



OBRAS HIDROELECTRICAS EN LA REGION CONVERSATORIO

Andrés Raúl Ayala
Ingeniero Civil UNLP
andresraulayala@gmail.com



ICOLD International Commission on Large Dams – 1928

Foro Internacional para intercambio de conocimiento en presas (Ingeniería, medio ambiente, aspectos sociales, etc)



ORSEP Organismo Regulador de Seguridad de Presas - 1960

Organismo Regulador de Seguridad de Presas fiscaliza la seguridad estructural y operativa de las presas en la República Argentina



CAP Comité Argentino de Presas (Filial ICOLD) 1965

Organismo no gubernamental (profesionales, entidades estatales, empresas privadas y publicas) . Su objetivo es mejorar las técnicas en la ingeniería de presas en todos los aspectos de las fases de planificación, proyecto, construcción y explotación de presas.



SAIG Sociedad Argentina de Ingeniería Geotécnica - 1949

Contribuir al desarrollo y divulgación de los conocimientos de la mecánica de suelos, mecánica de rocas y la ingeniería de fundaciones interactuando en los comité técnicos internacionales para el mejoramiento de la ingeniería geotécnica en la Argentina.



ISSMGE Sociedad Internacional de Mec de Suelos e Ingeniería Geotécnica - 1936

Organismo que representa los intereses y actividades de ingenieros, académicos y contratistas de todo el mundo. en la ingeniería geotécnica.



IARH Instituto Argentino de Recursos Hídricos 1984

Asociación civil cuyo objetivo es promover el uso múltiple, racional y con sentido social de los recursos hídricos asegurando su preservación y desarrollo nacional, defender la calidad de vida de los habitantes y propender el logro del bien común



INA Instituto Nacional del Agua 1973 (ex Instituto Nacional de Ciencia y Técnicas Hídricas)

Ciencia, tecnología y servicios especializados aplicados al desarrollo hídrico del país

COMIP La República del Paraguay y la República Argentina suscribieron un Convenio por el que se crea la **Comisión Mixta Argentino – Paraguaya del Río Paraná . 1971**



EBY la entonces **Comisión Técnica Mixta Paraguayo Argentina Yacyretá-Apipé**, se transformo en la **Entidad Binacional Yacyretá. 1.973** (Estudio TEF Aprobado) .

EBY

UNLP UNaM UNNE

Universidades que participan frecuentemente en estudios, programas y convenios en la temática OH en la Región

LAS PRESAS

- Se construyen hace 5.000 años
- Atenuación de Crecidas y Protección de Áreas Urbanizadas
- Proveen agua para riego, consumo humano e industrial
- Proveen energía eléctrica, utilizando un recursos renovable, limpio y no dependiente
- Permiten o mejoran la navegabilidad de los ríos alentando al crecimiento de la Navegación Comercial y Deportiva.
- Usos recreativos de Embalses
- Gestión de Cuencas Hídricas de sus tributarios
- Integración y Desarrollo Regional.
- Causan fuerte impacto donde se implantan

La presa más antigua del mundo: la presa hitita de Gölpınar. Hace 3000 años y todavía funciona Los hititas establecieron reglas como la limpieza de todas las estructuras de agua una vez al año y el castigo de los que perjudican los sistemas de irrigación.



La primera presa en generar energía hidroeléctrica se encuentra en Appleton, Wisconsin, Estados Unidos. Comenzó a operar en septiembre de 1882. Utilizaba la energía del río Fox caudal = $117 \text{ m}^3/\text{seg}$ para alimentar su planta de papel.



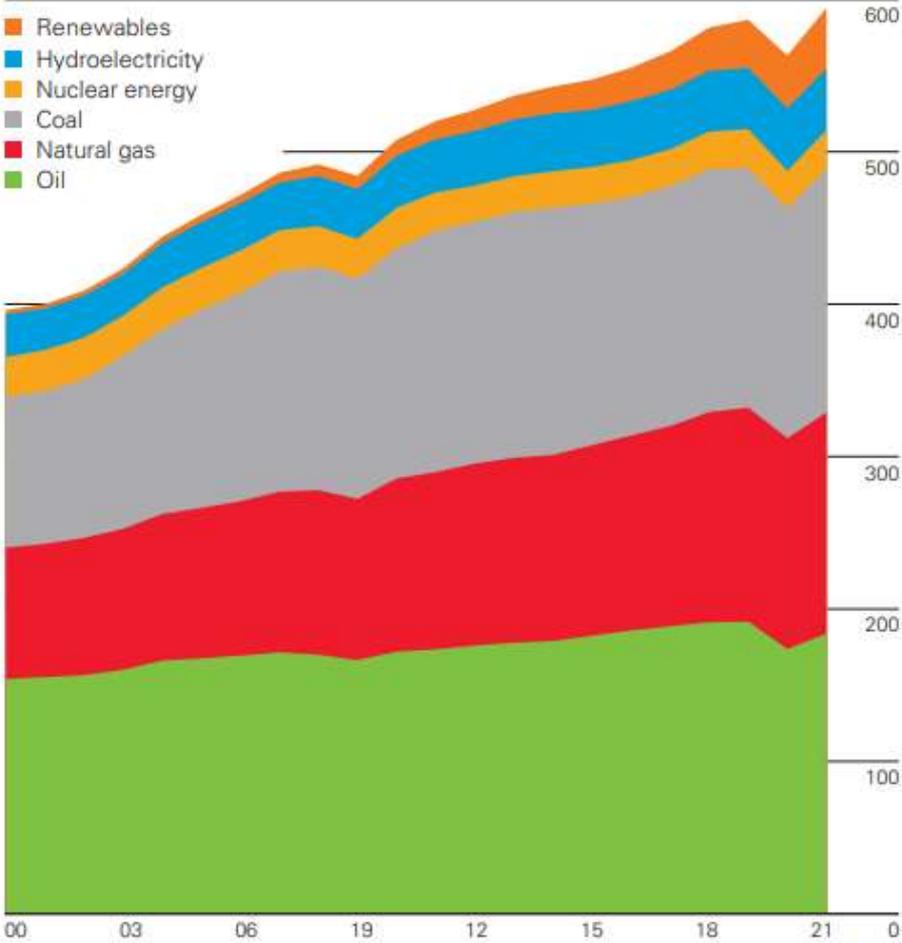
27 sept 2020 — La **Pres**a de las **Tres Gargantas**: situada en **China** y la planta energética más grande del mundo · 22.500 megavatios 30.000m³/seg altura 185 m, long 600 km. Rio Yanste



HIDROELECTRICIDAD EN EL MUNDO

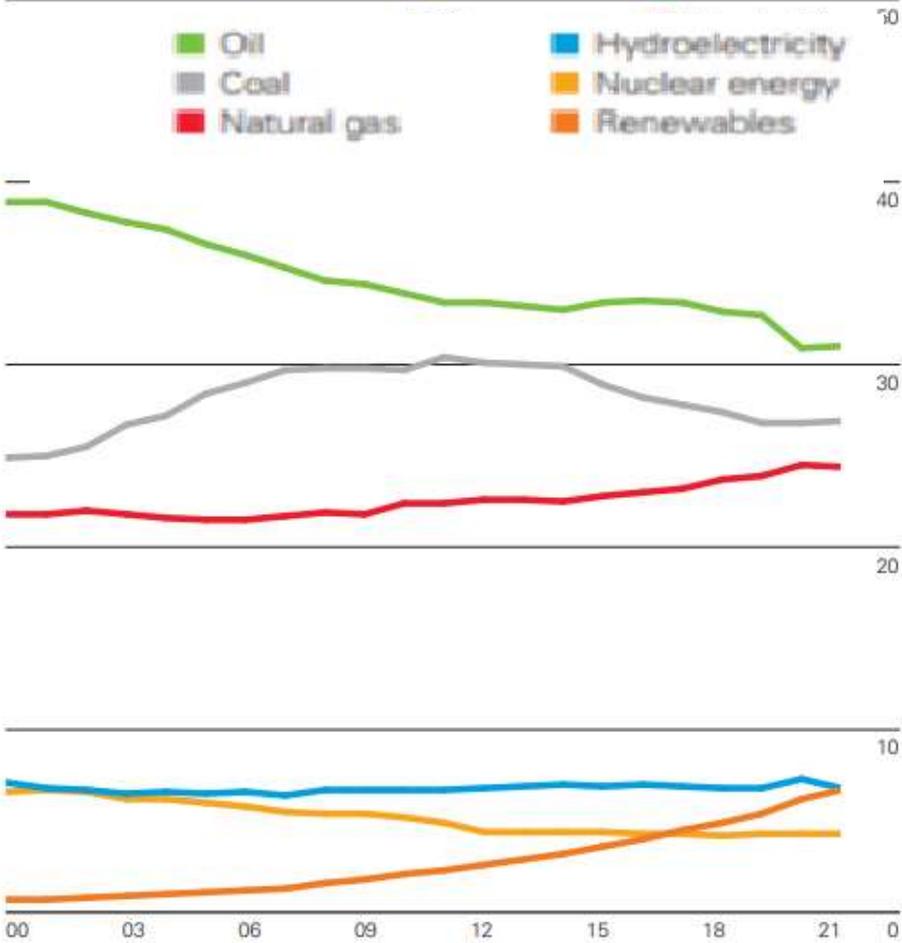
World consumption

Exajoules



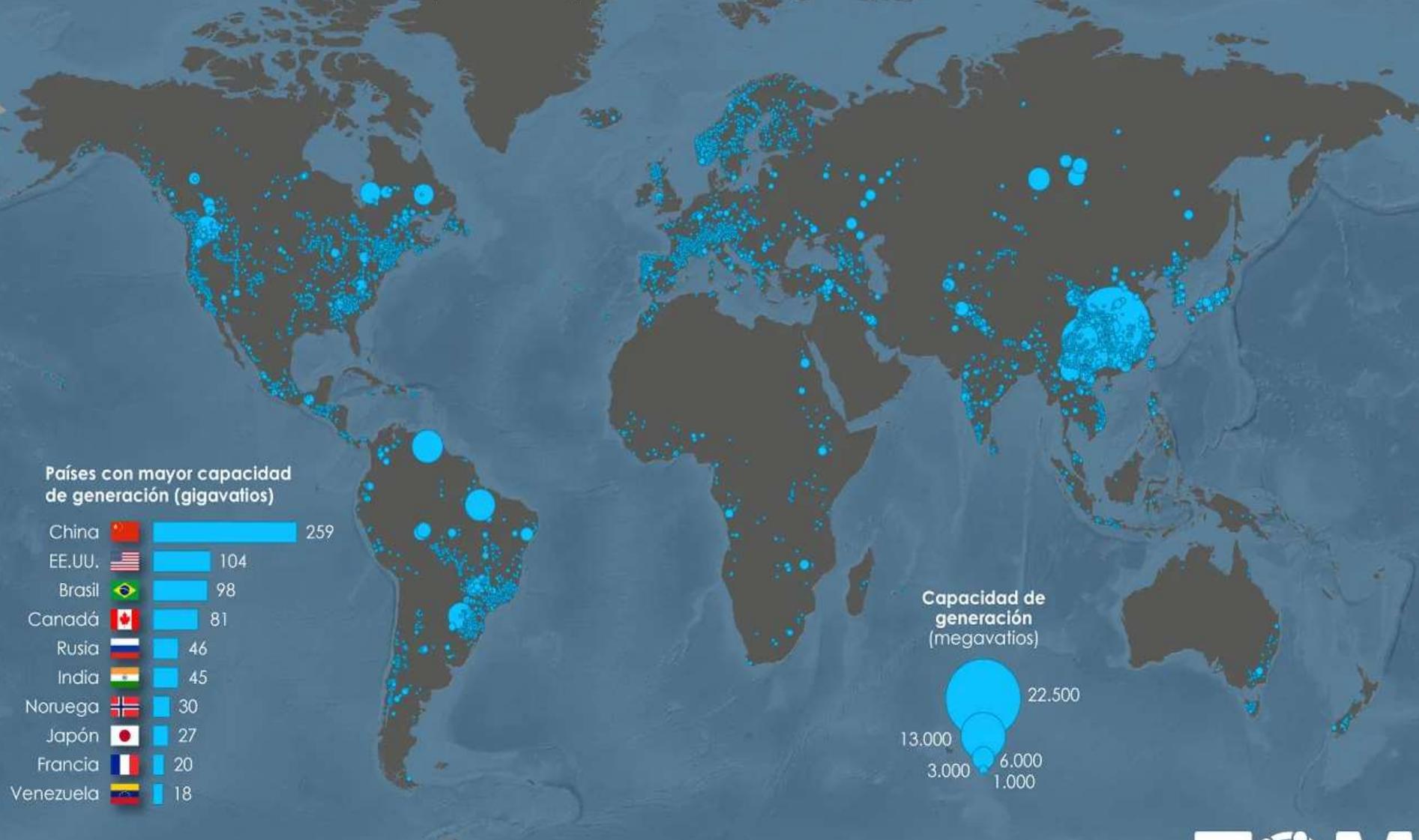
Shares of global primary energy

Percentage



El aprovechamiento de la fuerza del agua

Centrales eléctricas que emplean energía hidroeléctrica



Países con mayor capacidad de generación (gigavatios)

China		259
EE.UU.		104
Brasil		98
Canadá		81
Rusia		46
India		45
Noruega		30
Japón		27
Francia		20
Venezuela		18

Capacidad de generación (megavatios)



Cartografía:
Álvaro Merino (2021)

Fuente:
Global Power Plant Database, World Resources Institute (2019)



LAS PRESAS EN EL MUNDO



COMITÉ ARGENTINO
DE PRESAS



DEFINICIÓN DE GRAN PRESA PARA EL ICOLD

”...cualquier presa de más de 15 metros de altura

o

cualquier presa entre 10 y 15 metros en altura que cumpla al menos una de las siguientes condiciones:

- a) coronamiento no menor de 500 m;
- b) capacidad del embalse que forma la presa mayor de 1 Hm³;
- c) máximo caudal de descarga a través de la presa mayor 2.000 m³/s;
- d) la presa presenta especialmente difíciles problemas de fundación;
- e) la presa es de “diseño inusual”.



COMITÉ ARGENTINO DE PRESAS

Las presas en el mundo

Hay registradas
45.000 *grandes presas*

(según el Comité Internacional de Grandes Presas, ICOLD, 1997)

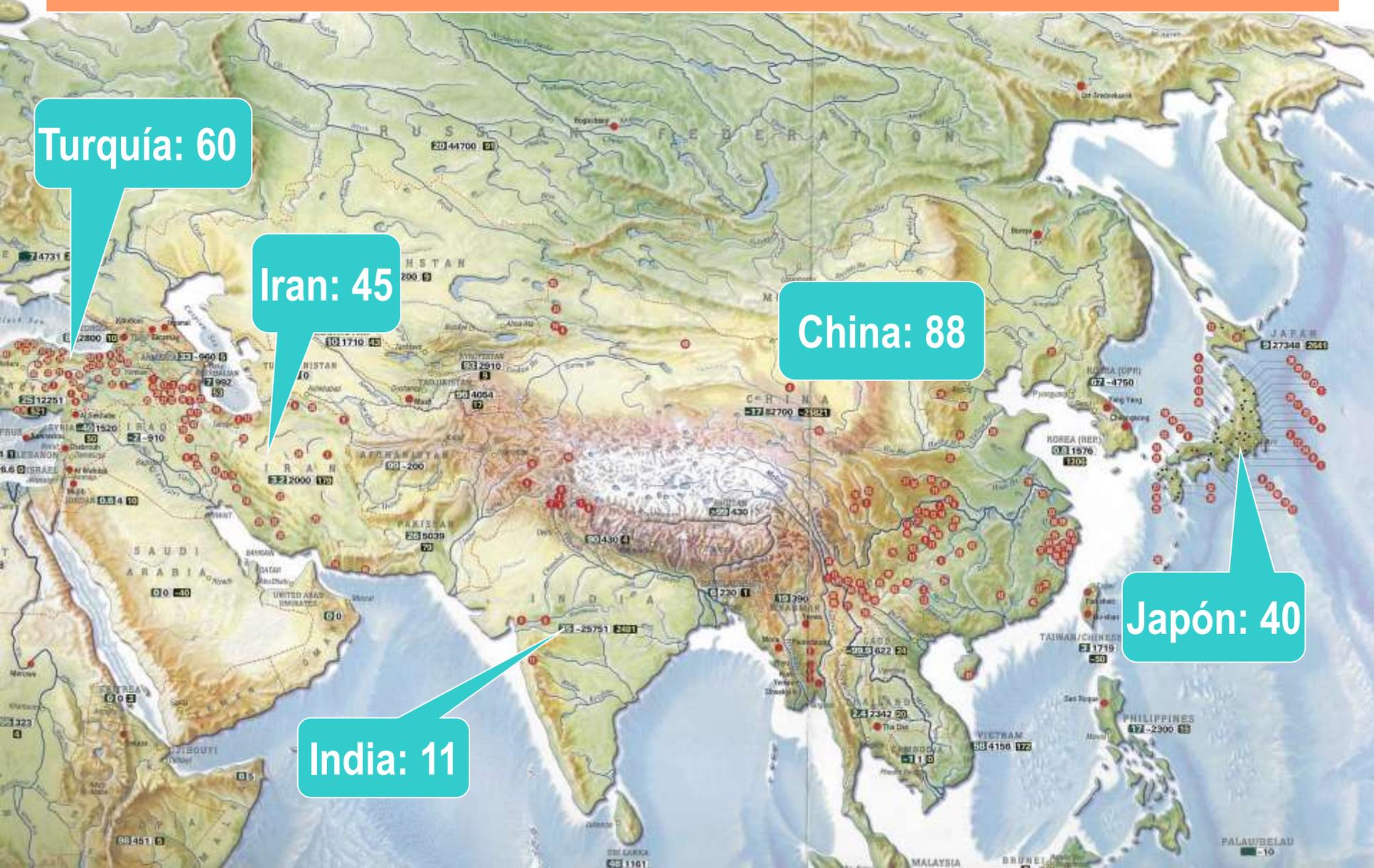
En todo el Mundo existen otros *cientos de miles de presas*
no clasificadas como "grandes presas"

*Durante miles de años grandes y pequeñas
presas han acompañado y ayudado al
crecimiento de la humanidad*

- **TURQUIA, IRAN, INDIA, BRASIL, JAPON, CHINA TIENEN HOY GRAN ACTIVIDAD ALREDEDOR DE LAS PRESAS**
- **MUCHAS PRESAS SE CONSTRUYEN AÚN EN PAISES QUE DISPONEN DE GAS**
- **EL 20% DE LA ENERGÍA ELECTRICA GENERADA ES HIDROELECTRICA**
- **HOY LA HIDROELECTRICIDAD ES LA MAYOR FUENTE DE GENERACION RENOVABLE Y LIMPIA**



Presas de más de 60 m de altura en construcción en Asia. Año 2003





Venezuela : 4

Presas de más de 60 m de altura en construcción en América del Sur. Año 2003

Brasil : 8

Argentina : 3 (suspendidas)

PRESAS POR NUMERO DE HABITANTE

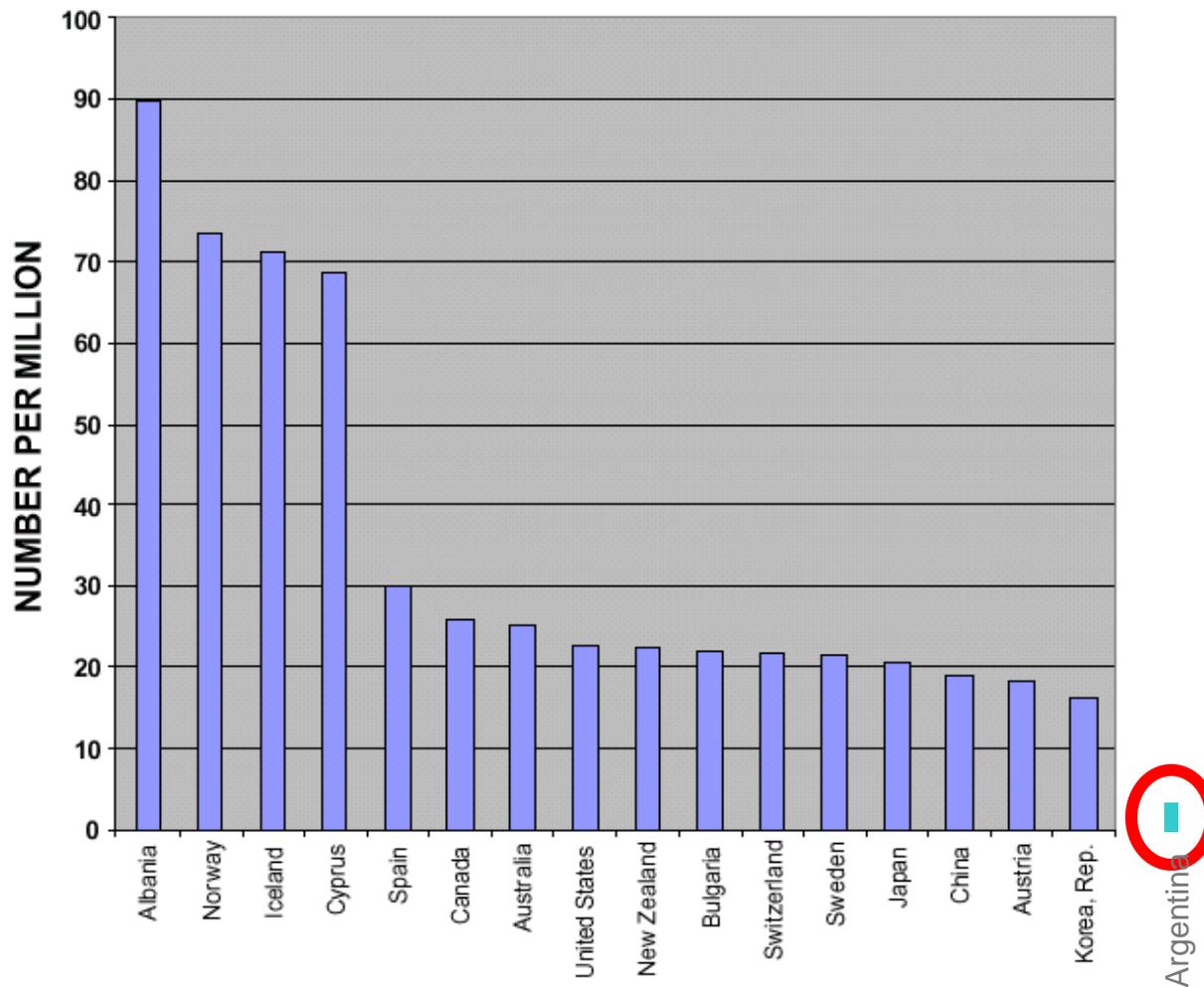


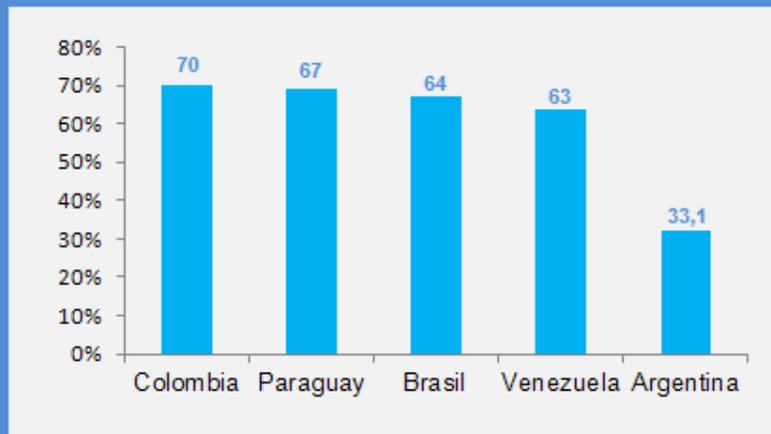
Fig. 1

N/M. Number of dams per million inhabitants

I

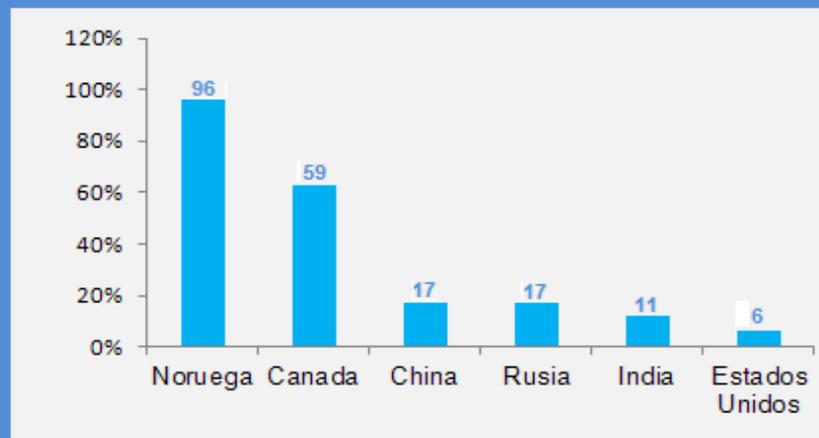
La energía aprovechada de los cursos de agua realza la confiabilidad de los sistemas eléctricos, permite generar en forma limpia, sin emitir gases de combustión a la atmósfera, y es una tecnología eficiente y de bajo costo

Participación de la Energía Hidroeléctrica dentro de los mayores países productores de hidroelectricidad de América del Sur



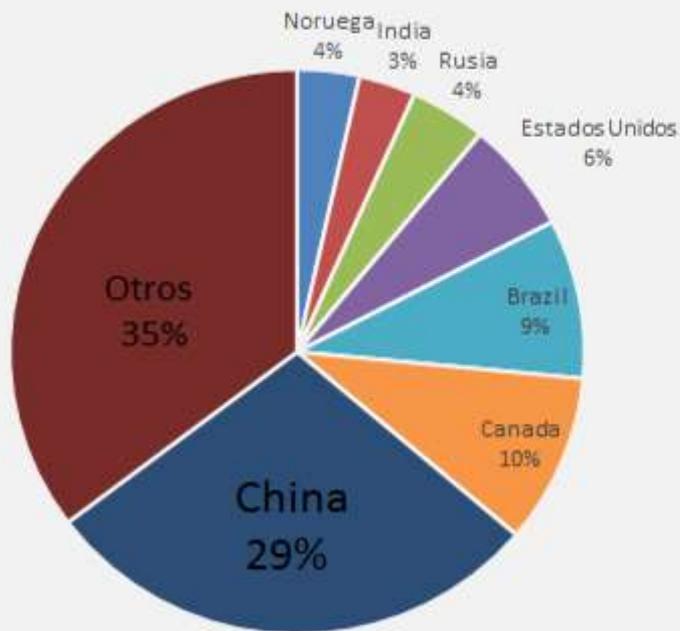
Fuente: Viceministerio de Minas y Energía de Paraguay. Asunción, 2016
Banco de Informações de Geração, ANEEL, Brasil, 2016
upme, Colombia, 2016

Participación de la Energía Hidroeléctrica dentro de los mayores países productores de hidroelectricidad a nivel mundial



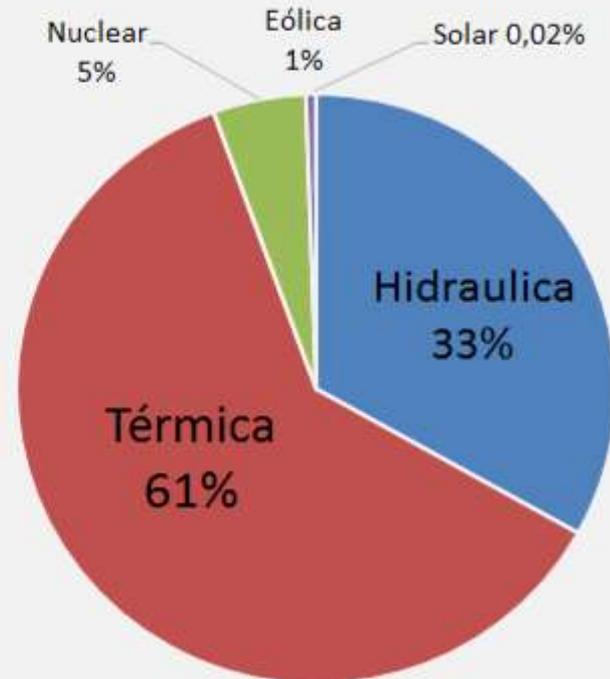
Fuente: Statistisk sentralbyrå, Statistics Norway, <http://www.ssb.no>, 2017
Earth Policy Institute, 2016
Statistics Canada, <http://www5.statcan.gc.ca/cansim/a47>, 2017

Participación de los países en la producción hidroeléctrica mundial



Fuente: Earth Policy Institute from BP. Londres, 2015

Composición de la Potencia Instalada de Energía Eléctrica en Argentina



HIDROELECTRICIDAD EN EL MUNDO

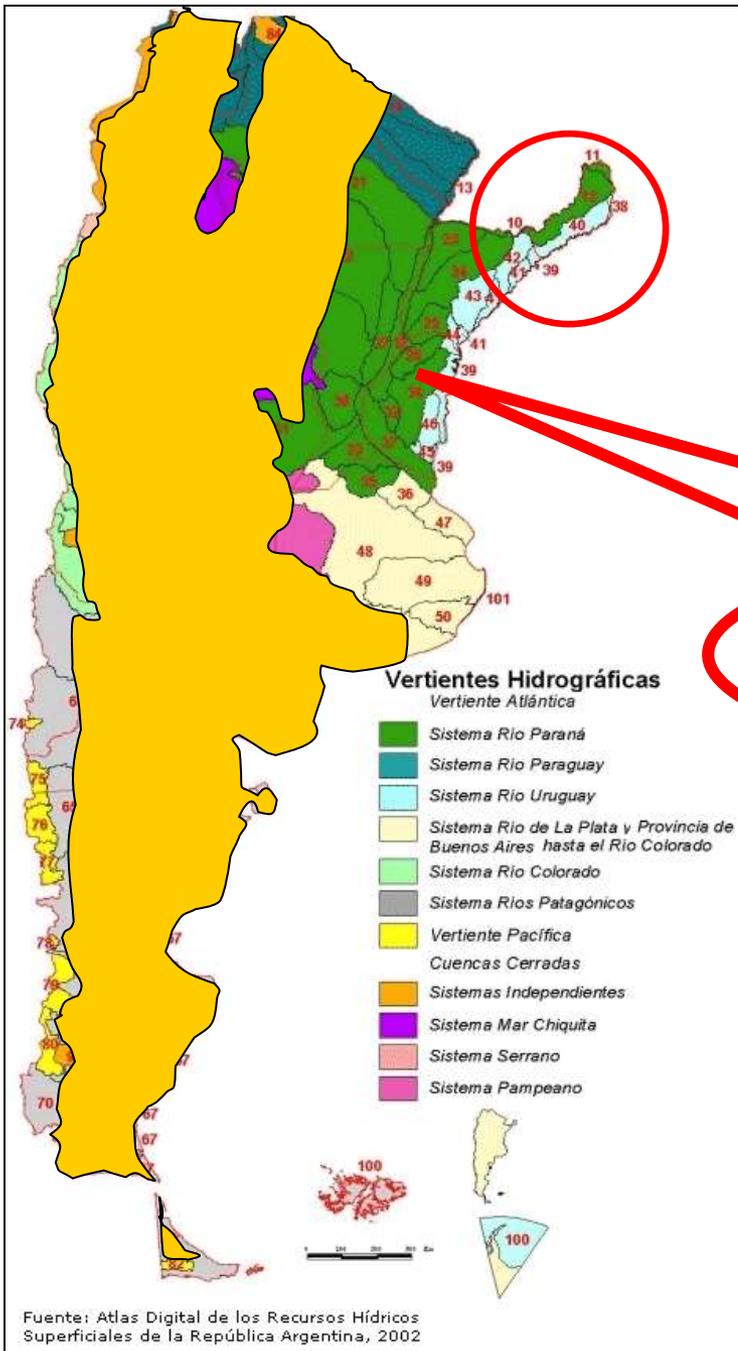
China, Estados Unidos, Brasil y Canadá, en ese orden, son los mayores productores de hidroelectricidad del mundo, y en conjunto generan más del 50% del total mundial.

Países reconocidos por sus políticas medioambientales y de bienestar social, como Noruega, Suecia o Canadá, tienen a la energía hidroeléctrica como la fuente que provee la mayor parte de su electricidad.

En nuestro país, la potencia instalada de energía hidroeléctrica representó en el 2016, el 33,1% del total.

NO ES CIERTO QUE NO SE CONSTRUYEN MAS PRESAS EN EL MUNDO. EJ AUSTRALIA, CHINA, ETC

RECURSOS HIDRAULICOS SUPERFICIALES DISPONIBLES



TOTAL 26.000 m³/s

CUENCA DEL PLATA	85%
22.000 m³/s	
VERTIENTE ATLANTICA	11%
VERTIENTE PACIFICA	4%
SIN DERRAME AL MAR	muy pequeño

Fuente: sitio web SSRH

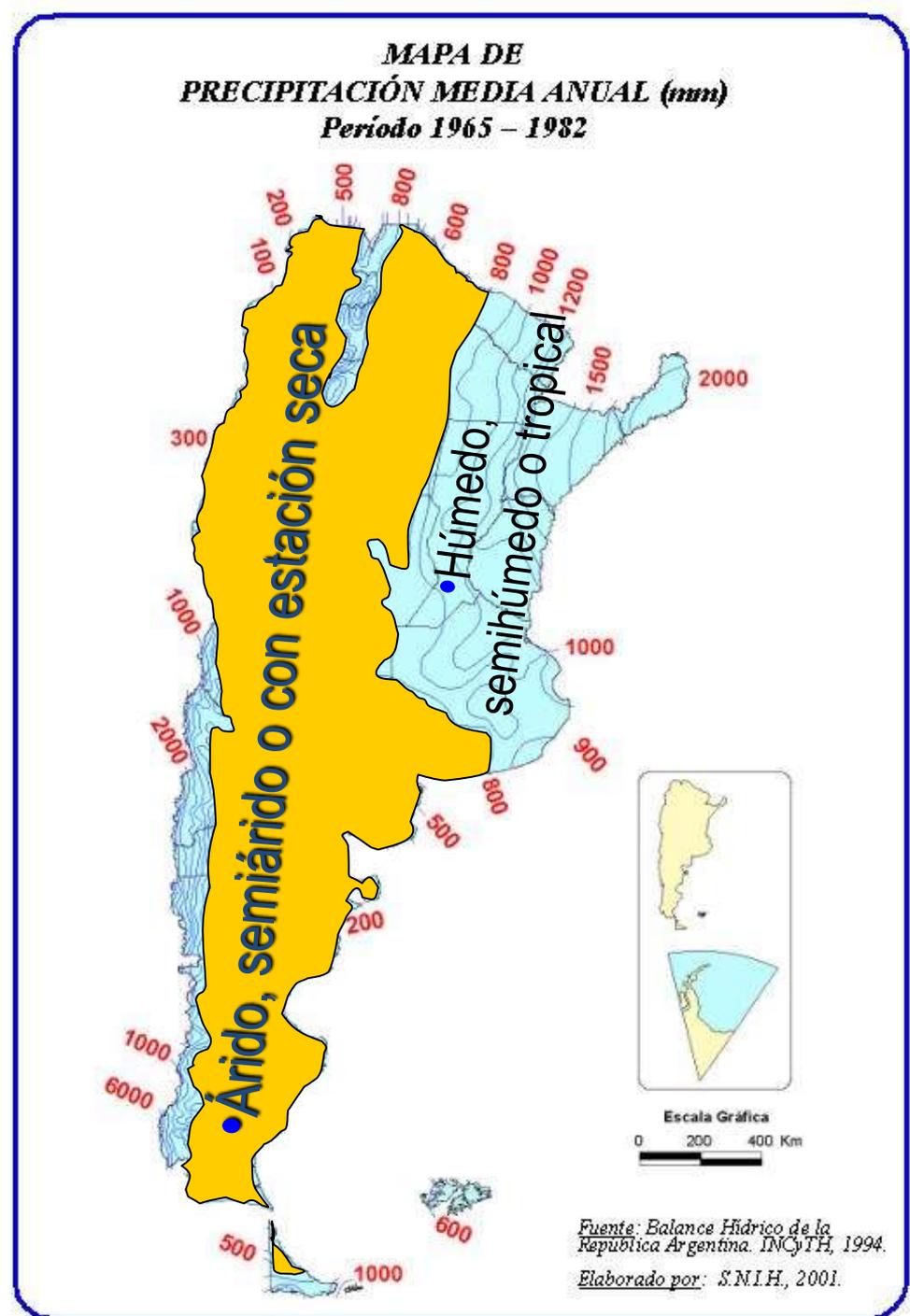
•Precipitaciones

•Región húmeda, (más de 800 mm), 665.000 km² es el 24% de la superficie total del país.

•Región árida (menos de 500 mm y 1,710,000 km²), más la Región semiárida (405.000 km²) representa el 76% del total del país.

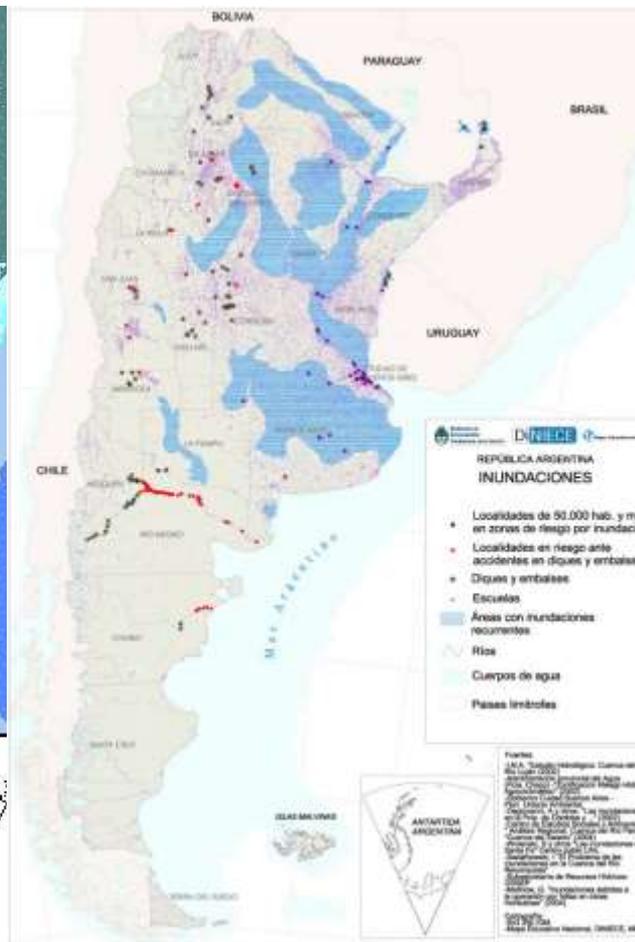
Oferta Hidrica anual = 22.500m³/hab,

•Fuente: The World Bank Group

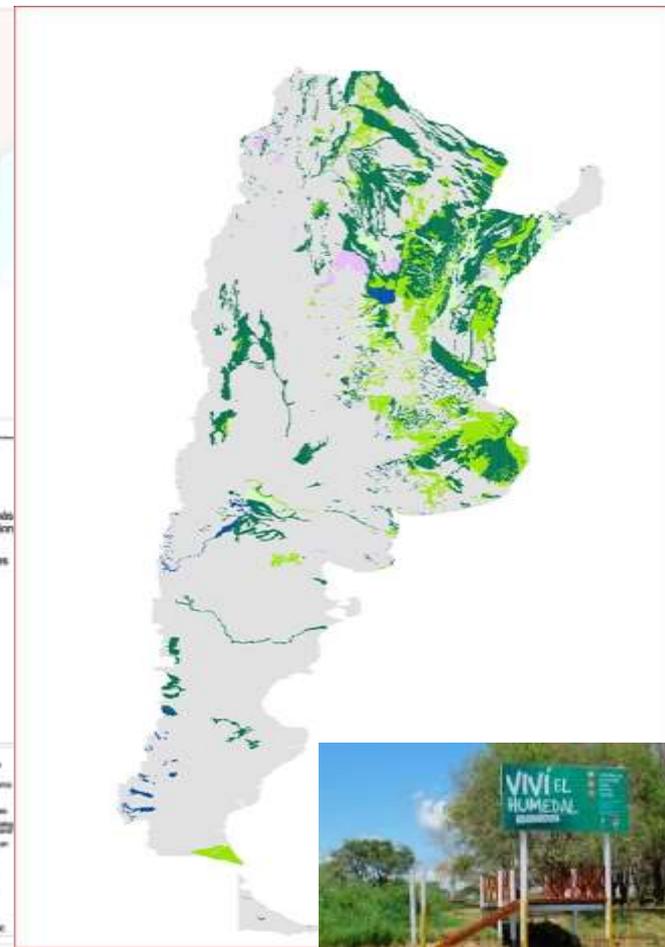




Hidrografía



Inundaciones



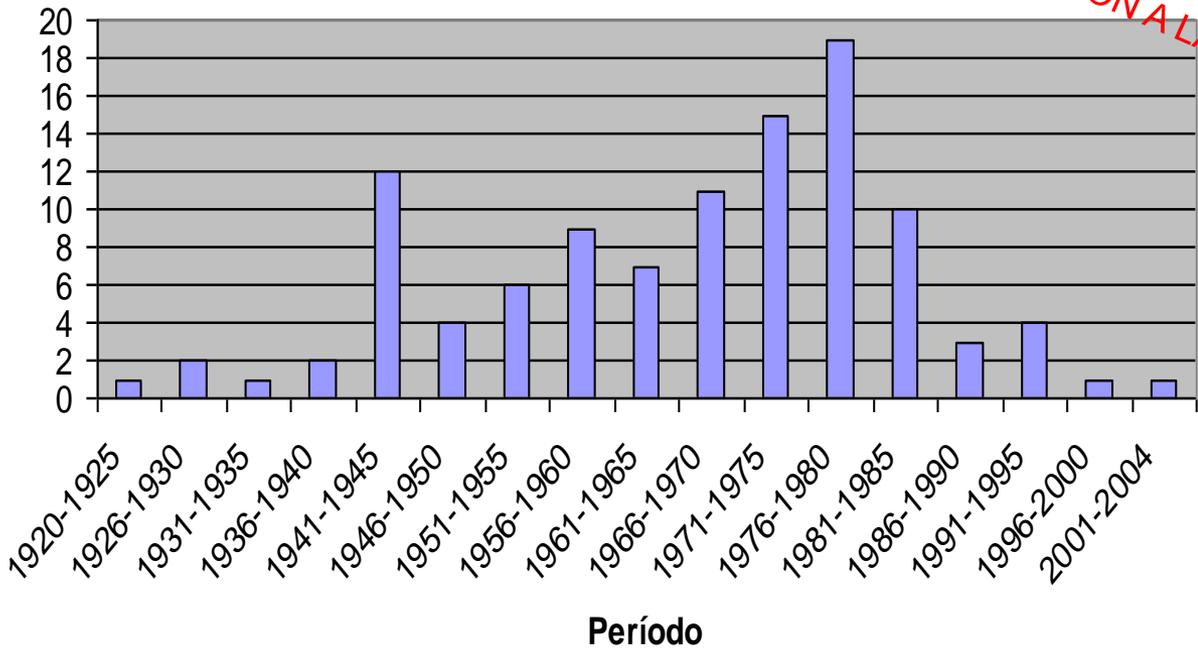
Humedales



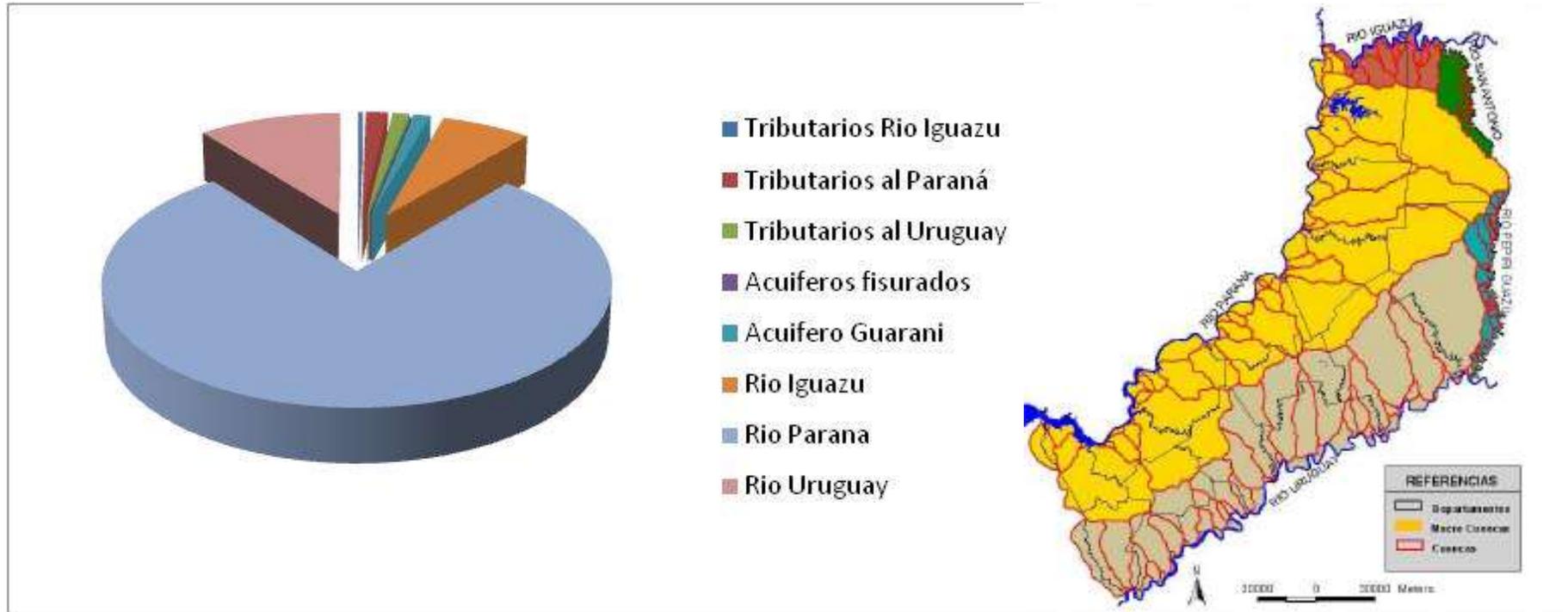
Años de habilitación de presas

NEGACION A LA CONSTRUCCION DE PRESAS

Cantidad de presas



PROVINCIA DE MISIONES RECURSOS HIDRICOS



Si bien existen recursos hídricos globales suficientes, el problema radica en la disponibilidad:

- tener agua en el momento necesario*
- en el lugar requerido*
- en las condiciones adecuadas*



MULTIPROPOSITOS
 PESQUERO
 TURISTICO
 BIODIVERSIDAD
 CULTURAL
 OTROS

Mas de 60 Complejos Hidroeléctricos en la Cuenca del Plata.
 En la región: Ana Cua iniciando obra Civil . Itapuá Yacyreta, Urugua-i Salto Grande Mantenimiento de Turbinas y Modernización del Sistema de Operación y Control

- La Plata River Basin
- Sub-basin
- Ramsar site
- ◆ Biosphere reserve
- National Park
- ★ Hydroelectric power plant
- City
- International boundary

100 km



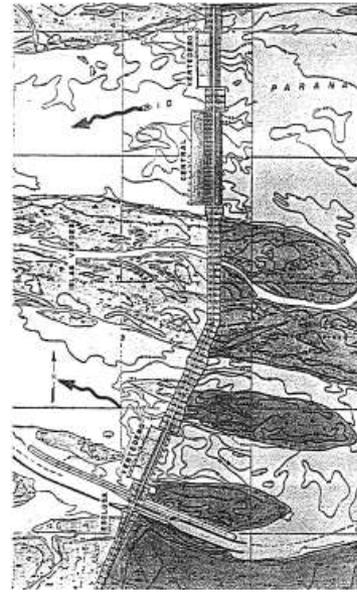
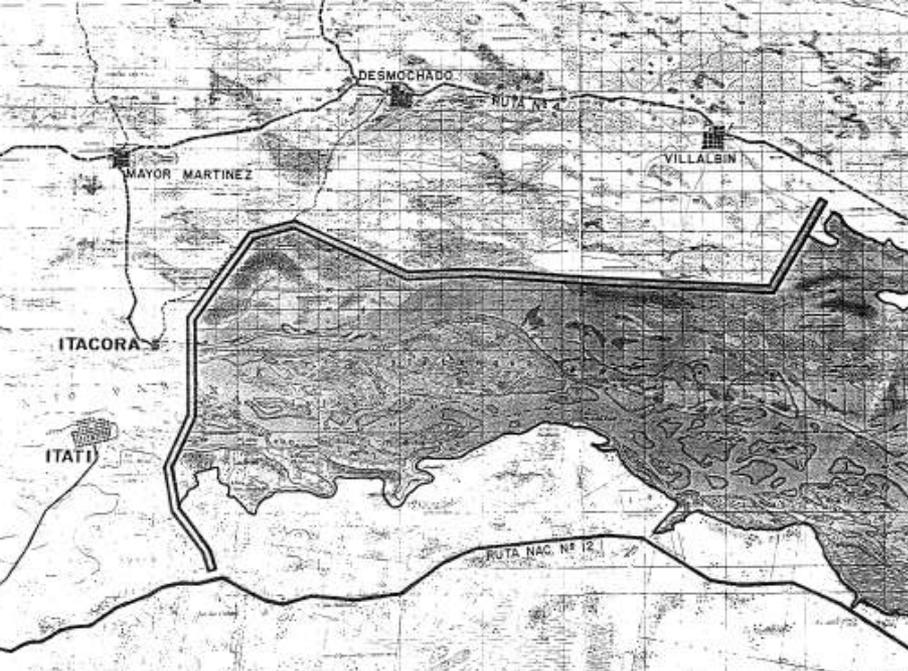
La Cuenca del Plata por su extensión geográfica y por el caudal de sus ríos es una de las más importantes del mundo. Y por tratarse de un territorio compartido por cinco países: **Argentina, Paraguay, Brasil, Bolivia y Uruguay.** Cubre un área de unos 3.170.000 km², lo que la convierte en la segunda mayor de Sudamérica y la quinta del mundo, por detrás de las del Amazonas, Congo, Nilo y Mississippi.

CAUDAL MAXIMO (m ³ /s)	AÑO
1904	53,227
1982	50,882
1991	48,791

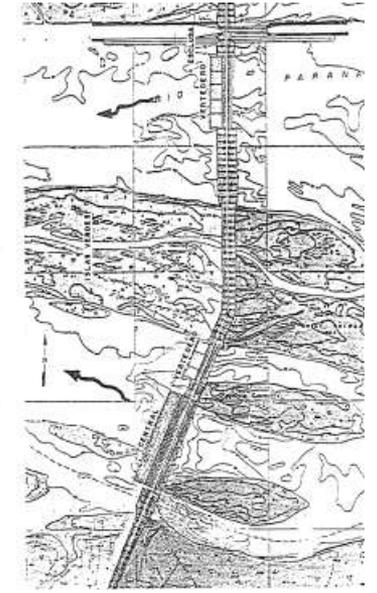
CAUDAL MINIMO (m ³ /s)	AÑO
1925	4,294
1944	3,906
1952	4,491

CAUDALES MÁXIMOS Y MÍNIMOS DEL RÍO PARANÁ EN LA ESTACIÓN HIDROMÉTRICA POSADAS (ITA CUA)
FUENTE: SUBSECRETARÍA DE RECURSOS HÍDRICOS

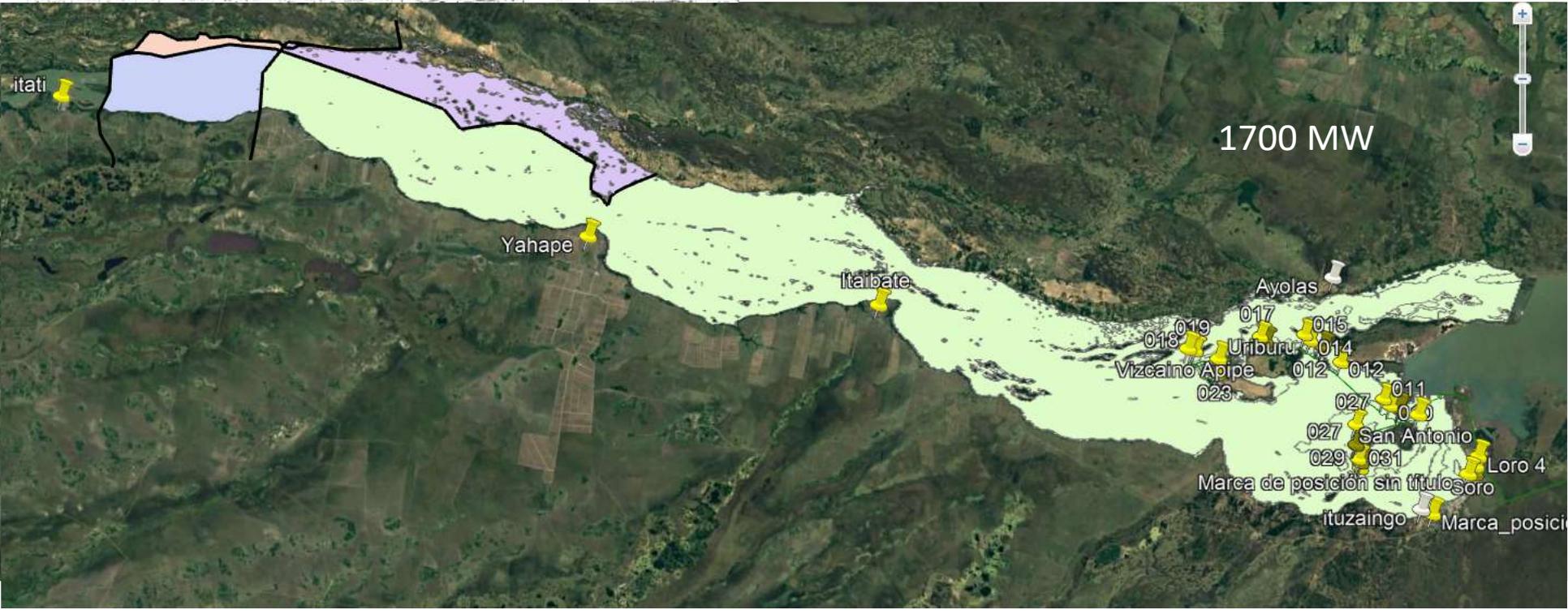




ALTERNATIVA CON ESCLUSA EN MARGEN ARGENTINA



ALTERNATIVA CON ESCLUSA EN MARGEN ARGENTINA



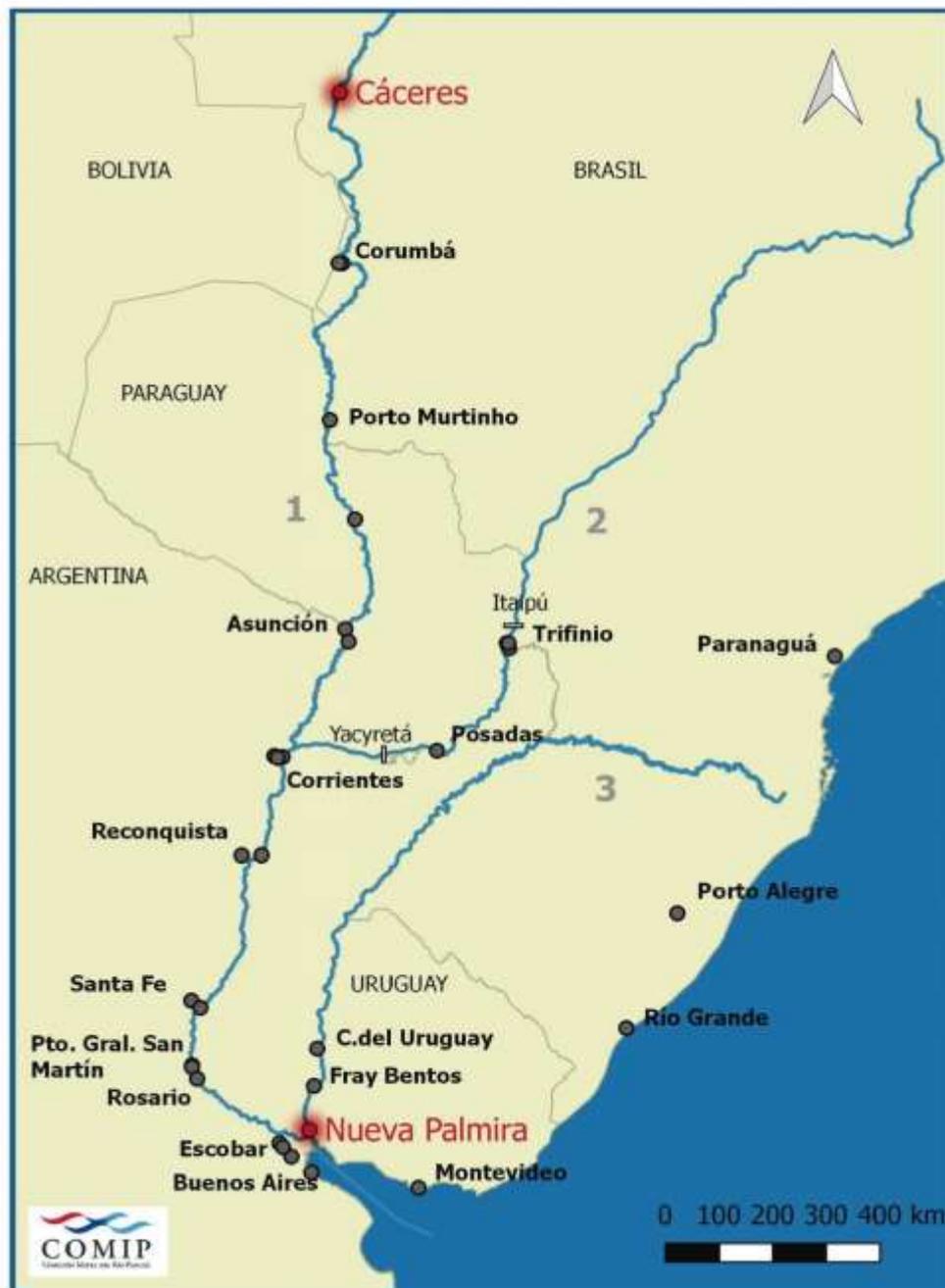
// HIDROVÍA PARAGUAY - PARANÁ

- . Es un acuerdo regional entre Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay y Uruguay para el mejoramiento de la navegación y la infraestructura de las terminales. Para facilitar el comercio exterior e interior.
- . Está conformada por los ríos Paraguay, Paraná y Uruguay.
- . Se extiende desde Puerto Cáceres (Brasil) en su extremo Norte y Puerto Nueva Palmira (Uruguay) en su extremo Sur. Extensión: 3.442 Km.
- . El tramo argentino-paraguayo del río Paraná (tramo de competencia de la COMIP). Se encuentra dentro de su área de influencia directa.
- . Flujos comerciales. La soja y sus derivados son los productos más importantes en volúmenes a transportar; seguidos por el hierro y los combustibles. El tráfico de bajada es mucho mayor que el de subida, a razón de cuatro veces más. El tráfico de subida de mayor importancia es el de combustibles (80% del total)
- . Es una de las vías de transporte más significativas para la integración física y económica del Mercosur.

1 RÍO PARAGUAY

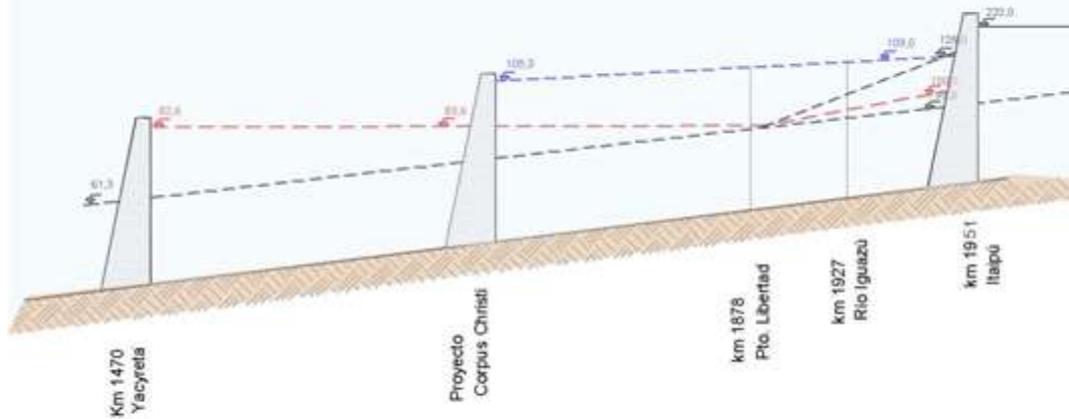
2 RÍO PARANÁ

3 RÍO URUGUAY



ESQUEMA LONGITUDINAL RÍO PARANÁ

S/E

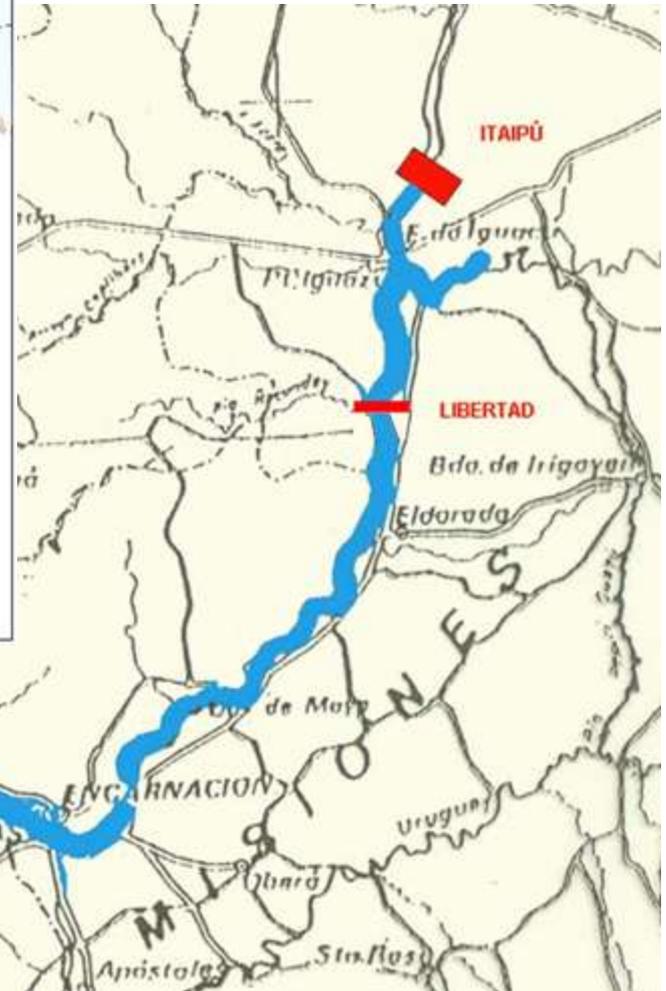


$$\text{POTENCIA (Kw)} = 9,81 \times Q \text{ (m}^3/\text{s)} \times H \text{ (m)}$$

$$1 \text{ Mw} = 1000 \text{ Kw} = 10^3 \text{ Kw}$$

$$1 \text{ Gw} = 1000 \text{ Mw} = 10^6 \text{ Kw}$$

$$1 \text{ Tw} = 1000 \text{ Gw} = 10^9 \text{ Kw}$$



El EIA (HARZA IATASA TECMA) tuvo por objeto evaluar y comparar los impactos ambientales y socioeconómicos de las tres alternativas de implantación propuestas por los estudios previos. Para comparar el impacto ambiental sobre el medio natural se tomó para el área inundada un caudal de 14400 m³/seg (serie 1971 2002) y un caudal de diseño de 95000 m³/seg (CMP)



Fig. N°. 6. Área de estudio

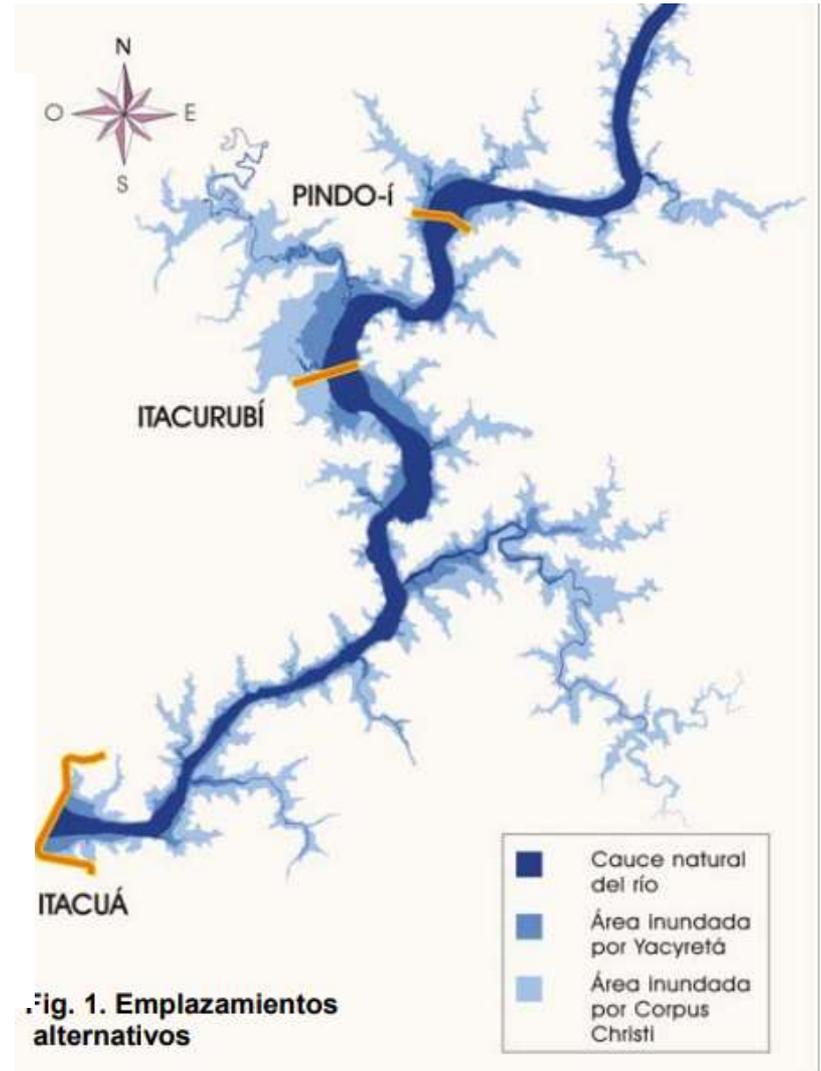


Fig. 1. Emplazamientos alternativos

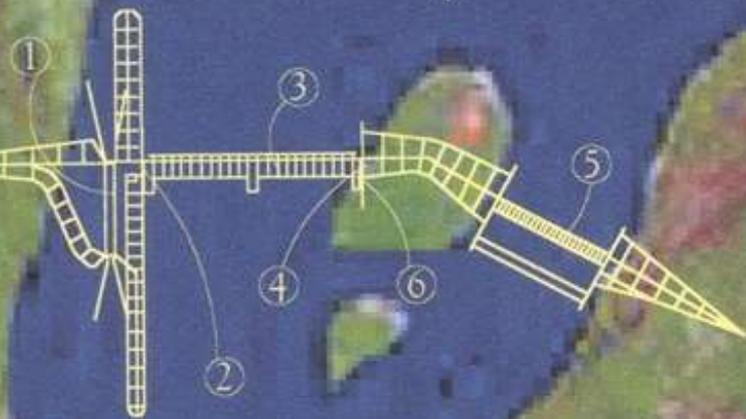


COMIP
 PROYECTO
 CORPUS CHRISTI

PARAGUAY

RÍO PARANÁ

ARGENTINA



REFERENCIAS

- ① ESCLUSA
- ② NAVE PRINCIPAL DE MONTAJE
- ③ CENTRAL
- ④ NAVE AUXILIAR DE MONTAJE
- ⑤ VERTEDERO
- ⑥ ESCALA DE PECES

YACYRETA**CORPUS**

Potencia:3100 MW-Instalada 2100MW

2880 MW

Costo: U\$. 11.500 millones gastados

U\$. 2.936 millones

Plazo de construcción: 25 años (no terminada)

7,5 años

Longitud de la obra:75 kilómetros

4 kilómetros

Costo por Kw. instalado U\$.4.032.-

U\$. 1.019

Área inundada:160.000 Hectáreas

14.000 Hectáreas

Población desplazada:40.000 más 80.000 al llenado del embalse

1.400 personas

Generación: 19.000 Gwh.

20.175

Inicio de generación comercial:15to. año

5to. Año

Esclusa de navegación: calado 12 pies

calado 12 pies

Sistema de transferencia de peces: existe

prevista

Represa de llanura: extensa área inundada; importante impacto en el hábitat y la biodiversidad; el escaso corrimiento permite la proliferación de especies trasmisoras de enfermedades; impacto sobre la población piscícola, etc

elevadas barrancas en ambas márgenes del río,el embalse estará contenido por ser empinadas y estrechas costas, con escaso impacto ambiental

Emplazamiento	Margen	Total de Familias / Viviendas Afectadas	Total de Personas Afectadas
PINDO – Í	Derecha	176	921
	Izquierda	105	450
	Total	281	1371
ITACURUBÍ	Derecha	267	1375
	Izquierda	115	491
	Total	382	1866
ITACUÁ	Derecha	454	2263
	Izquierda	351	1062
	Total	805	3325

Cuadro N° 3. Afectación de viviendas y población.

Emplazamiento	Margen	Superficie Afectada Corpus Christi (Ha)
PINDO – Í	Derecha	7.880,3
	Izquierda	6.085,3
	Total	13.965,6
ITACURUBÍ	Derecha	10.597,3
	Izquierda	6.832,7
	Total	17.430,0
ITACUÁ	Derecha	13.125,3
	Izquierda	15.245,4
	Total	28.370,7

Cuadro N° 4. Superficies afectadas por margen según poligonal de afectación.

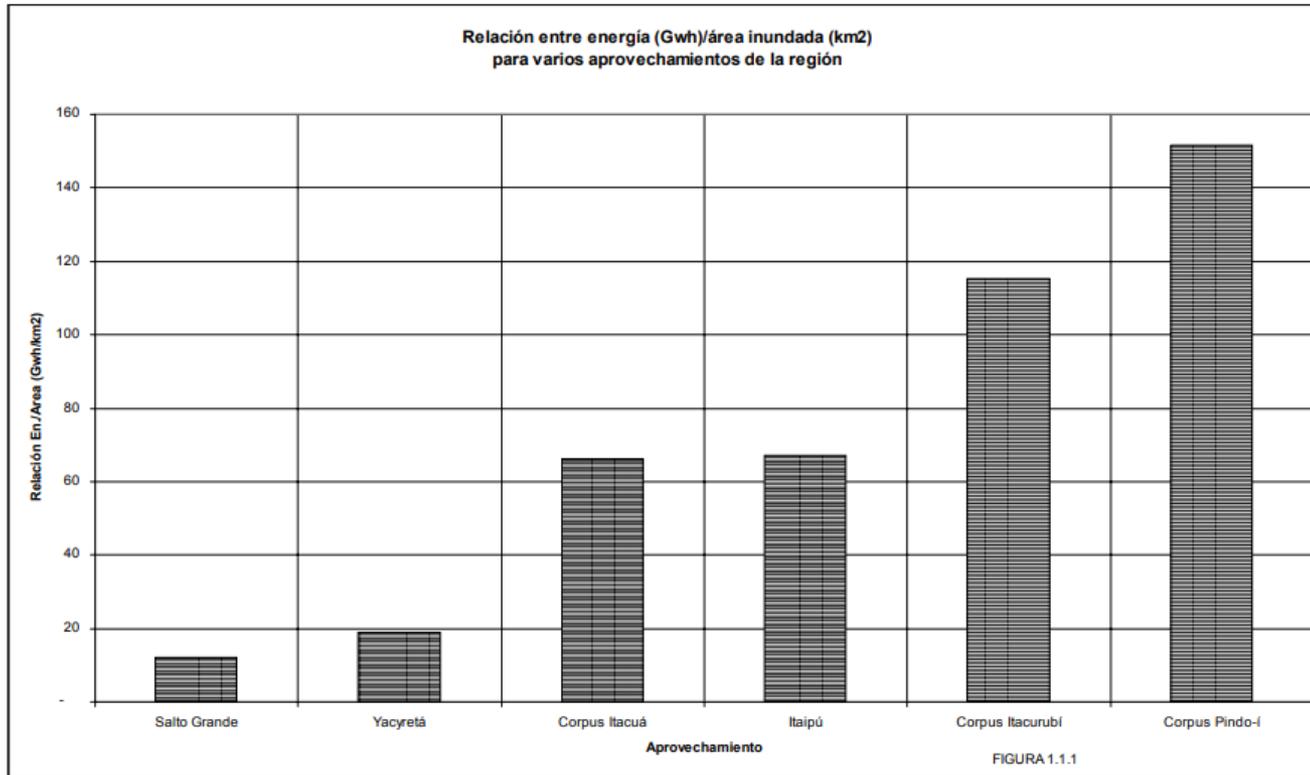
TABLA 1.4.2.1
ÁREAS INUNDADAS CON CORPUS A 105 M (KM²)

ÁREAS	ITACUÁ			ITACURUBÍ			PINDO-Í		
	MD	MI	TOTAL	MD	MI	TOTAL	MD	MI	TOTAL
Área Inundada de cada Margen	129	158	287	94	71	165	62	60	122
Área común con Yacyretá	72	66	138	59	33	92	32	27	59
Área en cada Margen	201	224	425	153	104	257	94	87	181
Área del Río en Estado Natural			213			169			146
ÁREA TOTAL DEL EMBALSE			638			426			327

Cierre	Márgenes	Tierras (U\$S)	Mejoras Parcelarias (U\$S)	Instalaciones Portuarias, Industrias, Infraestructura y Servicios (U\$S)	Total (U\$S)
PINDO – I	Derecha	9.439.856	3.361.008	13.222.022	26.022.886
	Izquierda	5.426.491	5.116.212	12.272.100	22.814.803
	Total	14.866.347	8.477.220	25.494.122	48.837.689
ITACURUBÍ	Derecha	12.879.639	4.842.784	19.245.382	36.967.805
	Izquierda	6.419.715	6.734.367	14.342.000	27.496.082
	Total	19.299.355	11.577.152	33.587.382	64.463.889

ITACUÁ	Derecha	16.223.880	7.184.047	19.704.282	43.112.209
	Izquierda	15.677.416	26.439.439	53.777.100	95.893.955
	Total	31.901.296	33.623.487	73.481.382	139.006.165

Cuadro N° 5. Afectación de tierras, mejoras, infraestructura y servicios por margen



Cuadro N° 1. Relación área afectada vs. generación media anual para diferentes aprovechamientos de la región.

	Capacidad Instalada (MW) (Base)	Área Afectada (ha)	Energía Media Anual Generable (Gwh) ¹²	Área Afectada / Energía Media Anual (ha/Gwh)
Pindo-í	2.880	13.966	20.175	0,69
Itacurubí	2.880	17.430	20.625	0,85
Itacuá	2.880	28.371	21.358	1,33
Itaipú	12.600	120.000	80.000 ¹³	1,50
Yacyretá	3.000	92.000	20.700	4,44
Urugua-í	120	8.840	355	24,90
Acaray	210	59.900	993	60,32

Cuadro N° 1. Relación área afectada vs. generación media anual para diferentes aprovechamientos de la región.

REPRESA CORPUS

Consejo de Arquitectura e
Ingeniería de la Provincia de
Misiones

Colegio Profesional de
Agrimensura de la Provincia
de Misiones

Colegio de Arquitectos de la
Provincia de Misiones

Agosto de 1995

La cuantificación de las pérdidas en concepto de producción, así como las rentas que dejarán de percibirse, deberán servir para firmar con la Nación un Convenio que tenga en cuenta esta situación y por lo tanto reconozcan a la Provincia un beneficio compensatorio que esté básicamente representado por el abastecimiento de energía a valor costo, al menos durante el plazo que dure la concesión.

MISIONES TIENE UNA NUEVA OPORTUNIDAD PARA INICIAR EL DESPEGUE. NO LA DESPERDICIAMOS, PORQUE ESTA VEZ SEREMOS NOSOTROS LOS CULPABLES DE SUMAR A NUESTRA HISTORIA OTRA FRUSTRACION.

 Consejo Profesional de Arquitectura e Ingeniería de Misiones	 Colegio Profesional de Agrimensura de Misiones	 Colegio de Arquitectos de Misiones
ANDRES RAUL AYALA Ingeniero Civil PRESIDENTE	Agdm. Misiones PRESIDENTE	Arg. JORGE C. GRIEGER PRESIDENTE

MEJORES PRESAS PARA UN MUNDO MEJOR

VISIÓN DE ICOLD

No a las presas no es una alternativa!! No a las presas significa no agua, no alimentos, no energía, no desarrollo, no futuro para las jóvenes generaciones.



MEJORES PRESAS PARA UN MUNDO MEJOR



Bulletin 66

1988

Dams and environment - The Zuiderzee damming

The Zuiderzee damming



Bulletin 90

1993

Dams and Environment - Geophysical impacts

Geophysical impacts



zoom



Evalúa permanentemente los aspectos ambientales de las Presas

Actualmente el desarrollo de nuevos proyectos integra los Aspectos Medioambientales desde el diseño hasta operación:



- Alternativas de ubicación de la presa
- Soluciones de diseño y operación (caudales ambientales, escalas de peces, control de sedimentos, etc.).
- Opinión de comunidades vinculadas al Proyecto.
- Necesidad de Estudios Ambientales robustos y de largo plazo.
- Control periódico de variables ambientales y sociales de embalses.
- Medidas de Mitigación.
- Disponibilidad de Planes de Acción ante Emergencias.

zoom

Compartir

- Gestión Integral de cuencas de aporte al embalse
- Rehabilitación de Riberas

la gestión integral cuencas y el riesgo en un contexto de cambio climático

Inundaciones **contaminación** **desertización** **sedimentos**



La **GESTION INTEGRADA DE CUENCA** busca vincular los recursos hídricos (Ej: arroyo Zaimán) con los componentes ecológicos (clima, suelo, fauna , vegetación, etc.) y socio económicos (población, actividades , industrias, etc.) para su desarrollo sostenible

Después de Río 1992 'Cumbre para la Tierra': el 80% de los países se han embarcado en algún tipo de reforma basada en la aplicación de los enfoques integrados.

CAMBIOS DE USO DEL SUELO

24 / SOCIEDAD

LA NACION | MARTES 7 DE MARZO DE 2012



Desde la década de 1960 se perdió hasta el 20% de los bosques de América del Sur y Mesoamérica

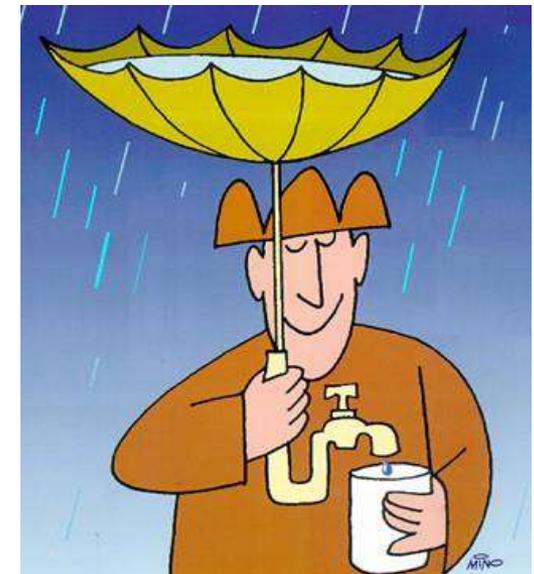
Informe sobre biodiversidad: el uso del suelo tiene más impacto que el cambio climático

NATURALHEA. Investigadores argentinos tuvieron una participación protagónica en el documento presentado en París: preocupa la degradación de los ecosistemas americanos



Sandra Diaz
COORDINADORA DEL INEA

"Si cambiamos nuestro modo de hacer y pensar"



GCH



La gestión de cuencas hidrográficas ha evolucionado pasando por diversas etapas de desarrollo.

En las primeras, formaba parte de la silvicultura y de la hidrología.

La participación de la población no se tenía en cuenta.

Se trataba de un asunto que competía a las dependencias forestales del gobierno.

En la segunda etapa se relacionó con la gestión de los recursos naturales.

Se incluyeron actividades que contemplaban el beneficio económico.

Actualmente se dirige la atención a los beneficiarios.

Hoy se trata de una gestión “participativa e integrada”, con el compromiso de la población local.

Eco hidrología y la Eco hidráulica

<https://ecohidrologia.ing.unlp.edu.ar/>

<https://90lineas.com/2023/06/05/desechos-cloacales/>

Control de entrada de nutrientes: Una estrategia fundamental es reducir la entrada de nutrientes al cuerpo de agua desde fuentes externas, como la agricultura, la escorrentía urbana o los sistemas de alcantarillado. Esto implica implementar prácticas de gestión adecuadas en las cuencas hidrográficas y promover prácticas agrícolas sostenibles.

Un manejo integral de los recursos hídricos y la conservación de las cuencas hidrográficas son fundamentales para mantener la calidad del agua y la salud de los regímenes lenticos.

- La eco hidrología y la eco hidráulica como una subcampo de esta, es una ciencia integradora que se centra en la interacción entre la hidrología y la biota.
- **Busca reforzar los servicios eco sistémicos en los paisajes modificados en las cuencas hidrográficas para reducir los impactos antropogénicos.**

MESA DE GESTIÓN CUENCA ARROYO ZAIMÁN



Facultad de
Ciencias Exactas,
Químicas y
Naturales



POMERA
MADERAS



AGRICULTURA
FAMILIAR



Municipalidad de Garupá
Provincia de Misiones



HCD POSADAS



Fundación
Esperanza de Luz



Colegio de Arquitectos
de la Provincia
de Misiones



Candelaria
Provincia de Misiones



Consejo Profesional de Arquitectura
e Ingeniería de la Provincia de Misiones



SECRETARÍA
DE ENERGÍA





Los Objetivos de Desarrollo Sostenible u Objetivos Globales son 17 objetivos globales interconectados diseñados para ser un «plan para lograr un futuro mejor y más sostenible para todos». Los ODS fueron establecidos en 2015 por la Asamblea General de las Naciones Unidas y se pretende alcanzarlos para 2030



FELIZ DIA DE LA INGENIERIA ARGENTINA



**6 DE JUNIO DIA DE LA INGENIERIA ARGENTINA
16 DE JUNIO DIA DEL INGENIERO**

Andrés Raúl Ayala
Ingeniero Civil MP CPIM 1504
andresraulayala@gmail.com