

# **AVANCES EN LA REGLAMENTACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO BRAVO**

---

Avances en la programación de los Conceptos

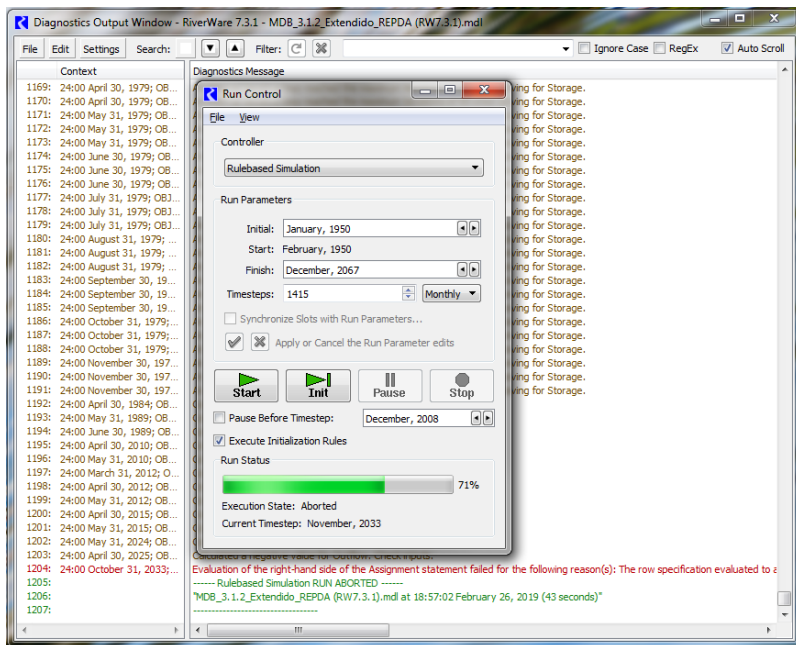
# CONTENIDO

1. Corrección en el cálculo de propiedades internacionales para escenarios alternos.
2. Indicador de desviación de volúmenes con respecto al rango histórico.
  - a) SC1 (Fort Quitman)
  - b) SC20
3. Avances en la programación de los tres Conceptos.
4. Ejercicio con herramienta VyFRes basado en Concepto 1 (Preliminar).

# SITUACIÓN ACTUAL DE LAS MODELACIONES

- Al someter el modelo matemático a escenarios alternos, se revelaron errores en una sección del código que ocurría de manera poco frecuente en el escenario histórico.

# CÁLCULO DE PROPIEDADES INTERNACIONALES



**Run Control**

Controller: Rulebased Simulation

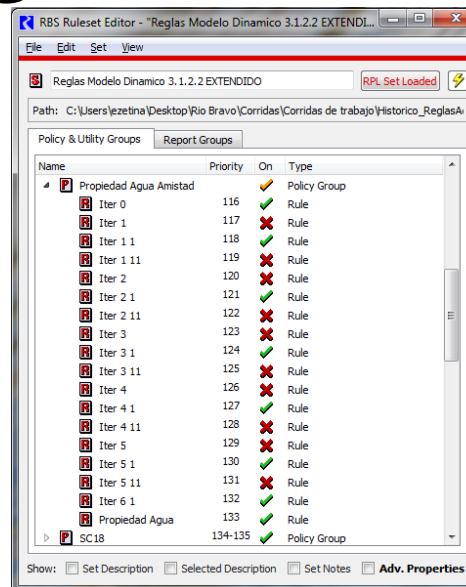
Run Parameters

Initial: January, 1950  
Start: February, 1950  
Finish: December, 2067  
Timesteps: 1415  
Monthly

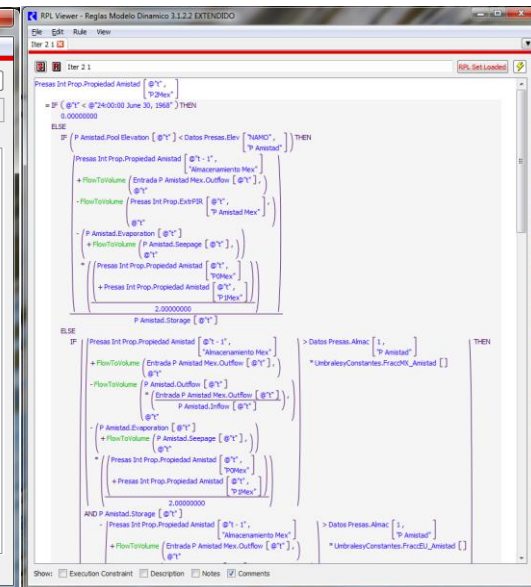
Execution State: Aborted  
Current Timestep: November, 2033

