



UNESCO PHI

Programa de Ecohidrología:

Curso - Taller de expertos

Caudal ambiental: insumo para la sostenibilidad de la prestación de los servicios ecosistémicos

Bogotá – marzo 18 al 22 de 2019

Lugar: Hotel Tequendama

Giuseppe Arduino

Jefe de la Sección de la Ecohidrología, de la Calidad del Agua y de la Educación relativa al Agua

División de Ciencias del Agua

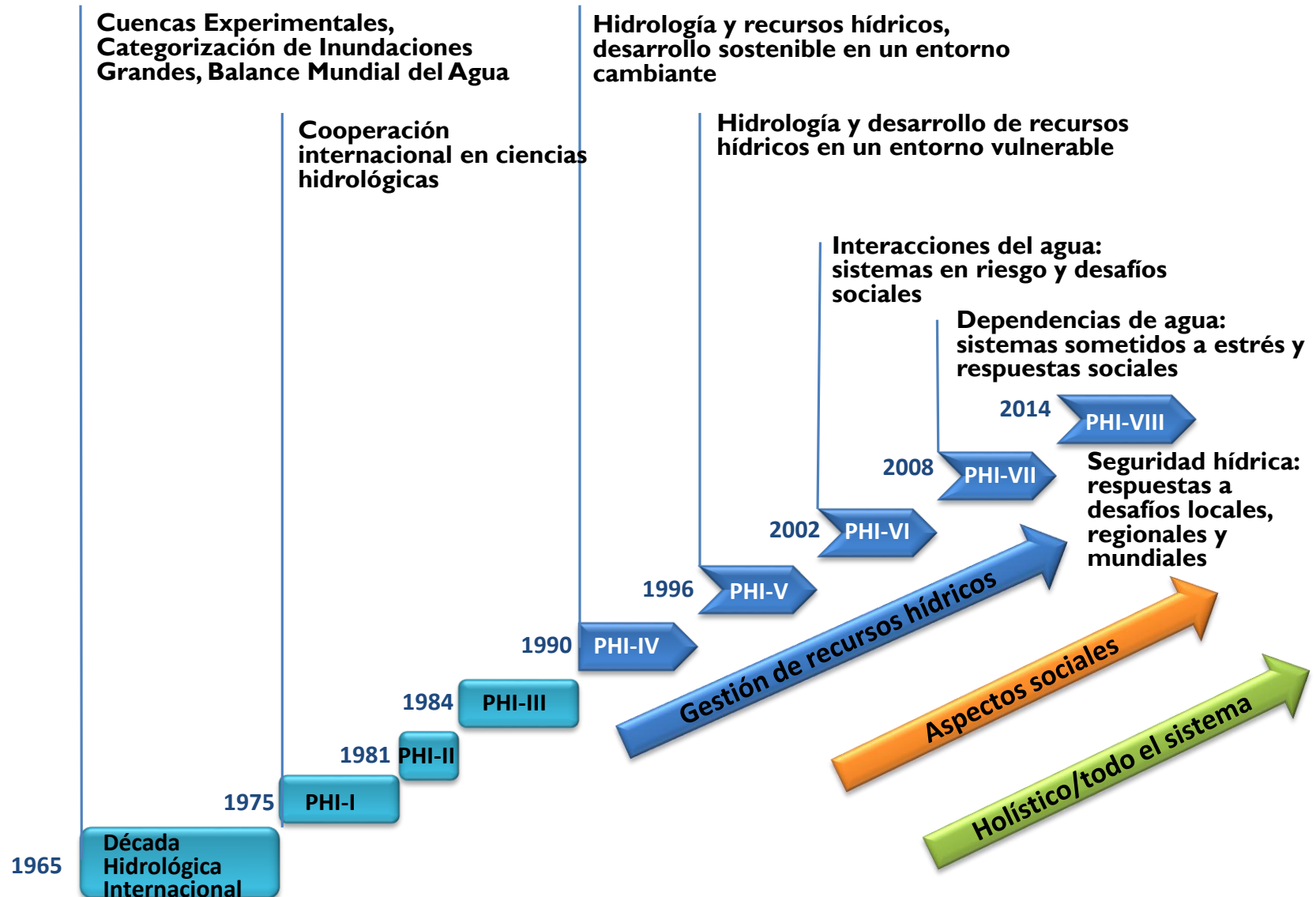
UNESCO Programa Hidrológico Internacional (PHI)

El Programa Hidrológico Internacional (PHI) es el programa de cooperación científica intergubernamental de la UNESCO sobre el agua

Fue creado en 1975, convirtiéndose en la primera y única iniciativa intergubernamental de agua dulce institucionalizada en el sistema de las Naciones Unidas.



Evolución del PHI: De ciencia hidrológica a la Ciencia Integrada, Política y Sociedad



PHI-VIII 2014-2021



Familia del agua de la UNESCO



52 Catedras

169 CONAPHI



WWAP World Water
Assessment Programme

36 Centros

En 70 países

Familia del agua de la UNESCO

promueve la cooperación científica
internacional
en **INVESTIGACIÓN SOBRE EL AGUA**

Gestión Integrada de
Recursos Hídricos

educación y la creación
de capacidades

preservación de los
recursos hídricos

Cultura y desastres

acceso universal a servicios
relacionados con el agua



¿Qué es la Ecohidrología?

La aplicación de Ecohidrología en la resolución de problemas



¿Ecohidrología – ¿Por qué?

La **disminución de la calidad y la biodiversidad** observada a escala global en países desarrollados y en desarrollo **ha demostrado que los enfoques convencionales para la gestión de recursos hídricos**, basados en la aplicación de técnicas de ingeniería, intervenciones sectoriales y la eliminación de amenazas directas como fuentes puntuales de contaminación, **son importantes pero no suficientes**

¿Ecohidrología – ¿Por qué?

La ecohidrología **busca soluciones** que, **en lugar de enfocarse exclusivamente en cuestiones técnicas**, respondan mejor a las políticas de recursos hídricos sostenibles y **promuevan el desarrollo social con la participación de los interesados a todos los niveles** para que la gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH) sea exitosa

¿Ecohidrología – ¿Por qué?

La gestión sostenible de paisajes debe ser una parte integral de la GIRH para abordar las grandes preguntas de nuestro tiempo: sobre **la erradicación de la pobreza, la mejora de la seguridad alimentaria, la promoción de energía sostenible, gestión de recursos hídricos y medioambientales, control de enfermedades, mitigación de desastres y el fomento de ciudades sostenibles**

El desarrollo de soluciones a estos desafíos globales debe basarse en **enfoques transdisciplinarios** reconociendo las **dimensiones del bienestar humano dependientes de la cultura y el tiempo.**

¿Ecohidrología – ¿Por qué?

- La **degradación** de la calidad del agua, la **sobreexplotación** de los recursos de agua dulce, los **riesgos hidrológicos** y los efectos adversos del manejo inadecuado de los recursos hídricos y los ecosistemas **plantean una amenaza para la salud humana, el desarrollo socio-económico y el funcionamiento del ecosistema.**
- En septiembre de 2015, los Estados miembros acordaron que la **biodiversidad (objetivos 14** vida bajo el agua y **15** vida sobre la tierra) y **agua (objetivo 6)** son los elementos clave para el desarrollo sostenible, que abarca varios de los ODS de la **Agenda 2030.**

