

[illegible]

Figura 1. Ubicación de las estaciones telemétricas, utilizadas para la calibración de datos horarios con el modelo hidrometeorológico HBV, en la cuenca del río Grande de San Miguel.

3. CALIBRACION DEL MODELO HBV

3.1 Información de Distrito

La calibración del modelo se ha realizado con el nombre de Distrito SATRGSM1, el cual se encuentra en la carpeta C:\smhi\ihms\dat, ubicada en las maquinas del área de Investigación Hidrológica (Snet aerazo) y en el Centro de Pronostico Hidrológico CPH (Cph 9).

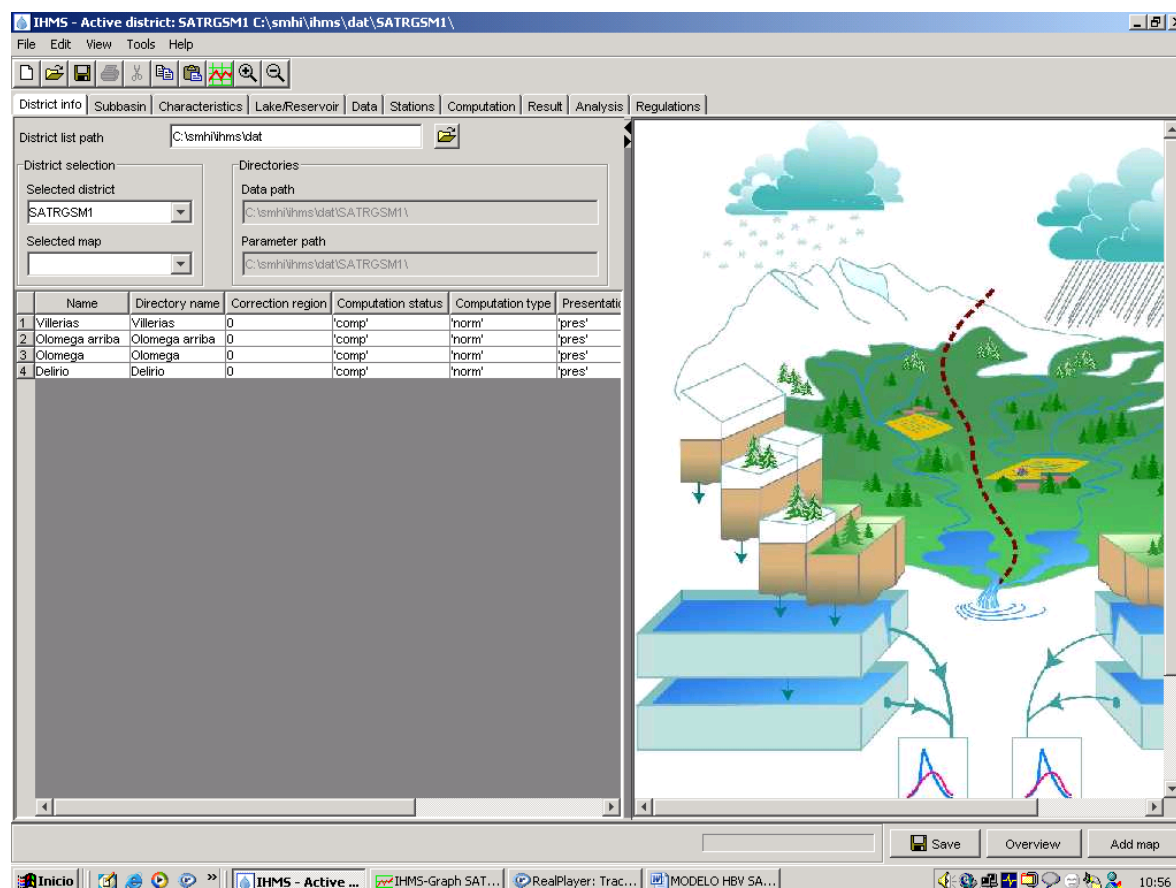


Figura 2. Ventana de Información del Distrito del modelo

3.2 Subcuencas

Para la calibración del modelo se consideraron 4 subcuencas, las cuales corresponden a las áreas de recogimiento hasta las estaciones hidrométricas telemétricas Villerías y El Delirio, y dos tramos intermedios los cuales se denominaron Olomega arriba y Olomega, respectivamente, estos dos últimos con el fin de dar una simulación de la respuesta hidrológica de la Laguna de Olomega.

