



# LA GESTIÓN INTEGRADA DEL AGUA: DE LA PARCELA A LA CUENCA

**Dr. Carlos Díaz Delgado**

**Instituto Interamericano de Tecnología y Ciencias del Agua  
(IITCA-UAEMex)**



19 de septiembre de 2019  
Mazatlán, Sinaloa, México

# Objetivos de la conferencia:

- Describir el significado de GIRH y sus principios fundamentales.
- Comprender las principales razones para adoptar una Planeación Estratégica Participativa (PEP) con enfoque de GIRH.
- Entender de la importancia del agua como elemento articulador desde la parcela hasta la cuenca y viceversa.



# Contenido



1. ¿Qué es GIRH?



2. ¿Por qué GIRH?



3. Principios



4. Los usuarios (parcela ↔ cuenca)



5. El proceso/herramientas disponibles



6. Políticas



7. Desafíos

# 1. ¿Qué es GIRH?

El objetivo es la gestión y desarrollo sostenible de los recursos hídricos.

La gestión integrada significa que todos los diferentes usos de los recursos hídricos se consideran en conjunto.



La necesidad de considerar en conjunto los diferentes usos del agua



<https://www.ecoticias.com/>



Fuente: <https://www.lamudi.com.mx/>

“Es un proceso que promueve el desarrollo y manejo coordinados del agua, la tierra y otros recursos relacionados con el fin de maximizar el bienestar económico y social, de una manera equitativa sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales”

*(GWP -TAC, 2000).*



1. ¿Qué es GIRH?



2. ¿Por qué GIRH?



3. Principios



4. Los usuarios (parcela  cuenca)



5. El proceso/herramientas disponibles



6. Políticas



7. Desafíos

## 2. Por que GIRH?

El agua es vital para la supervivencia humana, salud y dignidad, así como un recurso fundamental para el desarrollo humano.

Sin embargo, este recurso se encuentra bajo creciente presión.



Fuente: <http://subaalternativa.com/>

- La **crisis del agua**, la ocurrencia de **eventos climáticos extremos** y la falla en la mitigación y adaptación al **cambio climático** son los principales riesgos del planeta (Martínez, Díaz y Moeller, 2019)
- Estos riesgos se retroalimentan entre sí, así que la probabilidad o presencia de alguno de ellos aumenta la de los otros dos.
- El crecimiento poblacional y económico, la urbanización, la variabilidad climática agravada por cambio climático global y el propio deterioro ambiental exacerban la presión sobre los recursos hídricos.
- La población mundial para 2050, será de 9550 millones de personas, es decir 3423 millones de habitantes más que al inicio del siglo.

- Para México serán 140 millones de habitantes en 2050, 40 millones más que al inicio del siglo XXI.
- A nivel mundial, la clase media representa el 20% de la población y ascenderá al 60% en 2030 con todos sus consumos hídricos y alimenticios asociados.
- La proporción de la población mundial que habita en zonas urbanas se incrementará, pasando de 46.6% (2000) a 66.4% (2050).
- En México, la proporción de la población urbana ya era muy alta en el año 2000, 74.7%, **77% para 2015** y continuará creciendo hasta alcanzar el **86.4% en 2050** (UN, 2011).

- Este incremento poblacional aumentará sustancialmente las necesidades hídricas, no sólo para consumo humano, sino también para la producción de alimentos (del 60 al 110% más para 2050), energía, servicios y usos industriales (Kharas, 2017).
- El alto rendimiento en la producción de cultivos de las últimas 3 décadas, donde la producción se duplicó, tuvo un alto costo energético y de degradación (en calidad) para la tierra y el agua.
- Los niveles del agua subterránea se abaten, los ríos y lagos reducen su volumen y los cultivos han alcanzado sus máximos rendimientos posibles por ha.

- En México, por su superficie destacan las cuencas de los ríos Bravo y Balsas y por su longitud los ríos Bravo y Usumacinta.
- En 2015 el 32.4% de las aguas superficiales fueron clasificadas como contaminadas (26.2%) o fuertemente contaminadas (5.8%) para el indicador de DQO (CONAGUA, 2016).
- La importación de volúmenes de agua en la frontera Sur rebasa los  $3.4 \times 10^4$  hm<sup>3</sup>/año y en la frontera Norte los 5900 hm<sup>3</sup>/año.
- Dadas las condiciones de aridez en el norte de México, este volumen de importación es crucial y estratégico para toda la frontera en aspectos sociales, ambientales y económicos

- El agua subterránea se utiliza principalmente para usos consuntivos y específicamente para el riego de cultivos hasta en más de la mitad de la superficie total irrigada del país (4 de 7.3 millones de ha) (Ojeda et al., 2019).
- Más de 71 millones de personas (55 millones Z. urbanas y 16 millones en Z. rurales) dependen del abastecimiento de agua subterránea (7320 hm<sup>3</sup> /año).
- Al menos el 50% de las instalaciones industriales auto abastecidas (directamente de la fuente) utilizan las aguas subterráneas en sus procesos (2070 hm<sup>3</sup> /año; CONAGUA, 2016).

- CONAGUA denota como “acuíferos sobreexplotados” aquéllos donde la explotación excede la recarga anual promedio, y es probable que produzcan efectos negativos reflejados como impactos ambientales.
- Estos impactos pueden ser: desecación de humedales; desaparición de manantiales; reducción del flujo de base en ríos; hundimiento de suelos y deterioro de la calidad del agua subterránea, un incremento en consumo energético para su extracción, pudiéndose presentar estas consecuencias aisladas o de forma simultánea.
- Además, suelen surgir conflictos sociales y económicos debido a la competencia por el agua.
- México cuenta con 653 acuíferos y el número de sobreexplotados ha aumentado de **32 (1975)** a 36 (1981), 80 (1985), 97 (2001), 101 (2008) y **105 para 2015** (CONAGUA, 2016).

- Los acuíferos sobreexplotados están en el centro, norte y noroeste del país, región que posee únicamente el 31% del total de agua disponible del país, pero concentra el 77% de la población total.
- El excesivo bombeo de agua subterránea genera un acelerado proceso de abatimiento de acuíferos lo que ha ocasionado un grado de presión en 8 de 13 RHA (7 Alto (64.4 Millones hab), 1 Muy Alto (23.19 millones hab.))
- Se requiere mayor energía por abatimiento de niveles freáticos. (i.e. acuífero del Valle de Toluca (AVT) el cual ha incrementado el costo de extracción por cada m<sup>3</sup> de agua más de 239% de 1968 al 2006).
- Esta energía adicional representa un costo complementario anual de 3 millones de dólares para el AVT (Fonseca et al., 2013).