Por lo tanto hay una necesidad clara para una ciencia integrada



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization



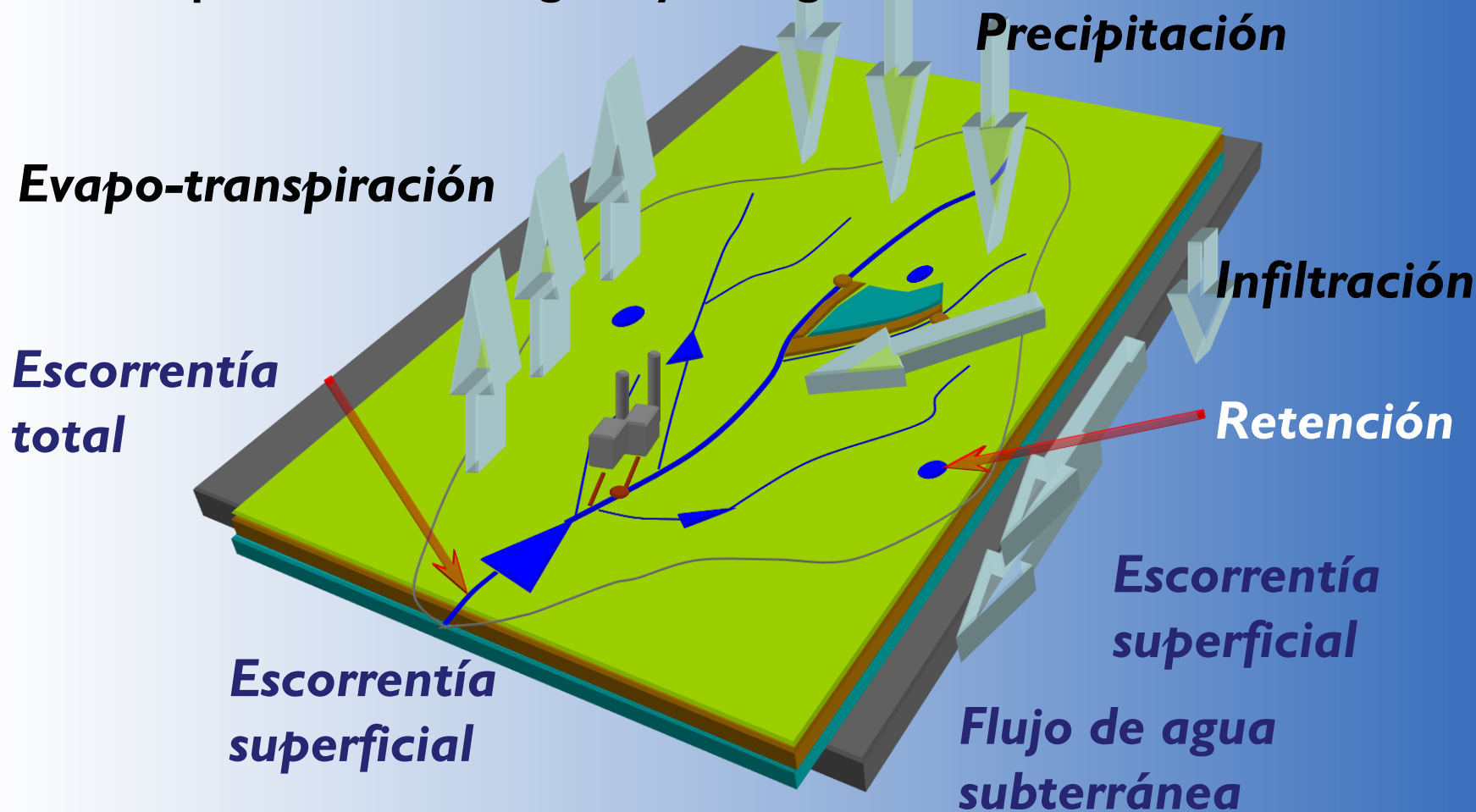
International
Hydrological
Programme

I – Primer Principio (Zalewski 2010)

Principio hidrológico



La cuantificación del ciclo hidrológico de una cuenca hidrográfica, debe ser considerada como una plantilla para la integración funcional de los procesos hidrológicos y biológicos.





United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization



International
Hydrological
Programme

II – Segundo Principio

Principio Ecológico



Identificación de procesos biológicos y de áreas potenciales para mejorar la capacidad de carga del ecosistema

RETENCIÓN EN LA CAPTURA

mediante la mejora de la diversidad del paisaje

TRANSFORMACIÓN

en biomasa en ecotonos de agua-tierra

Lugares críticos

CAPTURA

- En biomasa vegetal (removida estacionalmente)
- Almacenaje en sedimentos del fondo, grupo inaccesible

SEDIMENTACIÓN

- Embalses
- En las llanuras inundables

DENITRIFICACIÓN

En condiciones anaerobicas en humedales

AUTOPURIFICACIÓN

- mineralización de materia orgánica
- reducción de la velocidad de transporte helicoidal (en espiral)

RECIRCULACIÓN

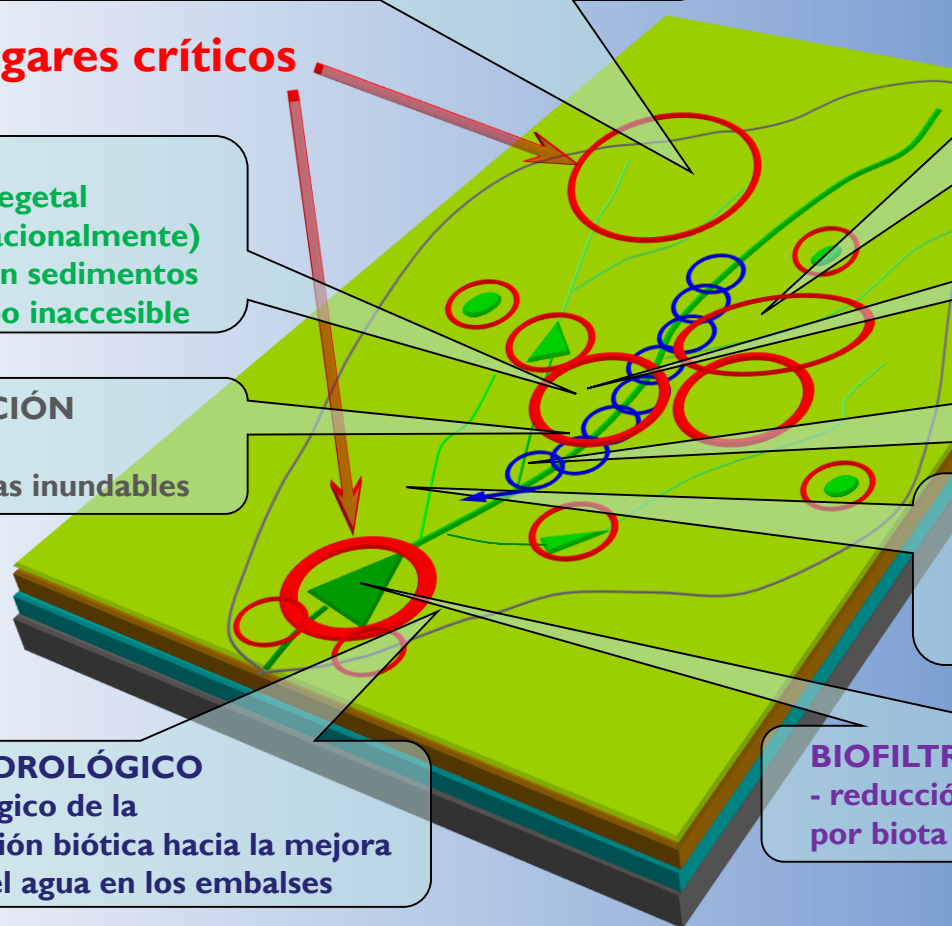
- reducción de la resuspensión fosfatasa
- liberación enzimática excreción de zooplancton

CONTROL HIDROLÓGICO

control hidrológico de la retroalimentación biótica hacia la mejora de la calidad del agua en los embalses

BIOFILTRACIÓN

- reducción de la biomasa de algas por biota





United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization



International
Hydrological
Programme

III – Tercer Principio

Principio de ingeniería ecológica



El uso de la biota para controlar los procesos hidrológicos y viceversa, el uso de la hidrología para regular la dinámica de la biota



Producción de
bioenergían

Aquaculture

Reservorio –
Hidrobiomanipulación

Zonas de
amortiguación de
contaminación
difusa (ecotonos)

Reclamaciones de
tierras

RESTAURACION
Retención de agua

**INGENIERÍA
ECOLÓGICA- humedales
construidos, ecotonos**

Continuo del río: desviación para la
migración de peces
Sistema de liberación/uso de sedimentos



