

Estudios Hidrológicos en los Arroyos Syryryka, Yukyray y Bobi, Paraguay Oriental

Hydrologic Studies at Syryryka, Yukyray and Bobi Brooks; Eastern Paraguay

Fabio Cáceres Dueñas¹, Venancio Parra¹, Patrocinio Alonso¹, Juan F Facetti Masulli^{1,2}*

1.Hydroconsult srl.; 2.Facultad de Ingeniería UNA- Asunción Paraguay

* jfracama@rieder.net.py

Recibido: 20/12/16

Aceptado 20/02/17

Resumen: Se presentan los resultados de los estudios batimétrico y de aforo realizados en los Arroyos Syryryka , Yukyray y Bobi en el Departamento de Itapua. Se basan en lecturas hidrométricas diarias en un lapso de 18 meses así como en 18 campañas mensuales de determinaciones batimétricas y de aforo directo conducentes a establecer su régimen hidrométrico. Las fórmulas h-Q obtenidas alcanzan un alto grado de correlación. El régimen hidrométrico que exhiben es de tipo eventual, es decir las crecidas y bajadas de las aguas cambian abruptamente. También fue estudiado el transporte de sólidos en cada arroyo; el mismo exhibe fuerte correlación positiva con el caudal.

Palabras claves: Arroyos Syryryka, Yukyray , Bobi; aforo, régimen hidrométrico, transporte de sólidos.

Abstract: The results of flow gauging and bathymetric survey conducted in Syryka, Yukyray and Bobi Brooks are presented. They are based on daily hydrometric readings on an 18 month period and 18 field campaigns monthly during such a period for bathymetric measurements and direct gauging leading to establish their hydrometric regimes. The obtained h-Q formulas show high correlation values. Their regimes are of type regular, ie that increases and decreases in the water level, constitute abrupt changes. In addition, at each of them, solid transport was also studied. They show strong positive correlation with the flow.

Key words: Syryryka, Yukyray , Bobi , hydrometric regime, solids transport.

1. Introducción

Los recursos hídricos del Departamento de Itapúa son profusos. Además de extensos humedales y esteros, lo surcan importantes afluentes del Río Paraguay rumbo a occidente como el Tebicuary y sus afluentes, y en el oriente, el río Paraná y tributarios tales como el Yacuy Guazu, Guarapy, Tembey, Pirajhui etc sí como un gran número de ríos pequeños y arroyos algunos de régimen endorreico como el Píky, Bobí Yukyray y Syryryka. Estos son arroyos que nacen en colinas divisorias de algo más 150msnm y se

dispersan en el complejo de humedales de San Tadeo en el oeste del departamento y que abarca también a los esteros de algunos cursos de agua. [1-4].

El presente, es uno de los primeros estudios en este tipo de cursos de agua en el Departamento de Itapua. Forma parte de una serie de trabajos conducentes a la evaluación de los regímenes hidrométricos de ríos y arroyos desarrollados tanto en el país, en particular ante los impactos generados por los fenómenos del Niño/Niña [5].

Sin embargo, enfatizando lo que se mencionara en un trabajo reciente [7] respecto de los recursos hídricos, “los estudios sistemáticos publicados en relación a los regímenes hidrométricos, sus cuencas / microcuencas y sus contribuciones, sus inter- relaciones y correlaciones en regímenes de crecida y estiaje, sus sedimentos, su uso como recursos sustentables etc, resultan hasta ahora limitados”.

Este es uno de los aspectos que fundamentan ampliamente la ejecución de estos estudios, básicos para la planificación seria y responsable de las políticas y estrategias sobre los recursos hídricos.

Forma parte de investigaciones en torno al comportamiento hidrológico y de calidad de aguas realizados en cuerpos de agua superficiales tanto en el Paraguay Oriental como en el Occidental [8].

