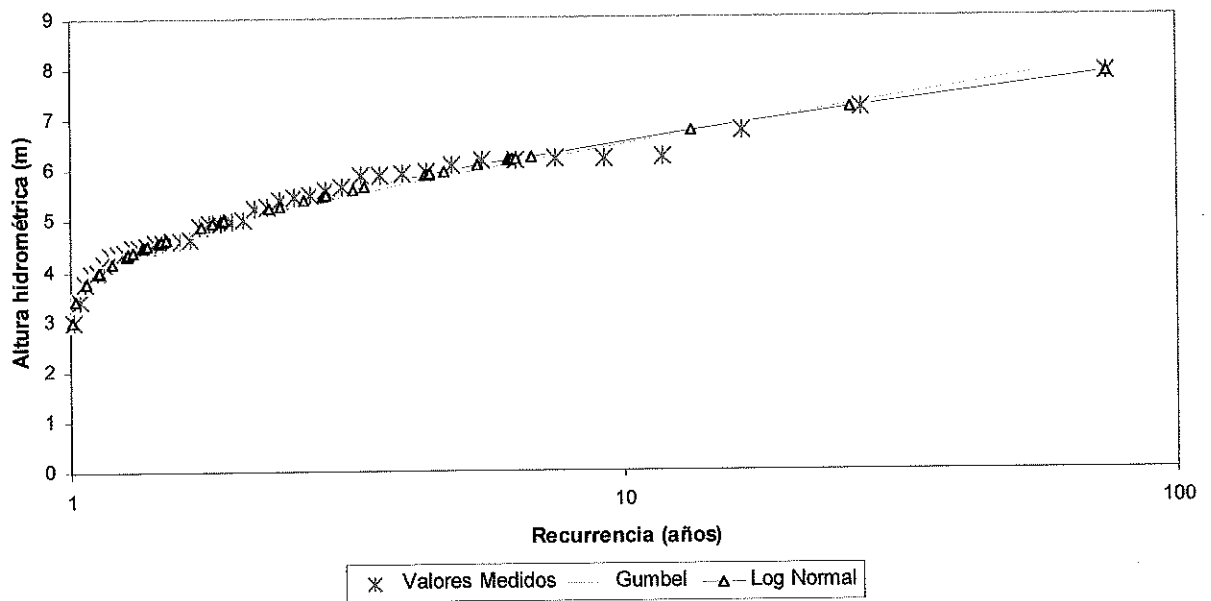


Figura N° 2.36 Ajuste de altura hidrométrica máxima diaria en la estación Caimancito

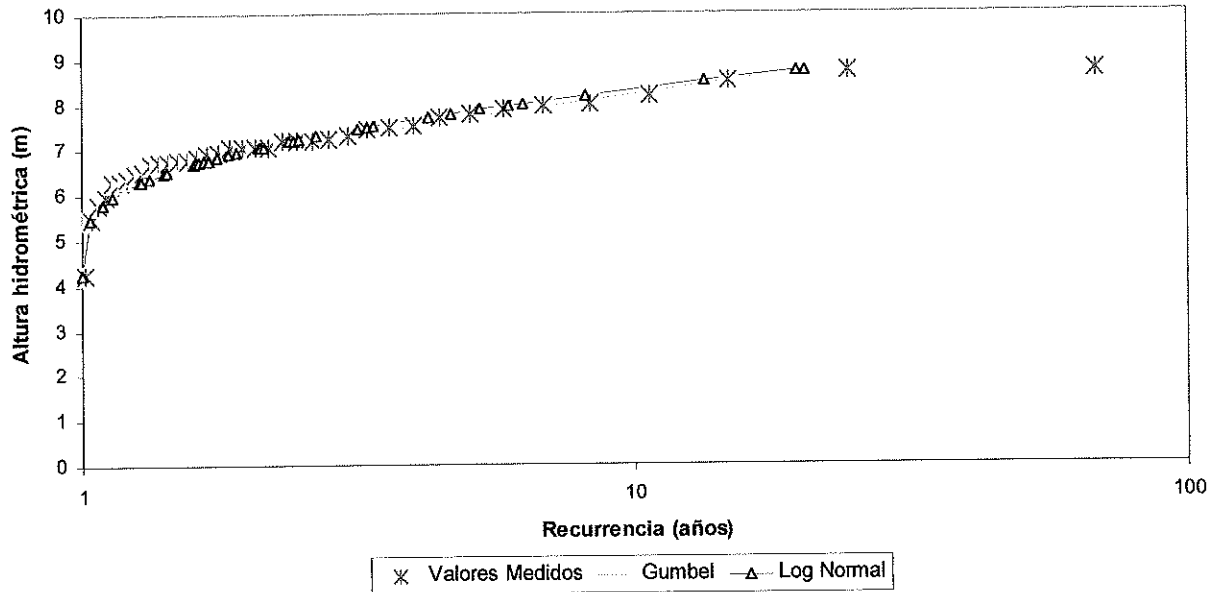


Figura N° 2.37 Ajuste de altura hidrométrica máxima diaria en la estación El Colorado

A partir de los ajustes a las distribuciones de probabilidad teóricas se estimó el valor de nivel hidrométrico máximo diario en las estaciones para diferentes tiempo de retorno. Dichas estimaciones se presentan en la tabla N° 2.14.

Recurrencia (años)	Estación Aguas Blancas Nivel Máximo diario (m)		Estación Alarache Nivel Máximo diario (m)		Estación Balapuca Nivel Máximo diario (m)		Estación Pozo Sarmiento Nivel Máximo diario (m)	
	Gumbel	Log Normal	Gumbel	Log Normal	Gumbel	Log Normal	Gumbel	Log Normal
2	5.07	4.7	4.83	4.9	8.05	8.15	6.44	6.49
5	6.1	5.58	5.34	5.39	9.73	9.93	8.11	8.27
10	6.78	6.09	5.67	5.67	10.84	11.01	9.22	9.39
25	7.64	6.7	6.09	5.98	12.24	12.29	10.61	10.75
50	8.28	7.12	6.4	6.19	13.28	13.19	11.65	11.73
100	8.92	7.52	6.71	6.38	14.31	14.06	12.67	12.68

Tabla N° 2.14.a) Valores esperados de nivel hidrométrico máximo diario en las estaciones Aguas Blancas, Alarache, Balapuca y Pozo Sarmiento del Río Bermejo)

Recurrencia (años)	Estación Cuatro Cedros Nivel Máximo diario (m)		Estación San Telmo Nivel Máximo diario (m)		Estación Caimancito Nivel Máximo diario (m)		Estación El Colorado Nivel Máximo diario (m)	
	Gumbel	Log Normal	Gumbel	Log Normal	Gumbel	Log Normal	Gumbel	Log Normal
2	5.29	5.37	5.99	6.08	5	5.07	6.9	6.99
5	6.18	6.26	6.78	6.86	5.9	5.99	7.68	7.82
10	6.77	6.78	7.3	7.31	6.49	6.54	8.2	8.3
25	7.51	7.39	7.96	7.82	7.24	7.18	8.85	8.84
50	8.06	7.81	8.45	8.16	7.79	7.63	9.33	9.2
100	8.61	8.2	8.94	8.49	8.35	8.05	9.81	9.54

Tabla N° 2.14.b) Valores esperados de nivel hidrométrico máximo diario en las estaciones Cuatro Cedros (Río Pescado) y San Telmo (Río Tarija), Caimancito (San Francisco) y El Colorado (Bermejo)

2.1.3

Caudales

El régimen hidrológico de los ríos de la cuenca del Río Bermejo es de control pluvial y en acuerdo con el régimen de precipitaciones presenta una variabilidad estacional bien definida, con un período de grandes caudales en la época lluviosa,

En la cuenca Alta en promedio, el 65% del escurrimiento total se produce en el primer trimestre del año, mientras que los caudales mínimos definen la época seca que se extiende durante los meses de mayo a noviembre y en la que el escurrimiento totaliza entre un 15 y un 19 % del total anual.

En la cuenca Baja (considerando la estación El Colorado como representativa de las condiciones hidrológicas) el régimen modulado por la topografía plana y el gradiente de precipitación existente determinan un corrimiento del patrón estacional que se conserva marcado concentrando un escurrimiento del 60% del total en los meses de febrero a abril.

El período de caudales mínimos se establece entre julio y noviembre y representa un 10% del total anual.

Como fue mostrado en la Tabla N° 2.1 del parágrafo 2.1, los datos disponibles corresponden tanto a valores medios diarios como a caudales medios mensuales. Para uniformizar el registro, en las estaciones donde se dispone de información a nivel diario se calcularon los valores medios mensuales y sobre éstos se calcularon los estadísticos descriptivos que se resumen en la Tabla N° 2.15. La Tabla N° 2.16 presenta los estadísticos calculados para las estaciones donde se dispone de datos medios mensuales

a) Aguas Blancas (Bermejo). Período: 1944-2004

Mes	N° datos	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Cuartil Inferior	Cuartil Superior	Rango	Varianza	Desvío estándar	Asimetría	Kurtosis
Enero	60	196.91	183.94	68.29	512.72	123.81	246.36	444.43	9199.13	95.91	1.07	1.49
Febrero	60	253.77	237.56	82.65	646.18	166.93	301.46	563.53	14039.57	118.49	1.33	2.10
Marzo	60	233.37	217.61	76.61	715.52	139.68	269.21	636.90	17055.24	130.60	1.79	4.39
Abril	60	112.14	99.94	39.60	234.67	76.68	140.35	195.07	2637.92	51.36	0.83	-0.02
Mayo	60	47.13	45.22	22.03	92.00	36.39	54.23	69.97	201.86	14.21	0.75	0.69
Junio	60	27.77	26.46	15.33	48.90	23.92	32.46	33.57	38.94	6.24	0.72	1.22
Julio	60	20.83	20.03	12.74	35.89	18.31	23.55	23.15	20.05	4.48	0.76	1.30
Agosto	60	16.43	16.52	9.97	23.77	14.10	18.43	13.80	12.12	3.48	0.15	-0.39
Septiembre	60	13.82	13.78	8.88	21.10	12.12	15.29	12.22	6.44	2.54	0.55	0.44
Octubre	60	18.27	16.88	8.81	40.06	13.56	22.09	31.26	44.06	6.64	1.19	1.63
Noviembre	60	41.45	33.82	12.05	107.50	23.56	51.37	95.45	582.58	24.14	1.16	0.71
Diciembre	60	102.79	88.75	26.39	247.19	64.48	129.32	220.80	2959.32	54.40	1.07	0.58

b) Alarache (Bermejo). Período: 1971-1999

Mes	N° datos	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Cuartil Inferior	Cuartil Superior	Rango	Varianza	Desvío estándar	Asimetría	Kurtosis
Enero	28	50.79	48.73	19.12	103.05	38.71	59.49	83.92	370.53	19.25	0.83	1.07
Febrero	28	64.36	56.76	20.08	149.02	41.95	81.67	128.94	977.10	31.26	1.12	0.66
Marzo	28	60.12	55.47	13.12	156.40	39.74	74.60	143.28	890.43	29.84	1.16	2.78
Abril	28	27.41	25.98	8.18	55.16	20.09	33.61	46.98	141.05	11.88	0.49	-0.11
Mayo	28	12.07	12.19	5.81	20.43	9.91	14.02	14.61	10.46	3.23	0.30	0.51
Junio	28	8.11	8.12	5.32	10.94	6.76	9.39	5.63	2.60	1.61	0.01	-1.12
Julio	28	6.57	6.81	4.50	9.53	5.55	7.53	5.02	1.59	1.26	0.14	-0.42
Agosto	28	5.68	5.72	3.73	8.94	4.92	6.31	5.21	1.45	1.20	0.54	0.62
Septiembre	28	4.91	4.66	3.14	6.47	4.25	5.74	3.34	0.94	0.97	0.10	-1.10
Octubre	28	5.33	5.18	3.13	7.80	4.57	6.19	4.67	1.35	1.16	0.15	-0.54
Noviembre	28	10.08	8.62	4.60	25.78	6.43	11.48	21.17	26.71	5.17	1.49	1.95
Diciembre	28	21.55	17.79	7.23	52.52	14.85	26.71	45.29	122.34	11.06	1.30	1.15

Tabla N° 2.15 Estadísticos básicos de caudal medio mensual en estaciones de la Cuenca del Río Bermejo (Registro original de caudal medio diario)

c) Balapuca (Bermejo). Período: 1971-2004

Mes	N° datos	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Cuartil Inferior	Cuartil Superior	Rango	Varianza	Desvío estándar	Asimetría	Kurtosis
Enero	33	192.70	186.37	62.15	368.95	165.47	215.67	306.81	4111.65	64.12	0.40	1.10
Febrero	33	226.51	215.82	81.92	504.08	148.61	264.34	422.16	8858.19	94.12	0.93	1.26
Marzo	33	233.72	203.43	70.96	600.71	173.91	278.38	529.75	13150.91	114.68	1.22	2.14
Abril	33	109.05	103.31	51.73	188.21	79.39	137.19	136.47	1415.54	37.62	0.40	-0.61
Mayo	33	45.14	42.32	26.31	72.44	37.68	52.71	46.12	122.25	11.06	0.74	0.41
Junio	33	25.40	24.95	17.39	34.84	22.20	29.40	17.46	21.42	4.63	0.20	-0.71
Julio	33	18.31	17.46	12.73	29.40	16.32	20.59	16.67	12.23	3.50	0.81	1.69
Agosto	33	14.56	14.69	9.37	21.07	12.77	16.32	11.70	7.05	2.65	0.37	0.02
Septiembre	33	12.60	11.95	8.34	19.58	11.21	13.35	11.24	5.25	2.29	1.05	1.83
Octubre	33	17.05	16.88	8.57	36.28	12.86	20.25	27.71	36.30	6.02	1.45	2.93
Noviembre	33	38.85	33.59	10.34	100.85	23.22	49.17	90.51	485.82	22.04	1.09	0.85
Diciembre	33	91.81	75.13	40.89	197.28	62.91	110.63	156.39	1847.19	42.98	0.97	0.13

d) Arrasayal (Bermejo). Período: 1970-1985

Mes	N° datos	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Cuartil Inferior	Cuartil Superior	Rango	Varianza	Desvío estándar	Asimetría	Kurtosis
Enero	14	187.26	206.24	57.41	306.36	121.26	249.40	248.95	5826.33	76.33	-0.41	-0.89
Febrero	14	274.71	264.87	91.50	510.19	190.04	354.68	418.68	11607.04	107.74	0.57	0.60
Marzo	14	271.89	246.01	88.34	660.00	193.36	336.59	571.66	20223.27	142.21	1.52	3.59
Abril	14	128.31	120.35	0.00	216.17	85.85	194.92	216.17	3767.81	61.38	-0.30	-0.10
Mayo	14	50.08	49.17	29.07	75.39	40.28	58.90	46.33	160.23	12.66	0.25	-0.14
Junio	14	27.63	27.78	20.47	34.50	23.74	31.34	14.03	20.61	4.54	-0.26	-1.07
Julio	14	19.89	19.64	15.20	25.05	17.08	22.31	9.85	9.61	3.10	0.01	-1.12
Agosto	14	16.72	16.43	11.50	22.75	14.86	19.30	11.25	8.71	2.95	0.26	0.14
Septiembre	13	14.86	15.07	10.26	20.77	12.95	17.22	10.51	10.33	3.21	0.23	-0.54
Octubre	13	15.37	14.61	10.21	26.40	13.33	15.74	16.20	17.26	4.15	1.56	3.70
Noviembre	13	28.60	29.22	10.13	56.44	19.41	31.87	46.31	135.45	11.64	0.86	1.83
Diciembre	14	82.45	69.97	20.54	205.27	50.80	114.69	184.73	2282.74	47.78	1.40	2.28

e) Junta de San Antonio (Bermejo). Período: 1945-1948

Mes	N° datos	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Cuartil Inferior	Cuartil Superior	Rango	Varianza	Desvío estándar	Asimetría	Kurtosis
Enero	4	266.43	189.72	160.92	525.36	169.54	363.32	364.44	30071.62	173.41	1.95	3.82
Febrero	4	288.07	300.03	219.05	333.17	244.71	331.43	114.13	2947.96	54.30	-0.71	-2.02
Marzo	3	319.50	315.83	241.26	401.42	--	--	160.16	6423.11	80.14	0.21	--
Abril	3	177.41	219.55	90.00	222.68	--	--	132.69	5733.13	75.72	-1.73	--
Mayo	3	88.49	90.42	69.69	105.37	--	--	35.67	320.95	17.91	-0.48	--
Junio	3	51.63	53.03	38.43	63.43	--	--	25.00	157.76	12.56	-0.50	--
Julio	3	39.58	37.97	31.92	48.86	--	--	16.94	73.67	8.58	0.81	--
Agosto	3	29.90	30.34	25.03	34.32	--	--	9.29	21.72	4.66	-0.42	--
Septiembre	3	28.42	30.46	22.88	31.93	--	--	9.06	23.62	4.86	-1.55	--
Octubre	3	25.87	24.77	21.43	31.42	--	--	10.00	25.89	5.09	0.93	--
Noviembre	3	60.33	53.67	46.39	80.92	--	--	34.54	331.43	18.21	1.43	--
Diciembre	3	130.30	156.33	69.37	165.18	--	--	95.81	2803.45	52.95	-1.68	--

f) Pozo Sarmiento (Bermejo): Período: 1940-2004

Mes	N° datos	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Cuartil Inferior	Cuartil Superior	Rango	Varianza	Desvío estándar	Asimetría	Kurtosis
Enero	63	746.44	684.50	184.03	2406.23	465.62	951.61	2222.20	163717.5	404.62	1.33	3.27
Febrero	63	1032.80	1024.39	351.83	2855.07	634.04	1312.28	2503.24	238967.1	488.84	1.20	2.70
Marzo	63	970.11	798.11	244.10	3488.52	562.55	1229.77	3244.42	347954.0	589.88	1.86	4.79
Abril	63	488.57	412.97	146.07	1271.94	306.83	627.30	1125.87	62100.4	249.20	0.88	0.38
Mayo	63	202.10	189.74	84.16	413.30	142.26	236.90	329.14	5560.6	74.57	0.74	0.11
Junio	63	115.17	111.91	59.50	205.03	93.00	139.13	145.53	1070.7	32.72	0.48	-0.29
Julio	63	80.90	80.11	42.61	152.99	64.13	96.55	110.38	472.9	21.75	0.61	0.54
Agosto	63	61.74	60.91	34.81	110.82	48.68	69.46	76.02	274.8	16.58	0.87	0.85
Septiembre	63	49.43	48.00	31.11	92.47	40.80	54.53	61.36	166.2	12.89	1.33	2.17
Octubre	63	64.38	55.23	31.13	159.48	41.77	75.16	128.35	813.3	28.52	1.50	2.33
Noviembre	63	151.25	123.10	36.98	451.46	81.23	195.88	414.48	9310.4	96.49	1.25	1.28
Diciembre	63	357.23	289.19	76.03	963.16	230.36	456.64	887.13	39212.3	198.02	1.19	1.18

Tabla N° 2.15 (continuación) Estadísticos básicos de caudal medio mensual en estaciones de la Cuenca del Río Bermejo (Registro original de caudal medio diario)

g) Cuatro Cedros (Pescado). Período: 1956-2004

Mes	N° datos	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Cuartil Inferior	Cuartil Superior	Rango	Varianza	Desvío estándar	Asimetría	Kurtosis
Enero	48	119.02	101.19	24.47	325.64	76.24	156.60	301.17	4204.37	64.84	1.48	2.38
Febrero	48	150.86	143.59	34.77	446.57	99.06	178.41	411.80	5715.33	75.60	1.62	4.46
Marzo	47	142.85	138.13	44.33	444.70	79.72	182.01	400.37	5599.53	74.83	1.52	4.34
Abril	46	72.98	64.38	23.67	155.15	45.86	93.69	131.48	1047.77	32.37	0.68	-0.40
Mayo	47	29.75	27.59	14.09	64.65	21.95	35.35	50.56	95.28	9.76	1.02	2.04
Junio	47	15.94	15.13	8.68	29.27	12.40	18.38	20.59	18.91	4.35	0.98	0.99
Julio	47	11.03	10.72	6.02	21.38	9.17	12.56	15.36	8.18	2.86	1.63	4.28
Agosto	47	8.43	8.45	4.53	13.48	7.08	9.48	8.95	3.29	1.81	0.43	0.91
Septiembre	46	7.47	7.28	5.21	12.45	6.30	8.17	7.24	2.46	1.57	0.94	0.94
Octubre	47	10.66	9.05	5.01	33.32	7.15	12.28	28.32	36.53	6.04	2.34	5.94
Noviembre	48	23.87	19.17	5.54	73.87	11.76	28.81	68.33	284.78	16.88	1.31	1.25
Diciembre	48	57.65	47.83	15.40	150.17	33.41	75.81	134.77	1099.60	33.16	1.06	0.59

h) El Caimancito (San Francisco). Período: 1947-2004

Mes	N° datos	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Cuartil Inferior	Cuartil Superior	Rango	Varianza	Desvío estándar	Asimetría	Kurtosis
Enero	53	198.37	160.90	30.23	639.11	101.27	263.22	608.89	19005.56	137.86	1.32	1.63
Febrero	52	317.61	265.37	52.82	1324.79	188.62	393.73	1271.97	47010.99	216.82	2.26	8.08
Marzo	53	297.79	216.55	84.84	1173.19	149.20	347.63	1088.35	52188.05	228.45	2.08	5.02
Abril	51	135.88	110.57	23.43	418.29	75.23	171.93	394.86	7594.90	87.15	1.32	1.54
Mayo	51	63.91	69.58	15.90	155.98	40.75	82.41	140.08	967.28	31.10	0.99	1.01
Junio	52	44.54	42.53	16.60	96.04	31.59	54.45	79.44	311.38	17.65	0.88	0.93
Julio	53	36.78	35.90	15.03	71.52	25.77	47.03	56.49	174.75	13.22	0.57	-0.44
Agosto	52	29.60	27.16	12.48	88.33	21.40	35.05	55.85	114.52	10.70	1.36	2.78
Septiembre	51	20.90	19.92	11.48	43.23	16.17	23.11	31.75	50.61	7.11	1.33	1.83
Octubre	52	17.21	16.54	6.55	34.65	12.52	21.20	28.10	37.89	6.16	0.50	0.00
Noviembre	52	26.85	19.05	5.65	153.08	12.51	32.04	147.43	578.87	24.06	3.30	14.76
Diciembre	52	65.64	49.73	8.16	308.97	26.00	82.11	300.81	3431.91	58.58	2.06	5.28

i) San Telmo (Tarija). Período: 1964-1997

Mes	N° datos	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Cuartil Inferior	Cuartil Superior	Rango	Varianza	Desvío estándar	Asimetría	Kurtosis
Enero	30	280.51	264.60	93.79	678.92	204.53	380.35	585.13	17336.83	131.67	0.90	1.30
Febrero	29	356.70	300.82	120.00	847.96	254.09	467.60	727.95	26876.75	163.94	1.12	1.41
Marzo	28	341.08	307.40	138.71	1043.24	184.28	426.11	904.53	43890.02	209.50	1.89	4.29
Abril	28	168.21	136.94	65.03	413.70	107.56	225.22	348.67	6704.29	81.88	1.22	1.40
Mayo	28	71.13	64.14	37.42	170.84	55.18	80.77	133.42	763.80	27.64	1.86	5.32
Junio	28	40.87	39.60	25.43	58.82	32.68	49.40	33.39	96.88	9.84	0.05	-1.21
Julio	28	29.17	27.72	18.15	48.73	22.41	34.20	30.59	65.85	8.11	0.61	-0.13
Agosto	28	23.28	22.24	13.70	45.81	18.11	27.12	32.10	49.90	7.06	1.20	2.41
Septiembre	30	19.50	17.85	10.19	31.97	15.73	23.58	21.77	30.21	5.50	0.79	0.02
Octubre	30	25.44	23.64	9.83	52.54	17.34	31.07	42.72	103.10	10.15	0.82	0.68
Noviembre	30	62.47	56.29	14.02	188.83	31.45	87.68	174.82	1911.39	43.72	1.25	1.41
Diciembre	30	157.00	126.62	58.15	400.23	90.79	209.70	342.09	8252.71	90.84	1.07	0.32

j) El Colorado (Bermejo). Período: 1968-2004

Mes	N° datos	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Cuartil Inferior	Cuartil Superior	Rango	Varianza	Desvío estándar	Asimetría	Kurtosis
Enero	35	692.51	640.16	156.59	1491.28	421.77	920.32	1334.69	102693.7	320.46	0.55	-0.34
Febrero	34	1005.18	1055.02	242.21	1490.80	828.96	1246.02	1248.59	103234.2	321.30	-0.60	-0.24
Marzo	34	1137.06	1109.22	470.17	1872.28	879.46	1465.18	1402.12	155755.7	394.66	-0.08	-0.92
Abril	33	932.68	875.98	23.87	1805.82	549.61	1226.75	1781.95	212543.2	461.02	0.27	-0.67
Mayo	33	448.72	408.29	32.95	1350.59	317.42	515.64	1317.64	57109.8	238.98	1.76	5.53
Junio	32	237.52	236.77	112.66	448.41	198.82	269.77	335.75	4419.4	66.48	0.87	2.53
Julio	34	165.28	162.85	80.52	310.68	132.25	194.25	230.17	2486.1	49.86	0.59	1.10
Agosto	33	113.02	118.97	40.85	211.23	85.96	139.85	170.37	1613.0	40.16	0.28	-0.22
Septiembre	35	72.21	70.24	30.37	134.60	51.38	87.31	104.23	723.4	26.90	0.42	-0.32
Octubre	35	60.13	57.51	21.38	139.82	36.29	77.92	118.44	882.2	29.70	0.76	0.21
Noviembre	36	113.66	87.15	23.04	388.31	47.48	151.63	365.27	7625.4	87.32	1.28	1.40
Diciembre	36	255.66	242.73	19.68	612.59	172.53	332.73	592.91	17543.8	132.45	0.47	0.36

