



UNITED NATIONS
INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION



**METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE CAUDALES
ECOLÓGICOS Y PLANES DE MANEJO DE CUENCAS EN PARAGUAY.**

APLICACIÓN A LA CUENCA PILOTO DEL RÍO TEBICUARY.

3.1. INVENTARIO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. RED HIROGRÁFICA	2
3. TOPOGRAFÍA Y DEFINICIÓN DE SUBCUENCAS. PARÁMETROS BÁSICOS	3
4. DATOS DE PRECIPITACIÓN Y ETP	9
5. DATOS DE CAUDALES Y SECCIONES TOPOGRÁFICAS	12
6. DATOS GEOLÓGICOS, EDAFOLÓGICOS Y DE USOS DEL SUELO	16
7. DATOS DE FAUNA PISCÍCOLA.....	19
8. OTROS TIPOS DE INFORMACIÓN	23

1. INTRODUCCIÓN

En este documento se presenta la recopilación y análisis de la información disponible en la cuenca del río Tebicuary (Paraguay) para el desarrollo de una herramienta metodológica adecuada para el cálculo de caudales ecológicos en la cuenca. Hay que tener en cuenta la metodología de cálculo seleccionada, que se encontrará dentro de las descritas en el documento del estado del arte, dependerá en gran medida de la información disponible y será definida en el informe *3.2 - Metodologías de definición de caudales ecológicos y descripción de la herramienta propuesta*, en función de la información disponible que se presenta a continuación.

2. RED HIROGRÁFICA

La cuenca del Río Tobicuary es la mayor cuenca hidrográfica de la Región Oriental del Paraguay, y se encuentra entre los departamentos de Paraguairí, Itapúa, Caaguazú, Guairá, Caazapá, Ñeembucú, Misiones y Cordillera (Figura 1).

La superficie de la cuenca es de aproximadamente 28,423 Km² (equivale al 6.5 % del país y 16.5 % de la Región Oriental). La longitud de su curso principal es de aproximadamente 500 Km y desemboca en el Río Paraguay en el Km 147 (a contar de la Confluencia Paraguay-Paraná), unos 40 Km aguas arriba del Puerto de Pilar.

Los afluentes más importantes en su margen derecha son el Río Tobicuary-mi, Río Pirapó, Río Negro, Arroyo Cabacué y Arroyo Mbuyapey; mientras que en su margen izquierda está alimentado por el Arroyo Aguaray, Arroyo San Roque, Arroyo Gueyracay, Arroyo Tajy, entre otros.

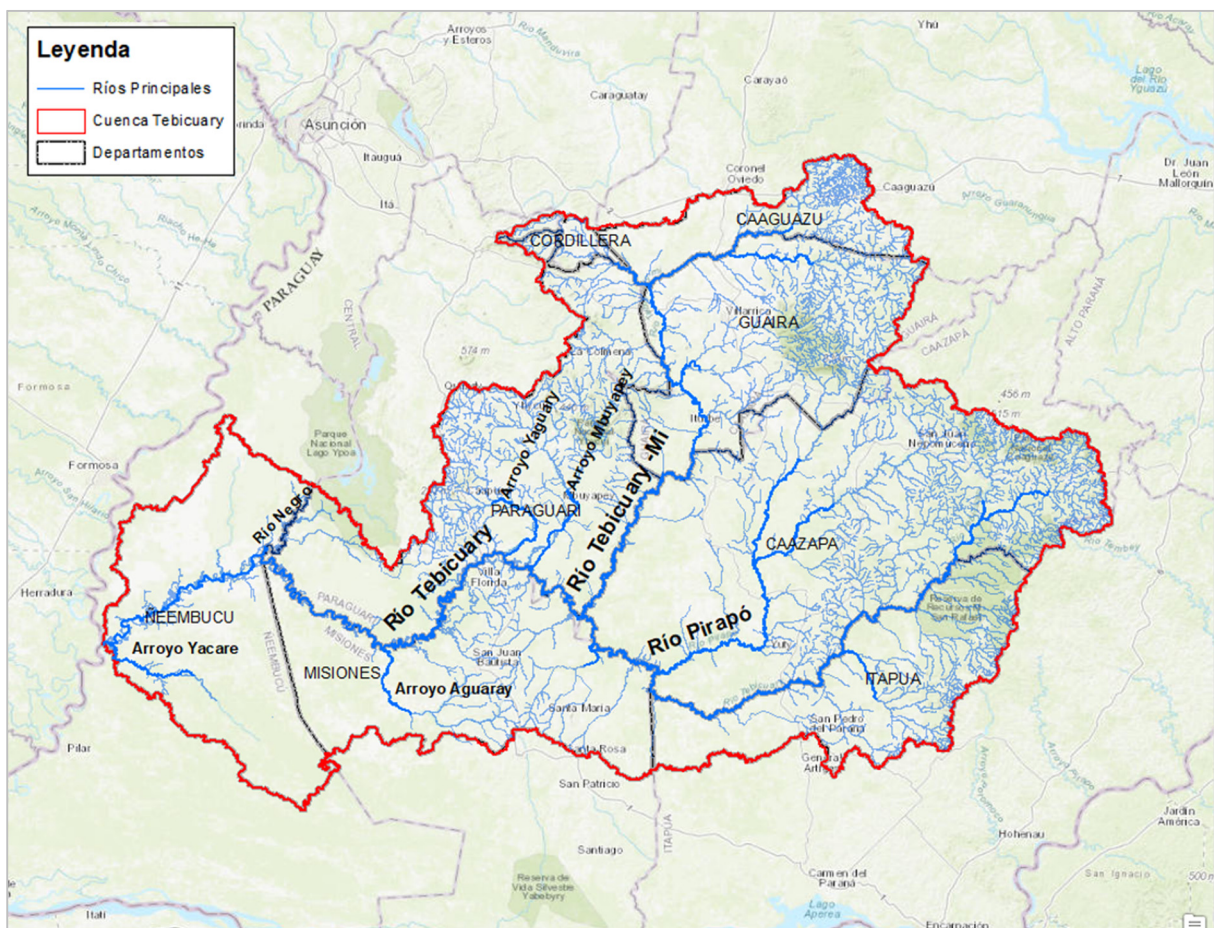


Figura 1. Localización de la cuenca del Río Tobicuary y red hidrográfica.

3. TOPOGRAFÍA Y DEFINICIÓN DE SUBCUENCAS. PARÁMETROS BÁSICOS

Para la realización de este estudio se ha contado con topografía de la cuenca obtenida de dos bases de datos:

- Modelo digital del terreno (MDT) de la base de datos ASTER, publicada dentro de una iniciativa conjunta de la NASA (EEUU) y el METI (Japón) en octubre de 2011, y que cuenta con una resolución de 30 m (Figura 2).
- MDT de la ALOS Mission, realizada por la JAXA (Japón) en colaboración con la NASA (EEUU) y que cuenta con una resolución de 12.5 m (Figura 3).

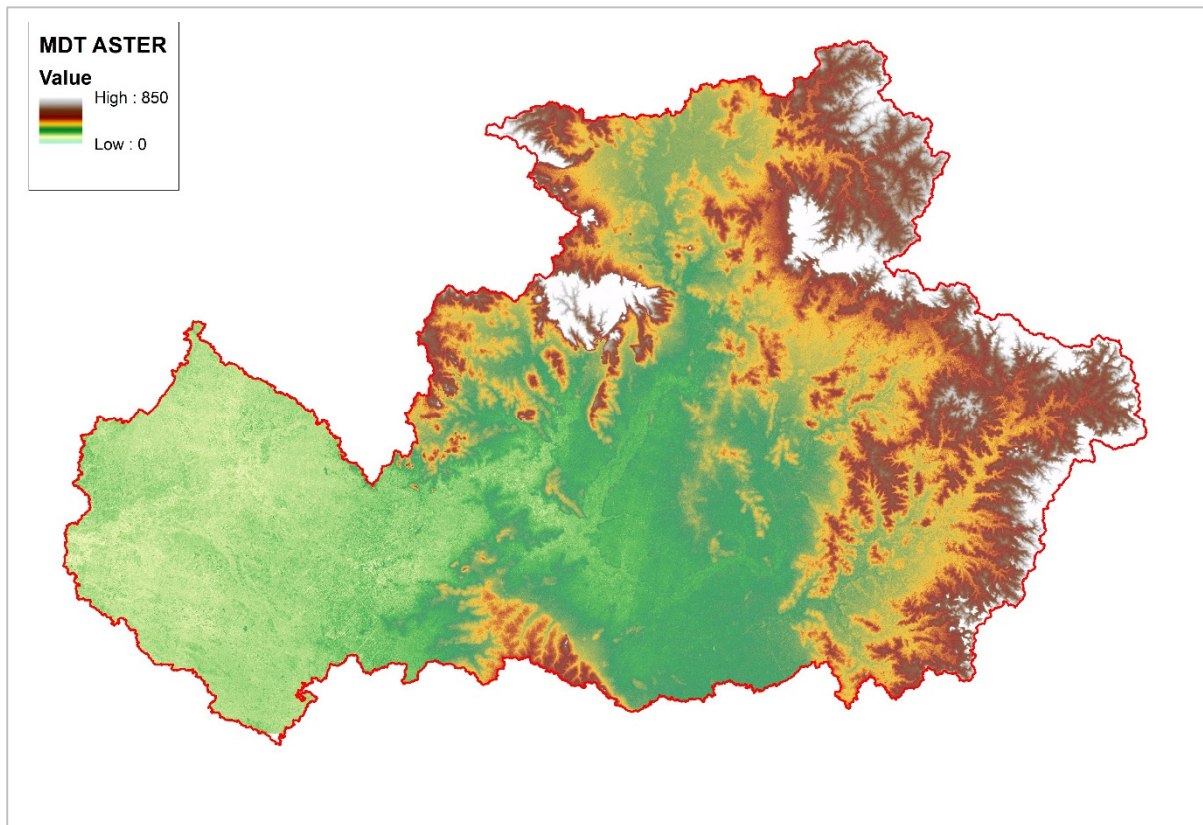


Figura 2. MDT ASTER de resolución 30 m.

