



**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.

INFORME DE LA MISIÓN 3

(DEL 14 AL 18 DE ENERO DE 2019)

IH cantabria



IH cantabria
INSTITUTO DE HIDRÁULICA AMBIENTAL
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

ÍNDICE

1. Día 1: 14 de enero de 2019.....	1
1.1. Reunión de planificación de la misión con técnicos de la Dirección General de Protección y Conservación de los Recursos Hídricos (DGPCRH).....	1
2. Día 3: 16 de enero de 2019.....	1
2.1. Reunión de trabajo con técnicos de la DGPCRH.....	1
3. Día 4: 17 de enero de 2019.....	3
3.1. Reunión con representantes de los cultivadores arroceros de la cuenca del río Tobicuary.....	3
3.2. Reunión con el Ministro del Ambiente y Desarrollo Sostenible.....	5
4. Día 5: 17 de enero de 2019.....	6
4.1. Sesión general de presentación de resultados / cierre del proyecto.....	6

ANEXO I. HOJAS DE FIRMAS DE LA PRESENTACIÓN FINAL DE LOS RESULTADOS DEL PROYECTO EL DÍA 18 DE ENERO DE 2019

ANEXO II. PRESENTACIONES EXPUESTAS EN LA PRESENTACIÓN FINAL DE LOS RESULTADOS DEL PROYECTO EL DÍA 18 DE ENERO DE 2019

1. Día 1: 14 de enero de 2019

1.1. Reunión de planificación de la misión con técnicos de la Dirección General de Protección y Conservación de los Recursos Hídricos (DGPCRH)

Lugar: sede del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES)

Fecha: 14/01/2019

Hora: 15:00- 17:00

Participantes:

David Fariña (Director General de Protección y Conservación de los Recursos Hídricos)/ Flavia Fiore (Directora de Gestión de Cuencas Hidrográficas)/ José Silvero (Director de Hidrología e Hidrogeología)/ Jorge Rojo (IHCantabria)/ Beatriz Tejerina (IHCantabria).

Comienza la reunión con las palabras de bienvenida del Ing. Fariña y se procede a la verificación y chequeo de las reuniones y exposiciones previstas para las siguientes sesiones de la misión (ajuste de preparativos y chequeo de convocatorias).

Jorge Rojo y Beatriz Tejerina exponen la metodología empleada y los resultados obtenidos de los trabajos realizados a los largo de esta consultoría.

2. Día 3: 16 de enero de 2019

2.1. Reunión de trabajo con técnicos de la DGPCRH

Lugar: sede del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES)

Fecha: 16/01/2019

Hora: 15:00- 17:00

Participantes:

David Fariña (Director General de Protección y Conservación de los Recursos Hídricos)/ Flavia Fiore (Directora de Gestión de Cuencas Hidrográficas)/ José Silvero (Director de Hidrología e Hidrogeología)/ Jorge Rojo (IHCantabria)/ Beatriz Tejerina (IHCantabria).

Se desarrolla una reunión de trabajo con los técnicos de la DGPCRH donde se discuten y validan los resultados obtenidos a lo largo de esta consultoría, se realiza una revisión de los documentos y se prepara la sesión general de presentación de resultados y cierre del proyecto, prevista para el día 18 de enero.

Concretamente se presentan los siguientes productos:

- La metodología empleada para la definición de los caudales ecológicos en la cuenca del río Tobicuary y los resultados obtenidos en la misma.
- El modelo de gestión de los recursos hídricos para la cuenca del río Tobicuary desarrollado por el IHCantabria, que ha sido proporcionado a los técnicos de la

DGPCRH para que puedan utilizarlo como una herramienta para la planificación hidrológica en la misma. Dicho modelo puede implementarse en otras cuencas del país. **Esta herramienta constituye una aportación adicional a los trabajos incluidos en los TDRs, por considerarse de especial importancia para el desarrollo de la planificación.**

- La propuesta para el establecimiento de un marco institucional y legal para la gestión de los recursos hídricos en Paraguay.

En relación con este último punto, de especial interés para el ministerio, se comentaron los siguientes aspectos relacionados con la gestión administrativa (ver Anejo II).

- La reforma institucional requerida para conseguir un organismo de gestión del agua con competencias no solapadas (o de forma mínima) con otros organismos.
- La estructura administrativa del organismo de gestión de cuencas.
- Una propuesta de división del país por unidades hidrológicas.
- La definición de los instrumentos legales mínimos que se requieren para esta administración del agua.
- Los estudios técnicos y herramientas de base que son necesarios para que opere la administración.
- Los instrumentos de control de gestión del sistema y de las medidas de gestión.

Tras la presentación de estos resultados, los técnicos de la DGPCR ponen de manifiesto la importancia de poder contar con estos datos para el desarrollo de los futuros planes de cuenca y para la definición del adecuado régimen concesional de caudales en el Tebicuary.

Los técnicos transmiten a los miembros del IHCantabria que los productos entregados cubren las expectativas y objetivos del contrato y que pueden darse por finalizados. No obstante, piden una semana para la revisión final e incorporación de comentarios por su parte y la de otros miembros del MADES.

Finalmente, se comentan los siguientes pasos a realizar para el desarrollo del Plan de cuenca y la extensión de la planificación hidrológica al resto del país. En este sentido, los técnicos de la DGPCRH insistieron en la necesidad de poder contar en el futuro con un equipo técnico de asesoramiento y realizar nuevos trabajos que completen la visión de la planificación hidrológica en las cuencas del país, como los relacionados con la calidad de las aguas fluviales.



Figura 1. Reunión de trabajo en la DGPCRH.

3. Día 4: 17 de enero de 2019

3.1. Reunión con representantes de los cultivadores arroceros de la cuenca del río Tobicuary

Lugar: sede del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES)

Fecha: 17/01/2019

Hora: 9:30- 14:00

Participantes: David Fariña (Director General de Protección y Conservación de los Recursos Hídricos)/ José Silvero (Director de Hidrología e Hidrogeología)/ Jorge Rojo (IHCantabria)/ Beatriz Tejerina (IHCantabria)/ Representantes de los arroceros de la cuenca del río Tobicuary.

Jorge Rojo expone el trabajo realizado y los resultados obtenidos a al sector arrocero y se discuten algunos aspectos para el enfoque y socialización en la sesión final de presentación de los resultados.



Figura 2. Reunión de trabajo en la DGPCRH con representantes de los arroceros y los técnicos de la DGPCRH.



Figura 3. Reunión de trabajo en la DGPCRH con representantes de los arroceros y los técnicos de la DGPCRH.

En el mismo sentido que la reunión anterior, se pone de manifiesto la importancia de la planificación hidrológica para poder establecer el adecuado régimen concesional, en el que deben tenerse en cuenta las demandas del sector arrocero, pero también de otros sectores productivos, y la importancia de la calidad de las aguas sobre el caudal disponible.

En este sentido, el Ing. Rojo comentó que el modelo de gestión que se facilita en la consultoría, constituye la herramienta fundamental para dicha planificación. Dicho modelo se facilita totalmente operativo al MADES y en él se pueden implementar las demandas actuales o las futuras que se identifiquen en la cuenca.

En el caso de la calidad de las aguas, cuyo estudio no es objeto de esta consultoría, el Sr. Rojo transmitió la importancia del monitoreo y la experiencia en otros países sobre redes de control de contaminación. El diseño de esta red de monitoreo exige una planificación que tiene que ser objeto de estudios específicos.

Para finalizar la reunión, los arroceros mostraron su inquietud por la repercusión de los resultados del estudio de caudales ecológicos sobre su actividad de riego. En este sentido, la DGPCRH les transmitió que dicho dato no es más que un elemento adicional a tener en cuenta en la planificación, que será consensuada con diversos actores en la cuenca.

3.2. Reunión con el Ministro del Ambiente y Desarrollo Sostenible

Lugar: sede del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES)

Fecha: 17/01/2019

Hora: 14:00- 14:30

Participantes: Ariel Oviedo (Ministro del Ambiente)/ David Fariña (Director General de Protección y Conservación de los Recursos Hídricos)/ José Silvero (Director de Hidrología e Hidrogeología)/ Jorge Rojo (IHCantabria)/ Beatriz Tejerina (IHCantabria)/ Representantes de los arroceros de la cuenca del río Tobicuary.

Comienza la reunión con la intervención de los representantes de los arroceros, que transmiten su preocupación al ministro en relación con los resultados de los caudales ecológicos obtenidos en la cuenca y la repercusión de una posible socialización sesgada de los mismos.

En este sentido, el ingeniero Rojo comenta la conversación mantenida en la reunión anterior sobre la necesidad de la planificación integral de la cuenca en la definición final del régimen concesional, en la que se deben involucrar la sociedad paraguaya y los diferentes usuarios del recurso.

Jorge Rojo (IHCantabria) expone la metodología y resultados de la consultoría, poniendo de manifiesto que los productos entregados permitirán al MADES desarrollar una planificación ordenada de las cuencas hidrológicas del país, tanto desde el punto de vista hidrológico como de gestión y regulación administrativa. Dicha metodología se ha basado en las experiencias más recientes del equipo consultor en Europa y países latinoamericanos con problemáticas similares.

El Ing. Fariña transmite al Ministro la necesidad de seguir profundizando, en el medio plazo, en los estudios para el mejor conocimiento de la cuenca e implementación y aprovechamiento del modelo de gestión desarrollado por el IHCantabria, promoviendo la comunicación y colaboración de todos los actores implicados.

El ministro muestra su acuerdo con este planteamiento y expresa su interés en continuar con los citados trabajos en la cuenca y su posterior replicabilidad en otros territorios del país.

4. Día 5: 17 de enero de 2019

4.1. Sesión general de presentación de resultados / cierre del proyecto

Lugar: sede del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES)

Fecha: 18/01/2019

Hora: 9:30- 12:30

Participantes: Hoja de participación. Anexo I

Agenda:

VIERNES 18 DE ENERO / 2019			
Sesión general de presentación de resultados/cierre del proyecto			
Horario	Actividad	Lugar	Participantes
10:00 – 10:15	Bienvenida/presentación sesión MADES – DGPCRH	MADES (Salón Auditorio de Áreas Protegidas)	<ul style="list-style-type: none"> - UNIDO – CTCN (remoto) - MADES - IH Cantabria - DGPCRH - DNCC - SEN - DINAC - MAG
10:15 – 10:30	Introducción, objetivos del proyecto UNIDO (remoto)		
10:30 – 11:30	Presentación de resultados del proyecto: Metodología para la determinación de caudales ecológicos. IH Cantabria		
11:30 – 12:00	Pausa café		
12:00 – 12:30	Presentación de resultados del proyecto: Establecimiento de un marco general para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos. IH Cantabria		
12:30 – 13:00	Ruegos y preguntas		
13:00	Cierre de la sesión MADES - DGPRH		

La sesión de la presentación final del proyecto se desarrolló durante la mañana del 19 de enero de 2019 comenzando con una bienvenida realizada por el Ing. Fariña (DGPCRH), seguida de una introducción al proyecto y presentación de los objetivos de la consultoría e impactos esperados de la misma por parte de Sandra Bry (UNIDO) que se conectó vía Skype.

En dicha intervención Sandra Bry resalto la alta dependencia que tiene Paraguay en cuanto a las actividades agrícolas que a menudo requieren abundantes recursos hídricos, la competencia que existe entre los usos del agua, que como resultado las cuencas se encuentran cada vez más expuestas a problemas de escasez y calidad del agua y que, en este contexto, SEAM, el actual MADES (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible),

solicitó la asistencia del CTCN en 2017 para definir los flujos ambientales en respuesta al cambio climático.

Por otro lado la señora Bry señaló los siguientes impactos esperados de esta asistencia técnica:

- MADES y los técnicos del país tienen la **capacidad de elaboración de un plan de gestión integral de cada cuenca del país** lo que resultará en un ambiente conservado y resistente.
- La sostenibilidad del recurso hídrico, la regulación de la explotación del agua y la garantía de acceso, uso, gestión, control y disfrute del recurso para toda la población.
- Progreso y **mejora de las actividades piscícolas y seguridad alimentaria.**
- En esta asistencia, estas contribuciones tendrán un impacto **directo en la población de la cuenca del río Tebicuary, pero luego la replicabilidad de las herramientas en otras cuencas ampliará estos beneficios para todo el país.**

A continuación se realizó la presentación de los resultados finales del proyecto realizada por Jorge Rojo (IHCantabria), tanto de la metodología para la determinación de los caudales ecológicos como para el establecimiento de un marco general para la gestión de los recursos hídricos en Paraguay.

La sesión finalizó con un turno de ruegos y preguntas y unas palabras de cierre y agradecimiento a los participantes por parte de José Silvero (DGPCRH)

Las presentaciones expuestas se incluyen en el Anexo II.

Memoria fotográfica:



Figura 4. Bienvenida a cargo del Ing. Fariña (DGPCRH).



Figura 5. Bienvenida a cargo del Ing. Fariña (DGPCRH).



Figura 6. Bienvenida a cargo del Ing. Fariña (DGPCRH).



Figura 7. Intervención de Sandra Bry (UNIDO) en remoto.



Figura 8. Intervención de Sandra Bry (UNIDO) en remoto.



Figura 9. Presentación de resultados del proyecto a cargo de Jorge Rojo (IHCantabria).




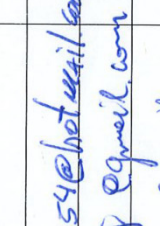
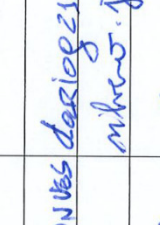
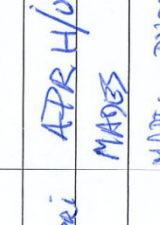
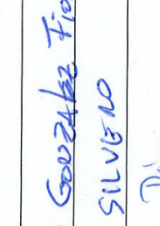
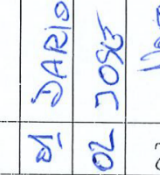


Figura 10. Presentación de resultados del proyecto a cargo de Jorge Rojo (IHCantabria).



Figura 11. Presentación de resultados del proyecto a cargo de Jorge Rojo (IHCantabria).