Tabla N° 2.15 Estadísticos básicos de caudal medio mensual en estaciones de la Cuenca del Río Bermejo (Registro original de caudal medio diario)

a) El Ceibal (Del Valle). Período: 1966-1986

Mes	N° datos	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Cuartil Inferior	Cuartil Superior	Rango	Varianza	Desvío estándar	Asimetría	Kurtosis
Enero	19	10.93	8.60	1.90	28.80	6.40	15.60	26.90	54.90	7.41	1.16	0.76
Febrero	19	16.13	15.00	1.50	50.70	6.57	21.10	49.20	154.02	12.41	1.45	2.36
Marzo	19	18.34	20.10	3.60	48.80	9.70	21.50	45.20	165.41	12.86	1.31	1.74
Abril	20	12.58	11.85	2.20	26.30	7.30	17.50	24.10	57.79	7.60	0.40	-0.73
Mayo	20	6.06	6.00	1.30	11.50	3.35	9.20	10.20	10.94	3.31	0.27	-1.13
Junio	20	4.04	3.90	1.00	7.00	2.40	5.80	6.00	3.80	1.95	0.17	-1.23
Julio	20	3.32	3.01	0.90	9.90	1.70	4.05	9.00	4.56	2.13	1.68	3.68
Agosto	20	3.16	2.65	0.80	9.60	1.40	3.77	8.80	5.57	2.36	1.73	2.74
Septiembre	20	2.61	2.15	0.80	6.50	1.25	3.00	5.70	2.98	1.73	1.24	0.48
Octubre	20	2.49	2.20	0.70	6.51	1.30	3.25	5.81	2.29	1.51	1.20	1.24
Noviembre	20	3.33	2.40	0.60	10.06	1.75	4.20	9.46	6.92	2.63	1.77	2.87
Diciembre	20	4.37	3.75	0.00	9.85	2.15	6.15	9.85	8.31	2.88	0.59	-0.51

b) El Piquete (Del Valle). Período: 1943-1973

Mes	N° datos	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Cuartil Inferior	Cuartil Superior	Rango	Varianza	Desvío estándar	Asimetría	Kurtosis
Enero	30	7.50	5.84	1.50	19.08	4.05	11.39	17.58	24.53	4.95	1.06	0.33
Febrero	30	13.20	11.27	1.33	52.52	6.06	17.55	51.19	96.08	9.80	2.32	8.14
Marzo	30	10.45	10.95	3.86	19.71	6.26	13.51	15.85	21.29	4.61	0.27	-0.80
Abril	30	5.58	5.71	1.82	15.28	2.80	7.73	13.46	8.95	2.99	1.08	2.11
Mayo	30	3.44	3.31	0.84	8.28	2.34	4.32	7.44	2.95	1.72	1.18	1.92
Junio	30	2.42	2.58	0.27	4.22	1.97	2.98	3.95	0.81	0.90	-0.23	0.01
Julio	29	1.99	1.92	0.42	3.43	1.60	2.46	3.01	0.46	0.68	0.03	0.30
Agosto	30	1.83	1.73	0.42	3.44	1.32	2.19	3.02	0.40	0.64	0.44	0.51
Septiembre	30	1.85	1.52	0.60	3.05	1.28	1.98	2.45	0.30	0.55	0.62	0.37
Octubre	30	1.76	1.72	0.71	4.05	1.11	2.14	3.34	0.62	0.79	1.40	2.35
Noviembre	30	2.59	2.26	0.95	8.45	1.51	3.02	7.50	2.89	1.70	2.24	5.65
Diciembre	30	3.84	3.30	1.15	12.35	2.14	4.23	11.20	6.49	2.55	1.79	3.60

c) Apolinario Saravia (Dorado). Período: 1951-1967

Mes	N° datos	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Cuartil Inferior	Cuartil Superior	Rango	Varianza	Desvío estándar	Asimetría	Kurtosis
Enero	15	10.73	8.10	1.10	34.20	2.00	13.70	33.10	115.91	10.77	1.46	1.28
Febrero	16	20.06	7.25	2.10	138.80	4.15	21.65	136.70	1159.84	34.06	3.19	11.09
Marzo	16	8.06	5.95	1.70	24.90	4.60	9.75	23.20	34.91	5.91	1.74	3.51
Abril	16	5.62	3.80	0.30	17.40	3.20	6.85	17.10	23.58	4.86	1.41	1.28
Mayo	15	2.84	2.30	0.40	6.60	1.70	3.40	6.20	2.81	1.68	1.03	1.21
Junio	15	2.00	1.50	0.30	5.30	1.10	2.80	5.00	1.76	1.33	1.06	1.26
Julio	16	1.38	1.25	0.10	2.70	0.60	2.30	2.60	0.76	0.87	0.19	-1.53
Agosto	15	0.94	0.50	0.10	2.40	0.30	1.80	2.30	0.69	0.83	0.83	-0.87
Septiembre	12	0.99	0.65	0.00	5.40	0.15	1.10	5.40	2.14	1.46	2.86	9.04
Octubre	11	1.47	1.00	0.00	3.90	0.00	3.30	3.90	2.05	1.43	0.72	-0.93
Noviembre	13	1.53	1.20	0.00	4.50	0.70	1.50	4.50	1.92	1.38	1.21	0.73
Diciembre	14	4.57	2.35	1.40	20.40	2.00	5.70	19.00	24.82	4.98	2.79	8.73

d) San Felipe (Sombrero Dorado). Período: 1967-1986

Mes	N° datos	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Cuartil Inferior	Cuartil Superior	Rango	Varianza	Desvío estándar	Asimetría	Kurtosis
Enero	19	6.53	6.34	0.00	13.35	2.56	10.38	13.35	15.86	3.98	0.03	-1.34
Febrero	18	8.93	6.06	0.00	31.60	3.56	14.66	31.60	61.10	7.82	1.57	2.90
Marzo	18	9.42	9.43	2.17	19.90	4.53	14.16	17.73	27.51	5.24	0.18	-0.91
Abril	18	6.90	6.28	1.65	17.80	3.20	8.20	16.15	19.74	4.44	1.03	0.87
Mayo	17	3.71	3.66	1.59	7.20	2.00	4.92	5.61	2.68	1.64	0.34	-0.47
Junio	17	2.75	2.83	1.36	4.70	1.70	3.26	3.34	1.07	1.03	0.32	-0.69
Julio	18	2.53	2.63	1.36	4.80	1.60	2.92	3.44	0.87	0.93	0.66	0.66
Agosto	19	2.37	2.41	1.37	4.00	1.48	2.80	2.63	0.62	0.79	0.54	-0.05
Septiembre	19	2.20	2.24	1.31	3.77	1.43	2.56	2.46	0.55	0.74	0.55	-0.56
Octubre	18	2.21	2.16	1.30	3.73	1.48	2.80	2.43	0.63	0.80	0.65	-0.60
Noviembre	18	2.99	2.33	1.32	7.12	1.53	4.00	5.80	3.00	1.73	1.07	0.22
Diciembre	19	4.08	3.04	1.38	11.63	1.75	6.40	10.25	8.20	2.86	1.25	1.06

Tabla N° 2.16 Estadísticos básicos de caudal medio mensual en estaciones de la Cuenca del Río Bermejo (Registro original de caudal medio mensual)

e) El Angosto (Iruya). Período: 1957-1960 /1971-1979

Mes	N° datos	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Cuartil Inferior	Cuartil Superior	Rango	Varianza	Desvío estándar	Asimetría	Kurtosis
Enero	12	134.58	102.00	35.00	474.00	75.00	139.50	439.00	13594.97	116.60	2.57	7.46
Febrero	11	181.00	178.00	62.00	345.00	104.00	265.00	283.00	7371.71	85.86	0.55	-0.26
Marzo	11	150.82	136.00	63.00	294.00	103.00	205.00	231.00	4676.50	68.38	0.75	0.58
Abril	9	67.22	72.00	35.00	88.00	53.00	79.00	53.00	290.94	17.06	-0.85	-0.10
Mayo	11	36.45	39.00	24.00	51.00	28.00	43.00	27.00	71.27	8.44	0.08	-0.95
Junio	12	22.00	21.00	15.00	33.00	18.00	26.50	18.00	28.36	5.33	0.67	0.00
Julio	12	16.75	16.50	12.00	24.00	15.00	17.50	12.00	9.30	3.05	1.07	2.28
Agosto	13	14.54	14.00	9.00	21.00	13.00	16.00	12.00	9.44	3.07	0.27	0.64
Septiembre	13	12.69	12.00	6.00	19.00	12.00	13.00	13.00	11.06	3.33	0.03	0.86
Octubre	12	17.00	13.00	11.00	45.00	12.00	18.50	34.00	96.36	9.82	2.48	6.56
Noviembre	12	22.42	22.50	0.00	41.00	14.50	31.00	41.00	139.91	11.83	-0.19	-0.28
Diciembre	11	63.27	48.00	18.00	211.00	35.00	63.00	193.00	2867.29	53.55	2.45	6.65

f) Colonia Colpana (Pescado). Período: 1945-1973

Mes	N° datos	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Cuartil Inferior	Cuartil Superior	Rango	Varianza	Desvío estándar	Asimetría	Kurtosis
Enero	28	187.64	140.50	49.00	832.00	111.50	191.00	783.00	25233.38	158.85	2.94	10.10
Febrero	28	266.71	244.00	84.00	532.00	153.00	348.50	448.00	15962.44	126.34	0.66	-0.45
Marzo	28	223.96	173.50	96.00	804.99	131.50	280.00	708.99	21723.58	147.39	2.51	8.29
Abril	28	107.75	93.00	48.00	229.00	79.50	131.00	181.00	2318.81	48.15	1.07	0.90
Mayo	28	50.07	50.50	26.00	77.00	40.50	61.00	51.00	181.77	13.48	-0.01	-0.67
Junio	28	30.25	30.00	17.00	51.00	27.00	34.00	34.00	49.82	7.06	0.90	2.01
Julio	28	23.00	23.00	13.00	34.00	19.50	26.50	21.00	24.07	4.91	0.23	-0.13
Agosto	28	18.00	19.00	8.00	26.00	15.50	20.50	18.00	19.11	4.37	-0.33	-0.03
Septiembre	28	15.11	16.00	6.00	23.00	13.00	17.00	17.00	17.36	4.17	-0.52	0.13
Octubre	28	20.54	17.50	8.00	77.00	12.50	22.50	69.00	195.74	13.99	2.82	9.76
Noviembre	28	40.18	29.50	9.00	130.00	21.50	49.50	121.00	783.35	27.99	1.71	3.00
Diciembre	28	99.89	76.00	28.00	361.01	53.50	127.50	333.01	4959.81	70.43	2.15	6.10

g) San Fernando (Seco). Período: 1967-1986

Mes	N° datos	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Cuartil Inferior	Cuartil Superior	Rango	Varianza	Desvío estándar	Asimetría	Kurtosis
Enero	19	3.73	3.29	0.99	15.28	2.02	4.01	14.29	9.59	3.10	3.10	11.60
Febrero	18	4.69	3.26	0.79	12.12	2.23	6.71	11.33	10.92	3.30	1.11	0.22
Marzo	18	4.78	4.31	1.51	11.00	2.53	6.52	9.49	6.87	2.62	0.71	0.07
Abril	19	3.47	3.14	0.98	9.20	2.32	4.37	8.22	3.84	1.96	1.58	3.22
Mayo	19	2.07	1.88	0.71	3.20	1.32	2.86	2.49	0.65	0.81	-0.14	-1.47
Junio	19	1.72	1.45	0.64	3.47	0.99	2.12	2.83	0.61	0.78	0.79	0.10
Julio	19	1.58	1.32	0.59	3.27	0.94	2.25	2.68	0.65	0.81	0.94	-0.07
Agosto	19	1.50	1.19	0.55	3.19	0.81	2.25	2.64	0.64	0.80	0.80	-0.60
Septiembre	19	1.34	1.01	0.58	3.16	0.81	1.73	2.58	0.63	0.80	1.32	0.60
Octubre	19	1.32	1.00	0.60	3.12	0.71	1.72	2.52	0.62	0.79	1.33	0.86
Noviembre	19	1.48	1.11	0.48	3.87	0.84	1.68	3.39	1.01	1.01	1.66	1.73
Diciembre	19	1.92	1.40	0.78	4.58	0.97	2.30	3.80	1.63	1.28	1.22	0.11

h) Astilleros (Tarija). Período: 1968-1985

Mes	N° datos	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Cuartil Inferior	Cuartil Superior	Rango	Varianza	Desvío estándar	Asimetría	Kurtosis
Enero	17	238.18	236.00	97.00	394.00	124.00	341.00	297.00	10963.93	104.71	0.08	-1.41
Febrero	16	336.12	312.00	144.00	737.99	228.50	424.50	593.99	23434.55	153.08	1.15	1.87
Marzo	16	319.94	289.50	72.00	850.99	164.50	365.00	778.99	42615.42	206.44	1.41	2.00
Abril	16	147.81	152.50	55.00	232.00	99.00	199.50	177.00	3208.63	56.64	-0.13	-1.19
Mayo	16	56.81	54.50	31.00	84.00	46.50	66.00	53.00	225.76	15.03	0.32	-0.54
Junio	16	32.88	32.00	25.00	43.00	28.50	37.00	18.00	30.78	5.55	0.18	-0.87
Julio	16	22.25	21.00	16.00	37.00	18.00	24.00	21.00	33.93	5.83	1.27	1.43
Agosto	16	17.38	16.00	12.00	34.00	13.50	19.50	22.00	31.85	5.64	1.94	4.25
Septiembre	17	14.35	13.00	10.00	24.00	12.00	16.00	14.00	15.62	3.95	1.16	0.84
Octubre	17	18.18	17.00	5.00	38.00	15.00	22.00	33.00	72.53	8.52	0.77	0.70
Noviembre	17	44.12	34.00	12.00	123.00	26.00	52.00	111.00	964.76	31.06	1.36	1.52
Diciembre	17	120.24	105.00	44.00	337.00	66.00	141.00	293.00	6230.26	78.93	1.72	2.99

Tabla N° 2.16 (continuación) Estadísticos básicos de caudal medio mensual en estaciones de la Cuenca del Río Bermejo (Registro original de caudal medio mensual)

i) Vado Hondo (Blanco). Período: 1972-1980

Mes	N° datos	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Cuartil Inferior	Cuartil Superior	Rango	Varianza	Desvío estándar	Asimetría	Kurtosis
Enero	6	65.50	64.00	42.00	92.00	46.00	85.00	50.00	407.48	20.19	0.20	-1.66
Febrero	6	154.67	135.50	74.00	274.00	86.00	223.00	200.00	6862.21	82.84	0.51	-1.75
Marzo	5	134.00	125.00	82.00	227.00	110.00	126.00	145.00	3018.46	54.94	1.63	3.31
Abril	6	82.33	80.50	43.00	151.00	46.00	93.00	108.00	1552.64	39.40	1.06	1.41
Mayo	7	25.00	21.00	13.00	44.00	19.00	32.00	31.00	105.33	10.26	1.09	1.15
Junio	5	15.60	16.00	7.00	22.00	15.00	18.00	15.00	30.30	5.50	-0.90	1.78
Julio	7	11.71	12.00	10.00	15.00	10.00	13.00	5.00	3.57	1.89	0.78	-0.09
Agosto	7	8.71	8.00	8.00	11.00	8.00	9.00	3.00	1.24	1.11	1.78	3.23
Septiembre	7	7.57	7.00	7.00	10.00	7.00	8.00	3.00	1.29	1.13	2.16	4.58
Octubre	7	7.43	7.00	5.00	10.00	7.00	8.00	5.00	2.29	1.51	0.19	1.64
Noviembre	7	10.14	12.00	6.00	13.00	6.00	13.00	7.00	11.14	3.34	-0.47	-2.31
Diciembre	4	20.50	21.50	14.00	25.00	17.50	23.50	11.00	21.67	4.65	-1.19	2.12

j) El Angosto (Astilleros). Período: 1983-1988

Mes	N° datos	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Cuartil Inferior	Cuartil Superior	Rango	Varianza	Desvío estándar	Asimetría	Kurtosis
Enero	5	22.55	19.39	13.17	32.90	17.40	29.90	19.74	71.43	8.45	0.35	-2.38
Febrero	5	22.79	23.60	15.40	28.84	20.73	25.36	13.44	25.68	5.07	-0.55	0.31
Marzo	5	24.67	21.99	7.46	54.75	17.16	22.00	47.29	317.92	17.83	1.59	3.25
Abril	5	14.34	14.82	11.20	17.40	11.85	16.43	6.20	7.50	2.74	-0.17	-2.62
Mayo	5	6.56	6.79	5.52	7.68	5.91	6.90	2.16	0.73	0.86	0.04	-1.15
Junio	5	3.71	3.73	3.28	4.16	3.42	3.94	0.88	0.13	0.36	0.06	-1.81
Julio	5	2.71	2.81	2.25	3.09	2.51	2.91	0.84	0.11	0.33	-0.52	-0.99
Agosto	5	2.33	2.10	1.91	2.86	1.99	2.79	0.95	0.21	0.46	0.52	-3.13
Septiembre	5	2.02	1.92	1.57	2.86	1.68	2.05	1.29	0.26	0.51	1.50	2.47
Octubre	5	2.36	2.67	1.53	3.30	1.54	2.78	1.77	0.63	0.79	-0.18	-2.46
Noviembre	5	7.30	7.57	2.61	12.21	5.01	9.12	9.60	13.68	3.70	0.07	-0.63
Diciembre	5	11.48	12.90	4.07	15.40	10.69	14.34	11.33	20.27	4.50	-1.47	2.11

k) San Antonio (Piedras): Período: 1983-1992

Mes	N° datos	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Cuartil Inferior	Cuartil Superior	Rango	Varianza	Desvío estándar	Asimetría	Kurtosis
Enero	9	12.51	12.75	1.89	26.69	7.85	15.06	24.81	59.38	7.71	0.44	0.16
Febrero	9	11.32	10.67	5.34	26.13	5.97	11.00	20.79	43.75	6.61	1.61	2.72
Marzo	9	12.10	12.16	1.97	34.27	7.34	13.59	32.30	87.89	9.38	1.79	4.34
Abril	9	7.56	6.60	3.57	13.39	5.52	7.84	9.82	10.72	3.27	1.06	0.17
Mayo	9	2.06	1.98	1.14	2.84	1.58	2.65	1.70	0.41	0.64	-0.09	-1.85
Junio	9	0.81	0.76	0.54	1.04	0.72	0.95	0.50	0.03	0.18	-0.06	-1.44
Julio	9	0.50	0.49	0.36	0.67	0.44	0.54	0.31	0.01	0.10	0.56	-0.38
Agosto	9	0.37	0.34	0.28	0.69	0.29	0.37	0.41	0.02	0.12	2.44	6.64
Septiembre	9	0.29	0.27	0.21	0.44	0.25	0.29	0.23	0.00	0.07	1.34	1.54
Octubre	9	0.54	0.57	0.21	0.89	0.31	0.73	0.67	0.06	0.25	-0.28	-1.47
Noviembre	9	2.99	1.92	0.13	7.77	0.77	4.34	7.64	7.14	2.67	0.65	-0.69
Diciembre	9	5.35	4.30	0.53	14.03	1.96	7.59	13.51	17.81	4.22	1.00	1.09

Tabla N° 2.16 Estadísticos básicos de caudal medio mensual en estaciones de la Cuenca del Río Bermejo (Registro original de caudal medio mensual)

Las figuras N° 2.38 y 2.39 presentan la secuencia anual media de caudales mensuales en las estaciones analizadas. En ellas se manifiestan las características de definida estacionalidad antes mencionada y la dominancia del módulo estival.]

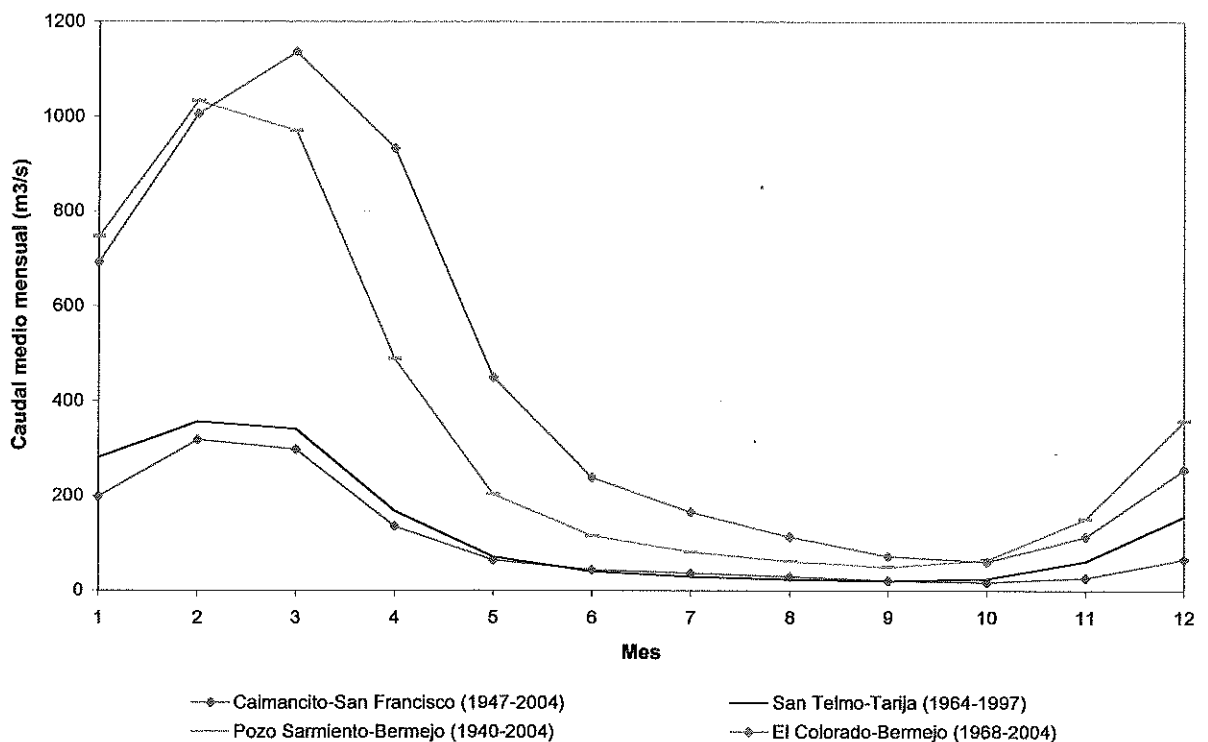
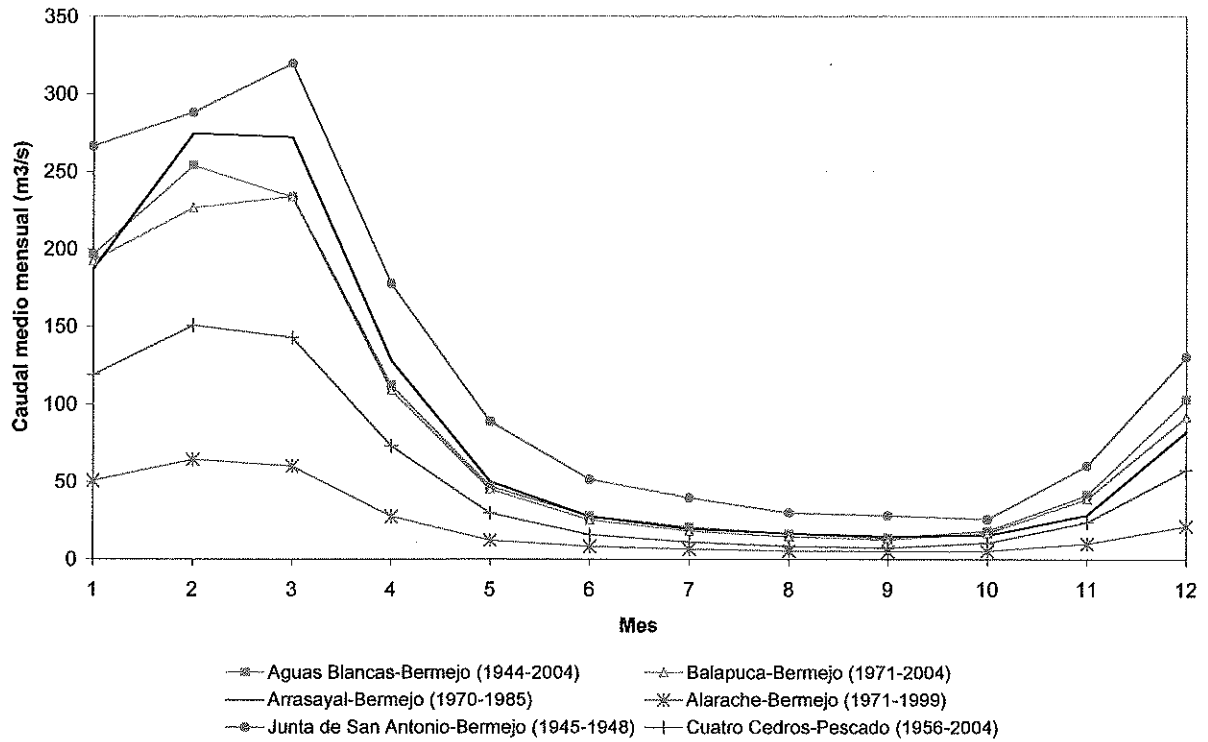


