

## 7 ADENDA – ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

### 7.1 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LOS PARÁMETROS ESTIMADOS

El presente estudio de sensibilidad está dirigido a cuantificar la influencia sobre los resultados del balance hidrológico, analizando la variación de algunos de los parámetros considerados.

Para el caso de la Afluencia Subterránea se evaluó la variación de la Transmisividad, dado que el gradiente hidráulico y la longitud de la curva isofreática han podido ser corroborados “in situ”. Es así que, como el valor de Transmisividad adoptado en el balance fue igual a 100 m<sup>2</sup>/día, en primer lugar se consideró tomar para el análisis de sensibilidad valores extremos de 50 y 150 m<sup>2</sup>/día, pero dado los resultados preliminares obtenidos, se decidió incorporar valores intermedios de 80 y 120 m<sup>2</sup>/día respectivamente.

Respecto al Agua Importada, se optó por variar el Coeficiente de Vertido a 0,8, tradicionalmente utilizado en los cálculos de redes de saneamiento, en lugar del considerado originalmente de 0,9.

Por último, para la Precipitación Efectiva se consideró la posibilidad de que el CN correspondiera a un Grupo Hidrológico Tipo “C”, en lugar del Tipo “D” de los cálculos originales, por lo que, en base a la misma bibliografía, Chow et al. (1994) – Orsolini et al. (2000), se obtuvo un nuevo valor de CN para la condición II (CN II) igual a 88.

En resumen, los parámetros seleccionados, los valores resultantes del balance hidrológico original (presentado en el trabajo de Tesis), y los nuevos considerados para evaluar su sensibilidad se detallan en el siguiente Cuadro 1:

*Cuadro 1: Análisis de sensibilidad. Parámetros seleccionados*

Precipitación Efectiva		Agua Importada		Afluencia Subterránea				
Grupo Hidrológico		Coeficiente de Vertido		Transmisividad				
Original	Nuevo	Original	Nuevo	Original	Nuevos			
Tipo "D"-CN=92	Tipo "C"-CN=88	0,9	0,8	100	50	80	120	150

El resultado de las distintas combinaciones entre ellos conformó Escenarios diferentes, para cada uno de los cuales se determinó la variación del almacenamiento superficial en el período Septiembre – Noviembre de 2011 (donde no se registraron precipitaciones, ver Gráficos 3.15 y 3.16), y ayudados por la curva Altura – Volumen (ver Gráfico 3.18), se calculó la cota promedio de la laguna correspondiente a cada volumen obtenido. Estos resultados se muestran en el Cuadro 2 que se presenta a continuación.

Cuadro 2: Análisis de sensibilidad. Escenarios ensayados

Escenario	Precipitación Efectiva		Agua Importada		Afluencia Subterránea					$\Delta S_{sp}$ (*)	Cota (**)
	Grupo Hidrológico		Coef. de Vertido		Transmisividad						
	"C"-CN=88	"D"-CN=92	0,8	0,9	50	80	100	120	150	m <sup>3</sup>	IGN
1	88	---	0,8	---	50	---	---	---	---	-86.969	---
2	88	---	0,8	---	---	80	---	---	---	-54.145	---
3	88	---	0,8	---	---	---	100	---	---	-32.263	---
4	88	---	0,8	---	---	---	---	120	---	-10.380	---
5	88	---	0,8	---	---	---	---	---	150	22.444	3,32
6	88	---	---	0,9	50	---	---	---	---	-58.528	---
7	88	---	---	0,9	---	80	---	---	---	-25.704	---
8	88	---	---	0,9	---	---	100	---	---	-3.822	---
9	88	---	---	0,9	---	---	---	120	---	18.061	3,18
10	88	---	---	0,9	---	---	---	---	150	50.885	3,85
11	---	92	0,8	---	50	---	---	---	---	-67.365	---
12	---	92	0,8	---	---	80	---	---	---	-34.541	---
13	---	92	0,8	---	---	---	100	---	---	-12.659	---
14	---	92	0,8	---	---	---	---	120	---	9.224	2,72
15	---	92	0,8	---	---	---	---	---	150	42.048	3,68
16	---	92	---	0,9	50	---	---	---	---	-38.924	---
17	---	92	---	0,9	---	80	---	---	---	-6.100	---
<b>18</b>	---	<b>92</b>	---	<b>0,9</b>	---	---	<b>100</b>	---	---	<b>15.782</b>	<b>3,10</b>
19	---	92	---	0,9	---	---	---	120	---	37.665	3,60
20	---	92	---	0,9	---	---	---	---	150	70.489	4,16