Diagnostics Message

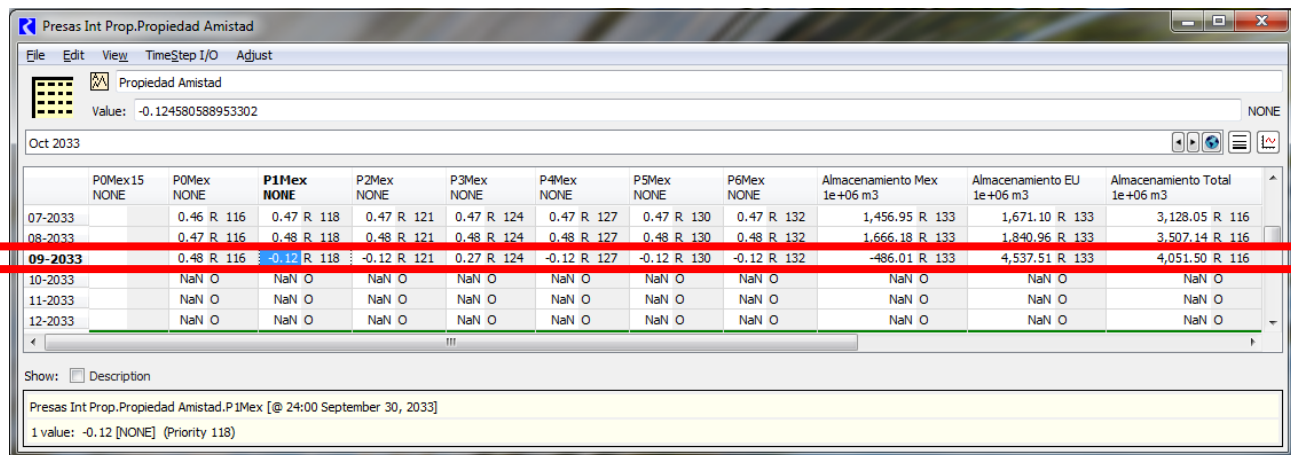
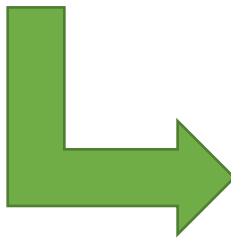
Evaluation of the right-hand side of the Assignment statement failed for the following reason(s): The row specification evaluated to 0  
-----  
Rulebased Simulation RUN ABORTED -----  
"MDB\_3.1.2\_Extendido\_REPDA (RW7.3.1).mdl at 18:57:02 February 26, 2019 (43 seconds)"



Name	Priority	On	Type
Propiedad Agua Amistad			Policy Group
Iter 0	116	✓	Rule
Iter 1	118	✗	Rule
Iter 1 1	117	✗	Rule
Iter 1 11	119	✗	Rule
Iter 2	120	✗	Rule
Iter 2 1	121	✓	Rule
Iter 2 11	122	✓	Rule
Iter 3	123	✗	Rule
Iter 3 1	124	✓	Rule
Iter 3 11	125	✓	Rule
Iter 4	126	✗	Rule
Iter 4 1	127	✗	Rule
Iter 4 11	128	✗	Rule
Iter 5	129	✗	Rule
Iter 5 1	130	✗	Rule
Iter 5 11	131	✗	Rule
Iter 6 1	132	✓	Rule
Propiedad Agua	133	✓	Rule
SC18	134-135	✓	Policy Group



```
Iter 2 1
Presas Int Prop.Propiedad Amistad [ @Y,
  "P1Mex" ]
= IF ( @Y1 < @24:00:00 June 30, 2008 ) THEN
0.00000000
ELSE
IF ( P Amistad.Pool Elevation [ @Y1 ] < Datos Presas.Elev [ "AMISTAD",
  "P Amistad" ] ) THEN
( Presas Int Prop.Propiedad Amistad [ @Y1 - 1, "P1Mex" ]
+ FlowTurbulencia [ Entrada P Amistad Mex.Outflow [ @Y1 ],
  @Y1 ]
- FlowTurbulencia [ Presas Int Prop.ExcPBR [ @Y1, "P Amistad Mex" ]
  @Y1 ]
+ P Amistad.Extraccion [ @Y1 ]
+ FlowTurbulencia [ P Amistad.Storage [ @Y1 ],
  @Y1 ]
+ Presas Int Prop.Propiedad Amistad [ @Y1, "P1Mex" ]
+ Presas Int Prop.Propiedad Amistad [ @Y1, "P1Mex" ] )
2.00000000
P Amistad.Storage [ @Y1 ]
ELSE IF ( Presas Int Prop.Propiedad Amistad [ @Y1 - 1, "P1Mex" ]
+ FlowTurbulencia [ Entrada P Amistad Mex.Outflow [ @Y1 ],
  @Y1 ]
- FlowTurbulencia [ P Amistad.Outflow [ @Y1 ],
  ( Entrada P Amistad Mex.Outflow [ @Y1 ],
  P Amistad.Inflow [ @Y1 ] )
+ P Amistad.Extraccion [ @Y1 ]
+ FlowTurbulencia [ P Amistad.Storage [ @Y1 ],
  @Y1 ]
+ Presas Int Prop.Propiedad Amistad [ @Y1, "P1Mex" ]
+ Presas Int Prop.Propiedad Amistad [ @Y1, "P1Mex" ] )
> Datos Presas.Altim [ 1, "P Amistad" ] ) THEN
*UnbrakesyConstantes.FracOut_Amistad [ ]
*UnbrakesyConstantes.FracOut_Amistad [ ]
ELSE IF ( Presas Int Prop.Propiedad Amistad [ @Y1 - 1, "P1Mex" ]
+ FlowTurbulencia [ Entrada P Amistad Mex.Outflow [ @Y1 ],
  @Y1 ]
- FlowTurbulencia [ P Amistad.Outflow [ @Y1 ],
  ( Entrada P Amistad Mex.Outflow [ @Y1 ],
  P Amistad.Inflow [ @Y1 ] )
+ P Amistad.Extraccion [ @Y1 ]
+ FlowTurbulencia [ P Amistad.Storage [ @Y1 ],
  @Y1 ]
+ Presas Int Prop.Propiedad Amistad [ @Y1, "P1Mex" ]
+ Presas Int Prop.Propiedad Amistad [ @Y1, "P1Mex" ] )
> Datos Presas.Altim [ 1, "P Amistad" ] ) THEN
*UnbrakesyConstantes.FracOut_Amistad [ ]
*UnbrakesyConstantes.FracOut_Amistad [ ]
AND P Amistad.Storage [ @Y1 ]
+ Presas Int Prop.Propiedad Amistad [ @Y1 - 1, "P1Mex" ]
+ Presas Int Prop.Propiedad Amistad [ @Y1, "P1Mex" ]
+ FlowTurbulencia [ Entrada P Amistad Mex.Outflow [ @Y1 ],
  @Y1 ] )
```