Figura N° 2.38 Evolución anual promedio de caudales medios mensuales en estaciones de la cuenca del Río Bermejo ( Registro original de caudal medio diario)

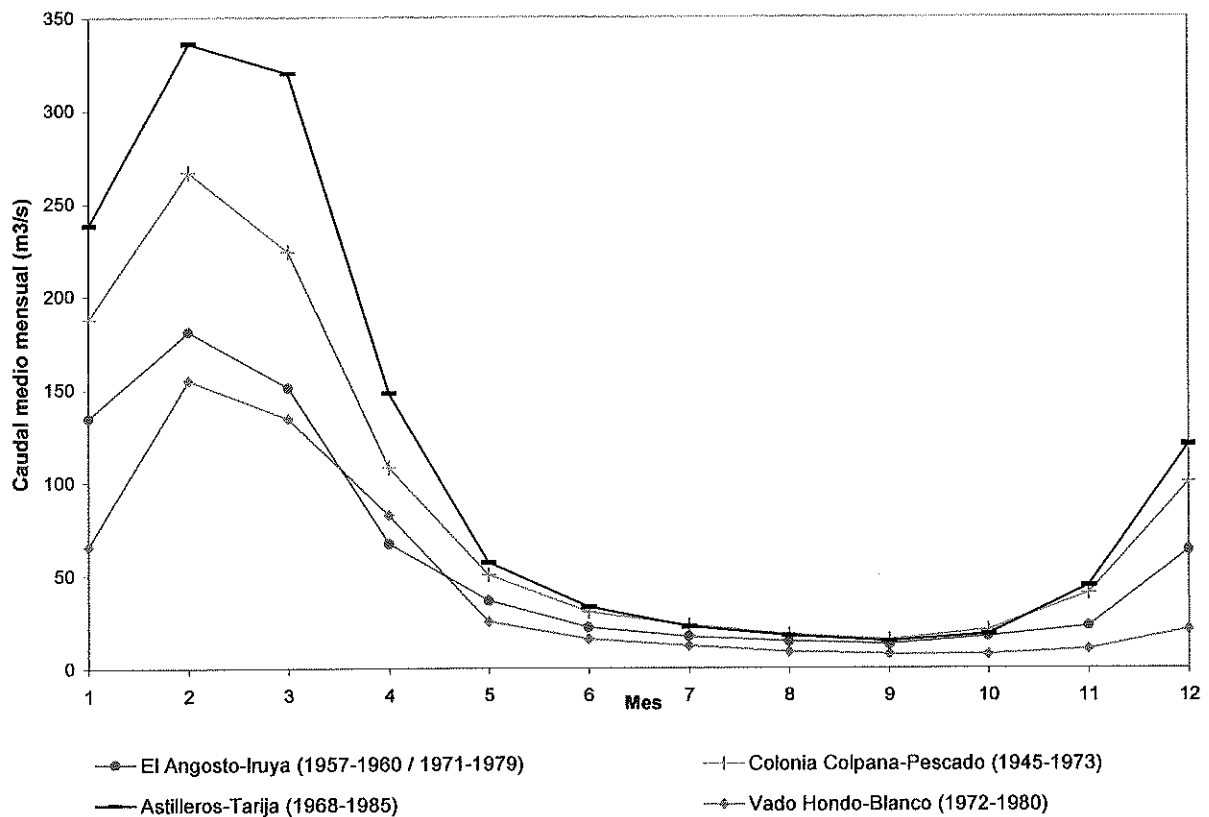
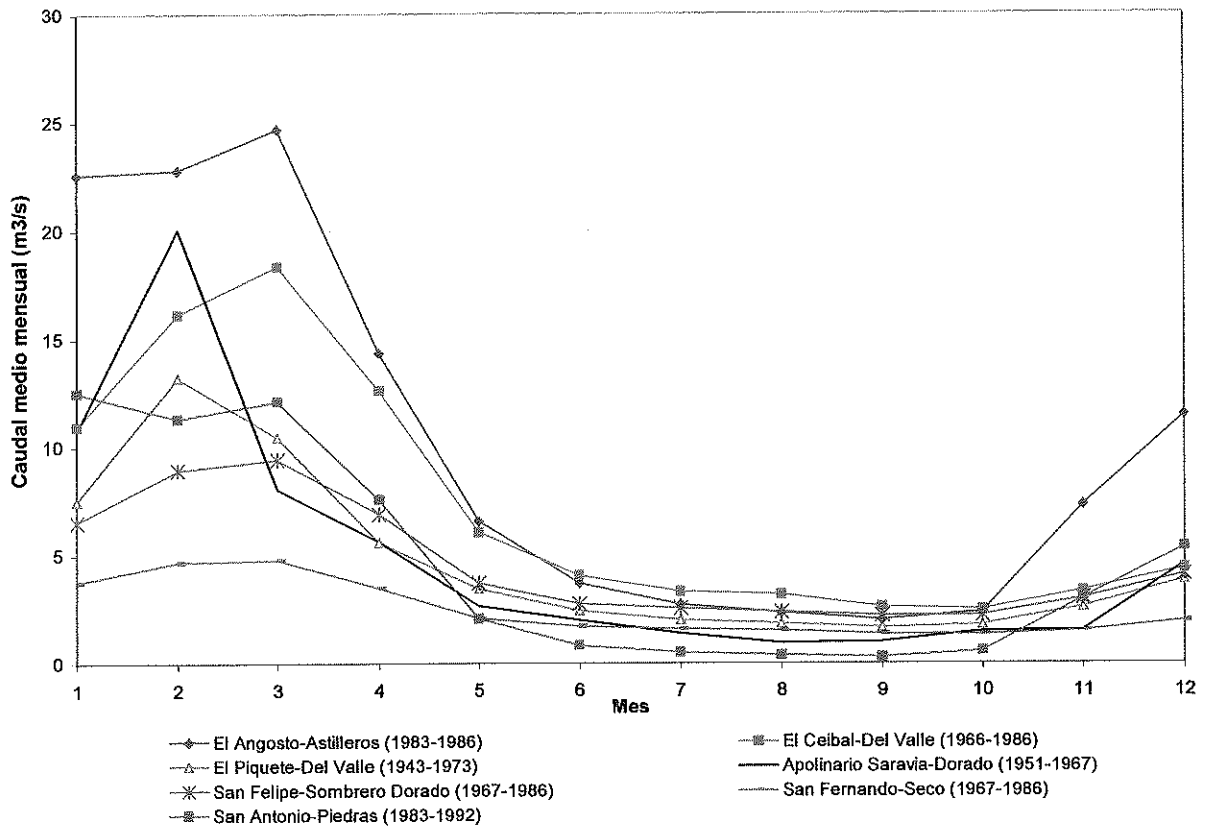


Figura N° 2.39 Evolución anual promedio de caudales medios mensuales en estaciones de la cuenca del Río Bermejo ( Registro original de caudal medio mensual)

En las figuras N° 2.40 a 2.49 se presentan las curvas de permanencia de caudales medios diarios elaboradas para las estaciones de registro diario. En las mismas se señala el valor máximo alcanzado en el período de medición y el caudal correspondiente a una frecuencia de ocurrencia de 50 %. De estas curvas se pueden extraer los valores característicos que se muestran en la Tabla N° 2.17 en términos de magnitudes de caudal con diferentes niveles de permanencia

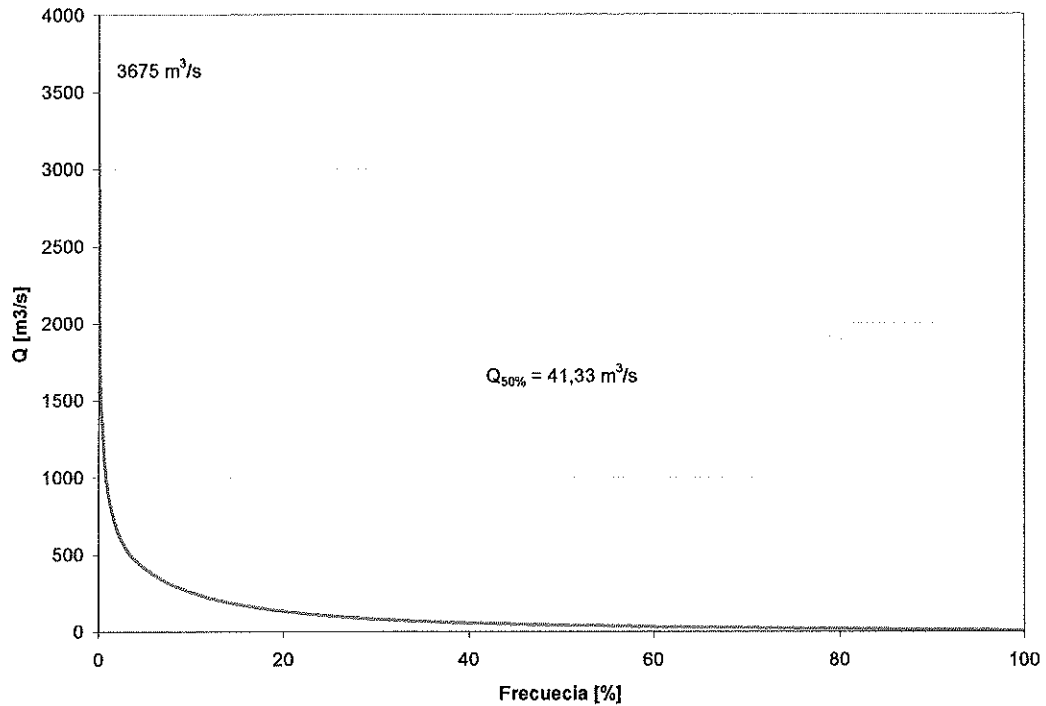


Figura N° 2.40 Curva de duración de caudales medios diarios en El Caimancito (1947-2004)

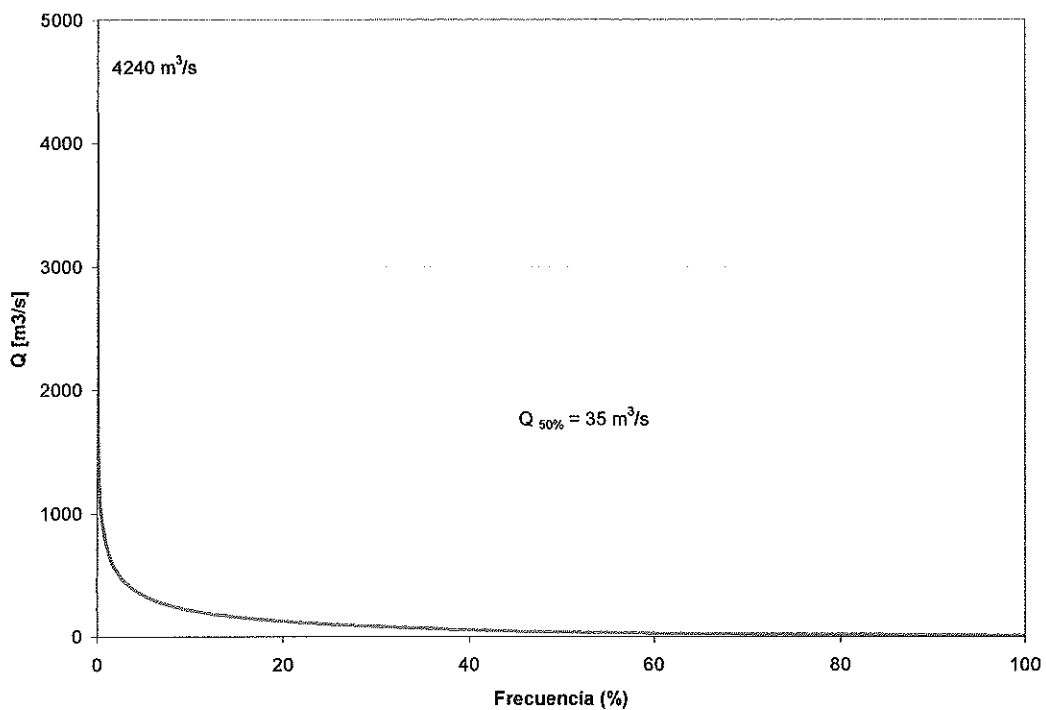


Figura N° 2.41 Curva de duración de caudales medios diarios en Aguas Blancas (1944-2004)

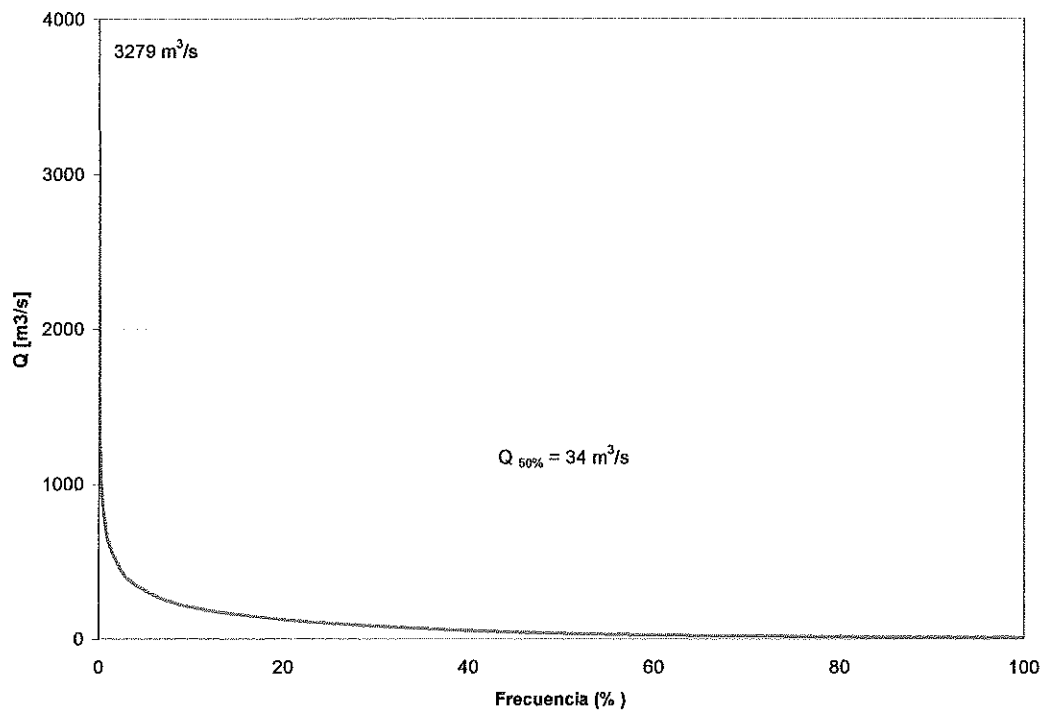


Figura N° 2.42 Curva de duración de caudales medios diarios en Balapuca (1971-2004)

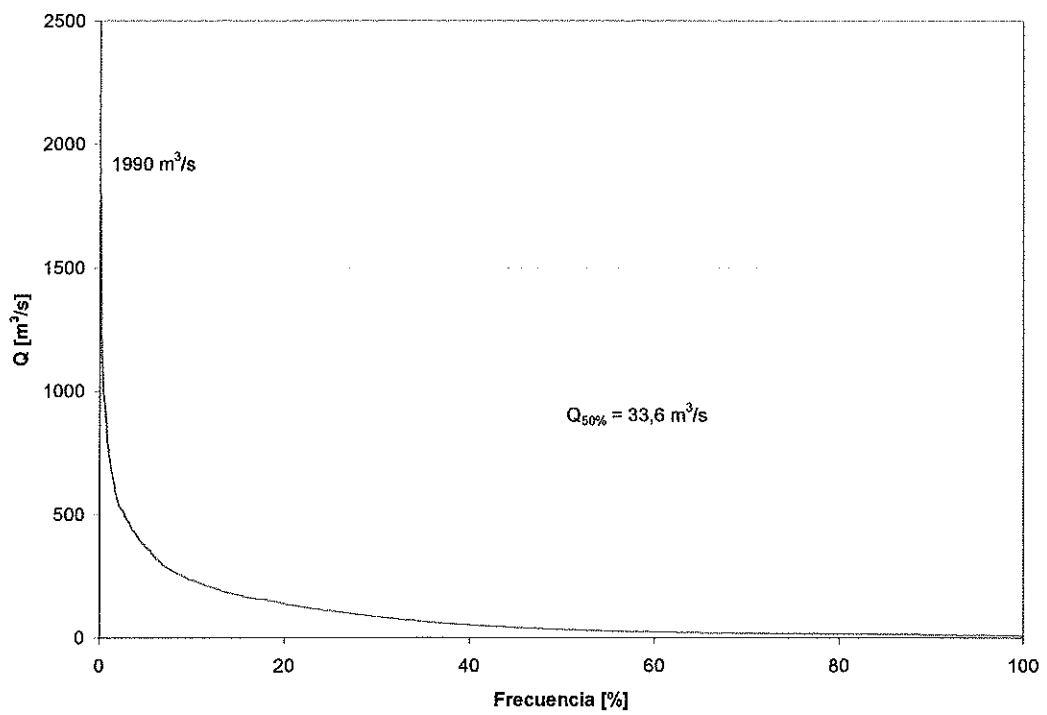


Figura N° 2.43 Curva de duración de caudales medios diarios en Arrayasal (1970-1984)

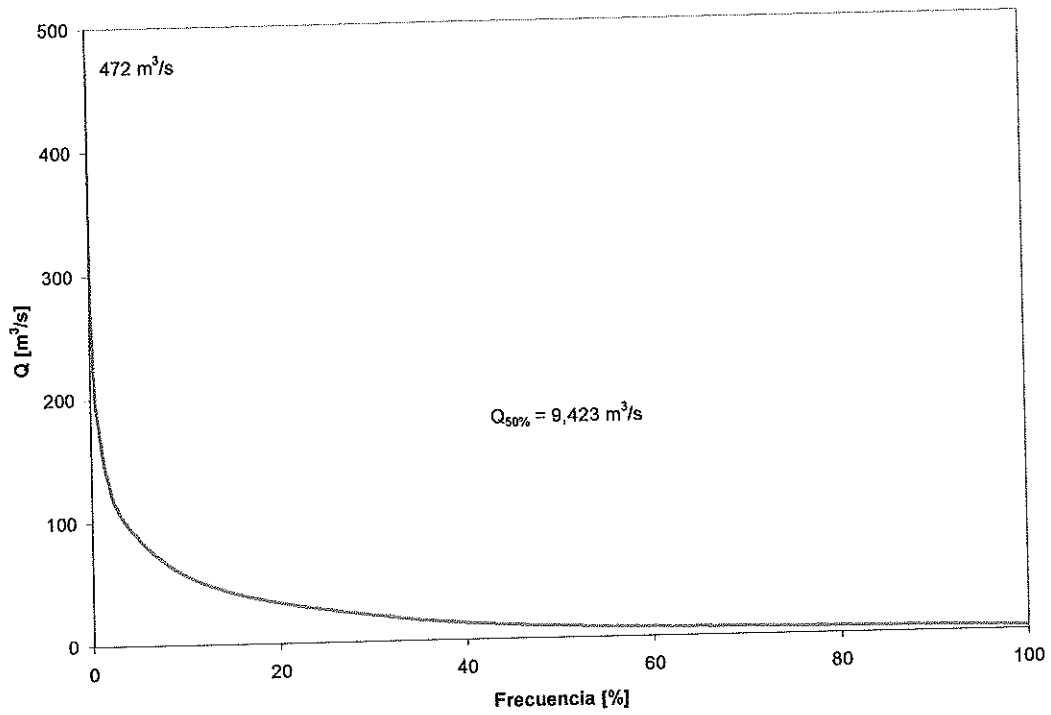


Figura N° 2.44 Curva de duración de caudales medios diarios en Alarache: (1971-1999)

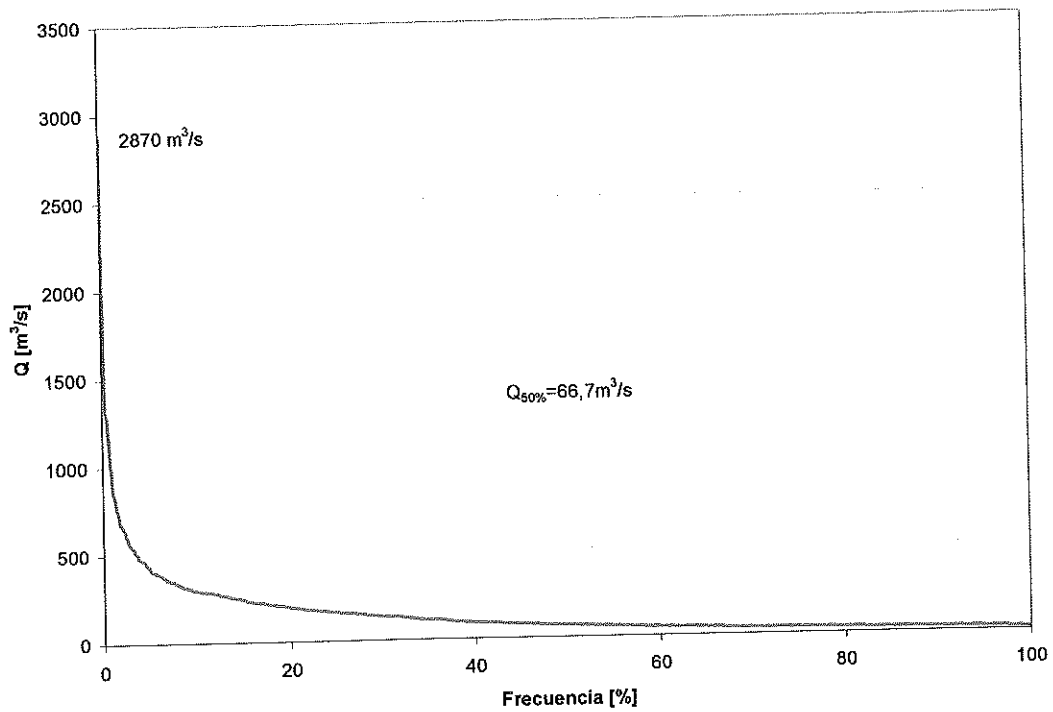


Figura N° 2.45 Curva de duración de caudales medios diarios en Junta San Antonio (1945-1948)