ANEXO I

HOJAS DE FIRMAS DE LA PRESENTACIÓN FINAL DE LOS RESULTADOS DEL PROYECTO EL
DÍA 18 DE ENERO DE 2019

 TETÁ REKUÁI GOBIERNO NACIONAL Paraguay de la gente		Ministerio del ambiente y desarrollo sostenible			
Dirección General de Protección y Conservación de Recursos Hídricos					
Presentación Final de los Resultados de La 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					
LUGAR: Salón Auditorio de Áreas Protegidas - MADES		Fecha: 18-01-2019			
N°	NOMBRE Y APELLIDO	INSTITUCIÓN	EMAIL	TELEFONO	FIRMA
01	DARIO GOZALBA Fiori	AFR/H/Unives	darigo2154@hotmail.com	09884553453	
02	JOSE SILVEIRO	MADES	mhro5.j@gmail.com	0961457728	
03	Ahora Páez	MADES - DNCC	paez.nora.04@gmail.com	0973575814	
04	Alvaro Janabria	MADES-DAJ	rocelisjanabria@gmail.com	0982495063	
05	Romina Verg	MADES - DAJ	verromina2@gmail.com	0973 641 861	
06	Marcial Adorno Chavez	Consultor - Ing Alfredo Molinas	iversyjunior@gmail.com	0971 328 176	
7	Miguel Ar. Samboromb	MADES	-	-	
8	Rose Maria Morel.	MADES	rosamermorel@gmail.com	71228136	
9	ROSA ASEFFETTO	UCA	roasereffetto@gmail.com	0981896905	
10	Federico Monte	APRM	federicomonte@gmail.com	0973144716	
11	Cristian Escobar	OMM	cescobar@wmo.int	0981 223 217	
12	Sandra Morgeles	APRH	sandra.morgeles@gmail.com	0981 416626	
13	Thania Fueno	DePCRH-	thaniafueno@crpa.gov.uy	0981707655	

ANEXO II

PRESENTACIONES EXPUESTAS EN LA PRESENTACIÓN FINAL DE LOS RESULTADOS DEL
PROYECTO EL DÍA 18 DE ENERO DE 2019

IH cantabria
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN AMBIENTAL



UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION

CTCN
CLIMATE TECHNOLOGY CENTRE & NETWORK

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

ASUNCIÓN

Enero 2019

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.


IH cantabria
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN AMBIENTAL

CTCN
CLIMATE TECHNOLOGY CENTRE & NETWORK

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

ACTIVIDADES DEL PROYECTO

- Actividad 1. Desarrollo del plan de trabajo
- Actividad 2. Estado del arte en la gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH) a nivel de cuenca.
- Actividad 3. Planteamiento y aplicación de una herramienta para la definición de caudales ecológicos.
- Actividad 4. Establecimiento de un marco general para la gestión integrada de los recursos hídricos y adaptación al cambio climático



IH cantabria
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN AMBIENTAL

CTCN
CLIMATE TECHNOLOGY CENTRE & NETWORK

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

CAUDALES ECOLÓGICOS

La declaración de Brisbane (2007) define los caudales ecológicos como "la cantidad, recurrencia, duración y calidad de los caudales requerida para mantener los ecosistemas de agua dulce y estuarinos y el sustento y bienestar humanos que dependen de estos ecosistemas"



IH cantabria
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN AMBIENTAL

CTCN
CLIMATE TECHNOLOGY CENTRE & NETWORK

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

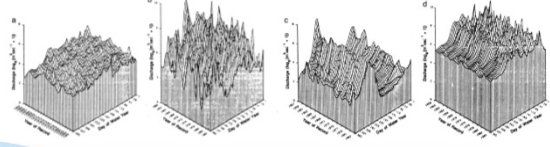
Régimen hidrológico

The Natural Flow Regime

A paradigm for river conservation and restoration

N. LeRoy Poff, J. David Allan, Mark B. Bain, James R. Karr, Karen L. Prestegard, Brian D. Richter, Richard E. Sparks, and Julie C. Stromberg

"el rango completo de variación intra e interanual del régimen hidrológico es crítico para sustentar la biodiversidad natural y la integridad de los ecosistemas acuáticos"



IH cantabria
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN AMBIENTAL

CTCN
CLIMATE TECHNOLOGY CENTRE & NETWORK

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

Régimen hidrológico

ELEMENTO VERTEBRADOR DE LOS ECOSISTEMAS FLUVIALES

REGIMEN DE CAUDALES
Magnitud
Frecuencia
Duración
Temporalidad
Tasa De cambio

Características Físico-Químicas

Fuentes de Energía

Hábitat físico

Interacciones bióticas

Integridad Ecológica



IH cantabria
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN AMBIENTAL

CTCN
CLIMATE TECHNOLOGY CENTRE & NETWORK

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

Constancia/inversión estacional de caudales medios (aguas abajo de embalses dedicados a agricultura)

Menor caudal en época húmeda (retienen agua)
Mayor caudal en época seca (sueltan agua para regar)

✓ Cambio en la composición de las comunidades: especies adaptadas a un régimen por especies más generalistas

✓ Eliminación de la sincronía de los ciclos de vida

✓ Reducción de la diversidad

✓ Aumento del éxito de las especies exóticas



Reducción del régimen de caudales (tomas para abastecimiento)

- ✓ Reducción de la superficie habitable
- ✓ Variación de los hábitats: Reducción de hábitats lóticos a favor de lénticos
- ✓ Eliminación/reducción de las poblaciones de especies acuáticas que habitan o dependen de esos hábitats para sobrevivir (áreas de freza de salmonídeos)
- ✓ Eliminación de especies adaptadas a ambientes lóticos
- ✓ Variación de los patrones de la calidad del agua (oxigenación, temperatura)
- ✓ Aumento de la duración y frecuencia de eventos de sequía: agudiza los efectos

Modificación de los patrones de crecidas (magnitud, duración, frecuencia y tasa de cambio)

Eliminación de crecidas

- ✓ Empobrecimiento de las especies de ribera
- ✓ Cambios morfológicos del cauce
- ✓ Eliminación de zonas de freza/cría de diferentes especies
- ✓ Eliminación de otras especies dependientes de esas zonas

Cambio en la temporalidad

- ✓ Pérdida de eventos vitales clave (freza/migración)
- ✓ Pérdida de sincronía con reproducción de especies vegetales (dispersión de semilla)

Oscilaciones bruscas (Picos de caudal diarios según necesidades energéticas)

- ✓ Eliminación de especies no adaptadas
- ✓ Varamientos/desección de individuos

EVOLUCIÓN DE LA CIENCIA AMBIENTAL DEL AGUA

Adaptado de Poff and Matthews (2013)

Paradigma del régimen natural de caudales (basado en Arthington, 1997). Se representa el hidrograma natural de un río para un año húmedo (azul), medio rojo) y seco (verde), remarcando algunos componentes y aspectos del régimen y su relación en el mantenimiento de la biodiversidad. Martínez, C. & Fernández, J. A. (2006). Fuente: Confederación Hidrográfica del Tago & Infraestructura y Ecología S. L.

¿CÓMO ESTIMAR LOS CAUDALES ECOLÓGICOS?

MÉTODOS HIDROLÓGICOS

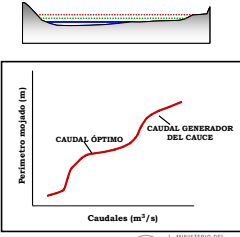
Se basan en el análisis de las series históricas de caudales naturales de aportación de las cuencas para establecer las recomendaciones de caudal.

- Montana (Tennat, 1976): % fijo por periodos.
- Curvas de duración de caudales: Caudales excedidos en un n° de días al año (Qn).
- Palau (2012): Caudal Básico de Mantenimiento (QBM)
- Método Q25 (Baeza D. et al., 2005).
- Indicadores de la Alteración Hidrológica (IHA)/ Rango de Variabilidad Natural (RVA)

- Aplicables a distintas escalas desde la planificación hidrológica hasta la de tramos de río concretos.
- Únicamente requieren de datos de caudales (aforados, obtenidos mediante modelado hidrológico o con formulaciones empíricas).
- Les caracteriza una baja resolución, la facilidad de aplicación y la ausencia de trabajo de campo.
- Son rápidos, sencillos y poco costosos.
- En contrapartida, requieren de datos de aforos disponibles y fiables ya que, lógicamente, la fiabilidad de estos datos de caudal condiciona la calidad de los resultados obtenidos.

MÉTODOS HIDRÁULICOS

- Los métodos hidráulicos emplean cambios ocurridos en variables hidráulicas sencillas medidas, generalmente, en una o varias secciones a partir de los cambios de caudal, para establecer relaciones con los factores vinculados con el hábitat de las especies objetivo (normalmente peces o invertebrados bentónicos) (Magdaleno, 2005).
- Se basan en la relación existente entre **parámetros hidráulicos sencillos** y las variaciones de caudal.
 - Perímetro mojado (Reiser, D.W. et al., 1989)
 - Idaho
 - Toe-of-bank width
- Estos métodos dan lugar a resultados de baja resolución y flexibilidad, pero de notable rapidez de cálculo.
- Su aplicación, limitada a tramos concretos del cauce, implica la obtención de los citados parámetros mediante trabajos de campo.



Perímetro mojado (m)

Caudales (m³/s)

CAUDAL ÓPTIMO CAUDAL GENERADOR DEL CAUCE

MÉTODOS HIDROBIOLÓGICOS

Se basan en la **cuantificación del hábitat fluvial** bajo diferentes condiciones de caudal, para diferentes componentes del ecosistema (taxocenosis, especies, estadios determinados).

En lugar del hábitat físico, algunos de estos métodos también consideran variables biológicas como la biomasa o la diversidad ecológica de distintas comunidades naturales.

Este enfoque solo admite aplicaciones a tramos concretos de ríos.

- IFIM: Physical HABITAT SIMulation system (PHABSIM); MesoHABIT Simulator (MesoHABSIM)
- IAH/RVA: Límites atendiendo a efectos sobre componentes ecosistema



Salmo trutta

MÉTODOS HOLÍSTICOS

- El enfoque holístico no es un método de cálculo en sí, es más un **procedimiento o protocolo** con el que deducir el caudal de mantenimiento, buscando una solución consensuada a partir de un análisis independiente de la magnitud y distribución del caudal que necesitan los diferentes componentes del ecosistema fluvial objetivo, ya sean aspectos abióticos (geomorfología, calidad del agua, etc.), ecológicos (comunidades naturales), preceptuales (paisaje), socioeconómicos o todos en conjunto.
- La buena resolución de sus resultados y su flexibilidad hacen que sean apropiados para ser utilizados en **ríos o tramos de ríos de gran importancia estratégica o de conservación**, y/o cuando se prevean **complicados procesos de negociación** con los agentes implicados (Magdaleno, 2005).
- Como planteamiento metodológico es ciertamente impecable, pero **en la práctica su aplicación puede ser compleja**, en función de la heterogeneidad de los resultados parciales obtenidos para cada componente considerado (Palau, 2003).
- Como metodología representativa se puede citar la sudafricana "Building Block Methodology" (BBM, King J. M. & Thame, R. E., 1994; King, J. M. & Louw, M. D. 1998).
- Para ejemplos de uso en marcos holísticos, ver Arthington et al. (2003), Blake et al. (2011), Illaszewicz et al. (2005), King et al. (2000), O'Keefe et al. (2002) y USAID (2016).

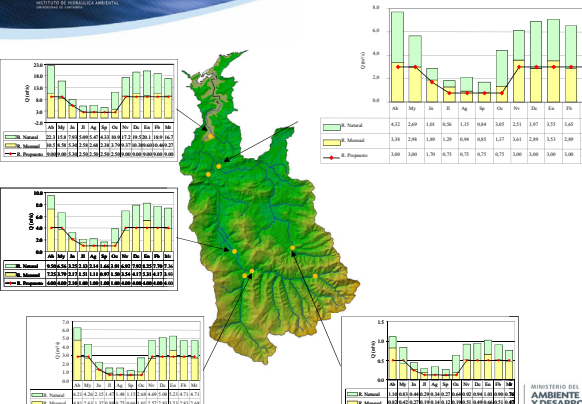


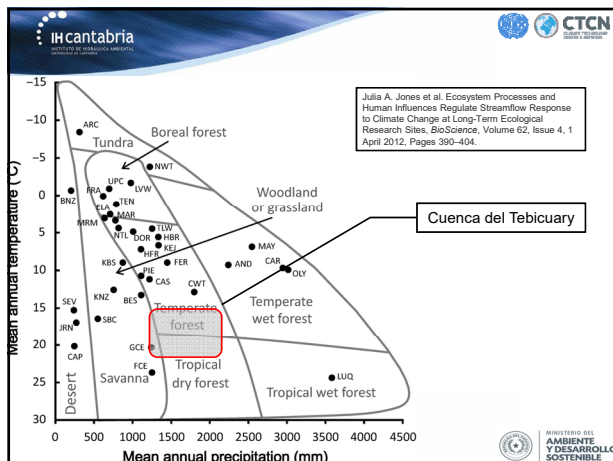
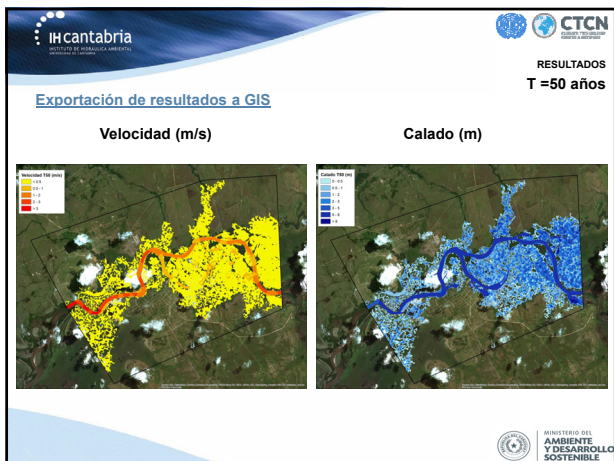
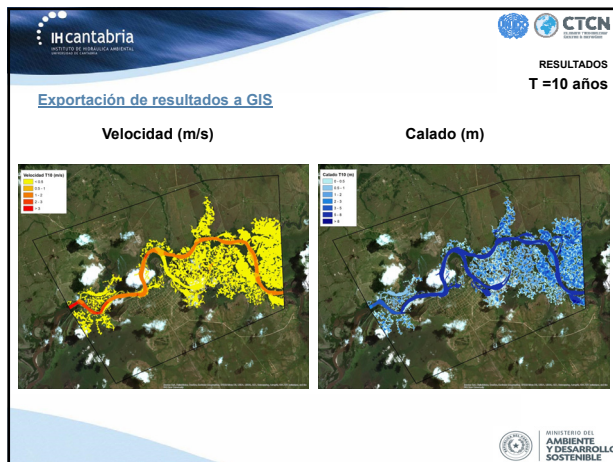
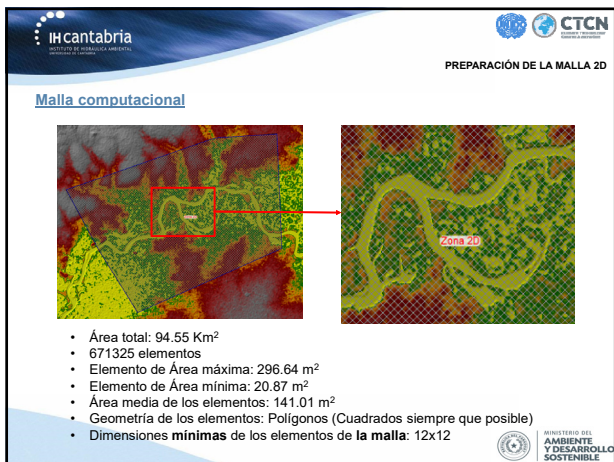
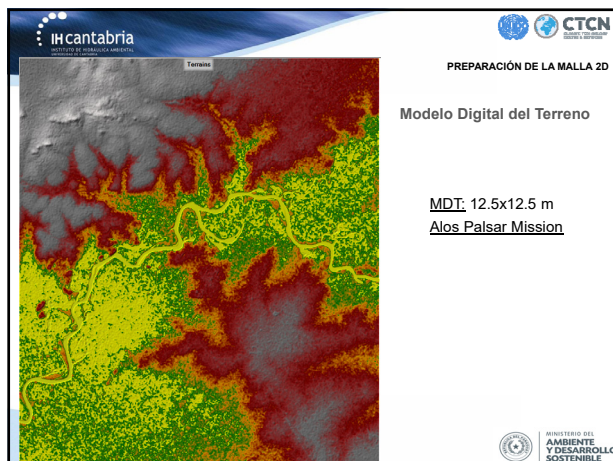
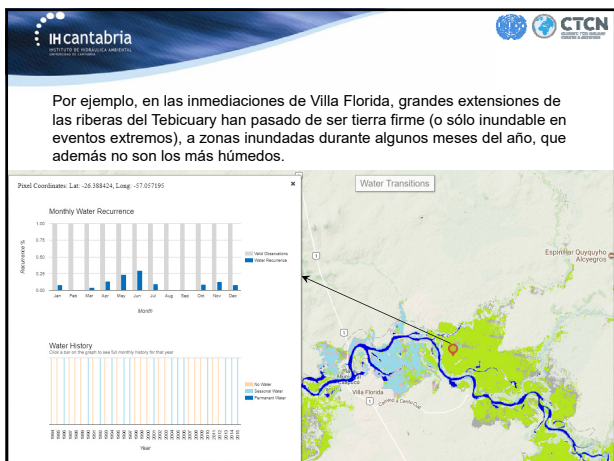
Gráfico de datos de caudal y otros parámetros.