La Figura 3, presenta la ventana de visualización de las subcuencas consideradas.

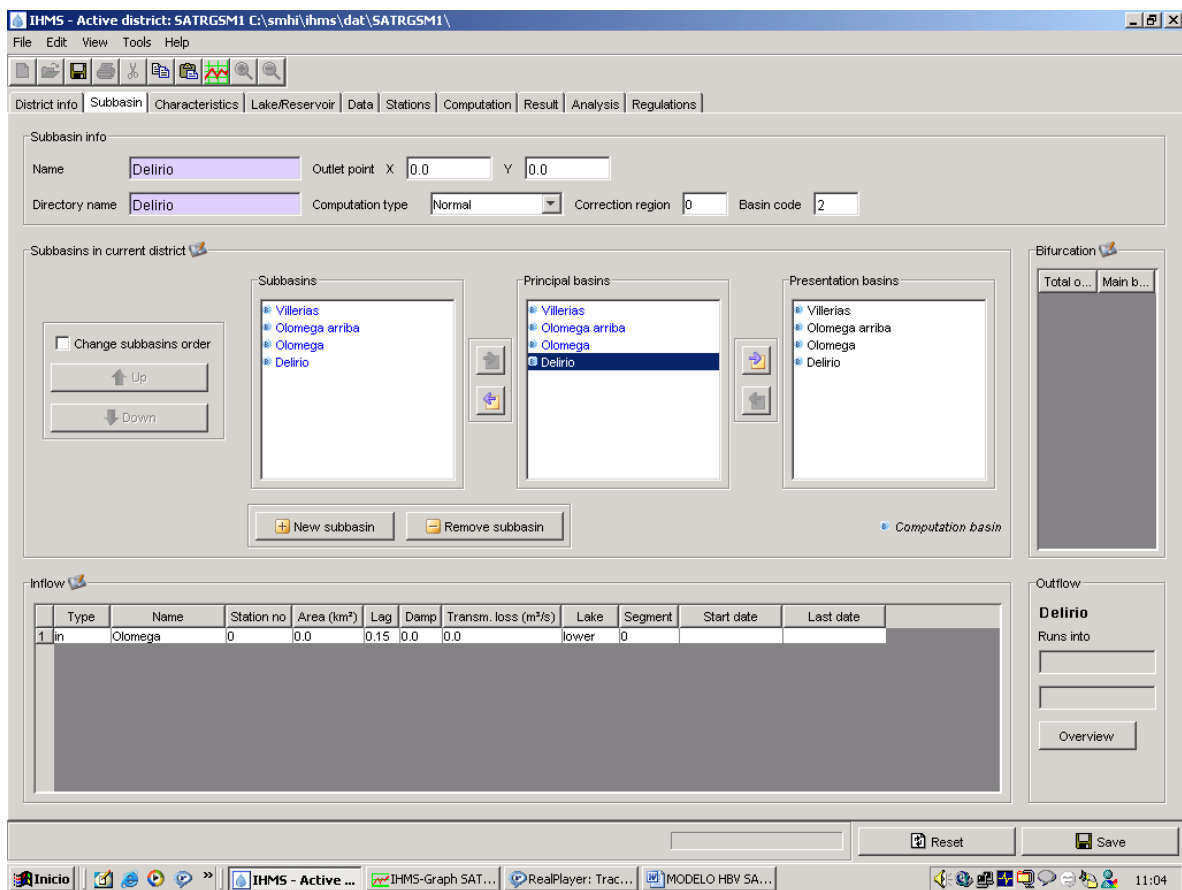


Figura 3. Ventana de Subcuencas del modelo

En las Figuras 3a a 3d que se presentan a continuación, se muestra la relación entre las subcuencas, dada por el Parámetro Inflow. Nótese que para la cuenca El Delirio, se presenta un dato diferente de la variable Lag (0.15), la cual representa el desfase del hidrograma en dicho sector, con relación al hidrograma de la subcuenca Villerías.

