

AVANCES EN LA REGLAMENTACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO BRAVO

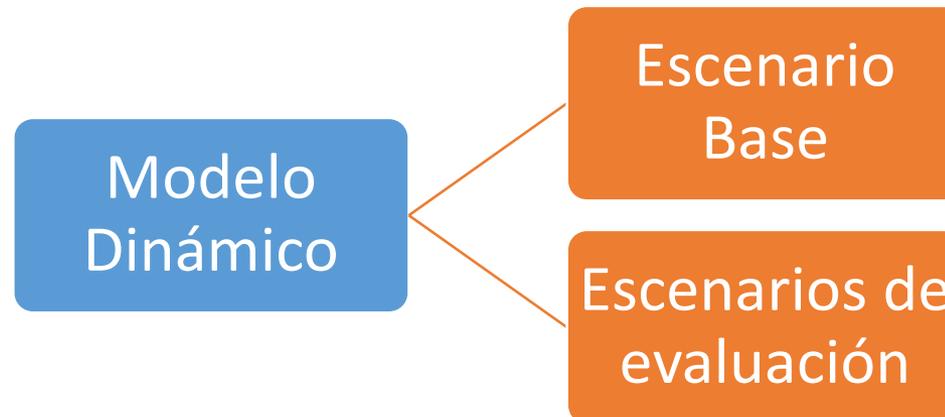
Escenario base y la evaluación de alternativas de operación para la cuenca.

Definiciones

Modelo Dinámico: Modelo matemático capaz de responder a cambios de variables (p.e. niveles de operación, reglas de operación, etc.) para reflejar el comportamiento del sistema bajo diferentes condiciones, manteniendo los elementos de calibración del Modelo Matemático Calibrado.

Escenario base: Escenario en el que se reproduce la operación actual del sistema (REPDA y FAS) empleando la información hidrológica histórica para generar periodos de modelación extendidos.

Escenario de evaluación: Opción de operación hipotética del sistema con base en una serie de consideraciones definidas (Narrativa). Al igual que el escenario base, se utiliza la información hidrológica histórica.



Indicadores de Distribución de Agua a optimizar

Eficiencia de entrega: Análisis individual que determina el porcentaje de la concesión y la frecuencia con la que se da agua a los usuarios en una modelación de n años.

Equidad: Análisis a nivel sistema que determina la proximidad de las eficiencias de entrega de todos los usuarios con respecto al valor medio de la cuenca.

Ganancia neta: Análisis a nivel sistema que evalúa si la eficiencia neta aumenta o disminuye con respecto a un escenario de referencia (escenario base).

Eficiencia de entrega al Tratado Caso A: Nivel de cumplimiento en los volúmenes entregados a EU de acuerdo al Tratado de 1944.

Eficiencia de entrega al Tratado Caso B: Nivel de cumplimiento en los volúmenes entregados a EU de acuerdo al Tratado de 1944, manteniendo el volumen al mínimo.

Otros Parámetros de interés

Caudal Ecológico: Porcentaje de años que cumplen con el escurrimiento anual calculado de acuerdo al objetivo ambiental "D" de la Norma Mexicana (NMX-AA-159-SCFI-2012).

Rango histórico de confianza: Suma de los volúmenes de pérdidas y ganancias que ocurrieron fuera de los rangos históricos en cada una de las subcuencas.

Frecuencia de activación de disparadores: Cantidad de veces que fue activada la regla de operación que se está evaluando.

Estadísticas de volúmenes distribuidos (Máximo, Mínimo, Promedio): Estadísticas relacionadas a los escurrimientos que ocurran a causa directa de la activación de la regla de operación.

