



CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL SEGURO

PLAN DE ACTUACIÓN EN SITUACIONES DE ALERTA Y EVENTUAL SEQUÍA EN LA CUENCA DEL SEGURO

ANEJO 5: VALIDACIÓN DE LOS INDICADORES DE SEQUÍA. TRABAJOS DE SIMULACIÓN.

ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| 1. VALIDACIÓN DE LOS INDICADORES A TRAVÉS DEL MODELO DE SIMULACIÓN | 2 |
| 1.1. ESCENARIO ACTUAL | 2 |
| 1.1.1 Demandas | 2 |
| 1.1.2 Actualización de recursos | 5 |
| 1.1.3 Esquema del modelo | 6 |
| 1.1.4 Prioridades de abastecimiento | 6 |
| 1.1.5 Simulaciones realizadas y resultados | 7 |
| 1.1.6 Validación de los indicadores | 8 |
| 1.2. ESCENARIO HORIZONTE 2008 | 9 |
| 1.2.1 Demandas | 10 |
| 1.2.2 Actualización de recursos | 14 |
| 1.2.3 Esquema de la simulación | 15 |
| 1.2.4 Resultados de la simulación | 16 |
| 1.2.5 Validación de los indicadores | 18 |
| 1.3. RESUMEN DE LA VALIDACIÓN | 18 |

1. VALIDACIÓN DE LOS INDICADORES A TRAVÉS DEL MODELO DE SIMULACIÓN

La validación de los Indicadores elegidos para *el sistema de explotación global* ha sido realizada mediante un modelo de simulación de la gestión de la cuenca.

El principal objetivo de la modelización es extraer una serie de déficits teóricos, con las aportaciones existentes en un cierto periodo, realizando una gestión de los recursos optimizada anualmente. La simulación permite estudiar los casos teóricos de incrementos de demanda por crecimiento de la población y de puesta en marcha de las actuaciones del programa AGUA.

En este caso, se estudian los escenarios temporales coincidentes con la planificación hidrológica (Escenarios: Actual, 2008 y 2018) puesto que las demandas y los recursos se suponen bastante distintos.

1.1. ESCENARIO ACTUAL

El esquema de la modelización parte de uno de los esquemas utilizados para los trabajos de Seguimiento y Revisión del Plan Hidrológico de la Cuenca del Segura, básicamente coincidentes con el documento “Análisis de los sistemas hidráulicos” del PLAN HIDROLÓGICO NACIONAL. Este esquema se ha modificado para que no incluya transferencias adicionales a las del ATS ni infraestructuras distintas a las actuales.

1.1.1 Demandas

Las demandas consideradas en el modelo están revisadas y actualizadas respecto al PHCS. La cuantía de las demandas no se han modificado pero sí hay variaciones en los coeficientes de reparto a los diferentes nodos del sistema y la fracción excluida del modelo. Los criterios generales han sido los siguientes:

- Se han excluido del modelo las asignaciones correspondientes a Aguas residuales de utilización directa (en la utilización directa se supone que los caudales no vuelven al sistema global), aguas subterráneas o bombeos renovables, otros recursos no renovables y, en su caso, la detracción de aguas superficiales aguas arriba de los embalses.

- La única excepción al criterio de excluir los bombeos renovables es la UDA 22 “Vega Alta, post al 33 y ampl del 53” en la que dicha asignación se incluye en el modelo, como ya se hacía en el PHS y el PHN, en razón de la estrecha interrelación entre río y acuífero.
- En los casos en los que las UDAs pueden abastecerse de retornos no directos y en consideración del punto de vertido de éstos, las aguas residuales se mantienen como componentes de demanda en el modelo. Estas demandas se han incluido dentro de los denominados Regadíos del Traspase.
- Por otra parte, se han imputado la totalidad de los déficit -bombeos no renovables, otros recursos no renovables y déficit de aplicación- a nodos específicos (numerados 22 a 28), corrigiendo de acuerdo a este criterio alguno de los coeficientes del PHN.

Respecto a la actualización del cuadro de asignaciones de demandas urbanas a nodos, se han incorporado los datos actualizados por la Mancomunidad de Canales del Taibilla, agregados geográficamente según los nodos de incorporación del PHN. En el caso del nodo 6 “Segura y varios”, se adopta una demanda de 10 hm³, similar a la del PHS pero inferior a la del PHN (15 hm³), asumiendo que los aprovechamientos directos de abastecimiento se han reducido sustancialmente.