### Agua renovable per cápita, 2017

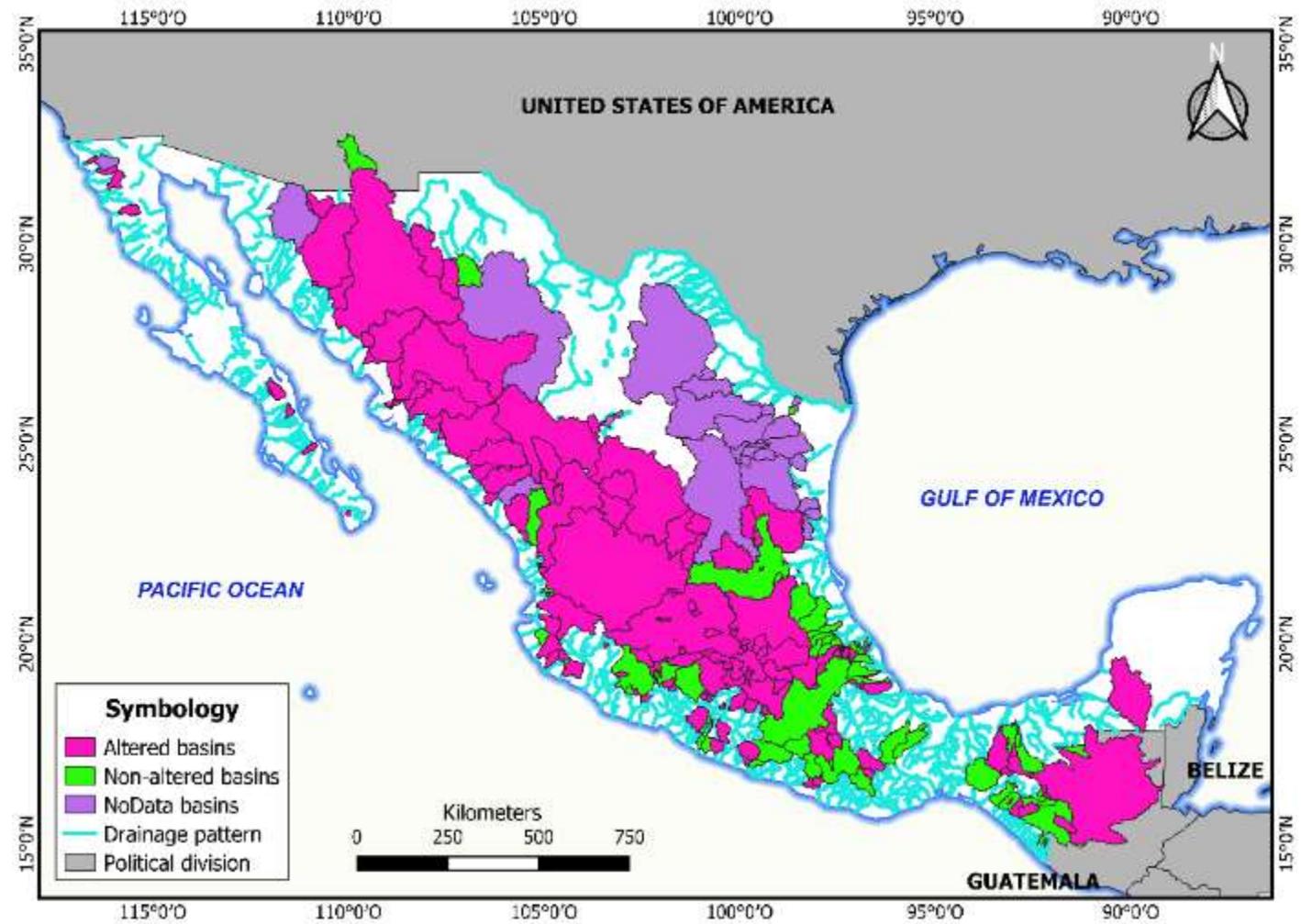


Fuente: Elaborado con base en CONAPO (2012), INEGI (2016j), CONAGUA (2017b).

# Alteración hidrológica por índices IAHRIS para cuencas mexicanas con aforos. (agua superficial)

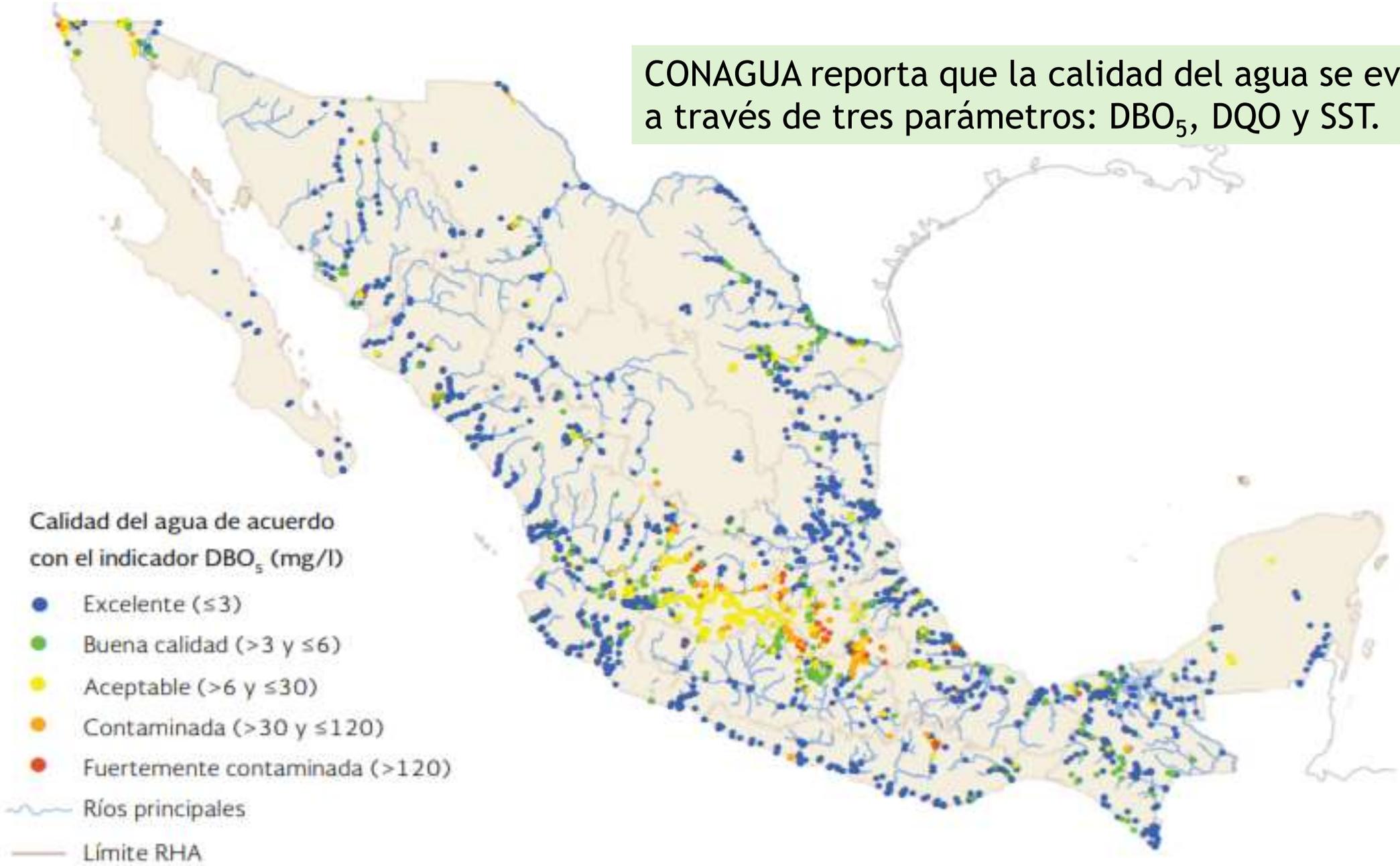
## Cuencas

- verdes: estado no alterado
- rosadas: estado alterado,
- púrpuras: insuficiente información hidrométrica



(Arévalo et al., en evaluación 2019)

CONAGUA reporta que la calidad del agua se evalúa a través de tres parámetros: DBO<sub>5</sub>, DQO y SST.



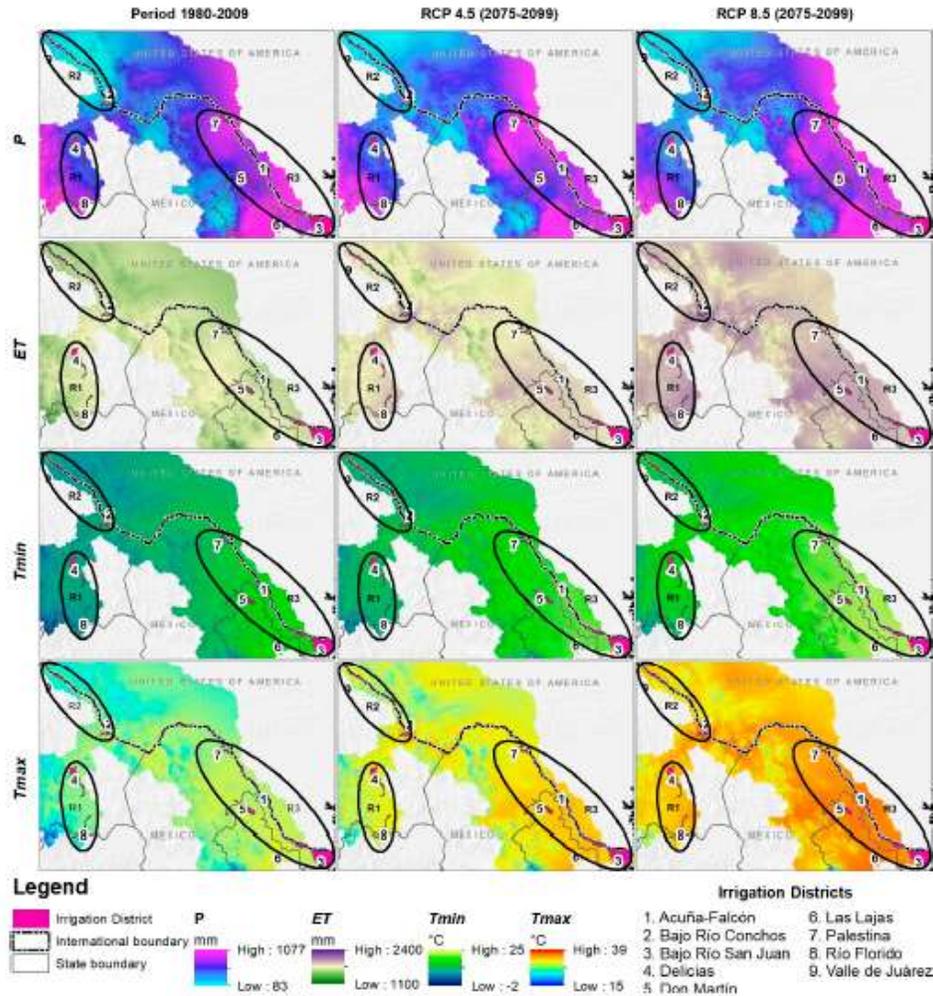
Los indicadores usados en México sólo dan una idea cualitativa, y optimista, de la calidad del agua, y ello sin considerar la insuficiente frecuencia del monitoreo.



Se trata sólo el 52% de aguas residuales, asumiendo que el tratamiento sea el adecuado y se cumpla con la normatividad vigente para descarga.  
En relación con las **aguas residuales industriales o agrícolas, la cobertura es aún menor.**

- En realidad, el porcentaje de aguas residuales que reciben contaminación grave (bajo nivel de tratamiento exigido) (Martínez, Díaz, 2019)
- Consecuentemente, mientras mayor sea la demanda de agua, la generación de aguas residuales será cada vez mayor.