	POMex15 NONE	POMex NONE	P1Mex NONE	P2Mex NONE	P3Mex NONE	P4Mex NONE	PSMex NONE	P6Mex NONE	Almacenamiento Mex 1e+06 m3	Almacenamiento EU 1e+06 m3	Almacenamiento Total 1e+06 m3
07-2033		0.46 R 116	0.47 R 118	0.47 R 121	0.47 R 124	0.47 R 127	0.47 R 130	0.47 R 132	1,456.95 R 133	1,671.10 R 133	3,128.05 R 116
08-2033		0.47 R 116	0.48 R 118	0.48 R 121	0.48 R 124	0.48 R 127	0.48 R 130	0.48 R 132	1,666.18 R 133	1,840.96 R 133	3,507.14 R 116
09-2033		0.48 R 116	0.48 R 118	-0.12 R 121	0.27 R 124	-0.12 R 127	-0.12 R 130	-0.12 R 132	-486.01 R 133	-4,537.51 R 133	-4,051.50 R 116
10-2033		NaN O	NaN O	NaN O	NaN O	NaN O	NaN O	NaN O	NaN O	NaN O	NaN O
11-2033		NaN O	NaN O	NaN O	NaN O	NaN O	NaN O	NaN O	NaN O	NaN O	NaN O
12-2033		NaN O	NaN O	NaN O	NaN O	NaN O	NaN O	NaN O	NaN O	NaN O	NaN O

Presas Int Prop.Propiedad Amistad.P1Mex [ @ 24:00 September 30, 2033 ]  
1 value: -0.12 [NONE] (Priority 118)

# CÁLCULO DE PROPIEDADES INTERNACIONALES

## XXII REUNIÓN DE TRABAJO DEL GRUPO INTERINSTITUCIONAL TÉCNICO DE TRABAJO

# XXII - GITT

24 de agosto del 2018

8. Explicar la serie de modificaciones que se realizaron al algoritmo que registra la contabilidad del Tratado de Aguas de 1944, en especial el tema de cierres anticipados

No hubo modificaciones al algoritmo que registra la contabilidad del Tratado de Aguas de 1944.

**Elaboró:** M.I. Edwin Fernando Zetina Robleda  
M.I. Martín Elizalde Lecuona  
M.C. Silvia Diana Heredia Lara

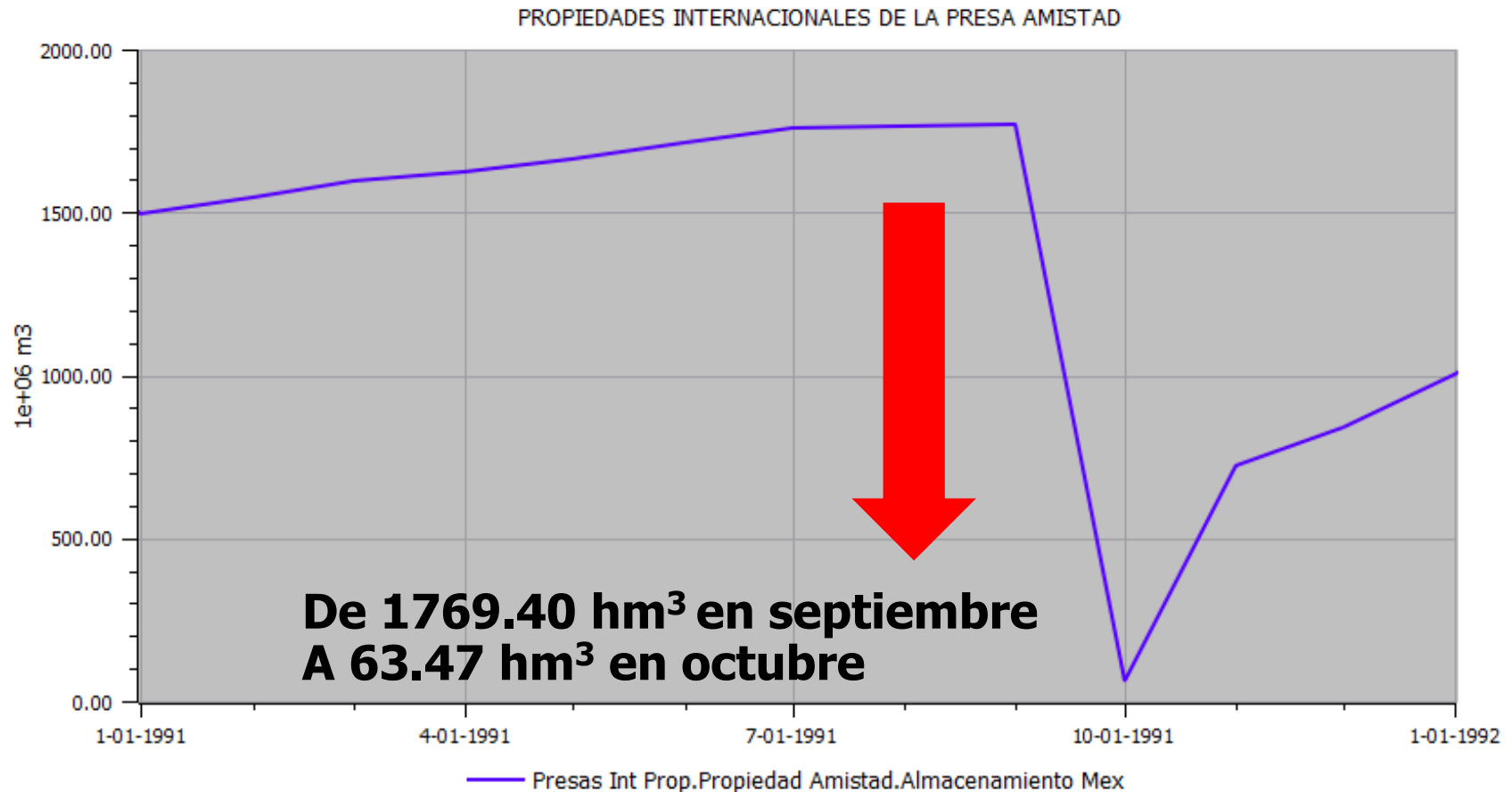
**Revisó:** M.I. Horacio Rubio Gutiérrez  
Dr. Javier Aparicio Mijares