Por último, para diferenciar el déficit de abastecimiento del Altiplano (5,5 hm³ Jumilla y Yecla) del déficit agrícola de la comarca, se ha introducido un nuevo nodo de demanda (nodo 30) que cuelga directamente del embalse de Camarillas. Este déficit corresponde a esta demanda urbana que actualmente se abastece, en gran parte, de recursos subterráneos no renovables

Se resumen a continuación los nodos de demanda incorporados en el modelo y las cantidades anuales consideradas. En la situación actual no se tienen en cuenta el déficit ya que se pretende simular el déficit en situación de sequía y no la falta de recursos en la cuenca.

En la *Tabla 1* el subtotal de las demandas de abastecimiento corresponden a los nodos 1 a 6, 3,7 hm³ del nodo 7 y el nodo 30, mientras que en el subtotal del regadío, los nodos 8 a 11 corresponden a los “Regadíos Tradicionales” y el resto a los “Regadíos del Traspase” en donde se han incluido los retornos no directos (nodos 12 a 21)

PLAN DE ACTUACIÓN EN SITUACIONES DE ALERTA Y EVENTUAL SEQUÍA EN LA CUENCA DEL SEGUERA

Tabla 1: Resumen de demandas medias anuales introducidas en el modelo.

| Núm nodo | Tipo Dem. | Descripción | Esc. Actual |
|--|------------|---|------------------------------|
| 1 | Abast. | MCT-Sierra Espada | 20,9 |
| 2 | Abast. | MCT-Campotejar | 33,3 |
| 3 | Abast. | MCT-Torrealta | 84,5 |
| 4 | Abast. | MCT-Pedrera | 67,8 |
| 5 | Abast. | MCT-Lorca | 13,3 |
| 6 | Abast. | Río Segura y varios | 10,0 |
| 7 | Reg. - Ab. | Hellín* | 26,2 |
| 8 | Reg. | Vega Alta antes de Ojós | 51,4 |
| 9 | Reg. | Vegas alta (parcial), media y baja(parcial) | 159,8 |
| 10 | Reg. | Vega Baja (parcial) | 78,4 |
| 11 | Reg. | Vega Baja(parcial) y RLMD | 78,0 |
| 12 | Reg. | Trasvase antes de Ojós | 25,9 |
| 13 | Reg. | La Pedrera | 14,1 |
| 14 | Reg. | Campo de Cartagena Oriental | 99,0 |
| 15 | Reg. | Campo de Cartagena Occidental | 23,0 |
| 16 | Reg. | Margen Izq. antes del partidior | 34,4 |
| 17 | Reg. | Margen Der. antes de Algeciras | 29,5 |
| 18 | Reg. | Guadalentín después de Algeciras | 16,5 |
| 19 | Reg. | Almería | 15,0 |
| 20 | Reg. | RLMI | 140,9 |
| 21 | Reg. | Lorca | 45,7 |
| 22 | Reg. | Def. M.Izquierda | 0,0 |
| 23 | Reg. | Def. Guadalentín | 0,0 |
| 24 | Reg. | Def. Mazarrón-Águilas | 0,0 |
| 25 | Reg. | Def. Altiplano | 0,0 |
| 26 | Reg. | Def. ZRT Vegas-Mula | 0,0 |
| 27 | Reg. | Def. ZRT Guadalentín | 0,0 |
| 28 | Reg. | Def. ZRT Alicante | 0,0 |
| 29 | Z.Hum. | Conserv. humedales | 20,0 |
| 30 | Abast. | Def. Abastecimiento Altiplano | 5,5 |
| Fuera sistema | | | 420,8 |
| SUBTOTALES | | | Abastecimiento 239,0 |
| | | | Regadíos Tradicionales 367,5 |
| | | | Regadíos del Trasvase 444,0 |
| | | | Hellín 22,5 |
| | | | Regadío 834,0 |
| | | | Humedales 20,0 |
| DEMANDA TOTAL en sistema global | | | 1.093,0 |

* En Hellín se contabilizan 3,7 en el Escenario Actual de Demana en Abastecimiento

1.1.2 Actualización de recursos

Respecto a las series del Seguimiento y Revisión del Plan Hidrológico de la Cuenca del Segura que alcanzaban la campaña 1999-2000, la simulación incorpora ahora las aportaciones propias de la cuenca restituidas del periodo 2000-2005 según los cálculos relatados en el apartado de recursos, estando contenidos en los correspondientes archivos para el modelo.

Respecto a los envíos del ATS la aportación calculada corresponde a una serie realizada a partir de las aportaciones históricas en los embalses de cabecera aplicando la regla de explotación aprobada. La serie adoptada resulta de una combinación del Analítico Histórico, de los datos de la cabecera del Tajo, con el Analítico por balance, de tal forma que se emplea el primero mientras haya datos disponibles y el segundo para alargar la serie hasta el año hidrológico 1940/41.