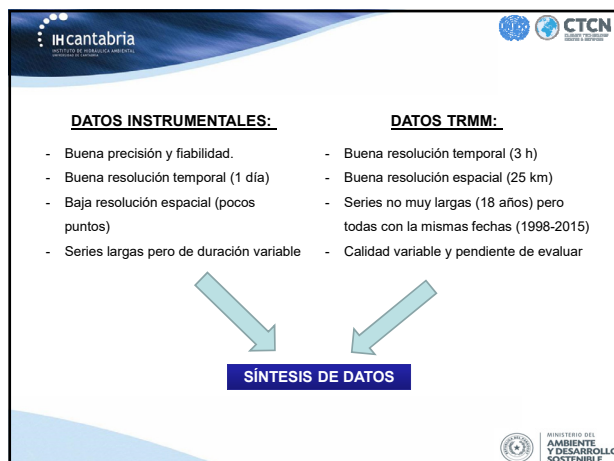
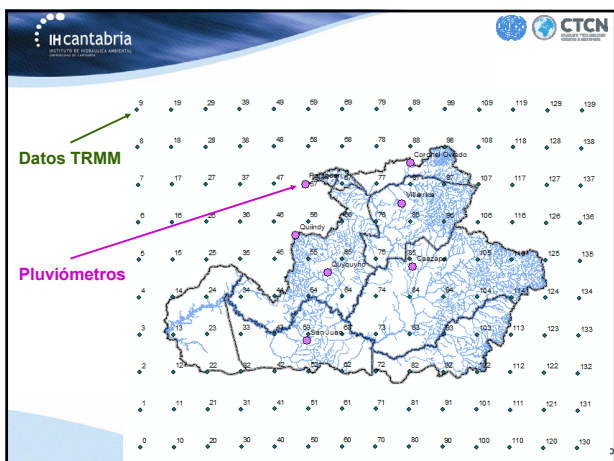
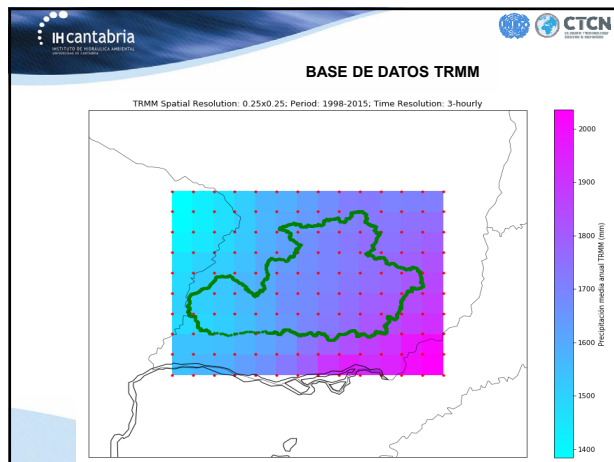
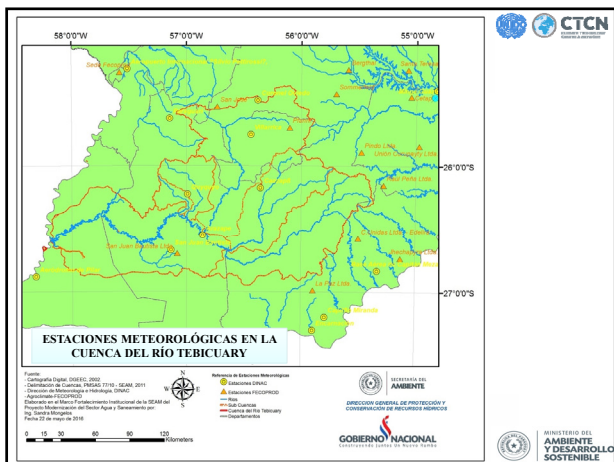
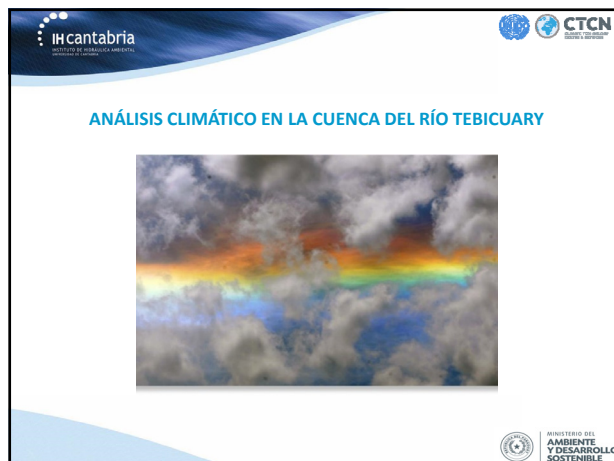
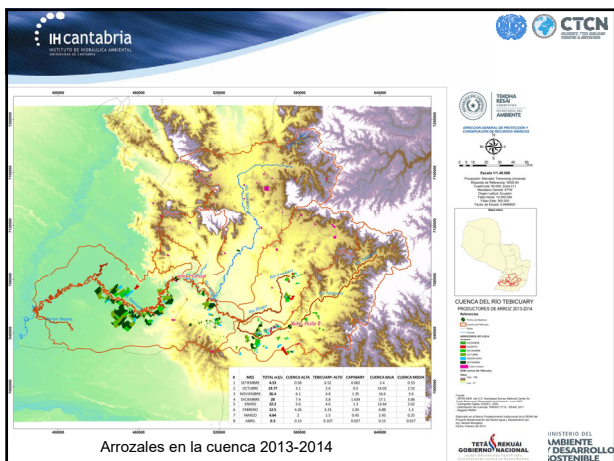
EXPERIENCIAS DE APLICACIÓN DE CAUDALES AMBIENTALES EN LATINOAMÉRICA

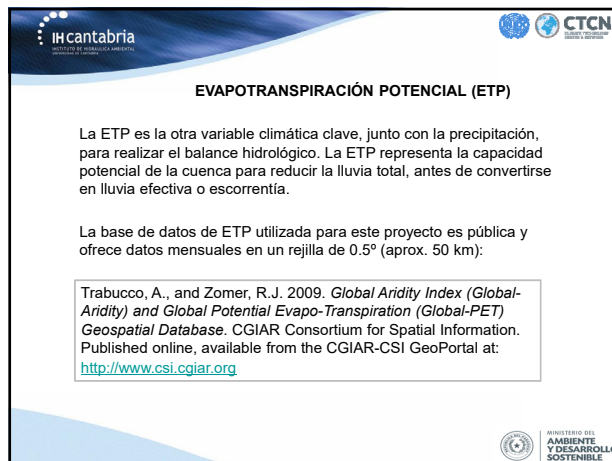
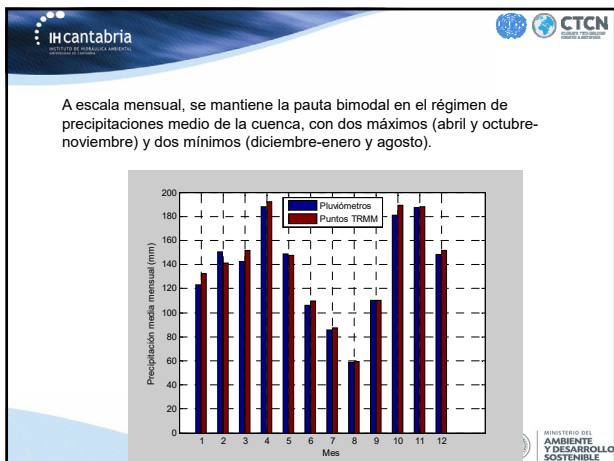
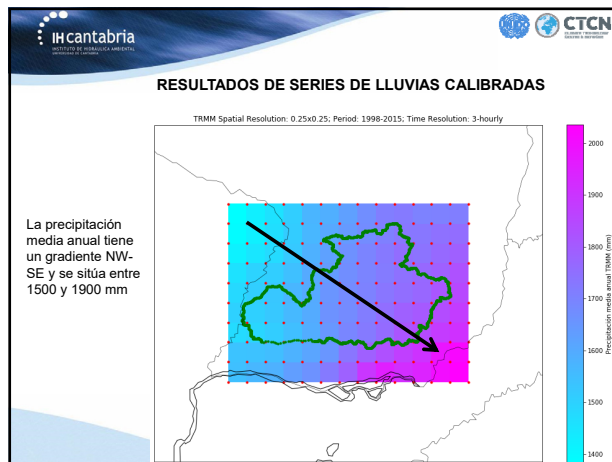
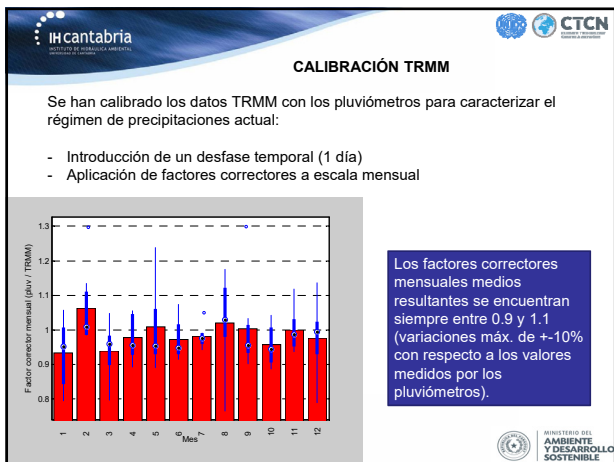
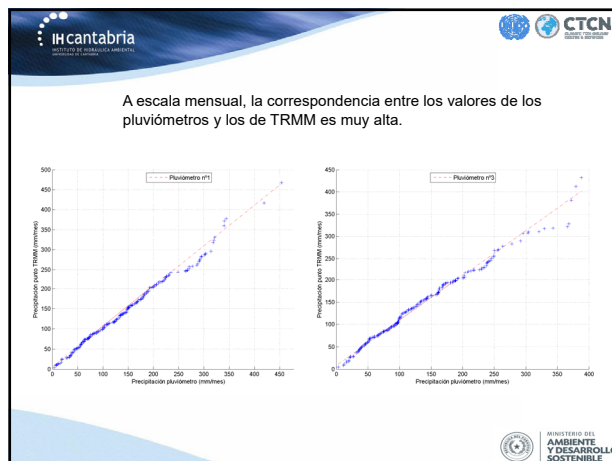
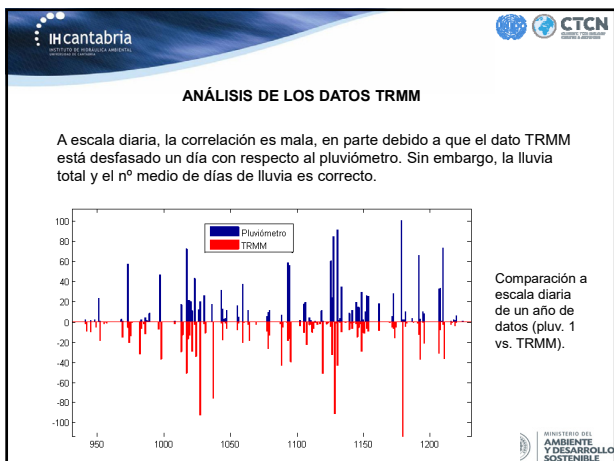
PAÍS	MÉTODO	AUTOR O FUENTE	TIPO DE APLICACIÓN
Argentina	DRIFT	Porcel et al. 2005	Conceptual
	IFIM	UVA 2017, Langa Sanchez et al., 2009, Aguilera y Cancino, 2015.	En aplicación
	PHABSIM	UVA 2017	En aplicación
Brasil	50% o 70% del Q10, 10% del Q90, 5-20% del Q50	Benetti et al. 2002	En aplicación
	IFIM	Tharme 2003	Sin especificar
	MESA	Modificado de Richter et al. 2003 por Collischonn et al. (2005).	Conceptual
Chile	Eco-hidráulicos	Davis & Riestra 2002 In Tharme 2003	Sin especificar
	10% del flujo medio mensual	Tharme 2003	Sin especificar
	PHABSIM Building Block Methodology	Tharme 2003	Sin especificar
Colombia	IFIM	Espinosa et al. 2007	Conceptual
	Eco-hidráulico	Díez Hernández & Ruiz Cobo 2007	Conceptual
	Régimen Ambiental de Caudales	Díez Hernández 2008	Conceptual
Costa Rica	Recopilación metodológica Hidrológicos, T010 y Q95% (NGPRP)	MAVDI 2008	Conceptual
	Hidrológicos: RVA y IHA	MinAmbiente, 2013	Conceptual
	Holístico	Jiménez 2005	Conceptual