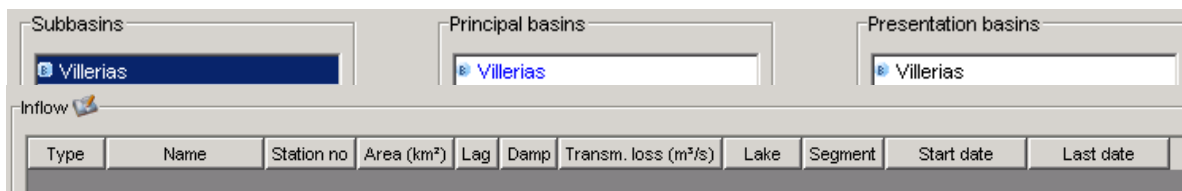


Figura 3a

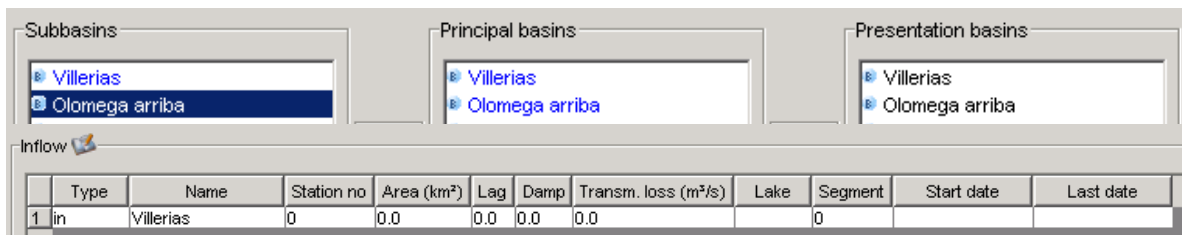


Figura 3b

Subbasins: Villerias, Olomega arriba, Olomega

Principal basins: Villerias, Olomega arriba, Olomega

Presentation basins: Villerias, Olomega arriba, Olomega

	Type	Name	Station no	Area (km²)	Lag	Damp	Transm. loss (m³/s)	Lake	Segment	Start date	Last date
1	in	Olomega arriba	0	0.0	0.0	0.0	0.0		0		

Figura 3c

Subbasins: Villerias, Olomega arriba, Olomega, Delirio

Principal basins: Villerias, Olomega arriba, Olomega, Delirio

Presentation basins: Villerias, Olomega arriba, Olomega, Delirio

	Type	Name	Station no	Area (km²)	Lag	Damp	Transm. loss (m³/s)	Lake	Segment	Start date	Last date
1	in	Olomega	0	0.0	0.15	0.0	0.0	lower	0		

Figura 3d

3.3 Estaciones

Para la calibración del modelo se consideraron las estaciones telemétricas ubicadas en la cuenca, siendo en total 9 estaciones de lluvia, 2 estaciones hidrométricas, y se consideró la información de 2 estaciones de Evapotranspiración. En la Figura 4 se puede observar la pantalla de visualización de las estaciones en el modelo con el código asignado.

IHMS - Active district: SATRGSM1 C:\smh\ihms\dat\SATRGSM1\

File Edit View Tools Help

District info Subbasin Characteristics Lake/Reservoir Data Stations Computation Result Analysis Regulations

Stations

Start date: 2003-10-29 Time: 13 No of stations: 13

Last date: 2007-12-31 End time: 13 No of time steps/day: 24

Station name	Number	Type	Replac.	Correction
1 Chapeltique	1316	p	2602	1.0
2 Gotera	2602	p	2608	1.0
3 Oscala	2608	p	2602	1.0
4 Villerias	13003	p	2602	1.0
5 UES	13005	p	13003	1.0
6 VolcanSM	13004	p	13005	1.0
7 Pacayal	13001	p	13005	1.0
8 Delirio	13000	p	13005	1.0
9 VadoMarin	13002	p	13000	1.0
10 Gotera	2602	e		
11 Papalon	1306	e		
12 Villerias	480105	q		
13 Delirio	480103	q		