Página 1 de 1

**GITT 2018.VIII.24.-001.-** Se comparten por los asistentes 8 dudas hacia la Subdirección General Técnica de CONAGUA informando verbalmente lo siguiente: -----

**8.- Explicar la serie de modificaciones que se realizaron al algoritmo que registra la contabilidad del Tratado de Aguas de 1944, en especial el tema de cierres anticipados.-**  
El algoritmo de origen consideraba un paso de tiempo de un mes, por lo que no es posible programar cierres anticipados en periodos menores; por tanto no se realizaron modificaciones.

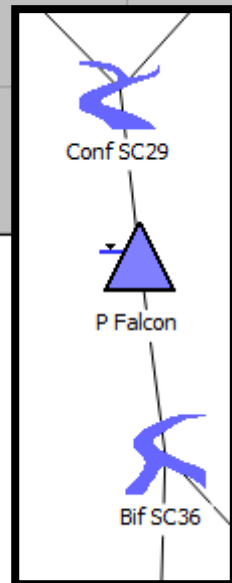
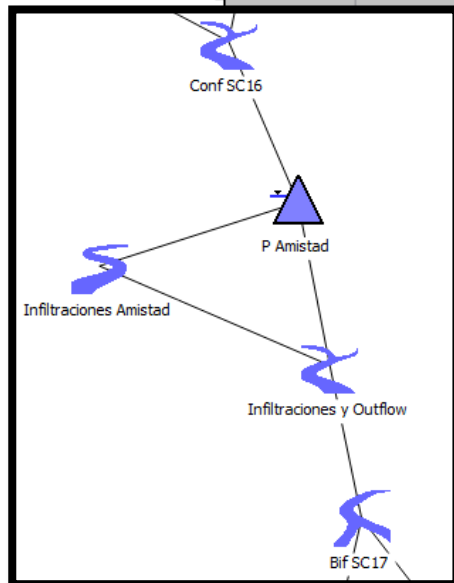
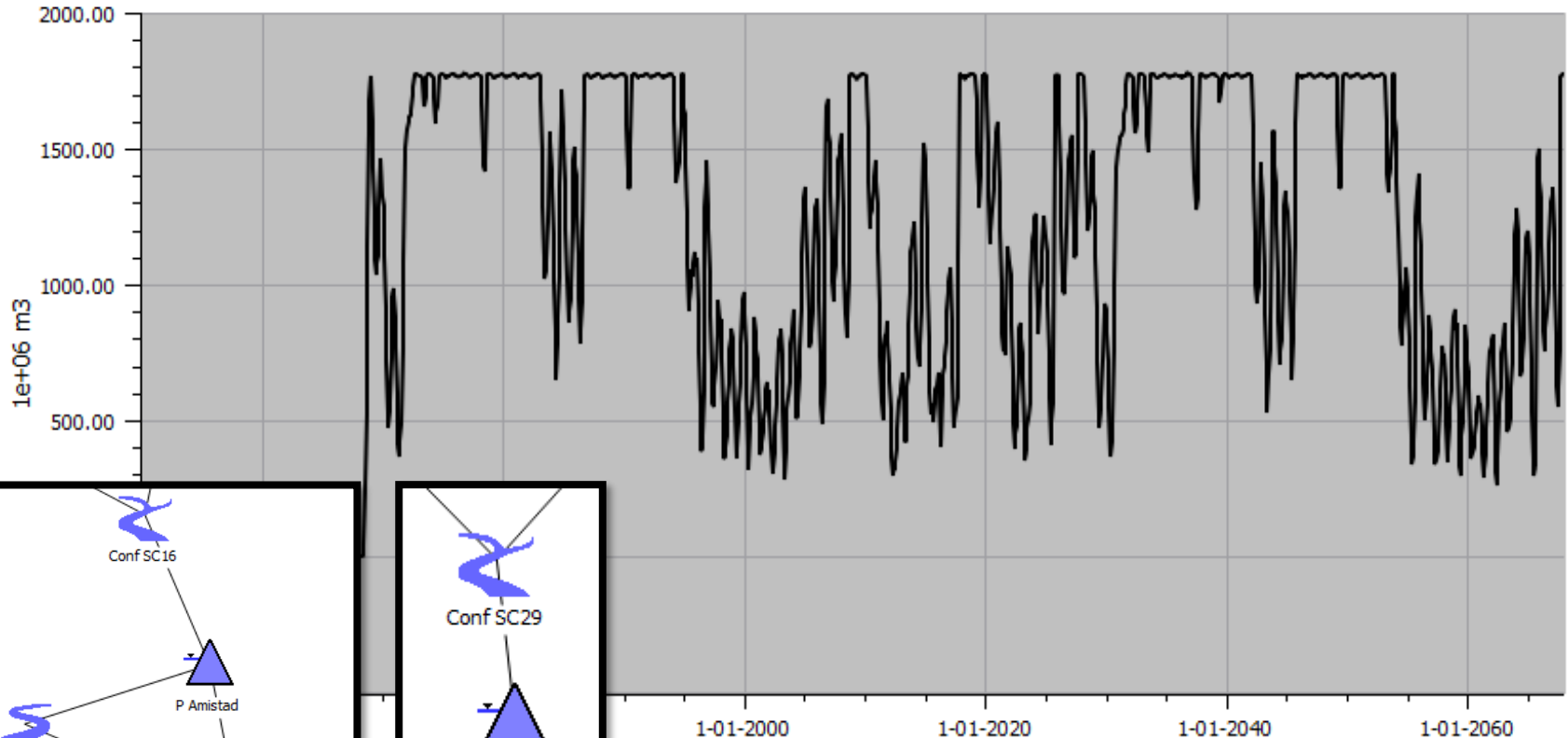
# CÁLCULO DE PROPIEDADES INTERNACIONALES