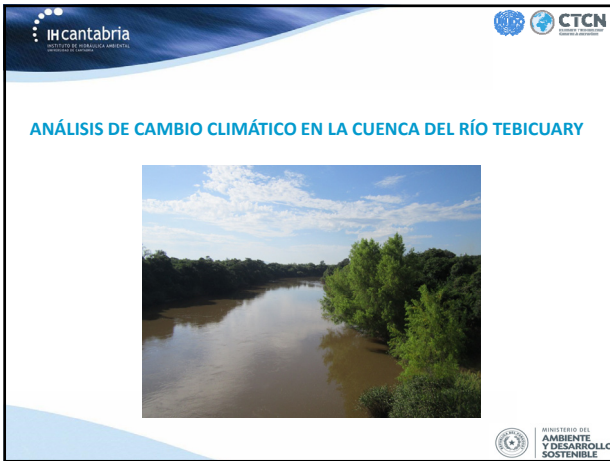
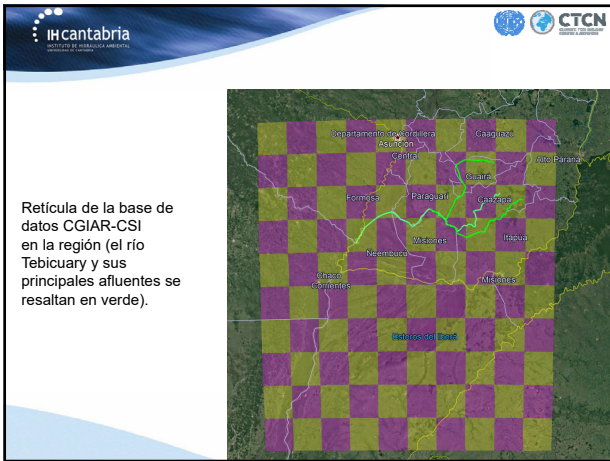
EXPERIENCIAS DE APLICACIÓN DE CAUDALES AMBIENTALES EN LATINOAMÉRICA

PAÍS	MÉTODO	AUTOR O FUENTE	TIPO DE APLICACIÓN
Costa Rica	Holístico	Jiménez 2005	Conceptual
	Q min. Aceptable (RANA)	Instituto Costarricense de Electricidad	En aplicación?
Honduras	MESA (Richter et al. 2003)	Calvo Alvarado et al. 2008	Conceptual
	IHA, conocimiento tradicional para sustituir la falta de información	Esselman & Oppeman 2010 (TNC)	Conceptual
México	IFIM	Tharme 2003	Sin especificar
	PHABSIM	García-Rodríguez et al. 1999, González Villela & Banderas 2007 Santacruz de León & Aguilar-Robledo 2009	Sin especificar
Panamá	Tennat	Gómez-Balendra et al. 2007, García-Rodríguez et al. 1999, Santacruz de León & Aguilar-Robledo 2009	Sin especificar
	Holístico	Barrios et al. 2007	Sin especificar
Uruguay	Hidrológicos	UNESCO 2005	Conceptual
	Índice de Alteración Hidrológica (IHA, Richter et al. 1997)	Falliche & Motta (sin año)	Conceptual
Uruguay	Hidrológicos T010, Q95, Q90, Q85, ASF, NGPRP, 10, 25 y 30% del QMA, RVA y IHA	Rodríguez-Gallego et al. 2011, UNESCO 2014	En aplicación
	IFIM	Rodríguez-Gallego et al. 2011, UNESCO 2014	En aplicación









Metodología

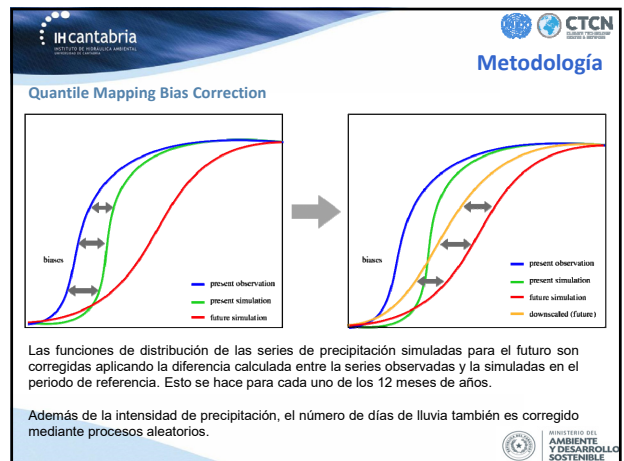
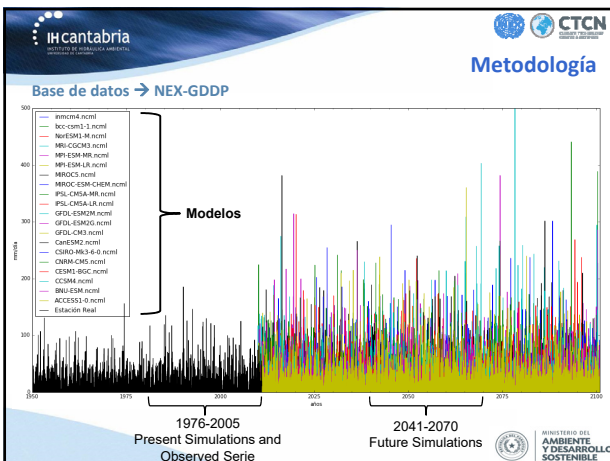
Proyecciones climáticas

Los resultados de la base de datos *Earth Exchange Global Daily Downscaled Projections (NEX-GDDP)* son utilizados para incorporar los efectos del cambio climático en las series de precipitación para el periodo **2041-2070** y para los escenarios de cambio climático **RCP4.5** y **RCP8.5**.

La base de datos NEX-GDDP, desarrollada por la NASA, contiene el **downscaling estadístico** de las **proyecciones climáticas** para **21 modelos globales** del **CMIP5** con una resolución temporal diaria y espacial de **25X25 km**.

El método **quantile mapping** de corrección de sesgo (Piani, C., 2010) se utiliza para regionalizar la base de datos NEX-GDDP a nuestra zona de estudio, corrigiendo a su vez el número de días de lluvia. Por otro lado el método de **ensemble REA** (Reliability Ensemble Averaging; Tebaldi, C. and Knutti, R., 2007) se emplea para penalizar aquellos modelos estadísticamente más alejados de nuestras series observadas.

Piani, C., Haerter, J.O., Coppola, E. Statistical bias correction for daily precipitation in regional climate models over Europe(2010) Theoretical and Applied Climatology, 99 (1-2), pp. 187-192.
Tebaldi, C., Knutti, R. The use of the multi-model ensemble in probabilistic climate projections(2007) Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, 365 (1857), pp. 2053-2075.



Metodología

REA Ensemble

Asignamos un peso (W_i) a cada uno de los 21 modelos en función de como se parecen a las series de precipitación observadas en el periodo de referencia:

$$W_i \cong \frac{\sqrt{E(M_p - S_p)^2}}{\sum_{M=1}^{21} \sqrt{E(M_p - S_p)^2}}$$

$M_p = \text{Serie precip. (NEX - GDDP) Presente}$
 $S_p = \text{Serie precip. Presente}$

De esta manera se penaliza aquellos modelos estadísticamente más alejados de nuestras series observadas.

TRAYECTORIAS DE CONCENTRACIÓN REPRESENTATIVAS

Para el AR5 la comunidad científica ha definido un grupo nuevo de escenarios, denominados "trayectorias de concentración representativas" (RCP, por sus siglas en inglés). Estos escenarios se centran en las emisiones antropogénicas y no incluyen cambios en impulsores naturales.

Los RCP representan el forzamiento radiativo total calculado para el año 2100 respecto al año 1750 (por ejemplo el RCP2.6 significa 2.6 W/m²). Se podría decir que el RCP2.6 representa un escenario de mitigación, el RCP4.5 y RCP6.0 son escenarios de **estabilización** y el RCP8.5 corresponde a un escenario con un nivel muy alto de emisiones de GEI.

DEFINICIÓN DE FLUJO RADIATIVO

Variación, expresada en W m⁻², del flujo radiativo (la descendente menos la ascendente) en la tropopausa o en la parte superior de la atmósfera, debida a una variación del causante externo del cambio climático; por ejemplo, una variación de la concentración de dióxido de carbono o de la radiación solar.

Resultados

Cambio en la intensidad de Precipitación

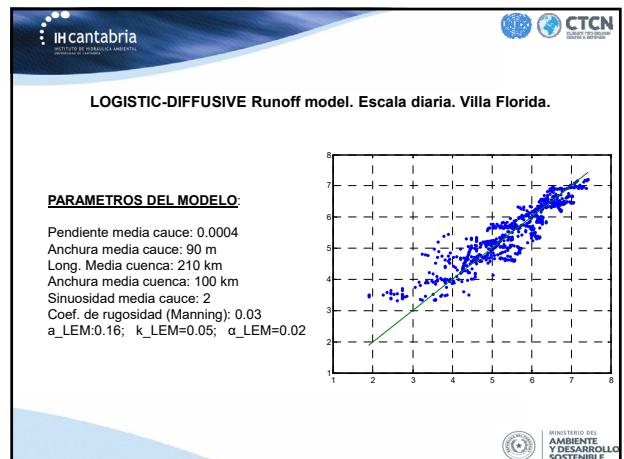
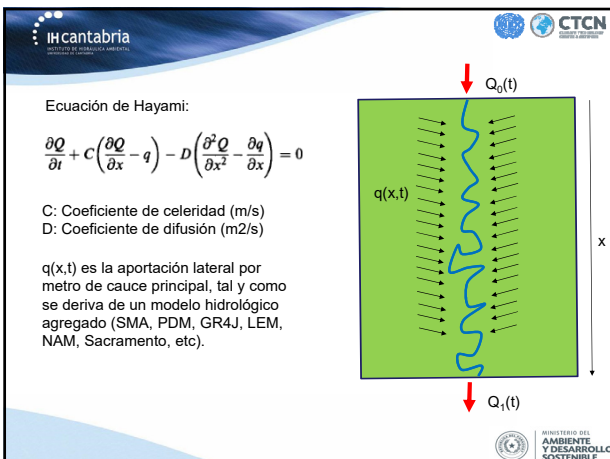
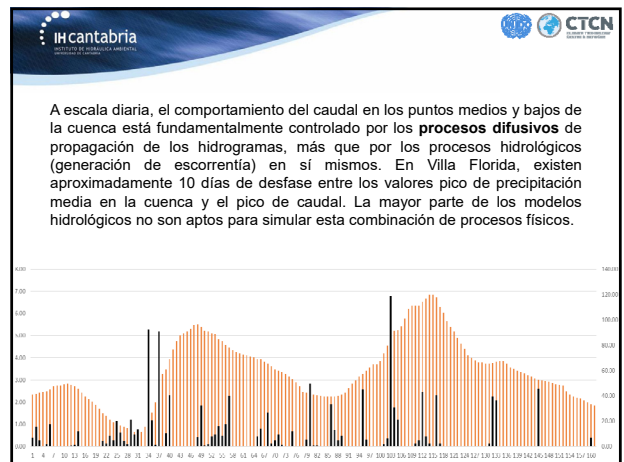
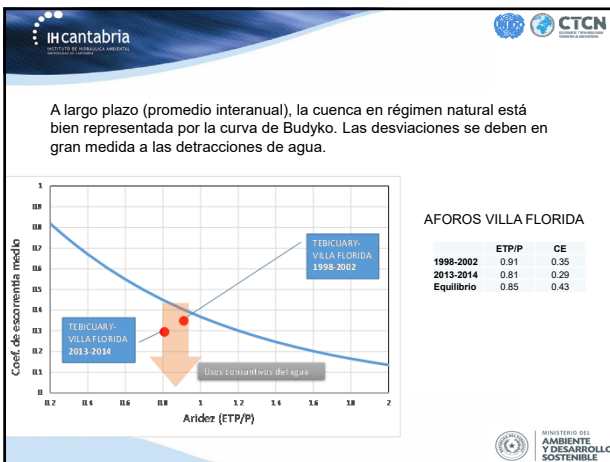
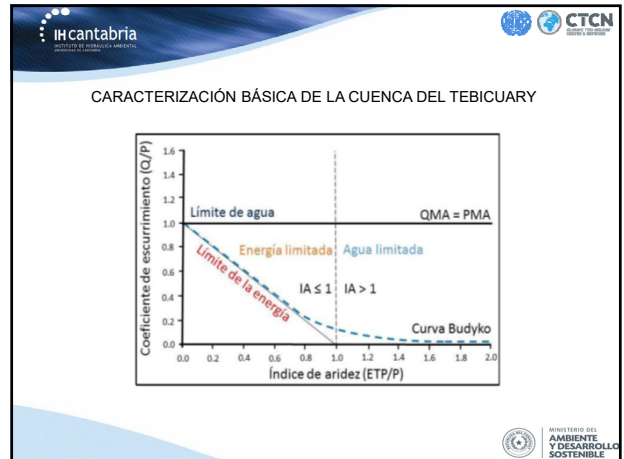
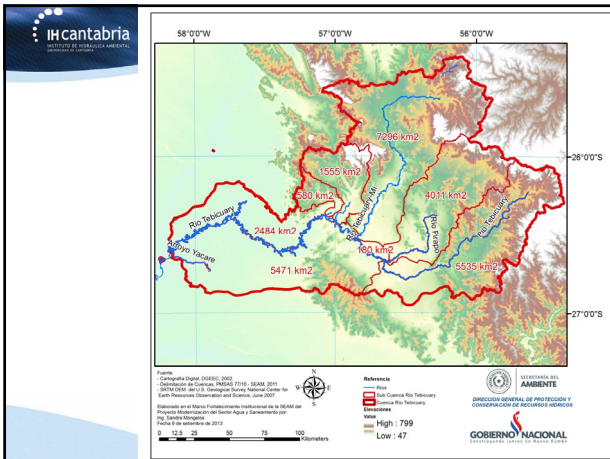
Porcentaje de cambio en la precipitación media anual para el periodo 2041-2070