Station weight

Name	Elevation	Q-type	W-type	Weight	Start date	Last date
1 Chapeltique (p) 1316	900			0.4	2003-10-29	2007-12-31
2 Gotera (p) 2602	800			0.4	2003-10-29	2007-12-31
3 Oscala (p) 2608	700			0.1	2003-10-29	2007-12-31
4 Villerias (p) 13003	500			0.1	2003-10-29	2007-12-31
5 Gotera (e) 2602	800					
6 Villerias (q) 480105	200	out			2003-10-29	2007-12-31

Station types... Reset Save

Evaporation Reset Save to subbasins... Save

Figura 4. Estaciones telemétricas consideradas en la calibración del modelo HBV.

Para cada una de las áreas de recogimiento consideradas, se estableció el peso de las estaciones de lluvia y se asignó la estación con registros de evapotranspiración de acuerdo a la ubicación de la misma. La Tabla 2 presenta el resumen de todas las estaciones con los pesos determinados.

Tabla 2. Pesos de las estaciones de Lluvia y Evapotranspiración consideradas en la Calibración.

Tipo	Estacion	Subcuenca			
		Villerías	Olomega arriba	Olomega	El Delirio
p	Chapeltique	0.4			
p	San Fco Gotera	0.4			
p	Osicala	0.1			
p	Villeras	0.1	0.2		
p	UES San Miguel		0.4		
p	Volcan San Miguel		0.2	0.25	0.2
p	Pacayal		0.2	0.25	0.2
p	Delirio			0.5	0.3
p	Vado Marin				0.3
e	San Fco Gotera	1.0			
e	Papalón		1.0	1.0	1.0

3.4 Datos

El periodo considerado para la calibración del modelo mensual en la cuenca, ha sido desde el 29 de octubre de 2003 a las 00 horas, hasta el 13 de febrero de 2007 a las 23 horas.

Los archivos con los datos en formato txt, tanto de lluvia como de caudal, se encuentran en la carpeta C:\smhi\ihms\dat\SATRGSM1\Archivos txt. Los datos de Evapotranspiración considerados, han sido los de las estaciones San Francisco Gotera y Papalón, los cuales se presentan en la Figura 5.

K Gotera				K Paplon			
Name:		Number:		Name:		Number:	
Interpolation type:				Interpolation type:			
Gotera		2602		Paplon		1306	
		Constant				Constant	
	Month	Day	Value		Month	Day	Value
1	1	1	5.3	1	1	1	5.2
2	2	1	5.4	2	2	1	5.3
3	3	1	6.7	3	3	1	6.6
4	4	1	6.8	4	4	1	6.7
5	5	1	6.4	5	5	1	6.4
6	6	1	5.7	6	6	1	5.7
7	7	1	6.0	7	7	1	6.1
8	8	1	5.9	8	8	1	5.9
9	9	1	5.1	9	9	1	5.1
10	10	1	5.0	10	10	1	5.0
11	11	1	4.8	11	11	1	4.7
12	12	1	5.0	12	12	1	4.9

Figura 5. Ventanas de datos de Evapotranspiración.

3.5 Características

En las Figuras 6a a 6d, se presentan las ventanas de visualización del modelo, con las características y las zonas geográficas consideradas para cada una de las subcuencas.

Villerías

Olomega arriba
Olomega
Delirio
SATRGSM1

Parameter	Value	Start date	Last date
1 alfa	0.9		
2 beta	1		
3 cevpfo	1.15		
4 cevgl	1.1		
5 cflux	2		
6 critstep	1		
7 fc	100		
8 fostcf	0.8		
9 hq	1		
10 k4	0.001		
11 khq	1		
12 lakadays	30		
13 lp	1		
14 maxbas	0.3		
15 pcalt	0.1		
16 pcorr	1.5		
17 perc	0.01		
18 rrcf	0.9		

Geographical zone

Area:

Elevation	Zone type	Area (km²)
1 1000.0	forest	124.04
2 82.427	field	785.96

Rating

Groups:

Start date:

Last date:

Group name/comments:

Formula:

Table structure:

Parameters:

Figura 6a. Pantalla de visualización de las características de la subcuenca Villerías.