2. Metodología

Puntos de aforo

Fueron establecidas estaciones de aforo en los A° Syryryka, Yukyray y Bobi . La ubicación de las mismas determinada *in situ* es como sigue:

Coordenadas Geográficas		
Estaciones	Latitud	Longitud
A° Syryryka	24° 25' 28" S	56° 46' 56" W
A° Yukyray	24° 24' 53" S	56° 49' 04" W
A° Bobi	24° 21' 12" S	56° 36' 07" W

Aspectos fisiográficos y edáficos

Las cuencas y los cauces fueron identificados y sus características establecidas tomando como referencia los puntos más altos de colección de agua, el curso del cauce principal, el punto de aforo, y el punto de descarga en los humedales [9] . Las características más

y en la superficie se produce una serie de reacciones redox, consecutivas y reversibles, de autooxidación en una lámina/película que cubre/protege a la lámina de AM^+ subyacente [16-18] que finalmente puede dar por oxidación CO_2 y la mineralización de compuestos del heteroátomo.

Batimetría y Aforo

Delimitación de la sección

Para la medición de los caudales, en cada punto de control se demarcó la sección del río/arroyo y se realizó la correspondiente batimetría, midiendo el ancho del curso y sus profundidades.

A partir del ancho del río/arroyo según sus dimensiones se procedió a subdividir las partes iguales (según cuadro 1), para realizar en cada uno de estos puntos la medición de velocidades de flujo tanto para caudales líquidos como sólidos.

Cuadro 1

Determinación de la subdivisión del río en función de su anchura.

ANCHO DEL RIO			SUBDIVISIÓN
De	hasta	1,20 m	Cada 0,20 m
1,20	a	2,10 m	Cada 0,30 m
2,10	a	4,00 m	Cada 0,50 m
4,00	a	8,00 m	Cada 1,00 m
8,00	a	15,00 m	Cada 1,50 m
15,00	a	25,00 m	Cada 2,00 m
25,00	a	50,00 m	Cada 3,00 m
50,00	a	más	Cada 5,00 m

Campañas de campo

Las tareas de mediciones y aforos se ejecutaron en el período de 18 meses con las lecturas y sus registros diarios y con 18 campañas mensuales de aforo directo concomitantes.

Aforo: trabajo de campo

Para el aforo fueron realizadas [19-21] las mediciones de batimetría, nivelación y correntometría procediéndose a la determinación de la velocidad de flujo instrumentalmente o con el indicador químico.

El periodo de monitoreo de 18 campañas mensuales se verificó de abril de 2011 a setiembre de 2012.

3.-Resultados y Análisis

3.1 Arroyo Syryryka

Discurre de este a oeste con pequeños meandros entre las cotas de 195 msnm (áreas de las nacientes) y 95 msnm. punto de descarga en los esteros del Aguapey. Cota de aforo 110msnm Longitud aproximada total de canal de escurrimiento de agua es de 9.127 m.

De las mediciones y registros hidrométricos durante las campañas de monitoreo se observó que los caudales de crecida y bajada de las aguas dependen en gran medida del incremento de caudales cuando suceden precipitaciones pluviales de mediana y gran intensidad, pero que rápidamente son evacuadas por el cauce del arroyo.

El arroyo tiene un caudal de agua mínimo permanente, que es alimentado por los aportes de aguas superficiales y subterráneas provenientes de las precipitaciones locales.

Los resultados de las campañas se presentan en la **Tabla1**.

Tabla 1.- Niveles y caudales registrados – A° Syryryka

Campaña	h	Caudal Q m ³ /s	Campaña	h	Caudal Q m ³ /s
1	0,64	0,3443	10	0,31	0,0194
2	0,38	0,072	11	0,30	0,0129
3	0,64	0,3405	12	0,29	0,0181
4	0,69	0,2610	13	0,32	0,0250
5	0,44	0,0676	14	0,32	0,0198
6	0,39	0,0320	15	0,30	0,0257
7	0,45	0,1032	16	0,38	0,0594
8	0,47	0,1055	17	0,31	0,217
9	0,66	0,288	18	0,31	0,193

La relación nivel-caudal puede verse en la **fig.1**.