Indicadores de Distribución de Agua a optimizar

Eficiencia de Entrega

Eficiencia del Tratado

Equidad

Ganancia neta

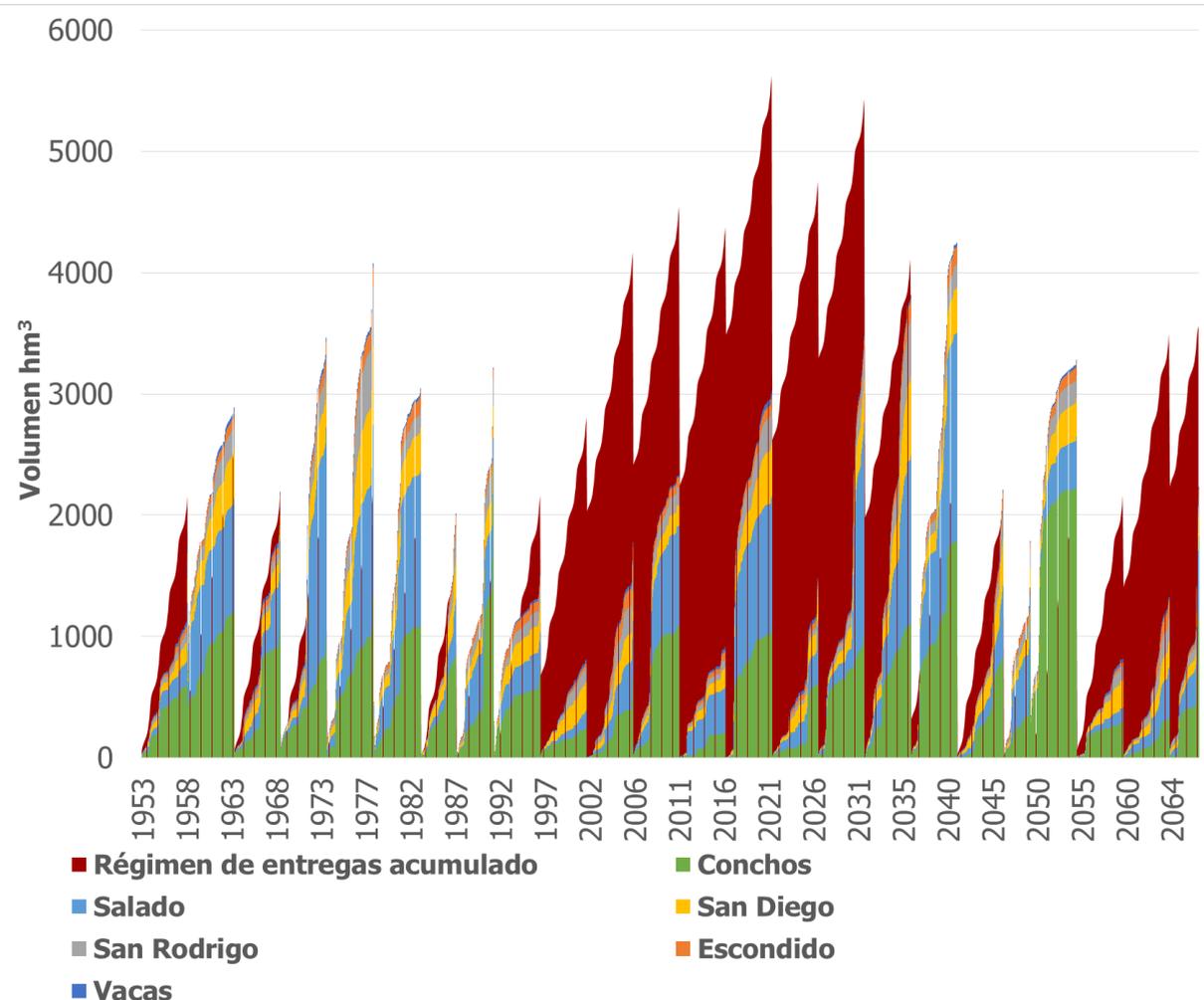
■ Indicadores de evaluación sistémica

■ Indicadores de evaluación individual

Escenario Base

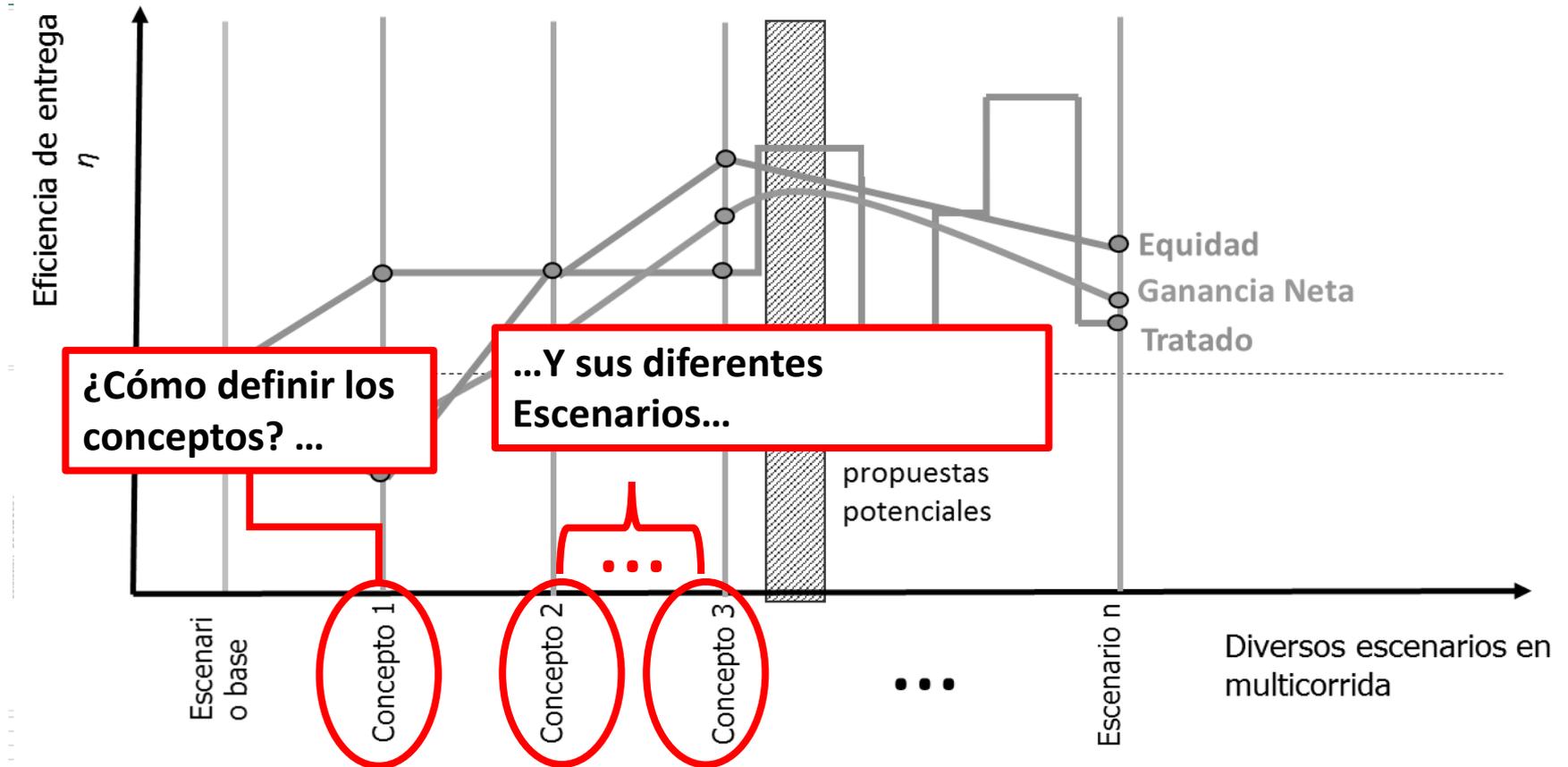
Una vez obtenidos los indicadores ya se pueden evaluar las propuestas de **reglas de operación** y compararse con el **escenario base**.

Corrida Base	
Equidad	Ganancia Neta
0.22	0.00
Tratado Caso A (comp)	Tratado Caso B (comp)
0.00	0.00
Ef. Ent. Distritos de Riego	
DR 004	0.81
DR 005 Boq	0.84
DR 005 Mad	0.96
DR 005 Total	0.86
DR 025	0.73
DR 026	0.75
DR 050	0.80
DR 090	1.00
Tratado	
Numero de ciclos	27
Ciclos con superavit	15
Ciclos con deficit	12
Ciclos con cierre anticipado	7
Ef. Ent. Tratado Caso A	0.77
Ef. Ent. Tratado Caso B	0.48
Cumplimiento del caudal ecológico	
CE Conchos	0.570
CE Vacas	1.000
CE San Diego	0.980
CE San Rodrigo	0.930
CE Escondido	0.950
CE Salado	0.560
Frecuencias y Volúmenes	
Frecuencia 1	N/A
Promedio 1	N/A
Vol. Total 1	N/A
Vol. Min 1	N/A
Vol. Max 1	N/A
Frecuencia 2	N/A
Promedio 2	N/A
Vol. Total 2	N/A
Vol. Min 2	N/A
Vol. Max 2	N/A