# Impactos potenciales del cambio climático en los distritos de riego de la cuenca del río Bravo

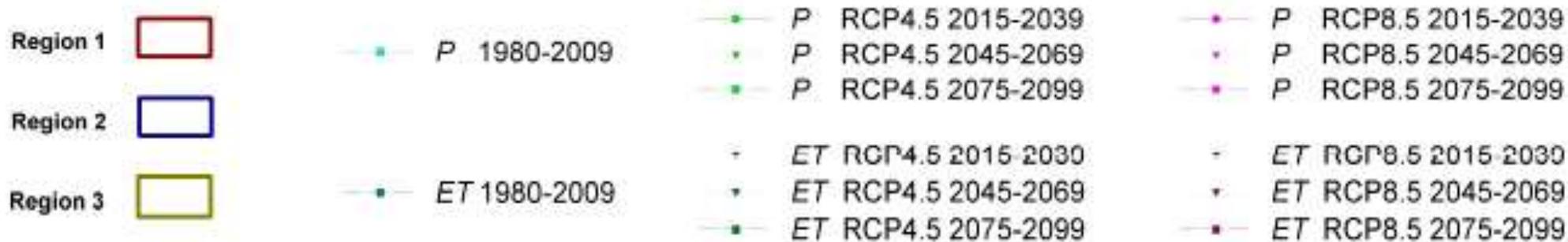
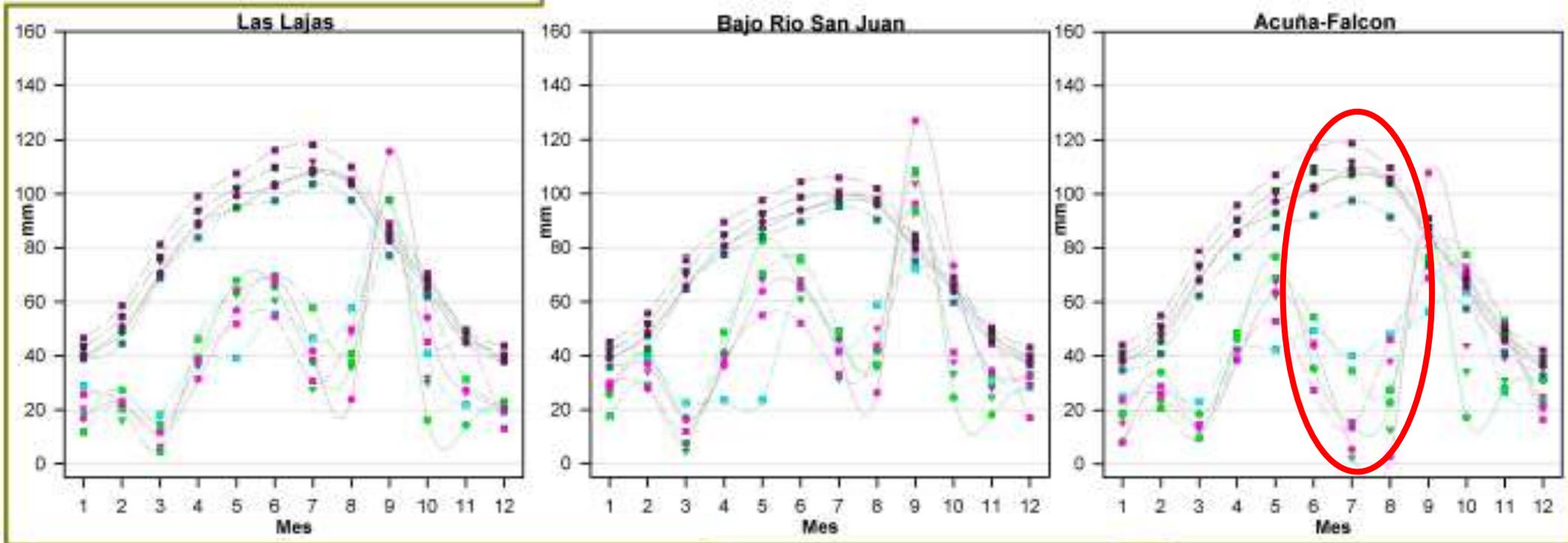


	Region	P (mm/decade)	ET (mm/decade)	Tmin (°C/decade)	Tmax (°C/decade)	CWR (hm <sup>3</sup> )	VWRS (hm <sup>3</sup> )
1980-2009	1	7.10	175	-0.02	0.02	317.83	706.29
	2	0.23	2.51	0.03	0.04	66.21	147.14
	3	-0.92	-0.97	-0.02	-0.02	119.11	264.68
RCP4.5	1	3.4	18.25	0.29	0.37	345.70 (8.8%)*	768.21
	2	5.9	27.43	0.28	0.49	76.63 (15.7%)*	170.30
	3	6.09	18.17	0.33	0.39	129.53 (8.7%)*	287.84
RCP8.5	1	-5.93	33.39	0.60	0.69	373.60 (17.5%)*	830.23
	2	-0.08	41.93	0.59	0.80	82.03 (23.9%)*	182.30
	3	-0.22	29.71	0.60	0.67	137.25 (15.2%)*	304.99

\* Percentage with respect to the baseline period.

Valores actuales y cambios esperados en los requerimientos hídricos en los DR.  
 CWR (requerimientos hídricos del cultivo)  
 VWRS (volumen de agua requerido en la fuente)  
 RCP: Trayectoria de concentración representativa con forzamiento de radiación en W/m<sup>2</sup>

Cambios espaciales de precipitación anual promedio (P), evapotranspiración (ET), Temperatura mínima (Tmin) y temperatura máxima (Tmax) para el **escenario base 1980-2009** y para el **Período 2075-2099** bajo los escenarios de cambio climático **RCP4.5 y RCP8.5** en la cuenca del río Bravo.



**Figure 6.** Monthly changes across the ID regions in average precipitation (*P*) and evapotranspiration (*ET*) for 1980–2009 in comparison to the RCP4.5 and RCP8.5 climate change scenarios projected for 2015–2039, 2045–2069, and 2075–2099 in the Rio Bravo Basin.

## Crisis de gobernabilidad del agua.

Los enfoques sectoriales de gestión de recursos hídricos han dominado en el pasado y aún siguen vigentes.

Esto conduce a:

- ⊕ un desarrollo fragmentado y no coordinado de la gestión de los recursos.
- ⊕ Aumento de la competencia por el recurso.
- ⊕ Este aumento se ve agravado por un gobierno ineficiente.



## Las disparidades de genero.

La gestión del agua es dominada por hombres. Aunque los números están empezando a crecer, la representación de las mujeres en las instituciones del agua sigue siendo muy bajo.



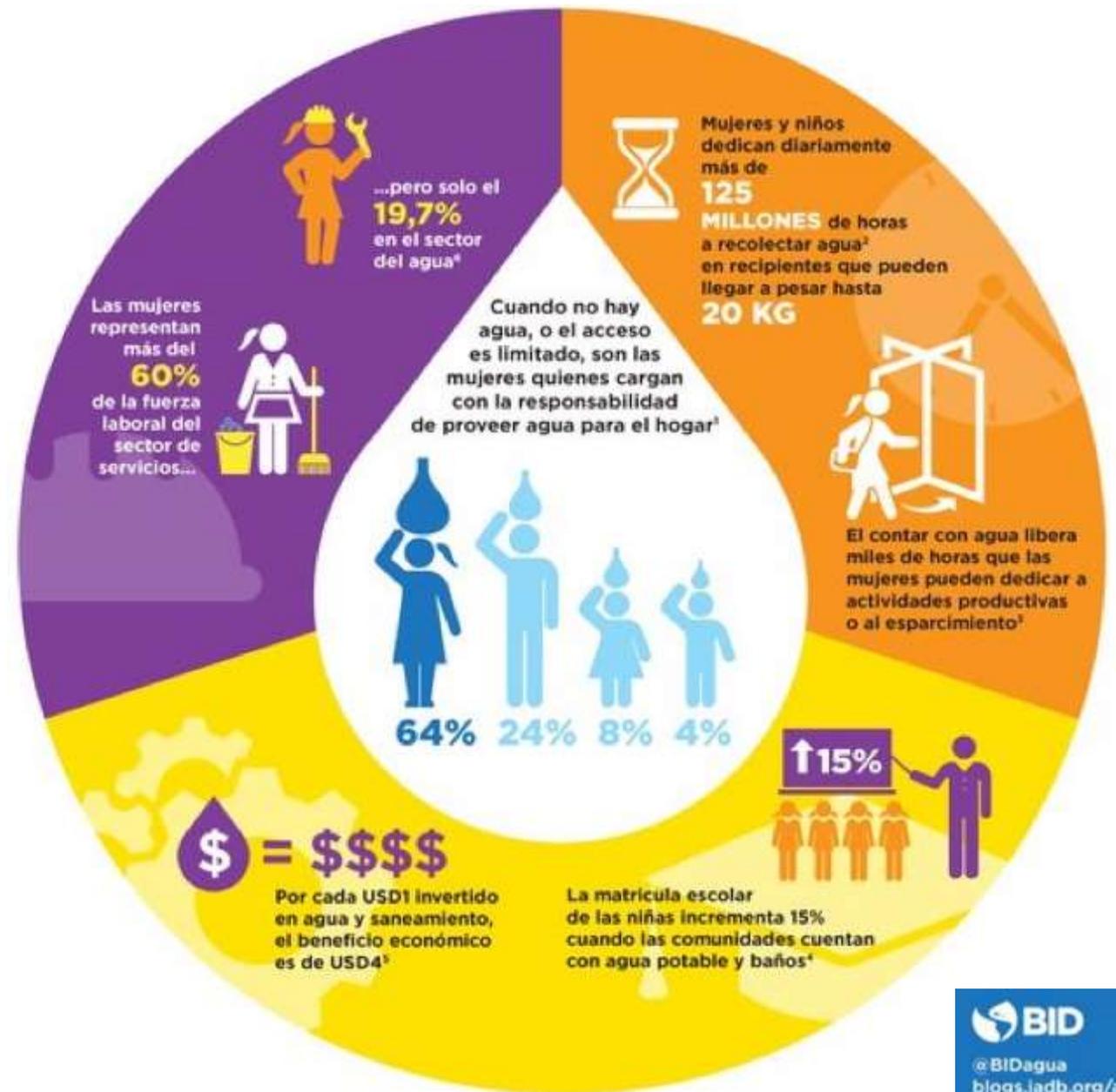
Nuestro país se posicionó en el lugar 50 de los 149 países analizados, un lugar por encima de Estados Unidos. México subió varios sitios en el ranking de 2018, después de haber cerrado en 72% su brecha de género.