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization

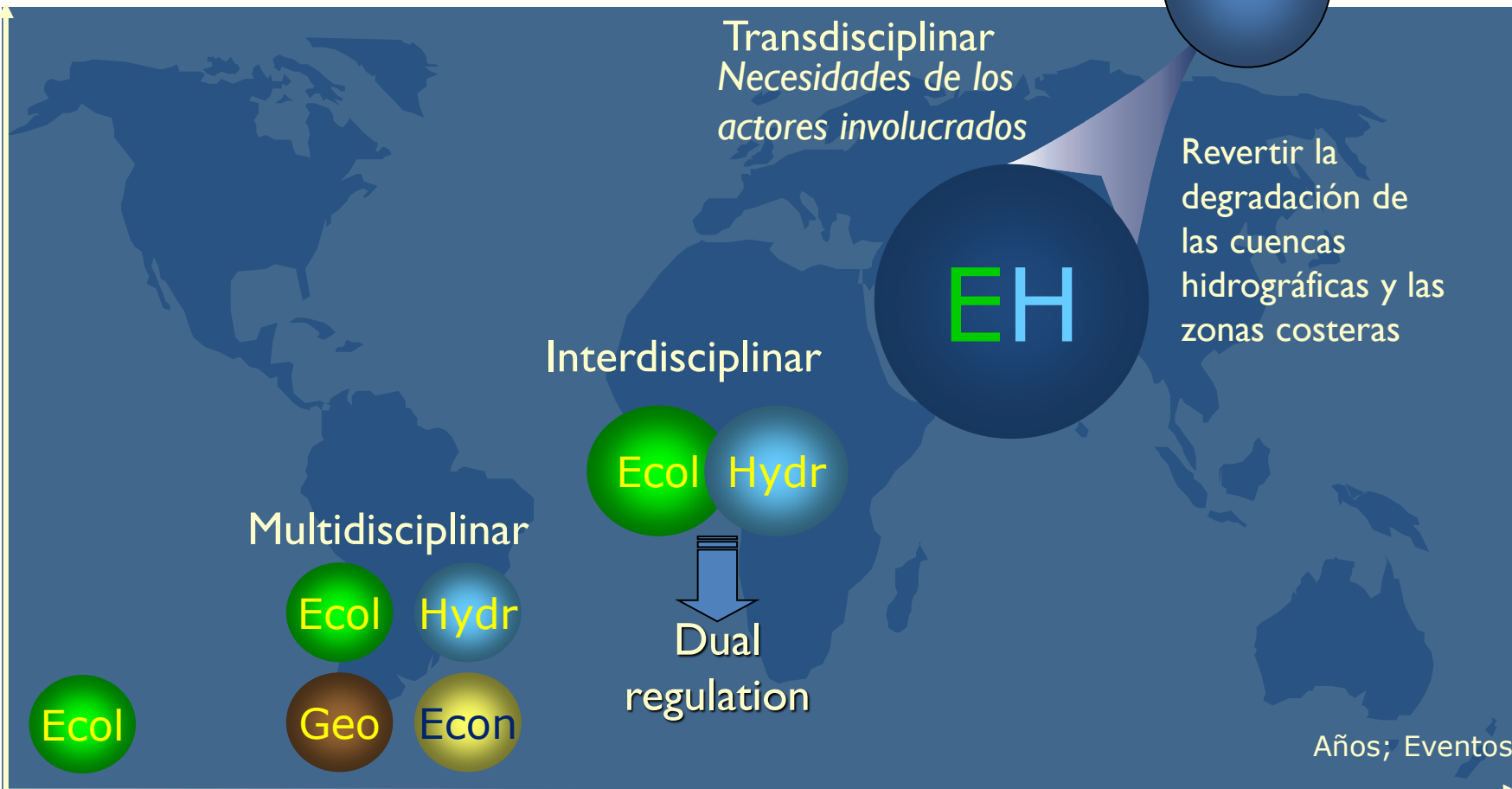


International
Hydrological
Programme

Evolución del Programa de Ecohidrología



Ciencia avanzada
Ciencia fundamental

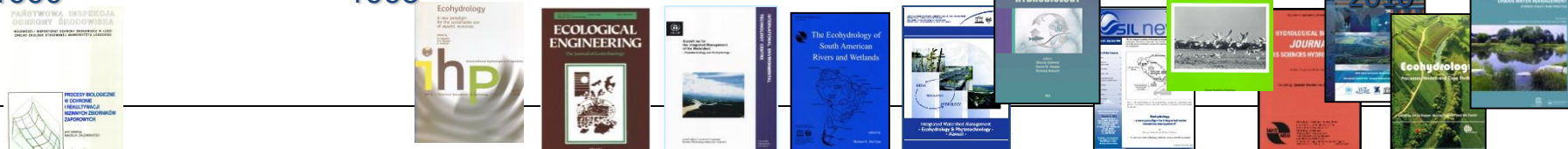


1990

1995

2000

2005



Áreas de acción



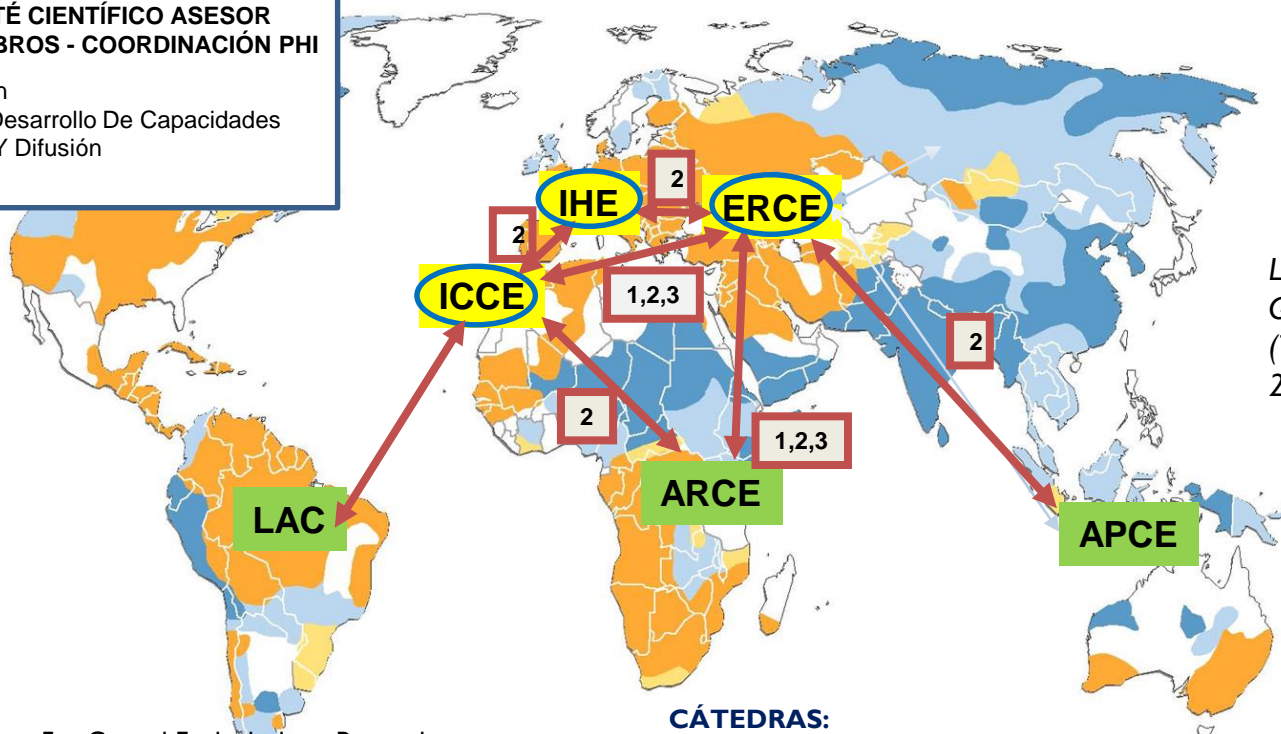
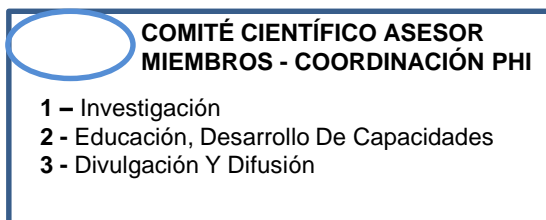


United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization



International
Hydrological
Programme

“FAMILIA” UNESCO/ECOHIDROLOGÍA



L. Chicharo, 2016
G.Arduino, 2018
(Traducción J. Gaona,
2018)

CENTROS:

- ICCE** - International Centre For Coastal Ecohydrology, Portugal
(Centro Internacional Para Ecohidrología Costera, Portugal)
- ERCE** - European Regional Centre For Ecohydrology, Poland
(Centro Regional Europeo Para Ecohidrología, Polonia)
- ARCE** - African Regional Centre For Ecohydrology, Ethiopia
(Centro Regional Africano Para Ecohidrología, Etiopia)
- APCE** - Asia-pacific Centre For Ecohydrology, Indonesia
(Centro De Asia-pacífico Para Ecohidrología, Indonesia)
- CIH** - International Centre On Hydroinformatics, Brazil
(Centro Internacional Em Hidroinformática, Brazil)

CÁTEDRAS:

- Ecohydrology And Hydroinformatics** – Capital Normal Univ. Beijing
(Ecohidrología E Hidroinformática - Capital Normal Univ. Beijing)
- Ecohydrology** – IHE, Delft
(Ecohidrología – IHE-delft)
- Ecohydrology: Water For Ecosystems And Societies**, Univ Algarve, Faro, Portugal
(Ecohidrología: Agua Para Ecosistemas Y Sociedad, Univ. Algarve, Faro, Portugal)

