



Quinto Congreso Nacional de Riego y Drenaje COMEII-AURPAES 2019

Septiembre 2019 | Mazatlán, Sinaloa



Universidad Autónoma
CHAPINGO
Enseñar la explotación de la tierra, no la del hombre

EL RETO DE MODELAR Y REVIVIR UN RIO: RIO MAGDALENA

ABRAHAM ROJANO, WALDO OJEDA

Fecha de presentación **19/septiembre/2019**
Mazatlán, Sinaloa, México



SINALOA
GOBIERNO DEL ESTADO



CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA



AURPAES, S.C.
Asociación Estatal de Asociaciones de Usuarios de Riego
Productores Agrícolas del Estado de Sinaloa S.C.



SADER
SECRETARÍA DE AGRICULTURA
Y DESARROLLO RURAL



SINALOA
SECRETARÍA DE
AGRICULTURA
Y GANADERÍA

AMERD
ASOCIACIÓN MEXICANA DE EMPRESAS DE RIEGO Y DRENAJE A.C.



IMTA
INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA
DEL AGUA

inifap
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias



ANUR
ASOCIACIÓN NACIONAL DE
USUARIOS DE RIEGO, A.C.



UNIVERSIDAD
DE LOS MOCHIS





Contenido

Introducción

Modelar un río

- Aspectos físicos
- Aspectos químicos
- Aspectos biológicos

Materiales y métodos

- Rio Magdalena
- Modelo de Streeter Phelps
- Modelo general

Conclusiones



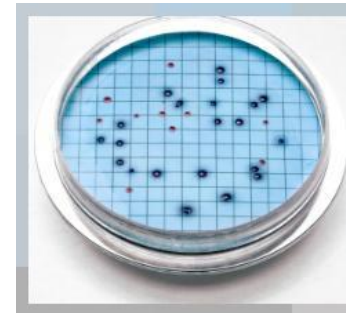
Modelar un río para que sobreviva tiene varios desafíos dependiendo de los componentes que se analicen

Para diferentes usos

- De acuerdo al uso
 - De consumo humano
 - Agrícola
 - Industrial



- De acuerdo con ciertas características
 - Físicas
 - Químicas
 - Biológicos



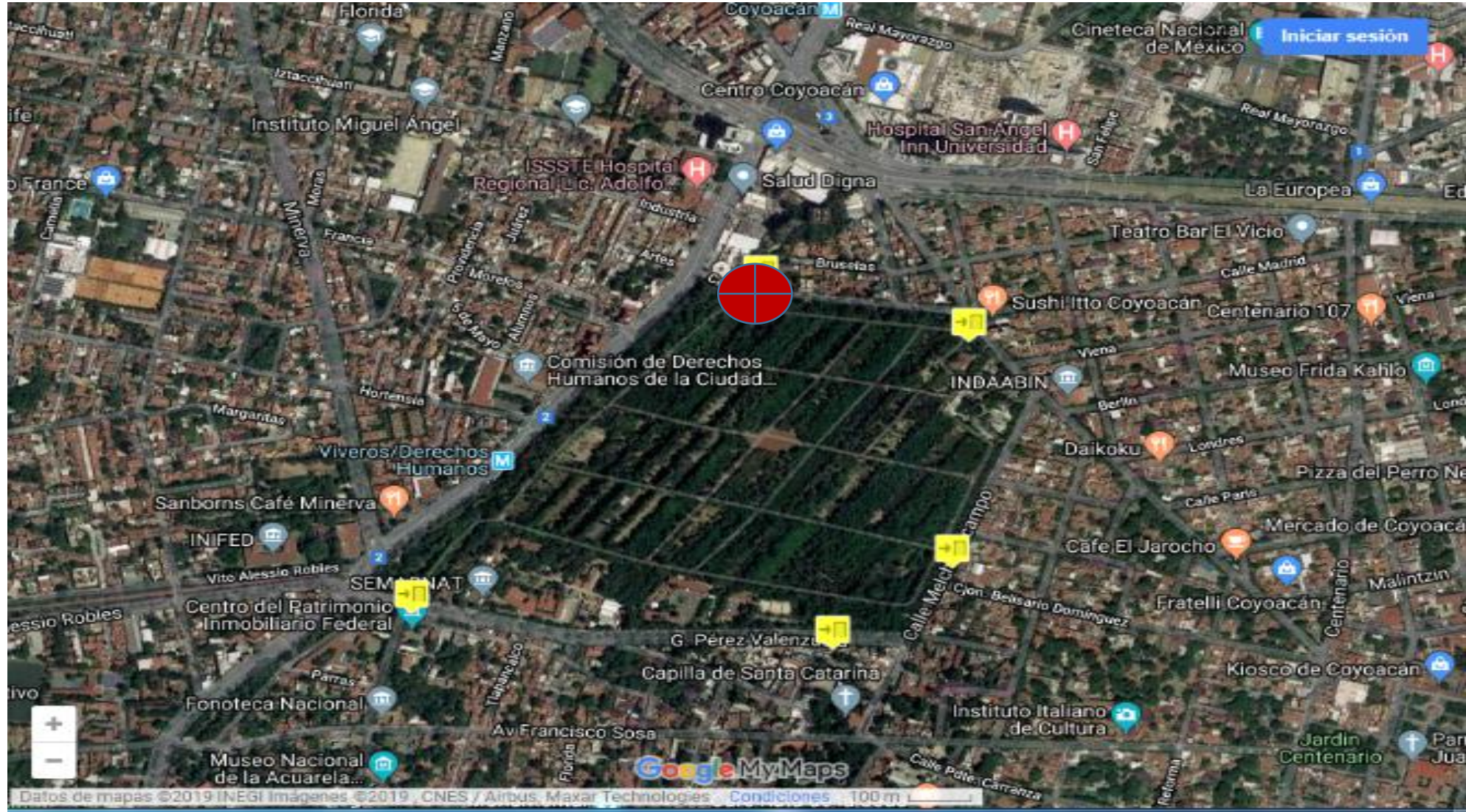
De acuerdo a indicadores con grupos de parámetros