Para volúmenes cercanos a los NAMOs de ambos países, no se consideraba adecuadamente las entradas y salidas mexicanas provocando que el porcentaje de almacenamiento que le corresponde a México se disminuyera erróneamente.

# CÁLCULO DE PROPIEDADES INTERNACIONALES

PROPIEDADES INTERNACIONALES DE LA PRESA AMISTAD



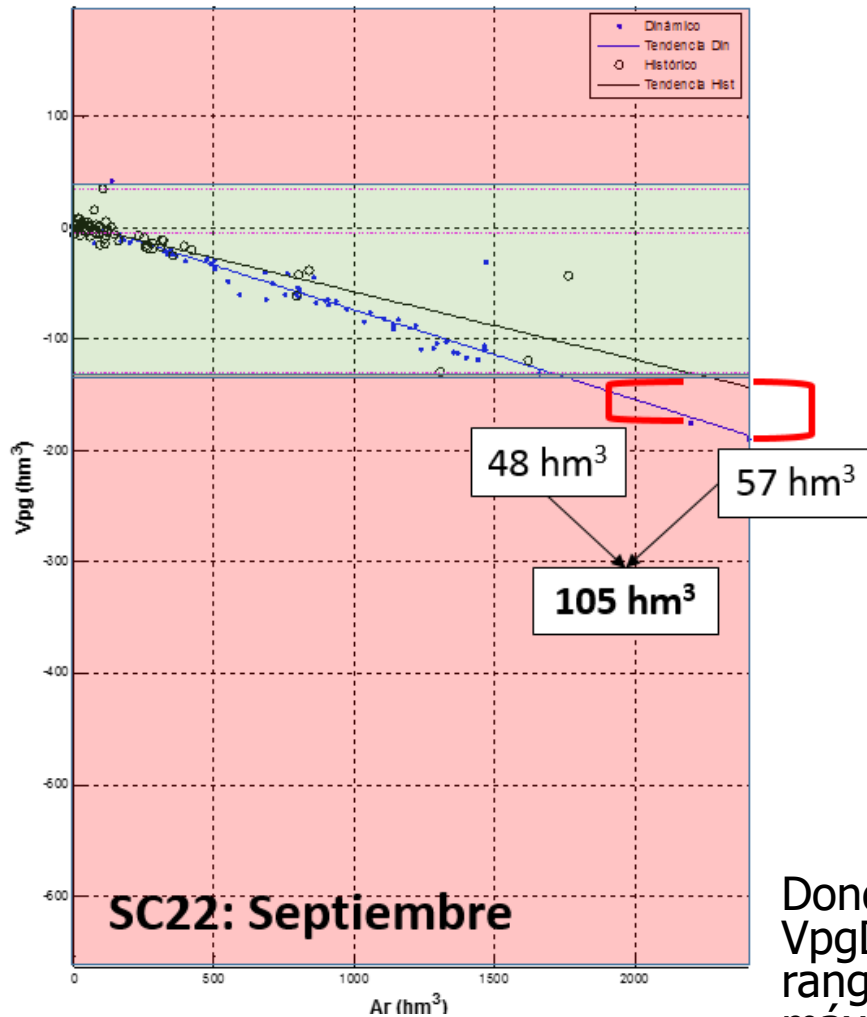
Reservas Int Prop. Propiedad Amistad. Almacenamiento Mex

La revisión de las reglas se hizo tanto para la presa Amistad, como para la presa Falcón.