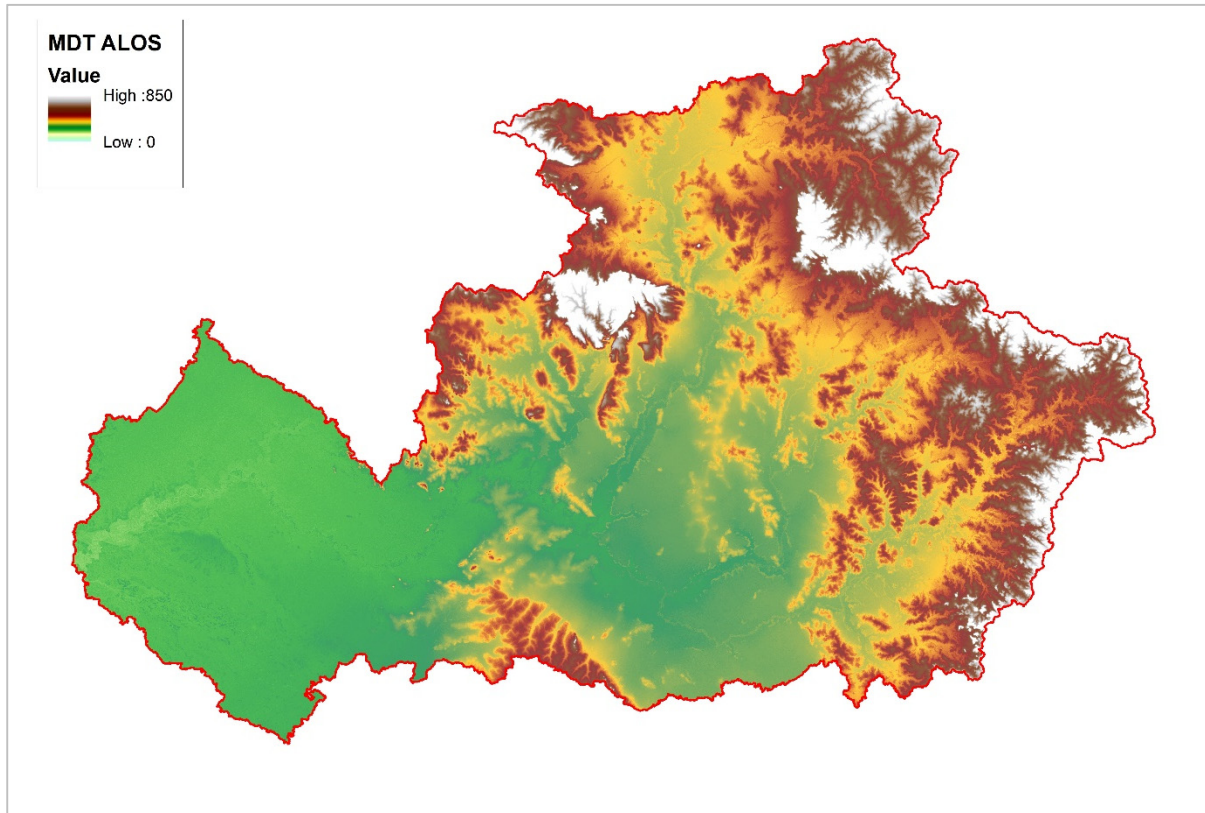


Figura 3. MDT ALOS de resolución 12.5 m.

La definición de las subcuencas se ha realizado a partir de la red hidrográfica y la topografía disponible, MDTs. Esta información ha sido importada al paquete Arc-Swat, que cuenta con algoritmos para la definición de subcuencas. Teniendo en cuenta el marco del proyecto, la información disponible y el grado de discretización necesario para elaborar una herramienta de gestión de los recursos hídricos, objetivo último del proyecto, se ha considerado adecuado dividir la cuenca del Tebicuary en nueve subcuencas, tal y como se muestra en la Figura 4.

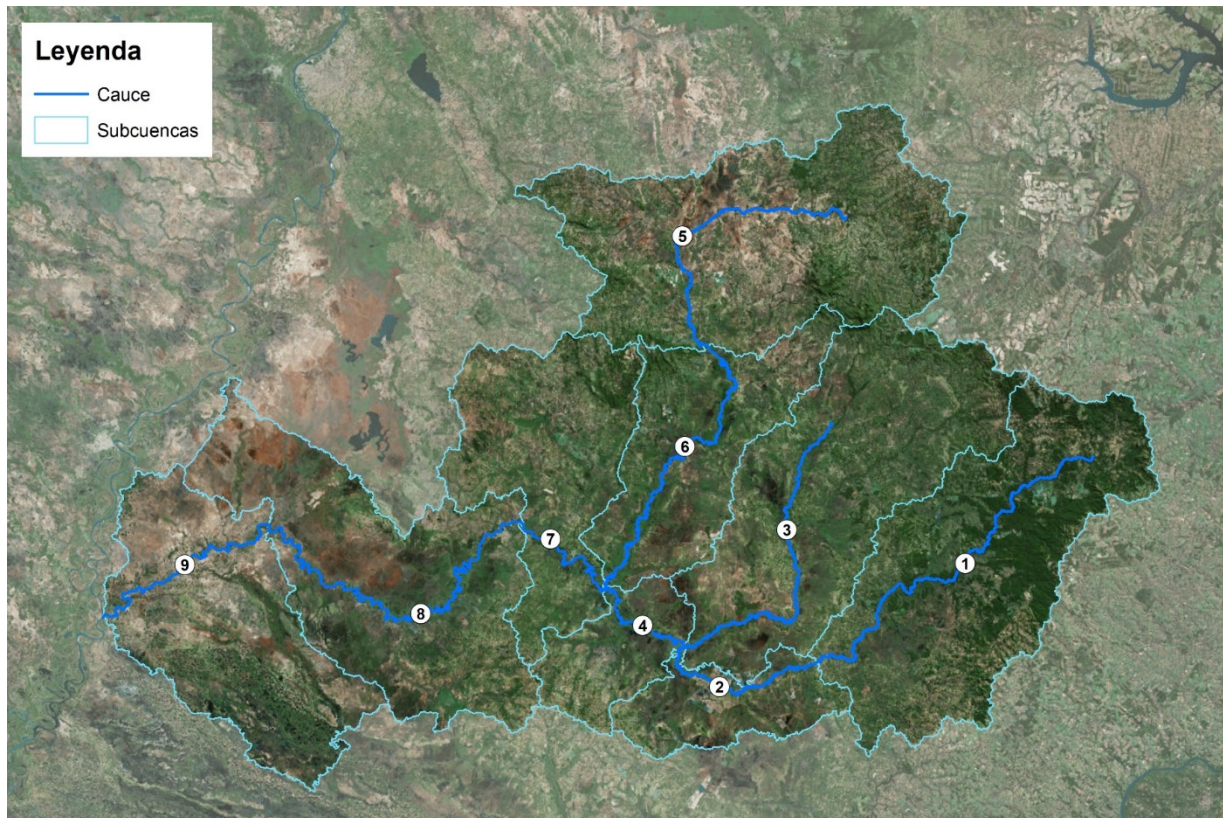


Figura 4. Subcuencas consideradas para el modelado de la cuenca del Tebicuary. Ver equivalencia de los números en el texto principal.

Reducir más esta cifra habría supuesto crear unidades de gestión muy grandes, con usos y regímenes de caudales muy diferentes, mientras que aumentarla supone multiplicar la complejidad de los modelos sin ampliar necesariamente la información que contiene, limitada por la cantidad y calidad de los datos disponibles.

Las características principales de las subcuencas generadas se recogen en la Tabla 2 y en las Figuras 5 a 7. Los números de la Figura 4 se corresponden con la siguiente hidrotoponimia (Tabla 1):

SUBCUENCA	NOMBRE EXTENSO-DESCRIPCIÓN
SC-1	Alto Tebicuary I (hasta Yuty aprox.)
SC-2	Alto Tebicuary II (hasta confluencia del Pirapó)
SC-3	Cuenca del Pirapó
SC-4	Medio Tebicuary I
SC-5	Alto Tebicuary Mi (hasta Iturbe aprox.)
SC-6	Bajo Tebicuary Mi
SC-7	Medio Tebicuary II (hasta Villa Florida)
SC-8	Bajo Tebicuary I
SC-9	Bajo Tebicuary II

Tabla 1. Hidrotoponimia utilizada en cada subcuenca.

En primer lugar, se observa que las subcuencas consideradas oscilan entre 1000 y 5000 km² si bien las principales, considerando la n° 2 y 4 como unidades de transición, tienen en torno a 4000 km². Posiblemente el rasgo más característico de la cuenca en conjunto (28,423.37 km²) sea la alta sinuosidad, que tiene un valor medio de 2.1 y llega a valer 2.73 en la subcuenca n° 6, el bajo Tebicuary Mi. Las pendientes también son extremadamente bajas, llegando a ser casi despreciables en el tramo final del Alto Tebicuary (SC-6), antes de la confluencia con el Pirapó (que es también la subcuenca de menor pendiente). Las anchuras medias del cauce se han obtenido promediando valores en una decena de puntos representativos de cada tramo, a partir de las fotos aéreas, y deben tomarse de forma orientativa. La longitud del valle es un parámetro cuya magnitud también puede variar en función del criterio de cálculo, y que en este caso se ha obtenido de dividir la longitud del cauce principal entre la sinuosidad; la anchura media se deriva de dividir el área entre dicha longitud. Estas dos dimensiones representativas tendrán importancia a la hora de plantear el modelado hidrológico de la cuenca, como se verá más adelante.