Chart 1. WQI ranges.

WQI ranges used in the following states: AL, MG, MT, PR, RJ, RN, RS	WQI ranges used in the following states: BA, CE, ES, GO, MS, PB, PE, SP	Evaluation of Water Quality
91-100	80-100	Excellent
71-90	52-79	Good
51-70	37-51	Medium
26-50	20-36	Bad
0-25	0-19	Very bad

Source: ANA (Brasil, 2012).

Lugar de observación



Sitio en CDMX con coordenadas 19.35 N y 99.16 W

Rio Magdalena

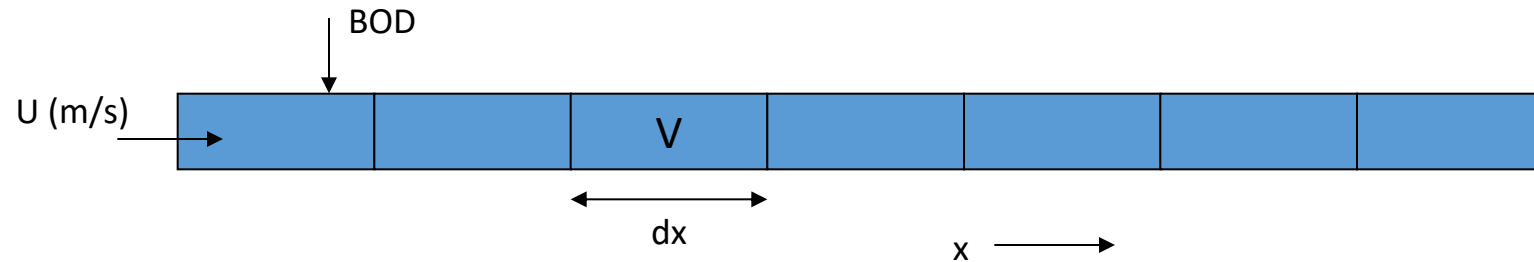




Datos del río Magdalena 2010(Jiménez B., et.al.)