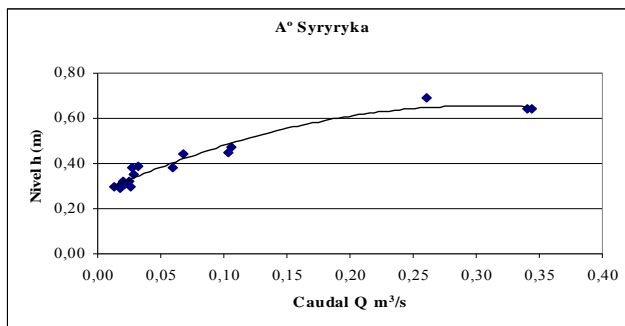


Fig 1.- Relación nivel-caudal a lo largo de las 18 campañas

Con respecto a la relación nivel caudal obtenida a partir de los registros limnimétricos y de caudales determinados, las curvas ajustadas polinomialmente (*Statistic Excell*) alcanzan un alto grado de correlación lo cual acredita el buen nivel de confianza de la fórmula que se indica a continuación:

$$h = - 4,1775Q^2 + 2,5505Q + 0,2666 \quad R^2 = 0,9621$$

En el lapso de este trabajo, los mayores caudales se presentaron entre los meses de abril a julio, registrándose los valores más altos en el mes de abril de 2011. Los niveles más bajos ocurrieron entre los meses de enero a mayo 2012, apuntándose los caudales mínimos en el mes de marzo de 2012. Los valores más resaltantes de dichos registros se indican en el cuadro 2:

Cuadro 2

ESTACION	h Promedio General	h Máximo Absoluto (*)	h Mínimo Absoluto (*)
ARROYO SYRYRYKA	0,422	0,657 m (12 Dic-11)	0,29 m (20-Mar.-12)

(*) Se consideró el primer valor histórico registrado.

En relación a los aforos, los máximos y mínimos valores corresponden a los registros establecidos por las mediciones directas. Estos caudales máximos, mínimos y en promedio se presentan en el cuadro 3:

Cuadro 3

Estación	Q Promedio estim. m3/s	Q Máximo Registr. M3/seg	Q Mínimo Registr. M3/seg
ARROYO SYRYRYKA	0,102	0,3443 (24-Abr-11)	0,0129 (20-Feb-12)

3.2. Arroyo Yukyray

Este arroyo localizado al sur de la Ciudad Gral. Artigas, también discurre de este a oeste. Longitud total del canal de escurrimiento del arroyo es de ~ 8.375 m, con varios brazos. El agua se desplaza entre las cotas 145msnm y 95msnm. Cota de aforo 112msnm.

Los resultados de las campañas se presentan en la **Tabla2**.

Tabla 2. Niveles y caudales registrados – A° Yukyray

Campaña	h	Caudal Q m ³ /s	Campaña	h	Caudal Q m ³ /s
1	0,58	0,3474	10	0,32	0,1100
2	0,20	0,0594	11	0,30	0,0078
3	0,60	0,3493	12	0,28	0,0135
4	0,66	0,3555	13	0,29	0,0314
5	0,46	0,1159	14	0,28	0,0256
6	0,36	0,0701	15	0,32	0,0633
7	0,55	0,1772	16	0,38	0,1043
8	0,55	0,1862	17	0,32	0,0393
9	0,28	0,0237	18	0,30	0,0420

En la **fig. 2** se observa la relación nivel-caudal en el Yukyray.

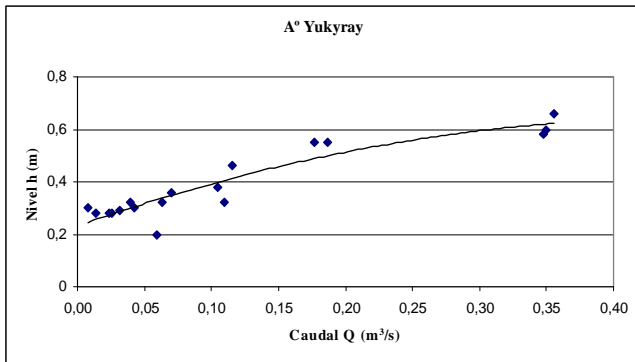


Fig 2.- Relación nivel-caudal a lo largo de las 18 campañas.