SUBCUENCA n°	SC-1	SC-2	SC-3	SC-4	SC-5
Anchura media del cauce (m)	25	60	30	80	35
Pendiente media cauce (%)	0.034	0.001	0.029	0.046	0.031
Longitud del cauce (km)	249.3	103.7	204.7	65.6	164.3
Sinuosidad (adim.)	2.09	2.14	2.25	2.09	1.82
Área de la subcuenca (km²)	4410.8	1104.2	3957.3	1014.2	4814.9
Longitud del valle (km)	119.4	48.5	91.1	31.5	90.4
Area trib. total (km²)	4410.8	5515.0	3957.3	10486.5	4814.9
Anchura media valle (km)	36.9	22.8	43.5	32.2	53.2

SUBCUENCA n°	SC-6	SC-7	SC-8	SC-9
Anchura media del cauce (m)	65	150	155	220
Pendiente media cauce (%)	0.016	0.052	0.056	0.070
Longitud del cauce (km)	176.1	57.8	186.8	88.6
Sinuosidad (adim.)	2.73	1.71	1.95	1.50
Área de la subcuenca (km²)	2351.5	2727.0	4086.2	3957.3
Longitud del valle (km)	64.6	33.9	95.9	59.0
Area trib. total (km²)	7166.4	20379.9	24466.1	28423.4
Anchura media valle (km)	36.4	80.5	42.6	67.0

Tabla 2. Características principales de cada subcuencas.

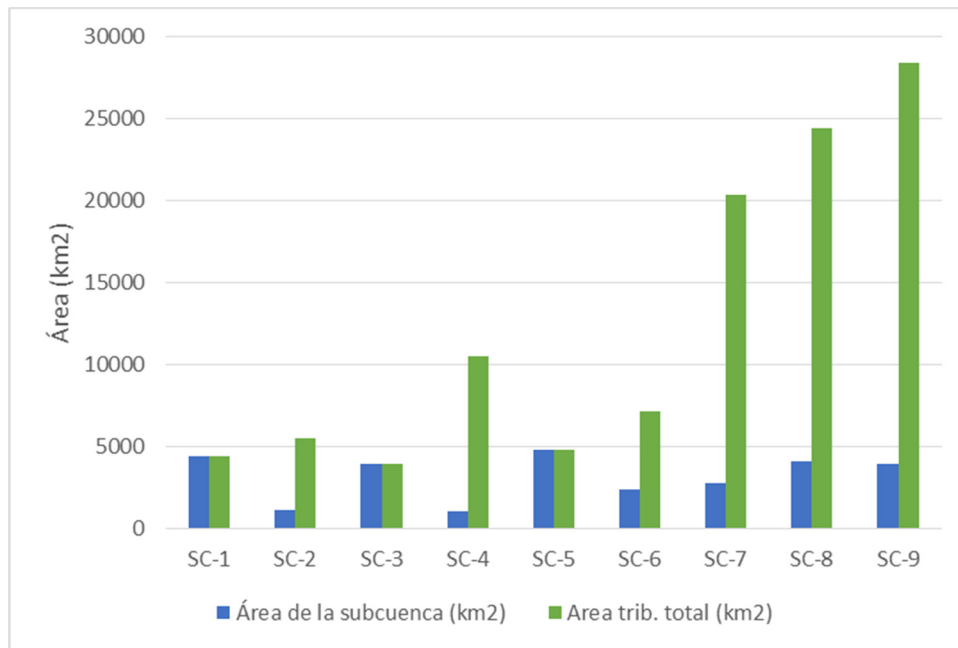


Figura 5. Representación del área y área total acumulada de cada subcuenca.

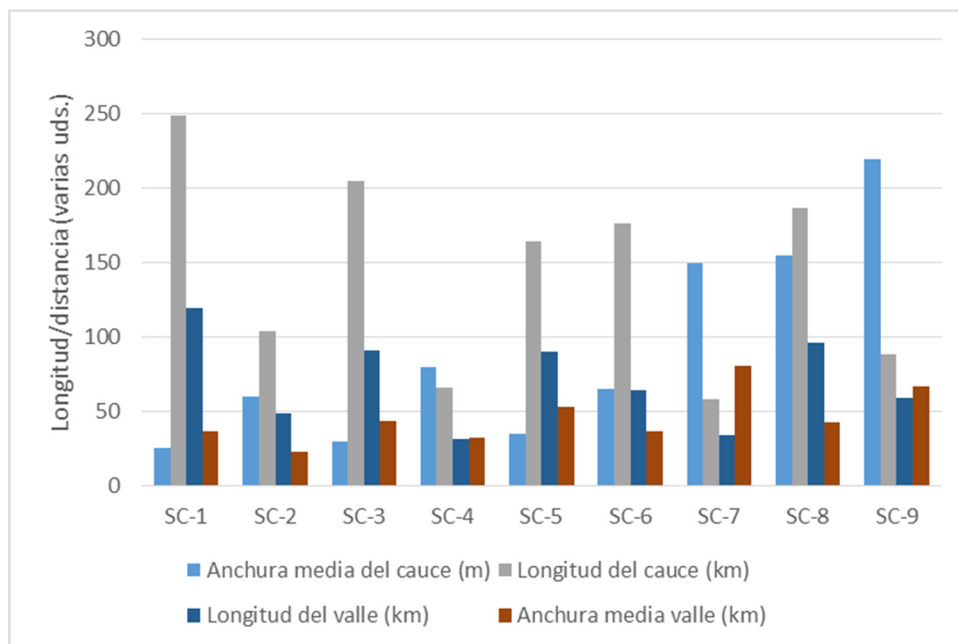


Figura 6. Distancias y longitudes características de las subcuencas consideradas.

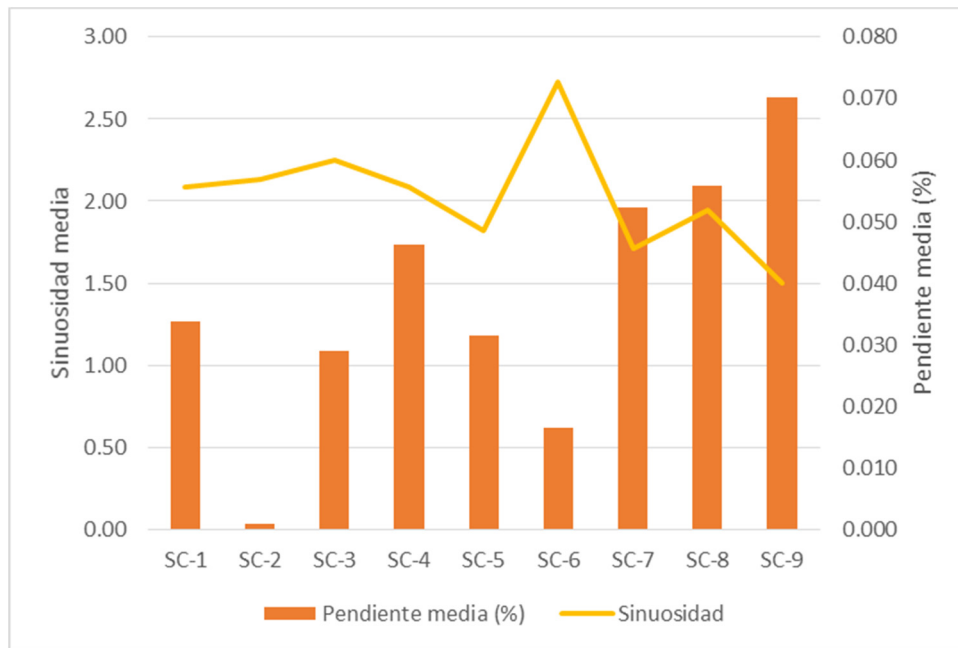


Figura 7. Pendiente media y sinuosidad de las subcuencas.

4. DATOS DE PRECIPITACIÓN Y ETP

La Secretaría del Ambiente ha proporcionado los datos instrumentales de precipitación disponibles para este proyecto, que son los correspondientes a los siguientes pluviómetros situados dentro de la cuenca o en sus inmediaciones (ver localización en la Figura 8):

Nº	Nombre	Long.	Lat.	Elevación	Inicio	Fin
1	Villarrica	-56.438	-25.754	163	1982	2016
2	Coronel Oviedo	-56.378	-25.484	159	2002	2016
3	Caazapa	-56.355	-26.175	142	2000	2016
4	San Juan	-57.134	-26.670	131	1982	2016
5	Paraguari	-57.146	-25.627	116	2008	2016
6	Quiindy	-57.217	-25.967	181	1998	2004
7	Quyquyho	-56.983	-26.217	141	2010	2017

Tabla 3. Características de los pluviómetros disponibles.

Los datos son diarios y, en general (salvo los pluviómetros 6 y 7), cubren un periodo suficientemente amplio. El problema es la cobertura espacial de la cuenca, ya que no existe información de precipitaciones en los extremos este y oeste; la cuenca del Tebicuary Mi (SC-5 y SC-6) está muy bien representada.

Como complemento a esta información instrumental, se dispone de la base de datos Tropical Rainfall Measurement Mission (TRMM), con resolución espacial de 0.25° (aproximadamente 25 km, ver Figura 8) y temporal de 3 horas. Estos datos proceden de calibrar la información recogida por varios sensores remotos montados sobre un satélite en órbita no polar (el primero en incluir un radar de precipitación por microondas), financiado conjuntamente por la NASA (EEUU) y JAXA (su equivalente japonés). El periodo de cobertura es de 1998 a 2014 (17 años) y los datos originales han sido convertidos a diarios. La base de datos TRMM es de libre acceso y se puede descargar en: <https://trmm.gsfc.nasa.gov/>.

Los datos instrumentales poseen precisión y fiabilidad, así como buena resolución temporal (1 día); sin embargo, tienen baja resolución espacial y las series, aunque largas en algunos casos, no siempre se solapan. Por el contrario, los datos TRMM presentan buena resolución temporal (3 h) y espacial (25 km), pero su calidad está pendiente de evaluar. Además, las series no son muy largas (17 años) pero tienen todas las mismas fechas (1998-2014).

Ante estas circunstancias, se ha optado para este proyecto con emplear las series TRMM, pero previamente calibradas con los datos de los pluviómetros. De esta forma, se pueden aprovechar las ventajas que ofrece cada una de estas fuentes de información.