Metodología de evaluación

Análisis en sistema



E_b = Escenario base

- Estos indicadores son la base para la toma de decisiones

Diseñando un Concepto (regla de operación) VUS



IDEA INICIAL: Transferir agua disponible de la cuenca alta cuando las presas internacionales tengan volúmenes deficitarios

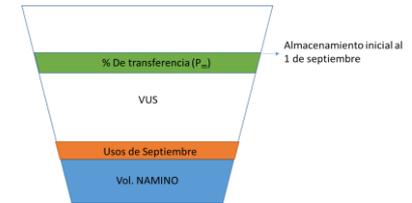
Descripción conceptual:

- **¿Cuánta agua hay en la cuenca?** Evaluar el Volumen Útil en Septiembre (VUS) de las presas en la cuenca al final del mes de Septiembre
- **¿Cuándo activar la regla?** Determinar el momento pertinente de distribuir el agua del sistema.
- **Iniciar con la distribución de los volúmenes** correspondientes, asegurando los conceptos de equidad y eficiencia para todos los usuarios al momento de transferir agua de las presas.

Diseñando un concepto (regla de operación) VUS

Idea general (Narrativa)

Transferir agua en Septiembre de las presas aguas arriba de Falcón, en función de su Volumen Útil en Septiembre (VUS) al final del mes, cuando el sistema Amistad-Falcón tenga volúmenes bajos.



Se define el VUS como:

Definición matemática

$$\text{VUS} = \text{Almacenamiento inicial} - \text{Compromisos del mes} - \text{Vol. NAMINO}$$

$$(P_m) \times (\text{VUS}_m) = \underline{\text{Volumen de agua a transferir (VT)}}$$

P_m es el porcentaje del VUS_m de la presa m que se transferirá en septiembre si la obra de toma lo permite; si no fuera posible, se transferirá en los meses subsecuentes hasta sumar el total de VT.

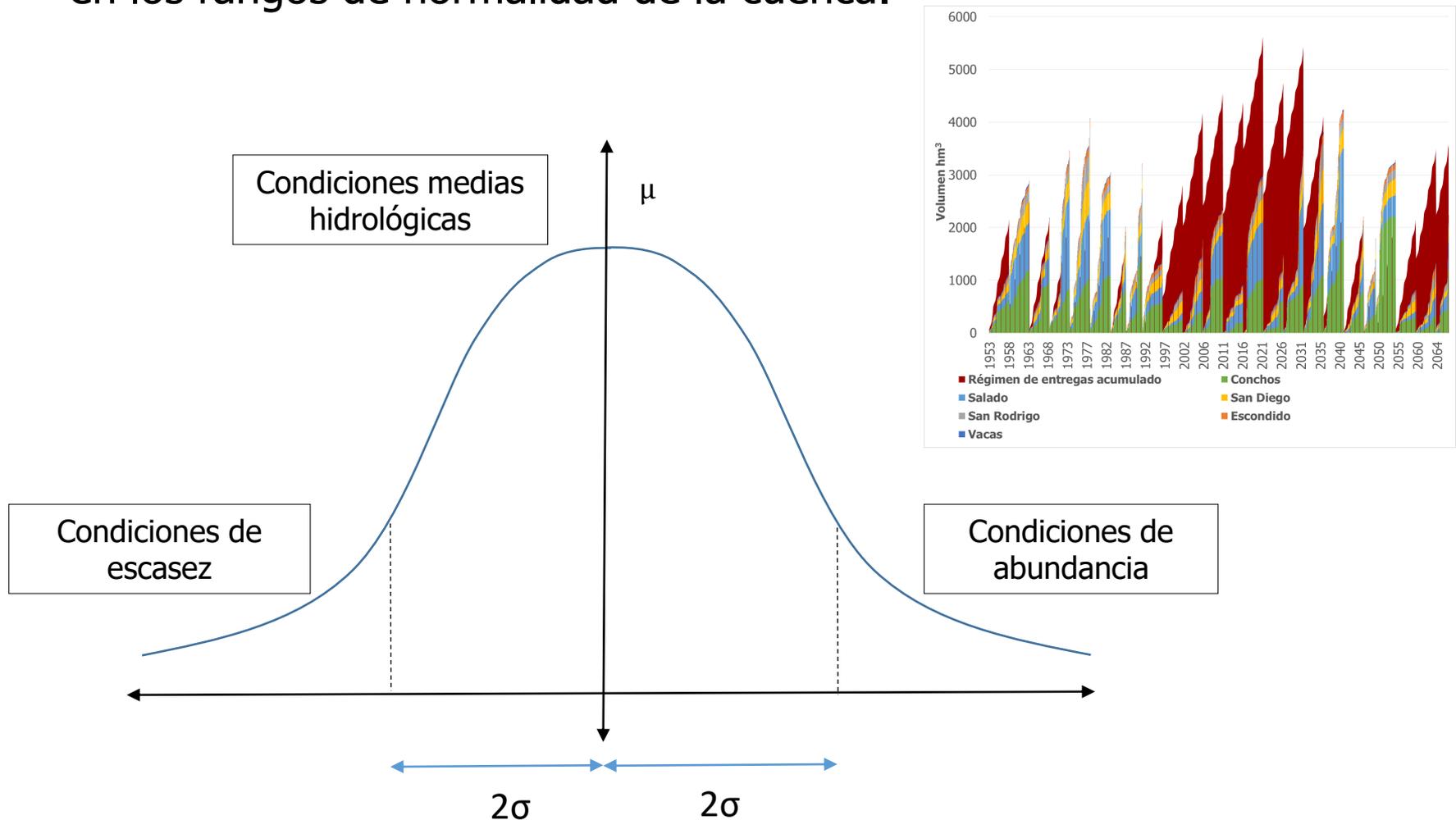
5 variables:

Establecimiento de umbrales y definición de variables

¿Qué valores arrojan los mejores resultados al evaluarse con los indicadores?

Rango de aplicabilidad de la propuesta

- Las reglas de operación deben ser generales, es decir, se deben ejecutar en los rangos de normalidad de la cuenca.



Narrativa al algoritmo

NARRATIVA

¿Qué?

¿Cuánto?

¿Cuándo?

MATEMÁTICA

SI _____

→ _____

VARIABLES

CONAGUA –VUS –

NARRATIVA

¿Qué?

Transferir agua disponible de la cuenca alta cuando las presas internacionales tengan volúmenes deficitarios.

¿Cuánto?

Porcentaje del volumen disponible

¿Cuándo?

Mes de septiembre cuando volumen deficitario

MATEMÁTICA

VUS = Alm – NAMINO
– Compromisos
Transferencia = VUS*Pm

SI PropAmistad < Umbr1
Y PropFalcón < Umbr2
→ Transferencia

VARIABLES

Pm1

Pm2

Pm3

Umbr1

Umbr2

EVALUACIÓN

Tarjetas de desempeño

Corrida No.	
10423	
Equidad	Ganancia Neta
0.204	0.142
Tratado Caso A (comp)	Tratado Caso B (comp)
0.091	0.016
Ef. Ent. Distritos de Riego	
DR 004	0.82
DR 005 Boq	0.79
DR 005 Mad	0.94
DR 005 Total	0.81
DR 025	0.75
DR 026	0.75
DR 050	0.75
DR 090	1.00
Ef. Ent. Tratado	
Numero de ciclos	11
Ciclos con superavit	8
Ciclos con deficit	3
Ciclos con cierre anticipad	1
Ef. Ent. Tratado Caso A	0.92
Ef. Ent. Tratado Caso B	0.58

Frecuencias y Volúmenes	
Frecuencia Boquilla	0.61
Vol. Promedio Boquilla	494.49
Vol. Total Boquilla	1236.09
Vol. Min Boquilla	49.61
Vol. Max Boquilla	118.69
Frecuencia Madero	0.61
Vol. Promedio Madero	66.61
Vol. Total Madero	1598.74
Vol. Min Madero	16.63
Vol. Max Madero	185.62
Frecuencia Carranza	0.00
Vol. Promedio Carranza	0.00
Vol. Total Carranza	0.00
Vol. Min Carranza	0.00
Vol. Max Carranza	0.00
Cumplimiento del caudal ecológico	
CE Conchos	0.847
CE Vacas	1.000
CE San Diego	0.949
CE San Rodrigo	0.780
CE Escondido	0.915
CE Salado	0.492