A partir de los registros limnimétricos y de caudales determinados, las curvas ajustadas polinealmente (*Statistic Excell*) alcanzan un alto grado de correlación lo cual acredita el buen nivel de confianza de la fórmula que se indican a continuación:

$$h = - 1,971Q^2 + 1,801Q + 0,2319 \quad R^2 = 0,872$$

Los datos limnimétricos indican que entre los meses de abril y julio de 2011 se presentaron los caudales más altos, registrándose en julio el máximo; se mantuvieron niveles relativamente altos en todo ese período. Los niveles más bajos se han producido en los meses de febrero y marzo de 2012. Los valores más resaltantes de dichos registros se indican en cuadro 4:

Cuadro 4

Estación	h Promedio General	h Máximo Absoluto (*)	h Mínimo Absoluto (*)
A° Yukyray	0,390 m	0,66 m (julio-11)	0,20 m (30-May-11)

(*) Se consideró el primer valor histórico registrado en este trabajo.

En relación a las campañas de aforos de caudales realizados, los máximos y mínimos valores corresponden a las establecidas por las lecturas limnimétricas. Estos caudales máximos, mínimos y en promedio se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro 5

Estacion	Q Promedio Estim. M3/seg	Q Máximo Registrado m3/seg	Q Mínimo Registrado M3/seg
A° Yukyray	0,118	0,3555 (23-Jul-11)	0,0078 (20-Feb-12)

3.3. Arroyo Bobi

Este arroyo discurre hacia el norte y luego cambia su curso al oeste. Longitud total de curso de agua permanente es de 10.291m., con muchos meandros y bosques en galería. El agua circula entre las cotas de 150 msnm y 100 msnm. Cota de aforo 104 msnm.

Los resultados de las campañas de aforo se ven en la **Tabla 3**.

Tabla 3.- Niveles y caudales registrados- A° Bobi

Campaña	h	Caudal Q m ³ /s	Campaña	h	Caudal Q m ³ /s
1	0,54	0,42	10	0,44	0,0148
2	0,48	0,47	11	0,42	0,0597
3	0,66	0,48	12	0,47	0,0252
4	0,69	0,47	13	0,48	0,1826
5	0,54	0,48	14	0,47	0,2169
6	0,50	0,50	15	0,48	0,0490
7	0,58	0,48	16	0,50	0,0265
8	0,65	0,47	17	0,48	0,0496
9	0,59	0,42	18	0,47	0,1064

En la **fig. 3** se observa la relación nivel-caudal en el arroyo Bobi.

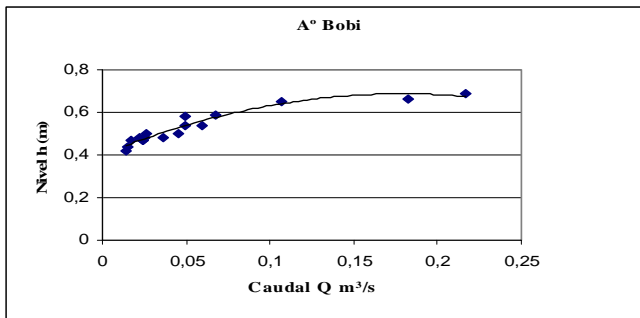


Fig 3.- Relación nivel-caudal a lo largo de las 18 campañas.

Con respecto a la relación nivel caudal, la curva ajustada polinealmente (*Statistic Excell*) alcanza un alto grado de correlación lo cual acredita el buen nivel de confianza de la fórmula. La misma se indica a continuación:

$$h = - 8,9111Q^2 + 3,1885Q + 0,4017 \quad R^2 = 0,9384$$

En las campañas de abril a diciembre de 2011 se registraron los caudales relativamente más altos. Los caudales más bajos se han producido entre los meses de enero y septiembre 2012 con un incremento en julio/agosto. Los valores más resaltantes de dichos registros se indican en el siguiente cuadro 6:

Cuadro 6

ESTACION	h Promedio General	h Máximo Absoluto (*)	h Mínimo Absoluto (*)
ARROYO BOBI	0,529 m	0,69 m (Jul-11)	0,42m (Febr-12)

(*) Se consideró el primer valor histórico registrado en este trabajo.