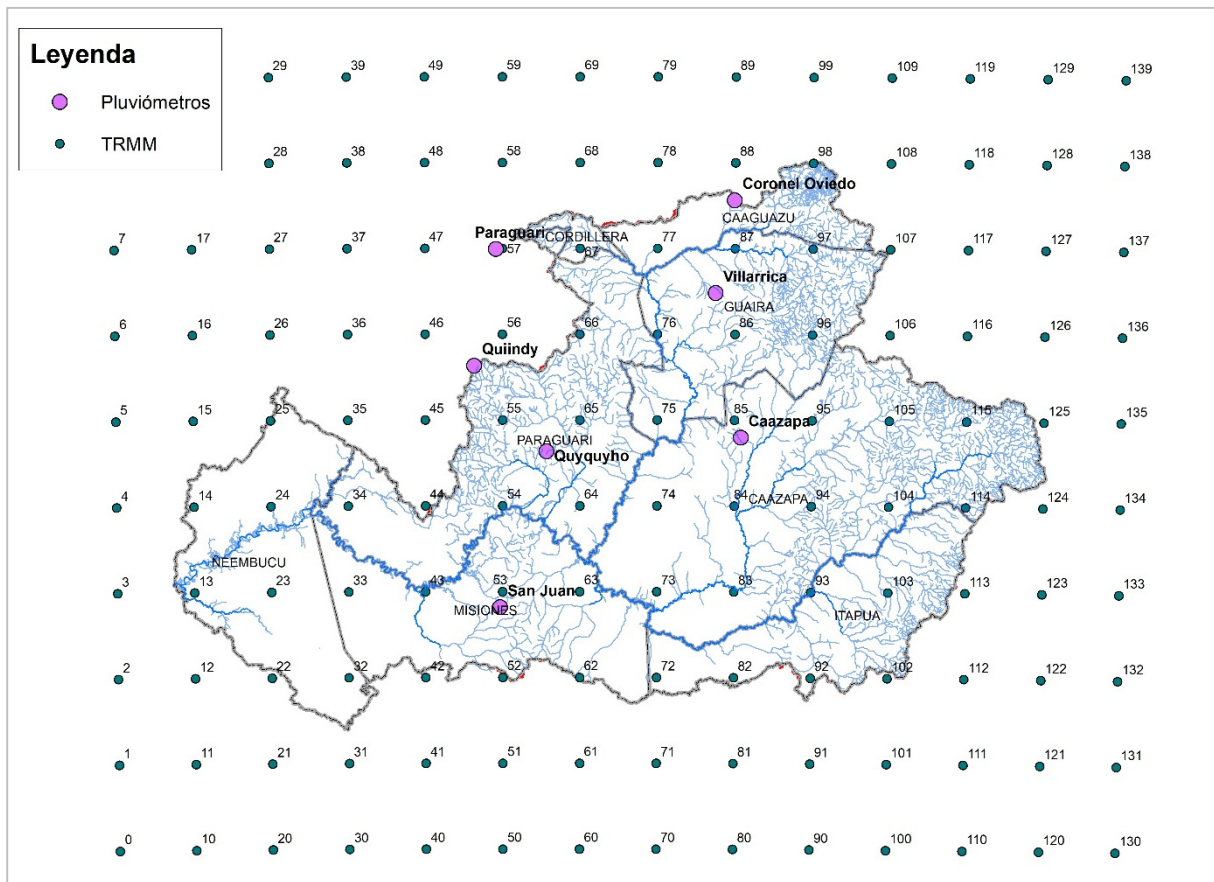


Figura 8. Situación de los pluviómetros empleados para este estudio, y de los puntos de la base de datos TRMM.

En cuanto a los datos de (ETP), estos han sido proporcionados por la Unidad de Investigación sobre el Clima de la Universidad de East Anglia (University of East Anglia Climatic Research Unit; Harris, I.C.; Jones, P.D. (2017): CRU TS4.01: Climatic Research Unit (CRU) Time-Series (TS) version 4.01 of high-resolution gridded data of month-by-month variation in climate (Jan. 1901- Dec. 2016). Centre for Environmental Data Analysis, 04 December 2017). Estos datos son de libre acceso y se pueden descargar en: <http://www.cru.uea.ac.uk/>.

En concreto, se han descargado las series mensuales de ETP de la base CRU TS4.01 en la zona de estudio, con una resolución espacial de 0.5° (Figura 9). Aunque la serie abarca un periodo de más de 100 años, se ha extraído la información del periodo 1998-2014, que es la que se utilizará para las simulaciones hidrológicas. Posteriormente, los datos mensuales se han pasado a escala diaria (asumiendo un valor constante para cada mes), que es el paso de tiempo elegido para el modelo hidrológico.

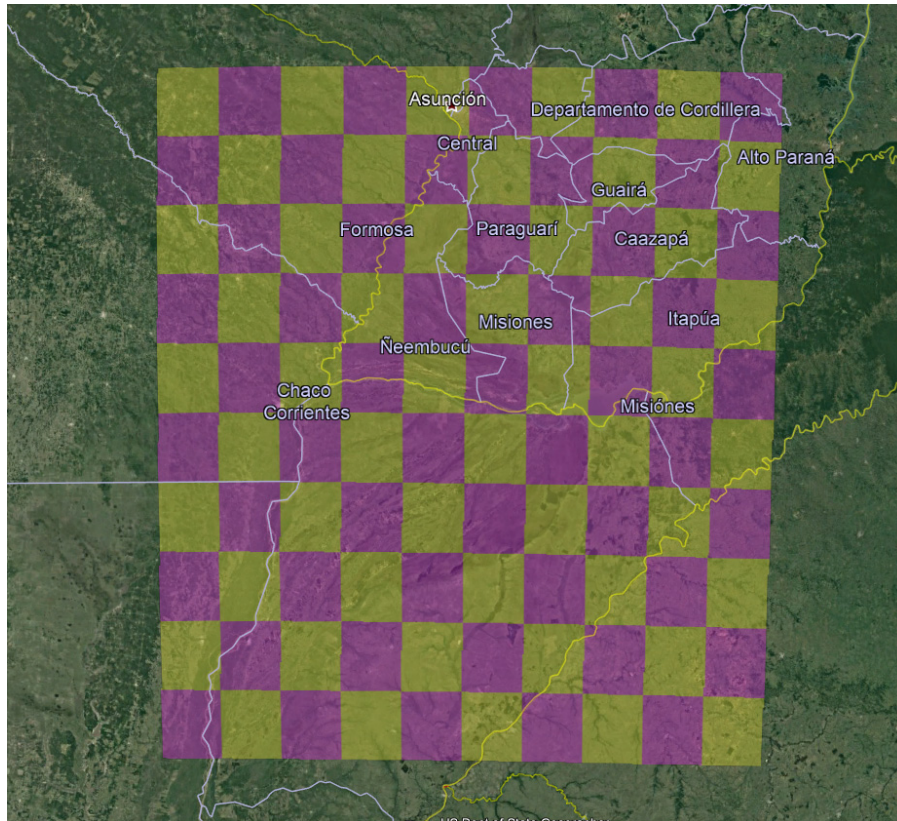


Figura 9. Rejilla de datos de evapotranspiración potencial CRU TS4.01 con resolución espacial de 0.5°, en la zona de estudio. Imagen de fondo: Google Earth.

5. DATOS DE CAUDALES Y SECCIONES TOPOGRÁFICAS

En cuanto a la disponibilidad de datos hidrológicos, ésta resulta bastante escasa: únicamente existen tres estaciones de aforo en la cuenca del río Tebicuary (Villa Florida, Iturbe y Yuty) cuya localización se presenta en la Figura 10, y únicamente una de ellas, la estación de Villa Florida, dispone de una serie histórica de registros de más de 5 años.

En dicha estación, localizada en la cuenca media-baja del río, se dispone de datos diarios de caudales en dos periodos históricos, 1974-2002 y 2013-2017 (ver Figura 11), que han sido proporcionados por la SEAM (Secretaría del Ambiente de Paraguay). En cuanto a las estaciones de Iturbe y Yuti, situadas en la cuenca alta del río, se dispone de datos diarios de niveles en el periodo 2016-2017 que se han obtenido de la página web de la DINAC (Dirección Nacional de Aeronáutica Civil).