Las evaporaciones en embalse en función de las curvas superficie – volumen y datos mensuales (mm/mes) están incluidas, gracias a los datos del modelo Simges de la cuenca que está desarrollando la UPV.

Según los datos de depuración de Aguas Residuales en las provincias de Murcia, Albacete, Alicante y Almería se cifra la reutilización de la cuenca en 52 hm³/ anuales.

En el caso de los retornos de abastecimiento, se han detraído los volúmenes de reutilización directa (asignaciones del PHN), previa asociación de la UDA que reutiliza los efluentes de una determinada ETAP (aquella que da servicio a la población cuyos efluentes se reutilizan).

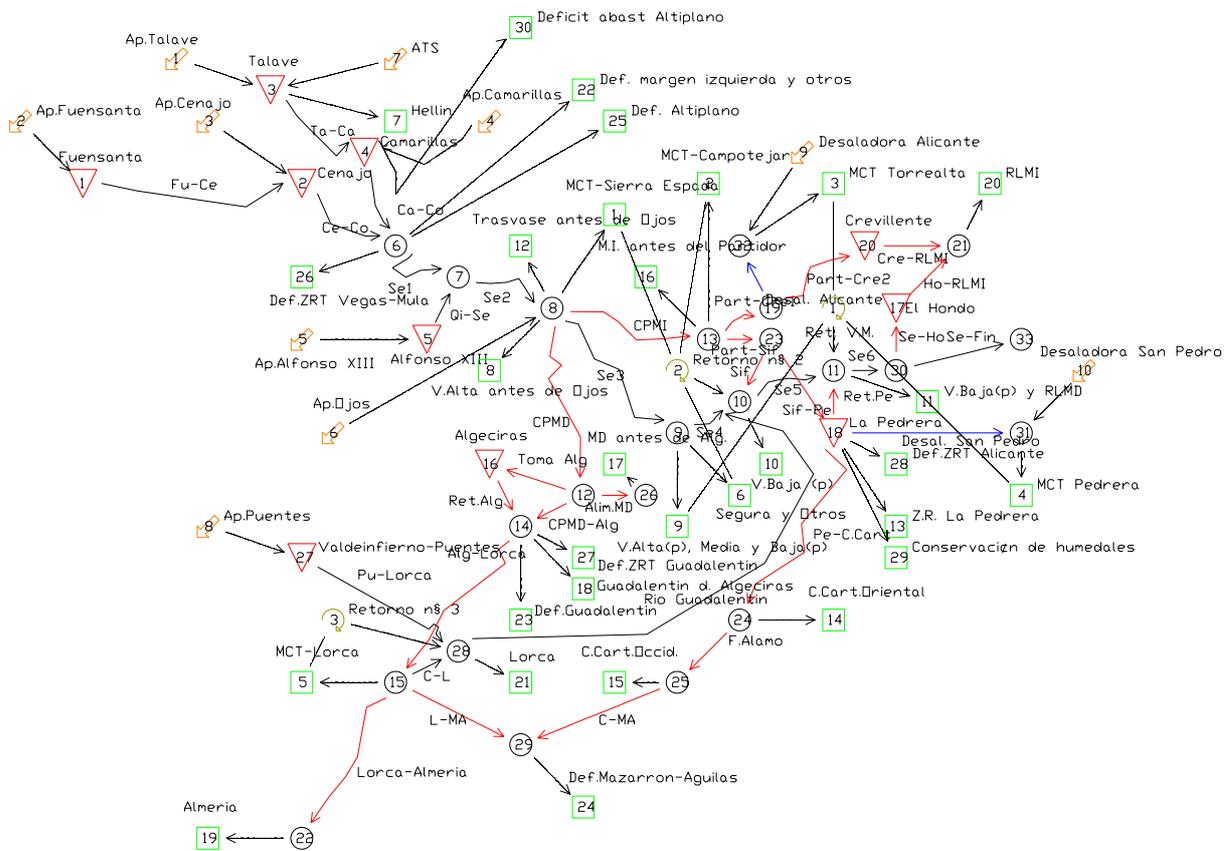
Tabla 2: Resumen de aportaciones medias anuales introducidas en el modelo.