En relación a las campañas de aforos de caudales realizados, los caudales máximos, mínimos y en promedio se presentan en el siguiente cuadro 7:

Cuadro 7

ESTACION	Q Promedio Estimado m ³ /seg	Q Máximo Registrado m ³ /seg	Q Mínimo Registrado m ³ /seg
ARROYO BOBI	0,0812	0,50 (Sbre-11)	0,0148 (Enero-12)

4.- Aspectos sedimentológicos

Cuenca del arroyo Syryryka

La superficie total de la cuenca es aproximadamente de 2.208,07 ha. Pendiente general de la misma : 0,90% . Los suelos dominantes de la cuenca son: *a) Rhodic Paleudult*, asociado en las áreas más altas con *Ruptic Alfic Dystrachrept*, suelos de lomada de arenisca, suavemente ondulado, ocupa el 40% de ella. Uso actual de estos suelos es agricultura con cultivos anuales como mandioca, maíz, poroto, mani, sésamo, algodón y permanentes como pastura y banano, *b) Typic Paleaquilt* asociado con *Aquic Paleudalf, francosa fina*, se desarrolla en la área plana del curso de agua, derivado de sedimentos varios, drenaje lento, ocupa el 60% del área de la cuenca. El uso de estos suelos es para pastaje de animales, huertas y algún bosque en galería.

El agua es abastecida en las áreas altas por de pozos poco profundos, para uso domiciliario y abrevado de animales. En el área no se observan represados/madrejones del agua de lluvia, ni en el curso principal; existen algunos balnearios de veraneo.

En las proximidades de las nacientes, áreas altas, los suelos presentan alto riesgo de sufrir erosión hídrica cuando se los maneja inadecuadamente.

Ficha técnica – Suelos de la cuenca del Syryka

Suelo 1: U 2.3 Lls/A4n = Typic Paleaquilt, de llano, drenaje lento. Ocupa: 60% del área. Capacidad de uso: Vwd/Vwi, con exceso de agua y parcialmente inundable.

Suelo 2: U10.4 La/B2n = Rhodic Paleudult, francosa fina, rojo. Ocupa el 30% del área.

Capacidad de uso: IIse/IIIset, con moderada y alta erodabilidad y baja fertilidad.

Suelo 3: I 2.3. La/B2n = Ruptic-alfic Dystrochrept, francosa gruesa, color rojo. Ocupa el 10% del área. Capacidad de uso: III est, suelo de alta erodibilidad, baja fertilidad.

Cuenca del arroyo Yukyray

La superficie total de la cuenca aguas arriba del punto de aforo es aproximadamente de 2.386,14 hectáreas, entre lomadas y planicies. Longitud total de canales de escurrimiento de agua del arroyo 8.375,00m, con varios brazos. No presenta áreas de represado natural, solamente algunas planicies pequeñas con pasto natural, donde pastan animales vacunos principalmente. El agua circula entre las cotas 145 msnm y 95msnm. Pendiente media 0,83%.

Los suelos dominantes en la cuenca Arroyo Yuquyray son: a) **Rhodic Paleudult**, capacidad de almacenaje de agua buena, erodibilidad alta, ocupa el 30% de la cuenca. Uso actual de estos suelos es agricultura con cultivos anuales y permanentes (pastura, frutales). b) **Typic Paleaquult** asociado con **Aquic Paleudalf**, francosa fina, se desarrolla en la área plana del curso de agua, derivado de sedimentos varios, ocupa el 70% del área de la cuenca. El uso de estos suelos es para pastaje de animales, huertas; se observan algo de bosque en galería.

En las áreas altas el agua es abastecida por pozos poco profundos, para uso domiciliario y abrevado de animales. En el área no se observan represados/madrejones de agua de lluvia, ni en el curso principal, excepto algunos balnearios de veraneo, en la proximidad del punto de aforo.

Ficha técnica – Suelos de la cuenca del Yukyray

Suelo 1: U 2.3 Lls/A4n = Typic Paleaquult, de llano, drenaje lento. Ocupa: 70% del área. Capacidad de uso: Vwd/Vwi, con exceso de agua y parcialmente inundable.

Suelo 2: U10.4 La/B2n = Rhodic Paleudult, francosa fina, rojo. Ocupa el 30% del área. Capacidad de uso: IIse/IIIset, con moderada y alta erodabilidad y baja fertilidad.

Cuenca del arroyo Bobi

La superficie total de la cuenca en la porción superior desde el lugar de aforo es de aproximadamente 2.182,0 hectáreas. El agua circula entre las cotas de 150 msnm y 100 msnm. Pendiente media 1,25 %.