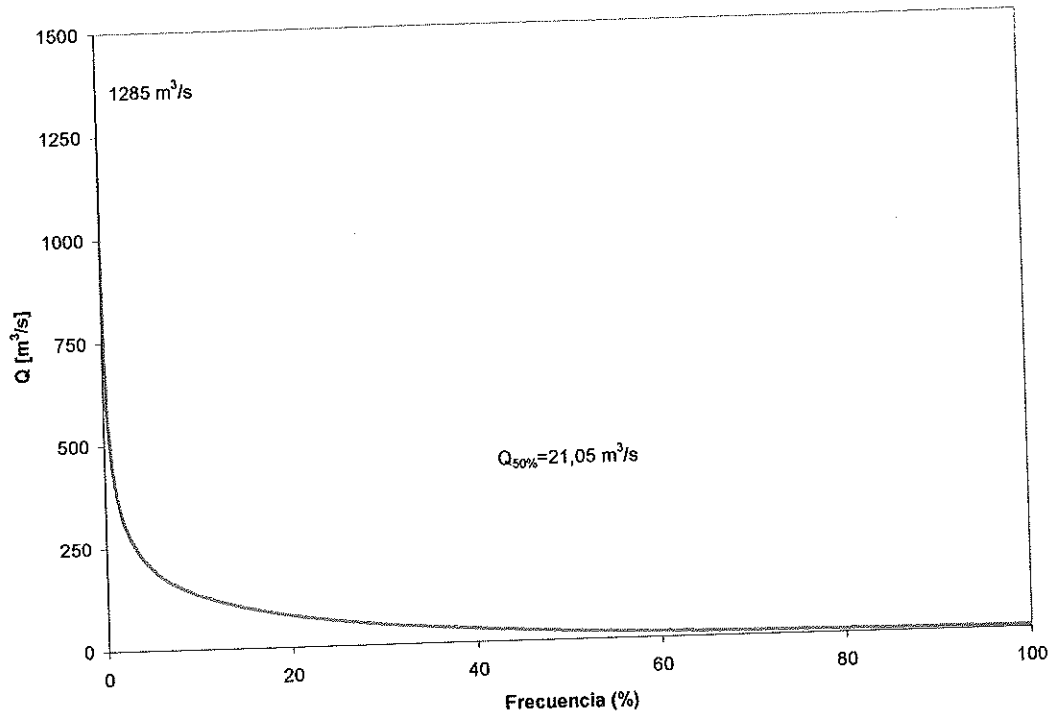


Figura N° 2.46 Curva de duración de caudales medios diarios en Cuatro Cedros (1956-2004)

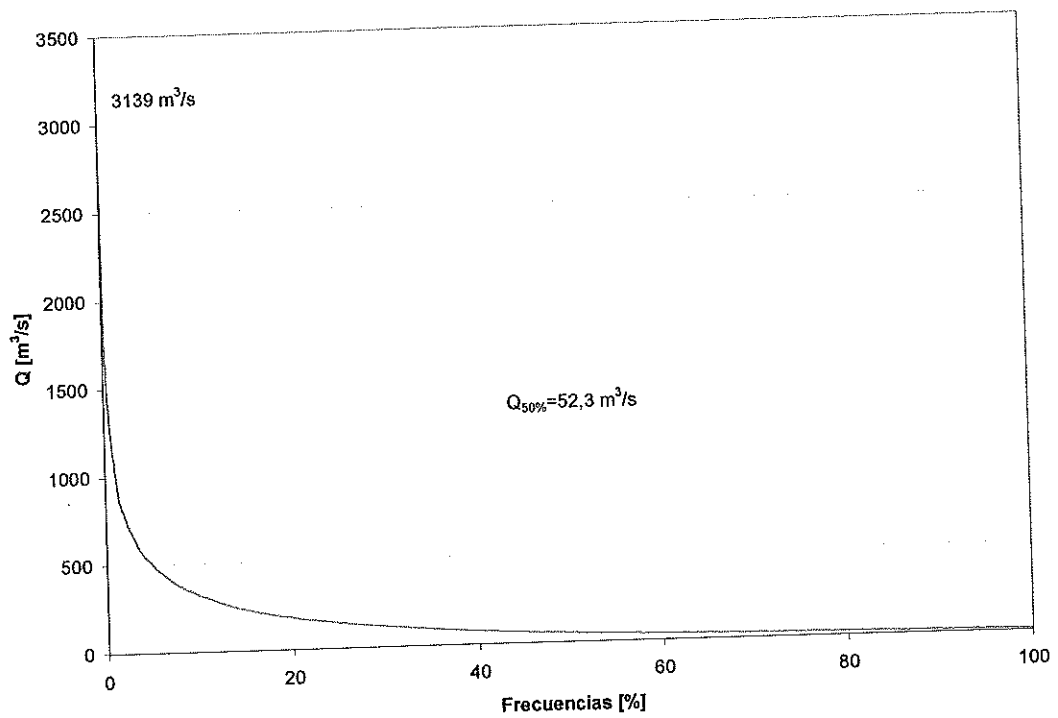


Figura N° 2.47 Curva de duración de caudales medios diarios en San Telmo (1964-1997)

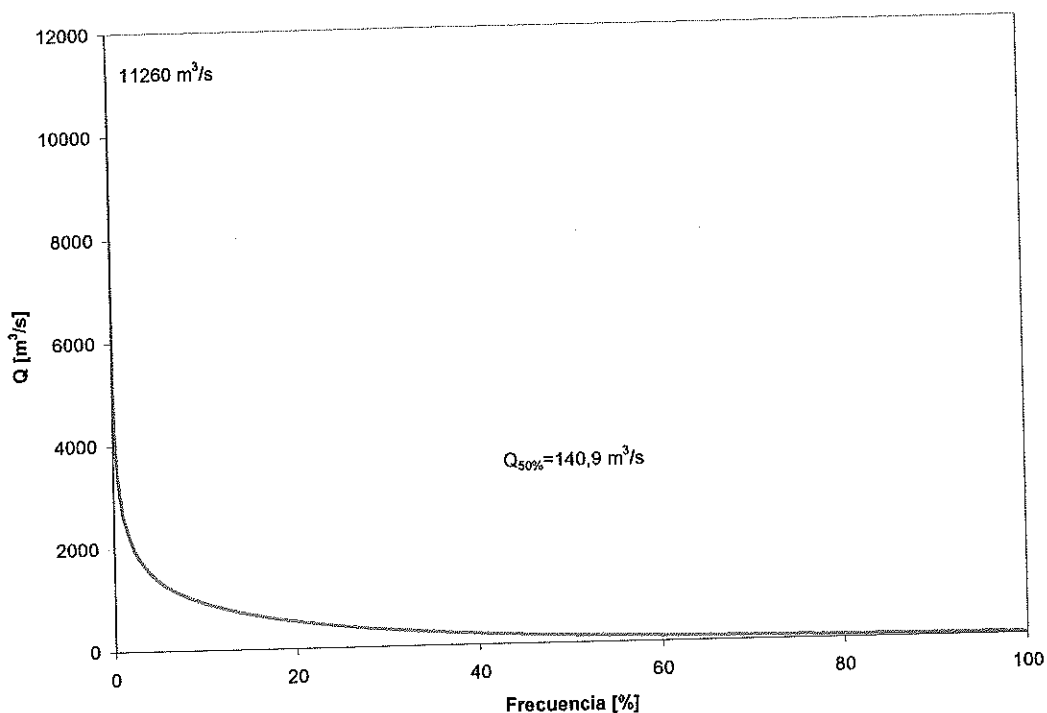


Figura N° 2.48 Curva de duración de caudales medios diarios en Pozo Sarmiento (1940-2004)

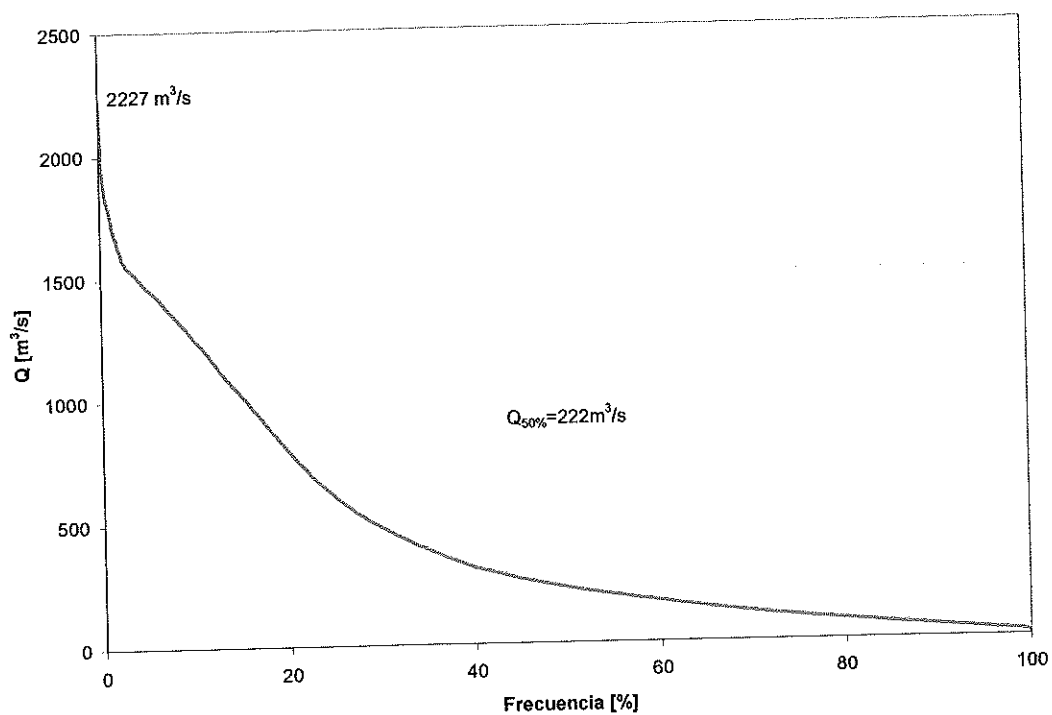


Figura N° 2.49 Curva de duración de caudales medios diarios en El Colorado (1968-2004)

Valor característico	<b>Aguas Blancas</b>	<b>Alarache</b>	<b>Balapuca</b>	<b>Arrasayal</b>	<b>Junta de San Antonio</b>
(m <sup>3</sup> /s)	(Bermejo)	(Bermejo)	(Bermejo)	(Bermejo)	(Bermejo)
Mínimo Absoluto	6.00	2.43	6.69	3.90	10.90
Mínimo Característico (Q95%)	11.00	4.00	10.50	10.80	20.60
Semipermanente (Q50%)	35.00	9.42	34.00	33.60	66.70
Máximo Característico (Q5%)	335.20	87.04	315.27	369.07	420.70
Máximo Absoluto	4240.00	472.14	3278.74	1990.92	2870.00

Valor característico	<b>Pozo Sarmiento</b>	<b>Cuatro Cedros</b>	<b>San Telmo</b>	<b>El Colorado</b>	<b>Caimancito</b>
(m <sup>3</sup> /s)	(Bermejo)	(Pescado)	(Tarija)	(Bermejo)	(San Francisco)
Mínimo Absoluto	18.10	4.00	6.30	9.82	2.40
Mínimo Característico (Q95%)	38.00	5.86	13.60	32.98	81.67
Semipermanente (Q50%)	340.60	21.05	52.30	222.50	41.33
Máximo Característico (Q5%)	1334.50	197.52	498.20	1460.19	411.00
Máximo Absoluto	11260.02	1285.44	3139.18	2226.51	3675.00

Tabla N° 2.17

Caudales característicos de los ríos de la Cuenca del Río Bermejo

#### 2.1.4 Procesamiento de datos de aforo

Los datos de aforos realizados por EVARSA S.A. en ríos de la cuenca del Río Bermejo disponibles, que fueron detallados en la Tabla N° 2.2 del presente informe fueron procesados para establecer relaciones de vinculación entre la altura hidrométrica y el caudal circulante en las secciones aforadas. En cada una de estas estaciones, los datos fueron consistidos y se ajustó la expresión matemática más simple que describiera la relación entre niveles y caudales. El análisis de consistencia previo reveló la existencia de períodos en los que presuntos cambios en la escala hidrométrica de referencia de la estación obligan a la distinción de más de una curva de descarga. En las figuras N° 2.50 a 2.56 se presentan los valores medidos contrastados con la línea de tendencia establecida y el coeficiente de determinación calculado para la misma como medida del error de la aproximación. En todas ellas H simboliza la lectura de escala y Q el valor asociado de caudal circulante.

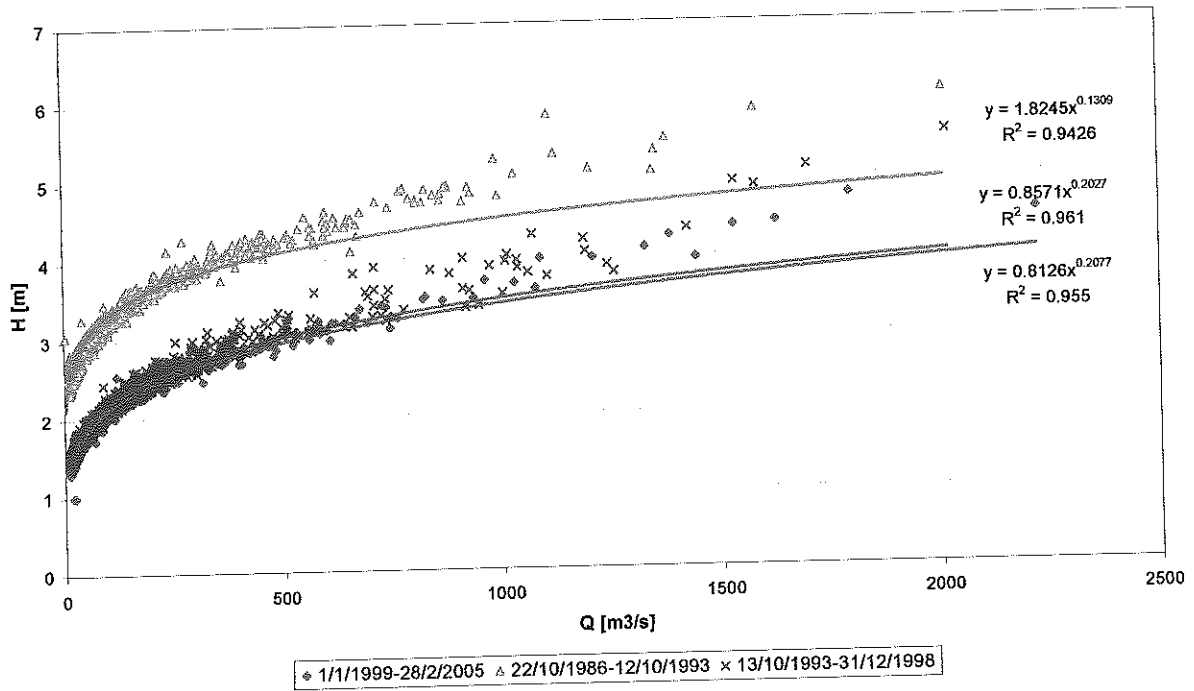


Figura N° 2.50 Relación H - Q en Aguas Blancas. Período de ajuste: 22/10/86-12/10/1993, 13/10/1993-31/12-1998, 01-01-1999/28-2-2005

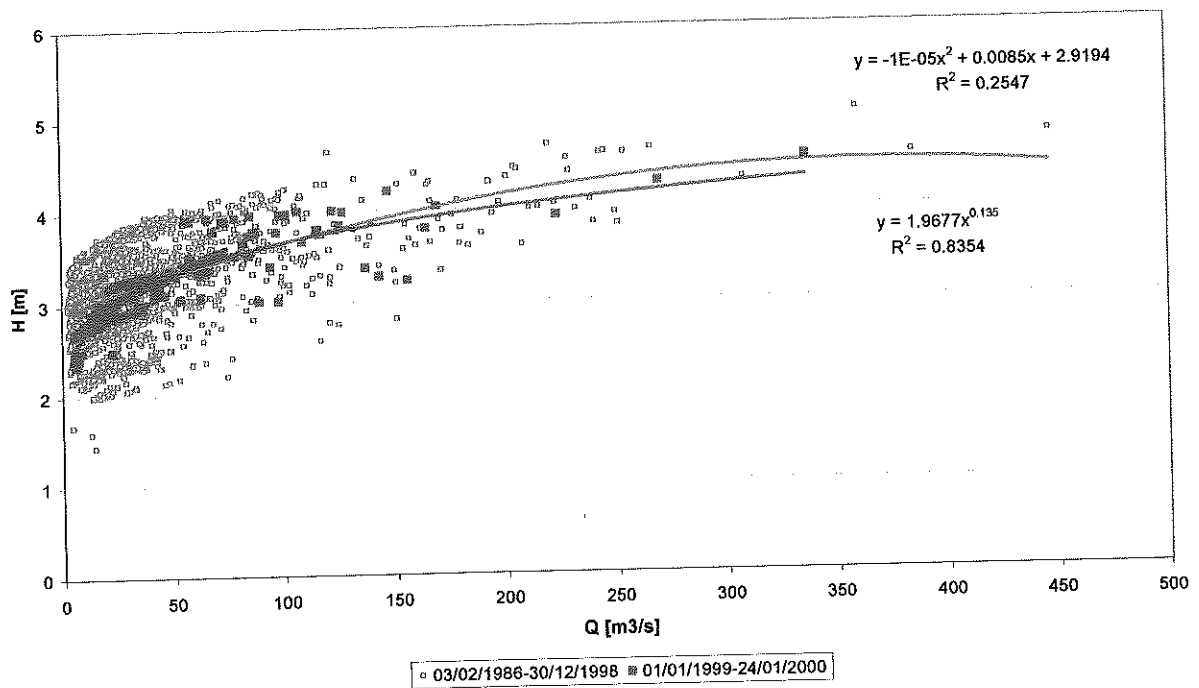


Figura N° 2.51 Relación H - Q en Alarache. Período de ajuste: 03/02/1986-31/12/1998, 01/01/1999-24/01/2000

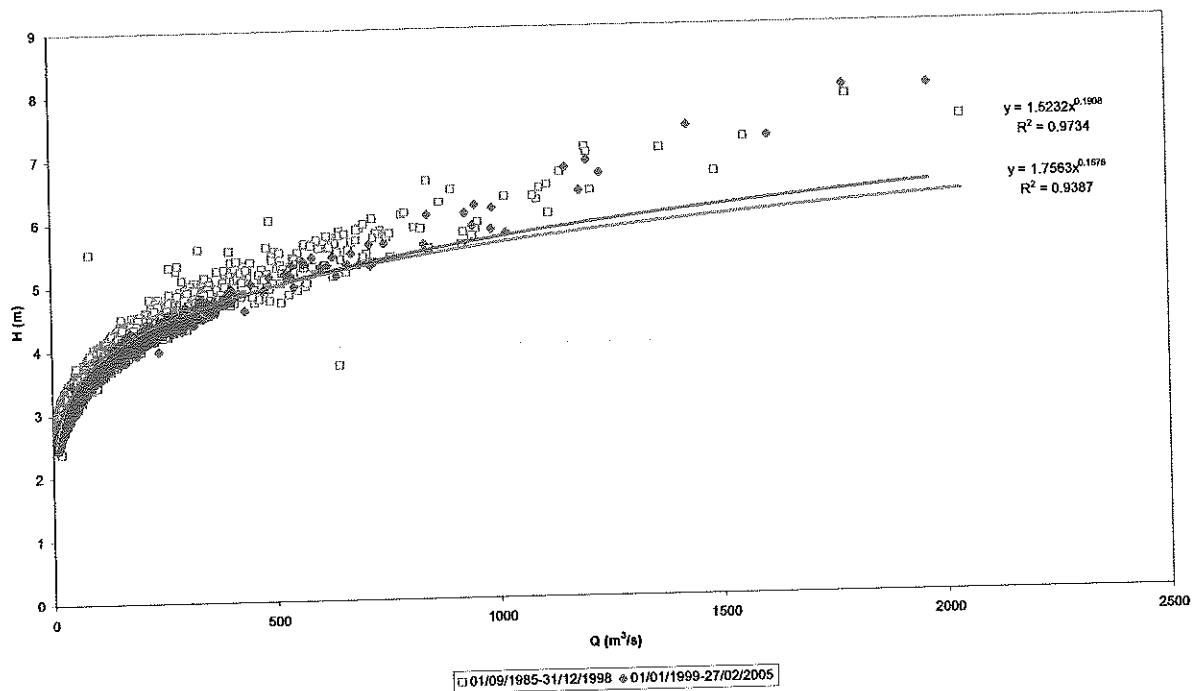


Figura N° 2.52 Relación H - Q en Balapuca. Período de ajuste: 01/09/1985-31/12/1998, 01/01/1999-27/02/2005

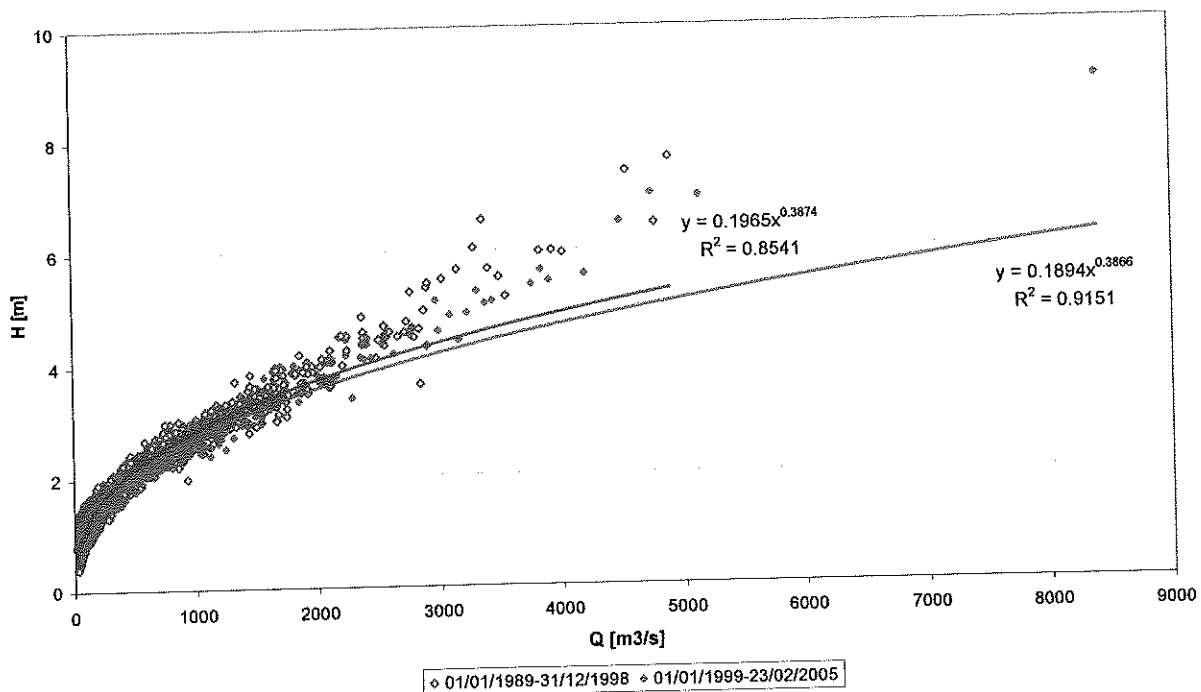


Figura N° 2.53 Relación H - Q en Pozo Sarmiento. Período de ajuste: 01/01/1989-31/12/1998, 01/01/1999-23/02/2005

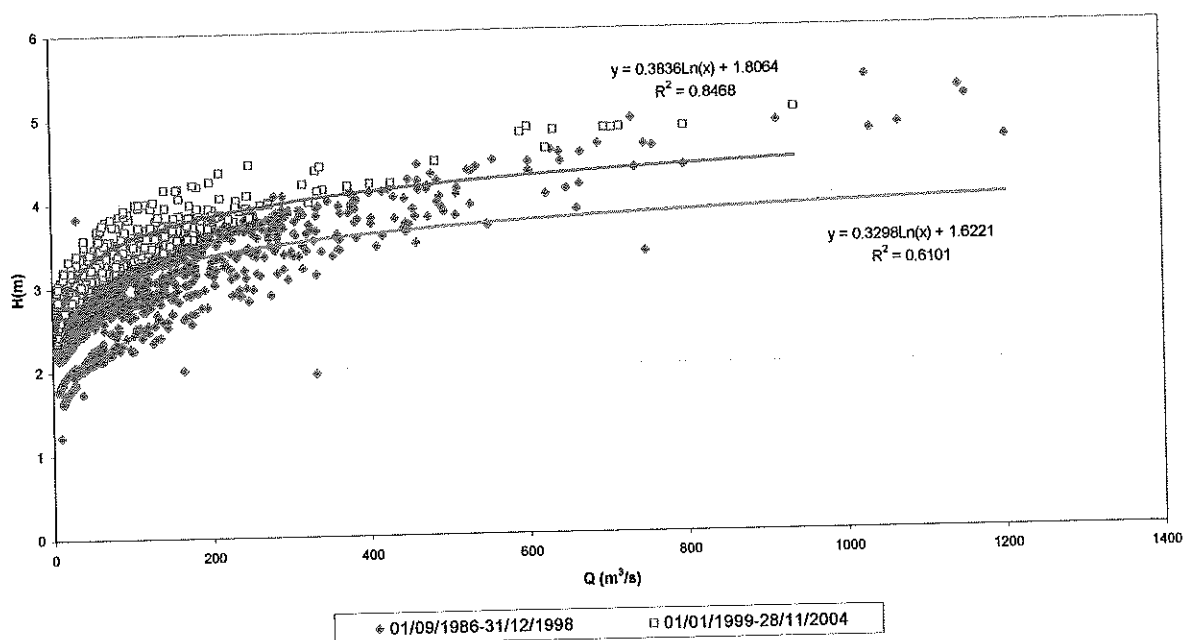


Figura N° 2.54 Relación H - Q en Cuatro Cedros. Período de ajuste: 01/09/1986-31/12/1998, 01/01/1999-28/11/2004