| Aportación | Aport. anual (hm3) | Coef. Red. | Aport. neta (hm3) | Fuera del modelo |
|---------------------------|--------------------|-------------|-------------------|------------------|
| Fuentsanta | 252,47 | 0,95 | 239,85 | 12,62 |
| Cenajo | 85,01 | 0,85 | 72,26 | 12,75 |
| Talave | 128,28 | 0,96 | 123,15 | 5,13 |
| Camarillas | 38,29 | 0 | 0,00 | 38,29 |
| Alfonso XIII | 19,13 | 0 | 0,00 | 19,13 |
| Ojós | 125,13 | 0,25 | 31,28 | 93,85 |
| Vald.-Puentes | 26,20 | 0,72 | 18,87 | 7,34 |
| | 674,52 | | 485,41 | 189,11 |
| Recursos externos: | | ATS | 490,44 | |
| Desalinización: | | Alicante I | 24 | |
| | | San Pedro I | 24 | |
| | | | 1023,85 | |

1.1.3 Esquema del modelo

El esquema del modelo en este estudio para el Plan Especial de Sequía coincide con el esquema del Plan Hidrológico Nacional sin las previsiones de trasvase que este contenía y con las desalinizadoras que actualmente han entrado en funcionamiento (San Pedro del Pinatar I y Alicante I).

Figura 1: Esquema del modelo para el Optiges en el escenario actual.



1.1.4 Prioridades de abastecimiento

Teniendo en cuenta que el objetivo de este modelo es el análisis del índice de sequía se ha alterado la prioridad de los caudales ambientales respecto al abastecimiento. El orden establecido es: 1 abastecimiento, 2 caudales ecológicos, 3 regadíos (incluso la UDA de Hellín que incorpora una pequeña fracción de abastecimiento) y 4 nodos de déficit (aunque se anula la demanda se mantienen los nodos).

1.1.5 Simulaciones realizadas y resultados

Una vez actualizadas las aportaciones y las demandas en su asignación a nodos del modelo, se han llevado a cabo diversas simulaciones que han permitido ir afinando la hipótesis finalmente simulada.

Inicialmente, se ha realizado una pareja de simulaciones, incluyendo o no como demandas la compensación de déficit de UDAs que carecen de asignación de recursos superficiales (nodos 22 a 28). La mejora del servicio a los nodos de demanda asignada (1 a 21, 29 y 30) cuando se retiran los nodos de déficit es relativamente escasa. No obstante, puesto que el objetivo es validar los indicadores de sequía, se ha considerado más ajustada la hipótesis excluyente.

Se ha tanteado la variante de considerar un periodo de optimización de 5 años. Aunque los resultados finales obtenidos son semejantes. En consecuencia, se optó mantener la optimización de base anual. Esto puede confirmar la predominancia de ciclos anuales en la gestión de los recursos, lo que podría afectar a los índices de sequía.

Tabla 3: Resultados de la simulación, valores medios del periodo 1940-2005.