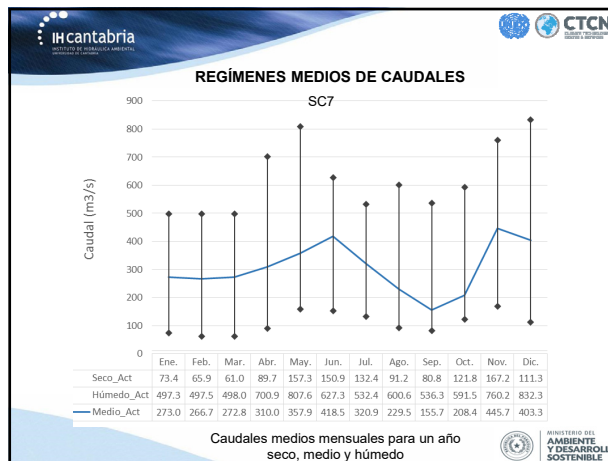
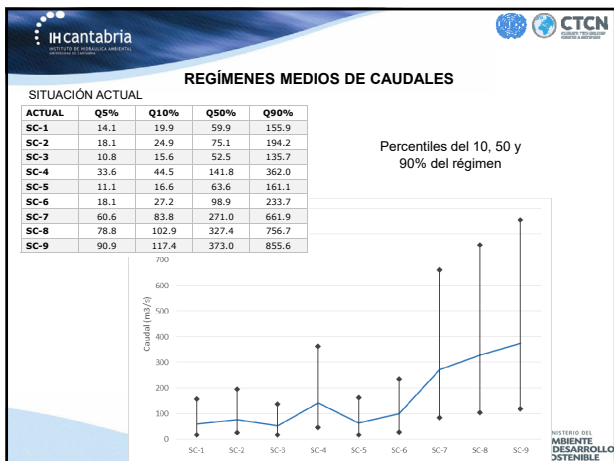
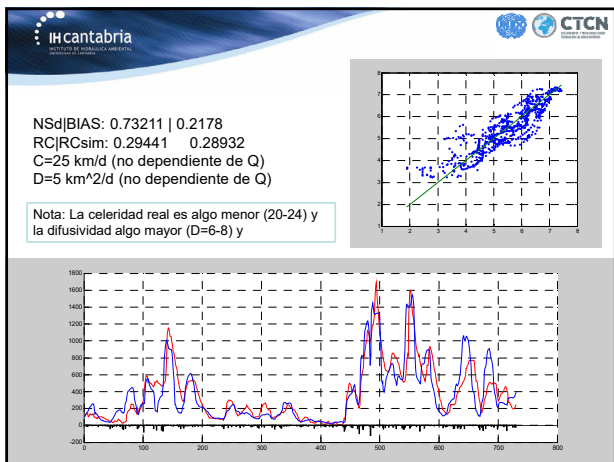
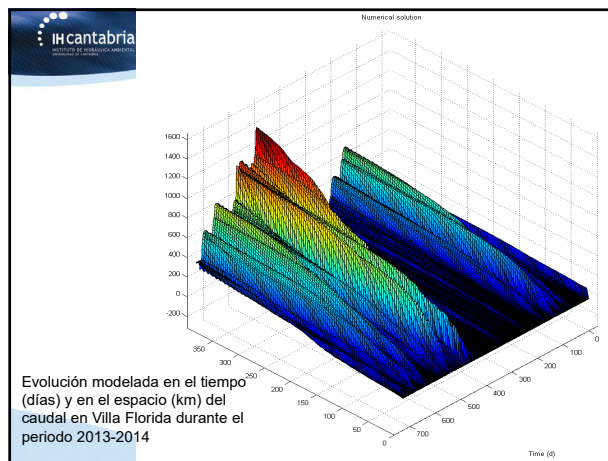
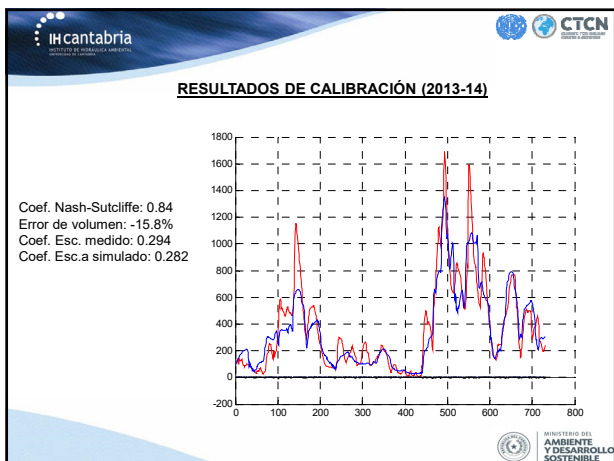
Resultados

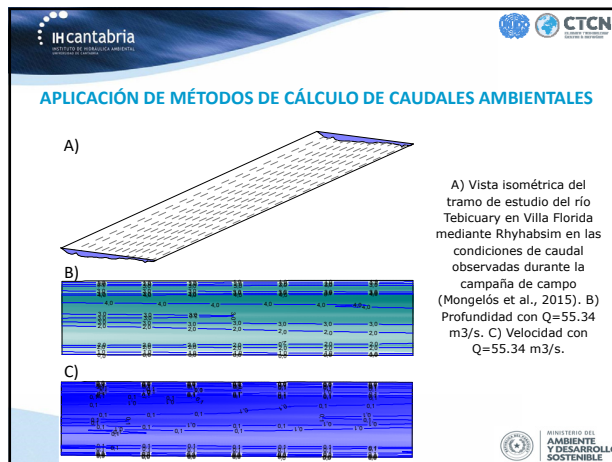
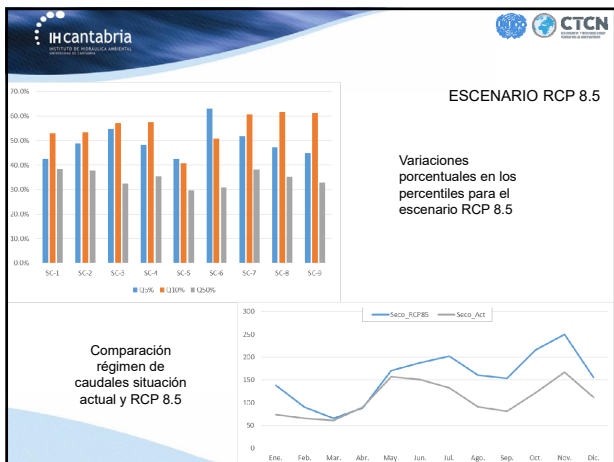
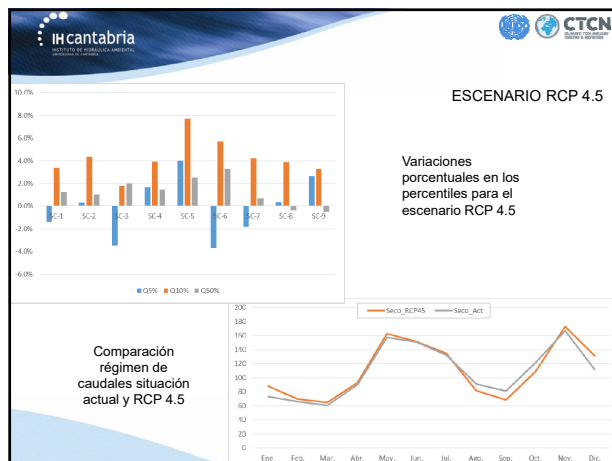
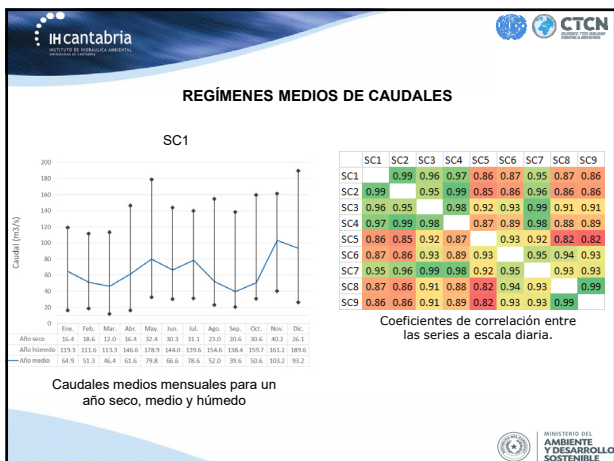
Cambio en el número de días de lluvia

Porcentaje de cambio en el número de días de lluvia para el periodo 2041-2070

ANÁLISIS HIDROLÓGICO DE LA CUENCA DEL RÍO TEBICUARY







CAUDALES AMBIENTALES

ACTUAL	Qbas1	Qbas2	Qmm21	Qmm25	Q_AMB	Q_AMB/Q_med
SC1	22.8	25.1	20.2	20.8	22.2	28.4%
SC2	27.0	31.8	25.0	25.9	27.4	28.3%
SC3	20.2	21.6	17.3	17.7	19.2	28.7%
SC4	50.1	57.0	47.2	48.8	50.7	28.1%
SC5	24.3	17.7	18.9	19.6	20.1	26.4%
SC6	34.1	26.8	31.7	32.5	31.3	26.5%
SC7	98.8	84.5	93.4	95.8	93.1	27.3%
SC8	133.3	143.7	111.9	115.1	126.0	31.5%
SC9	147.5	162.9	126.8	130.3	141.9	31.5%

- Método del caudal básico original (Qbas1)
- Método del caudal básico con variante (Qbas2)
- Método de las medias móviles de 21 días (Qmm21)
- Método de las medias móviles de 25 días (Qmm25)

Caudales ambientales obtenidos por diversos métodos hidrológicos para la situación actual (m³/s).

		Caudal ambiental	Porcentaje natural
Métodos hidrológicos	Qbas1	98.8	28.9%
	Qbas2	84.5	24.8%
	Qmm21	93.4	27.4%
	Qmm25	95.8	28.1%
Métodos biológicos	Q_AMB	93.1	27.3%
	P. maculatus (Bague amarillo)	10.0	2.8%
	H. malabaricus (Taratira)	10.0	2.8%
	O. hepatus (Dientado)	230.0	63.9%
	A. bimaculatus (Sardina de dos puntos)	295.0	81.9%

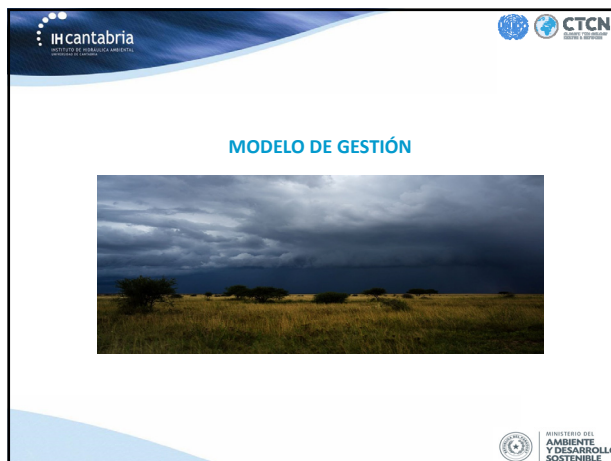
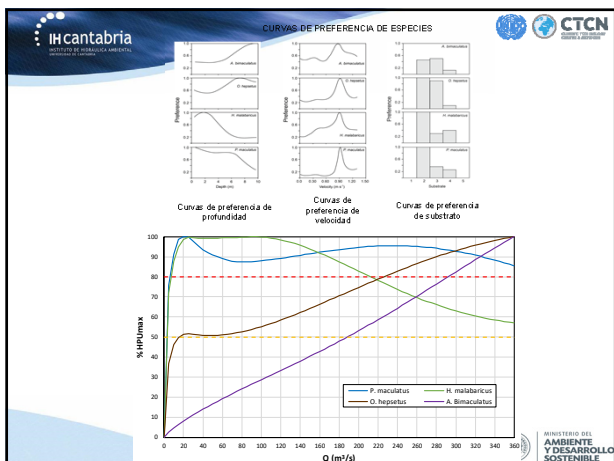
CAUDALES AMBIENTALES

RCP4.5	Qbas1	Qbas2	qmm21	qmm25	Q_AMB	Q_AMB/Q_med
SC1	24.1	24.3	19.3	19.8	21.9	28.0%
SC2	28.1	28.8	24.2	24.9	26.5	27.4%
SC3	19.8	14.5	16.7	17.1	17.0	25.4%
SC4	52.4	53.9	45.3	46.6	49.6	27.5%
SC5	21.2	14.9	17.3	17.9	17.8	22.5%
SC6	34.8	24.5	28.3	29.0	29.2	24.8%
SC7	98.8	76.7	87.3	89.4	88.0	25.7%
SC8	127.9	137.9	106.2	108.9	120.2	29.9%
SC9	144.4	153.7	119.4	122.5	135.0	29.7%

Caudales ambientales obtenidos por diversos métodos hidrológicos para el escenario con cambio climático RCP 4.5 (m³/s).

RCP8.5	Qbas1	Qbas2	qmm21	qmm25	Q_AMB	Q_AMB/Q_med
SC1	32.1	26.5	27.2	28.3	28.5	26.6%
SC2	38.8	29.1	34.3	35.8	34.5	25.9%
SC3	30.2	23.7	22.7	23.7	25.0	27.5%
SC4	75.2	54.9	63.1	65.8	64.5	26.1%
SC5	29.6	26.0	25.0	26.4	26.7	24.5%
SC6	54.7	42.3	43.0	44.4	46.1	28.5%
SC7	152.5	120.2	125.2	130.4	132.1	28.2%
SC8	180.0	143.4	157.6	161.8	160.7	29.3%
SC9	201.8	161.9	175.4	180.7	180.0	29.1%

Caudales ambientales obtenidos por diversos métodos hidrológicos para el escenario con cambio climático RCP 8.5 (m³/s).



MODELO DE GESTIÓN

El modelo empleado para el estudio de la gestión de recursos hídricos en la cuenca del río Tébicuary (SIMGES-TEBI) está basado en el modelo hidrológico LEM-DW (Logistic Equilibrium Model with Diffusive Wave), con sus dos sub-módulos de cálculo:

1. Un sub-módulo hidrológico convencional, empleando el modelo de equilibrio logístico (LEM).
2. Un sub-módulo de propagación que resuelve la ecuación de Hayami u onda difusiva (DW).

DATOS DE ENTRADA

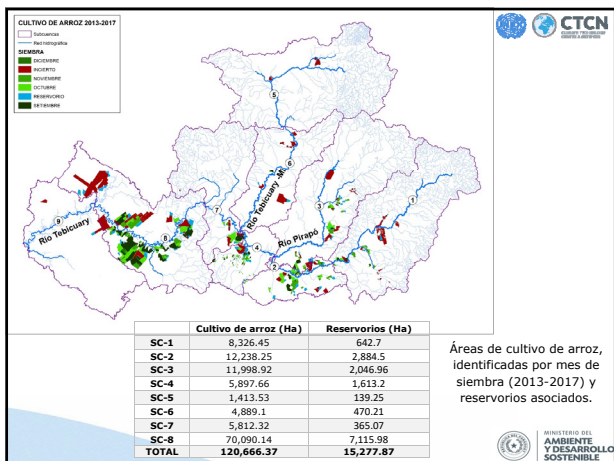
1. Series de precipitación y ETP diarias por subcuencas (mm/d).
2. Parámetros físicos de las subcuencas: área (km²), longitud (km), sinuosidad (s.u.).
3. Parámetros del modelo hidrológico: A, K, alfa, C, D.