Villerías

Olomega arriba
Olomega
Delirio
SATRGSM1

Parameter	Value	Start date	Last date
1 alfa	0.9		
2 beta	1.34053		
3 cevpfo	1.15		
4 cevgl	1.1		
5 cflux	1		
6 critstep	1		
7 fc	120		
8 fostcf	0.8		
9 hq	1		
10 k4	0.00668		
11 khq	0.053		
12 lakadays	30		
13 lp	0.95		
14 maxbas	1		
15 pcalt	0.1		
16 pcorr	0.7		
17 perc	6		
18 rrcf	0.9		

Geographical zone

Area:

Elevation	Zone type	Area (km²)
1 80.0	field	500

Rating

Groups:

Start date:

Last date:

Group name/comments:

Formula:

Table structure:

Parameters:

Figura 6b. Pantalla de visualización de las características de la subcuenca Olomega arriba.

Villerías

Olomega arriba
Olomega
Delirio
SATRGSM1

Parameter	Value	Start date	Last date
1 alfa	0.9		
2 beta	1		
3 cevpfo	1.15		
4 cevgl	1.1		
5 cflux	2		
6 critstep	1		
7 fc	120		
8 fostcf	0.8		
9 hq	1		
10 k4	0.001		
11 khq	0.2		
12 lakadays	30		
13 lp	0.95		
14 maxbas	1		
15 pcalt	0.1		
16 pcorr	0.7		
17 perc	6		
18 rrcf	0.9		

Geographical zone

Area:

Elevation	Zone type	Area (km²)
1 80.0	lake	20.29

Rating

Groups:

Start date:

Last date:

Group name/comments:

Formula:

Table structure:

Parameters:

Figura 6c. Pantalla de visualización de las características de la subcuenca Olomega.

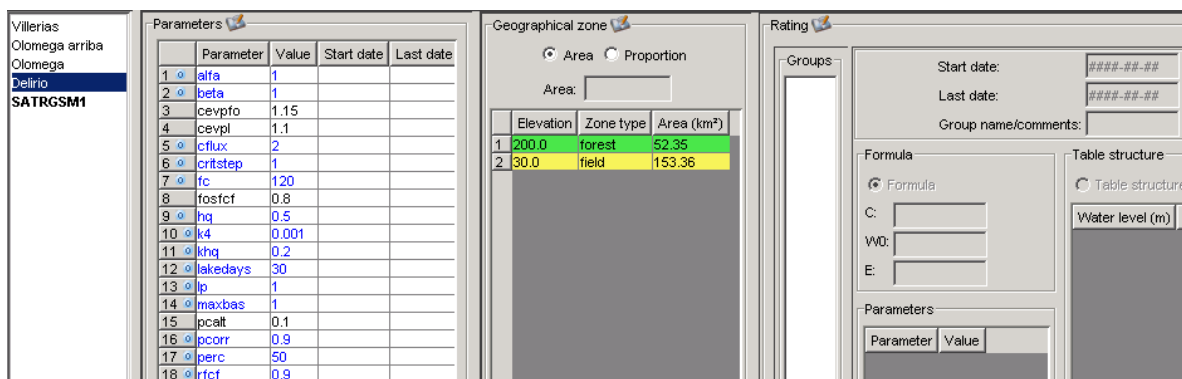


Figura 6d. Pantalla de visualización de las características de la subcuenca El Delirio.

Es importante mencionar que debido a que no existe información sobre una curva de descarga de la Laguna de Olomega, los datos de la Rating, en la subcuenca Olomega, han sido calibrados por prueba y error, por lo que se pueden modificar y mejorar.

Adicionalmente para la subcuenca Olomega, se ha introducido la tabla de almacenamiento de agua en la Laguna, la cual también como en caso anterior, ha sido calibrada por prueba y error. En la Figura 7 se presenta la visualización de la tabla.