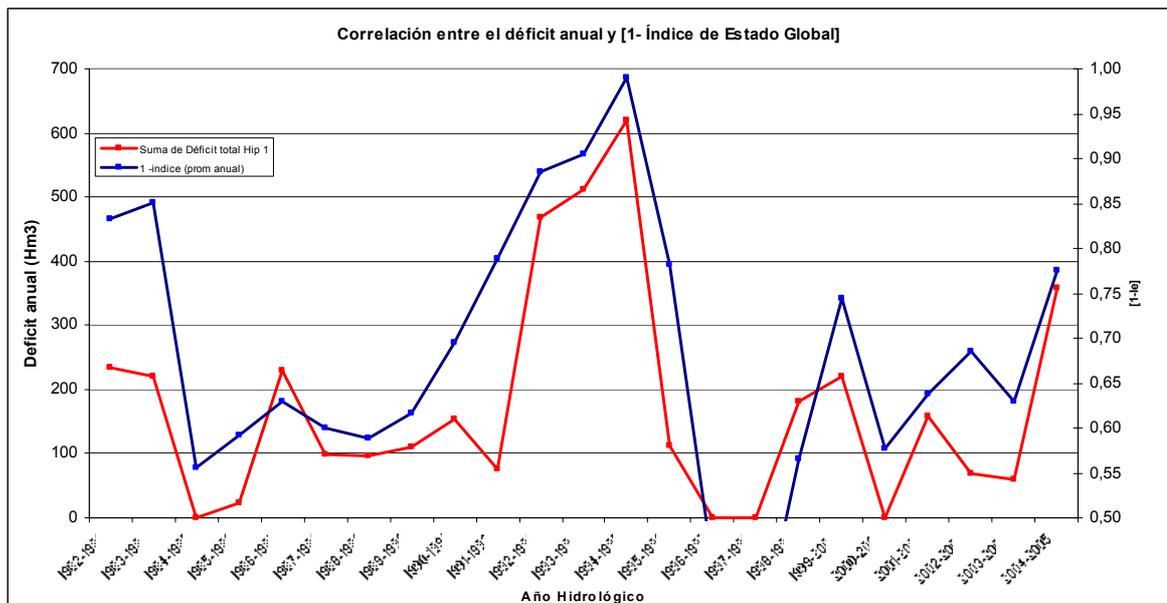
| Resumen de resultados del escenario actual. Valores medios del periodo 1940-2005. | | | | | | | | | | |
|---|--|---------------|------------------|---------------|-------------|----------------------|--------------------|------------------|-------------------|--------------------|
| Nº nodo | Descripción | Demanda (hm3) | Suministro (hm3) | Deficit (hm3) | Déficit (%) | Garantía mensual (%) | Garantía anual (%) | Fallo Utah 1 año | Fallo Utah 2 años | Fallo Utah 10 años |
| 1 | MCT-Sierra Espada | 20,8 | 20,78 | 0,00 | 0,0% | 100,0% | 100,0% | 0 | 0 | 0 |
| 2 | MCT-Campotejar | 33,3 | 33,24 | 0,04 | 0,1% | 99,7% | 96,9% | 1 | 2 | 0 |
| 3 | MCT-Torrealta | 84,5 | 83,90 | 0,59 | 0,7% | 99,0% | 93,8% | 4 | 5 | 12 |
| 4 | MCT-Pedreira | 67,8 | 67,52 | 0,26 | 0,4% | 99,2% | 93,8% | 3 | 4 | 11 |
| 5 | MCT-Lorca | 13,3 | 13,25 | 0,03 | 0,2% | 99,7% | 96,9% | 2 | 3 | 9 |
| 6 | Río Segura y varios | 10,0 | 10,00 | 0,00 | 0,0% | 100,0% | 100,0% | 0 | 0 | 0 |
| 7 | Hellín* | 26,2 | 23,87 | 2,32 | 8,8% | 88,1% | 72,3% | 3 | 3 | 18 |
| 8 | Vega Alta antes de Ojós | 51,4 | 47,82 | 3,53 | 6,9% | 88,2% | 72,3% | 2 | 3 | 16 |
| 9 | Vegas alta (parcial), media y baja(p.) | 159,8 | 148,19 | 11,57 | 7,2% | 87,6% | 70,8% | 3 | 3 | 17 |
| 10 | Vega Baja (parcial) | 78,4 | 72,80 | 5,60 | 7,1% | 87,7% | 70,8% | 3 | 3 | 17 |
| 11 | Vega Baja(parcial) y RLMD | 78,0 | 78,00 | 0,00 | 0,0% | 100,0% | 100,0% | 0 | 0 | 0 |
| 12 | Trasvase antes de Ojós | 25,9 | 23,80 | 2,05 | 7,9% | 87,2% | 70,8% | 3 | 3 | 17 |
| 13 | La Pedreira | 14,1 | 12,68 | 1,40 | 9,9% | 84,9% | 70,8% | 3 | 5 | 19 |
| 14 | Campo de Cartagena Oriental | 99,0 | 89,47 | 9,53 | 9,6% | 85,3% | 70,8% | 3 | 4 | 19 |
| 15 | Campo de Cartagena Occidental | 23,0 | 20,91 | 2,09 | 9,1% | 86,0% | 70,8% | 3 | 4 | 19 |
| 16 | Margen Izq. antes del partidior | 34,4 | 30,78 | 3,62 | 10,5% | 84,2% | 70,8% | 4 | 5 | 19 |
| 17 | Margen Der. antes de Algeciras | 29,5 | 26,53 | 2,99 | 10,1% | 84,7% | 70,8% | 4 | 5 | 19 |
| 18 | Guadalentín después de Algeciras | 16,5 | 14,78 | 1,76 | 10,6% | 84,4% | 70,8% | 4 | 5 | 19 |
| 19 | Almería | 15,0 | 13,47 | 1,53 | 10,2% | 85,1% | 70,8% | 4 | 5 | 19 |
| 20 | RLMI | 140,9 | 134,03 | 6,89 | 4,9% | 91,7% | 75,4% | 0 | 2 | 12 |
| 21 | Lorca | 45,7 | 40,90 | 4,81 | 10,5% | 84,1% | 70,8% | 4 | 6 | 19 |
| 22 | Def. M.Izquierda | 0,0 | 0,00 | 0,00 | | | | | | |
| 23 | Def. Guadalentín | 0,0 | 0,00 | 0,00 | | | | | | |
| 24 | Def. Mazarrón-Águilas | 0,0 | 0,00 | 0,00 | | | | | | |
| 25 | Def. Altiplano | 0,0 | 0,00 | 0,00 | | | | | | |
| 26 | Def. ZRT Vegas-Mula | 0,0 | 0,00 | 0,00 | | | | | | |
| 27 | Def. ZRT Guadalentín | 0,0 | 0,00 | 0,00 | | | | | | |
| 28 | Def. ZRT Alicante | 0,0 | 0,00 | 0,00 | | | | | | |
| 29 | Conserv. humedales | 20,0 | 19,07 | 0,93 | 4,7% | 95,3% | 81,5% | 1 | 2 | 11 |
| 30 | Def. Abastecimiento Altiplano | 5,5 | 5,50 | 0,01 | 0,2% | 99,9% | 98,5% | 0 | 0 | 0 |
| Suma | | 1092,9 | 1031,3 | 61,6 | 5,6% | | | | | |