Los suelos dominantes de esta cuenca son: a) **Rhodic Paleudult**, suelos de lomada de arenisca, suavemente ondulado, ocupa el 35% de la cuenca. Uso actual de estos suelos es para agricultura con cultivos anuales como mandioca, maíz, poroto, maní, sésamo, algodón y permanentes como pastura y frutales. b) **Typic Paleaquult** asociado con **Aquic Paleudalf**, se desarrolla en el área plana del curso de agua, derivado de sedimentos varios, ocupa el 65% del área de la cuenca. El uso de estos suelos es para pastaje de animales, arroz y algún bosque en galería.

Como en los anteriores en las áreas altas el agua es de pozos poco profundos, para uso domiciliario y abrevado de animales. En el área no se observan represados/madrejones: existen algunos balnearios de veraneo, en la proximidad del lugar de aforo.

Ficha técnica – Suelos de la cuenca del Bobi

Suelo 1: U 2.3 Lls/A4n = Typic Paleaquilt, de llano, drenaje lento. Ocupa: 50% del área. Capacidad de uso: Vwd/Vwi, con exceso de agua y parcialmente inundable.

Suelo 2: U10.4 La/B2n.

Los productos del intemperismo/denudación de estos suelos muy erodibles contribuyen al aumento de los sedimentos, tanto en suspensión como de fondo

Transporte de sólidos.

Durante las campañas de aforo directo, también fueron colectadas muestras de agua para estudio de transporte de sólidos (caudal sólido), siguiendo los mismos patrones. Las determinaciones fueron realizadas por gravimetría. La **Tabla 4** exhibe los resultados obtenidos por campaña.

Tabla 4. Transporte de sólidos

Camp.	Sryka	Yukyray	Bobi
	Caudal Qs(g/seg)	Caudal (g/seg)	Caudal (g/seg)
1	39,02	40,53	7,88
2	3,01	7,80	3,99
3	33,48	37,96	21,61
4	24,87	36,97	25,66
5	7,3	12,4	5,24
6	2,24	6,10	1,72
7	10,01	18,4	4,26
8	10,76	19,7	10,53
9	2,76	3,19	7,48
10	1,94	1,15	1,875
11	1,30	14,24	2,10
12	2,09	2,49	2,70
13	2,61	4,74	4,16
14	2,396	1,870	3,519
15	3,88	12,70	3,11
16	15,60	11,90	11,10
17	2,88	6,16	0,39
18	2,52	6,27	2,96

Con respecto a la relación Nivel-Caudal Sólido en cada cuerpo de agua las ecuaciones que las relacionan con buen nivel de confianza son como sigue:

Syryryka;	$h = - 0,0002Q^2 + 0,0174 Q + 0,2879$	$R^2 = 0,85$
Yukyray;	$h = - 0,0001Q^2 + 0,0138 Q + 0,2388$	$R^2 = 0,77$
Bobi;	$h = - 0,0003Q^2 + 0,0186Q + 0,4291$	$R^2 = 0,73$

Presentan buen nivel de confianza.

Así mismo, el análisis de regresión de los valores de caudal sólido vs caudal Ql señala relaciones lineales en cada cuerpo de agua tal como expresan las ecuaciones pertinentes

Syryka	$Q_s = 101,9 Q_l + 0,7011$	$R^2 = 0,9531$
Yukyray	$Q_s = 100,17 Q_l + 1,7793$	$R^2 = 0,8799$
Bobi	$Q_s = 106,38 Q_l + 0,1439$	$R^2 = 0,7686$

Las mismas presentan elevado factor de correlación.

Todas las ecuaciones obtenidas en el trabajo presentan un alto grado de correlación. Pueden ser de utilidad en las políticas y planificación de los usos del agua; planes y políticas hasta ahora ausentes.

5. Conclusión

Se trata de cuerpos de agua superficial de bajo caudal. Son del tipo irregular/eventual muy sensibles a las precipitaciones pluviales, sujetos a cambios bruscos de nivel y que desbordan llegado el caso. Las fórmulas nivel h –caudal Q establecidas son confiables y pueden ser de utilidad en la planificación/empleo en los *usos del agua*. En cada caso, el caudal sólido está fuertemente correlacionado linealmente con el caudal líquido.