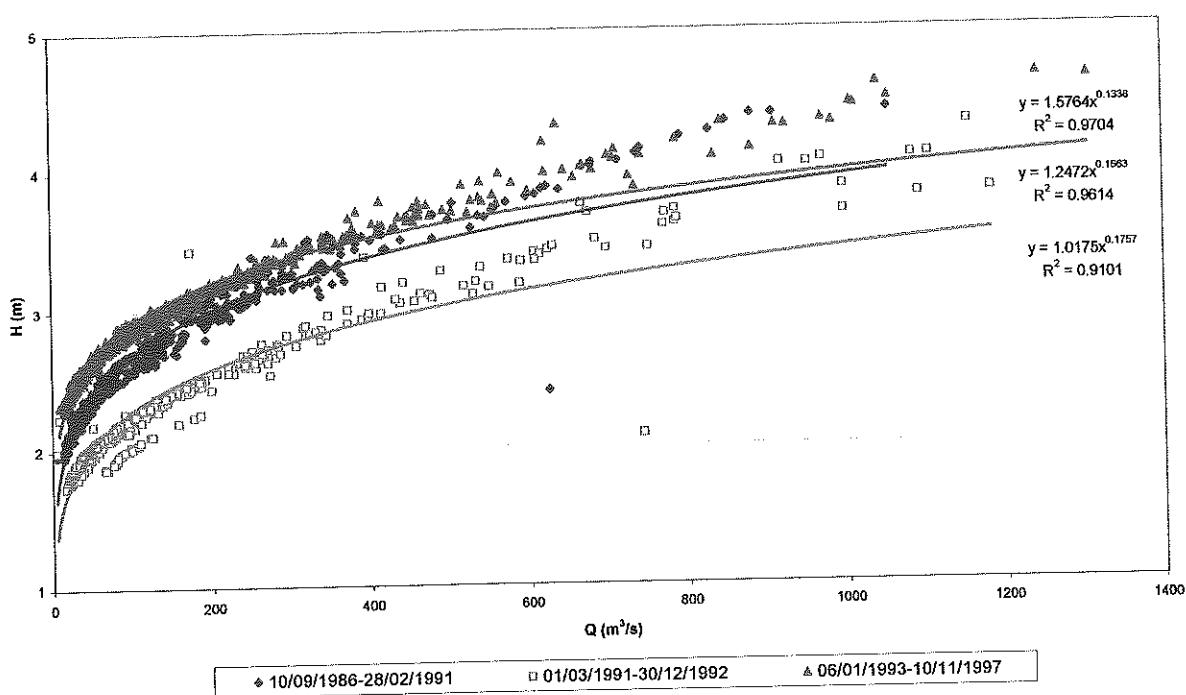


Figura N° 2.55 Relación H - Q en San Telmo. Período de ajuste: 10/09/1986-2/01/1991, 01/03/1991-30/12/1992, 06/01/1993-10/11/1997

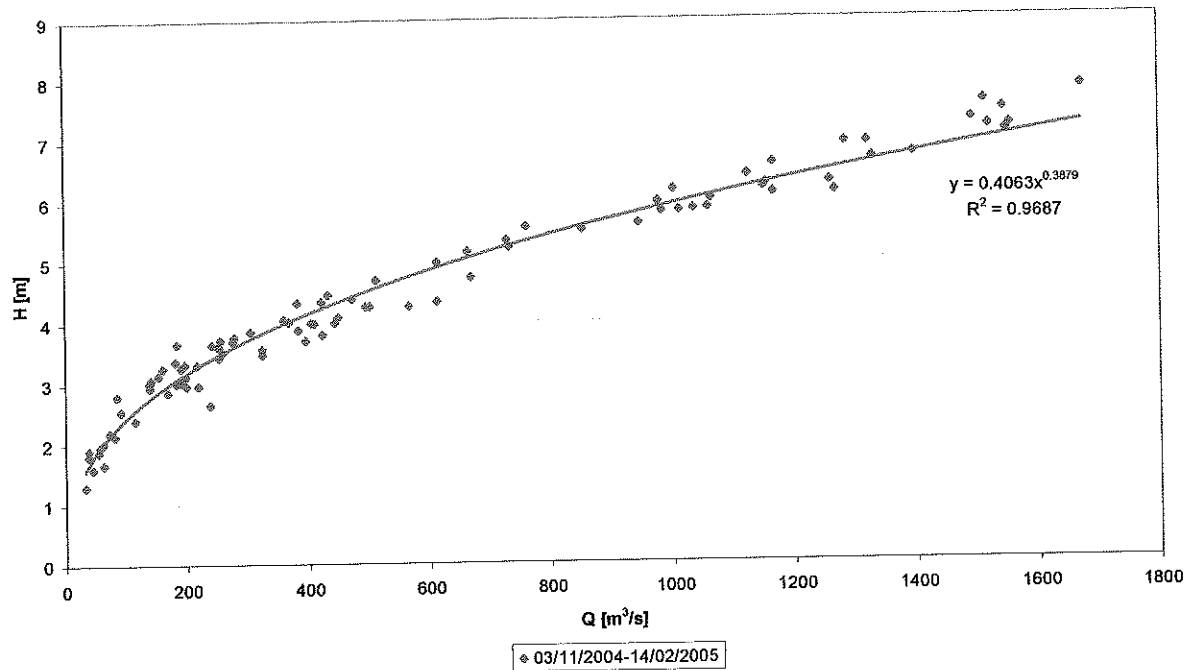


Figura N° 2.56 Relación H - Q en El Colorado. Período de ajuste: 03/11/1993 –14/02/2005

En la Tabla N° 2.18 se efectúa un resumen de las relaciones analíticas establecidas para caracterizar la descarga de los ríos en las estaciones estudiadas. Asimismo se incluye, además de los ajustes en los períodos señalados, el ajuste de los datos en el período de registro total y se advierte que en general, los ajustes parciales efectuados sobre los valores medidos en los subperíodos más modernos presentan un mejor coeficiente de regresión a la curva de tendencia propuesta.

Los datos de aforos sólidos disponibles fueron procesados para tratar de describir relaciones cuantitativas que expliquen el total de aportes en relación al caudal circulante. Para cada estación de aforos se efectuó el análisis de consistencia y se establecieron líneas de ajuste y el correspondiente coeficiente de determinación. Las figuras N° 2.56 a 2.73 presentan los ajustes efectuados. En las mismas se incluye la expresión analítica de la relación de vinculación. En correspondencia con los períodos en los que se identificaron relaciones altura-caudal diferentes se establecieron líneas de tendencia caudal líquido-caudal sólido suspendido y siempre que fue posible se aplicó un análisis similar para las correspondientes fracciones fina y gruesa.

Estación	Periodo Ajuste	Relación Altura-Caudal	R <sup>2</sup>
Aguas Blancas (Bermejo)	22/10/1986-13/10/1993	$h = 1.8245 Q^{0.1309}$	0.94
	13/10/1993-31/12/1998	$h = 0.8571 Q^{0.2027}$	0.96
	01/01/1999-28/2/2005	$h = 0.8126 Q^{0.2077}$	0.96
Balapuca (Bermejo)	01/09/1985-27/02/2005	$h = 1.7408 Q^{0.1686}$	0.94
	01/09/1985-31/12/1998	$h = 1.7563 Q^{0.1678}$	0.94
	01/01/1999-27/02/2005	$h = 1.5232 Q^{0.1908}$	0.97
Alarache (Bermejo)	03/02/1986-24/01/2000	$h = -1E-05Q^2 + 0.0087Q + 2.9115$	0.27
	03/02/1986-31/12/1998	$h = -1E-05Q^2 + 0.0085Q + 2.9194$	0.25
	01/01/1999-24/01/2000	$h = 1.9677 Q^{0.135}$	0.84
Pozo Sarmiento (Bermejo)	01/09/1989-27/02/2005	$h = 95.915Q^2 + 137.32Q - 189.26$	0.95
	01/09/1989-31/12/1998	$h = 0.1965 Q^{0.3874}$	0.85
	01/01/1999-27/02/2005	$h = 0.1894 Q^{0.3866}$	0.92
El Colorado (Bermejo)	03/11/1993-14/02/2005	$h = 0.4063 Q^{0.3879}$	0.969
Cuatro Cedros (Pescado)	01/09/1986-28/11/2001	$h = 0.35 \ln(Q) + 1.6055$	0.62
	01/09/1986-31/12/1998	$h = 0.3298 \ln(Q) + 1.6221$	0.61
	01/01/1999-28/11/2004	$h = 0.3836 \ln(Q) + 1.8064$	0.85
San Telmo (Tarija)	10/09/1986-10/11/1997	$h = 0.3867 \ln(Q) + 0.9899$	0.61
	10/09/1986-28/02/1991	$h = 1.2472 Q^{0.1663}$	0.96
	01/03/1991-30/12/1992	$h = 1.0175 Q^{0.1757}$	0.91
	06/01/1993-10/11/1997	$h = 1.5764 Q^{0.1338}$	0.97

Tabla N° 2.18 Relaciones Altura-Caudal establecidas para ríos de la cuenca del Río Bermejo

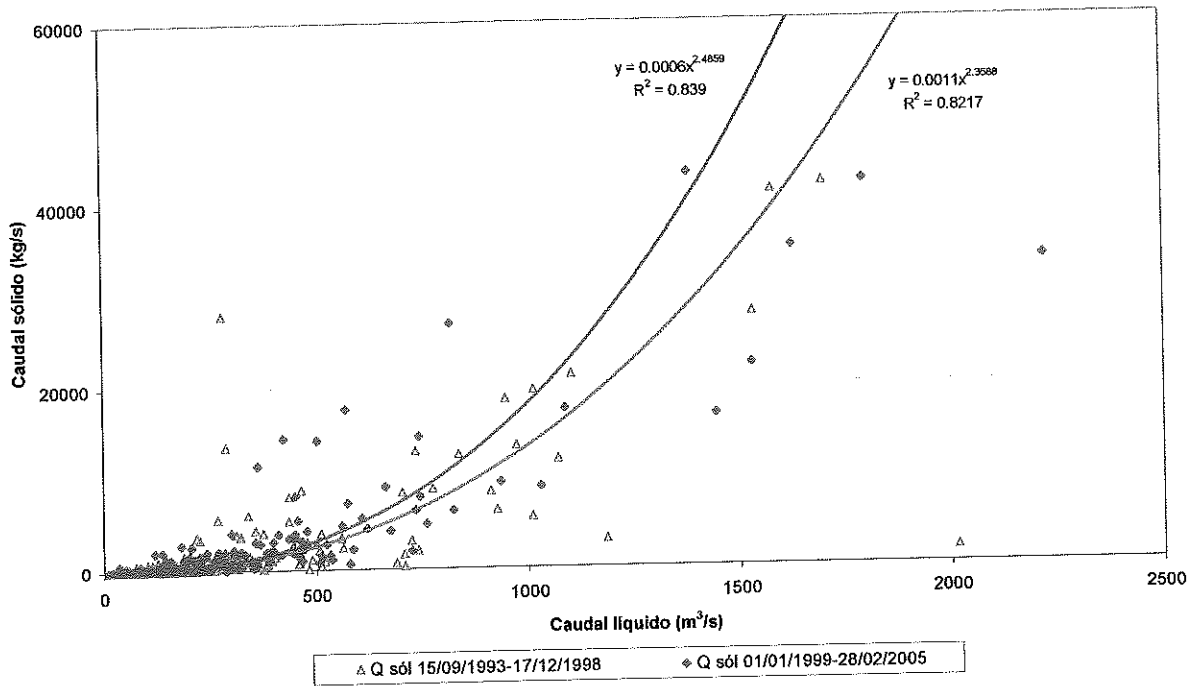


Figura N° 2.56 Relación Caudal líquido-Caudal sólido suspendido en Aguas Blancas. Período de ajuste: 15/09/1993-17/12/1998 -01/01/1999-28/02/2005

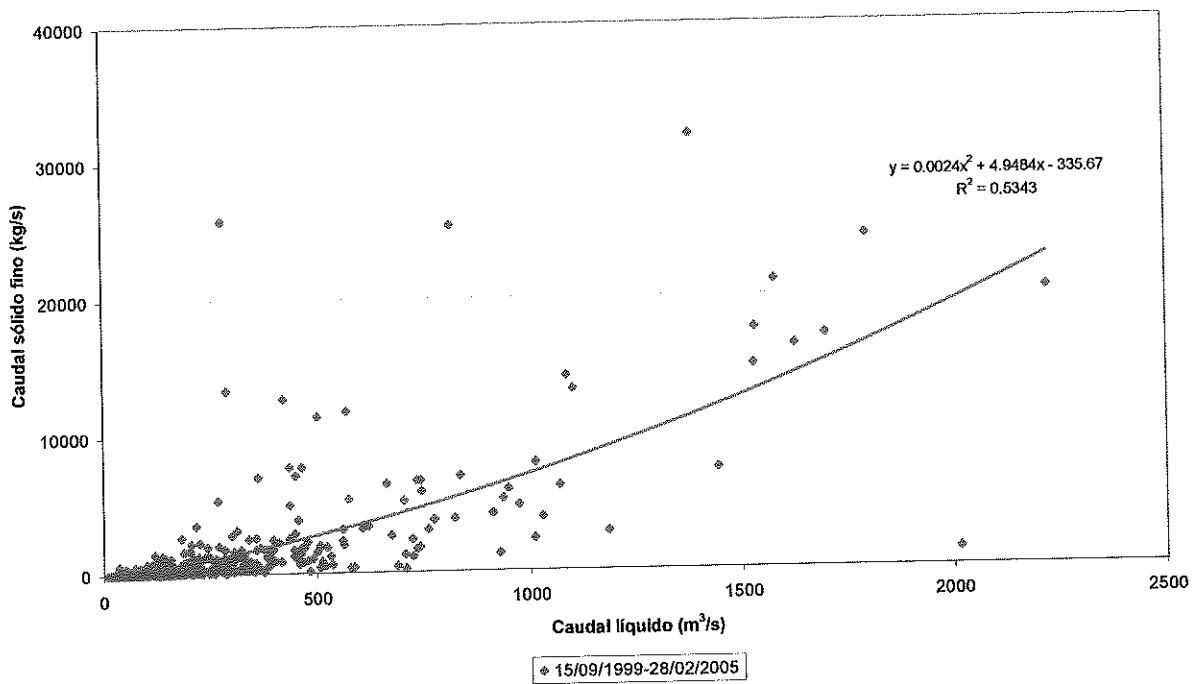


Figura N° 2.57 Relación Caudal líquido-Caudal sólido fino en Aguas Blancas. Período de ajuste: 15/09/1993-28/02/2005

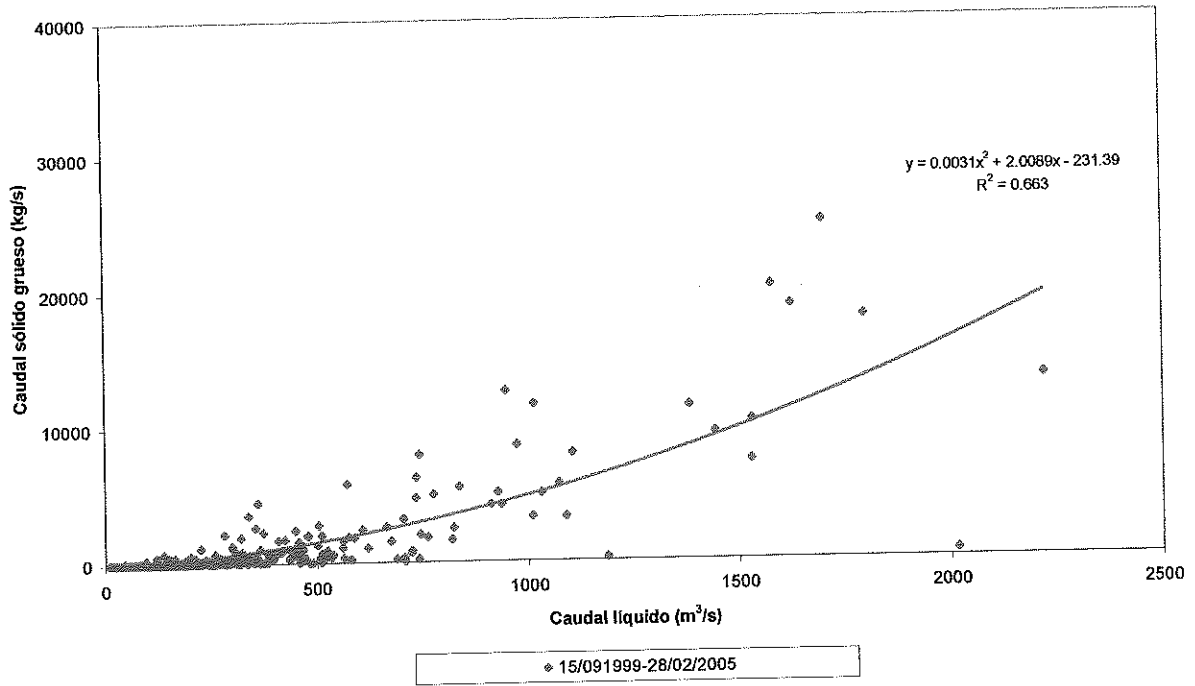


Figura N° 2.58 Relación Caudal líquido-Caudal sólido grueso en Aguas Blancas. Período de ajuste: 15/09/1993-28/02/2005

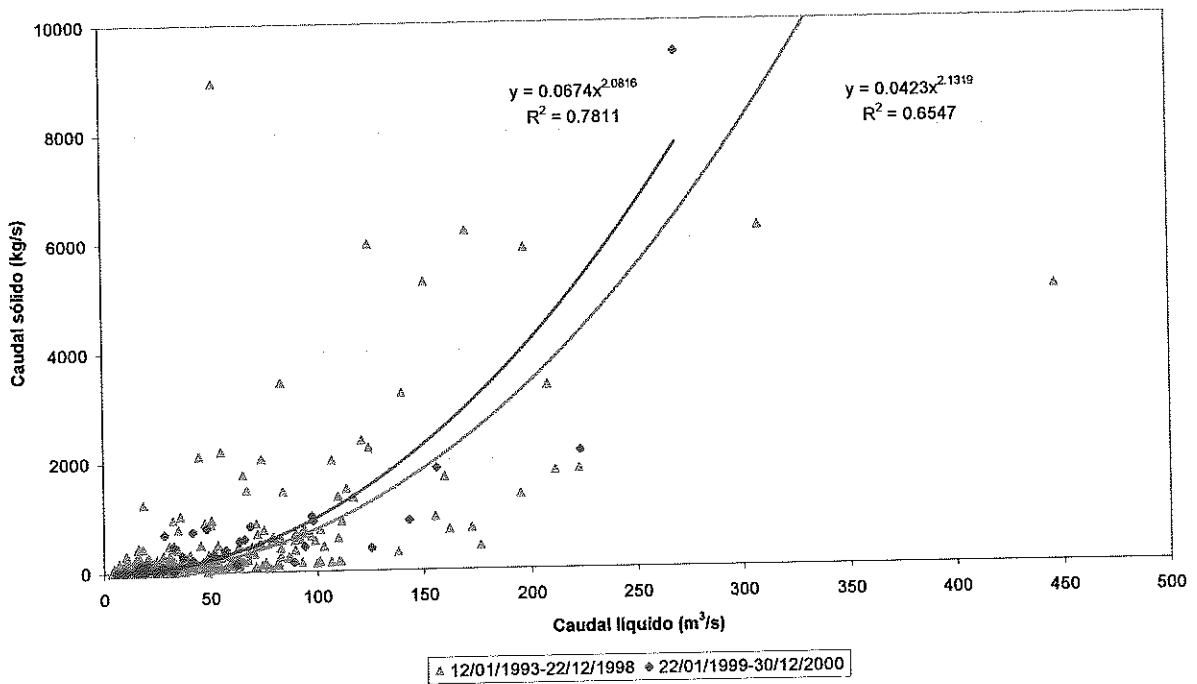


Figura N° 2.59 Relación Caudal líquido-Caudal sólido suspendido en Alarache. Período de ajuste: 12/01/1993-22/12/1998, 22/01/1999-28/02/2000

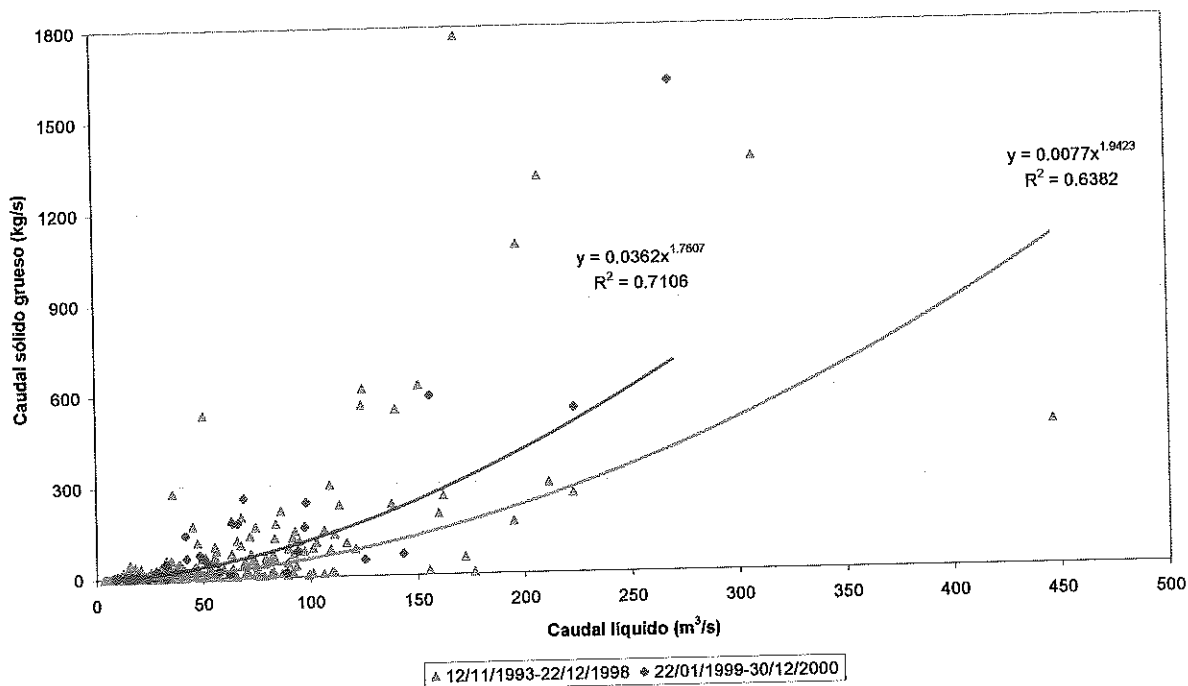


Figura N° 2.60 Relación Caudal líquido-Caudal sólido grueso en Alarache. Período de ajuste: 12/01/1993-22/12/1998, 22/01/1999-28/02/2000

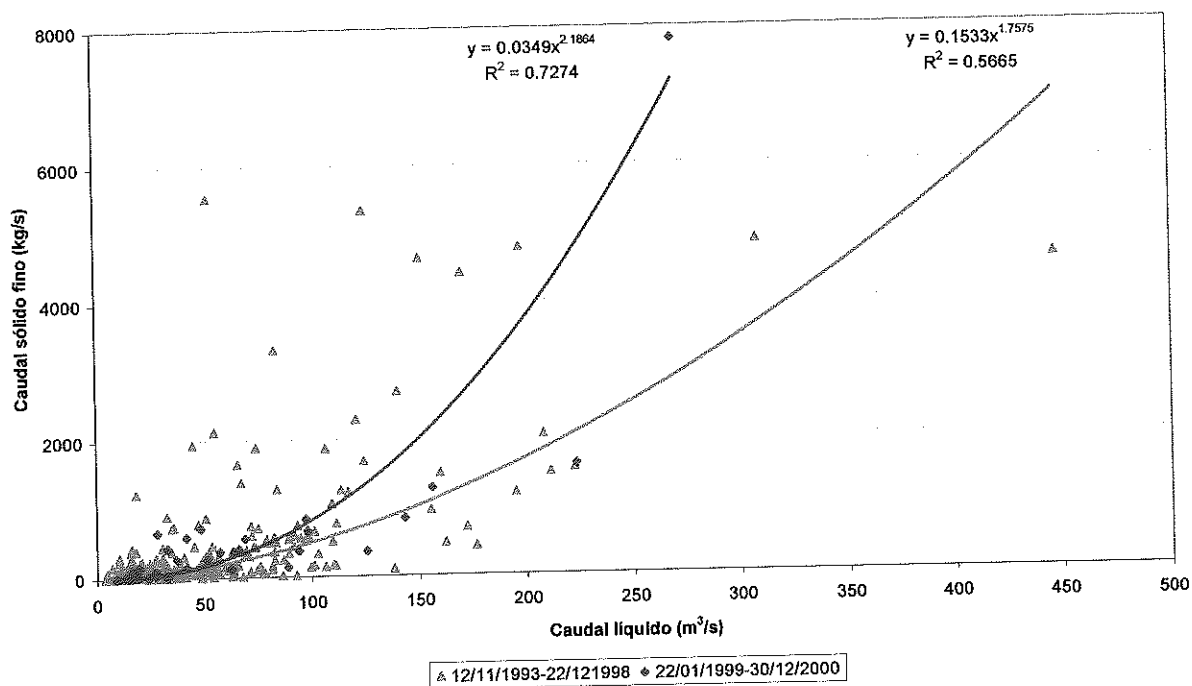


Figura N° 2.61 Relación Caudal líquido-Caudal sólido fino en Alarache. Período de ajuste: 12/01/1993-22/12/1998, 22/01/1999-28/02/2000