## ¿Quién decide?

Las decisiones sobre tecnologías del agua en abastecimiento y saneamiento, la ubicación de puntos de agua, sistemas de operación y mantenimiento son efectuadas en su mayoría por hombres.



Fuente: <https://www.expoknews.com/>





1. ¿Qué es GIRH?



2. ¿Por qué GIRH??



3. Principios de la GIRH



4. Los usuarios (parcela  cuenca)



5. El proceso/herramientas disponibles



6. Políticas



7. Desafíos

# 3. Principios de la GIRH

Los principios de Dublín han sido la base para gran parte de la reforma del sector del agua.



El agua dulce es un recurso finito y vulnerable, esencial para mantener la vida, desarrollo y ambiente.



El desarrollo y manejo del agua debe estar basado en un enfoque participativo, involucrando usuarios, planeadores y formuladores de políticas en todos los niveles.



Las mujeres juegan un papel central en la provisión, manejo y protección del agua.



El agua tiene un valor económico y debe ser reconocida como un bien económico al servicio del hombre pero con una alta responsabilidad social.



# OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE





## Agua segura para la gente.

Una quinta parte de la población mundial no tiene acceso al agua potable y la mitad de la población no tiene acceso a servicios adecuados de saneamiento.



## Asegurar el agua para la producción de alimentos.

En los próximos 25 años se requerirá comida para alimentar alrededor de 2-3 billones de habitantes mas.



## La protección de los ecosistemas es vital.

Los ecosistemas acuáticos dependen de los flujos de agua, de su variabilidad estacional y de una calidad adecuada.



1. ¿Qué es GIRH?



2. ¿Por qué GIRH??



3. Principios



4. Los usuarios (parcela ↔ cuenca)



5. El proceso/herramientas disponibles

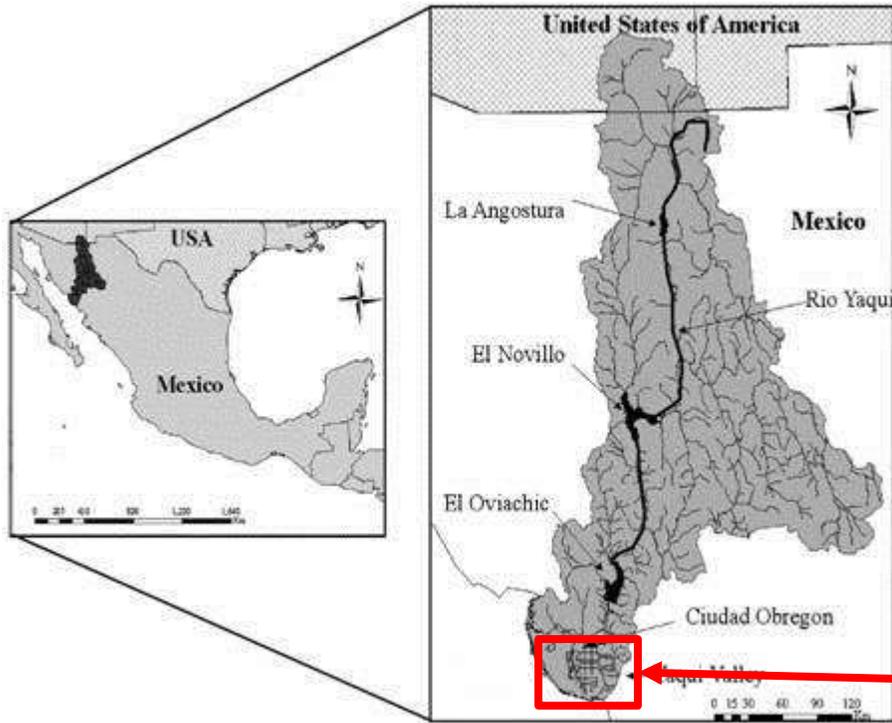


6. Políticas



7. Desafíos

# De la Cuenca a la Parcela y de ésta a la Cuenca



# 4. Los usuarios del agua

Agricultura.  
Abastecimiento de agua y  
aguas residuales.  
La Minería y la  
Industria.  
Ambiente.  
Pesca.  
Turismo.  
Energía.  
Transporte.



## USOS AGRUPADOS CONSUNTIVOS



76.0%  
Agrícola



4.7%  
Energía eléctrica  
excluyendo hidroelectricidad



14.4%  
Abastecimiento  
público



4.9%  
Industria  
autoabastecida

- 🔍 En México existen 86 DR, con una superficie total de 3.28 millones de ha, y alrededor de 50735 Unidades de Riego con una superficie de 4 millones de ha, parte de las cuales se siembran en dobles ciclos de cultivo (Ojeda et al., 2019).
- 🔍 Por razones diversas, entre ellas la escasez de agua, raramente se siembra y cosecha la superficie total de hectáreas.
- 🔍 La eficiencia del uso del agua de riego en los distritos de riego de México es precaria.
- 🔍 La eficiencia media en canales es de 64.7%, la conducción inter-parcelaria de 75% y la de aplicación en parcela del 70%, lo que conduce a una eficiencia global de apenas **34.9%** (Peña-Peña, 2007).
- 🔍 Mejorar la eficiencia de riego es una de las mayores áreas de oportunidad para incrementar la seguridad hídrica y resiliencia ante cambio climático.



- 🔍 La cobertura nacional de agua potable para 2010 fue 95.59% en zonas urbanas y 75.69% en zonas rurales, para un promedio nacional de 90.94%. (CONAGUA)
- 🔍 Sin embargo, la cobertura es muy heterogénea entre los municipios de México, siendo aquellos municipios con mayor pobreza donde la cobertura es inferior a 60% (grandes superficies de los estados de Chiapas, Tabasco, Campeche, Veracruz, Oaxaca y Guerrero).
- 🔍 El % global de cobertura parece satisfactorio, pero la calidad del servicio deja mucho que desear. En la declaración final de misión del Relator Especial sobre los Derechos Humanos al Agua y el Saneamiento, se señala que:

*Funcionarios a menudo me reportaron estadísticas de que 94% de la población mexicana tiene acceso al agua potable y 93% al saneamiento. Sin embargo, es importante subrayar que dichas cifras, si bien son impresionantes, sólo reflejan la existencia de alguna forma de infraestructura y definitivamente no se traducen en acceso real al agua y al saneamiento, que es dramáticamente inferior (Heller, 2017).*

 Con respecto a la seguridad alimentaria, México se encuentra entre los principales importadores a nivel mundial de cárnicos y cereales, destacándose la importación de maíz (Tanigushi et al., 2017).