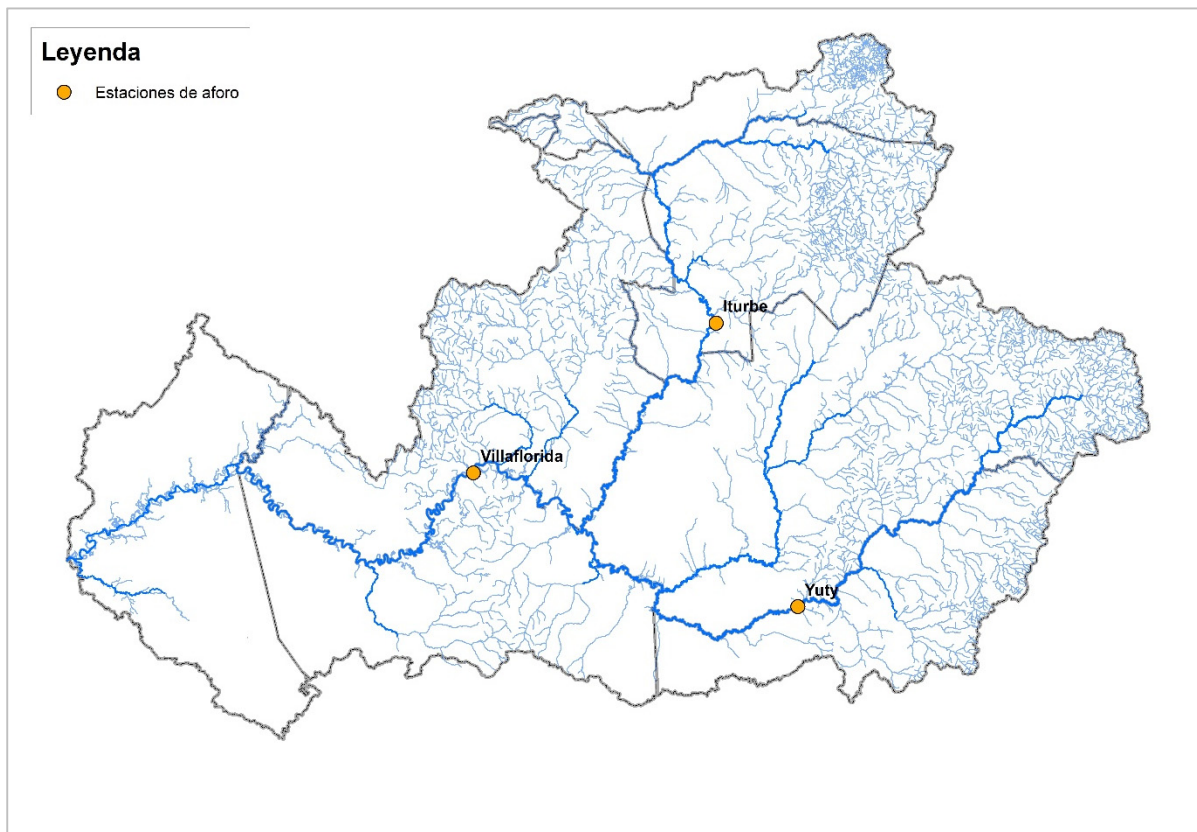


Figura 10. Localización de las estaciones de aforo de la cuenca del río Tebicuary.

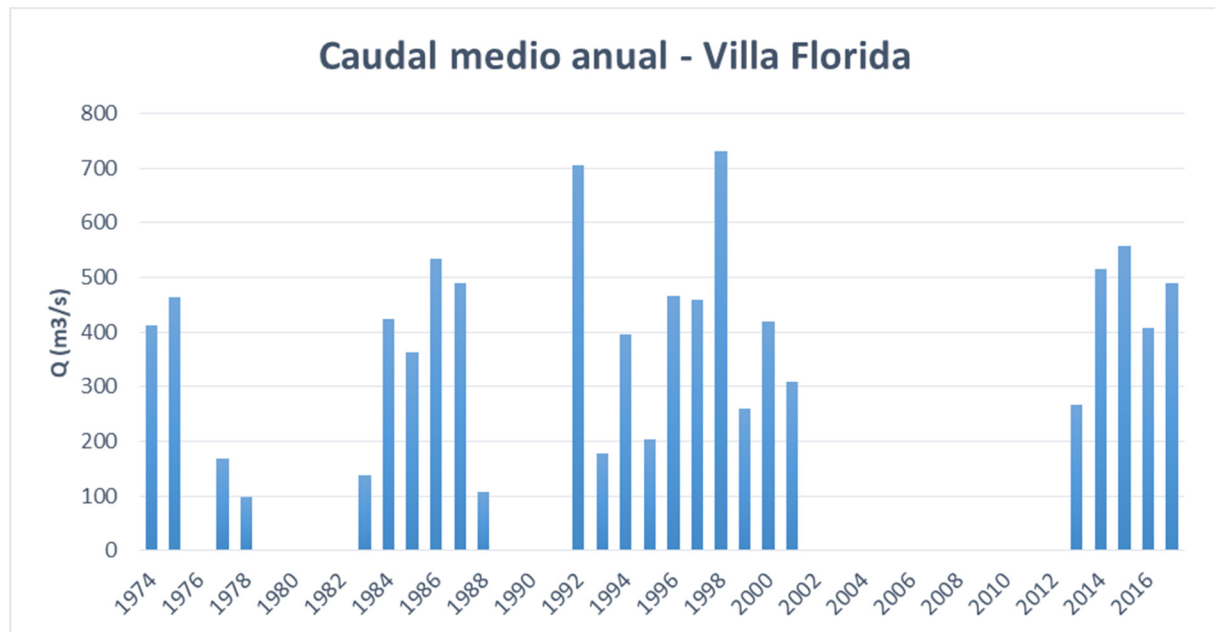


Figura 11. Caudal medio anual. Estación de aforo de Villa Florida. Periodos 1974-2002 y 2013-2017.

En cuanto a las secciones topográficas se dispone de las mismas en las estaciones de Villa Florida e Iturbe. En Villa Florida los datos de la sección se han obtenido de siguiente artículo (Conservación del caudal ambiental en la cuenca del río Tebicuary, Autores: Mongelós, S.; Wehrle, A.; Ferrirra, F.; Idoyaga, R.; Caballero Gonzalo Céspedes Juan; Fariña, D).

La sección de medición se encuentra 500 m aguas abajo del puente en un tramo relativamente recto y con un ancho entre 135 m y 200 m, las profundidades varían con el nivel del río y el punto de la sección transversal.

En las siguientes figuras se presenta la localización de la sección de medición y las secciones que se obtuvieron.



Figura 12. Ubicación de la sección de medición en Villa Florida.

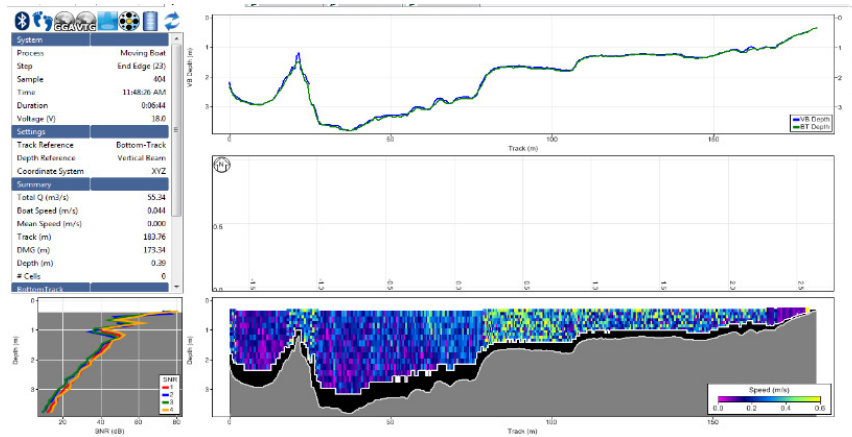


Figura 13. Sección transversal medida en Villa Florida con un equipo ADCP SONTEK.

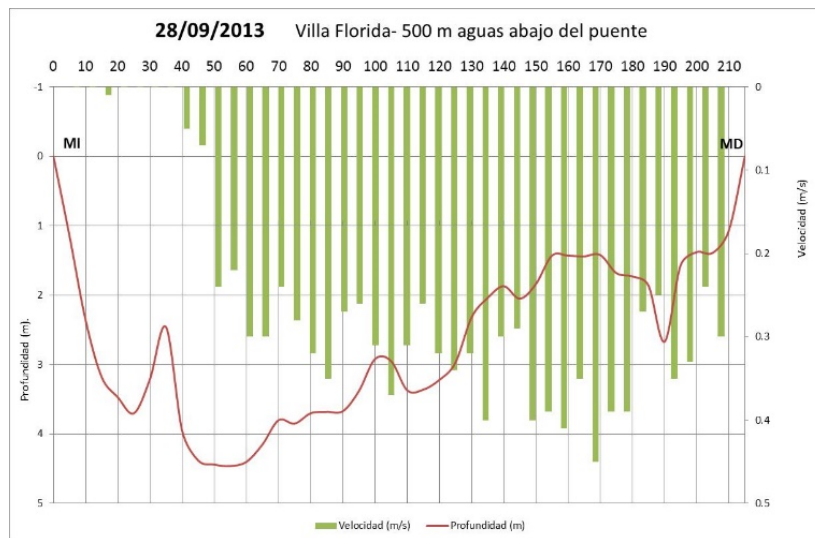


Figura 14. Sección Transversal medida en Villa Florida cada 5 m con el equipo QLINER OTT.

La obtención de la sección topográfica en la estación de Iturbe se ha realizado en la primera fase de las campañas de campo llevadas a cabo para este proyecto y que se detallan en el documento 3.3. Concretamente se han levantado tres secciones batimétricas, la Sección 1, Aguas Arriba del puente, la Sección 2, inmediatamente aguas abajo del puente, y la Sección 3, aguas abajo del puente.

En la Figura 15 se presenta la localización de las tres secciones de medición y en la Figura 16 se presentan las secciones levantadas identificando los puntos de mayor profundidad en cada sección, en los tres casos referidos al cero de la regla así como los niveles del P.A en la margen de cada sección. Es importante notar que la sección 1 de aguas arriba presenta la mayor profundidad.

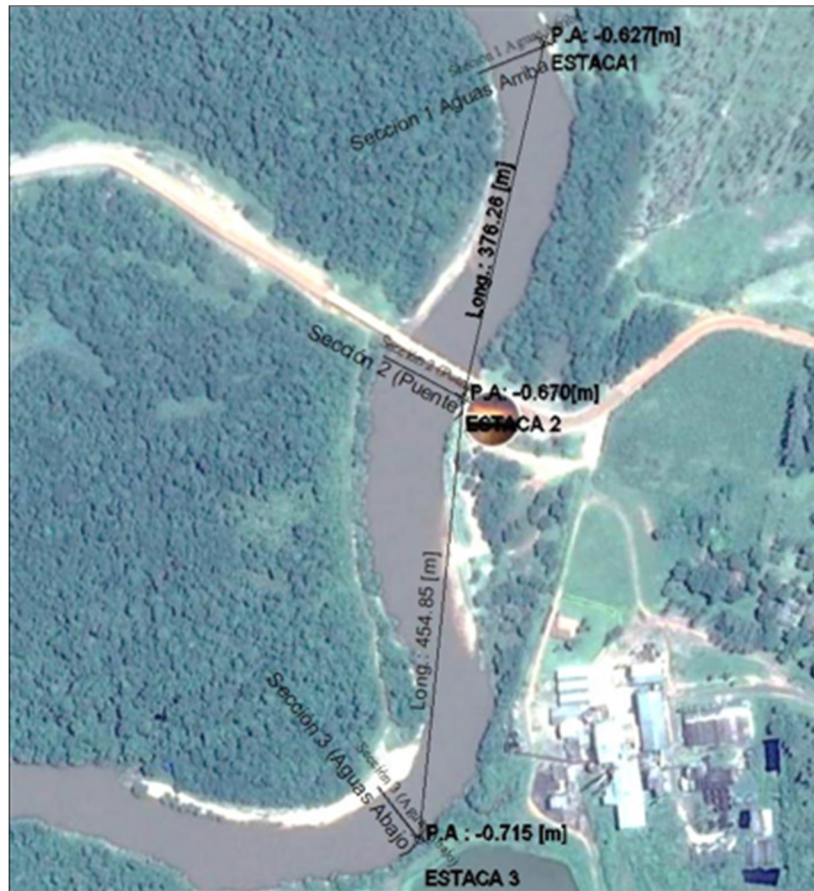


Figura 15. Ubicación de las secciones levantadas en la estación de Iturbe.