Tramo	Q m ³ /s	T agua °C	DBO mg/L	OD mg/L	Tirante, H m	Velocidad, u m/s
Estiaje						
1	0.20	13.70	9.90	4.56	0.13	0.25
2	0.29	16.80	8.90	3.57	0.16	0.29
Lluvias						
1	0.71	12.00	4.7	8.08	0.28	0.41
2	1.30	12.00	2.6	7.95	0.40	0.51

Modelo de Streeter-Phelps Oxigeno Disuelto(DO)(1925)



Hipótesis

- Ignora SOD(sedimento)
- Ignora efectos de algas y plantas
- Ignora diferencias entre degradación CBOD y NBOD (carbono, nitrógeno)

Modelo

$$\frac{dc}{dt} \quad k_2(c_s - c) \quad k_1 L_0 \exp\left(-\frac{k_1 x}{U}\right) \quad U \frac{dc}{dx}$$

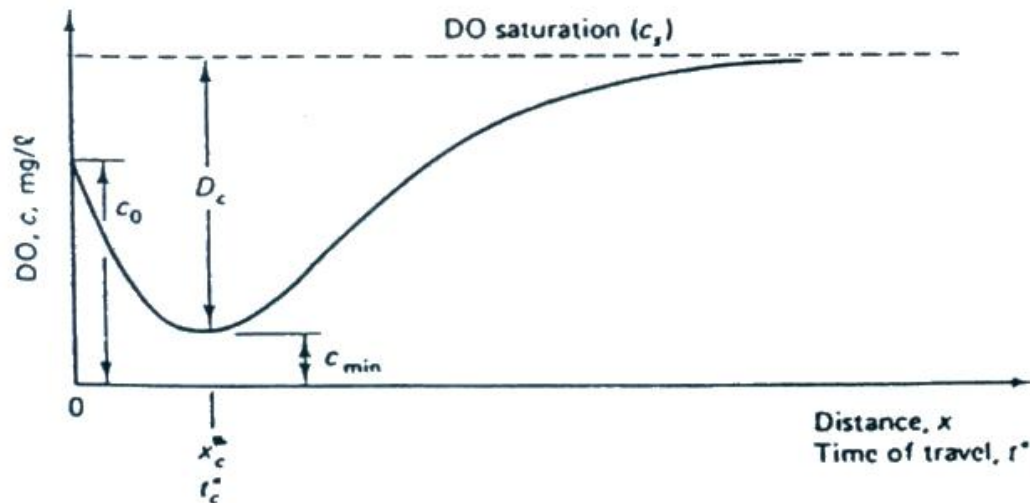
Re-aeración *BOD decaimiento* *entrada-salida*

- L_0 es la concentración de BOD en el río después de la mezcla por fuente puntual

Solución química para el oxígeno disuelto

- Asumiendo estado estacionario : $dc/dt = 0$:

$$c = c_s - \frac{k_1 L_0}{k_2 - k_1} \exp(-k_1 t) + \frac{k_1 L_0}{k_2 - k_1} \exp(-k_2 t) + (c_s - c_0) \exp(-k_2 t)$$