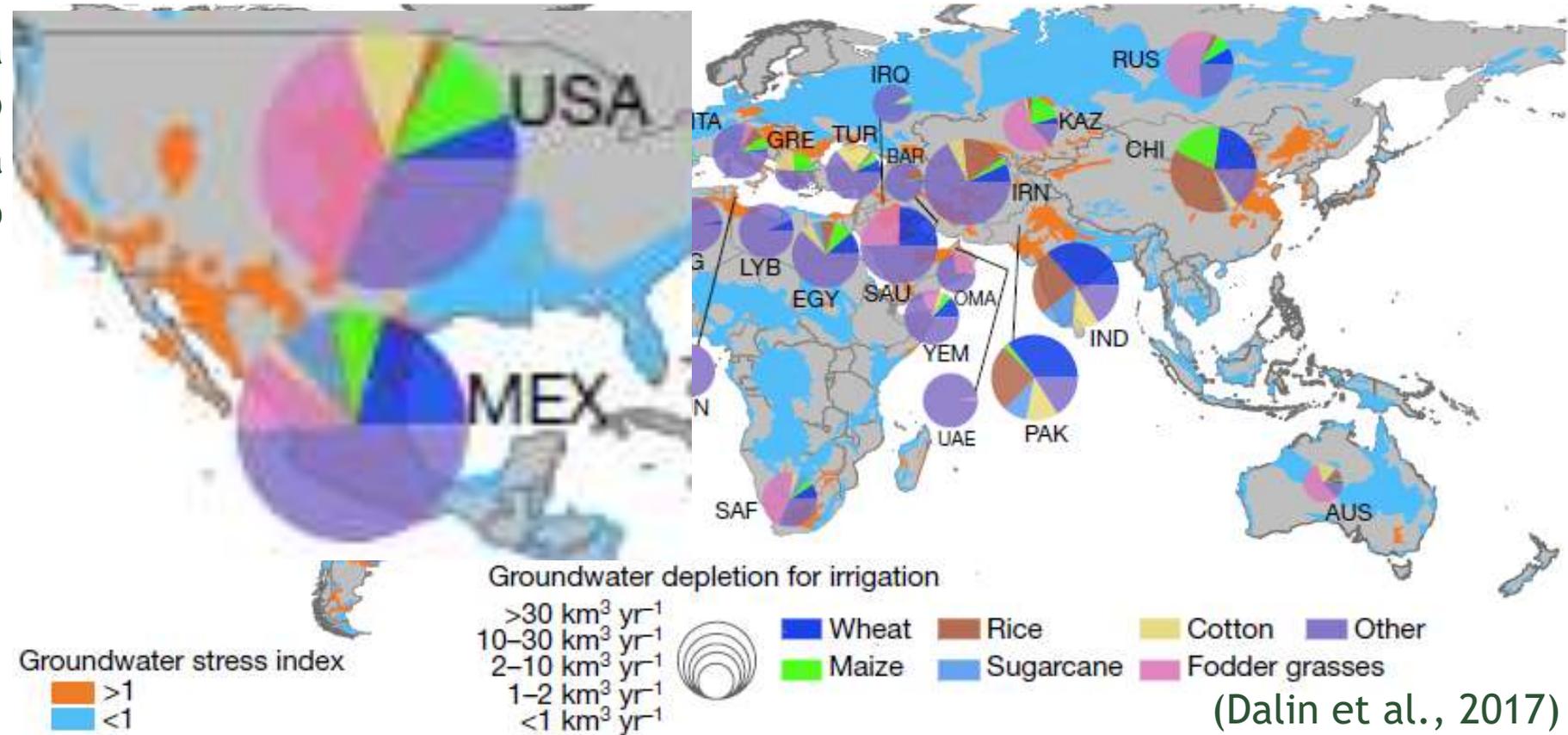
 En contraparte, México sobresale a nivel mundial por su nivel de exportación de vegetales y frutos.

 La economía del país ha dejado de depender mayoritariamente de la exportación de petróleo y se soporta significativamente de la exportación de productos agrícolas y del turismo.

 En otras palabras, ha dejado de exportar petróleo y **ahora exporta agua, suelo y energía virtuales** a través de sus productos agrícolas, industriales o de servicios.

 Pero ello incrementa la vulnerabilidad de regiones donde el agua subterránea es la principal fuente para la generación de productos de autoconsumo y exportación, a niveles que rebasan en muchos casos su potencial de sustentabilidad.

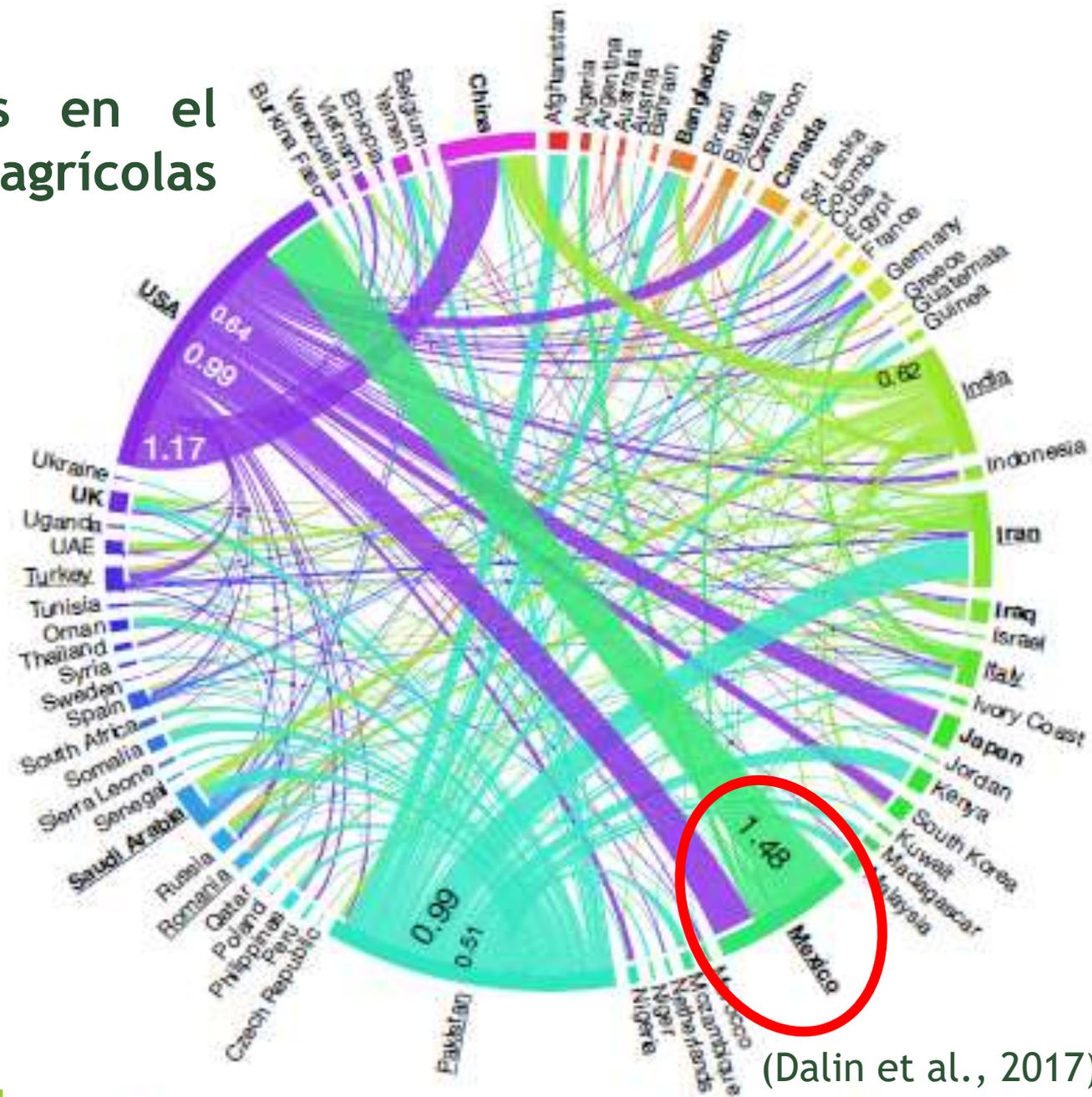
Contribución específica de la agricultura de riego al abatimiento del agua subterránea en el mundo para 2010.



- Los gráficos muestran fracciones de agua subterránea abatida por riego (GWD) de los principales cultivos por país y sus tamaños indican el volumen total de GWD.
- El mapa de fondo muestra para los principales acuíferos, el índice de estrés hídrico para agua subterránea (sobreexplotado cuando el índice es > 1).
- Algunos países tienen acuíferos sobreexplotados pero no se muestran porque el uso del agua subterránea no está relacionado principalmente con la irrigación.

# Abatimiento de aguas subterráneas en el comercio internacional de productos agrícolas (2010).

- Volúmenes en km<sup>3</sup>/año.
- Los 10 principales importadores se muestran en **negrita**
- Los 10 principales exportadores están subrayados.
- Los colores de la cinta indican el país de exportación.



(Dalin et al., 2017)

-  Con información al 2010, Dalin et al. (2017) señalan que México extrae un aproximadamente un tercio del total de agua subterránea dedicada a la irrigación que genera abatimiento (11100 hm<sup>3</sup>/año).
-  De esta producción agrícola, irrigada con agua subterránea no renovable, exporta el 23% y su complemento (77%) es dedicado al consumo nacional.
-  Estados Unidos, Pakistán, Italia y México aparentemente se ven beneficiados por el ingreso de divisas al exportar productos agrícolas,
-  Pero esto no es viable en el mediano-largo plazo dado que dicha producción se ha generado a costo de una explotación insostenible de sus acuíferos y generando un pasivo ambiental varias veces superior a los ingresos obtenidos.

 Los países importadores (o regiones al interior del país), que aparentemente hacen ahorros de volúmenes hídricos, estarán también **expuestos a riesgos de sustentabilidad en su seguridad alimentaria y son corresponsables del deterioro ambiental** y reducción de disponibilidad de agua y la seguridad hídrica de su socio comercial correspondiente.