# Indicador de desviación de volúmenes con respecto al rango histórico.

Ar vs. Vpg Dinámico/SC22 Septiembre



- Basado en el experimento del Ar incremental y la evaluación de la coherencia del Vpg en escenarios alternos, se desarrolló un indicador de desviación de Vpg con respecto al Rango histórico

*Promedio de Desviación mensual (PDM)*

=

$$\frac{\sum_{i=1}^n VpgDesv_i^m - VpgLim_{obs}^m}{n}$$

*Porcentaje de PDM relativo al mínimo anual*

=

$$\frac{PDM}{\sum_{m=1}^{12} VpgMin_{obs}^m} \times 100$$

Donde: i = año, n = años de modelación, m = mes, VpgDesv = Valor del Vpg que se desvió fuera del rango histórico, VpgLim<sub>obs</sub> = Vpg límite (mínimo o máximo) histórico deducido de la restitución.





# Indicador de desviación de volúmenes con respecto al rango histórico.

## Recaracterización de septiembre de la Subcuenca 20

	SC20		
	Car	Cab	D
Enero	-0.023584478244	0.009020567655	1.888726585493
Febrero	-0.009419893535	0.009181489475	0.135694359802
Marzo	-0.167791623594	0.154189820101	11.874957317982
Abril	0.000000000000	0.066270080597	1.662812539082
Mayo	-0.197127835716	0.187032811030	16.074032616949
Junio	-0.063498649985	0.064988577152	2.642163159076
Julio	-0.177303280691	0.144119148759	13.936501888796
Agosto	-0.061722723322	0.055424674201	3.031128843742
Septiembre	-0.176403671448	0.173780495973	10.240298377647
Octubre	-0.101876859728	0.096679809442	6.389331070964
Noviembre	-0.031948743278	0.031114254235	2.030183322021
Diciembre	-0.017563561436	0.018285714546	0.801788935919

# Indicador de desviación de volúmenes con respecto al rango histórico.

Recaracterización de septiembre de la Subcuenca 20

PORCENTAJES PROMEDIOS MENSUALES

INDICE DE CONFIABILIDAD DEL CALCULO DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS -EXCEDENCIA POSITIVA-																	
SC1	SC2	SC4	SC5	SC6 y 10	SC12	SC13	SC14	SC16	SC17	SC20	SC21 II	SC22	SC24	SC25	SC28	SC28 I	SC29
7.27	0.16	0.04	0.13	0.02	0.10	0.02	0.73	-0.51	0.01	3.90	0.07	0.09	0.09	0.07	0.44	0.19	0.16
INDICE DE CONFIABILIDAD DEL CALCULO DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS -EXCEDENCIA NEGATIVA-																	
SC1	SC2	SC4	SC5	SC6 y 10	SC12	SC13	SC14	SC16	SC17	SC20	SC21 II	SC22	SC24	SC25	SC28	SC28 I	SC29
0.00	0.20	0.04	0.29	0.15	0.01	0.02	0.00	0.02	0.03	0.01	0.00	0.04	0.01	0.00	0.00	0.03	0.01

# Indicador de desviación de volúmenes con respecto al rango histórico.

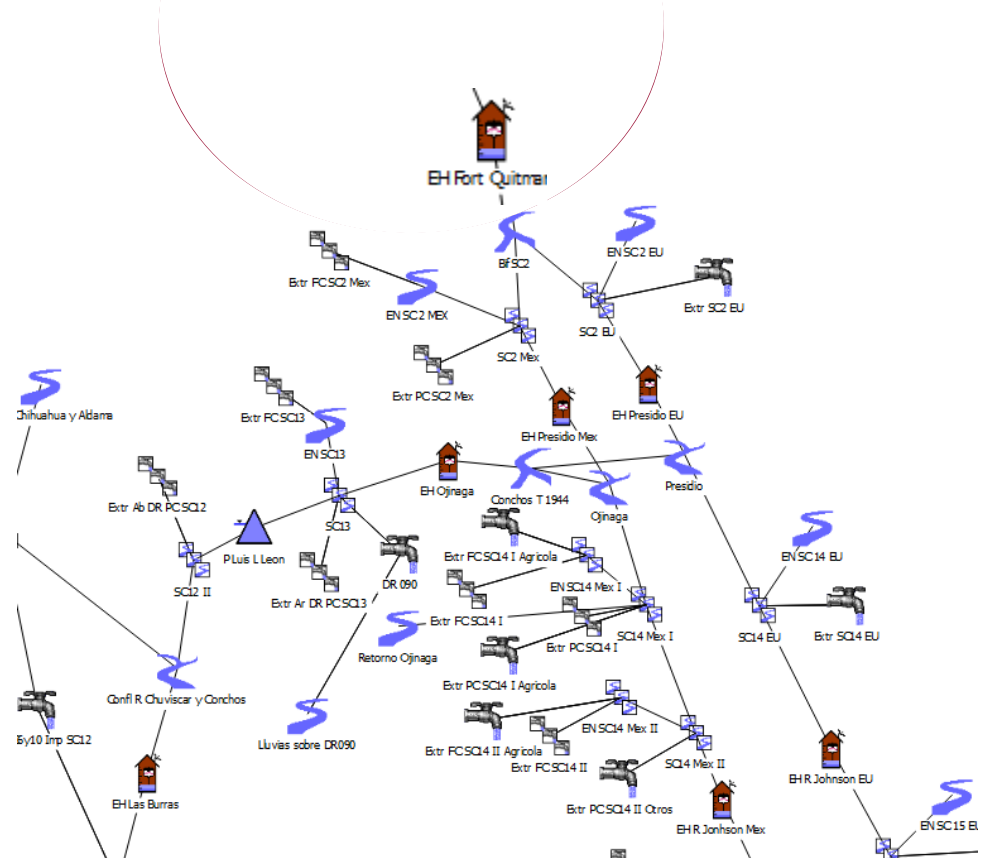
Propuesta para la consideración de la subcuenca 1

consumos y deseando, por otra parte, fijar y delimitar claramente los derechos de las dos Repúblicas sobre los ríos Colorado y Tijuana y sobre el río Bravo (Grande), de Fort Quitman, Texas, Estados Unidos de América, al Golfo de México, a fin de obtener su utilización más