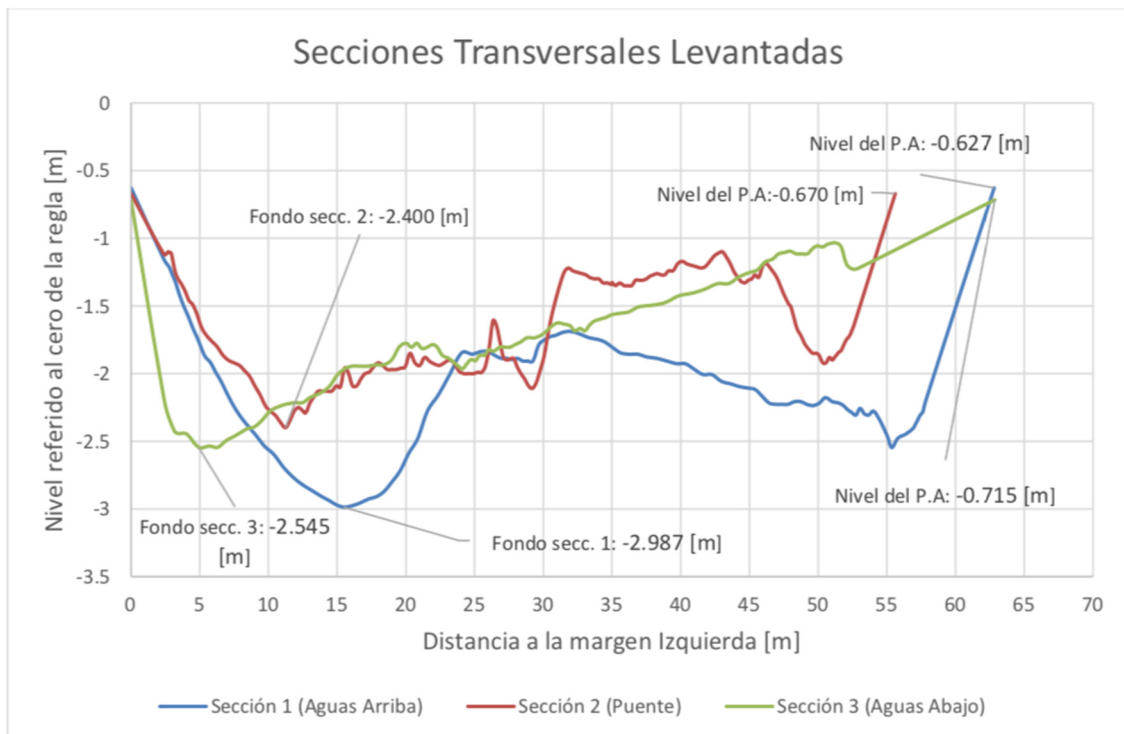


Figura 16. Secciones levantadas en la estación de Iturbe.

6. DATOS GEOLÓGICOS, EDAFOLÓGICOS Y DE USOS DEL SUELO

Se cuenta con mapas en formato digital de los usos y tipos del suelo de la cuenca del río Tobicuary que han sido proporcionados por la SEAM (ver Figura 17 y Figura 18, respectivamente).

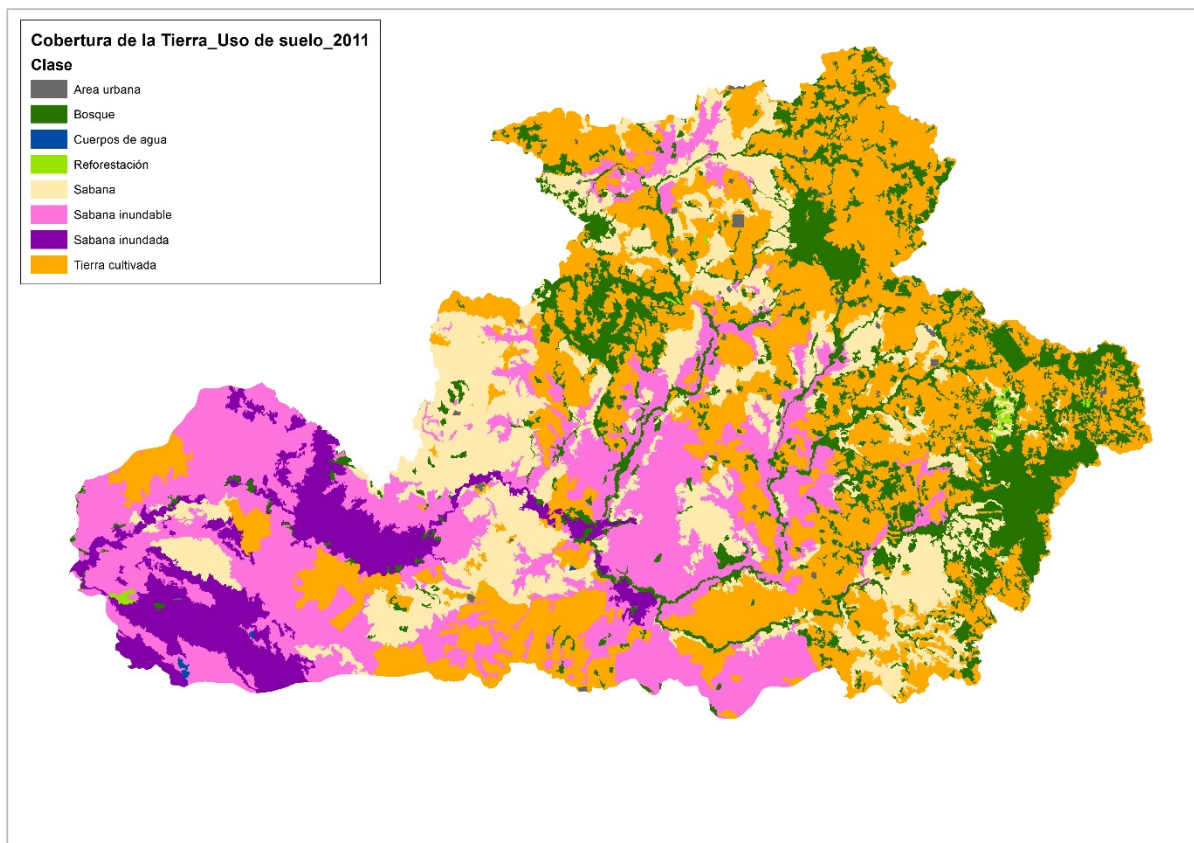


Figura 17. Mapa de usos del suelo de la cuenca del río Tobicuary.

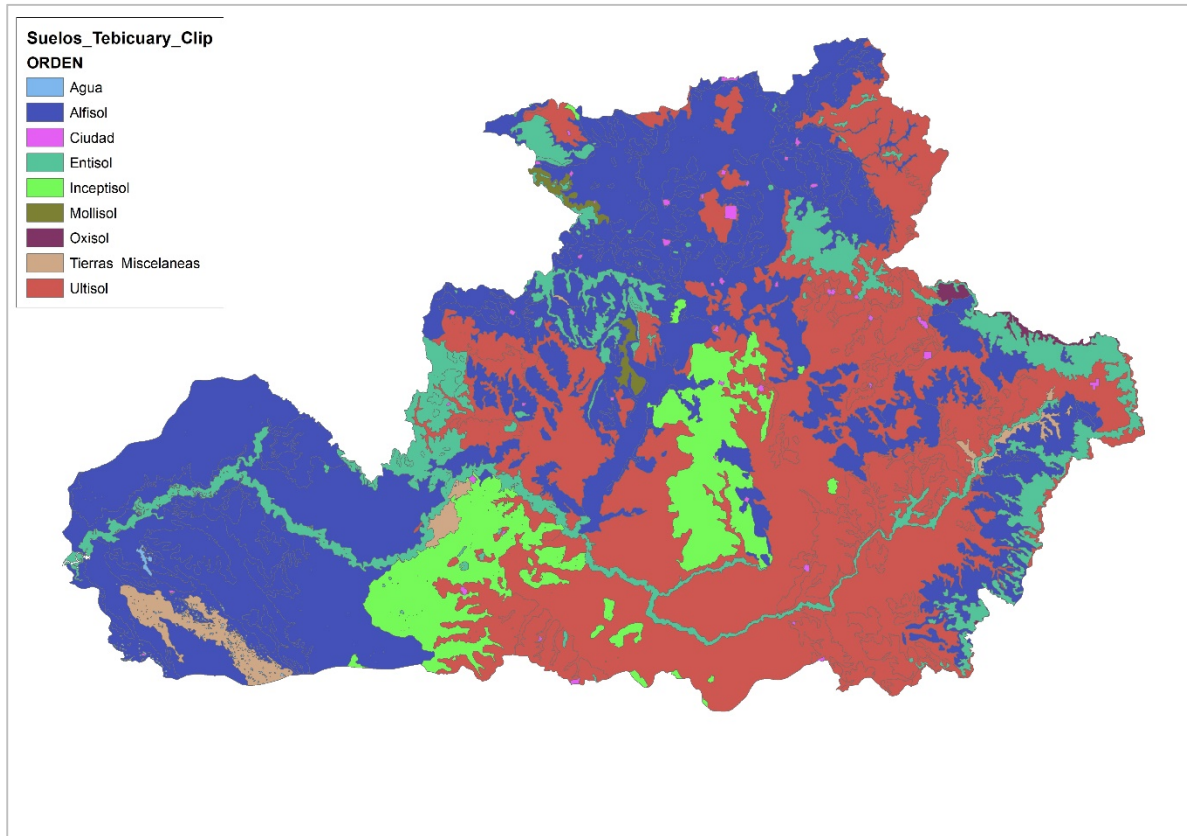


Figura 18. Mapa de tipos de suelo de la cuenca del río Tebicuary.