(\*) Variación del almacenamiento superficial en el período donde no se registraron precipitaciones (Sep. - Nov. de 2011)

(\*\*) Cota promedio

El Escenario correspondiente a los datos del balance original es el número 18, y aquellos que dieron como resultado volúmenes negativos (marcados en rojo) corresponden a los casos en que la suma de los términos de evapotranspiración y volumen bombeado (sobre todo éste último) supera al volumen de agua total que ingresó al sistema, conformando escenarios que no reflejan una situación real puesta de manifiesto a lo largo de la experiencia.

De la observación del cuadro anterior también se desprende que de haberse considerado sólo los valores de 50 y 150 m<sup>2</sup>/día de Transmisividad, los resultados favorables hubiesen sido muy pocos como para realizar un adecuado análisis.

### Análisis de resultados

Para mejor visualización, en el Cuadro 3 se presentan únicamente aquellos Escenarios que dieron resultados válidos.

Cuadro 3: Análisis de sensibilidad. Escenarios factibles

Escenario	Precipitación Efectiva		Agua Importada		Afluencia Subterránea					$\Delta S_{sp}$	Cota
	Grupo Hidrológico		Coef. de Vertido		Transmisividad						
	"C"-CN=88	"D"-CN=92	0,8	0,9	50	80	100	120	150	m <sup>3</sup>	IGN
5	88	---	0,8	---	---	---	---	---	150	22.444	3,32
<b>9</b>	<b>88</b>	---	---	<b>0,9</b>	---	---	---	<b>120</b>	---	<b>18.061</b>	<b>3,18</b>
10	88	---	---	0,9	---	---	---	---	150	50.885	3,85
<b>14</b>	---	<b>92</b>	<b>0,8</b>	---	---	---	---	<b>120</b>	---	<b>9.224</b>	<b>2,72</b>
15	---	92	0,8	---	---	---	---	---	150	42.048	3,68
<b>18</b>	---	<b>92</b>	---	<b>0,9</b>	---	---	<b>100</b>	---	---	<b>15.782</b>	<b>3,10</b>
19	---	92	---	0,9	---	---	---	120	---	37.665	3,60
20	---	92	---	0,9	---	---	---	---	150	70.489	4,16

Los cuales también se representan en los Gráficos 1 y 2 para la variación del almacenamiento superficial y cota promedio según escenario, respectivamente.

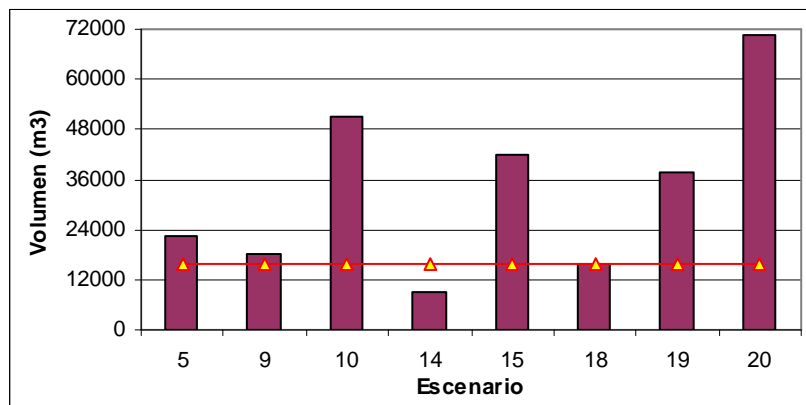


Gráfico 1: Variación del almacenamiento superficial según escenario. Se indica en amarillo los valores del balance original.