## - Simplificación propuesta-

Considerar la condición de frontera del modelo en Fort Quitman haciendo uso de la hidrometría:

- Garantiza un punto de referencia apegado a la realidad
- Es coherente con las pruebas que se están efectuando en los conceptos
- Es coherente con los límites geográficos del Tratado de 1944



# Avances en la programación de los tres Conceptos.

## Concepto 1

- Programado y multicorrido de manera preliminar (Con las deficiencias mencionadas anteriormente sin ser atendidas)

## Concepto 2

- Programado y listo para multicorrerse

## Concepto 3

- En proceso de programación

# Avances en la programación de los tres Conceptos.

Concepto 2:

b) *Concepto 2: Transferir volúmenes en los meses de noviembre, diciembre y enero, desde las presas aguas arriba de Falcón cuando existan atrasos en las entregas al Tratado de 1944 (se entiende como atraso a la diferencia entre el régimen de entregas y la entrega real al Tratado de 1944). Los volúmenes a transferir resultan de dos tipos de restricciones aplicables a los Distritos de Riego: (1) Restricción fija para todos los Distritos de Riego, definida como un porcentaje de la autorización anual de cada DR, que será retenido en las presas para su eventual transferencia; (2) Restricción variable complementaria a la fija para cada año de cada ciclo del Tratado de 1944, la cual se puede definir como un porcentaje del volumen de atraso previo al inicio de un ciclo agrícola. Cada DR aportará a las entregas del Tratado una proporción del valor total de la restricción variable en función de su concesión. El porcentaje del volumen de atraso que conforme a la restricción variable, irá en aumento lineal dependiendo del año del ciclo en el que se aplique, de modo que en el último año del quinquenio del Tratado de 1944, el porcentaje a cubrir sea del 100% con el objeto de evitar en lo posible déficit entre ciclos. Las restricciones producto de este Concepto se aplican a todos los usuarios de DR de la cuenca.*

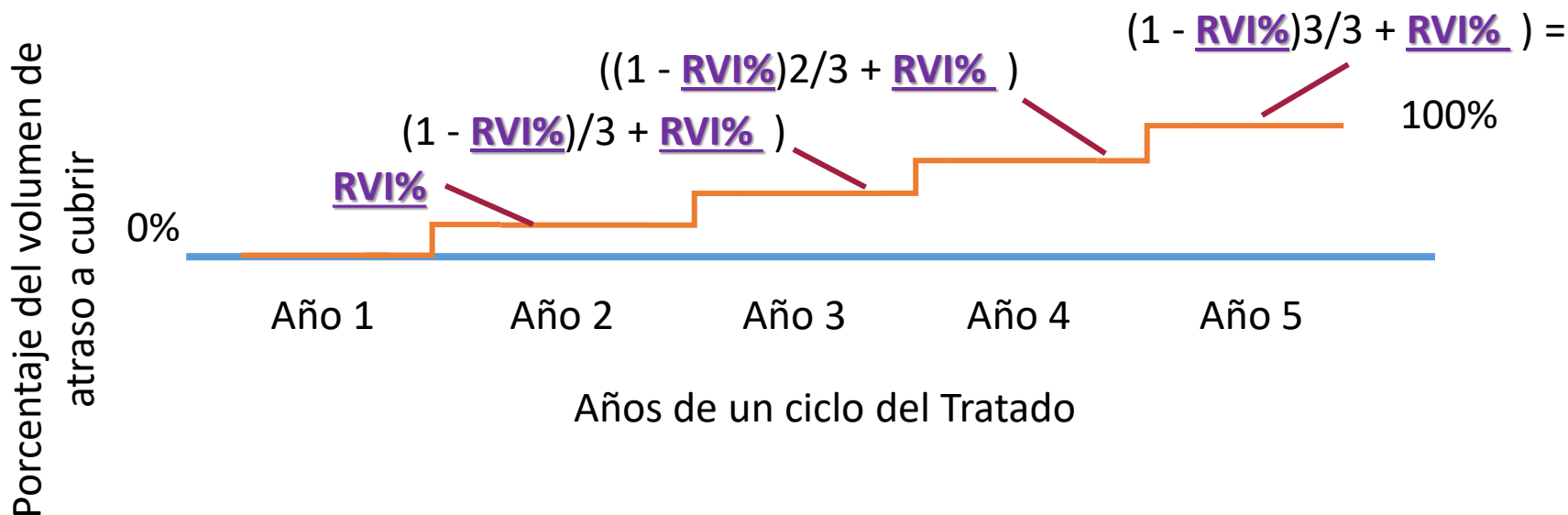
	Restricción Fija	Restricción Variable
¿Cuándo?	Siempre	Cuando exista una brecha de <b>P%</b> en el pago al Tratado
¿Cuánto?	Un porcentaje <b>RF%</b> de la autorización anual a los DR	Un porcentaje del volumen de brecha y es variable según el año del ciclo. El volumen resultante se resta a la Autorización Anual de los DR