Se dispone además de mapas de las áreas de cultivo de arroz, identificadas por mes de siembra y consumos mensuales de agua en las campañas de 2012-2013 y 2013-2014 obtenidas del "Informe cuenca del río Tebicuary, Proyecto Modernización del Sector Agua Potable y Saneamiento (PMSAS-77/10), SEAM 2016" (ver Figura 19 y Figura 20).

METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE CAUDALES ECOLÓGICOS Y PLANES DE MANEJO DE CUENCAS EN PARAGUAY. APLICACIÓN A LA CUENCA PILOTO DEL RÍO TEBICUARY.

3.1. INVENTARIO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE

MEMORIA

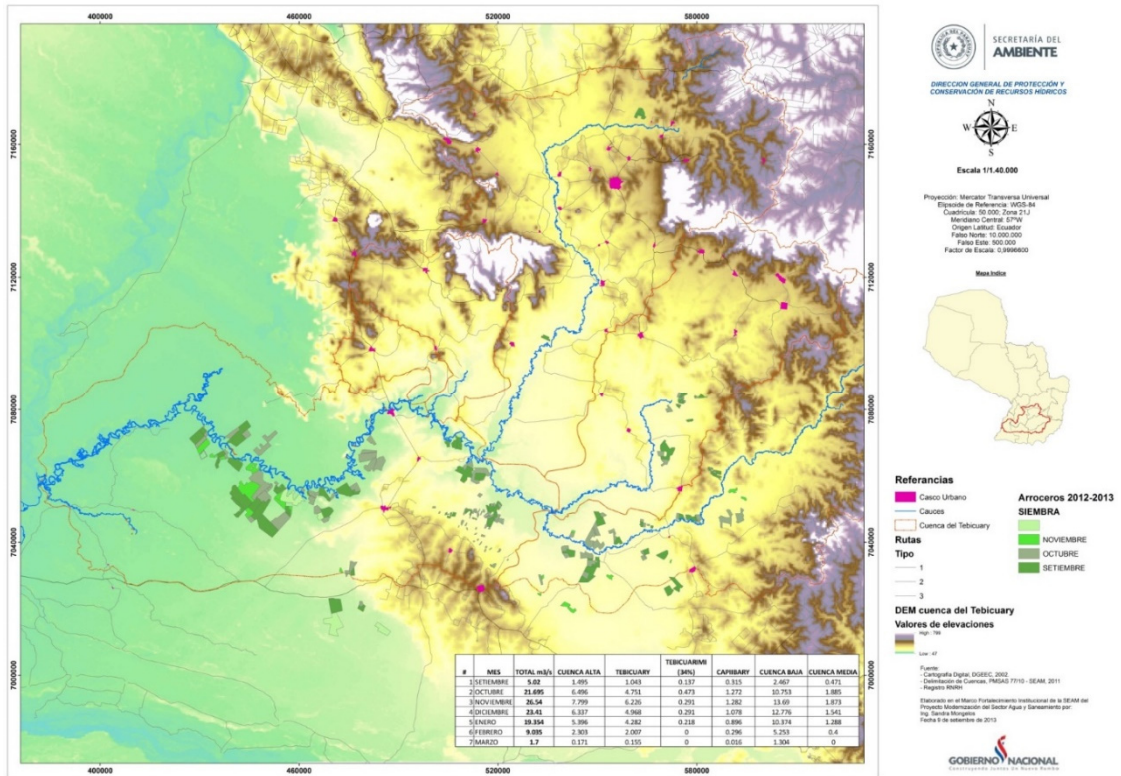


Figura 19. Áreas de cultivo de arroz, identificadas por mes de siembra y consumos mensuales de agua en la campaña 2012-2013.

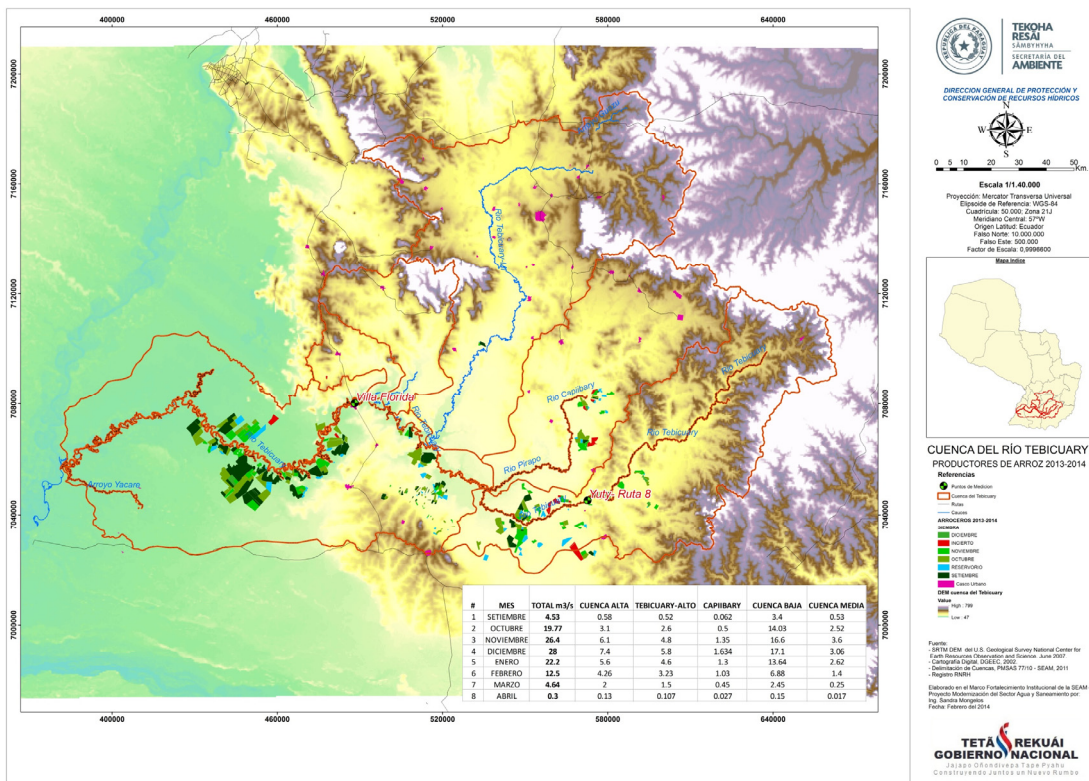


Figura 20. Áreas de cultivo de arroz campaña 2013-2014, identificadas por mes de siembra y consumos mensuales de agua.

7. DATOS DE FAUNA PISCÍCOLA

Se dispone de un listado de fauna piscícola existente dentro la cuenca del río Tebicuary y sus principales características (ver Tabla 6) y además se cuenta la estadística pesquera comercial en Ayolas y Pilar durante el periodo 2012-2016, de la cual se presentan los datos del año 20216 a modo de ejemplo (Tabla 4) y el resumen de todo el periodo en la (Tabla 5 y Figura 21).

Especies	Año 2016	
	Ayolas	Pilar
Surubí pintado	11.907	281.120
Surubí atigrado	19.883	28.618
Dorado	57.886	89.623
Pacú	5.843	6.532
Boga	69.977	20.147
Sábalo y/o Carimbatá	212.868	91.256
Bagre Amarillo	84.193	118.921
Bagre	---0---	128.952
Salmon	5.160	40
Manguruyú	1.836	60.147
Tres Puntos	273	2.689
Pico de Pato	462	2.314
Corvina	221	199.215
Moncholo	19.883	28.618

Tabla 4. Estadística pesquera comercial del año 2016 en Ayolas y Pilar.

CANTIDAD POR PECES POR PIEZAS AÑO					
AÑOS	SURUBÍ PINTADO	SURUBÍ ATIGRADO	DORADO	PACÚ	BOGA
2012	39.617	40.85	24.863	7.960	108.082
2013	44.236	3.590	38.522	8.078	50.412
2014	36.146	10.759	39.133	10.096	67.603
2015	35.162	5.294	42.107	6.636	95.492
2016	36.628	6.063	32.780	4.125	60.083

Tabla 5. Resumen de la estadística pesquera comercial en Ayolas y Pilar (Periodo 2012-2016).