 En México, el 87% del total de Unidades de Riego (que representa el 65% de superficie de las UR) se abastece de agua subterránea



1. ¿Qué es GIRH?



2. ¿Por qué GIRH??



3. Principios



4. Los usuarios (parcela  cuenca)



5. El proceso/herramientas disponibles



6. Políticas



7. Desafíos

# 5. El proceso: Implementación de la GIRH

Los problemas de agua se encuentran cada vez más interrelacionados social, económica, ambiental, legal y políticamente a nivel local y nacional.



En la actualidad, muchos de los problemas de gestión del agua se han vuelto muy complejos e interconectados para ser manejado por una sola institución, independientemente de la capacidad de gestión, el apoyo político y de los recursos presupuestarios que le han sido asignados.



## Negociar diferencias.



Todo esto implica un cambio, lo cual genera amenazas así como oportunidades en la estabilidad del sistema cuenca.



La GIRH requiere del desarrollo de plataformas que permitan a las partes interesadas (muy diferentes y frecuentemente con aparentes diferencias irreconciliables) de algún modo trabajar juntos.

RED INTERINSTITUCIONAL E INTERDISCIPLINARIA DE INVESTIGACIÓN,  
CONSULTA Y COORDINACIÓN CIENTÍFICA PARA LA RECUPERACIÓN  
DE LA CUENCA LERMA-CHAPALA-SANTIAGO

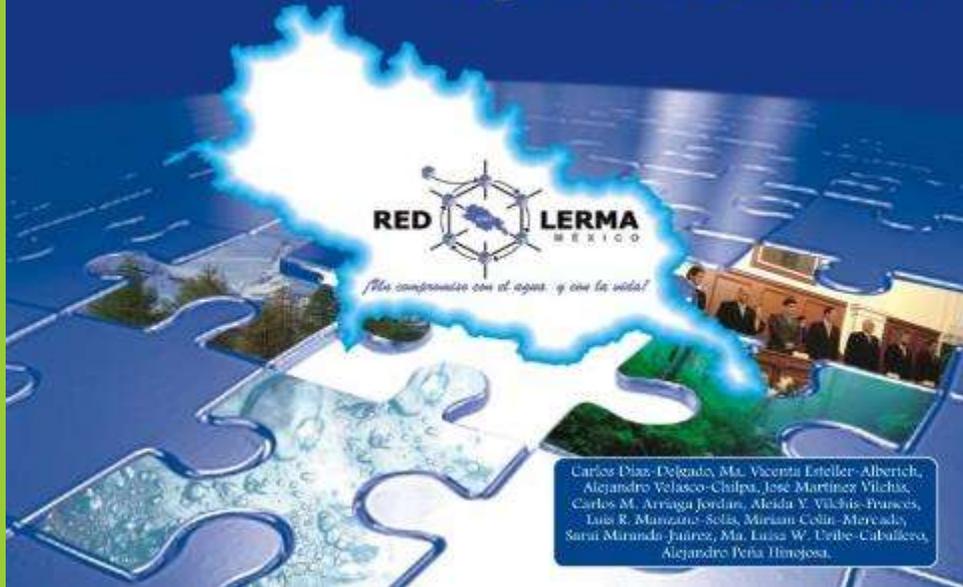


*¡No comprometamos con el agua, y con la vida!*



GUÍA DE PLANEACIÓN ESTRATÉGICA PARTICIPATIVA  
PARA LA GESTIÓN INTEGRADA DE  
LOS RECURSOS HÍDRICOS DE  
LA CUENCA LERMA-CHAPALA-SANTIAGO

Capítulo Estado de México

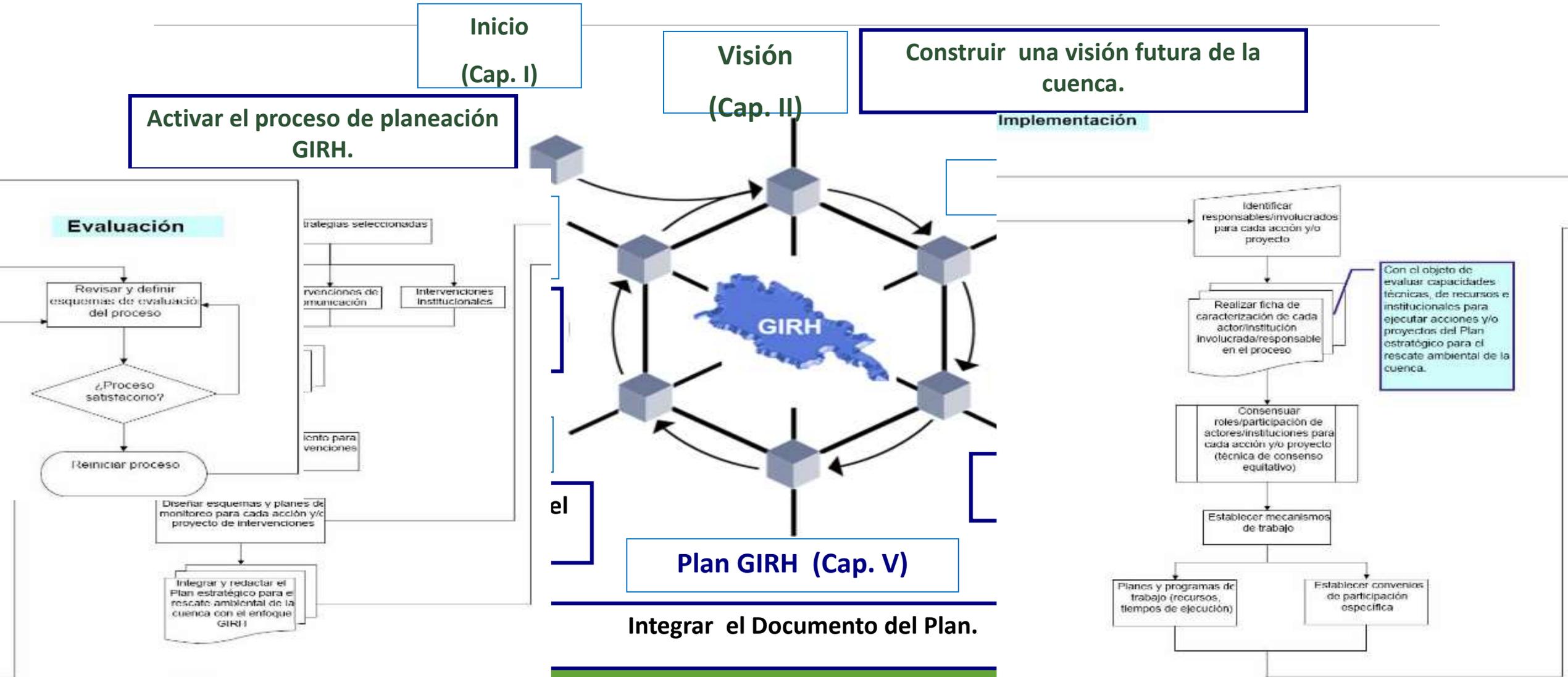


Carlos Díaz-Dejados, Msc. Vicenta Esteller-Albertich,  
Alejandro Velasco-Chilpa, José Martínez-Vilchis,  
Carlos M. Arráiga Jordán, Aleida Y. Vilchis-Francis,  
Luis R. Manzano-Solís, Miriam Collin-Mercader,  
Susai Miranda-Juárez, Msc. Luisa W. Uribe-Caballero,  
Alejandro Peña-Hinojosa.

## Guía GIRH - Red Lerma

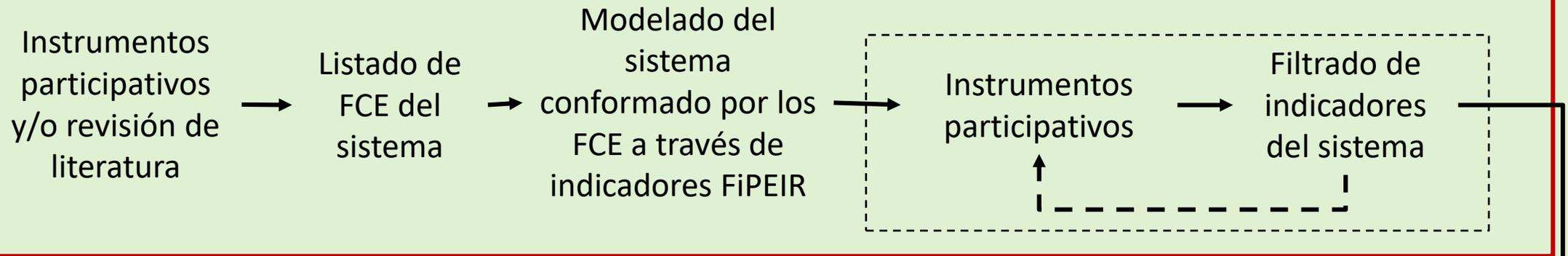
- ✓ Herramienta práctica y de consulta.
- ✓ Apoyo metodológico para la construcción y desarrollo de un proceso de planeación estratégica.
- ✓ Con enfoque GIRH.
- ✓ Centrada en la recuperación y desarrollo sostenible de la cuenca.
- ✓ En el marco de una red regional vinculada al interior de la cuenca con redes locales (parcelas).