Además, se requiere toda la información asociada a las demandas de agua y las restricciones de uso:

3. Caudales mínimos (que pueden equivaler a los caudales ecológicos) por tramos (m³/s).
4. Superficie de riego por subcuencas (ha).
5. Dotación de riego por meses y por subcuencas (m³ por ha y mes).
6. Volumen de almacenamiento disponible por subcuencas (hm³).

Finalmente, se requiere el establecimiento de los puntos de control dentro de la cuenca (donde se comprueba si el valor del caudal cumple una determinada condición o regla) y la descripción de las reglas que rigen la explotación del sistema, a las que se asigna un código numérico:

7. Establecimiento de los puntos de control.
8. Código de las reglas de explotación empleadas (1, 2, 3, etc.).



Consumo mensual por subcuencas (m³/s) y reparto de la demanda por meses en tanto por uno.

	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abril
SC-1	0.094	0.481	0.921	1.26	1.109	0.79	0.442	0.1
SC-2	0.436	2.435	4.838	5.414	4.293	3.071	1.211	0.046
SC-3	0.221	1.343	3.016	3.636	2.819	2.139	0.923	0.027
SC-4	0.749	2.837	2.454	2.362	1.913	0.558	0.165	0.034
SC-5	0	0	0	0	0	0	0	0
SC-6	0.034	0.122	0.09	0.101	0.075	0.018	0.01	0
SC-7	0.796	3.361	3.82	3.141	2.653	1.06	0.078	0
SC-8	6.726	27.115	29.708	29.837	23.428	10.641	3.391	0
Total	9.056	37.694	44.847	45.751	36.29	18.277	6.22	0.207
Factor demanda mensual	0.05	0.19	0.23	0.23	0.18	0.09	0.03	0

Volumen almacenamiento (Hm³)

	Volumen almacenamiento (Hm ³)
SC-1	6.43
SC-2	28.85
SC-3	20.47
SC-4	16.13
SC-5	1.39
SC-6	4.70
SC-7	3.65
SC-8	71.16
TOTAL	152.78

Volumen de almacenamiento disponible por subcuencas.

	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	TOTAL
SC-1	4.16	15.82	19.15	19.15	14.99	7.49	2.50	83.26
SC-2	6.12	23.25	28.15	28.15	22.03	11.01	3.67	122.38
SC-3	6.00	22.80	27.60	27.60	21.60	10.80	3.60	119.99
SC-4	2.95	11.21	13.56	13.56	10.62	5.31	1.77	58.98
SC-5	0.71	2.69	3.25	3.25	2.54	1.27	0.42	14.14
SC-6	2.44	9.29	11.24	11.24	8.80	4.40	1.47	48.89
SC-7	2.91	11.04	13.37	13.37	10.46	5.23	1.74	58.12
SC-8	35.05	133.17	161.21	161.21	126.16	63.08	21.03	706.90
TOTAL	60.33	228.27	277.53	277.53	217.20	108.60	36.20	1206.66

Demanda bruta por meses y por subcuencas (hm³).



RESULTADOS

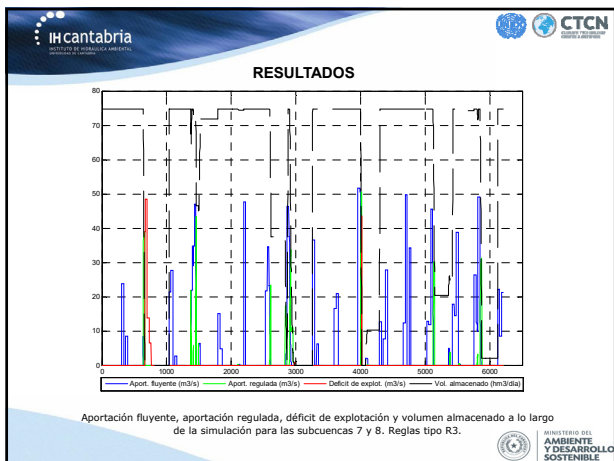
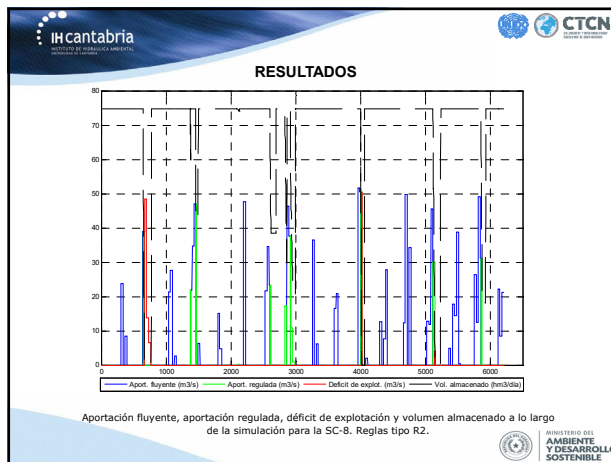
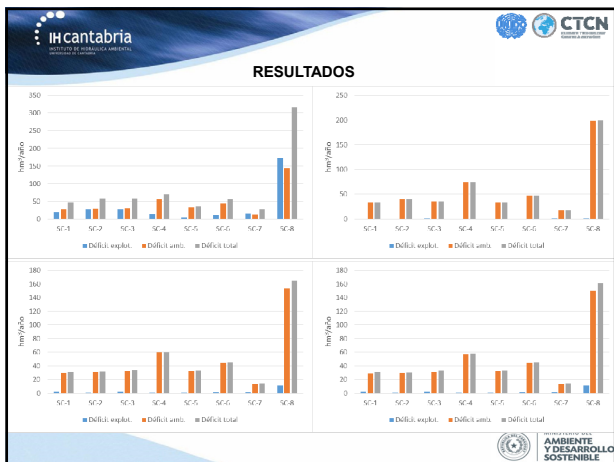
	Caudal medio (m ³ /s)	Déficit expl. (hm ² /año)	Déficit amb. (hm ² /año)	Déficit total (hm ² /año)	% tiempo déficit expl.	% tiempo déficit amb.
SC-1	39.22	18.17	28.48	46.65	23.79	12.18
SC-2	87.82	28.19	29.19	57.38	22.88	11.31
SC-3	33.61	27.67	30.15	57.82	23.46	14.49
SC-4	172.77	13.68	55.67	69.35	23.63	11.54
SC-5	39.71	3.36	32.51	35.87	28.67	14.62
SC-6	98.83	11.97	44.22	56.19	24.29	13.02
SC-7	320.28	15.04	12.51	27.54	25.64	13.51
SC-8	360.86	172.95	143.82	316.77	25.64	13.51
TOTAL	-	291.01	376.56	667.57	28.67	14.62

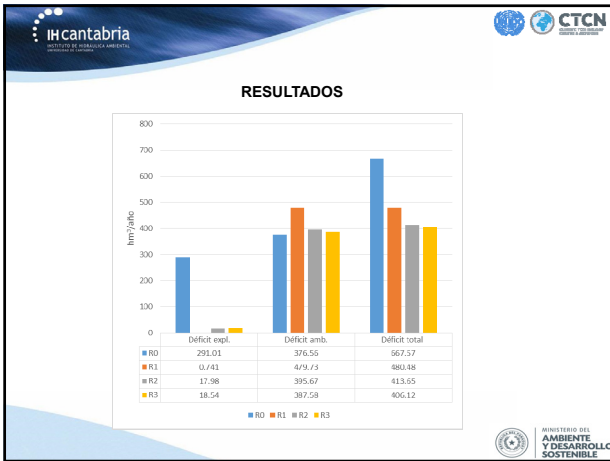
Resumen de resultados por subcuencas. Regla tipo R0.

	Caudal medio (m ³ /s)	Déficit expl. (hm ² /año)	Déficit amb. (hm ² /año)	Déficit total (hm ² /año)	% tiempo déficit expl.	% tiempo déficit amb.
SC-1	38.93	0.00	32.83	32.83	0.00	12.73
SC-2	86.77	0.00	39.73	39.73	0.00	12.36
SC-3	33.19	0.06	36.07	36.13	0.19	15.46
SC-4	170.17	0.00	74.75	74.75	0.00	12.62
SC-5	39.66	0.00	33.28	33.28	0.00	14.67
SC-6	98.53	0.00	47.28	47.28	0.00	13.28
SC-7	315.74	0.05	17.26	17.32	0.18	15.21
SC-8	353.98	0.63	198.55	199.17	0.18	15.21
TOTAL	-	0.741	479.73	480.48	0.19	15.46

Resumen de resultados por subcuencas. Reglas tipo R1.

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

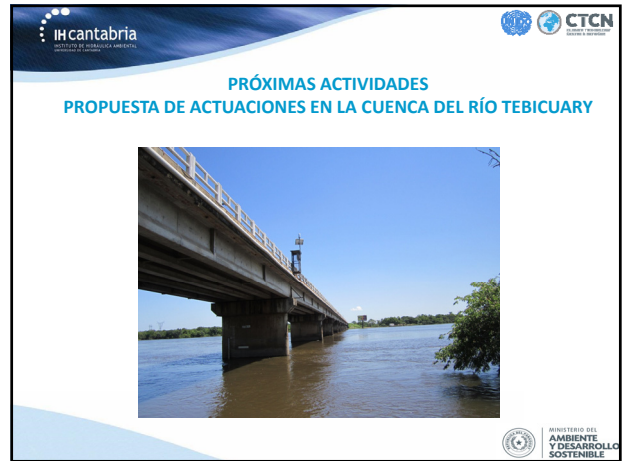
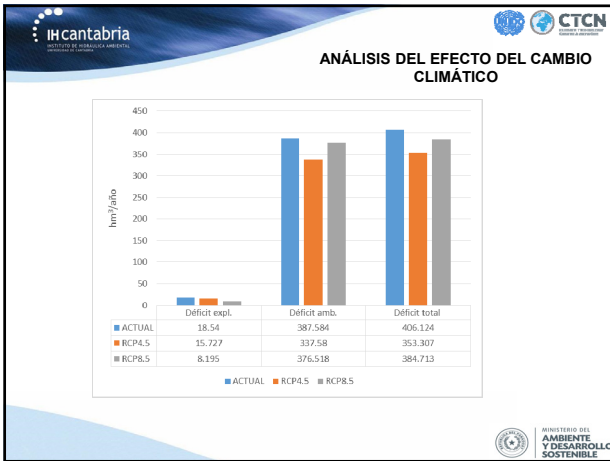




ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Caso	Potación riego (m³/año)	Caudal mínimo (m³/s)	Superficie riego (ha)	Prof. Media reservorios (m)	Puntos de control
0	10000	Qamb	Sup. actual	1	Yuty (SC1-SC4) Villa Florida (SC5-SC8)
1	8000	Qamb	Sup. actual	1	Yuty (SC1-SC4) Villa Florida (SC5-SC8)
2	12000	Qamb	Sup. actual	1	Yuty (SC1-SC4) Villa Florida (SC5-SC8)
3	10000	0.5-Qamb	Sup. actual	1	Yuty (SC1-SC4) Villa Florida (SC5-SC8)
4	10000	1.5-Qamb	Sup. actual	1	Yuty (SC1-SC4) Villa Florida (SC5-SC8)
5	10000	Qamb	0.75-Sup. actual	1	Yuty (SC1-SC4) Villa Florida (SC5-SC8)
6	10000	Qamb	1.25-Sup. actual	1	Yuty (SC1-SC4) Villa Florida (SC5-SC8)
7	10000	Qamb	Sup. actual	0.5	Yuty (SC1-SC4) Villa Florida (SC5-SC8)
8	10000	Qamb	Sup. actual	1.5	Yuty (SC1-SC4) Villa Florida (SC5-SC8)
9	10000	Qamb	Sup. actual	1	Yuty (SC1-SC4) Itanhe (SCP-SC3) Villa Florida (SC7-SC8)
10	10000	Qamb	Sup. actual	1	Yuty (SC1-SC4) Itanhe (SCP-SC3) Villa Florida (SC7-SC8)

Caso	Deficit expl. (hm³/año)	Deficit amb. (hm³/año)	Deficit total (hm³/año)	% tiempo deficit expl.	% tiempo deficit amb.
0	18.54	387.58	406.12	2.87	15.17
1	7.41	384.09	391.50	1.48	14.89
2	44.77	391.30	436.07	5.25	15.39
3	12.34	36.96	49.30	1.43	5.01
4	52.24	1240.04	1292.28	6.06	25.04
5	11.09	384.94	396.03	1.84	14.89
6	32.64	390.27	422.91	3.58	15.33
7	35.73	387.58	423.31	4.58	15.17
8	13.58	387.58	401.16	1.72	15.17
9	18.54	391.97	410.49	2.89	15.17
10	18.58	387.43	406.00	2.87	15.17



Partiendo de la información y los resultados presentados en este estudio, las principales líneas de actuación propuestas para la cuenca del río Tebicuary se pueden agrupar en tres grandes apartados:

1. Desarrollo e implementación de medidas para la armonización de los usos del agua en la cuenca.
2. Refuerzo de la red de medición y control de la cuenca.
3. Medidas de gobernanza y gestión

1. Desarrollo e implementación de medidas para la armonización de los usos del agua en la cuenca.

La cuenca del río Tebicuary presenta claros conflictos entre diferentes usos del agua e incluso entre el mismo tipo de usuarios en diferentes sectores de la cuenca. Estos conflictos probablemente irán en aumento y no es de esperar que se resuelvan satisfactoriamente de forma natural, sin intervención del Gobierno.

Dada la importancia y la representatividad de esta cuenca, se recomienda activar un foro o comunidad de usuarios de la cuenca, donde debatir los problemas y las posibles soluciones. Para que sea útil, en este foro debe participar el Gobierno, que además debe proporcionar una información técnica de partida, de forma que el debate se desarrolle sobre una base compartida de hechos y datos científicos no cuestionables. Esto último guarda estrecha relación con el segundo grupo de medidas propuestas (medición y control).

IH cantabria
INSTITUTO DE HIDRÁULICA AMBIENTAL

CTCN
COMITÉ TECNICO NACIONAL

En concreto, el foro serviría para negociar entre los agentes implicados los derechos de uso del agua en la cuenca, teniendo en cuenta las restricciones ambientales y los antagonismos entre diferentes usos.