# Avances en la programación de los tres Conceptos.

## Concepto 2: Cálculo de la restricción variable

El volumen Total de la restricción variable del año N (VTRV) se calcula de la siguiente manera:

- Volumen Año 1: Sin Restricción
- Volumen Año 2: Restricción Variable Inicial (RVI%) x Atraso en la Entrega al Tratado
- Volumen Año 3:  $((1 - \text{RVI}\%)/3 + \text{RVI}\%)$  x Atraso en la Entrega al Tratado
- Volumen Año 4:  $((1 - \text{RVI}\%)^{2/3} + \text{RVI}\%)$  x Atraso en la Entrega al Tratado
- Volumen Año 5:  $((1 - \text{RVI}\%)^{3/3} + \text{RVI}\%)$  x Atraso en la Entrega al Tratado





# Avances en la programación de los tres Conceptos.

## Concepto 2: Cálculo de la restricción variable

El volumen Total de la restricción variable del año N (VTRV) se distribuye entre todos los DR de manera proporcional de acuerdo a su autorización anual en ese año.

Ejemplo	Autorización anual	Coficiente de distribución (Cd)
DRx	150 hm <sup>3</sup>	0.6
DRy	100 hm <sup>3</sup>	0.4
TOTAL	250 hm <sup>3</sup>	1

Restricción Variable por Distrito de Riego = VTRV x Cd ...

Se aplican dos coeficientes mas...

# Avances en la programación de los tres Conceptos.

## Concepto 2: Cálculo de la restricción variable

Restricción Variable por Distrito de Riego =  $VTRV \times Cd$

### 1. Coeficiente por Conducción $Cc$

103	005 Boq	005 Mad	090	006	050	004	025	026
0.44	0.61	0.65	0.81	1.00	1.00	0.83	1.00	1.00

**Datos basados en Collado, 2003**

### 2. Coeficiente de Aportación al Tratado $Cap$

103	005 Boq	005 Mad	090	006	050	004	025	026
3	3	3	3	1	1	3	1	1

Restricción Variable por Distrito de Riego (RVDR) =  $VTRV \times Cd \times (1/Cc) \times Cap$

# Avances en la programación de los tres Conceptos.

Concepto 2: Restricción Total aplicable a los DR por año

$$RVDR(\mathbf{RVI\%}) = VTRV \times Cd \times \underline{(1/Cc)} \times Cap$$

$$RFDR(\mathbf{RF\%}) = \text{Autorización Anual} \times \mathbf{RF\%}$$

Autorización Anual DR con Restricción = Autorización Anual – RFDR - RVDR

b) Concepto 2: Transferir volúmenes en los meses de noviembre, diciembre y enero, desde las presas aguas arriba de Falcón cuando existan atrasos en las entregas al Tratado de 1944 (se entiende como atraso a la diferencia entre el régimen de entregas y la entrega real al Tratado de 1944). Los volúmenes a transferir resultan de dos tipos de restricciones aplicables a los Distritos de Riego: (1) Restricción fija para todos los Distritos de Riego, definida como un porcentaje de la autorización anual de cada DR, que será retenido en las presas para su eventual transferencia; (2) Restricción variable completa que puede disminuir en función de la concesión. Cada DR aportará a las entregas del Tratado una proporción del valor total de la restricción variable en función de su concesión. El porcentaje del volumen de atraso que conforme a la restricción variable, irá en aumento lineal dependiendo del año del ciclo en el que se aplique, de modo que en el último año del quinquenio del Tratado de 1944, el porcentaje a cubrir sea del 100% con el objeto de evitar en lo posible déficit entre ciclos. Las restricciones producto de este Concepto se aplican a todos los usuarios de DR de la cuenca.

**Para finalizar: Se continua con las transferencias**

# Avances en la programación de los tres Conceptos.

## Concepto 2: Transferencias de todos los DR al Tratado

$$\text{RVDR}(\text{RVI}\%) + \text{RFDR}(\text{RF}\%) = \text{Transferencia}$$

b) Concepto 2: Transferir volúmenes en los meses de noviembre, diciembre y enero, desde las presas aguas arriba de Falcón cuando existan atrasos en las entregas al Tratado de 1944 (se entiende como atraso a la diferencia entre el régimen de entregas y la entrega real al Tratado de 1944). Los volúmenes a transferir resultan de dos tipos de restricciones aplicables a los Distritos de Riego: (1) Restricción fija para todos los Distritos de Riego, definida como un porcentaje de la autorización anual de cada DR, que será retenido en las presas para su eventual transferencia; (2) Restricción variable complementaria a la fija para cada año de cada ciclo del Tratado de 1944, la cual se puede definir como un porcentaje del volumen de atraso previo al inicio de un ciclo agrícola. Cada DR aportará a las entregas del Tratado una proporción del valor total de la restricción variable en función de su concesión. El porcentaje del volumen de atraso que conforme a la restricción variable, irá en aumento lineal dependiendo del año del ciclo en el que se aplique, de modo que en el último año del quinquenio del Tratado de 1944, el porcentaje a cubrir sea del 100% con el objeto de evitar en lo posible déficit entre ciclos. Las restricciones producto de este Concepto se aplican a todos los usuarios de DR de la cuenca.

**Distritos de Riego** que se encuentren **en el Río Bravo** transfieren el agua en presa haciendo un **cambio de propiedad mexicana a estadounidense** para cubrir con el pago al Tratado durante el mes de enero. De esta forma todos aportan al compromiso.

# Ejercicio con herramienta VyFRes basado en Concepto 1 (Preliminar).