# Estructura de la PEP\_GIRH

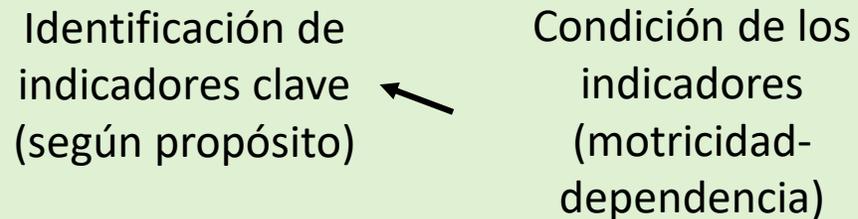


# ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL SISTEMA

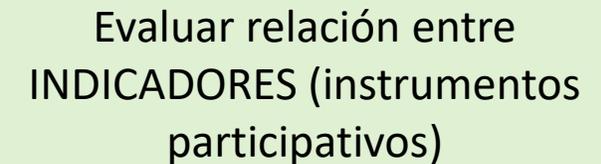
## INVENTARIAR Factores Críticos de Éxito para la cuenca



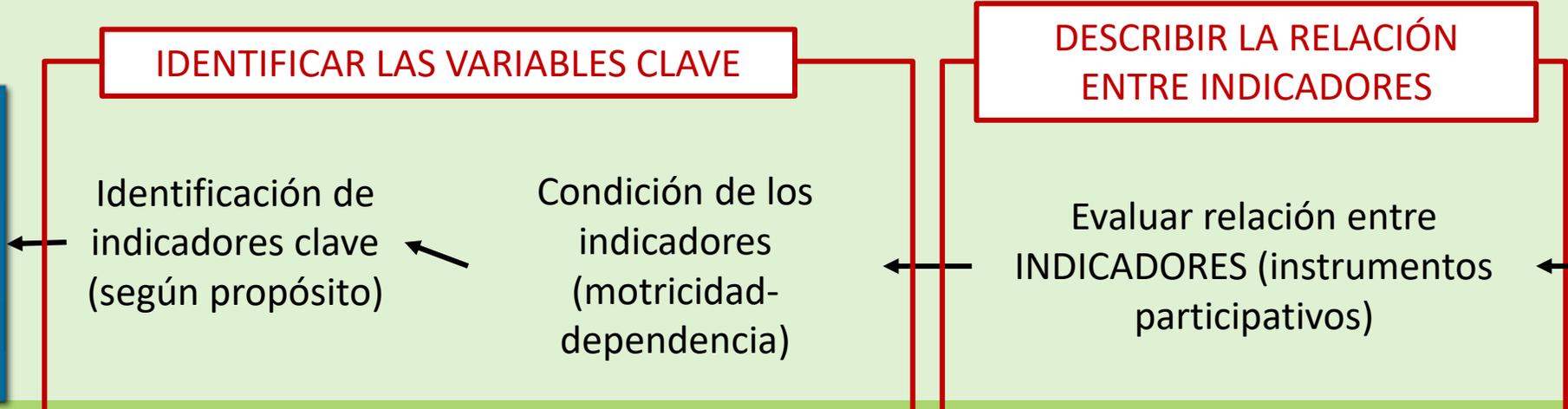
## IDENTIFICAR LAS VARIABLES CLAVE



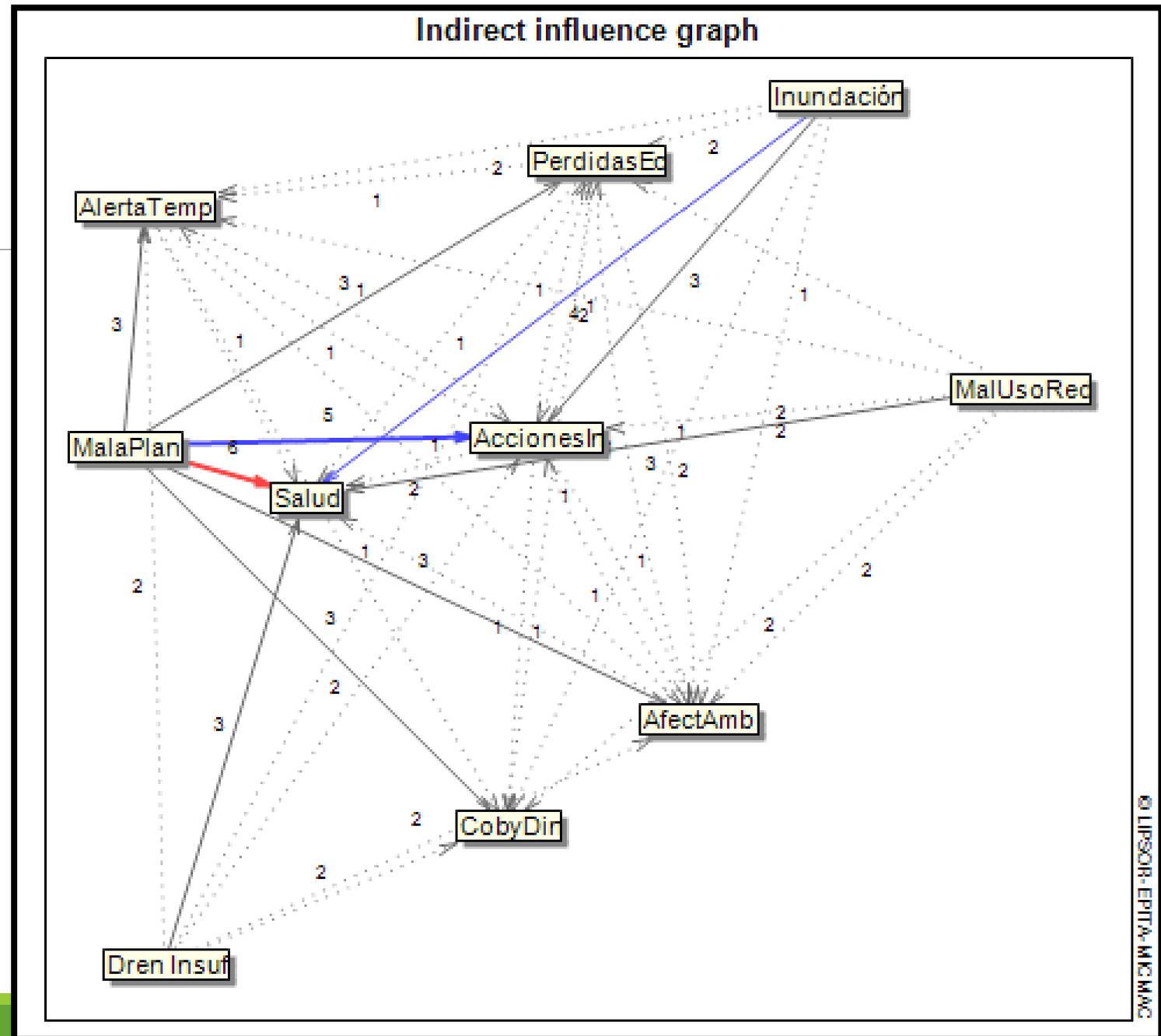
## DESCRIBIR LA RELACIÓN ENTRE INDICADORES