Una vez alcanzados acuerdos por escrito, el Gobierno deberá proporcionar los instrumentos para poder controlar y garantizar el cumplimiento de dichos acuerdos. Entre ellos se encuentra la red de monitoreo y control de la cuenca gestionada por el Gobierno (ver punto siguiente), que debería ir complementada por mediciones obligatorias de ciertas variables por parte de los usuarios.

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

IH cantabria
INSTITUTO DE HIDRÁULICA AMBIENTAL

CTCN
COMITÉ TECNICO NACIONAL

2. Refuerzo de la red de medición y control de la cuenca.

En la actualidad, la cuenca del Tebicuary presenta carencias en cuanto a la red de monitoreo de parámetros existente, que impide llevar a cabo una gestión objetiva y basada en datos. Se propone, como propuesta de mínimos, incorporar los siguientes dispositivos:

- Instalar 2-3 nuevos pluviómetros en la zona alta de la cuenca (cabeceras del Tebicuary Mi, Pirapó, y Tebicuary).
- Instalar o consolidar las estaciones de aforo de Yuty e Iturbe. Se podría utilizar una cámara fija en lugar de un sensor de nivel para estimar calados y velocidades.
- Instalar al menos tres puntos de control en continuo de la calidad del agua.
- Plantear un programa que defina las prioridades y planifique la obtención de datos biológicos/ecosistémicos.

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

IH cantabria
INSTITUTO DE HIDRÁULICA AMBIENTAL

CTCN
COMITÉ TECNICO NACIONAL

Leyenda

- Cauce
- Subcuencas
- + Nuevo Pluviómetro
- + Nuevo punto control de calidad

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

IH cantabria
INSTITUTO DE HIDRÁULICA AMBIENTAL

CTCN
COMITÉ TECNICO NACIONAL

3. Medidas de gobernanza y gestión

La mejora de la situación hídrica en la cuenca del Tebicuary, como cuenca emblemática y representativa del país, pasa por desarrollar cuanto se indica en relación a la gestión integrada de los recursos hídricos en Paraguay, y en particular:

- Reestructurar y reforzar la administración hidráulica a escala nacional.
- Revisar y/o desarrollar la ley de aguas para que sirva como instrumento real de ordenación y gestión del recurso hídrico.
- Desarrollar el registro de aguas en la cuenca del Tebicuary, así como los sistemas y procedimientos de vigilancia y control asociados.
- Desarrollar y revisar ciertos estudios básicos en relación con la cuenca

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

IH cantabria
INSTITUTO DE HIDRÁULICA AMBIENTAL

CTCN
COMITÉ TECNICO NACIONAL

Gracias por su atención

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

IH cantabria
INSTITUTO DE HIDROLOGÍA AMBIENTAL



UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION

CTCN
CLIMATE TECHNOLOGY CENTRE & NETWORK

REPUBLICA DEL PARAGUAY

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

ASUNCIÓN, PARAGUAY

Enero 2019

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.

IH cantabria
INSTITUTO DE HIDROLOGÍA AMBIENTAL




MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RECURSOS HÍDRICOS Y PARTICIPACIÓN PÚBLICA



MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

IH cantabria
INSTITUTO DE HIDROLOGÍA AMBIENTAL




¿QUÉ ES LA GESTIÓN INTEGRAL DEL AGUA?


Puede entenderse como un acercamiento a los problemas relacionados con el ciclo del agua y sus ecosistemas, que intente superar barreras entre:

- Áreas de conocimiento (hidráulica, ecología, derecho, economía, antropología, etc.)
- Agentes e instituciones implicadas.
- Métodos y enfoques sectoriales de trabajo.

CUIDADO: No se debe confundir gestión integral con indefinición institucional y vacío jurídico. La gestión integral debe plantearse una vez que se han creado un marcos jurídico e institucional estable para la gestión del agua.




IH cantabria
INSTITUTO DE HIDROLOGÍA AMBIENTAL




Dos modelos contrapuestos de gestión

MODELO CLÁSICO	MODELO EMERGENTE
Concepción positivista de la ciencia y del proceso histórico.	Sociología de la ciencia, variedad de teorías de la historia.
Compartimentación y confrontación	Integración y participación
Modelos de realidad lineales (sistemas de control)	Modelos de realidad circulares (redes y complejidad)
Admin. Hid. con estructura vertical y rígida	Admin. Hid. con estructura horizontal y flexible
Determinismo y control	Probabilismo y adaptación
Orientado a la construcción de infraestructuras	Orientado a la gestión y a la planificación adaptativa





IH cantabria
INSTITUTO DE HIDROLOGÍA AMBIENTAL




La nueva planificación hidrológica

La planificación hidrológica, tal y como está planteada en la actualidad en numerosos países, es una actividad que requiere una revisión profunda, ya que no aporta el valor añadido que le corresponde, como actividad estratégica de las administraciones hidráulicas.

La conservación del medio ambiente equivale al control de la escala del sistema económico que lo transforma. Este no es un problema técnico. Por tanto, la nueva planificación debe aprender a combinar lo técnico y lo social.





IH cantabria
INSTITUTO DE HIDROLOGÍA AMBIENTAL



Hacia una primera versión, más pragmática y simple, de la GIRH:

- 1) Sacar algo de tiempo, desde la administración hidráulica, a pensar en lo importante, en lugar de resolver lo urgente.
- 2) Identificar y priorizar binomios LUGAR-PROBLEMA. Elegir y centrarse en uno o dos. Tratar de encontrar indicadores medibles de la gravedad de cada problema.
- 3) Buscar la causa raíz del problema en los procesos históricos, sociales y territoriales (a menudo más allá de las políticas hidráulicas). De este ejercicio se obtienen los organismos públicos, sectores privados u organizaciones en general que están relacionados con el problema o forman parte de él.
- 4) Buscar vías de acercamiento y debate con cada uno de los principales agentes identificados. No se trata de echarles la culpa del problema o pedirles la solución, sino de tratar de entender su postura y visión del problema (si es que es tal para ellos).
- 5) A partir de dicho entendimiento, plantear líneas de acción coordinadas e incrementales, empezando por iniciativas menores pero con recursos habilitados para ellas.
- 6) Comprobar el resultado de la acción y, si es posible, cuantificarlo en términos del indicador seleccionado. Aprender y volver al paso 1.



IH cantabria
INSTITUTO DE HIDROLOGÍA AMBIENTAL

CTCN
CENTRO TECNOLÓGICO DE CANTABRIA

Los nuevos entes de planificación

- Necesidad de incorporar las ciencias sociales y disciplinas humanísticas afines en la gestión del agua, después de un largo periodo de devaluación de estas especialidades bajo el paradigma de la modernidad
- Las OPH deben constituir una unidad de apoyo adscrita a la presidencia o gerencia de las administraciones hidráulicas.
- La eficiencia de las OPH no puede medirse a partir de la producción de documentación escrita, menos aún técnica. Sus herramientas de comunicación deben ser acordes con la realidad en que se imbrican y que desean transformar.

TECNOLOGÍA AMBIENTAL

IH cantabria
INSTITUTO DE HIDROLOGÍA AMBIENTAL

El papel de la participación pública en la gestión integral del agua

- La participación en sentido general representa el esfuerzo por trascender barreras y entender los problemas desde diversas disciplinas.
- La participación pública consiste en fomentar y fortalecer los principios democráticos a través del debate y la comunicación, entre la administración ambiental y la sociedad.
- La participación no es milagrosa ni tiene efectos inmediatos, pero crea vínculos que permiten explorar soluciones innovadoras a los problemas. Es cara (sobre todo en tiempo) y requiere mucho tesón.

¿Quiénes están invitados a participar?

- Admin. Públicas
- Usuarios del agua
- Sociedad organizada
- Técnicos y académicos

CTCN
CENTRO TECNOLÓGICO DE CANTABRIA

TECNOLOGÍA AMBIENTAL

IH cantabria
INSTITUTO DE HIDROLOGÍA AMBIENTAL

CTCN
CENTRO TECNOLÓGICO DE CANTABRIA

Instrumentos de participación

- **Mesas sectoriales:** Se orientan fundamentalmente a recabar información de los agentes (problemas, soluciones, valores)
- **Foros del agua ciudadanos:** vinculados a la Agenda XXI local
- **Talleres territoriales:** Se plantean como mesas intersectoriales para priorizar propuestas.
- **Encuestas y entrevistas.** Apoyan la recogida de información en zonas urbanas (encuestas) o poco pobladas (entrevistas personales).
- **Comité de expertos técnicos.** Aportan la componente de planificación tradicional, ordenando y filtrando la información

TECNOLOGÍA AMBIENTAL

IH cantabria
INSTITUTO DE HIDROLOGÍA AMBIENTAL

CTCN
CENTRO TECNOLÓGICO DE CANTABRIA

Beneficios de la participación (1 de 2)

- Permite realizar un diagnóstico exhaustivo de los problemas asociados a las aguas y sus ecosistemas, con un nivel de detalle difícil de lograr desde un gabinete técnico.
- Sirve para recoger las propuestas de la población para resolver los problemas detectados, adquiriendo un conocimiento representativo de los sistemas de valores por los que se rigen los colectivos más extensos.
- Se trasmite información a la ciudadanía y se promueven valores de respeto y solidaridad en relación con el agua y el medio ambiente

TECNOLOGÍA AMBIENTAL

IH cantabria
INSTITUTO DE HIDROLOGÍA AMBIENTAL

CTCN
CENTRO TECNOLÓGICO DE CANTABRIA

Beneficios de la participación (2 de 2)

- Se ponen en contacto a diversos responsables políticos (alcaldes, directores generales, concejales) y funcionarios de la administración pública (nacional, regional y local) con la ciudadanía y su forma específica de percibir los problemas y las posibles soluciones.
- Se abren posibilidades de aplicación de técnicas propias de una democracia deliberativa para otros ámbitos de actividad, además del medio ambiente.

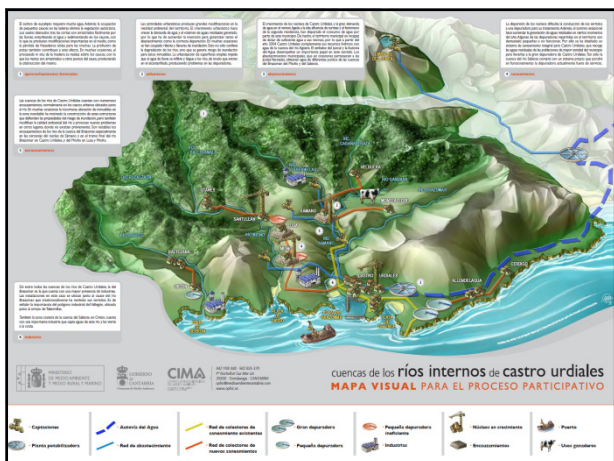
TECNOLOGÍA AMBIENTAL

OFICINA DE PARTICIPACIÓN HIDROLÓGICA DE CANTABRIA

"Todos y todas podemos participar"

- 1 Trabajo de campo y diagnóstico ambiental.
- 2 Presentación pública del proceso y contacto con los agentes implicados.
- 3 Análisis de los problemas:
 - Mesas sectoriales, donde se reúnen los sectores industrial y económico, ONG y agentes sociales, gestores políticos y administrativos, etc.
 - Foros del Agua, encuentros ciudadanos abiertos al público en general, organizados en colaboración con las entidades locales que implantan la Agenda 21 Local.
- 4 Debate y discusión de soluciones (Mesas intersectoriales) en los que participan conjuntamente todos los sectores y representantes ciudadanos para analizar las soluciones desde una perspectiva integral.
- 5 Conclusiones, elaboradas a partir del análisis de todas las propuestas obtenidas a lo largo del proceso. Remisión de las conclusiones a los organismos gestores e incorporación de las mismas a la planificación.

GOBIERNO DE CANTABRIA
CIMA
OFICINA DE PARTICIPACIÓN



IH cantabria
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN AMBIENTAL
CTCN
CENTRO TECNOLÓGICO DE CANTABRIA

PROPUESTA DE UN MARCO GENERAL PARA LA GESTIÓN INTEGRADA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

IH cantabria
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN AMBIENTAL
CTCN
CENTRO TECNOLÓGICO DE CANTABRIA

PROPUESTAS RELACIONADAS CON EL MARCO INSTITUCIONAL Y LEGAL

La **Ley de Aguas** vigente en Paraguay es adecuada en cuanto a los principios que enarbola, y contiene enfoques similares a los de leyes similares de otros países, que han resultado por lo general efectivos. Sus mayores debilidades son:

- Carencia de **recursos económicos**. No existe un análisis económico-financiero de las implicaciones de aprobar una Ley de este tipo, y se percibe falta de financiación para poner en marcha y posteriormente mantener las acciones fundamentales que se proponen en ella.
- **Solapamiento de funciones** y competencias para implementar la nueva Ley en la estructura administrativa existente.

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

IH cantabria
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN AMBIENTAL
CTCN
CENTRO TECNOLÓGICO DE CANTABRIA

La Ley no detalla el procedimiento de creación y funcionamiento de ningún nuevo organismo de administración hidráulica, que se encarga de llevar a cabo las nuevas actividades que se prescriben. En definitiva, **se dice qué hacer, pero no quién y cómo debe hacerlo**.

Poca definición relativa a los **procedimientos técnicos y administrativos** para llevar a cabo los mandatos de la Ley. La Ley requiere un **desarrollo** mucho más extenso de la mayoría de los puntos que contiene, que en su actual redacción quedan demasiado abiertos y difíciles de trasladar a la práctica.

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

IH cantabria
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN AMBIENTAL
CTCN
CENTRO TECNOLÓGICO DE CANTABRIA

El principio de solución a estos problemas está más allá del ámbito sectorial de la gestión del agua, y pasa por declarar la **cuestión hídrica** como un asunto de **interés nacional**, otorgándole un carácter estratégico a nivel de Gobierno, e incrementando el gasto público en este capítulo.

Sin un lugar destacado en la agenda política a nivel nacional, los ríos de Paraguay y sus ecosistemas son espacios a la espera de ser **colonizados por la lógica de los mercados globales**, sin protección efectiva frente a cualquier función que no sea la generación de beneficios económicos, generalmente **mal distribuidos** y con grandes **externalidades**.