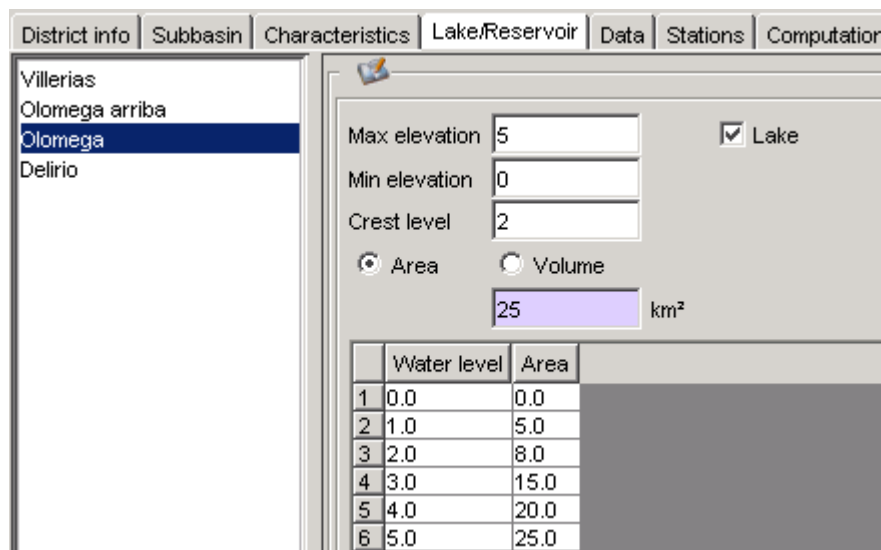


Figura 7. Pantalla de visualización de la curva de almacenamiento de la Laguna de Olomega.

3.6 Simulación

En las Figuras 8a y 8b se presenta un ejemplo gráfico de la calibración del modelo en las estaciones Villerías y El Delirio respectivamente, y en las Tablas 3 y 4 se presentan las Tablas de Contingencia, donde se expresa la relación de los números de casos registrados vs simulados, correspondientes a las etapas de Monitoreo y Preaviso (Etapa 1), Aviso

(Etapa 2) y Alerta y Emergencia (Etapa 3) que se manejan en el Centro de Pronostico Hidrológico CPH del SNET.

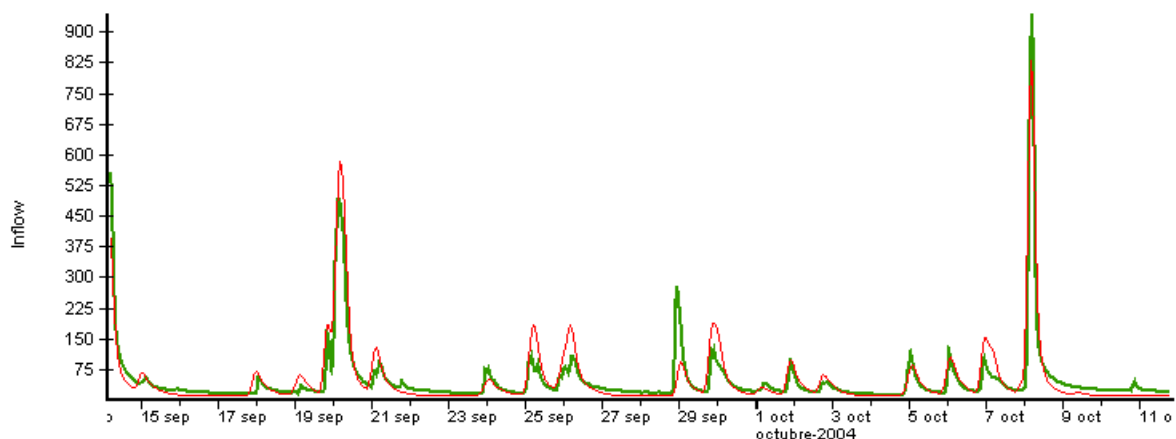


Figura 8a. Ejemplo de calibración del modelo HBV horario para la estación Villerías.