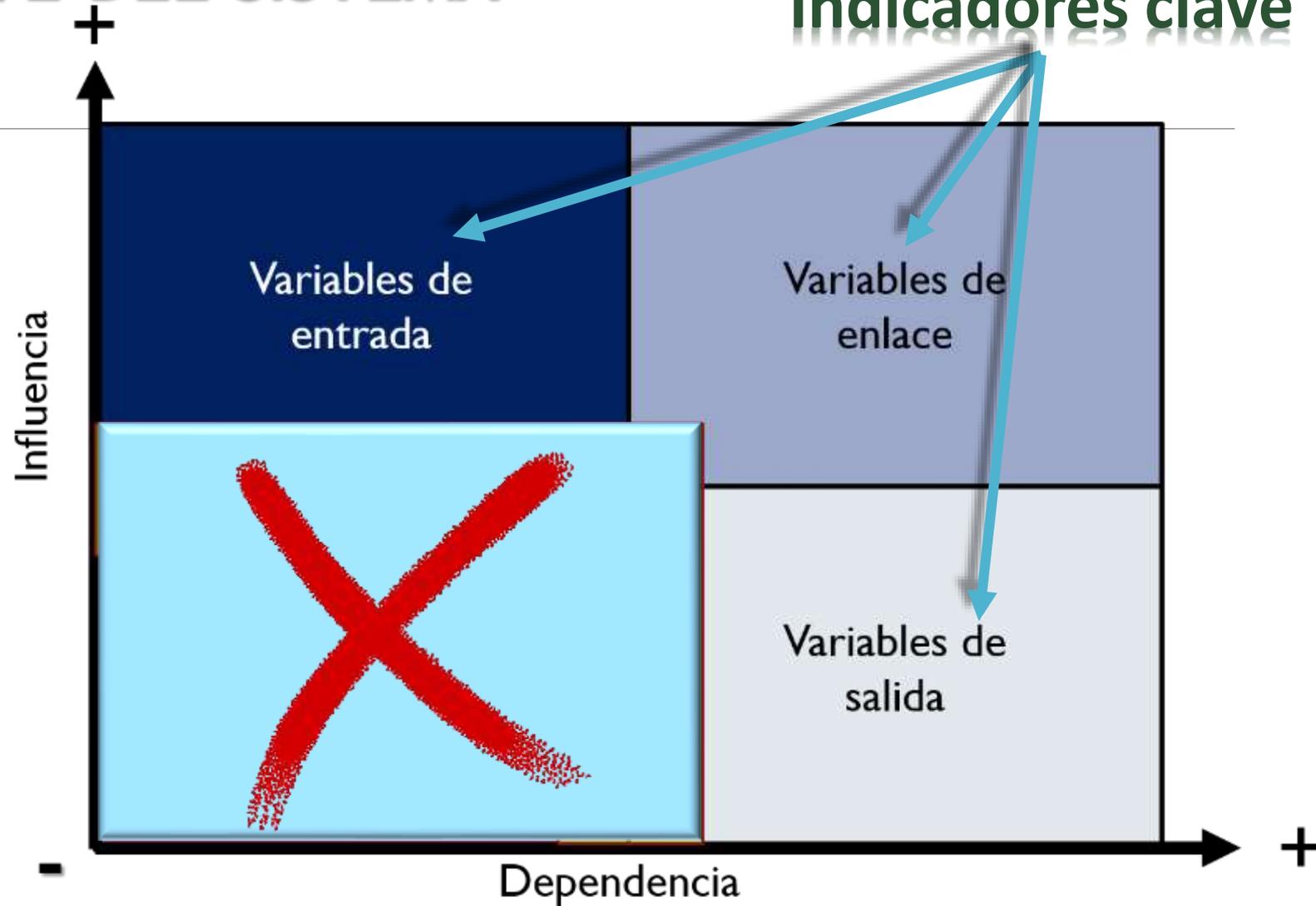
**Análisis de actuación sobre los indicadores (estrategias/programas/proyectos/acciones/inversiones/responsables)**



# ESTRUCTURA DEL SISTEMA



# INDICADORES CLAVE DEL SISTEMA





# MoSoPEP-GIRH & CMI

Módulo de Soporte a la Planeación Estratégica Participativa,  
Gestión Integrada de Recursos Hídricos y Cuadro de mando Integral

Versión 1.0, 2017

Iniciar

Acerca de MoSoPEP\_GIRH\_CMI

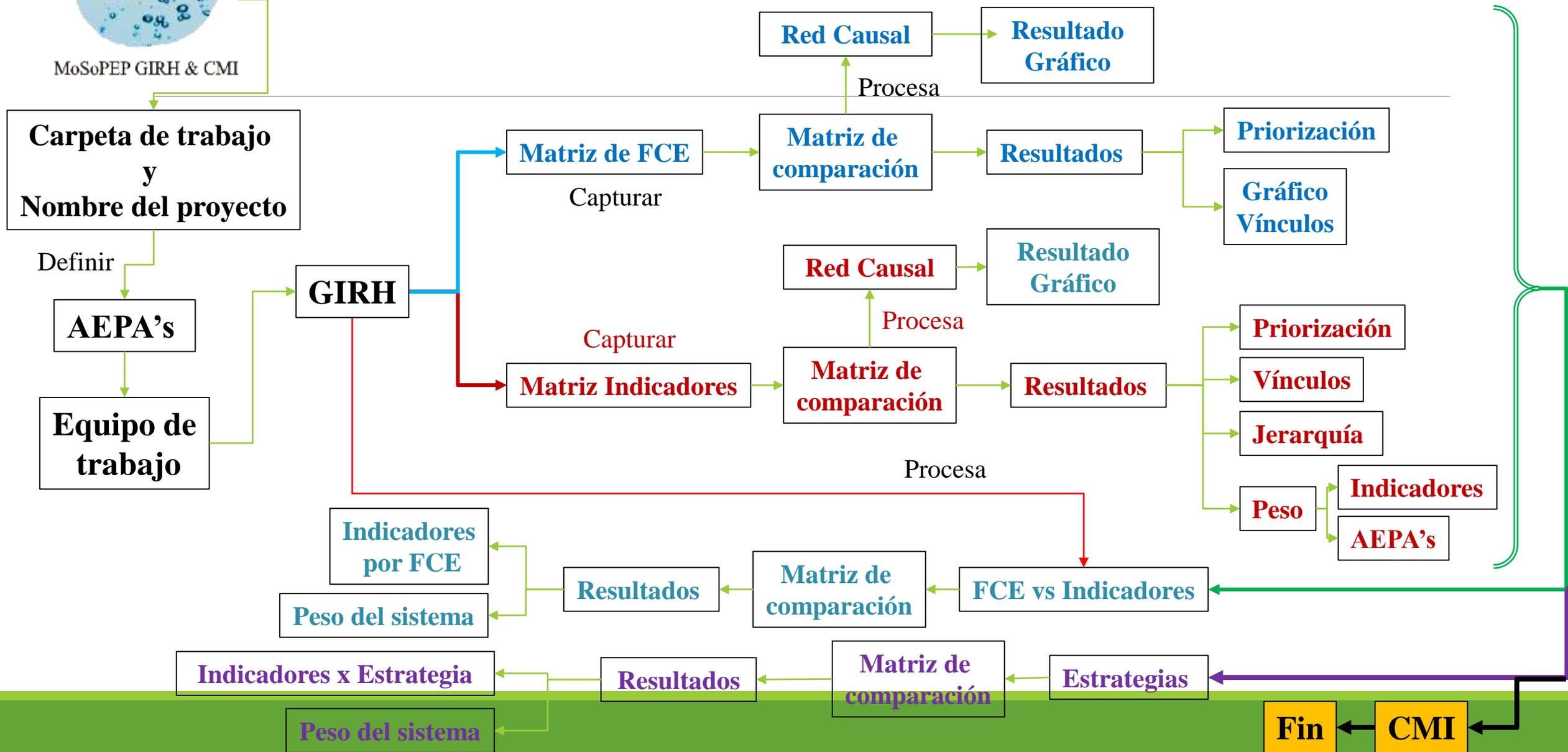
Francisco Zepeda Mondragón, Humberto Salinas Tapia, Carlos Díaz Delgado y Miguel Ángel Gómez Albores

Inicio



MoSoPEP GIRH & CMI

# Procedimiento de uso del software MoSoPEP-GIRH & CMI. (Módulo de Soporte a la Planeación Estratégica Participativa)





1. ¿Qué es GIRH?



2. ¿Por qué GIRH??



3. Principios



4. Los usuarios (parcela  cuenca)



5. El proceso/herramientas disponibles



6. Políticas y marco legal



7. Desafíos

## 6. Políticas y marco legal

Un plan general.

Se necesita un plan general, que incluya:

- Una nueva política del agua.
- Legislar con conocimiento hidrológico.
- Ley de reforma de agua e instituciones.
- Tomar decisiones difíciles.



La legislación del agua convierte políticas en leyes y deberá:

- Fortalecer los marcos normativos (políticas, leyes, reglamentos, lineamientos, normas, etc.).
- Fortalecer los marcos de planificación (particularmente a nivel de cuenca).
- Fortalecer el desarrollo de capacidades (principalmente en los tomadores de decisiones, gerentes y técnicos).
- Concientizar los altos niveles de decisión política (Proveer estatus legal para instituciones de gobierno de manejo del agua).



1. ¿Qué es GIRH?



2. ¿Por qué GIRH??



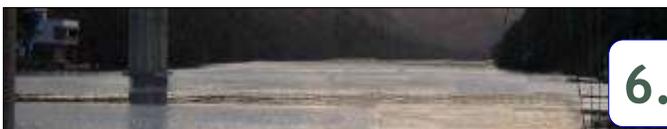
3. Principios



4. Los usuarios (parcela  cuenca)



5. El proceso/herramientas disponibles



6. Políticas



7. Desafíos

# 7. Algunos de los principales desafíos

- Establecer planes de gestión con PEP-GIRH por cuenca.
- Fortalecer las capacidades institucionales, estrategias y políticas.
- Protección de fuentes de agua, recarga y preservación de acuíferos.
- Derechos de agua fluctuantes por variabilidad climática y Cambio Climático.
- Optimización del agua, uso eficiente, mejora de la productividad.
- Modernización de los sistemas de riego a pequeña escala.
- Medición hidrométrica y monitoreo hidrológico (producir con Ciencia y Tecnología)
- Repensar e incrementar los apoyos al campo, pero eliminar subsidios que no favorecen la preservación y eficiencia del agua, suelo y energía.

# Conclusión

La GIRH es un proceso continuo que involucra llegar a acuerdos y soluciones entre diversos actores (con intereses distintos) de forma que se garanticen: los usos del agua, abastecer a los usuarios, las fuentes de agua, la calidad y cantidad del recurso, agua para el ambiente y todo lo anterior en un marco legal justo y con equidad de género.

Lo que ocurra , o no, al interior de la parcela afectará a todos los componentes y actores de la cuenca, el país, el planeta y viceversa.



# Gracias