Referencias bibliográficas

1. Balance Hídrico Superficial del Paraguay –Dirección de Meteorología e Hidrología – Oficina Regional de UNESCO para America Latina y el Caribe. (1992).
2. Mapa Hidrogeológico de America del Sur y Texto explicativo- UNESCO- Programa Hidrológico Internacional – (1996).
3. Mapa Hidrogeológico —Proyecto PAR/83/005. Gobierno de la República del Paraguay- Organización de las NN.UU . (1986).
4. Cartas Geográficas. Hoja SG 21-5. Asunción Ed. 2- Dirección del Servicio Geográfico Militar. (1993).
5. Vázquez M A, Blanca P. Vázquez A. El fenómeno El Niño/Oscilación del sur (ENOS) y su impacto en el régimen de lluvias en Paraguay en el 2015 Rev Soc Cient Paraguay (2017); 22(1)

6. Cáceres F, Parra V, Alonso P, Facetti M.JF. Estudios Hidrológicos en los arroyos Jhu, Piray, Yetyty.-Paraguay Oriental- Rev Soc. Cient Paraguay Tercera Época. 2016, 21 (1): 61-72.
- 7.J.F.Facetti-Masulli, F.Cáceres-Dueñas et al.-Una secuencia de estudios hidrométricos y sedimentológicos en los ríos Tebicuary, Aguaray (guazu y mi), Pirati'y, lagos Ypacarai, Itaipú,, República, de la Región Oriental, ríos Confuso, He'ë, Negro, Montelindo, Verde etc de la Occidental fueron publicados en diferentes volúmenes en esta Revista de la Soc Cient del Paraguay, en J.Earth Scie. & Environ., en J. Radioanalytical and Nuclear Chemistry etc.
8. Cartas Nacionales SG 21-2; SG21-4, Escala 1:250.000,5472, 5572,5571, 5671 Escala 1:100.000. Dirección del Servicio Geográfico Militar .1993.
9. Mapa de reconocimiento de suelos de la Región Oriental del Paraguay. López O, González E, Alonso P. Proyecto Reconocimiento Uso de la Tierra . Minis. Agric. Ganad. GTZ Asunción. 1995
10. US Department of Agriculture.- Keys to Soil Taxonomy. 6 Edition U.S.Government Printing Office Washington DC. 1994.
11. Mapa de Usos de la Tierra de la Región Oriental del Paraguay. López O, González E, Alonso P. Proyecto Reconocimiento Uso de la Tierra . Minis. Agric. Ganad. GTZ Asunción. 1995
12. Facultad de Ingeniería Agronómica. Uso de la Tierra y Deforestación en la Región Oriental del Paraguay –Vol.1. San Lorenzo-Paraguay. 1994.
13. Munsell A H. Soil Color Chart. Macbeth, Baltimore. 1990.
14. Chemistry A Project of American Chemical Society- CAS- New York. W.H.Freeman. 2005
15. Cotton F.A. Wilkinson G. Advanced Inorganic Chemistry -5° Edition-J.Wiley and Sons New York. 1988.
16. Katafias A,, Koter S, Autooxydation of methylene blue radicals and reactive oxygen species. Polish J of Chem. (2009) 83, 1139-11.
17. Salem A, Mazawi M. Kinetics and mechanisms of color removal of methylene blue with hydrogen peroxide with some supporter. Chemosphere 2000, 41, 1173, 1180.
18. N.P.Mohabansi, V. B. Patil and N.Yenkie A comparative study on photo degradation of methylene blue dye effluent by advanced oxidation process by using TiO₂/ZnO photo catalyst. Rasayan J. Chem. (2011) 4.(4), 814-819.
19. Linsley RK, Köhler MA, Paulus JL,Hidrología para Ingenieros. Traduc. McGraw Hill (1975)
- 20.Chow V T, Maidment D, Mays LW. Hidrología Aplicada- Bogotá. McGraw-Hill Interamericana, SA. 1994.
21. Fleming J; Diseño de curvas para estimación de sólidos en suspensión. Proc. Inst. Civ. Eng. 1969. 43: pp. 1-9.