PUNTOS FOCALES PARA ECOHIDROLOGÍA

- LAC** – Latin America And Caribbean (Latino América Y El Caribe)



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization



International
Hydrological
Programme

Comité Asesor Científico (2014)

Misión



La misión del **Comité Asesor Científico de Ecohidrología** (que se reúne aproximadamente cada 6 meses) es asesorar a la Secretaría del PHI de la UNESCO sobre:

- Orientaciones estratégicas, nuevas dimensiones, actividades que se llevarán a cabo
- Ejecución de programas y comunicación de avances científicos y lecciones aprendidas dentro del tema 5 - "Ecohidrología, armonía para un mundo sostenible"
- Con el objetivo de promover la ecohidrología como un componente principal de los procesos de toma de decisiones en el marco de la gestión integrada de los recursos hídricos





United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization



International
Hydrological
Programme

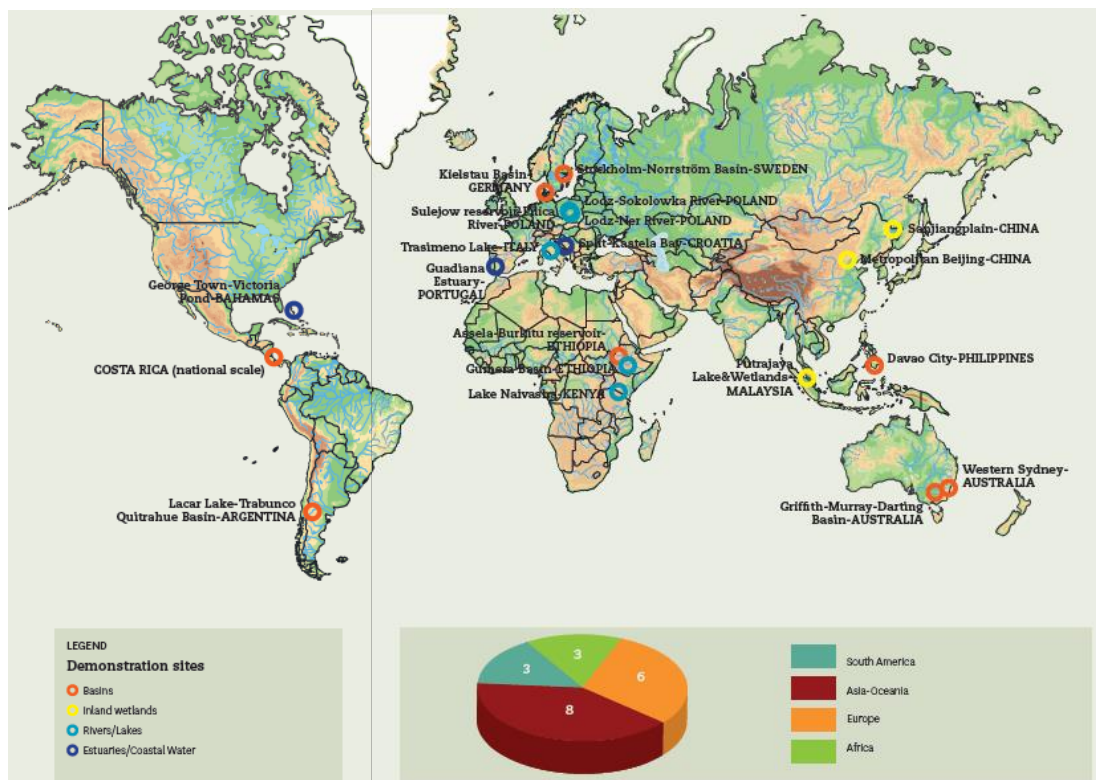
Tema 5: Ecohidrología

El tema de la UNESCO sobre la ecohidrología opera a través de **23 sitios de demostración** en **18 países** (**8 están establecidos y operados actualmente por 4 C2C y 2 cátedras**)

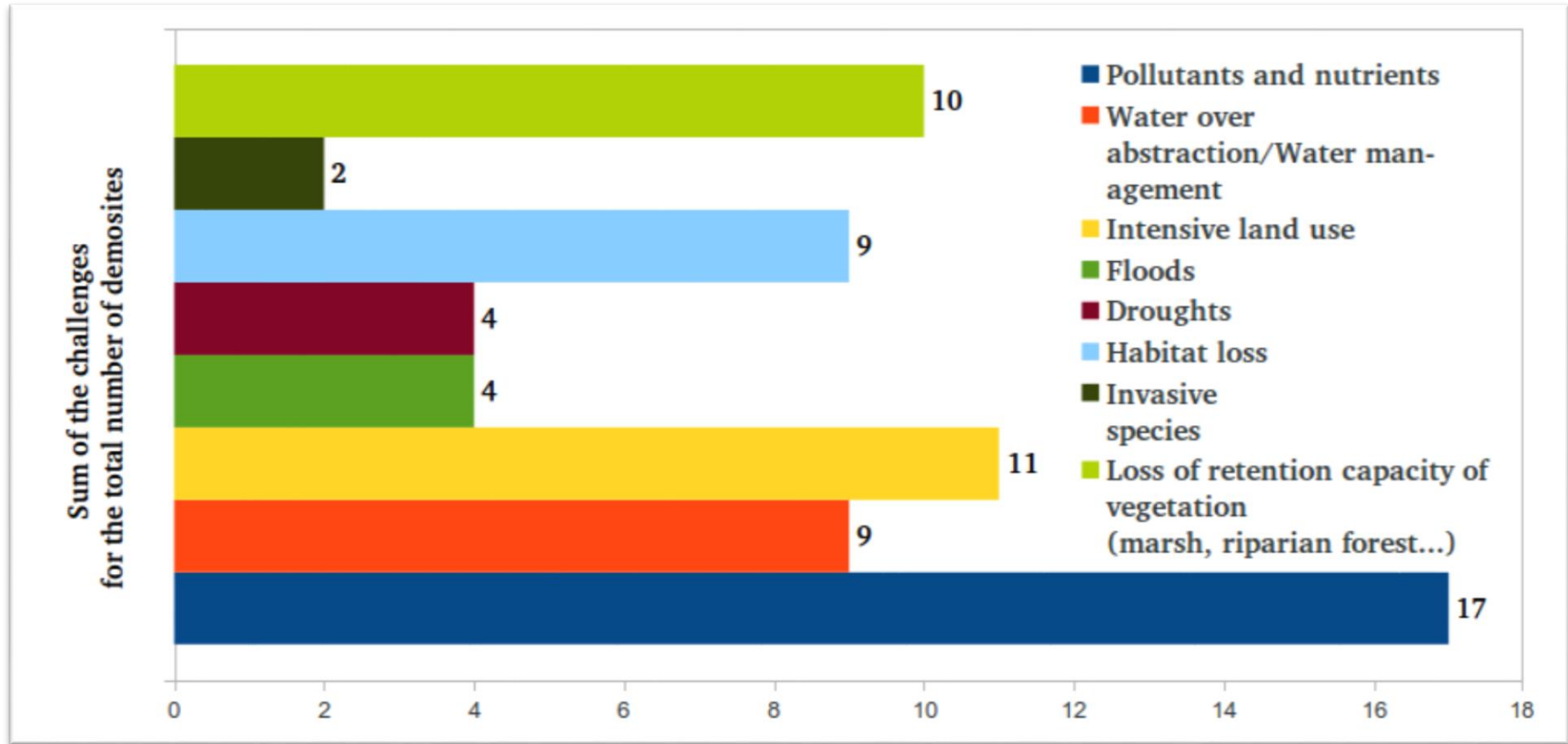
Integran el concepto de “Mejorar el potencial del ecosistema” con estrategias de EH estrechamente relacionadas con el agua para mejorar la GIRH en áreas específicas

- Son **proyectos de monitoreo a largo plazo** que involucran a diferentes actores locales para resolver problemas ambientales, económicos y sociales.
- Usan las **soluciones de ingeniería ecohidrológica más apropiadas y rentables** para cada ecosistema como herramientas para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH).
- Contribuyen a los objetivos de desarrollo sostenible tanto **sociales** (por ejemplo, el Objetivo 2) como los **ambientales** (**Objetivo 6**, en particular los objetivos 6.5 y 6.6, y los Objetivos 13, 14 y 15)

Estos proyectos siguen un enfoque orientado a soluciones para la mejora de los recursos hídricos, la biodiversidad y los servicios ecosistémicos para la sociedad, la mejora de la resiliencia a diversas formas de impactos antropogénicos, teniendo en cuenta la dimensión cultural (dimensión social) (**WBSR + C**, por sus siglas en inglés)