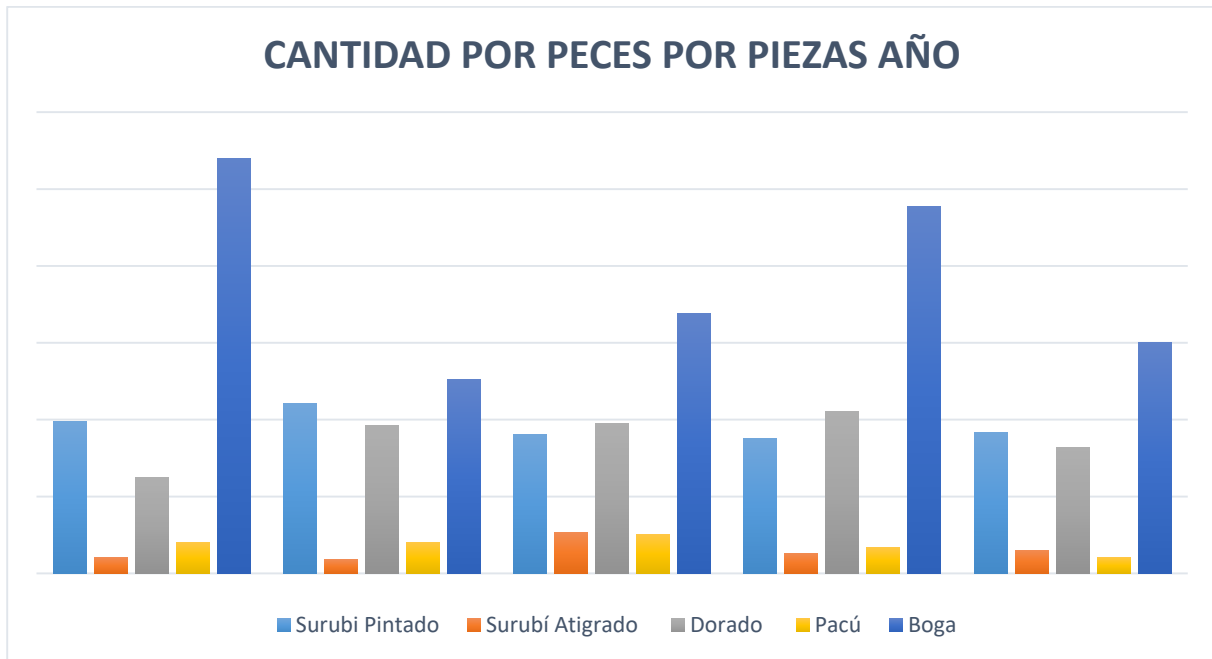


Figura 21. Resumen de la estadística pesquera comercial en Ayolas y Pilar (Periodo 2012-2016).

3.1. INVENTARIO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE

MEMORIA

Género	Especies	Nombre común	Periodo reproducción	Longevidad	Alimentación adulto	Hábitat	Madurez sexual macho	Madurez sexual hembra
Pseudoplatystoma	<i>P. corruscans</i> y <i>P. fasciatum</i>	Surubí pintado y Surubí atrigado	diciembre - febrero. En aguas altas	10-11 años	Piscívoro	Migran a zonas altas de cuenca para reproducirse	3-5 años	5-8 años
Paulicea	<i>Paulicea</i> spp.	Manguruyú; Zungaru jahu	-	-	Piscívoro	Ríos fangosos. Migran a zonas altas de cuenca para reproducirse	10 kg	10 kg
Luciopimelodus	<i>Luciopimelodus pati</i>	Patí	verano y primavera	12 años	Piscívoro/Omnívoro	Aguas profundas, turbias y de corrientes moderadas	-	-
Salminus	<i>S. brasiliensis</i> = <i>S. maxillosum</i>	Dorado	diciembre-enero	9 años	Piscívoro/Cangrejos	Predominantemente lenticos (ponds). En oct-nov migran a zonas altas de cuenca para reproducirse	2 años	3 años
Leporinus(hay varias spp)	<i>Leporinus obtusidens</i>	Boga	diciembre - marzo	-	Omnívoro	Adultos en ríos medios y grandes. También hábitats lénticos. Zonas húmedas para reproducción	16 cm	21 cm
Brycon	<i>B. orbignyanus</i>	Salmón del Paraná	octubre - enero	-	Omnívoro	-	24 cm	32 cm
Piaractus	<i>P. mesopotamicus</i>	Pacú	oct-marzo, en cuenca alta y oct-nov en llanuras de inundación	25 años	Omnívoro	Migrador en la cuenca. Se desplaza para reproducción y alimentación	-	35 - 44 cm
Oxydoras	<i>kneri</i>	Armado chanco	octubre - enero	-	Omnívoro	Migrador en la cuenca. Se desplaza para reproducción y alimentación	-	-
Pterodoras	<i>granulosus</i>	Armado	enero - marzo	-	Omnívoro	Migrador en la cuenca. Se desplaza para reproducción y alimentación	24 cm	25 cm
Prochilodus	<i>lineatus</i>	Carimbatá	noviembre - enero	-	Iliófago (sedimentos)	Migrador aguas arriba para la reproducción. Fecundación en el cauce. Puesta en llanura. Los juveniles pueden estar hasta 2 años en las planicies	21 cm - 2 años	24-30cm - 2 años
Hemisorubim	<i>platyrhynchus</i>	Tres puntos	-	-	Piscívoro/Bentívoro	-	24 cm	31 cm
Ageneiosus	<i>brevifilis</i>	Solalinde	noviembre - enero	-	Piscívoro/Cangrejos	Backwaters y ríos con corriente de baja velocidad	-	-
Sorubim	<i>lima</i>	Pico de pato	octubre - diciembre	-	Piscívoro/Cangrejos	Bentónico, principalmente en márgenes de ríos y lagos. Juveniles en zonas con vegetación acuática densa	22 cm	23 cm

3.1. INVENTARIO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE

MEMORIA

<i>Plagioscion</i>	<i>ternetzi</i>	Corvina	octubre - diciembre	-	Piscívoro	-	-	-
<i>Itheringichthys</i>	<i>labrosus</i>	Juru pito	septiembre-diciembre	-	Moluscos y Artrópodos	Aguas claras y de poca velocidad y profundidad con vegetación abundante. Migrador de corta distancia antes de su reproducción	13 cm	12 cm
<i>Luciopimelodus</i>	<i>maculatos</i>	Bagre amarillo	noviembre - enero	12 años	Omnívoro, preferentemente piscívoro	Ríos turbios de aguas profundas y velocidad moderada	-	-
<i>Pimelodus</i>	<i>albicans</i>	Moncholo	noviembre - enero	-	Omnívoro	Ríos turbios de aguas profundas y velocidad moderada	-	-
<i>Pygocentrus</i>	<i>nattereri</i>	Piraña	septiembre - enero	10-12 años	Omnívoro	Oportunista, ubícuo. Los juveniles pasan a zonas inundadas	13 cm	14 cm
<i>Serrasalmus</i>	<i>rhombeus</i>	Piraña	septiembre - enero	-	Carnívoro	Oportunista, ubícuo. Los juveniles pasan a zonas inundadas	-	-
<i>Hoplias</i>	<i>malabaricus</i>	Tarey	noviembre - enero	-	Carnívoro	Ubícuo, prefiriendo aguas poco profundas, cálidas, cenagosas y con abundante vegetación	17 cm - 1 año	17 cm - 1 año

Tabla 6. Lista de Especies de Peces en la cuenca del río Tebicuary y sus principales características.

8. OTROS TIPOS DE INFORMACIÓN

La información relativa a los principales usos del agua en la cuenca, incluyendo los consumos asociados a las principales actividades agrícolas e industriales, se presentarán y analizarán en el informe nº4 del Proyecto (*Descripción del marco general para la implementación de un plan de gestión de recursos hídricos en Paraguay*), por lo que se omiten en el presente informe.

9. CONCLUSIONES

La información recopilada va a servir como base para la elección de los métodos más adecuados para la obtención de los caudales ecológicos en la cuenca del río Tebicuary (informe 3.2 - *Metodologías de definición de caudales ecológicos y descripción de la herramienta propuesta*), cuya implementación se presenta en el informe 3.4 - *Aplicación de la herramienta propuesta para la definición de caudales ecológicos en la cuenca del río Tebicuary*.

A continuación se resume brevemente esta información:

- Se dispone de información de la red hidrográfica así como de información topográfica (bases de datos ASTER y ALOS Mission de 30 m y 12.5 m de resolución respectivamente) suficiente para la correcta caracterización de la cuenca (definición de subcuencas y obtención de sus parámetros básicos).
- En cuanto a los datos instrumentales de precipitaciones, poseen precisión y fiabilidad, así como buena resolución temporal (1 día); sin embargo, existe una falta de cobertura espacial dentro de la cuenca y las series, aunque largas en algunos casos, no siempre se solapan. Ante esta carencia de datos instrumentales, se ha optado por emplear de forma complementaria las series de la base de datos TRMM (1998-2014), que cuentan con una resolución espacial de 0.25° (aproximadamente 25 km) y temporal de 3 horas, que serán calibradas con los datos instrumentales.
- En cuanto a los datos de (ETP), se han descargado las series mensuales de la base de datos CRU TS4.01 en la zona de estudio, con una resolución espacial de 0.5° en el periodo 1998-2014.
- Los datos hidrológicos recopilados son bastante escasos: existen tres estaciones de aforo en la cuenca del río Tebicuary (Villa Florida, Iturbe y Yuty), y únicamente una de ellas, la estación de Villa Florida, dispone de una serie histórica de registros de más de 5 años. Por lo tanto esta es la estación que se va a utilizar para la calibración del modelo hidrológico (ver informe 3.4).
- Se ha dispuesto de datos de secciones topográficas en la estación de Villa Florida.
- Se cuenta con mapas en formato digital de los usos y tipos del suelo de la cuenca del río Tebicuary que han sido proporcionados por la SEAM así como mapas de las áreas de cultivo de arroz.
- Se dispone de un listado de fauna piscícola existente dentro la cuenca del río Tebicuary y sus principales características pero no se dispone de curvas de preferencia específicas de las mismas.

Tras analizar la información disponible se puede concluir que esta es suficiente para la aplicación de métodos hidrológicos pero no para la aplicación del resto de metodologías para la obtención de caudales ecológicos. En este sentido y dado el alcance de esta consultoría, se ha propuesto la realización de una serie de campañas de campo en la

estación de Iturbe que incluye mediciones de secciones topográficas y de valores de caudales continuos (cada 10 minutos) mediante la colocación de un sensor de presión. Los resultados de estas campañas de campo se presentan en el informe 3.4 y servirán para la posterior aplicación de métodos hidrobiológicos.

Por último comentar que, para la aplicación de estos métodos, dado que no se dispone de curvas de preferencia específicas y la imposibilidad de obtenerlas (ya que se necesitaría la realización de campañas de campo que exceden los alcances de esta consultoría), se planteará la utilización de curvas ya desarrollada en la literatura, teniendo en cuenta que esto puede dar resultados no fiables.