EJEMPLO CON VALORES DE PRUEBA

Definir más escenarios

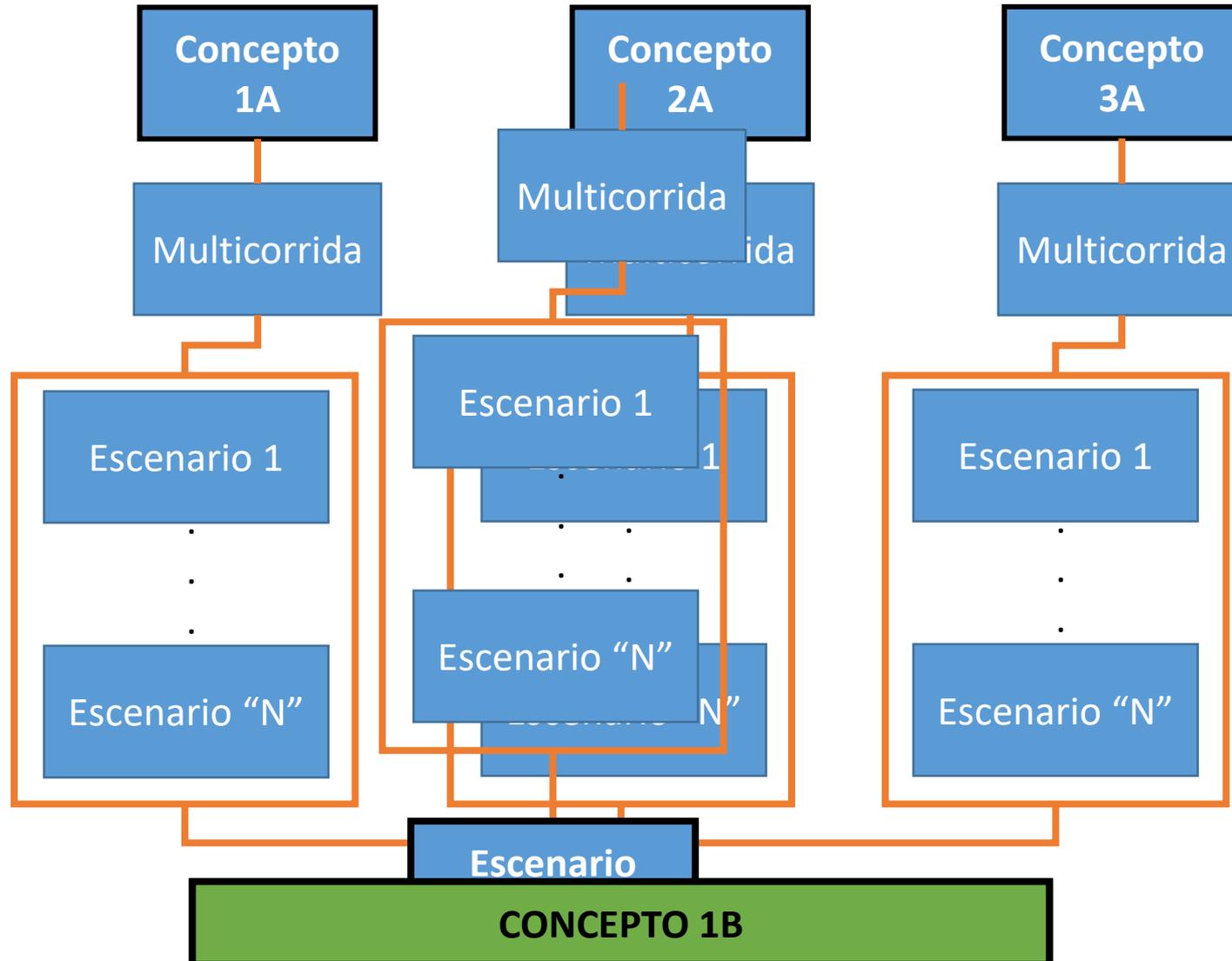
Conceptos a evaluar

1.- CONAGUA VUS

2.- ?