Principales problemas abordados por los sitios demostrativos



Las tres principales amenazas son la **presencia excesiva de contaminantes y nutrientes**, el **uso intensivo de la tierra** y la **pérdida de la capacidad de retención de la vegetación**

Ecohidrología aplicada

Cuatro soluciones de ingeniería ecohidrológica:

FAUNATECHNOLOGY



PHYTOTECHNOLOGY



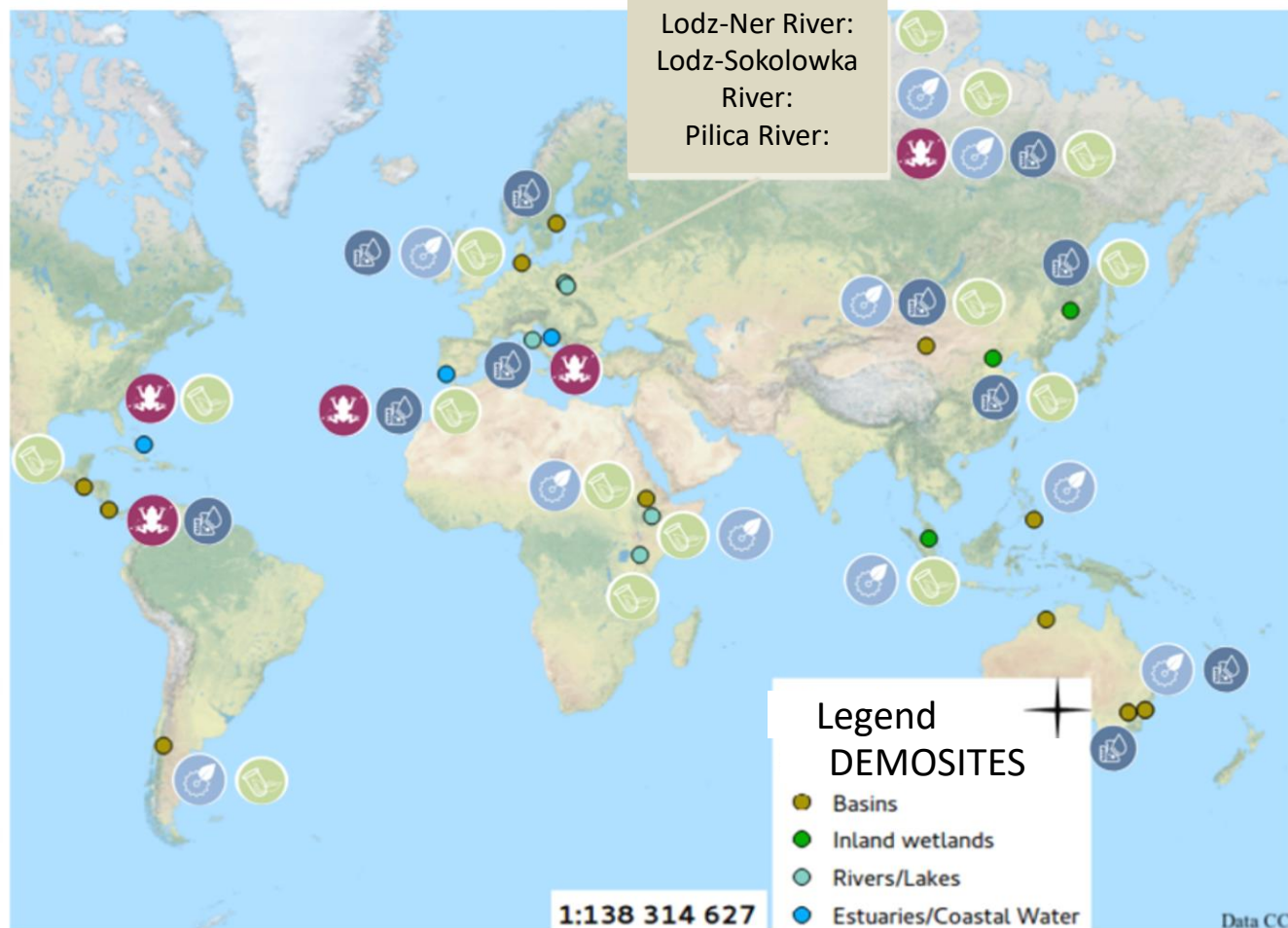
HYDROLOGICAL FLOW



ECOHYDROLOGICAL INFRASTRUCTURE



Lodz-Ner River:
Lodz-Sokolowka
River:
Pilica River:



El **65%** de los demos están utilizando las **fitotecnologías** como solución EH

48% -> Caudal ambiental

43% -> infraestructura ecohidrológica

22% -> Faunatecnología

Ejemplo- Demosite Pilica (Polonia)



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization



International
Hydrological
Programme



Sustainable
Development
Goals

DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL CONCEPTO DE ECOHIDROLOGÍA PARA REDUCIR LOS AFLORAMIENTOS DE CIANOBACTERIAS EN UN RESERVORIO CONSTRUIDO (CUENCA DEL RÍO PILICA, POLONIA)

El Reservorio artificial de Sujelow (construido en 1974) es pando y presenta eutrofización. Está ubicado en la parte media del Río Pilica en Polonia Central.

El Reservorio **Sulejów** fue utilizado como Fuente de agua potable para la ciudad de Łódź hasta 2004, actualmente funciona para mitigar inundaciones y sequías.

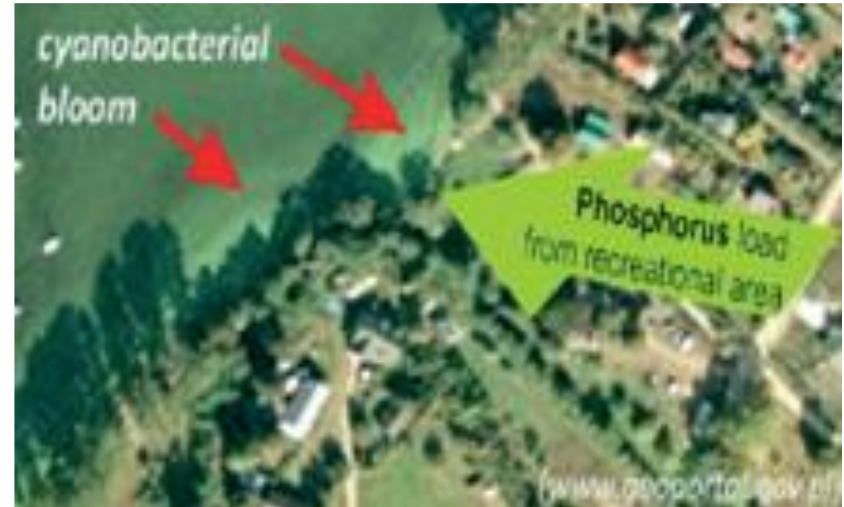
También es un sitio importante de recreación.

SOLUCIONES EH:

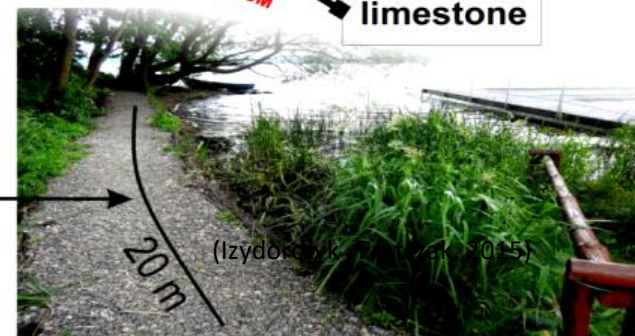
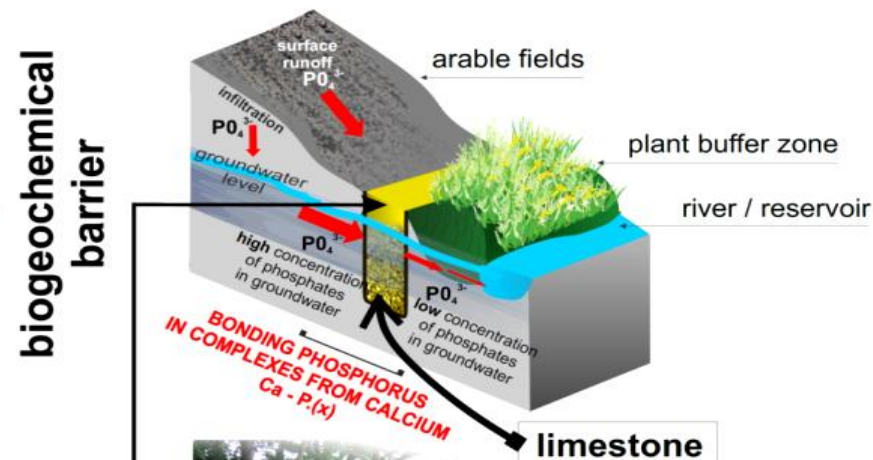
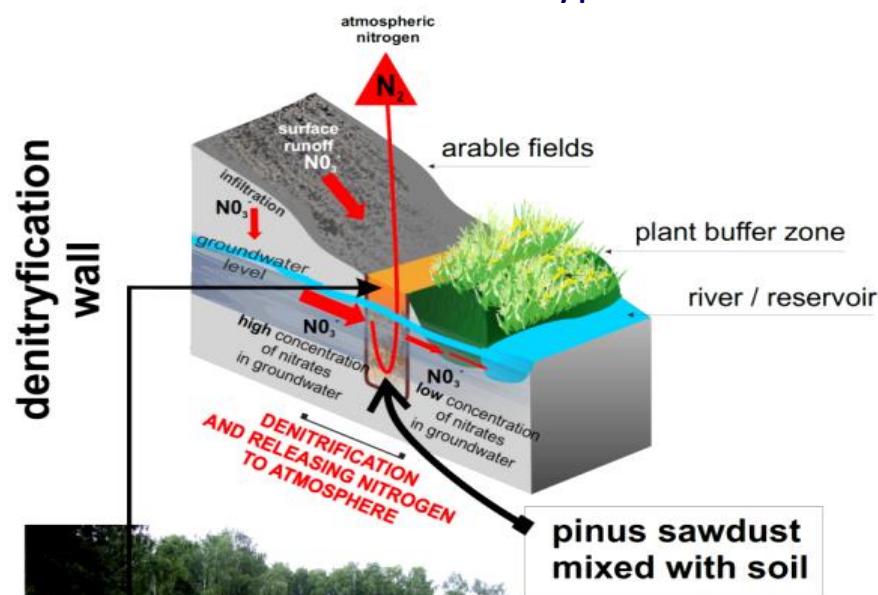
Integración para la desnitrificación en sinergia y barreras biogeoquímicas con diversas plantas altamente eficientes para mejorar la reducción de nutrientes en la zona de ecotonos (la preservación o construcción de zonas ribereñas / zonas de amortiguación de agua (ecotonos))

ÚLTIMOS RESULTADOS:

- La reducción alcanzada en promedio de concentraciones de fosfatos (58%) y nitratos (85%), como resultado del flujo de agua a través de la barrera
- El potencial biológico de la vegetación de la llanura de inundación de demostración para la retención de P ascendió a 255 kg P y⁻¹ por hectárea.



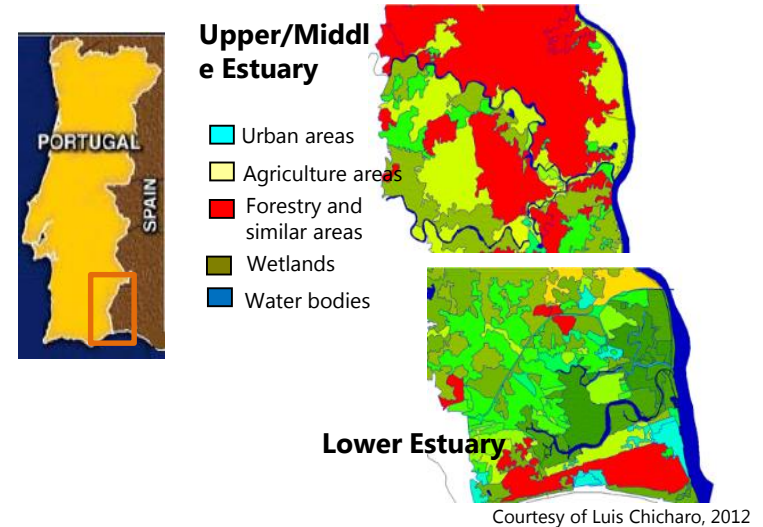
Biotechnological buffering zone for reduction of nonsource pollution Prototypes constructed at Sulejow Reservoir



Ejemplo - Demosite Guadiana (Portugal)

GESTIÓN SOSTENIBLE DE LA ZONA ESTUARINA PARA CONTROL DE EUTROFIZACION, AFLORAMIENTOS TÓXICOS, ESPECIES INVASIVAS Y CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD (ESTUARIO DE GUADIANA, PORTUGAL)

La cuenca del río Guadiana es la cuarta cuenca más grande de la Península Ibérica: 83% en España y 17% en Portugal. Hay 1824 presas en la cuenca. El estuario del Guadiana y las zonas costeras se ven afectados por el más grande llamado la presa de Alqueva. **Éste modificó el régimen hidrológico del estuario y también sus funciones ecológicas reduciendo el servicio ecosistémico de regulación del agua.**



SOLUCIONES EH::

- Liberación de agua dulce del embalse para controlar los riesgos de la proliferación de algas nocivas.
- Uso de dos especies de bivalvos y plantas de marismas como indicadores de la calidad del agua

ÚLTIMOS RESULTADOS:

- Las simulaciones con modelos indican que una descarga de 50 m³/s todos los días durante los períodos críticos, como el verano y otoño, podría ser suficiente para evitar las floraciones de cianobacterias.



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization



International
Hydrological
Programme

Ejemplo – Demosite Los Paltas (Ecuador)

Recuperación del Sistema de Agua Ancestral de Los Paltas con Enfoque Ecohidrológico para Suministrar Agua a la Ciudad de Catacocha en el sur de Ecuador (2018)



Demosite en el cantón de Paltas: proporciona el 70% del agua a la ciudad de Catacocha.

El sistema hidrológico ancestral de los Paltas, basado en pequeños humedales y diques para recargar los acuíferos, fue transformado por los colonos y mestizos españoles para usar las tierras para la ganadería y la agricultura

Es **un testimonio real de la gestión ancestral del agua**, con la presencia única de **tallas de roca antiguas**, recreando el **sistema de humedales**, que ha inspirado **las prácticas actuales en la gestión del agua**



La restauración de la microcuenca con el conocimiento ancestral y el manejo de cuencas hidrográficas, **ha permitido mejorar el suministro de agua de 1 a 6 horas por día**. Al construir presas muy pequeñas a lo largo del curso del río (foto), se obtienen dos efectos principales:

- reducción de la velocidad del agua (escorrentía) permite la infiltración en el acuífero subyacente. El agua es luego extraída por pozos en la parte inferior de la microcuenca
- cantidad de **agua retenida en los pequeños embalses permite la rehabilitación del ecosistema, induciendo la regulación del ciclo hidrológico (interacción hidrología - biota)** y proliferación de la vegetación, lo que a su vez reduce la evapotranspiración excesiva.





United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization



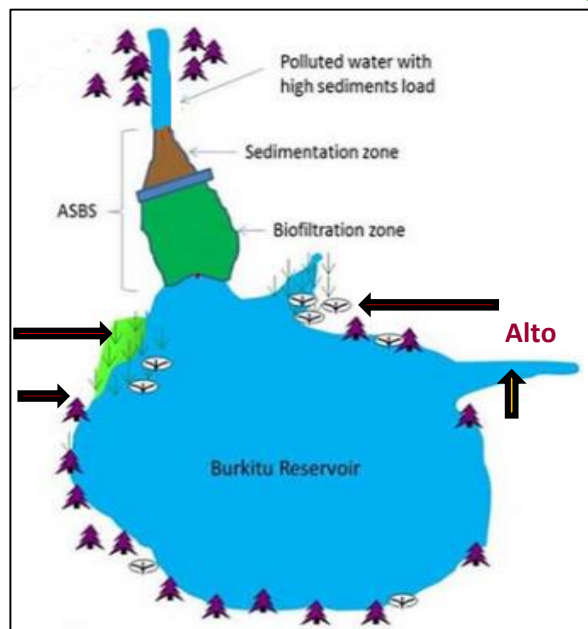
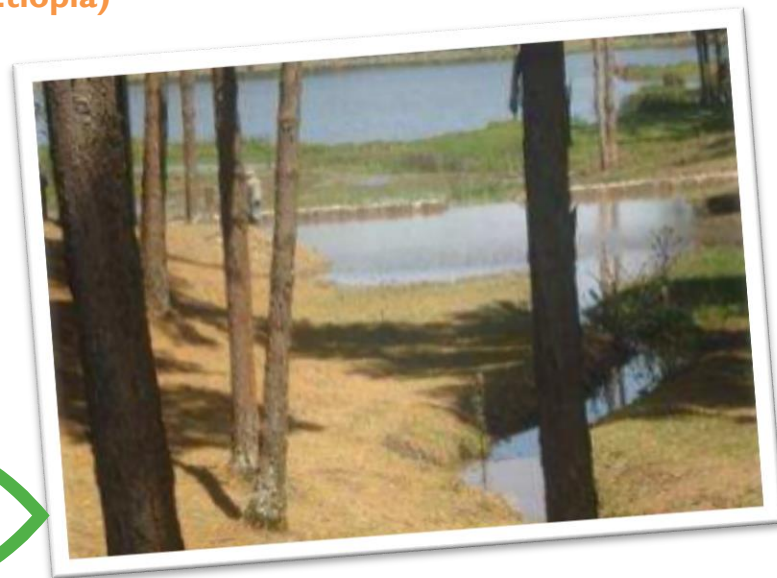
International
Hydrological
Programme