El sistema tal como ha quedado definido es capaz de suministrar un promedio de unos 1.031 hm³ con un déficit promedio de 62 hm³ que equivale a un 6% de las demandas asignadas. Esta situación se traduce en unas garantías de suministro poco aceptables para el abastecimiento urbano y poco aceptables para el regadío, con la salvedad de la fracción de los regadíos de la Vega Baja y Riegos de Levante Margen Derecha que se benefician de buena parte de los retornos del sistema.

1.1.6 Validación de los indicadores

La evolución del déficit obtenido en la simulación comparada con la serie histórica del Índice de Estado del sistema global sirve para la validación del indicador.

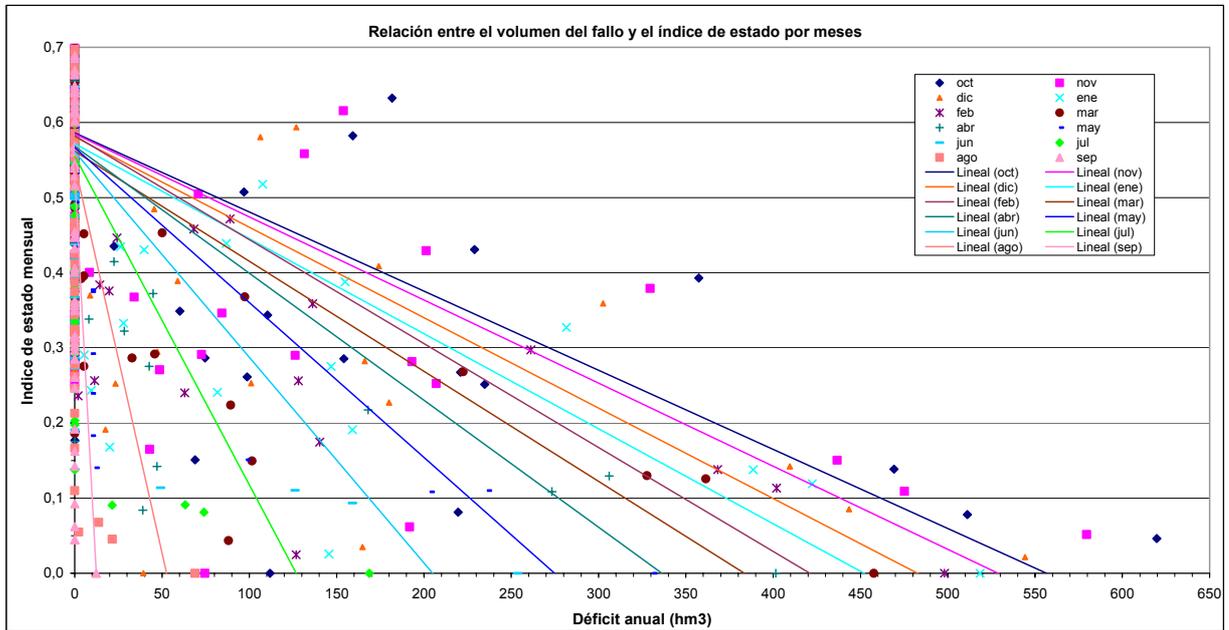
Figura 2: Evolución del déficit anual y del Índice de Estado Global



El índice de estado evoluciona de la misma manera que el déficit, en las épocas más secas, donde se produce mayor déficit el índice de estado tiende a cero.

Las correlaciones entre el indicador o el índice del estado y el déficit se realizan mediante los valores mensuales del índice y el déficit esperado. El objetivo de la validación y de la posterior determinación del déficit mensual es detectar el déficit esperado en el año hidrológico ante un valor mensual del indicador dado. Por este motivo el déficit en la correlación corresponde al déficit acumulado esperado en el resto del año hidrológico.