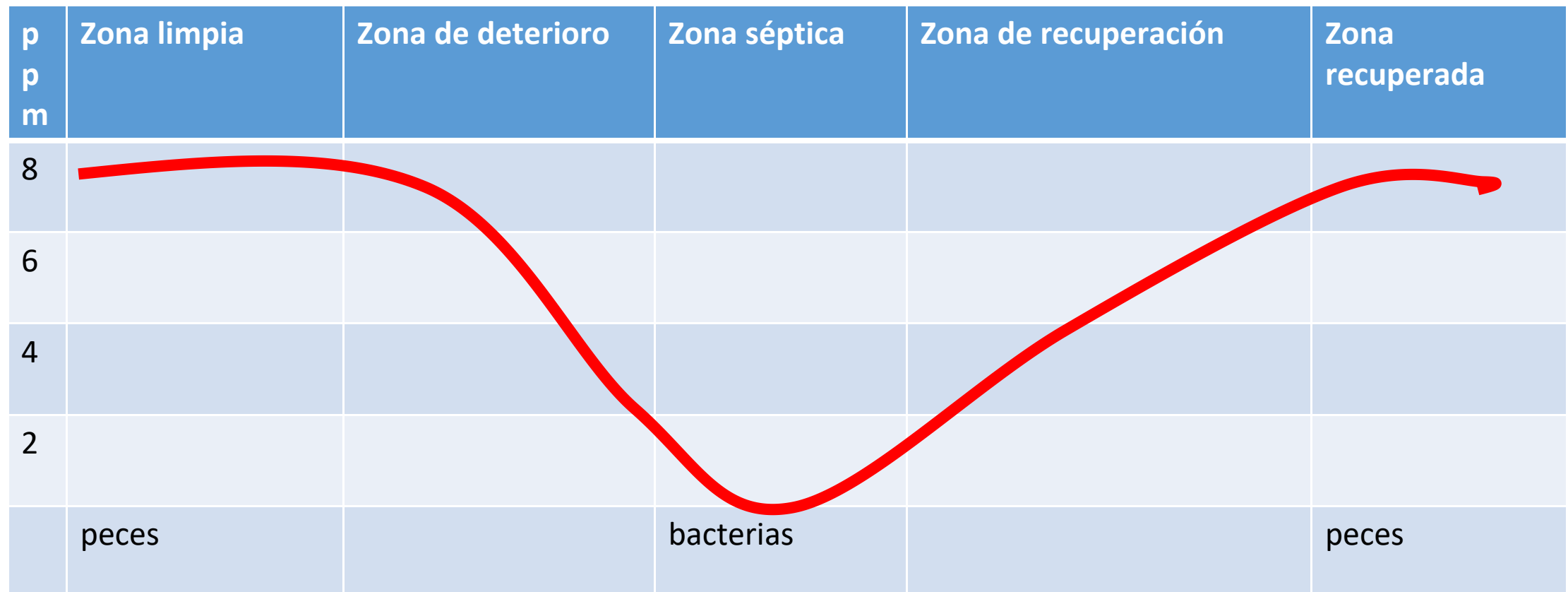


t=tiempo de transporte en el rio,
equivalente con “distancia”

D_c = “Critico” DO deficit”

(ver Thomann and Müller (1987))

Rangos de tolerancia del material vivo en base a oxígeno disuelto (DO)



Modelo general

$$\frac{C}{t} \quad U \quad C \quad (k \quad C)$$

En 1-Dimension, la ecuación Advección -
Difusión

$$\frac{C}{t} \quad \bar{v}_x \quad \frac{C}{x} \quad D_x \quad \frac{C^2}{x^2}$$

Acumulación Advección

Dispersión

Donde (\mathbf{u}, p) se
encuentra con Navier-
Stokes

$$\mathbf{u}_t + \mathbf{u} \cdot \nabla \mathbf{u} - \mu \nabla^2 \mathbf{u} - \nabla p = \mathbf{f}$$

🚊 Con 4 componentes:

🚊 Advección / Convección

🚊 Difusión

🚊 Presión

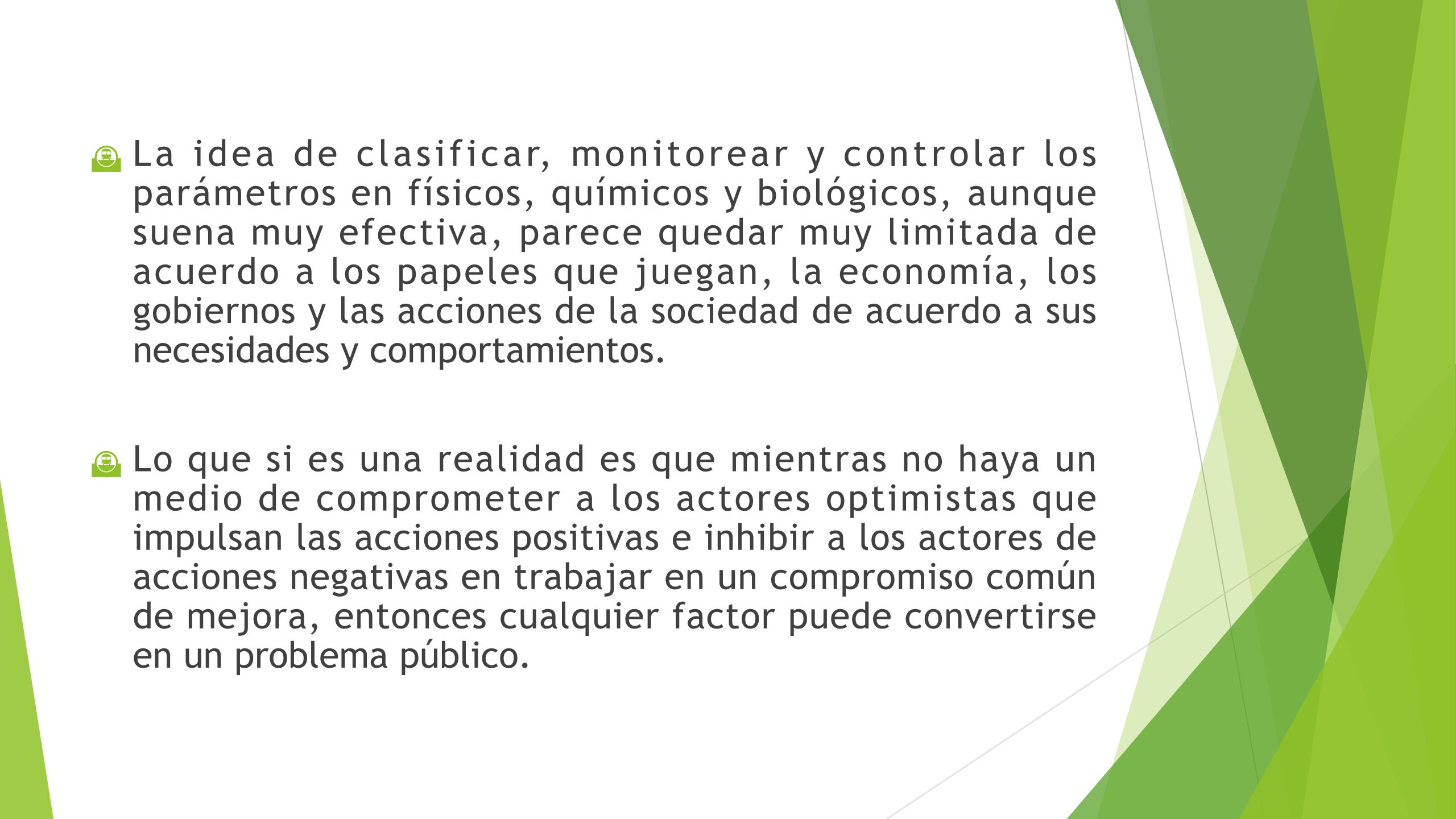
🚊 Fuerza externa (*gravedad*)

Sujetas a la condición de conservación
de masa

$$\nabla \cdot \mathbf{u} = 0$$

Conclusiones

- 🚧 A simple vista parece fácil evaluar la restauración de un río, sin embargo, no existe hasta el momento una estrategia óptima y evolutiva que garantice llegar a un buen resultado y su conservación.
- 🚧 Las numerosas interacciones de las variables que participan hacen que los estudios realizados sean parciales y que por ende muchas iniciativas terminen con grandes pérdidas económicas o alto costo.
- 🚧
- 🚧 Las tendencias de análisis van en diferentes direcciones: primero, por un lado, existe la idea de profundizar en los detalles de cada contaminante y que puede ser el factor limitante. Segundo, los diferentes parámetros son agrupados en diferentes índices para poder interpretarlos dentro de esquemas de normalización.



🚗 La idea de clasificar, monitorear y controlar los parámetros en físicos, químicos y biológicos, aunque suena muy efectiva, parece quedar muy limitada de acuerdo a los papeles que juegan, la economía, los gobiernos y las acciones de la sociedad de acuerdo a sus necesidades y comportamientos.

🚗 Lo que si es una realidad es que mientras no haya un medio de comprometer a los actores optimistas que impulsan las acciones positivas e inhibir a los actores de acciones negativas en trabajar en un compromiso común de mejora, entonces cualquier factor puede convertirse en un problema público.

GRACIAS



Quinto
Congreso Nacional
de Riego y Drenaje
COMEII-AURPAES 2019

Septiembre 2019 | Mazatlán, Sinaloa



AURPAES, S.C.
Asociación Nacional de Asociaciones de Usuarios de Riego
Productores Agrícolas del Estado de Sinaloa S.C.

Contacto

Abraham Rojano, Waldo Ojeda

UACH

abrojano@hotmail.com



Gracias

- abrojano@hotmail.com