Ejemplo- Demosite Asella (Etiopía)

Solución Ecohidrológica para la Restauración del Reservorio de Burkitu como Fuente Alternativa de Abastecimiento de Agua para la Población de la Ciudad de Asella (Etiopía)

El lago Asella fue abandonado a causa de enfermedades que afectaron a las personas debido a una alta tasa de contaminación con dioxinas y nutrientes (fósforo, nitrógeno, materia orgánica y minerales)

El reservorio se usa ahora para suministrar agua a la ciudad de Asella.



Cantidad de dioxinas

Muy Alto

Alto

Alto

Los principales problemas de erosión del suelo y la contaminación del agua con dioxinas se abordaron mediante la aplicación de geotextiles (reducción de la erosión) y la construcción de una presa de infiltración capaz de absorber y transformar los contaminantes en formas menos tóxicas. **El fósforo total se redujo en un 93%, el nitrógeno total en un 73%, la materia orgánica en un 36% y la materia mineral en un 67%, además de la reducción de dioxinas**



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization



International
Hydrological
Programme

Estrategia de diseminación del concepto de ecohidrología



2015-2016

Nuevo diseño de la
red de sitios
demostrativos de EH
dentro de IHP-VIII



- Reflexionar sobre la forma de armonizar los datos científicos producidos/adquiridos en los diferentes sitios demostrativos de ecohidrología con el fin de
- **facilitar la difusión del concepto de Ecohidrología entre los científicos, los Estados miembros y el público en general**

**Diseño de "Tarjetas de sitio
demostrativo"**



Recolección de información científica y elaboración en una tarjeta sintética estandarizada/armonizada para cada sitio demostrativo

Ejemplo - Demosite Asella (Etiopía)

SOL

ECOHYDROLOGY SYSTEMIC SOLUTION FOR RESTORATION OF THE BURKITU RESERVOIR AS AN ALTERNATIVE WATER SUPPLY SOURCE FOR THE ASELLA CITY POPULATION (ETHIOPIA)

Up-dated in September 2015

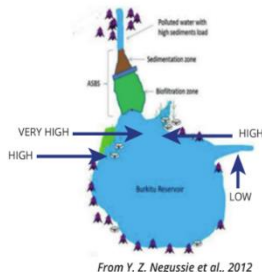
Demosite description

Lithology / Geochemistry

Volcanic, alkaline basalts and trachytes



7°57'N 39°7'E



Main description:

- Located in **Oromia Regional State, inside the Ashebeke river basin in Ethiopia**. The Asella town is situated 175 km south-east of Addis Ababa on a sloping plateau between Mt. Chilalo and the Rift Valley escarpment.
- The Asella Lake's (or Burkitu Reservoir with earth fill dam gross capacity of 250,000 m³) **usage has been abandoned** since it caused disease among the people from its **high rate of dioxin pollution (fig.1)**.
- This project is in cooperation with **MoWIE** (Ministry of Water, Irrigation and Energy of Ethiopia).

Conserve Ecohydrological processes in natural ecosystems

✗ NO

Enhance Ecohydrological processes in novel ecosystems

✗ NO

Apply complementary Ecohydrological processes in high impacted systems

✓ YES

Ecohydrology Principles and Solutions

EH IMPLEMENTATION PRINCIPLES

- * Distribution of ecosystems and their relevant processes
- * Ecological engineering

EH SOLUTIONS

Restitution of eroded soils through the application of **biodegradable geofibers** on the stream banks and **phytoremediation**.



PHYTO TECHNOLOGY



ECOHYDROLOGICAL INFRASTRUCTURE

Construction of an **infiltration dam** called the **Asella Sequential Biofiltering System (ASBS)** in 2010 to absorb micropollutants and nutrients and to convert them into less toxic forms.

Lifezones

Life Zone
Tropical Lower
Montane Desert
Scrub

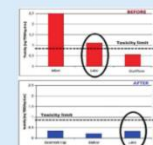


Fig.1- Reduction of the sediment toxicity due to ASBS construction (modified from Polish Aid, 2012)

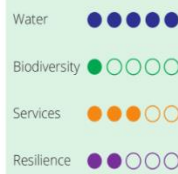
Major Issues

- * Dioxin-induced toxicity in Asella Lake and inside the sediment
- * High siltation of Asella Lake
- * Land erosion due to agricultural activities

Social-Ecohydrological System

Catchment Ecohydrological sub-system

EH Objectives



Are inputs to:

EH Methodology

- * Quantification of the hydrological process (runoff & sediment inputs to the lake)
- * Identification and prioritization of major problems
- * Collection of water & sediment samples (Physiochemical analysis of water sample & Measurement of sedimentation rate)

Set conditions for:

Objectives

- * Restore the Burkitu reservoir water quality based on ecohydrological systemic solution for the use of water supply for Asella town
- * Upgrade the Burkitu reservoir capacities to provide recreational and aesthetic value for cultural ecosystem services
- * Promote and implement aquaculture and capture fisheries to provide provisioning ecosystem services by applying reduction of pollutant entering into the lake
- * Rehabilitation of degraded lands around the lake using biodegradable geotextile

Set conditions for:

Catchment Sociological sub-system

Stakeholders

- * Researchers (ERCE, Polish Academy of Sciences)
- * Ministry of Water, Irrigation & Energy
- * Asella city Council
- * YEHA Institute Farmer's Academy
- * Polish development cooperation programme
- * Asella town habitat and the vicinity

Participate in:

ACTIVITIES

- * Elimination of health risks due to dioxin-induced toxicity
- * Reduction of land degradation and water ecosystems' siltation (fig.2)
- * Involvement of local societies in sustainable development plans

Results

MAIN EXPECTED OUTCOME

Reduction of dioxin-induced toxicity in Asella BioFarm Park Lake (figs.1&2)

LATEST RESULTS

- After the sediment removal from the sedimentation chamber (ASBS), total phosphorus was **reduced by 93%**, total nitrogen **by 73%**, organic matter **by 36%** and mineral matter **by 67%** (Y. Z. Negussie et al., 2012).

[CLICK HERE TO SEE THE REFERENCES](#)



Yohannes Z. Negussie | Maciej Zalewski

Ministry of Water, Irrigation and Energy, Addis Ababa and European Regional Centre for Ecohydrology
yhnzserh@me.com | mcz@biol.uni.lodz.pl

Developed by:



A Initiative of:





United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization

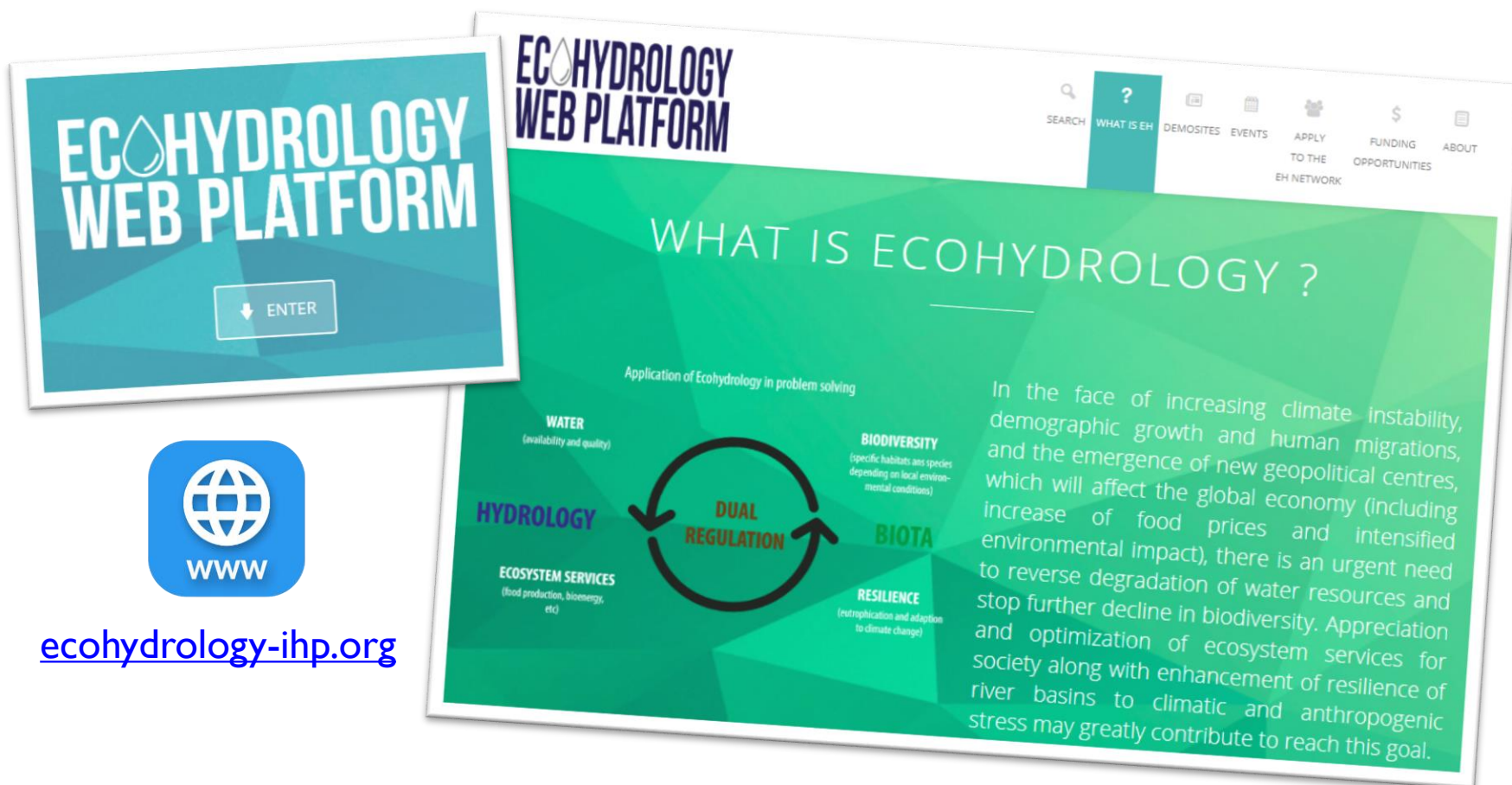


International
Hydrological
Programme

Plataforma Web: Una red interactiva (en colaboración con CIH, Itaipú)



- La plataforma web es el entorno interactivo que mejora la difusión del concepto ecohidrológico dentro de diferentes objetivos, desde los científicos hasta el público en general y los Estados miembros.



ecohydrology-ihp.org



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization



International
Hydrological
Programme

Tema 5: Sitios de demostración

Plataforma web
de Ecohidrología

Operacional desde
2016

ecohydrology-ihp.org

ECOHYDROLOGY DEMONSTRATION SITES			
Region	Site	Country	Downloads Count
Latin America & Caribbean	CATACocha-PALTAS	Ecuador	216
	VICTORIA POND WETLAND	Bahamas	278
	SAN MARTÍN DE LOS ANDES - NEUQUÉN	Argentina	290
	RANA-ICE STUDY	Costa Rica	309
Africa	NAIVASHA BASIN	Kenya	449
	ASELLA CITY	Ethiopia	314
	RIBB WATERSHED & LAKE TANA SHORE		943
Asia-Pacific	PUTRAJAYA LAKE AND WETLAND	Malaysia	330
	DAVAO CITY	Philippines	360
	SAGULING RESERVOIR	Indonesia	220
	METROPOLITAN BEIJING	China	263
	SANJIANG PLAIN		410
	MURRAY-DARLING BASIN	Australia	310
	WESTERN SYDNEY		338
Europe	TRASIMENO LAKE	Italy	275
	CONSTRUCTED POROUS RIFFLE	France	70
	KAŠTELA BAY	Croatia	326
	GUADIANA ESTUARY	Portugal	296
	NORRSTRÖM DRAINAGE BASIN	Sweden	357
	KIELSTAU CATCHMENT	Germany	508
	NER RIVER	Poland	303
	SOKOŁOWKA RIVER		487
	PILICA RIVER CATCHMENT		311
Febrero 2019		TOTAL	7,963



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization

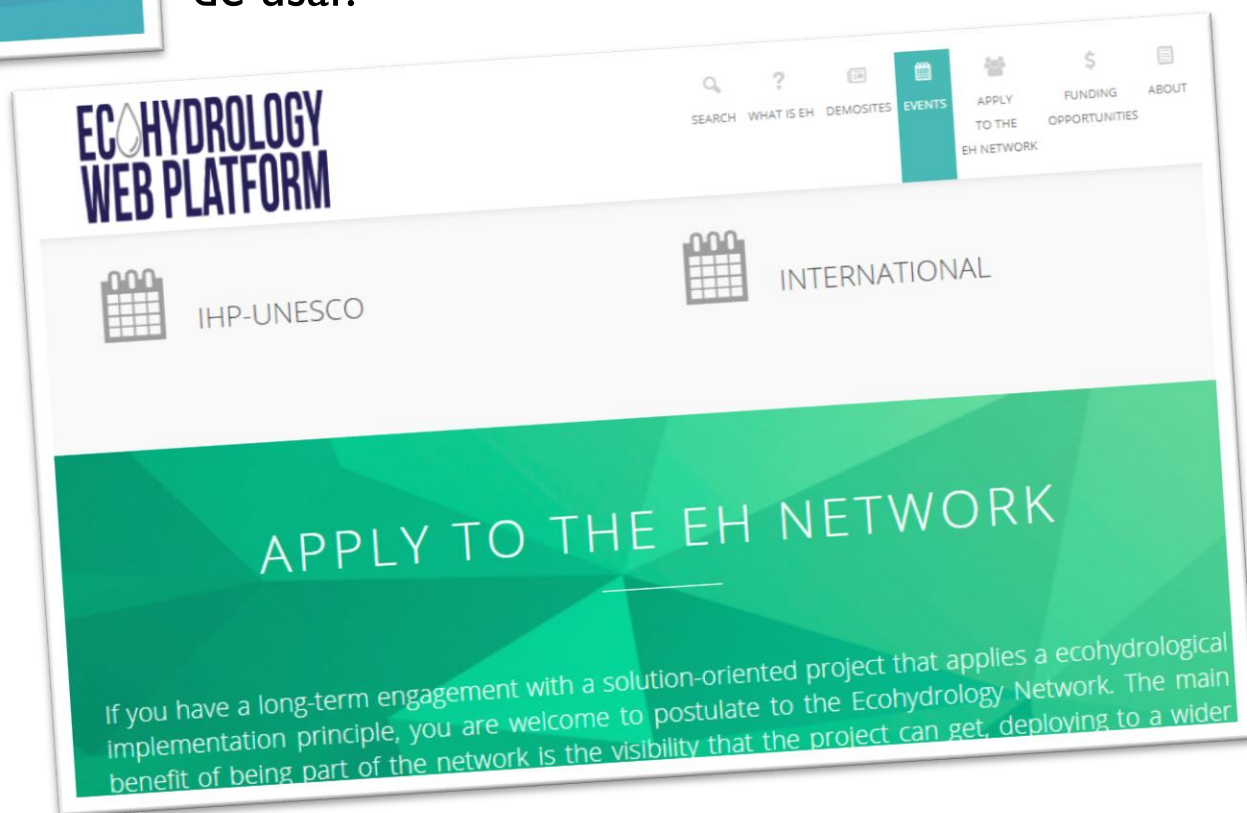


International
Hydrological
Programme

Aplicar a la red EH



La solicitud para convertirse en un sitio demostrativo de EH de la UNESCO se realiza a través de la plataforma web y las "tarjetas de los demosites" se construirán a través de un proceso automático fácil de usar.





United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization



International
Hydrological
Programme

Material divulgativo



- Ecohidrología como ciencia integrada desde la escala molecular hasta la cuenca (2016)

- Evolución histórica, avances y actividades de implementación

Ahora disponible en español ingles y chino

Gracias por su atención !



ecohydrology-ihp.org



g.arduino@unesco.org