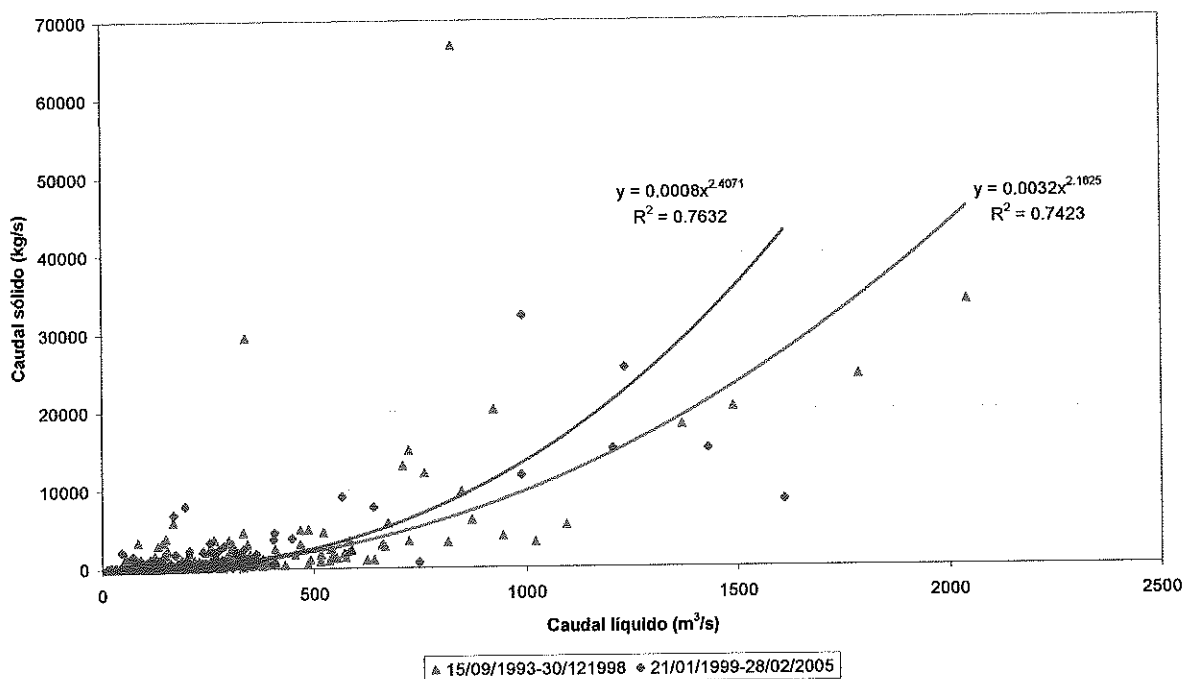


Figura N° 2.62 Relación Caudal líquido-Caudal sólido suspendido en Balapuca. Período de ajuste: 15/09/1993-30/12/1998, 21/01/1999-28/02/2005

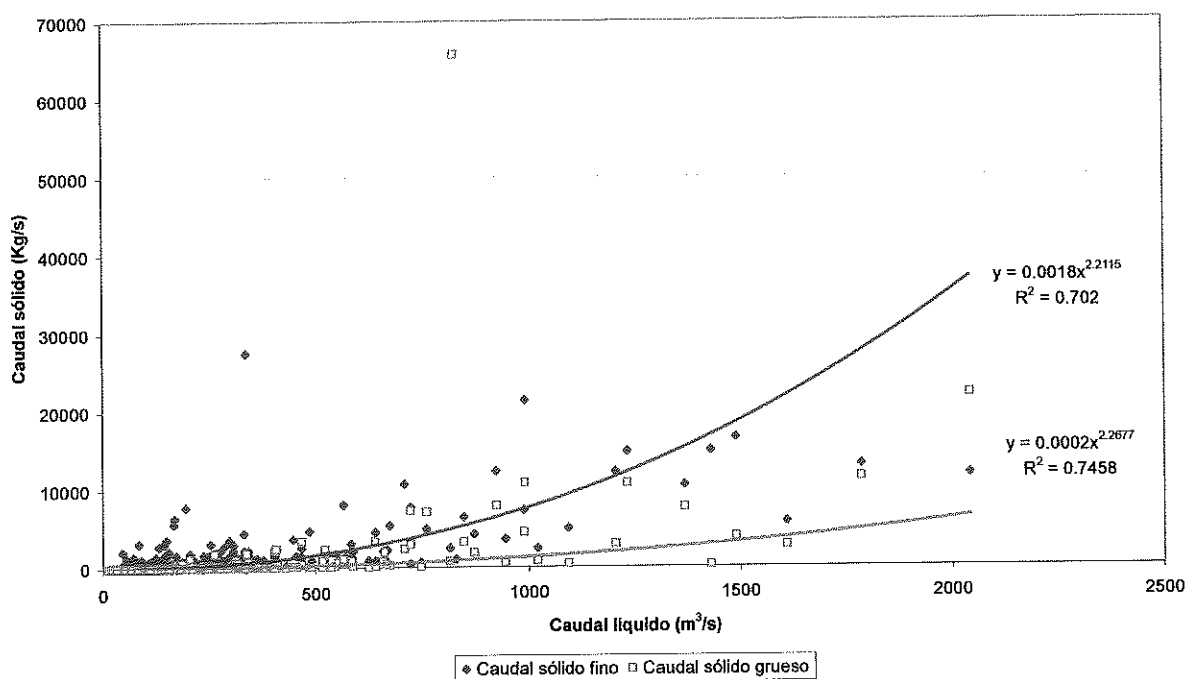


Figura N° 2.63 Relación Caudal líquido-Caudal sólido fino y grueso en Balapuca. Período de ajuste: 15/09/1993-28/02/2005

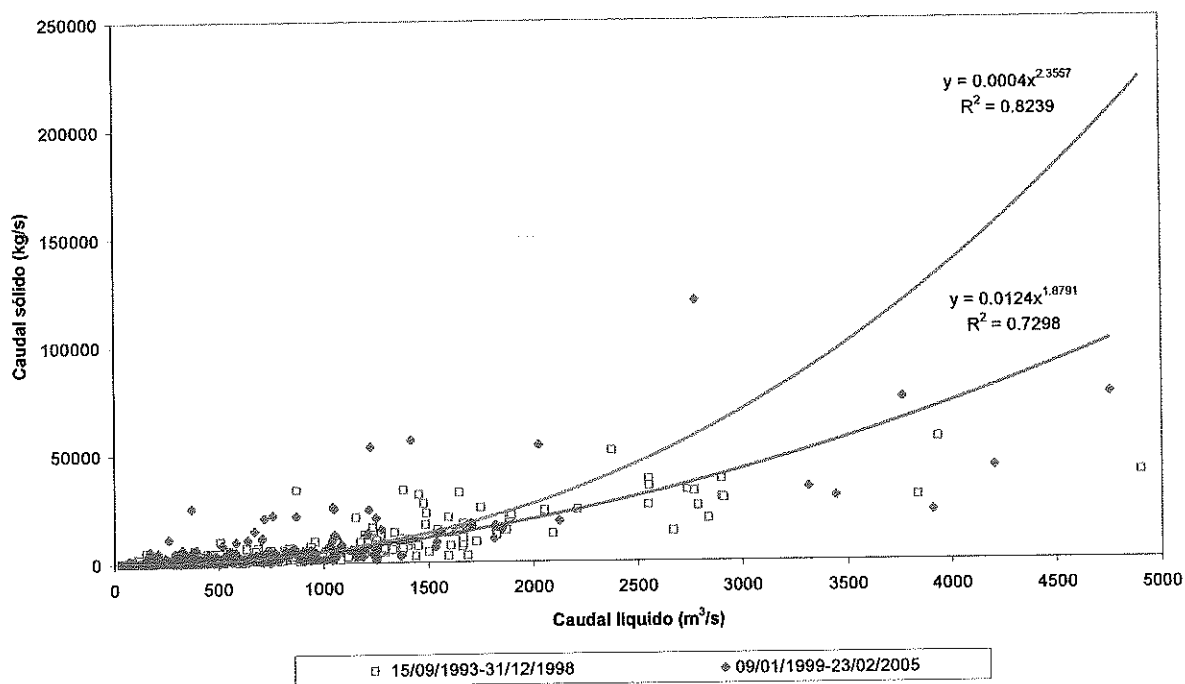


Figura N° 2.64 Relación Caudal líquido-Caudal sólido suspendido en Pozo Sarmiento. Período de ajuste: 15/09/1993-31/12/1998, 01/01/1999-28/02/2005

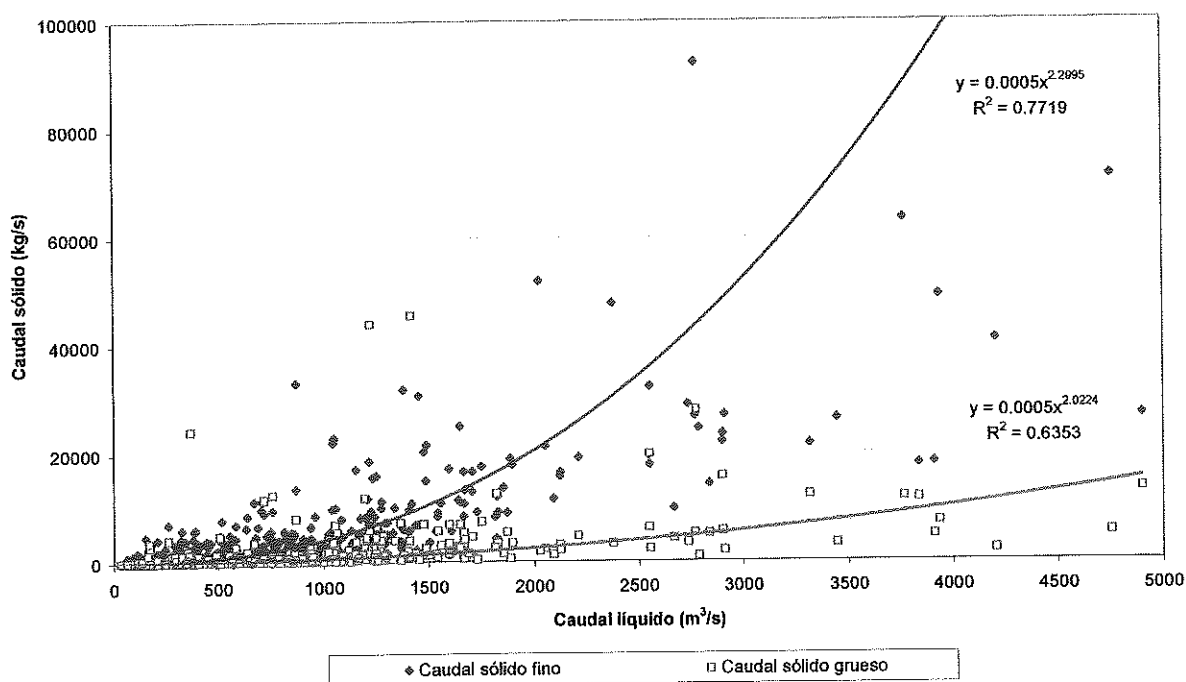


Figura N° 2.65 Relación Caudal líquido-Caudal sólido fino y grueso en Pozo Sarmiento. Período de ajuste: 15/09/1993-28/02/2005

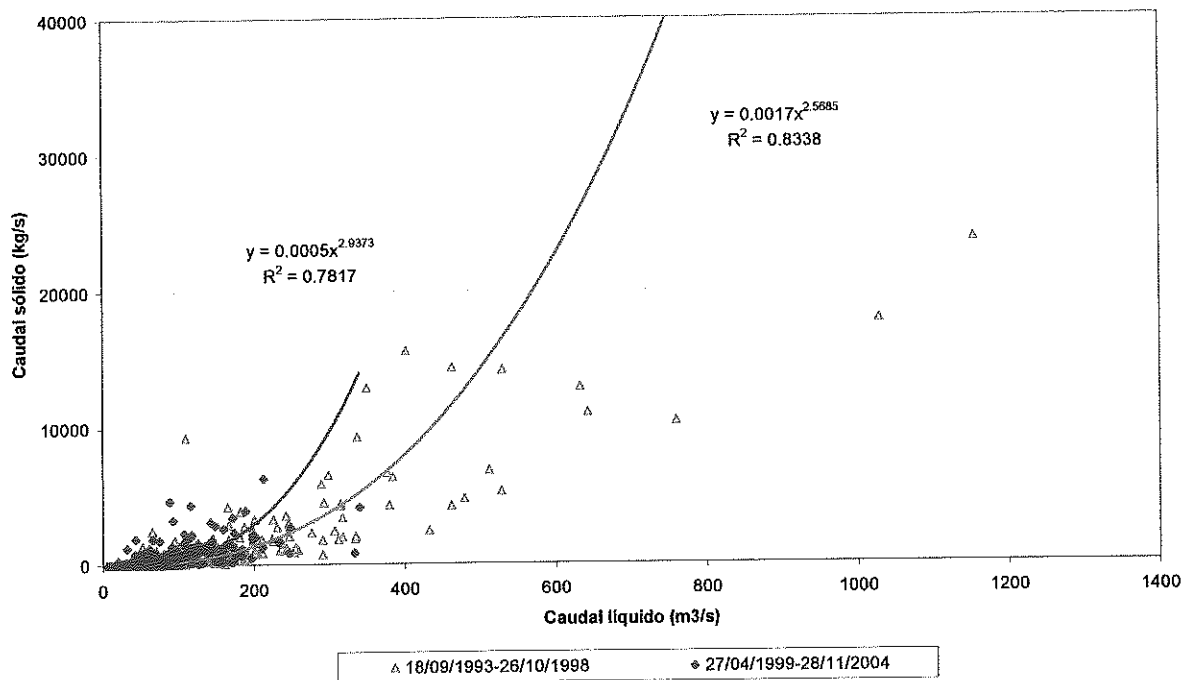


Figura N° 2.66 Relación Caudal líquido-Caudal sólido suspendido en Cuatro Cedros. Período de ajuste: 18/09/1993-26/10/1998, 27/04/1999-28/11/2004

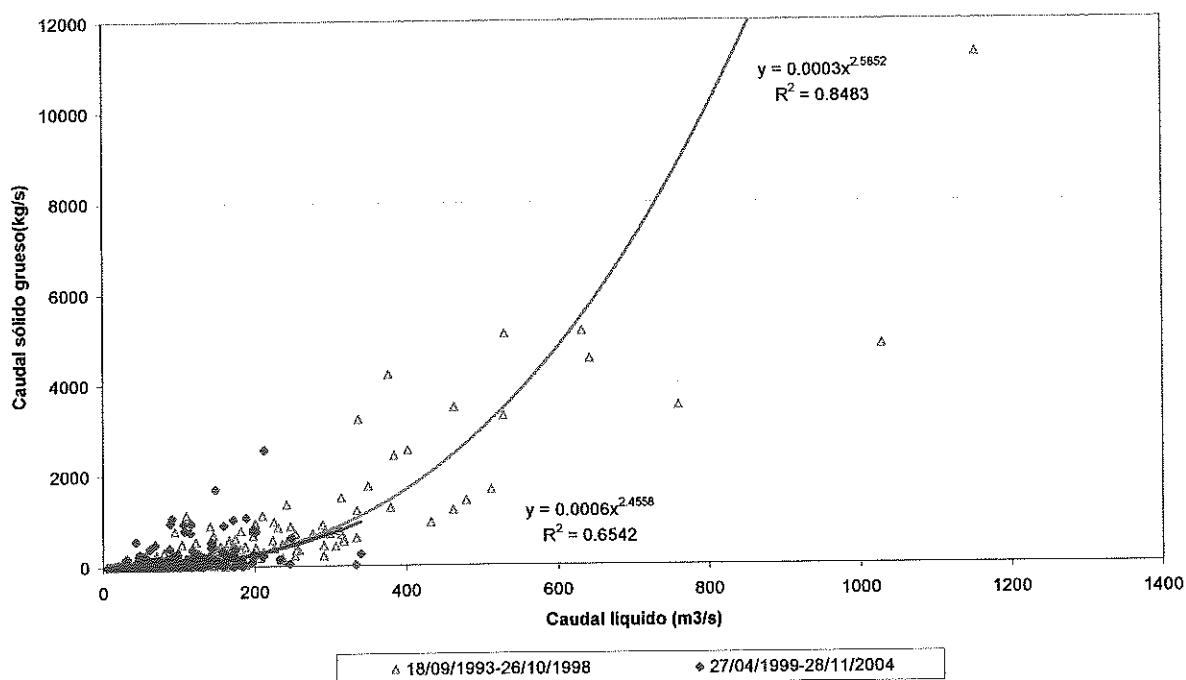


Figura N° 2.67 Relación Caudal líquido-Caudal sólido grueso en Cuatro Cedros. Período de ajuste: 18/09/1993-26/10/1998, 27/04/1999-28/11/2004

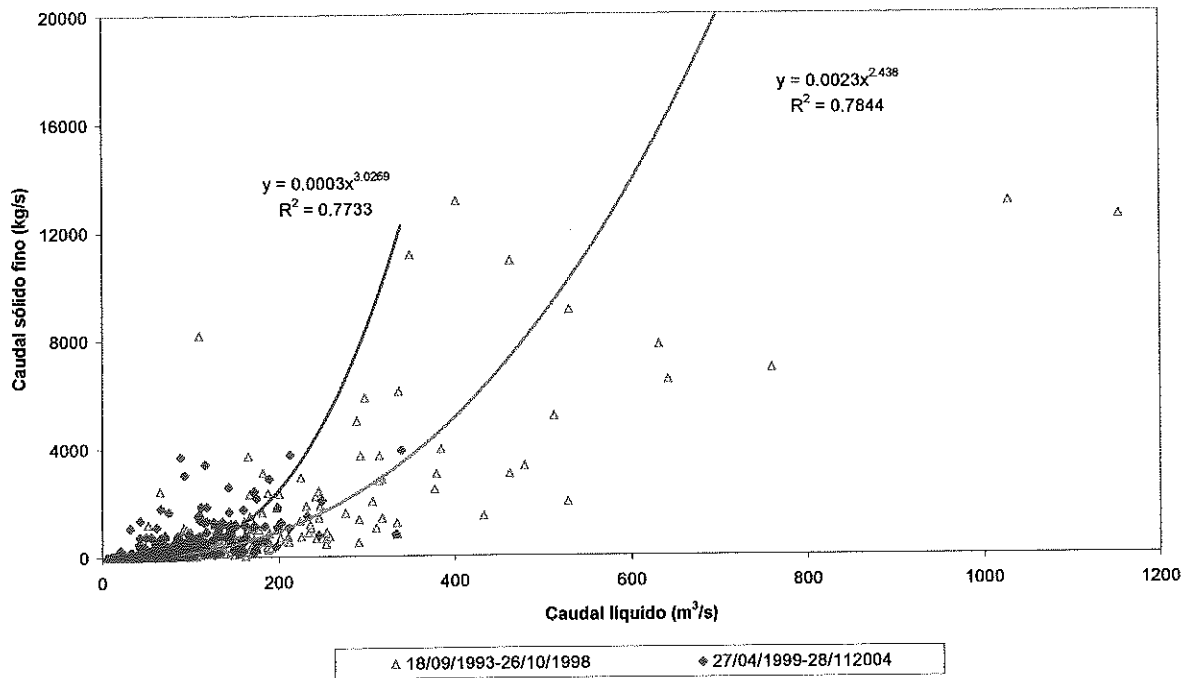


Figura N° 2.68 Relación Caudal líquido-Caudal sólido fino en Cuatro Cedros. Período de ajuste: 18/09/1993-26/10/1998, 27/04/1999-28/11/2004

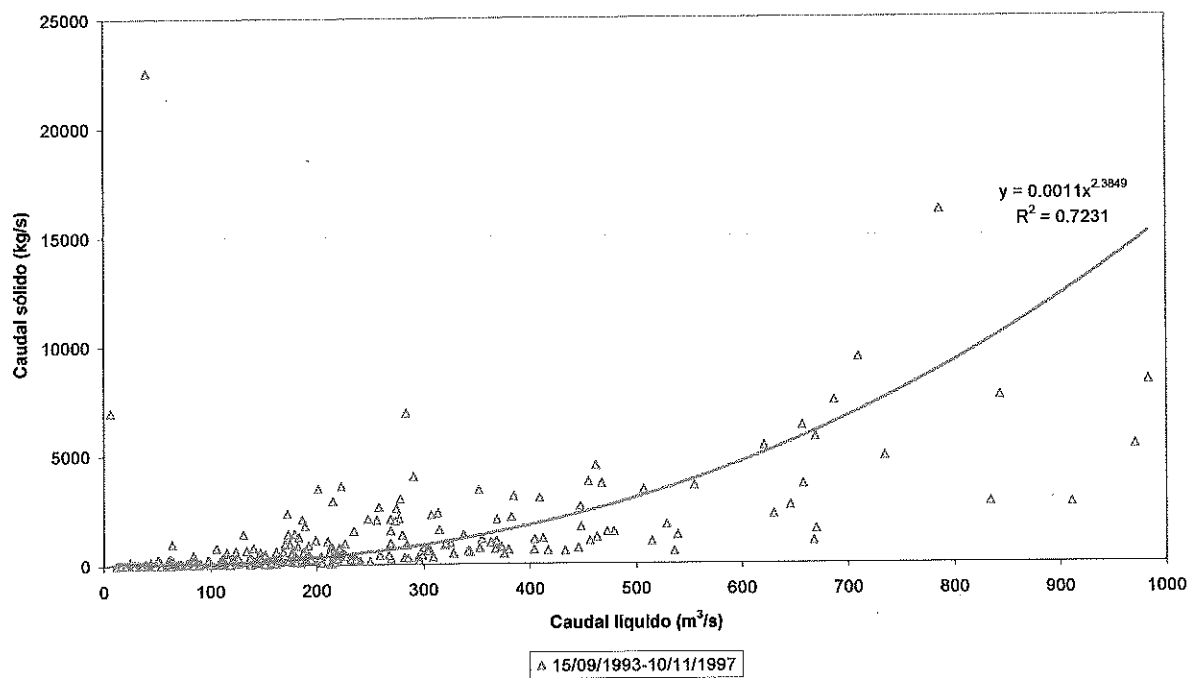


Figura N° 2.69 Relación Caudal líquido-Caudal sólido suspendido en San Telmo. Período de ajuste: 15/09/1993-10/11/1997

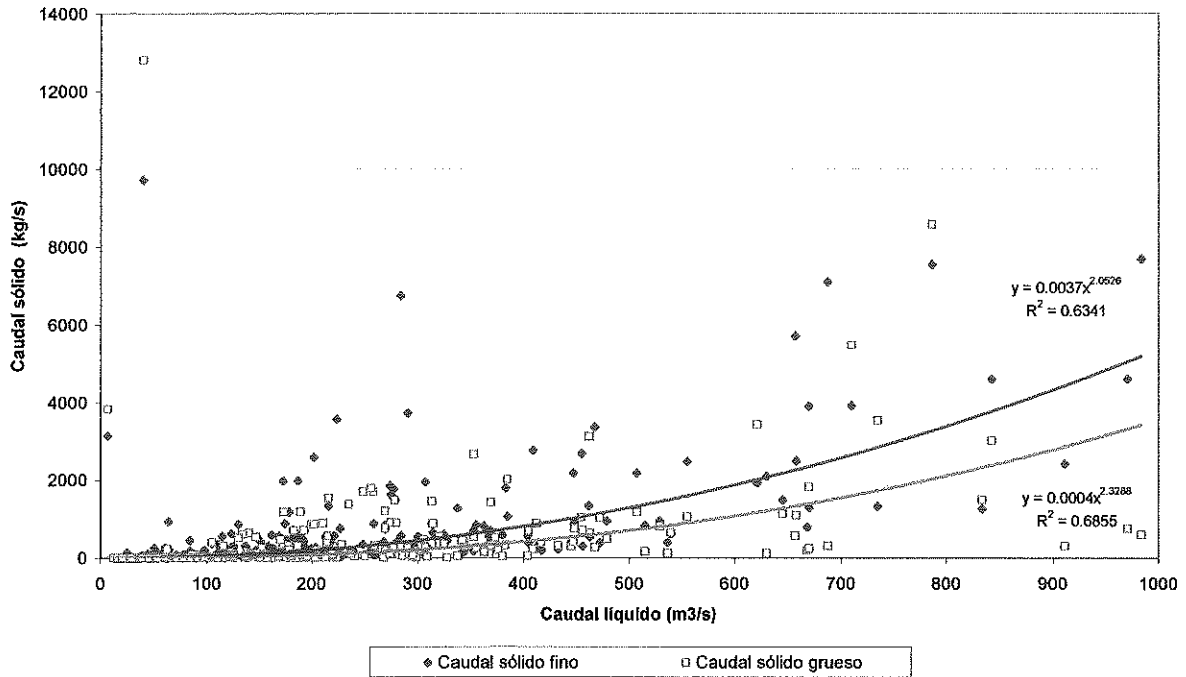


Figura N° 2.70 Relación Caudal líquido-Caudal sólido suspendido fino y grueso en San Telmo. Período de ajuste: 15/09/1993-10/11/1997