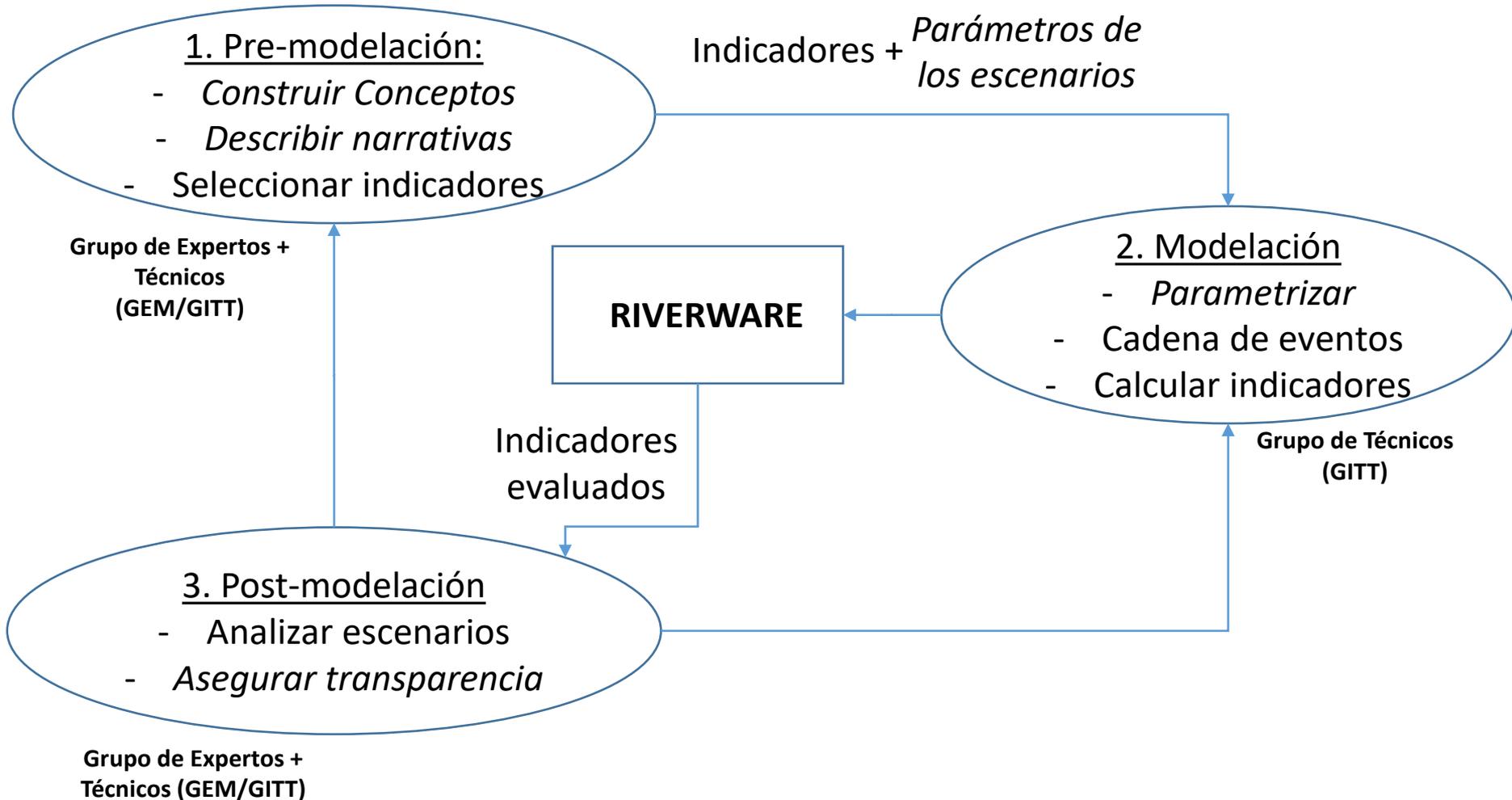
3.- ?

Diseñando un escenario (regla de operación) VUS



ANEXO

Teoría de evaluación de escenarios



Basado en Therond, 2009