Figura 3: Correlación entre el volumen de fallo esperado en el año hidrológico y el Índice de Estado Global por meses.



La gráfica de las correlaciones muestra, como es de esperar, que el déficit aumenta cuando el índice de estado tiende a cero, y que a medida que avanzan los meses del año hidrológico se va reduciendo el déficit esperado en ese mismo año.

1.2. ESCENARIO HORIZONTE 2008

Incorporación de las actuaciones del Programa AGUA: actuaciones previstas para compensar el déficit establecido según el PHN.

Tabla 4: Actuaciones del Programa AGUA:

| | MCT | REGADÍO | TOTAL |
|-----------------------------|-----|------------|------------|
| ACUAMED | | | |
| Desalación | | | |
| Desaladora SCRATS | 20 | 60 | 80 |
| Desaladora Aguilas | 10 | 30 | 40 |
| Amp.Desaladora Aguilas | - | 6 | 6 |
| Amp.Desaladora El Mojon | - | 4 | 4 |
| Desalobradoradora Guardamar | - | 20 | 20 |
| Subtotal: | | 120 | 150 |

PLAN DE ACTUACIÓN EN SITUACIONES DE ALERTA Y EVENTUAL SEQUÍA EN LA CUENCA DEL SEGURA

| | MCT | REGADÍO | TOTAL |
|---|------------|------------|------------|
| Reutilización | | | |
| Reutilización Mar Menor Sur | - | 10 | 10 |
| Reutilización Mar Menor norte | - | 10 | 10 |
| Reutilización Ampliación EDAR Murcia | - | 15 | 15 |
| Subtotal: | | 35 | 35 |
| Modernización de regadíos | | | |
| Vega baja | | 10 | 10 |
| Ojós Contraparada (varios) | | 16 | 16 |
| Vega Alta hasta Ojós | | 5 | 5 |
| Librilla | | 5 | 5 |
| Comarca Los Vélez(varios) | | 2 | 2 |
| Telemando postravase | | 5 | 5 |
| Subtotal: | | 43 | 43 |
| TOTAL ACUAMED | 30 | 198 | 228 |
| Mancomunidad Canales del Taibilla | | | |
| Ampliación Alicante I | 8 | | 8 |
| San Pedro del Pinatar II | 24 | | 24 |
| Alicante II | 24 | | 24 |
| TOTAL MCT | 56 | | 56 |
| ACSegura | | | |
| (1) Desaladora Campo de Cartagena | 20 | 37 | 57 |
| TOTAL ACSegura | 56 | | 56 |
| Incremento desalación para abastecimiento respecto previsión del PHCS (MCT) | 2 | | 2 |
| Incremento Aguilas II Fase | | 20 | 20 |
| Desaladora Alicante para permutar recursos en Altiplano. | | 40 | 40 |
| TOTAL | 108 | 295 | 403 |

1.2.1 Demandas

- **Demandas de abastecimiento:**

Las demandas de abastecimiento se han aproximado asumiendo la demanda estimada en el Seguimiento y Revisión del Plan Hidrológico de la Cuenca del Segura con una redistribución por nodos acorde a la adoptada en la situación actual. De esta

manera el crecimiento global entre ambos escenarios (3,76%) se reparte uniformemente entre los diversos nodos, excluyendo la fracción imputable al río Taibilla y las cabeceras de los ríos Segura, Mundo y Guadalentín, detraídas del modelo, que se mantienen estables.

- **Modernización de regadíos:**

El volumen de ahorro por modernización de regadío, 42,5 hm³/año según el Programa AGUA, se ha distribuido entre el conjunto de las UDAs atendiendo a 2 criterios básicos:

- Imputación, en lo posible, a zonas identificables con las denominaciones de dicho cuadro y/o espacialmente próximas.
- La eficiencia máxima del regadío modernizado se cifra en un coeficiente de 0,95.

En el caso del trasvase, el ahorro previsto se ha distribuido entre la totalidad de las UDAs beneficiarias proporcionalmente a su asignación actual. Será conveniente revisar esta asignación conforme se concrete el alcance territorial y el objetivo de estas actuaciones.

La mejora de la eficiencia comporta un efecto lateral de reducción de los retornos de riego. En el PHCS, el único retorno significativo de los regadíos considerado era el correspondiente al drenaje de los riegos de las vegas media y baja, que se imputaba al nodo Vega Alta (parcial), Vega Media y Vega Baja (parcial), aplicando un coeficiente de 0,18 (30 hm³ de retornos históricos / 161 hm³ de demanda del nodo). El proceso de actualización de este coeficiente se muestra en la *Tabla 5*.