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

IH cantabria
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN AMBIENTAL
CTCN
CENTRO TECNOLÓGICO DE CANTABRIA

SE PROPONE UN ENFOQUE CON LOS SIGUIENTES ATRIBUTOS:

- **PRÁCTICO** (aprender haciendo, con los recursos mínimos disponibles)
- **INCREMENTAL** (sin grandes decisiones puntuales, pero basado en muchos pasos pequeños en la dirección adecuada)
- **REFLEXIVO** (se evalúan resultados y se revisan acciones constantemente)

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

IH cantabria
INSTITUTO DE HIDRÁULICA AMBIENTAL

CTCN
CENTRO TECNOLÓGICO DE CANTABRIA

Para materializar este enfoque, se plantean cinco preguntas básicas:

1. ¿Cuál es la reforma institucional más simple que se requiere para conseguir un organismo de gestión del agua con competencias no solapadas (o de forma mínima) con otros organismos?
2. ¿Cuál es el tamaño mínimo necesario de dicha administración hidráulica y cuál es su coste mínimo de explotación razonable?
3. ¿Cuáles son los instrumentos legales mínimos que se requiere para su funcionamiento?
4. ¿Cuáles son los estudios técnicos y herramientas de base que son necesarios para que opere?
5. Finalmente, ¿cuál es la forma más simple y efectiva de medir el desempeño de esta nueva administración hidráulica?

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

IH cantabria
INSTITUTO DE HIDRÁULICA AMBIENTAL

CTCN
CENTRO TECNOLÓGICO DE CANTABRIA

1. ¿Cuál es la reforma institucional más simple que se requiere para conseguir un organismo de gestión del agua con competencias no solapadas (o de forma mínima) con otros organismos?

La respuesta adecuada a esta pregunta queda fuera del alcance de este estudio, ya que requiere un conocimiento exhaustivo del reparto competencial del recién creado Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible. En todo caso, se debe crear una Dirección General (o ente de similar rango) que aglutine la totalidad de las competencias en el Dominio Hidráulico, tal y como se defina por Ley, y que incluya al menos:

- El agua superficial y subterránea de ríos, lagos y acuíferos
- El cauce de ríos y lagos en aguas altas y el terreno situado en un perímetro de protección alrededor de ellos.
- Los sedimentos asociados (fijos y móviles, de cualquier tamaño)
- Los animales y plantas que habitan en ellos.

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

IH cantabria
INSTITUTO DE HIDRÁULICA AMBIENTAL

CTCN
CENTRO TECNOLÓGICO DE CANTABRIA

2. ¿Cuál es el tamaño mínimo necesario de dicha administración hidráulica y cuál es su coste mínimo de explotación razonable?

Es razonable estimar que la administración del agua para una superficie como la del Paraguay requiere, para empezar, una plantilla de al menos 50-100 personas, repartidas en varias unidades (entre paréntesis se incluye una estimación del porcentaje de plantilla asignado a cada una):

- Comisaría de aguas (20%)
- Vigilancia y control de cauces (30%, dependiente de Comisaría)
- Área técnica y de explotación (15%)
- Administración, gestión y Dirección (25%)
- Planificación (10%)

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

IH cantabria
INSTITUTO DE HIDRÁULICA AMBIENTAL

CTCN
CENTRO TECNOLÓGICO DE CANTABRIA

3. ¿Cuáles son los instrumentos legales mínimos que se requiere para su funcionamiento?

Es necesario disponer de una revisión y/o desarrollos de la Ley de Aguas aprobados por el Parlamento que cubran al menos los siguientes aspectos:

- Definir los conceptos básicos que figuran en la ley, y en particular el ente sobre el que legisla. En el caso de la normativa europea, el dominio público hidráulico es el constructo (en el sentido de objeto compuesto de elementos diversos y cambiantes) que se regula.
- Definir la estructura de la administración hidráulica, sus órganos de gobierno, régimen de funcionamiento interno, etc.

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

IH cantabria
INSTITUTO DE HIDRÁULICA AMBIENTAL

CTCN
CENTRO TECNOLÓGICO DE CANTABRIA

- Definir el alcance, contenidos, procedimiento de aprobación y rango legal de los instrumentos de planificación hidrológica disponibles; entre ellos puede figurar el Plan Hidrológico Nacional y los Planes de Gestión de Cuencas, entre otros.
- Definir las medidas y recursos básicos de vigilancia y control del dominio público hidráulico, así como los procedimientos sancionadores aplicables.
- Definir el alcance, contenidos, procedimiento de aprobación y rango legal de los instrumentos de planificación hidrológica disponibles; entre ellos puede figurar el Plan Hidrológico Nacional y los Planes de Gestión de Cuencas, entre otros.

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

IH cantabria
INSTITUTO DE HIDRÁULICA AMBIENTAL

CTCN
CENTRO TECNOLÓGICO DE CANTABRIA

4. ¿Cuáles son los estudios técnicos y herramientas de base que son necesarios para que opere la nueva administración hidráulica?

Las herramientas y estudios técnicos que se requieren para que una administración hidráulica realice sus funciones básicas son, al menos:

- Registro de Aguas, que no tiene que ser en primera instancia completo y exhaustivo, sino que puede orientarse inicialmente a ciertos tipos de autorizaciones o concesiones, o de una determinada magnitud.
- Directrices básicas relativas a lluvias de diseño por sectores del país, caudales máximos por tramos fluviales y una delimitación inicial del dominio público hidráulico.

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

IH cantabria
INSTITUTO DE HIDRÁULICA AMBIENTAL

CTCN
CENTRO TECNOLÓGICO DE AGUAS Y AMBIENTE

5. ¿Cuál es la forma más simple y efectiva de medir el desempeño de la nueva administración hidráulica?

Es conveniente, desde el primer momento, establecer el funcionamiento de la administración hidráulica desde una perspectiva de transparencia y cumplimiento de objetivos. Medir el desempeño de una organización no es fácil; la **tasa anual resolución de expedientes en trámite** es una medida habitual del desempeño de este tipo de organizaciones, que convendría complementar con otros indicadores de carácter menos burocrático.

En cualquier caso, debe promoverse y puntuarse desde el primer momento una **actitud abierta y participativa** por parte de la administración, cercana al territorio y capaz de recibir y aportar valor para la sociedad.

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

IH cantabria
INSTITUTO DE HIDRÁULICA AMBIENTAL

CTCN
CENTRO TECNOLÓGICO DE AGUAS Y AMBIENTE

INSTRUMENTOS Y ESCALAS DE LA PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA

EL PH COMO INSTRUMENTO DE PLANIFICACIÓN

El Plan Hidrológico Nacional (PHN) o documento equivalente es el instrumento básico de planificación, pero su efectividad tienden a sobrestimarse. El PHN no tiene ninguna capacidad de cambiar la realidad hídrica de un país, a menos que esté sustentado por:

- Una legislación (normalmente la Ley de Aguas) que defina su alcance, órgano ejecutor, contenidos normativos, procedimiento de aprobación y revisión, etc.
- Una administración hidráulica con los medios técnicos y humanos necesarios para recibirlo, y con el mandato legal (también reflejado en la Ley de Aguas) de llevarlo a cabo.
- Un presupuesto disponible para ejecutarlo (diferenciado de los gastos corrientes de la propia administración hidráulica).

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

IH cantabria
INSTITUTO DE HIDRÁULICA AMBIENTAL

CTCN
CENTRO TECNOLÓGICO DE AGUAS Y AMBIENTE

UNIDADES ESPACIALES PARA LA GESTIÓN DEL AGUA

Se suele aceptar que la gestión integral del agua debe realizarse por cuencas, y que los planes de cuenca son el instrumento de planificación por antonomasia. Por otra parte, Paraguay presenta una realidad hídrica singular:

- Está limitado por cuencas internacionales, y más de la mitad de su territorio (El Chaco) no tiene cuencas bien definidas o dignas de consideración.
- Fuera de El Chaco, y al margen de los ríos fronterizos con gestión compartida (Paraguay, Paraná, Pilcomayo y Apa), las que se pueden denominar cuencas internas de Paraguay son sistemas de pequeños cauces, en las que no cabe plantearse organismos de cuenca individuales. La posible excepción más destacada sería precisamente la cuenca del Tebicuary.

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

IH cantabria
INSTITUTO DE HIDRÁULICA AMBIENTAL

CTCN
CENTRO TECNOLÓGICO DE AGUAS Y AMBIENTE

Dada la realidad socioeconómica e institucional del País, no parece oportuno ni conveniente fomentar, al menos como primer paso, un marco institucional para la gestión del agua basado en regiones, vertientes o cuencas, al menos hasta no contar con un organismo nacional suficientemente robusto.

Cuatro regiones hidrográficas (definidas como grupos de cuencas) serían adecuadas y suficientes, por economía de escala:

- **REGIÓN 1.** El Chaco y afluentes por la margen derecha del río Paraguay.
- **REGIÓN 2.** Afluentes por la margen izquierda del río Paraguay y el propio río Paraguay.
- **REGIÓN 3.** Afluentes orientales del río Paraná y el propio río Paraná.
- **REGIÓN 4.** Cuenca del río Tebicuary y zona adyacente de los ríos Paraguay y Paraná.

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

IH cantabria
INSTITUTO DE HIDRÁULICA AMBIENTAL

CTCN
CENTRO TECNOLÓGICO DE AGUAS Y AMBIENTE

Mapa hidrográfico del Paraguay

Referencias

1. Riacho Yacaré
2. Riacho Yacaré Norte
3. Riacho Yacaré Sur
4. Riacho San Carlos
5. Rio Verde
6. Rio Monte Lindo
7. Rio Negro
8. Rio Aguaray-Guazú
9. Rio Confuso
10. Rio Aquidabán
11. Rio Ypané
12. Rio Aguaray Guazú
13. Rio Jiqui-Guazú
14. Rio Manduvirá
15. Arroyo Piribebuy
16. Rio Salado
17. Rio Tebicuary
18. Rio Tebicuary-mi
19. Rio Pirapó
20. Arroyo Yabebury
21. Arroyo Pirapó
22. Rio Tembey
23. Rio Nacunday
24. Rio Monday
25. Rio Yguazú
26. Rio Acaray
27. Rio Limoy
28. Rio Itambey
29. Rio Carapá

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

IH cantabria
INSTITUTO DE HIDRÁULICA AMBIENTAL

CTCN
CENTRO TECNOLÓGICO DE AGUAS Y AMBIENTE

La recomendación que se plantea a priori, como **primera fase** de un proceso de modernización del sector del agua en Paraguay, es la de reformar y fortalecer una **administración hidráulica única centralizada en Asunción**, que con el tiempo podría tener **delegaciones en las cuatro regiones mencionadas**. Dichas delegaciones inicialmente estarían centradas en aspectos de comisaría de aguas, y en especial vigilancia y control de cauces.


En **fases posteriores**, las delegaciones regionales podrían pasar a constituirse como **administraciones hidráulicas autónomas**, quedando el Ministerio competente en el Gobierno Central como organismo coordinado y armonizador, sin funciones de comisaría, ejecución de obras o planificación.

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

IH cantabria
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN AMBIENTAL

CTCN
CENTRO TECNOLÓGICO DE CANTABRIA

**PRÓXIMAS ACTIVIDADES
PROPUESTA DE ACTUACIONES EN LA CUENCA DEL RÍO TEBICUARY**



MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

IH cantabria
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN AMBIENTAL

CTCN
CENTRO TECNOLÓGICO DE CANTABRIA

Partiendo de la información y los resultados presentados en este estudio, las principales líneas de actuación propuestas para la cuenca del río Tebicuary se pueden agrupar en tres grandes apartados:

1. Desarrollo e implementación de medidas para la armonización de los usos del agua en la cuenca.
2. Refuerzo de la red de medición y control de la cuenca.
3. Medidas de gobernanza y gestión

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

IH cantabria
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN AMBIENTAL

CTCN
CENTRO TECNOLÓGICO DE CANTABRIA

1. Desarrollo e implementación de medidas para la armonización de los usos del agua en la cuenca.

La cuenca del río Tebicuary presenta claros conflictos entre diferentes usos del agua e incluso entre el mismo tipo de usuarios en diferentes sectores de la cuenca. Estos conflictos probablemente irán en aumento y no es de esperar que se resuelvan satisfactoriamente de forma natural, sin intervención del Gobierno.

Dada la importancia y la representatividad de esta cuenca, se recomienda activar un foro o comunidad de usuarios de la cuenca, donde debatir los problemas y las posibles soluciones. Para que sea útil, en este foro debe participar el Gobierno, que además debe proporcionar una información técnica de partida, de forma que el debate se desarrolle sobre una base compartida de hechos y datos científicos no cuestionables. Esto último guarda estrecha relación con el segundo grupo de medidas propuestas (medición y control).

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

IH cantabria
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN AMBIENTAL

CTCN
CENTRO TECNOLÓGICO DE CANTABRIA

En concreto, el foro serviría para negociar entre los agentes implicados los derechos de uso del agua en la cuenca, teniendo en cuenta las restricciones ambientales y los antagonismos entre diferentes usos.

Una vez alcanzados acuerdos por escrito, el Gobierno deberá proporcionar los instrumentos para poder controlar y garantizar el cumplimiento de dichos acuerdos. Entre ellos se encuentra la red de monitoreo y control de la cuenca gestionada por el Gobierno (ver punto siguiente), que debería ir complementada por mediciones obligatorias de ciertas variables por parte de los usuarios.

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

IH cantabria
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN AMBIENTAL

CTCN
CENTRO TECNOLÓGICO DE CANTABRIA

2. Refuerzo de la red de medición y control de la cuenca.

En la actualidad, la cuenca del Tebicuary presenta carencias en cuanto a la red de monitoreo de parámetros existente, que impide llevar a cabo una gestión objetiva y basada en datos. Se propone, como propuesta de mínimos, incorporar los siguientes dispositivos:

- Instalar 2-3 nuevos pluviómetros en la zona alta de la cuenca (cabeceras del Tebicuary Mi, Pirapó, y Tebicuary).
- Instalar o consolidar las estaciones de aforo de Yuty e Iturbe. Se podría utilizar una cámara fija en lugar de un sensor de nivel para estimar calados y velocidades.
- Instalar al menos tres puntos de control en continuo de la calidad del agua.
- Plantear un programa que defina las prioridades y planifique la obtención de datos biológicos/ecosistémicos.

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE



IH cantabria
INSTITUTO DE HIDRÁULICA AMBIENTAL

CTCN
CENTRO TECNOLÓGICO DE CONTROL Y GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO

3. Medidas de gobernanza y gestión

La mejora de la situación hídrica en la cuenca del Tebicuary, como cuenca emblemática y representativa del país, pasa por desarrollar cuanto se indica en relación a la gestión integrada de los recursos hídricos en Paraguay, y en particular:

- Reestructurar y reforzar la administración hidráulica a escala nacional.
- Revisar y/o desarrollar la ley de aguas para que sirva como instrumento real de ordenación y gestión del recurso hídrico.
- Desarrollar el registro de aguas en la cuenca del Tebicuary, así como los sistemas y procedimientos de vigilancia y control asociados.
- Desarrollar y revisar ciertos estudios básicos en relación con la cuenca

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

IH cantabria
INSTITUTO DE HIDRÁULICA AMBIENTAL

CTCN
CENTRO TECNOLÓGICO DE CONTROL Y GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



Gracias por su atención

MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE