

H. Cámara de Diputados LXIII Legislatura

Reunión Trabajo
Comisión de Agua Potable y Saneamiento

07 de septiembre de 2016

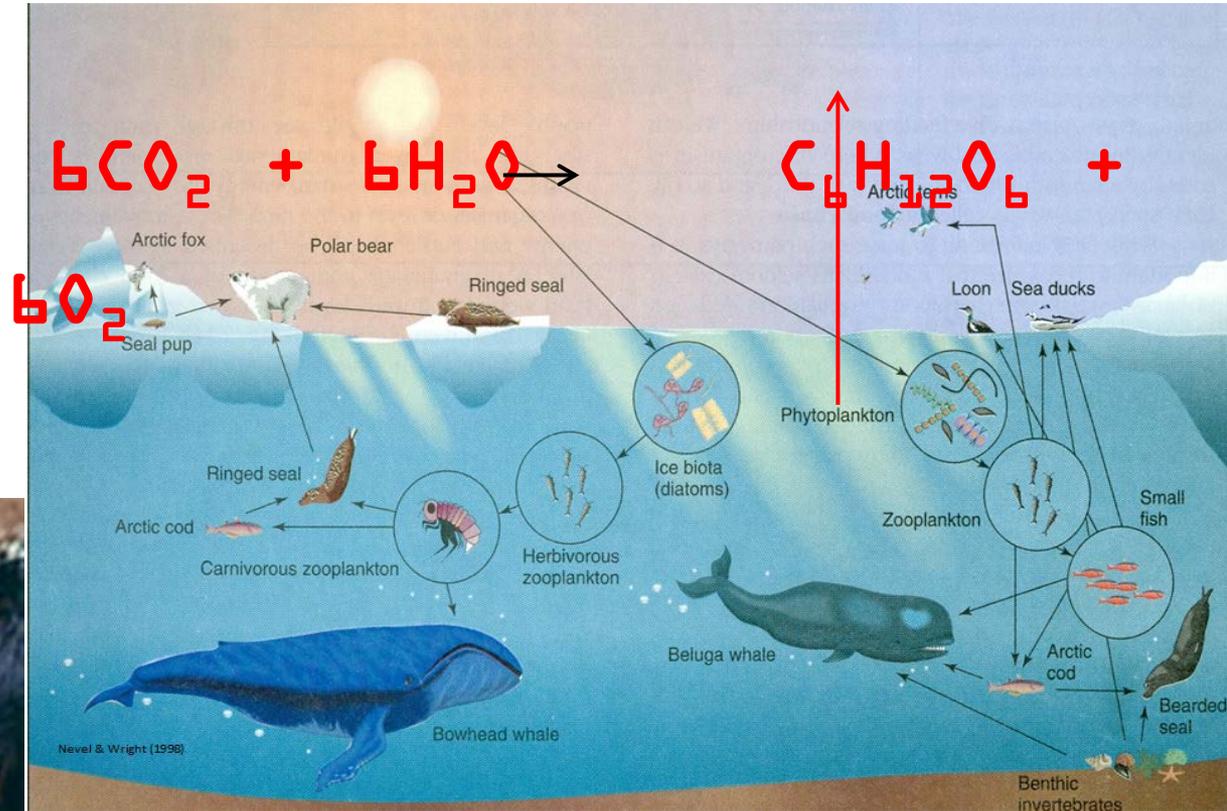
Los costos ambientales de los servicios productivos del agua

Alfonso G. Banderas Tarabay



EL AGUA ES FUNDAMENTAL PARA LA VIDA EN EL PLANETA

Fotosíntesis:>



https://www.google.com.mx/search?q=ni%C3%B1o+tomando+agua&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=2e9cVae9M4q2ogSgvoKYDA&ved=0CCcQ7Ak&biw=1920&bih=922#imgdii=_znEZY1caMHfwM%3A%3B_znEZY1caMHfwM%3A%3B4X4GikqBOqSWOM%3A&imgrc=_znEZY1caMHfwM%253A%3BlazO4vZuoR4NPM%3Bhttp%253A%252F%252Fsalvadorsolidaridadconcu.ba.files.wordpress.com%252F2012%252F09%252Fnic3b1os-tomando-agua-418x267.jpg%25253Fw%25253D418%252526h%25253D261%252526crop%25253D1%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.imagui.com%252Fa%252Fnino-tomando-agua-TdKbpzrq%3B418%3B267

RECONOCIMIENTO DE LA IMPORTANCIA DEL AGUA PARA LA HUMANIDAD

- AG-ONU: [Resolución 64/292](#) (julio 28, 2010), establece:

-La realización total de los DH requiere agua potable limpia e higiene.

-Los PD deben financiar, capacitar y transferir tecnología a PED para suministrar agua potable y saneamiento asequibles a sus ciudadanos.

- [Observación General No. 15](#) del Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (noviembre, 2002) artículo I.1, define el derecho individual al agua para una vida digna:

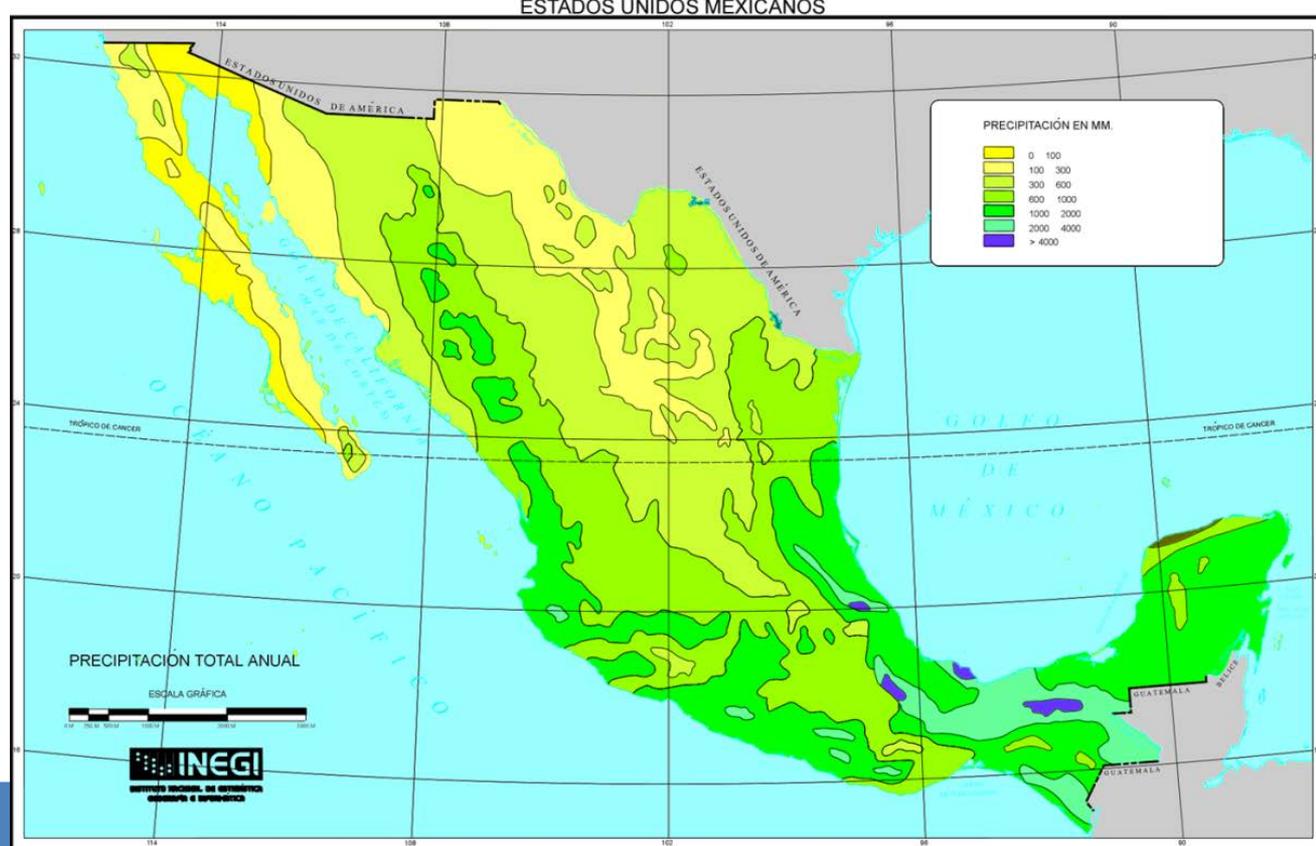
Agua suficiente, saludable, accesible y asequible* para uso personal y doméstico.

- * **El PNUD sugiere:**

que el coste del agua no debería superar el 3% de los ingresos del hogar.

EL AGUA EN MÉXICO

Distribución de la precipitación



#	Compartimento		
1	Precipitación territorial	1,488.819	100
2	Evapotranspiración	1,065.270	71.6
3	Infiltración	92.625	6.2
4	Escurrimiento territorial	330.924	22.2
5	Importación	48.381	
6	Cesión (-)	0.432	
7	Escurr. Total (4+5-6)	37.873	
8	Disponible (3+7)	471.498	31.6

El balance
Hidrológico
(km³)

PRECIPITACIÓN = 1,488.8 km³

El 71.6% que se evapora presta servicios ambientales (SAM):

- lluvia potencial,
 - regulador del clima (efecto invernadero),
 - escudo contra los rayos UV,
 - promotor de la fotosíntesis y del crecimiento vegetal y animal,
- ¿pagamos estos servicios?

El 31.6% es agua disponible (471 km³) acumulada en:

- estanques y lagos = 159 km³, (11%)
- forma ríos de tamaño según el área de la cuenca y la de lluvia.

El 6.2% se infiltra al subsuelo (92.625 km³):

- mayor volumen de agua útil en el 67% del país (la región árida centro-norte).

El 5.35% está concesionado (79.752 km³):

- principalmente de acuíferos en las zonas áridas.

En 2012 se modifica el Artículo 4 Constitucional:
Párrafo adicionado DOF 28-06-1999,
Reformado DOF 08-02-2012:

*Toda persona tiene derecho a **un medio ambiente sano***
para su desarrollo y bienestar.

El Estado garantizará el respeto a este derecho.

El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad
para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.

Conclusión:

Debemos cuidar el ambiente.

Sin ambiente no hay agua y sin agua no hay ambiente.

EL COSTO DE LA ADMINISTRACIÓN FEDERAL DEL AGUA



Del agua disponible (**471.5** km³)

Conagua administra :

79.752 km³ concesionados + **159** km³ en presas = **249** km³

= **54** % del disponible ó **16.5** % de la precipitación total

Presupuestos de la Conagua de 2012 a 2015 (X10 ⁶ pesos M.N.)				
2012	2012	2013	2014	2015
36,000	38,000	41,000	54,000	44,000

Dividiendo:

$$\frac{\text{presupuesto de Conagua}}{\text{volumen concesionado}} = \frac{(54 \times 10^9 \text{ \$ año}^{-1})}{(79.752 \times 10^9 \text{ m}^3 \text{ año}^{-1})} =$$

$$= \text{\$ } \mathbf{0.68} \text{ m}^{-3} = \mathbf{0.043} \text{ USD m}^{-3}$$

Aparentemente es un costo bajo, pero el agua en si no cuesta nada.

EL COSTO DEL AGUA MUNICIPAL Y LA PLUSVALÍA

Conagua -> agua en bloque -> estados y municipios.

Conagua + Consejos de Cuenca -> **el precio del agua**

₱ = el costo de la infraestructura hidráulica +
su mantenimiento, operación y administración

Cuadro 3. Costo MN de producción y tarifa* media del agua (IMTA, 2013)

No.	Ciudad	Costo	Precio	Diferencia
1	Tijuana	9	21	12
5	Monterrey	9.5	12.5	3
9	Aguascalientes	7	12	5
11	León	10.3	18.6	8.3
13	Pachuca	7.4	11.3	3.9
15	México	8	15	7
16	Puebla	8	11.50	3.5
17	Xalapa	7.32	12	4.7
18	Cuernavaca	5	8.8	3.8
20	Mérida	4	6	2
24	Tuxtla Gutiérrez	6	14	8

-Ley oferta vs
demanda
- determinada
por la
heteroge-
neidad hídrica
y el contraste
social

* **especulación = necesidad general vs ambición particular**

El **precio** del agua para cubrir las necesidades básicas debe ser **el mismo** en **todo** el país

Proceso del servicio:

Captación y/o extracción – potabilización – almacenamiento – distribución – uso – tratamiento - **recolección – ¿potabilización? – reciclamiento**

En zonas **áridas** son prioritarias las tres últimas etapas.
Se presentan **después** del uso humano del agua.
El **reciclamiento** incrementa la eficiencia.

Contención – desalojo – captación – **potabilización** -
almacenamiento - distribución – uso - tratamiento - disposición

En zonas **húmedas** son prioritarias la **contención y el desalojo**.
Se presentan **antes** del uso humano, sobre todo en temporada de lluvias.
La **potabilización** resalta por la falta de infraestructura hidráulica-sanitaria y los **factores ambientales** propician el desarrollo **de plagas y enfermedades**.

LEY DE AGUAS NACIONALES

Capítulo III

Comisión Nacional del Agua

ARTÍCULO 9. "La Comisión" es un órgano administrativo...

XXVIII. **Estudiar**, con el concurso de los **Consejos de Cuenca y Organismos de Cuenca**, los **montos** recomendables para el cobro de **derechos** de agua y **tarifas** de cuenca, ... para ponerlos a consideración de las Autoridades correspondientes en términos de Ley;

Capítulo III BIS

Organismos de Cuenca

ARTÍCULO 12 BIS 6. Los Organismos de Cuenca, de conformidad con los ...

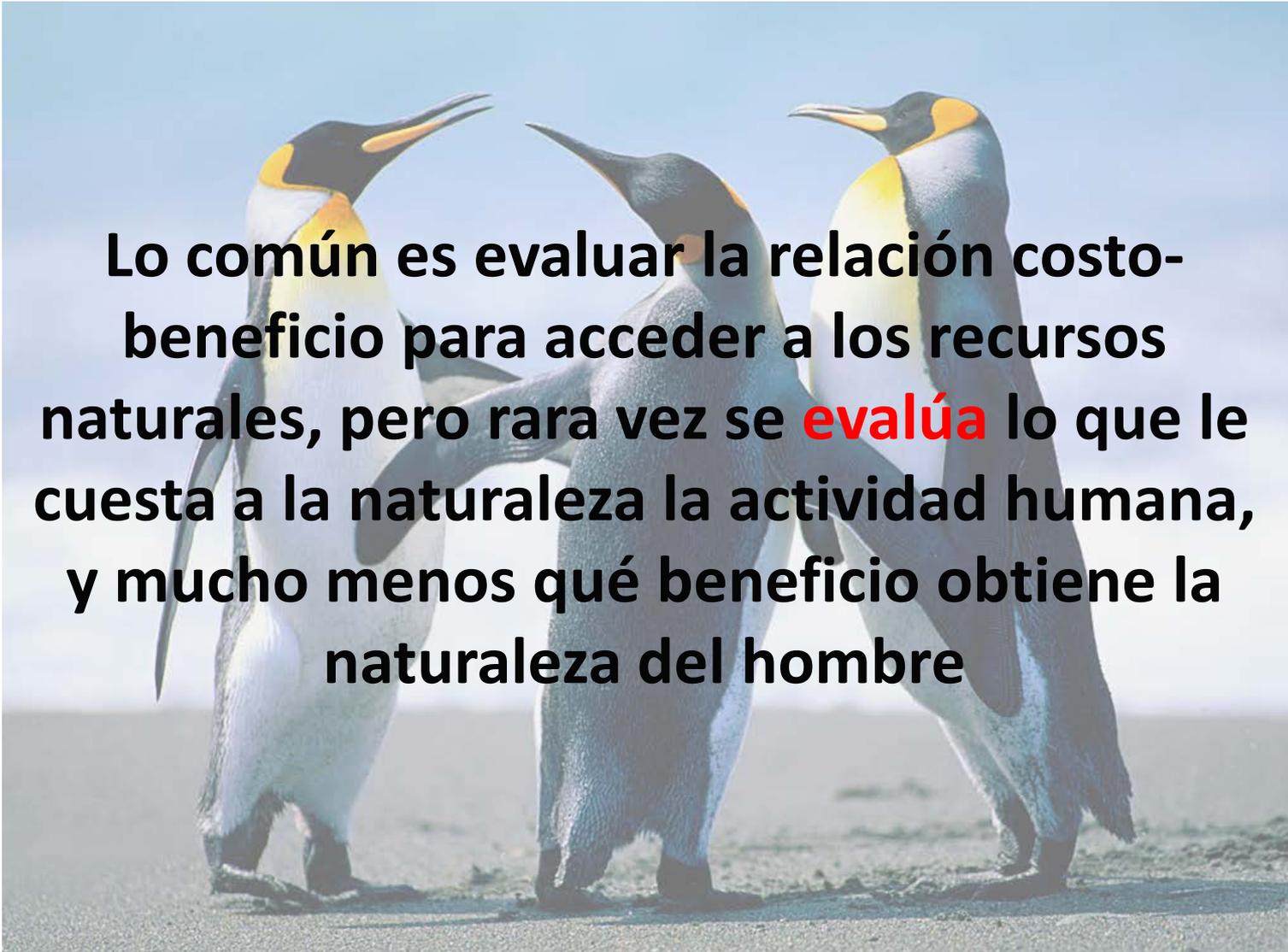
XVIII. Realizar periódicamente los **estudios sobre la valoración económica y financiera** del agua por fuente de suministro, localidad y tipo de uso, para apoyar el diseño de tarifas de cuenca y derechos de agua, **incluyendo** extracción del agua, descarga de aguas residuales y **servicios ambientales**, así como para difundir tales resultados en la región hidrológica que corresponda, para mejorar el conocimiento de precios y costos del agua y fortalecer la cultura de pago por la gestión y los servicios del agua, y por la protección de ecosistemas vitales vinculados con el agua; lo anterior lo realizará conforme a las disposiciones que dicte la Autoridad en la materia;

PERO ¿ QUÉ PASA CON LA NATURALEZA ?

ECOSISTEMAS

AMBIENTE

O COMO GUSTEN LLAMARLE



Lo común es evaluar la relación costo-beneficio para acceder a los recursos naturales, pero rara vez se **evalúa lo que le cuesta a la naturaleza la actividad humana, y mucho menos qué beneficio obtiene la naturaleza del hombre**



LOS COSTOS AMBIENTALES POR EL USO PRODUCTIVO DEL AGUA. ¿Cómo valorarlos?

Definamos los costos de:

- **C**onstrucción, **O**peración, **M**antenimiento y **A**dministración (COMA)

Los COMA tienen precios unitarios auditables. Corresponden a:

4,462 presas y bordos de almacenamiento,

6.5 millones de hectáreas de riego,

2.9 millones de hectáreas de temporal tecnificado,

631 plantas potabilizadoras en operación,

2,029 plantas de tratamiento municipales en operación,

2,186 plantas de tratamiento industriales en operación y

3,000 km de acueductos (Conagua, 2012)

-Costos marginales, sueldos y la energía necesaria.

Prorrateados.
Algunos ya
amortizados,
otros deteriorados

- **VIA** = valor intrínseco vital del agua

- **Plusvalía ambiental** = valor agregado ambiental = $f_{(uso, VIA)}$

PERO:
¿CUÁNTO VALE EL AGUA?

**¿cuánto le cuesta a la naturaleza producir un litro de
agua?**

¿cuál es más barata?:

la marina o el agua dulce

el agua subterránea o la superficial

la de riego o la potable

¿cuánto cuesta un litro de agua desperdiciada?

OBJETIVO (inverso)

**Calcular el costo ambiental (\$) de los usos productivos
del agua**

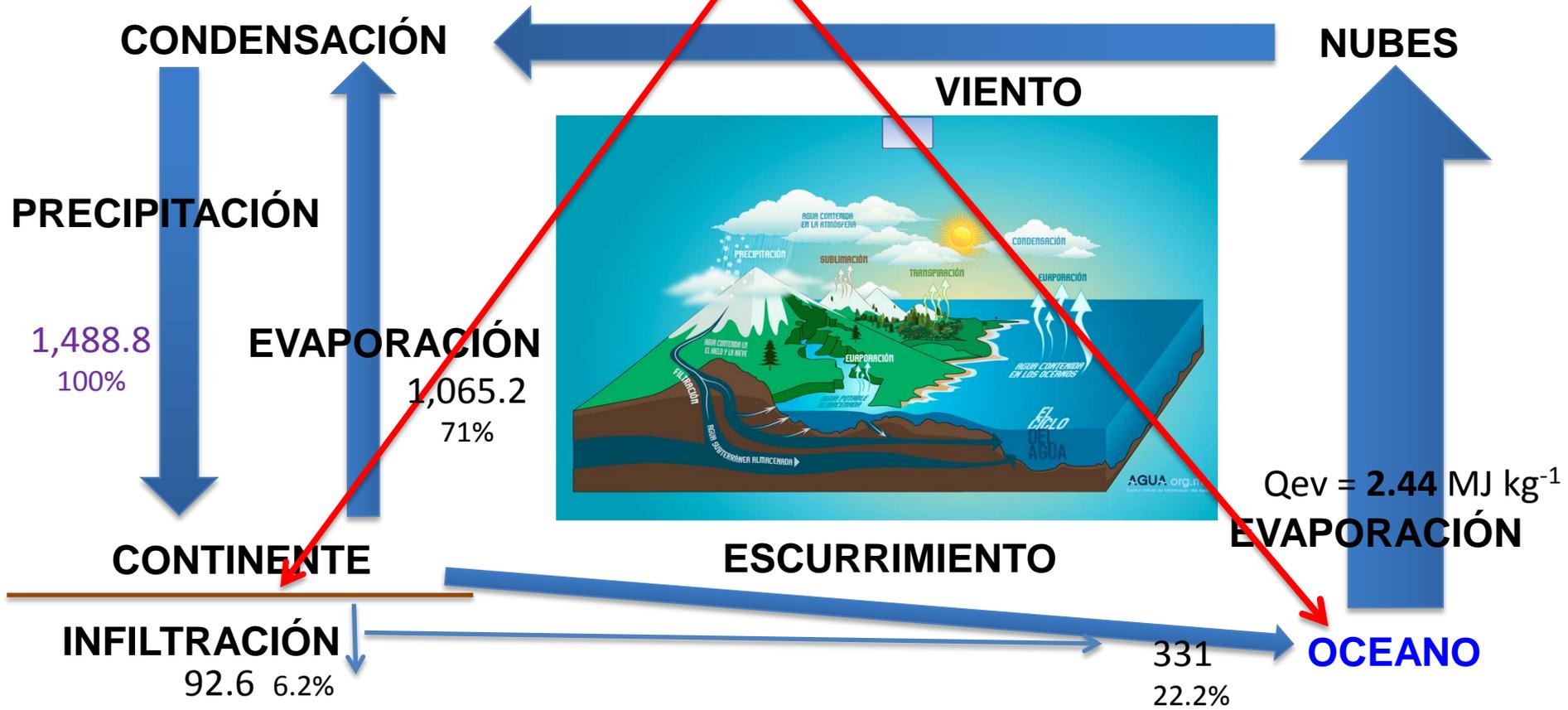
ESTABLECER UNA UNIDAD MONETARIA DE INTERCAMBIO CON LA NATURALEZA



SOL

Constante Solar

$1.92 \text{ cal cm}^2 \text{ min}^{-1} = 29.6 \text{ MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$



$(2.44 \text{ MJ kg}^{-1}) (1.489 \times 10^{12} \text{ kg año}^{-1}) = 3.63 \times 10^{12} \text{ MJ año}^{-1} = \text{SAM por destilación}$

Sabemos que: $1 \text{ MJ} = 0.2778 \text{ kWh}$ ($\times 3.63 \times 10^{12} \text{ MJ año}^{-1}$) = $1.01 \times 10^{12} \text{ kWh año}^{-1}$

$\text{FS} = (1.01 \times 10^{12} \text{ kWh año}^{-1}) (\text{tarifa USD kW}^{-1} \text{ h}^{-1}) = 54.5 \times 10^9 \text{ USD año}^{-1} / V_p = \text{VIA} = 0.036 \text{ USD m}^{-3}$

(tarifa MN kW⁻¹ h⁻¹) $\$981 \times 10^9 \text{ MN}$

$\$0.65 \text{ MN}$

$$\text{VIA} = 0.036 \text{ USD o } \$0.65 \text{ MN m}^{-3}$$

- El VIA es una manera de entender y valorar el trabajo que realiza la naturaleza a nuestro favor.
- El VIA es la unidad monetaria de intercambio con la naturaleza.
- Se calcula sobre bases puramente físicas, no subjetivas.
- Sería la deuda por saciar el requerimiento vital de agua.
- Puede deducirse del precio por Unidad de volumen para los diferentes usos.

Con este enfoque:

- El Sol se convierte en un socio o hasta patrocinador de la vida.

Y el agua:

- Se vuelve en un ente dinámico que interactúa con la humanidad,
- Tiene un carácter vital fundamental y dinámica propia,
- **QUE SE DEBEN RESPETAR Y CONSERVAR PARA ASEGURAR EL SUMINISTRO DE AGUA FUTURO.**
- Deja de ser mercancía y un pretexto para cobrar,

$$\text{\$ USO} = \text{VIA} + \text{COMA fed.} + \text{COMA mpal.} + \text{plusvalía ambiental}$$

El \$ de la energía de generación en el ciclo hidrológico

Los costos federal y municipal para proveerla

Valor agregado por servs. ambientales y usos productivos del agua

CONDICIONES

- Que asigne un único valor al agua

Para impedir el encubrimiento de factores espurios y homogeneizar el derecho humano al agua

- En montos que a todos convenzan

Objetivo, no especulativo

VENTAJAS

- Que perfeccione el conocimiento de la naturaleza

A través del balance hidrológico

- Que impulse la apertura de nuevas líneas de investigación

Básica, aplicada e interdisciplinaria

- Que estimule el uso eficiente del agua

Mediante prácticas y mecanismos ahorradores

LA PLUSVALÍA AMBIENTAL ($f_{(uso, VIA)}$)

Considerando que

No puede tener el mismo valor un volumen utilizado para:

Cubrir necesidades básicas **vs** usos suntuarios

Regar campos de hortalizas **vs** campos de Golf;

Regar hortalizas para autoconsumo **vs** comerciales;

Operar una hidroeléctrica **vs** una termoeléctrica;

Esparcimiento **vs** piscicultura;

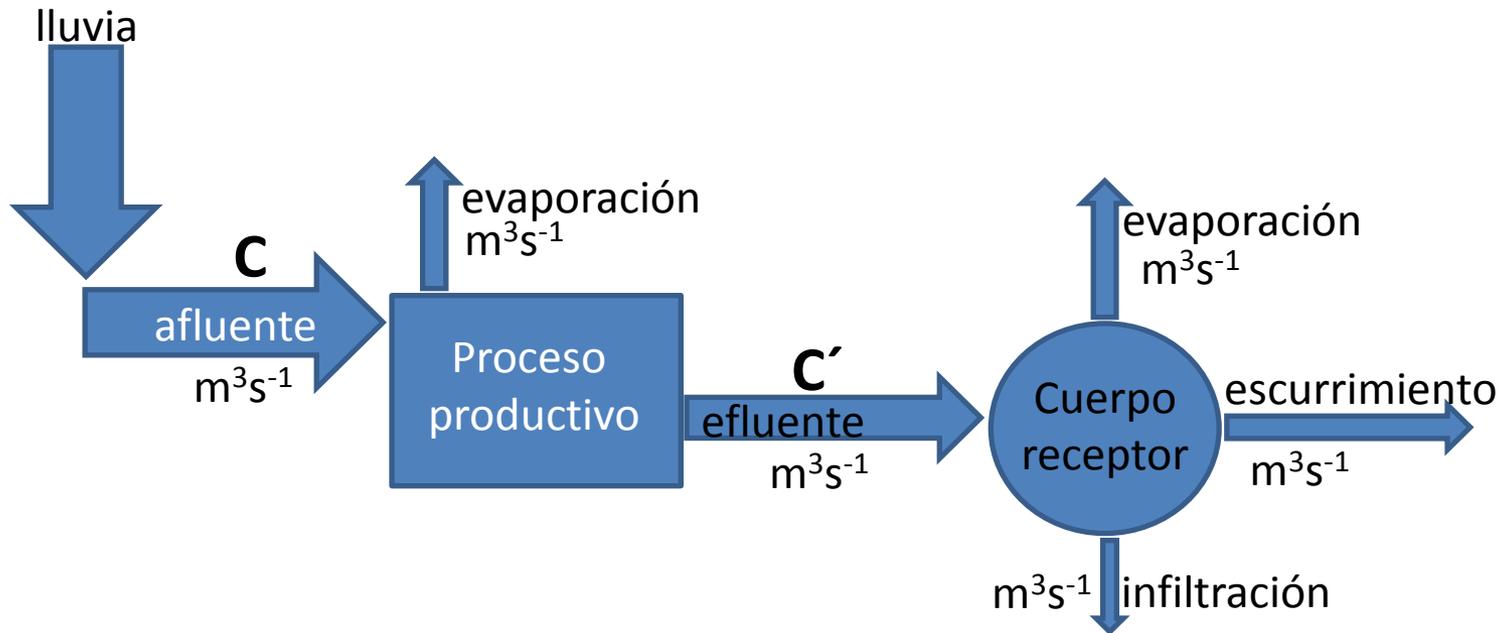
Aseo personal **vs** negocio

Lo suntuario es ajeno a los derechos humanos al agua, a la alimentación y a un ambiente sano, y debe ponderarse OBJETIVAMENTE



VALOR AGREGADO POR SERVICIOS AMBIENTALES DEL AGUA

- Volumen de agua necesario para regresarla a la calidad previa al proceso productivo, multiplicado por el VIA
- ó
- Volumen de dilución para alcanzar el nivel permitido por la norma ecológica respectiva, multiplicado por el VIA.



Equilibrio de masas: $CV = C'V''$, si $V = V'' \rightarrow C'/C = r$

Se requiere r veces el volumen (rV) para restituir la calidad original

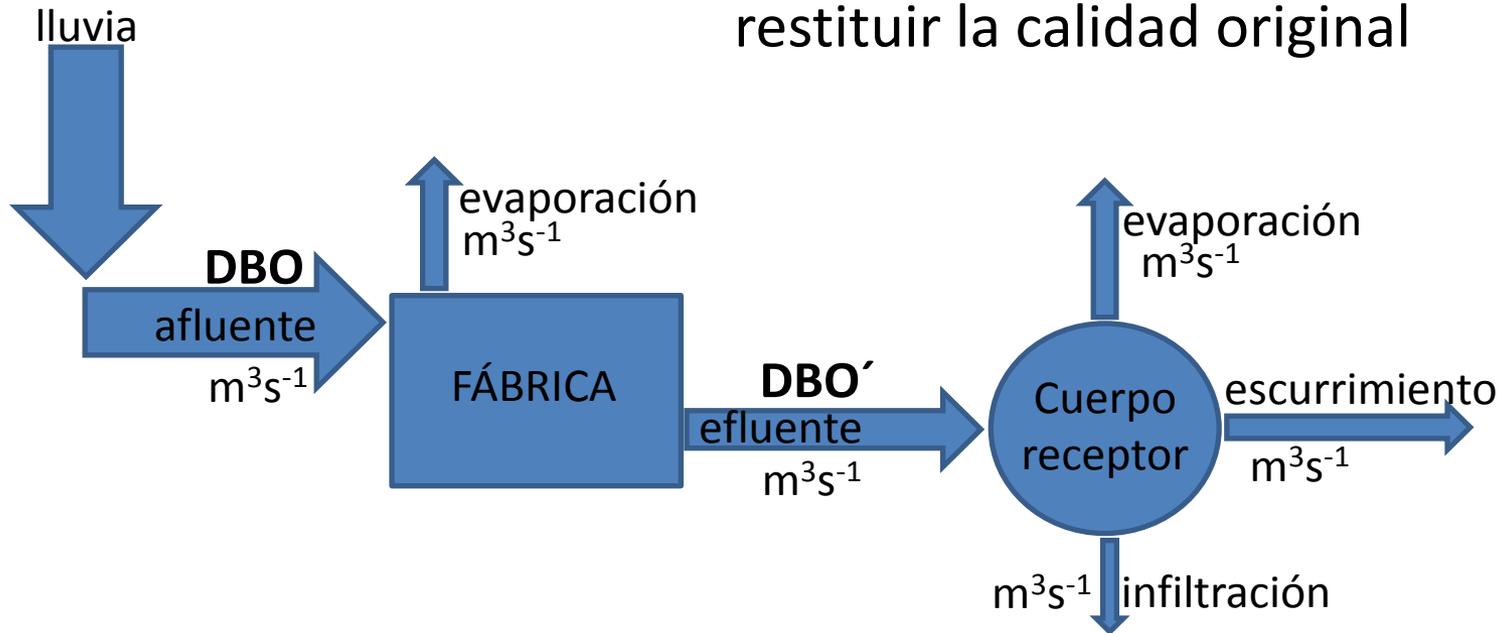
VALOR AGREGADO POR SERVICIOS AMBIENTALES DEL AGUA

Vg. industrias azucarera, nixtamalera, refresquera

Equilibrio de masas: $CV = C'V''$, si $V = V \rightarrow C'/C = r$

$(DBO - DBO') = \Delta DBO \rightarrow DBO' / DBO = r$

Se requiere r veces el volumen para restituir la calidad original

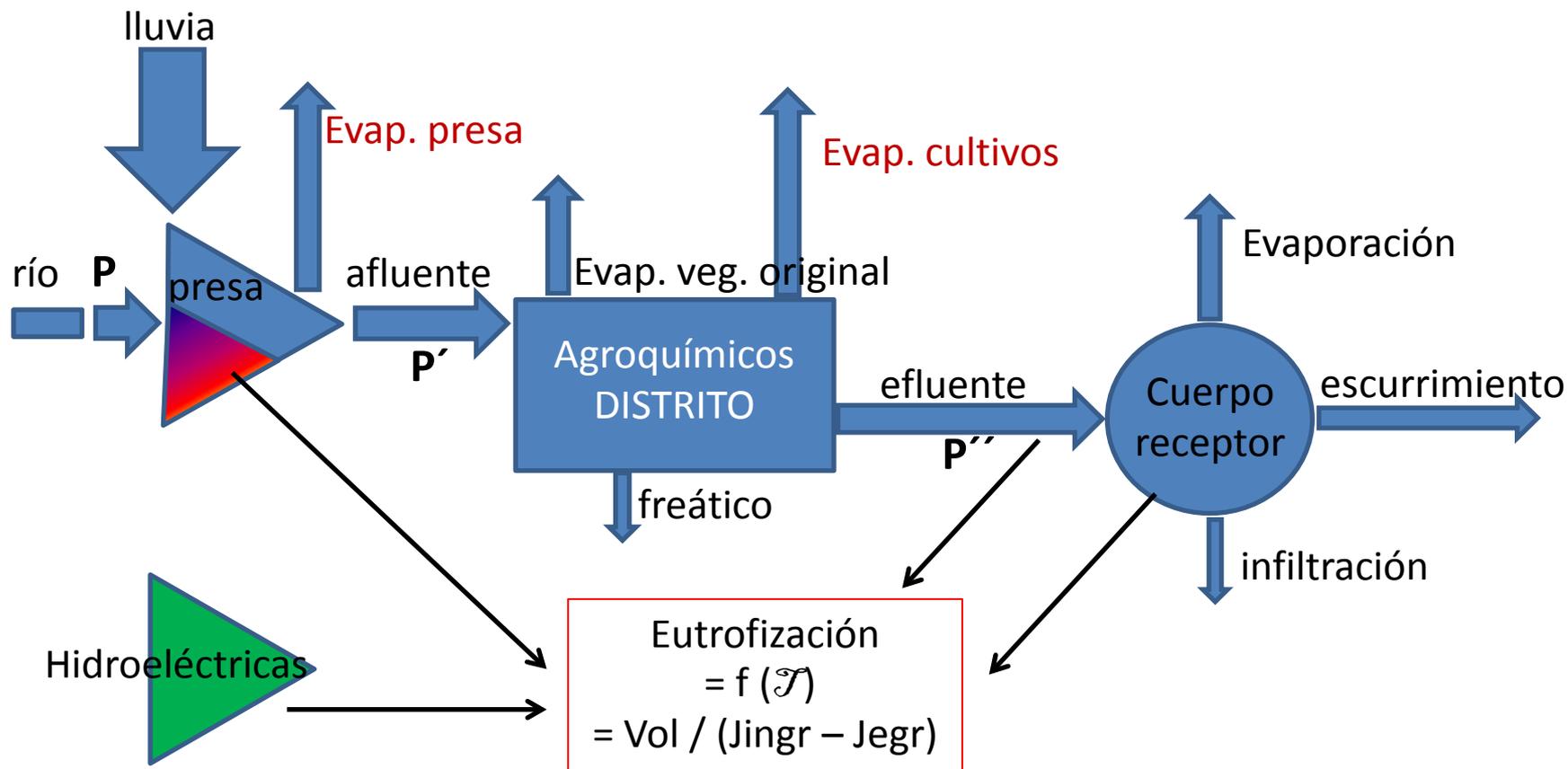


Plusvalía ambiental = $rV(VIA)$

Vg. AGRICULTURA

Equilibrio de masas: $CV = C'V''$, si $V = V \rightarrow C'/C = r$

$(\text{FÓSFORO} - \text{FÓSFORO}') = \Delta\text{FÓSFORO} \rightarrow \text{FÓSFORO} / \text{FÓSFORO}' = rV(\text{VIA})$



EL COSTO AMBIENTAL DE LOS USOS PRODUCTIVOS DEL AGUA



Uso	VIA	COMA Fed	COMA Mpl	f(x) = valor agregado por SAM.
Humano Vital	X			
Hum. Básico	X		X	
Conserv. Nal.	X	X		
Conserv. Mpal.	X		X	
Piscic. Autocon.	X	X		
Piscic. Comer.	X	X	X	$VAA = f_{(\Delta DBO + \Delta Vev)}$
Hidroeléctrica	X	X		$VAA = f_{(\Delta DBO + \Delta Vev)}$
Termoeléctrica	X	X		$VAA = f_{(\Delta T + \Delta \Omega + \Delta Vev)}$
Riego rod. Com.	X	X	Xrgo	$VAA = f_{(\Delta DBO + \Delta DQO + \Delta Vev)}$
Rgo. rod. Autoc.	X		Xrgo	$VAA = f_{(\Delta DBO + \Delta DQO + \Delta Vev)}$
Rgo. com. Tecnif.	X	X	X rgo	$VAA = f_{(\Delta DBO + \Delta DQO + \Delta Vev)}$
Rgo.Tecnif.Autoc.	X		Xrgo	$VAA = f_{(\Delta DBO + \Delta DQO + \Delta Vev)}$
Rgo. Suntuario	nX		Xrgo	$VAA = f_{(\Delta DBO + \Delta DQO + \Delta Vev)}$
Ganad. Autocon.	X	X		$VAA = f_{(\Delta DBO + \Delta DQO + \Delta Vev)}$

Uso	VIA	COMA F	COMA M	f(x); x= indicador de la calidad
Ganad.comerc.	X	X	X	$VAA = f_{(DBO)}$
Parq.dep.públ.	X		X	ΔVev
Serv.Urb.Mpal.	X		X	$VAA = f_{(DBO + DQO)}$
Serv.Tur. o Recre.	X	X	X	$VAA = f_{(DBO)}$
Serv.Industrial	X	X	X	$VAA = f_{(DBO + DQO + \Delta Vev)}$
Transacciones	X	X	X	ΔV
Multas desperd.	X	X	X	VAA respectivo
Extrac.subterr.	X	X	X	$VAA = Vev$

- ΔT = Diferencia de temperatura entre el afluente y el efluente,
- o el indicador adecuado de calidad del agua (vg. $\Delta \Omega$).
- ΔV = Diferencia del Volumen entre el influente y el efluente.
- ΔVev = Volumen evaporado.
- ΔDQO = Diferencia de la DQO entre el afluente y el efluente.
- ΔDBO = Diferencia de la DBO entre el afluente y el efluente.
- n -- Se aplica a propiedad privada (canchas y superficies de agua deportivas privadas), en m^2 .

POR EJEMPLO: DERECHO HUMANO AL AGUA

VITAL: lo que se necesita beber:

Son 4 L diarios por individuo para 120 millones de habitantes

= $480 \times 10^6 \text{ L día}^{-1} = 0.17 \text{ km}^3 \text{ año}^{-1}$ (0.04% del volumen disponible).

- **Solamente paga el VIA.**

= \$96 millones al año.

BÁSICO: (aseo personal) varía por hábitos y región:

Sobre la base de $100 \text{ L ind}^{-1} \text{ día}^{-1}$,

= $4.38 \text{ km}^3 \text{ año}^{-1}$ (0.93% del volumen disponible).

- **Paga el VIA más el COMA municipal.**

= son \$5,400 millones al año.

Entre ambos equivalen a \$45.80 por persona al año.

**COMA en zonas húmedas \$5 por m^3
\$203 por habitante al año.**

AGRICULTURA con **agua superficial** (*grosso modo*):

ANUR: VR = 77% del agua utilizada; Ev = 50%; e = 33.5%.

Conagua (2013): VR (km³)= 20.76 subterránea + 41.04 superficial = 61.8.

Suponiendo:

1- \$ uso = **VIA** + COMA fed. + COMA riego + VAAagroquímicos + **ΔVev**

2- Todo es riego rodado comercial,

3- Los COMA de riego están transferidos a los usuarios (=0),

4- Distrito costero, vegetación original rala (dunas): 100% ΔVev,

5- Agricultura orgánica (no agroquímicos → VAA agroquím. = 0),

6- No hay represas.

Entonces:

$$\begin{aligned} \$ &= 0.65(\text{VRsp}) + 0.68(\text{VRsp}) + 0.65(\text{VRsp}/2) = 1.33 (41.04) + 0.65 (20.52) \\ &= 54.58 \times 10^9 + 13.33 \times 10^9 = \$ 67.92 \times 10^9 \text{ MN, o sea } \$1.65 \text{ m}^{-3} \text{ MN.} \end{aligned}$$

Ojo:

- El **ΔVev** disminuye al aplicar riego tecnificado.

- El 50% productivo menos los esquilmos es la “Huella hídrica”.

AGRICULTURA con agua subterránea (*grosso modo*):

Suponiendo:

1- Lo mismos supuestos, pero aquí no hay represas.

Entonces:

$$\begin{aligned} \$ &= 0.65(VRsb) + 0.68(VRsb) + 0.65(VRsb/2) = 1.33(20.76) + 0.65(10.38) \\ &= 27.61 \times 10^9 + 6.75 \times 10^9 = \$ 34.35 \times 10^9 \text{ MN, o sea } \$1.65 \text{ m}^{-3} \text{ MN.} \end{aligned}$$

Ojo:

- El ΔV_{ev} disminuye al aplicar riego tecnificado.
- El 50% productivo menos el rastrojo es la “Huella hídrica”.

Sin embargo:

- Se subestima la evapotranspiración (71% Nal. vs 95% zonas áridas),
Extracción = Evaporación + Infiltración(0) + Escurrimiento(0) – huella hídrica
- Su uso se intensifica recientemente en la historia (demotecnia),
- EL vapor **se incorpora** al ciclo hidrológico,
- Aumenta el potencial de lluvia en las zonas húmedas (> inundaciones),
- Por lo que su plusvalía (IMPACTO) ambiental es considerable.

¿PUEDE APLICARSE EN LA DEFINICIÓN DE LAS TARIFAS DEL AGUA?

CONDICIONES

- Independiente de la ley de la oferta y la demanda
para evitar la especulación en los costos (negocio)
Que garantice la asequibilidad y sea autorregulable
- el usuario puede definir sus inversiones para ir ahorrando**
 - Que se pague cada m³ de agua utilizado
- estimulando la instalación de hidrómetros y la hidrometría**
 - Que recupere los costos de inversión actual y marginal
unitarios y auditables, para transparentarlos
 - Que garantice un monto para financiar la investigación
científica y tecnológica sobre el bien

Asignación de Ingresos



Precio = COMA fed. + COMA mpal. + VIA + plusvalía ambiental

COMA federal => para pagar los costos de la administración federal

COMA municipal => para pagar los costos de la administración municipal

VIA => para pagar proyectos de investigación científica y tecnológica del agua

Plusvalía ambiental => para pagar obras y acciones para conservar la calidad y cantidad del agua

Multas y recargos => para transparentar la gestión del agua (difusión, auditorías)

Al César lo que es del César, al agua lo que es del agua.

GRACIAS



Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO
Image Landsat
Image IBCAO

Google earth

lat 53.412201° long -61.825685° alt. ojo 38100.66 km

Banderas y González-Villela