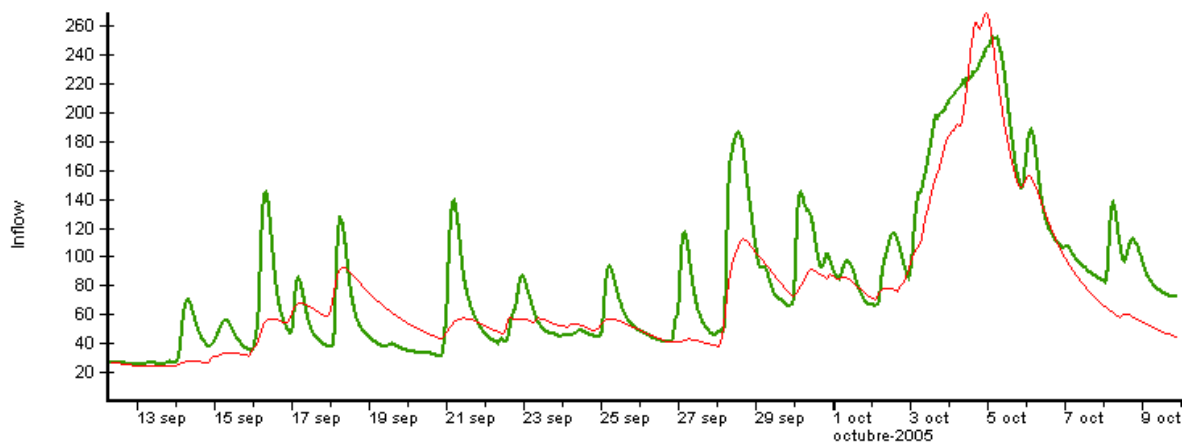


Figura 8b. Ejemplo de calibración del modelo HBV horario para la estación El Delirio.

Tabla 3. Tablas de Contingencia de casos simulados vs. casos registrados para cada una de las Etapas de Monitoreo – Preaviso, Aviso, Alerta – Emergencia – Estación Villerías.

DATOS REGISTRADOS	DATOS SIMULADOS			
	ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 3	DESBORDAMIENTO
ETAPA 1	29059	9	0	0
ETAPA 2	3	4	0	0
ETAPA 3	0	0	5	0
DESBORDAMIENTO	0	1	0	0

Tabla 4. Tablas de Contingencia de casos simulados vs. casos registrados para cada una de las Etapas de Monitoreo – Preaviso, Aviso, Alerta – Emergencia – Estación El Delirio.

DATOS REGISTRADOS	DATOS SIMULADOS			
	ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 3	DESBORDAMIENTO
ETAPA 1	24519	115	0	0
ETAPA 2	312	60	4	0
ETAPA 3	71	42	13	0
DESBORDAMIENTO	1	9	14	54

Para la estación Villerías, de acuerdo con los datos presentados en la Tabla 3, el 99.96% de los casos simulados son acertados con relación a los registrados, en cuanto a la Etapa en que se encuentre el río en un momento determinado. Considerando las Etapas de la 2 hasta el Desbordamiento (excluyendo la Etapa 1), el 90% de los casos es acertado.

En la estación El Delirio, considerando el total de datos analizados, el 97.53 % de los casos son acertados en cuanto a la Etapa en que se encuentre el río en dicha estación. Al considerar los datos de las Etapas de la 2 hasta el Desbordamiento, el 64.80% de los casos es acertado, lo cual se evidencia en los resultados gráficos, en donde se puede observar que para esta estación, los picos máximos, son acertados, sin embargo picos menores no son bien simulados; esto debido a que la curva de descarga de la Laguna de Olomega ha sido introducida como se mencionó anteriormente por ensayo y error, por lo cual puede mejorarse, para lograr un numero mayor de casos acertados.

3.7 Fortalecimiento del SAT de la cuenca con el modelo HBV

La calibración del modelo a nivel horario, como se mencionó en la Introducción de este informe, se realiza con el objetivo de fortalecer el Sistema de Alerta Temprana de la Cuenca del Río Grande de San Miguel, para lo cual actualmente se esta trabajando conjuntamente entre las áreas de Informática, CPH e Investigación Hidrológica, en sistematizar los datos horarios que reciben las estaciones telemétricas con el fin de poder correr el modelo continuamente y poder tener una respuesta mas rápida ante los posibles incrementos de caudal.