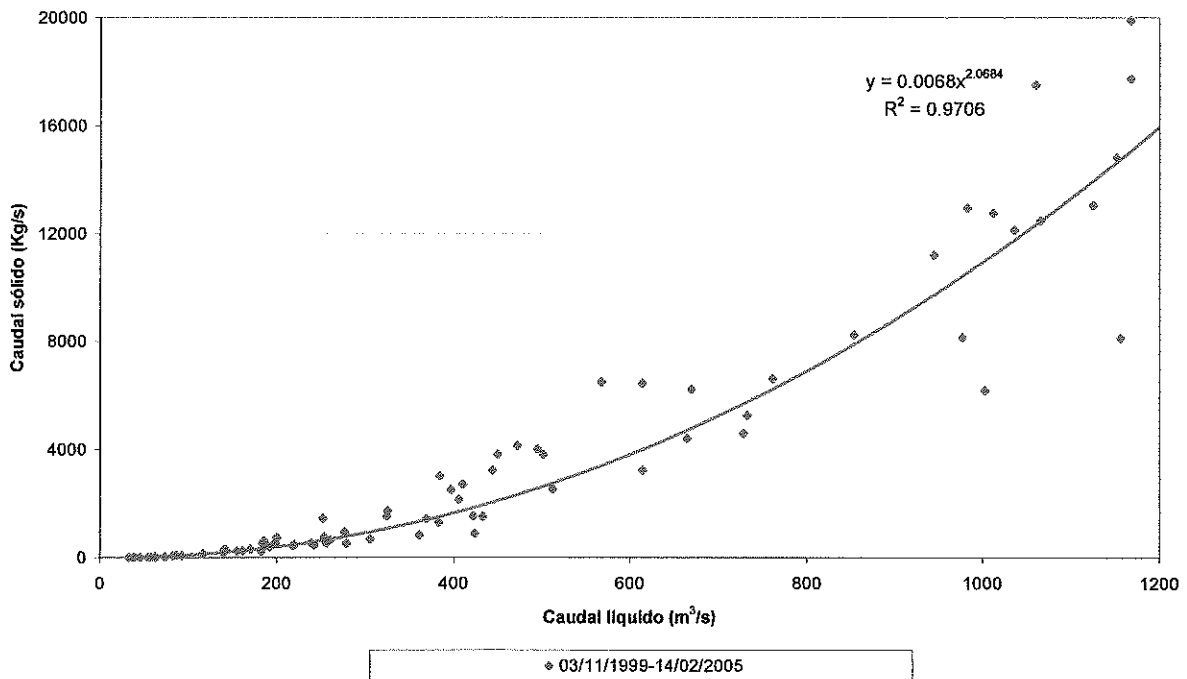


Figura N° 2.71 Relación Caudal líquido-Caudal sólido suspendido en El Colorado. Período de ajuste: 03/11/1993-14/02/2005

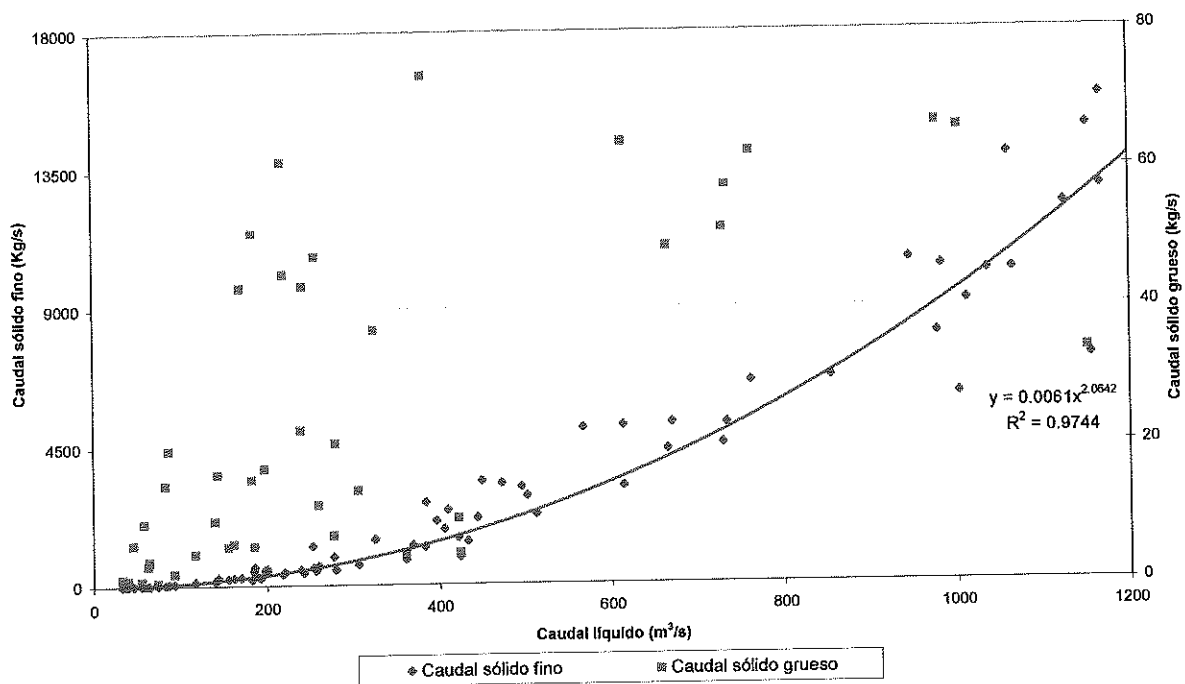


Figura N° 2.72 Relación Caudal líquido-Caudal sólido suspendido fino y grueso en El Colorado. Período de ajuste: 03/11/1993-14/02/2005

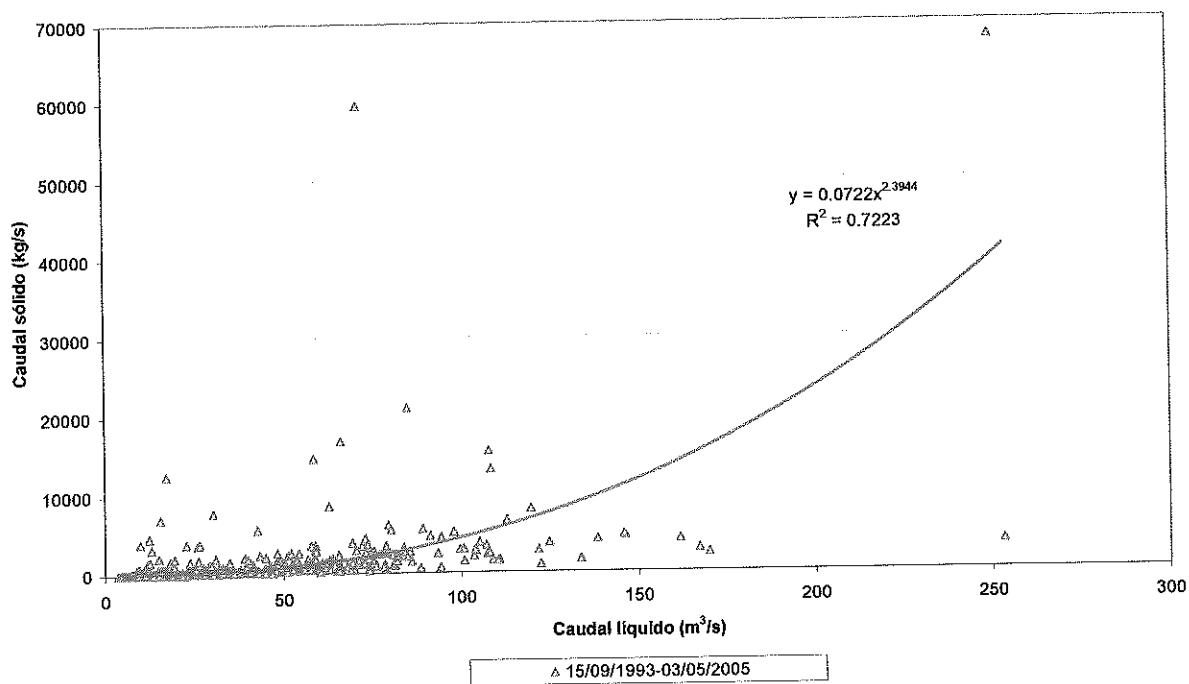


Figura N° 2.73 Relación Caudal líquido-Caudal sólido suspendido en San José. Período de ajuste: 05/09/1993-03/05/2005

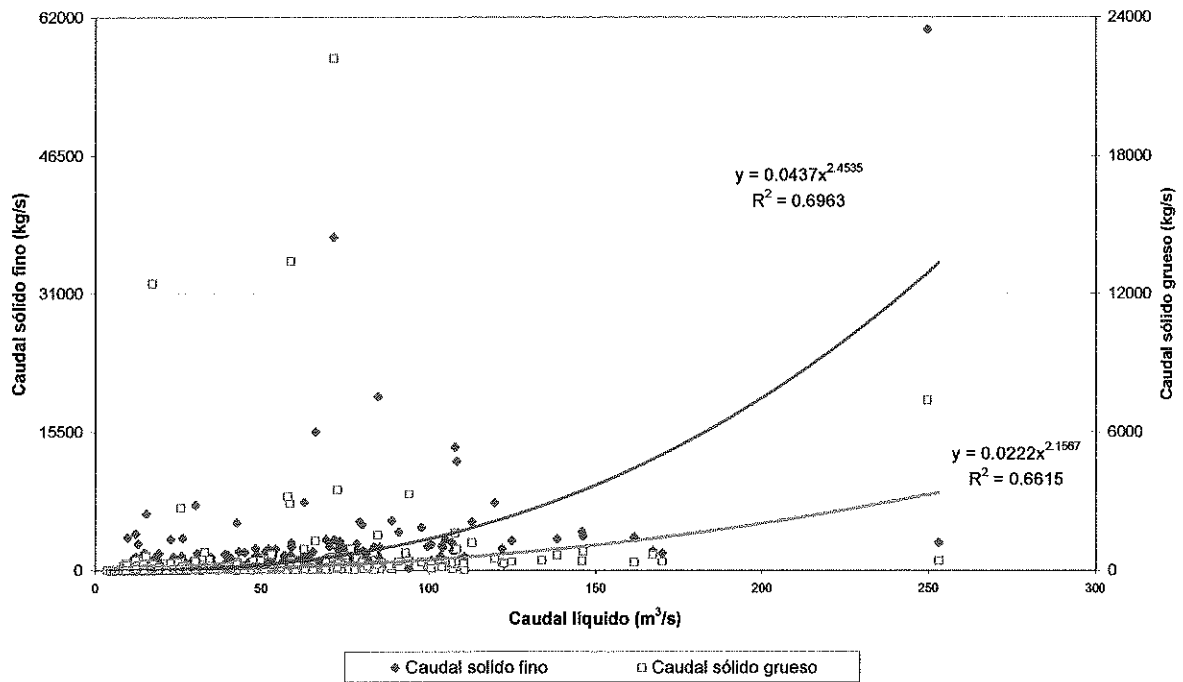


Figura N° 2.74 Relación Caudal líquido-Caudal sólido suspendido fino y grueso en San José. Período de ajuste: 05/09/1993-03/05/2005

La Tabla N° 2.19 resume las relaciones analíticas establecidas para caracterizar la descarga sólida de los ríos en las estaciones estudiadas. En ella se incluye el ajuste de los datos en el período total disponible y los ajustes parciales efectuados. A diferencia de lo observado en las relaciones altura-caudal, los coeficientes de regresión de las curvas de tendencia propuestas no manifiestan diferencia sensible cuando se consideran los distintos períodos de análisis y son en general relativamente bajos. La excepción se presenta en los aforos de Aguas Blancas, caso en el que  $r^2$  alcanza valores superiores a 0.80.

Estación	Período Ajuste	Relación Caudal líquido-Caudal sólido	R <sup>2</sup>	Relación Caudal líquido-Caudal sólido grueso	R <sup>2</sup>	Relación Caudal líquido-Caudal sólido fino	R <sup>2</sup>
Aguas Blancas (Bermejo)	15/09/1993-28/02/2005	$y = 0.0009x^{2.416}$	0.83	$y = 0.0031x^2 + 2.0089x - 231.39$	0.66	$y = 0.0024x^2 + 4.9484x - 335.67$	0.53
	15/09/1993-17/12/1998	$y = 0.0011x^{2.3588}$	0.82				
	01/01/1999-28/02/2005	$y = 0.0006x^{2.4859}$	0.84				
Balapuca (Bermejo)	15/09/1993-28/02/2005	$y = 0.0016x^{2.2795}$	0.75	$y = 0.0002x^{2.2877}$	0.75	$y = 0.0018x^{2.2115}$	0.7
	15/09/1993-30/12/1998	$y = 0.0032x^{2.1625}$	0.74				
	21/01/1999-28/02/2005	$y = 0.0008x^{2.4071}$	0.76				
Alarache (Bermejo)	12/11/1993-28/02/2005	$y = 0.0429x^{2.1347}$	0.67	$y = 0.0082x^{1.9491}$	0.64	$y = 0.1338x^{1.7998}$	0.58
	12/11/1993-22/12/1998	$y = 0.0423x^{2.1319}$	0.65				
	22/01/1999-30/12/2000	$y = 0.0674x^{2.0816}$	0.78				
Pozo Sarmiento (Bermejo)	15/09/1993-23/02/2005	$y = 0.0016x^{2.1735}$	0.78	$y = 0.005x^{2.0224}$	0.64	$y = 0.0005x^{2.2995}$	0.78
	15/09/1993-31/12/1998	$y = 0.0004x^{2.3557}$	0.82				
	09/01/1999-23/02/2005	$y = 0.0124x^{1.8791}$	0.73				
El Colorado (Bermejo)	03/11/1993-14/02/2005	$y = 0.0068x^{2.0684}$	0.97			$y = 0.0061x^{2.0642}$	0.97
Cuatro Cedros (Pescado)	15/09/1993-28/11/2004	$y = 0.0011x^{2.685}$	0.81	$y = 0.0004x^{2.5148}$	0.77	$y = 0.0009x^{2.666}$	0.78
	18/09/1993-26/10/1998	$y = 0.0017x^{2.6885}$	0.83				
	27/04/1999-28/11/2004	$y = 0.0005x^{2.9373}$	0.78				
San José (Iruya)	15/09/1993-03/05/2005	$y = 0.0722x^{2.3944}$	0.72	$y = 0.0222x^{2.1567}$	0.66	$y = 0.0437x^{2.4535}$	0.7
San Telmo (Tarija)	15/09/1993-10/11/1997	$y = 0.0011x^{2.3849}$	0.72	$y = 0.0004x^{2.3288}$	0.69	$y = 0.0037x^{2.0526}$	0.63
Caimancito (San Francisco)	15/09/1993-13/09/1995	$y = 0.0108x^{2.1381}$	0.73				

Tabla N° 2.19 Relaciones Caudal líquido-Caudal sólido suspendido establecidas para ríos de la cuenca del Río Bermejo

### 3. ANÁLISIS DEL TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EN EL SISTEMA BERMEJO

La concentración media de los sedimentos del río Bermejo (7 a 8 kg/m<sup>3</sup>) es una de las más altas del mundo. La descarga anual de sedimentos se estima en el orden de los 80 a 100 millones de toneladas. La mayor parte de los sedimentos es arrastrada durante los grandes picos de crecientes, como consecuencia de intensos procesos erosivos que ocurren fundamentalmente sobre depósitos no consolidados, ubicados principalmente en las cuencas de los ríos Iruya y San Francisco. Se estima que el sistema Iruya-Pescado contribuye con volúmenes próximos al 50 %, el del San Francisco con un 25 %, y el del Bermejo-Tarija con el

restante 25 % del total de sedimentos (Fuente: Comisión Binacional para el Desarrollo de la Alta Cuenca del Río Bermejo y el Río Grande de Tarija)

Estudios antecedentes (Brea, Busquets, Spalletti, 1996) han establecido que el aporte de sólidos suspendidos del río Bermejo constituye un 70% de la carga sólida del río Paraná en la estación Corrientes considerando la serie de registros disponible a la fecha de realización de esos estudios. Los autores consignaron que aproximadamente el 80% de la carga en suspensión aportada al Bermejo Superior en la Junta de San Francisco proviene de la Subcuenca Bermejo Superior y el 20 % restante de la Subcuenca San Francisco. Considerando la serie de aforos sólidos en Pozo Sarmiento y en Caimancito obtuvieron para la primera un transporte en suspensión medio de 70508100 toneladas al año (79%) y para la segunda uno de 18901200 toneladas anuales (21%) lo que totaliza 89409300 toneladas anuales.

Posteriormente, los mismos autores analizaron la influencia de la variación de la carga sedimentaria del río Bermejo en el Sistema Paraguay - Paraná - de la Plata en "Generación y transporte de sedimentos en la alta cuenca del río Bermejo. Impacto en la Hidrovía, Delta del Paraná y Río de la Plata" y efectuaron un balance aportes sólidos en el sistema a partir de la información básica disponible en las estaciones de la red hasta 1999. Considerando a la estación Itatí como representativa de las condiciones del río Paraná aguas arriba de la confluencia con el Paraguay y a Puerto Pilcomayo en el Paraguay mostraron que en valores medios, el Bermejo aporta el 81% de la carga sólida total del río Paraná (sección túnel) y el Paraguay aporta el 6%.

El balance de material transportado en suspensión a través del sistema Bermejo a partir de los caudales sólidos aforados y de los datos consignados en el anuario sedimentológico publicado por Agua y Energía, (1991) para el Bermejo Superior y el San Francisco estableció los valores de caudal sólido en suspensión anual que se reproducen en el cuadro que sigue donde se observa que la suma del aporte del Bermejo Superior y del San Francisco resulta casi coincidente con el correspondiente al Bermejo Inferior en El Colorado:

Río	Estación	Caudal sólido total (miles de toneladas por año)
Bermejo Superior	Z. del Tigre - P. Sarmiento	87199
San Francisco	Caimancito	25159
Bermejo Inferior	El Colorado	106913
Paraguay	Puerto Pilcomayo	8125
Paraná	Itatí	8005
Paraná	Túnel	99477

La Estadística Hidrológica hasta 1990 (Agua y Energía Eléctrica, 1991) consigna los valores anuales de material sólido en suspensión que se reproducen en la Tabla N° 3.1 para las estaciones de interés en el Sistema Bermejo.

Como lo ilustra la tabla, los valores anuales reportados por A y E corresponden a periodos de registro disimiles. En particular para el río Iruya se consigan apenas 2 valores anuales (años 1971/72 y 1978/79) para la estación El Angosto y 9 años para la Estación San José (1980/81-1988/89).

Considerando los datos correspondientes al periodo informado en la estación San José del río Iruya los porcentajes de distribución de aportes sólidos calculados como promedio en el periodo se muestran en la Tabla N° 3.2. La distribución porcentual obtenida se presenta en el gráfico de la Figura N° 3.1

RÍO SAN FRANCISCO		RÍO BERMEJO		RÍO BERMEJO		RÍO GRANDE DE TARIJA		RÍO IRUYA		RÍO IRUYA		RÍO PESCADO	
ESTACIÓN CAIMANCITO		ESTACIÓN ZANJA DEL TIGRE		ESTACIÓN AGUAS BLANCAS		ESTACIÓN SAN TELMO		ESTACIÓN EL ANGOSTO		ESTACIÓN SAN JOSE		ESTACIÓN CUATRO CEDROS	
AÑO	APORTE ANUAL	AÑO	APORTE ANUAL	AÑO	APORTE ANUAL	AÑO	APORTE ANUAL	AÑO	APORTE ANUAL	AÑO	APORTE ANUAL	AÑO	APORTE ANUAL
45-46		45-46	15895	45-46	2793	67-68	11323	71-72		80-81	12674	67-68	3134
46-47		46-47	40369	46-47	9710	68-69	4024	72-73	33954	81-82	15359	68-69	898
47-48		47-48	24312	47-48	3815	69-70	8425	73-74		82-83	3962	69-70	346
48-49	26559	48-49	55710	48-49	6699	70-71	16380	74-75	45%	83-84	17182	70-71	5657
49-50	25217	49-50	76879	49-50	13537	71-72	5739	75-76		84-85	15274	71-72	3991
50-51	6027	50-51	56407	50-51	9039	72-73	21234	76-77		85-86	19518	72-73	5697
51-52	11488	51-52	53864	51-52	3141	73-74	4054	77-78		86-87	14364	73-74	
52-53	6465	52-53		52-53	2829	74-75	11659	78-79	36729	87-88		74-75	7656
53-54	8250	53-54	68387	53-54	7395	75-76	11529	79-80		88-89	6685	75-76	11241
54-55	38584	54-55	153720	54-55		76-77	9948	80-81				76-77	
55-56	4763	55-56	31632	55-56	5734	77-78	8901	81-82				77-78	7222
56-57		56-57	42692	56-57	8397	78-79	14894	82-83				78-79	3582
57-58	13886	57-58	42198	57-58	7742	79-80	20326	83-84				79-80	
58-59		58-59	90947	58-59		80-81		84-85				80-81	
59-60		59-60	176795	59-60		81-82		85-86				81-82	
60-61	32536	60-61	69918	60-61	6315	82-83		86-87				82-83	2033
61-62	5268	61-62	33211	61-62	3626	83-84	49732	87-88				83-84	
62-63	23276	62-63	91972	62-63	5533	84-85		88-89				84-85	13453
63-64		63-64	29573	63-64	4487	85-86						85-86	6031
64-65	8749	64-65	15169	64-65	1606	86-87	14938					86-87	5145
65-66	5964	65-66	18090	65-66	4314	87-88						87-88	
66-67	6343	66-67	39404	66-67	10953	88-89	14840					88-89	3603
67-68	9394	67-68	50914	67-68	10050								
68-69	13464	68-69	43198	68-69	5370								
69-70	5166	69-70	23709	69-70	3845								
70-71	23990	70-71	59666	70-71	4319								
71-72	4156	71-72	50809	71-72	3735								
72-73	30984	72-73	53717	72-73	10365								
73-74	42855	73-74	118257	73-74	22202								
74-75	25360	74-75	68411	74-75	13269								
75-76		75-76	82803	75-76	12959								
76-77	1510	76-77	126072	76-77	7715								

RÍO SAN FRANCISCO		RÍO BERMEJO		RÍO BERMEJO		RÍO GRANDE DE TARIJA		RÍO IRUYA		RÍO IRUYA		RÍO PESCADO	
ESTACIÓN CAIMANCITO		ESTACIÓN ZANJA DEL TIGRE		ESTACIÓN AGUAS BLANCAS		ESTACIÓN SAN TELMO		ESTACIÓN EL ANGOSTO		ESTACIÓN SAN JOSE		ESTACIÓN CUATRO CEDROS	
AÑO	APORTE ANUAL	AÑO	APORTE ANUAL	AÑO	APORTE ANUAL	AÑO	APORTE ANUAL	AÑO	APORTE ANUAL	AÑO	APORTE ANUAL	AÑO	APORTE ANUAL
77-78		77-78	63397	77-78	6174								
78-79	14251	78-79	92505	78-79	14049								
79-80		79-80	87320	79-80	10328								
80-81		80-81	167696	80-81	22748								
81-82		81-82	117646	81-82	10307								
82-83		82-83	29661	82-83	3715								
83-84	107558	83-84	169711	83-84	17149								
84-85		84-85	147747	84-85									
85-86	16669	85-86	83584	85-86									
86-87	25123	86-87		86-87	11395								
87-88		87-88		87-88	13207								
88-89	4281	88-89	26876	88-89	4950								
PROMEDIO REGISTRO													
18901		70508		8347		14247		35341		13127		5313	