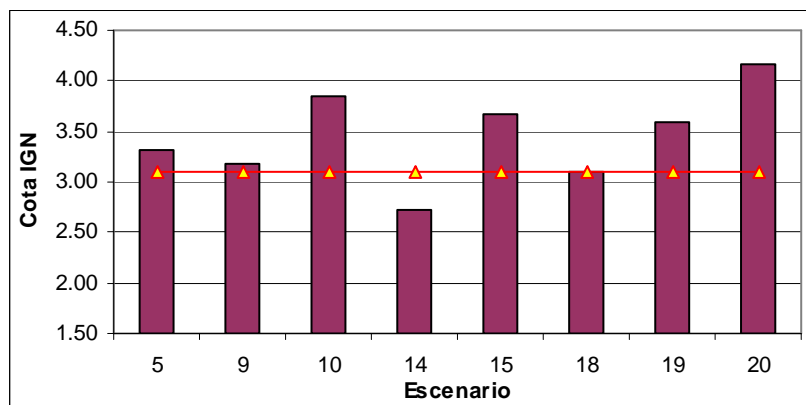


Gráfico 2: Cota promedio según escenario. Se indica en amarillo los valores del balance original.

Asimismo, en el Cuadro 4 se indican los niveles de referencia (ver Tabla 3.16: Relación Altura - Volumen), y su correspondencia con algunas de las cotas más relevantes.

*Cuadro 4: Relación Cota – Volumen. Niveles de referencia*

Cota IGN	Volumen [m <sup>3</sup> ]	Referencia
2,20	3.331	Fondo Canal acceso a E. Bombeo
3,30	21.475	Borde Superior Reja E. Bombeo
4,00	59.088	Piso Estación de Bombeo

Relacionando estos niveles con los obtenidos en el Cuadro 3, se desprende que todos aquellos Escenarios donde los niveles promedio superaron los 3,30 m de cota IGN suponen que funcionaron con el desborde por sobre la reja de protección de la bombas, lo cual no se corresponde con la consigna establecida para el funcionamiento de la estación, la cual se recuerda, es que las bombas se deben encender cuando el nivel del agua es próximo al borde superior de la reja y se detienen cuando llega al fondo del canal de acceso, para proteger los equipos de bombeo.

Por lo tanto los casos resultantes, que cumplen con variaciones de almacenamiento superficial y niveles adecuados son los Escenarios 9, 14 y 18. De los dos primeros el que se acerca mejor al propuesto en el balance original es el número 9, en donde la disminución del CN por el cambio en el Grupo Hidrológico (de 92 a 88) es compensada por un aumento de la Transmisividad (de 100 a 120 m<sup>2</sup>/día), dando como resultado un nivel promedio prácticamente igual al obtenido originalmente (3,18 a 3,10 m de cota IGN), pero con un valor superior de Transmisividad que si bien esta dentro del rango de los posibles, es más difícil de justificar.

En el Escenario 14, donde el dato relevante es el cambio del Coeficiente de Vertido de 0,9 a 0,8, el nivel se encuentra dentro de lo aceptable (2,72 cota IGN), pero algo bajo respecto a lo que pudo verificarse en el seguimiento realizado durante el estudio.

A partir de todo lo expuesto es posible expresar que el análisis de sensibilidad ha permitido encontrar otras combinaciones de parámetros que representarían adecuadamente los resultados obtenidos, pero al ser igualmente válidas que las arribadas originalmente, se sostiene que la combinación obtenida en el Escenario 18 cerraría mejor el balance hidrológico en primera instancia, para luego ubicarse el Escenario 9 y el Escenario 14 en segundo y tercer lugar respectivamente.