Tabla N° 3.1 Valores anuales de aporte sólido en ríos de la cuenca del Río Bermejo. Fuente: Ay E, 1991

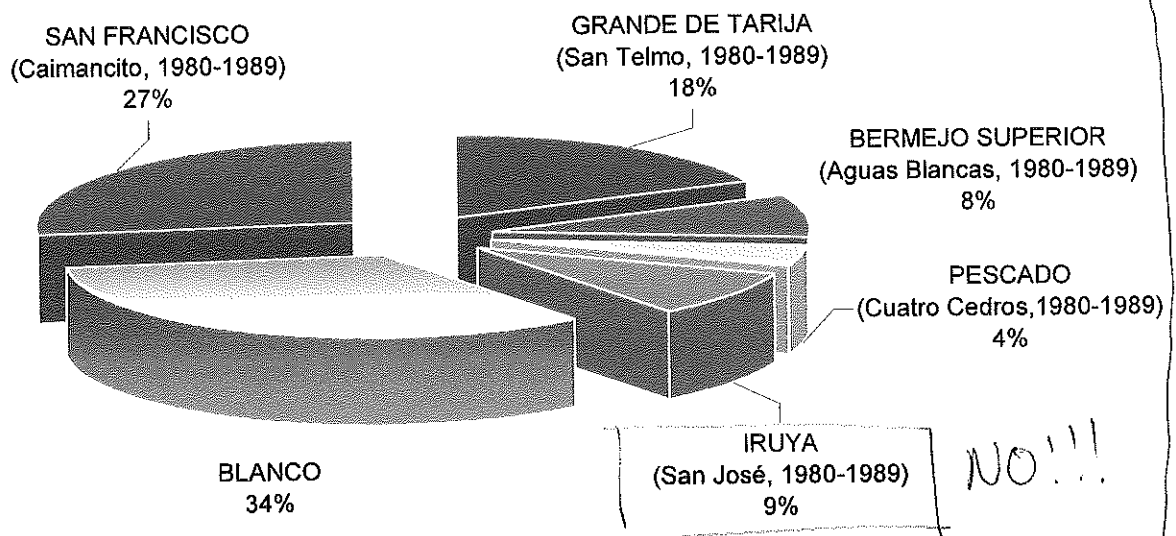


Figura N° 3.1 Aportes de sólidos suspendidos de los afluentes de la cuenca alta del Río Bermejo - Valores promedio en el Período 1980-1989 (a partir de los datos de A y E)

RÍO	LUGAR	PERÍODO	Aporte total promedio (miles de toneladas)	Porcentaje del Total
Bermejo	Zanja del Tigre	1980-1989	106131.5	73%
San Francisco	Caimancito	1980-1989	38407.7	27%
RÍO	LUGAR	PERÍODO	Aporte total promedio (miles de toneladas)	Porcentaje del Total
Grande de Tarija	San Telmo	1980-1989	26503.0	18%
Bermejo Superior	Aguas Blancas	1980-1989	11924.5	8%
Pescado	Cuatro Cedros	1980-1989	6052.9	4%
Iruya	San José	1980-1989	13127.3	9%
Blanco		1980-1989	48523.8	34%
San Francisco	Caimancito	1980-1989	38407.7	27%

43%

Tabla N° 3.2 Distribución porcentual de aporte sólido en suspensión promedio en el período 1980/89 en la cuenca del río Bermejo a partir de los datos de A y E (sobre la base de los datos de San José para el Río Iruya)

Si se consideran los datos correspondientes a la estación El Angosto como representativos de las condiciones de transporte del Río Iruya, sólo es posible estimar la distribución porcentual promedio para los años 1971/72 y 1978/79. Los valores medios calculados para todas las estaciones configuran la distribución porcentual que se presenta en la Figura N° 3.2 y se muestra en la Tabla N° 3.3.

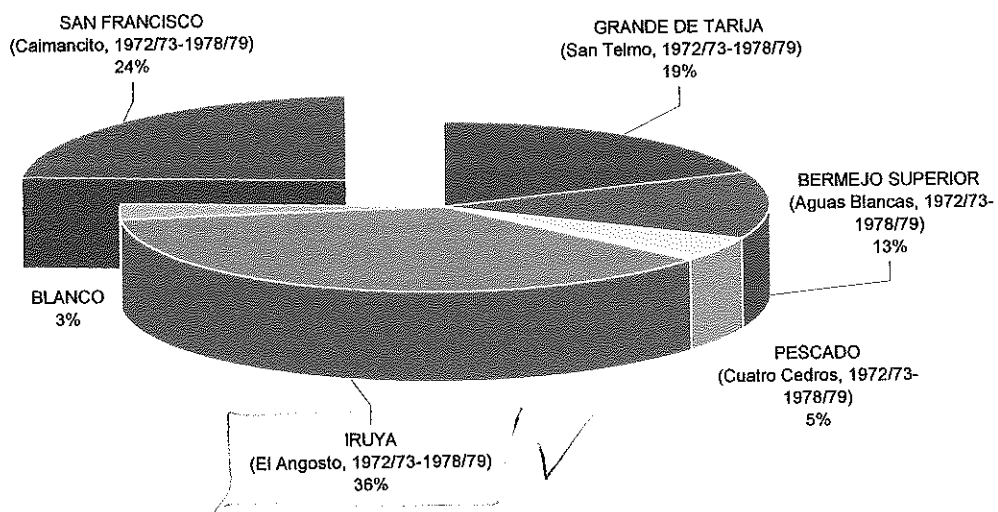


Figura N° 3.2 Aportes de sólidos suspendidos de los afluentes de la cuenca alta del Río Bermejo - Valores promedio en los años 1972/73-1978/79 (a partir de los datos de A y E)

RÍO	LUGAR	AÑOS	Aporte total promedio (miles de toneladas)	Porcentaje del Total
Bermejo	Zanja del Tigre	1972/73-1978/79	73111.0	76%
San Francisco	Caimancito	1972/73-1978/79	22617.8	24%
RÍO	LUGAR	AÑOS	Aporte total promedio (miles de toneladas)	Porcentaje del Total
Grande de Tarija	San Telmo	1972/73-1978/79	18064.3	19%
Bermejo Superior	Aguas Blancas	1972/73-1978/79	12206.8	13%
Pescado	Cuatro cedros	1972/73-1978/79	4639.3	5%
Iruya	El Angosto	1972/73-1978/79	35341.2	37%
Blanco			2859.6	3%
San Francisco	Caimancito	1972/73-1978/79	22617.8	24%

40%

*Tabla N° 3.3 Distribución porcentual de aporte sólido en suspensión promedio de los años 1972/73 y 1978/79 en la cuenca del río Bermejo a partir de los datos de A y E (sobre la base de los datos de El Angosto para el Río Iruya)*

Se advierte la importante diferencia entre los porcentajes de distribución de aportes de los ríos Iruya y Blanco que surgen al considerar estaciones diferentes en el río Iruya para caracterizar sus condiciones de carga. Para el período 1980-1989 el valor calculado a partir de los datos anuales de aporte sólido del río Iruya representa un 9% del total transportado por el río Bermejo, mientras que el valor promedio de los años 1971/72 y 1978/79 indica un 36% del aporte sólido total (El valor asignado al Río Blanco o Zenta surge de la diferencia del total parcial representado por los aportes del Bermejo Superior, Tarija, Iruya y Pescado, en ambos casos).

Por otro lado, los valores de transporte total del río Bermejo calculados, 144540 miles de toneladas anuales promedio en el período 1980/89 y 95730 miles de toneladas anuales promedio en los años 1972/73 y 1978/79 son del orden de los valores consignados en los estudios anteriores. Los porcentajes de distribución calculados para los subsistema Bermejo Superior y San Francisco difieren en no más de un 3% con los valores previamente referenciados.

A partir de la información básica hidrosedimentológica actualizada al año 2004 se buscó validar los resultados anteriores analizando globalmente el transporte de sedimentos de los principales ríos de la cuenca del Bermejo a partir de los datos originales. La metodología empleada consistió en el cálculo de los caudales medios mensuales característicos para cada estación en el período de registro y la estimación a partir de ellos de los valores medios de aporte sólido en suspensión. Para esto fueron utilizadas las relaciones experimentales que vinculan el caudal sólido total y el caudal líquido postuladas a partir del análisis de los datos de aforo sólido y que fueron presentadas en el parágrafo 2.4

Como se deduce de la Tabla N° 2.1 del capítulo 2 el período de registro de caudales medios diarios en las estaciones de interés para este análisis es variable, extendiéndose el período de mediciones comunes entre 1964 y 1997. Para este período común, se calcularon los caudales

medios mensuales promedio que se presentan en la Tabla N° 3.4. En la misma tabla se muestran los valores de caudal sólido medio mensual derivado de la aplicación de las relaciones empíricas.

Mes	Caudal medio mensual (m <sup>3</sup> /s)					Aporte sólido medio mensual (kg/s)				
	Zanja del Tigre	San Telmo	Aguas Blancas	Cuatro Cedros	Caimancito	Zanja del Tigre	San Telmo	Aguas Blancas	Cuatro Cedros	Caimancito
Enero	750.1	280.5	201.1	113.1	210.0	2839.1	757.7	330.6	358.8	996.3
Febrero	1086.9	356.7	261.0	156.5	293.2	6357.0	1344.0	620.6	858.3	2035.1
Marzo	1051.7	341.1	236.4	139.8	284.6	5918.1	1207.8	488.7	634.1	1909.2
Abril	545.1	168.2	117.6	69.7	140.3	1418.3	223.8	90.5	97.7	420.6
Mayo	214.6	71.1	47.6	27.8	67.1	187.1	28.7	10.1	8.3	86.9
Junio	118.5	40.9	27.5	15.0	46.4	51.4	7.7	2.7	1.6	39.5
Julio	82.5	29.2	20.5	10.4	37.9	23.4	3.4	1.3	0.6	25.6
Agosto	65.0	23.3	16.4	8.1	31.4	14.0	2.0	0.8	0.3	17.1
Septiembre	51.6	19.5	14.2	7.3	22.3	8.5	1.3	0.5	0.2	8.2
Octubre	61.1	25.4	17.4	8.9	16.9	12.2	2.5	0.9	0.4	4.5
Noviembre	153.0	62.5	41.9	22.6	27.0	89.6	21.1	7.5	4.8	12.4
Diciembre	368.8	157.0	105.3	56.9	64.7	606.9	189.9	69.2	56.8	80.4

Tabla N° 3.4 Caudales líquidos y sólidos medios mensuales promedio en el período 1964-1997

La totalización anual de los valores mensuales de aportes sólidos conduce a los valores que se presentan en la Tabla N° 3.5 en la que se incluye el porcentaje de distribución respecto al total conducido por el Río Bermejo. La distribución porcentual promedio para el período se presenta en la Figura N° 3.3.

RÍO	LUGAR	AÑOS	Aporte total promedio (miles de toneladas)	Porcentaje del Total
Bermejo	Zanja del Tigre	1964-1997	46057.3	76%
San Francisco	Caimancito	1964-1997	14811.3	24%
RÍO	LUGAR	AÑOS	Aporte total promedio (miles de toneladas)	Porcentaje del Total
Grande de Tarija	San Telmo	1964-1997	9960.0	16%
Bermejo Superior	Aguas Blancas	1964-1997	4267.0	7%
Pescado	Cuatro cedros	1964-1997	5313.0	9%
Iruya+Blanco		1964-1997	26518.0	44%
San Francisco	Caimancito	1964-1997	14811.0	24%

71 79  
8 8  
6 5  
50% 59  
19 18

Tabla N° 3.5 Distribución porcentual promedio en el período 1964-1997 de aporte sólido en suspensión en la cuenca del río Bermejo a partir de los datos de aforo

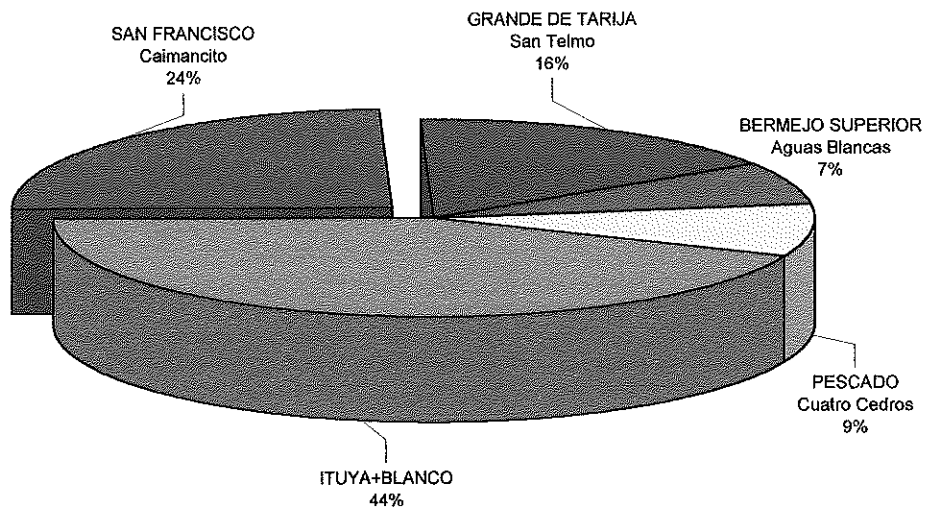


Figura N° 3.3 Distribución porcentual de aporte de sólidos suspendidos de los afluentes de la cuenca alta del Río Bermejo (Valores promedio en el período 1964-1997)

Se destaca que no se discriminan los aportes correspondientes a los ríos Iruya y Blanco ya que no se cuenta con información de caudales en esas estaciones que permitan el establecimiento de los valores medios. Sin embargo, y a pesar de las limitaciones de la metodología empleada que implica suponer la validez de las relaciones caudal líquido-caudal sólido más allá de su rango de determinación y de la gran variabilidad inherente a los propios datos los resultados obtenidos manifiestan acuerdo con los estimados anteriormente para períodos diferentes en cuanto a los porcentajes de distribución de las cargas provenientes de los distintos ríos.

No obstante el valor de carga sólida media anual del Río Bermejo para el período 1964-1997 (de 61 millones de toneladas anuales) resulta entre un 30 y un 50% inferior a las estimaciones precedentes.

Aún cuando no se ha efectuado un análisis exhaustivo de los signos de variabilidad climática en el régimen de precipitaciones y caudales, puede verse en la Figura N° 3.4 que muestra la evolución de los módulos anuales en el período señalado, una clara señal de incremento de los valores medios a partir de mediados de la década del 70. La misma observación puede ser efectuada a partir del análisis de los montos pluviométricos totales anuales presentado en la Figura N° 2.10 del párrafo 2.11. Este incremento, ya fuertemente establecido en los 80 ( en coincidencia con lo que ocurre con los otros sistemas que integran la Cuenca del Plata) justifica la adopción de un período más restringido para un análisis complementario que dé cuenta de las condiciones de transporte en el sistema más próximas a la realidad.

En la Tabla N° 3.6 se presentan los valores calculados de caudales medios mensuales líquidos y sólidos para el subperíodo 1980-1997. En esta tabla se incluyeron los valores de caudales medios mensuales del Río Iruya en la estación San José consignados en la Estadística Hidrológica del Siglo XX de Evarsa S.A. para el período 1989-1997.

Los valores presentados conducen a la distribución porcentual de aporte sólido en suspensión que se muestra en la Tabla N° 3.7 y se presenta gráficamente en la Figura N° 3.5.

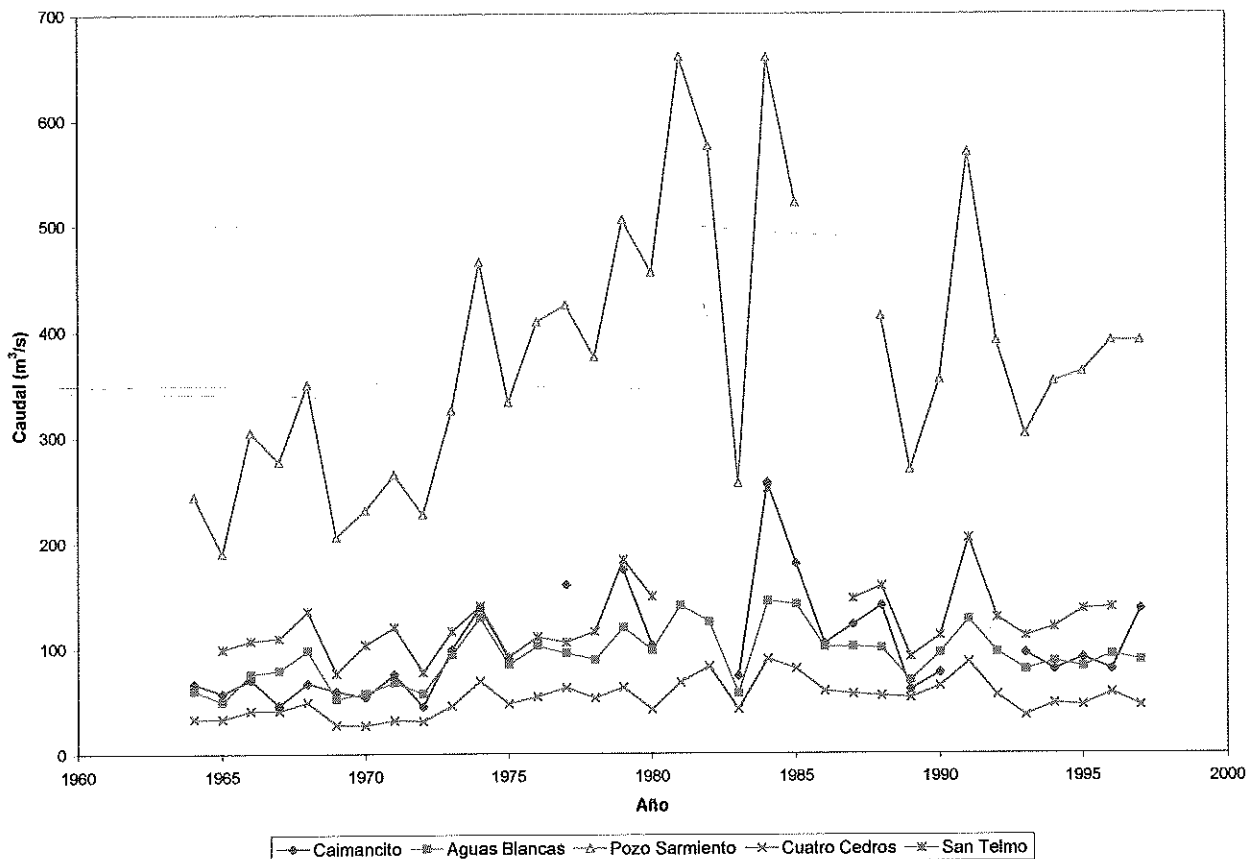


Figura N° 3.4 Evolución de caudales medios anuales en el período 1964-1997 en las afluentes de la cuenca del río Bermejo

Mes	Caudal medio mensual (m³/s)						Aporte sólido medio mensual (kg/s)					
	Zanja del Tigre	San Telmo	Aguas Blancas	Cuatro Cedros	San José	Caimancito	Zanja del Tigre	San Telmo	Aguas Blancas	Cuatro Cedros	San José	Caimancito
Ene	909.2	346.4	238.9	143.9	51.3	266.6	4313.0	1253.3	501.1	685.2	900.0	1660.4
Feb	1160.4	366.6	267.6	169.1	59.6	303.5	7329.5	1434.7	659.0	1057.2	1287.7	2190.0
Mar	1241.1	405.9	260.4	157.2	56.7	308.7	8481.7	1829.0	617.2	869.0	1140.1	2271.2
Abr	632.7	195.0	131.5	78.5	32.9	156.9	1960.9	318.2	118.6	134.8	309.8	534.6
May	242.2	81.5	52.1	31.3	18.2	79.1	243.3	39.7	12.7	11.4	74.8	123.6
Jun	132.7	45.8	29.6	17.3	12.9	55.1	65.8	10.0	3.2	2.3	33.2	57.1
Jul	93.9	33.5	21.8	11.8	10.3	47.3	31.0	4.8	1.5	0.8	19.4	41.2
Ago	74.3	26.7	17.5	9.1	8.5	37.6	18.6	2.8	0.9	0.4	12.3	25.2
Sep	57.5	21.8	14.8	8.2	7.9	27.6	10.7	1.7	0.6	0.3	10.3	13.0
Oct	68.4	28.3	18.4	10.3	8.2	19.7	15.6	3.2	1.0	0.6	11.2	6.4
Nov	200.9	77.9	51.2	29.4	12.8	38.1	162.1	35.7	12.1	9.6	32.3	25.9
Dic	398.7	177.7	113.7	65.9	22.4	87.4	718.9	255.1	83.3	84.2	123.5	152.8

Tabla N° 3.6 Caudales líquidos y sólidos medios mensuales promedio en el período 1980-1997

RÍO	LUGAR	AÑOS	Aporte total promedio (miles de toneladas)	Porcentaje del Total
Bermejo	Zanja del Tigre	1980-1997	61367.1	77%
San Francisco	Caimancito	1980-1997	18662.3	23%
RÍO	LUGAR	AÑOS	Aporte total promedio (miles de toneladas)	Porcentaje del Total
Grande de Tarija	San Telmo	1980-1997	13634.6	17%
Bermejo Superior	Aguas Blancas	1980-1997	5285.4	7%
Pescado	Cuatro cedros	1980-1997	7505.0	9%
Iruya	San José	1980-1997	10392.4	13%
Blanco		1980-1997	24549.7	31%
San Francisco	Caimancito	1980-1997	18662.3	23%

datos: 31 2  
26 16  
10 7  
8 5  
174 14  
14 45  
20 13

Tabla N° 3.7 Distribución porcentual promedio en el período 1980-1997 de aporte sólido en suspensión en la cuenca del río Bermejo a partir de los datos de aforo

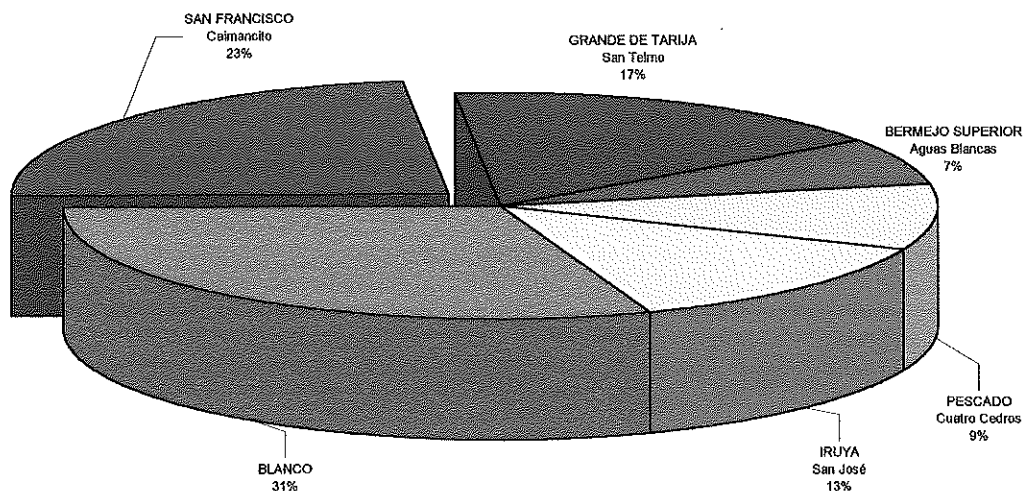


Figura N° 3.5 Distribución porcentual de aporte de sólidos suspendidos de los afluentes de la cuenca alta del Río Bermejo (Valores promedio en el período 1980-1997)

De acuerdo a este cálculo, el aporte sólido anual medio del Río Bermejo alcanza los 80 millones de toneladas y los porcentajes de distribución de esta carga entre los diferentes afluentes conservan los guarismos de los estudios antecedentes.

#### 4. REFERENCIAS

Estadística hidrológica hasta 1990- Sedimentología Nivología, Tomo II, Agua y Energía Eléctrica Sociedad del estado, 1991

Estudio Sedimentológico Preliminar de la Cuenca Inferior del Río Bermejo. Evaluación del Impacto de las Presas de la Alta Cuenca del Río Bermejo en la Morfología del Tramo Inferior, INCyTH-COREBE, Brea J., Busquets, M.y Spalletti P., 1996.

Generación y Transporte de sedimentos en la Alta cuenca del Río Bermejo. Impacto en la Hidrovía, Delta del Paraná y Río de la Plata, LHA, Brea J., Busquets, M.y Spalletti P., 1999.

Diseminación y replicación del Proyecto Bermejo en La Cuenca Del Plata": Estudio De Sedimentos de La Cuenca del Río Bermejo, Informe de Avance 1, 2005

Estadística hidrológica del Siglo XX. República Argentina. EVARSA S. A. , 2000.