Tabla 5: Actualización del coeficiente de retorno estimado para el regadío correspondiente al nodo 9 de demanda.

| Nodo: Vega alta (parc.), media y baja (parcial): UDAs que lo componen | | Demanda actual | CEF actual | Retornos actual | Demanda 2008 | CEF 2008 | Retornos 2008 |
|---|--|----------------|------------|-----------------|----------------------------|----------|---------------|
| 20 | Tradicional Vega Alta, Ojós-Contraparada | 30,800 | 0,850 | 4,620 | 28,100 | 0,933 | 1,889 |
| 22 | Vega Alta, post al 33 y ampl del 53 | 19,440 | 0,850 | 2,916 | 18,180 | 0,913 | 1,576 |
| 32 | Tradicional Vega Media | 76,500 | 0,850 | 11,475 | 69,800 | 0,932 | 4,769 |
| 34 | Vega Media, post al 33 y ampl del 53 | 9,500 | 0,850 | 1,425 | 8,800 | 0,916 | 0,739 |
| 46 | Tradicional Vega Baja | 14,760 | 0,850 | 2,214 | 13,935 | 0,901 | 1,382 |
| 48 | Vega Baja, post al 33 y ampl del 53 | 8,760 | 0,850 | 1,314 | 8,760 | 0,900 | 0,874 |
| Suma | | 159,760 | | 23,964 | 147,575 | | 11,228 |
| Coef nodo | | | | 0,150 | Coef nodo | | 0,076 |
| Coef aplicado | | | | 0,180 | Coef aplicado | | 0,091 |
| Retorno (hm ³) | | | | 28,757 | Retorno (hm ³) | | 13,474 |

Resumiendo, el coeficiente de retorno en este caso se ha reducido de un 18% a un 9% puesto que la modernización de regadíos reduce los retornos a cauce.

En la *Tabla 6* se resumen las demandas consideradas en el modelo.

**PLAN DE ACTUACIÓN EN SITUACIONES DE ALERTA Y
EVENTUAL SEQUÍA EN LA CUENCA DEL SEGURA**

Tabla 6: Asignación de demandas a nodos del modelo en el Escenario 2008.

| Núm nodo | Tipo Dem. | Descripción | Dem. hm3/año |
|--|-----------|---|------------------|
| | | | Esc. 2008 |
| 1 | Abast. | MCT-Sierra Espada | 21,7 |
| 2 | Abast. | MCT-Campotejar | 34,7 |
| 3 | Abast. | MCT-Torrealta | 83,6 |
| 4 | Abast. | MCT-Pedreira | 70,7 |
| 5 | Abast. | MCT-Lorca | 13,8 |
| 6 | Abast. | Río Segura y varios | 10,0 |
| 7 | Reg. | Hellín* | 26,4 |
| 8 | Reg. | Vega Alta antes de Ojós | 47,9 |
| 9 | Reg. | Vegas alta (parcial), media y baja(parcial) | 147,6 |
| 10 | Reg. | Vega Baja (parcial) | 75,7 |
| 11 | Reg. | Vega Baja(parcial) y RLMD | 75,2 |
| 12 | Reg. | Trasvase antes de Ojós | 25,6 |
| 13 | Reg. | La Pedreira | 13,9 |
| 14 | Reg. | Campo de Cartagena Oriental | 97,7 |
| 15 | Reg. | Campo de Cartagena Occidental | 22,7 |
| 16 | Reg. | Margen Izq. antes del partidor | 34,0 |
| 17 | Reg. | Margen Der. antes de Algeciras | 29,2 |
| 18 | Reg. | Guadalentín después de Algeciras | 16,3 |
| 19 | Reg. | Almería | 14,8 |
| 20 | Reg. | RLMI | 139,6 |
| 21 | Reg. | Lorca | 45,3 |
| 22 | Reg. | Def. M.Izquierda | 128,1 |
| 23 | Reg. | Def. Guadalentín | 104,2 |
| 24 | Reg. | Def. Mazarrón-Águilas | 35,1 |
| 25 | Reg. | Def. Altiplano | 39,4 |
| 26 | Reg. | Def. ZRT Vegas-Mula | 28,6 |
| 27 | Reg. | Def. ZRT Guadalentín | 35,0 |
| 28 | Reg. | Def. ZRT Alicante | 25,6 |
| 29 | Z.Hum. | Conserv. humedales | 20,0 |
| 30 | Abast. | Def. Abastecimiento Altiplano | 5,8 |
| Fuera sistema | | | 455,52 |
| SUBTOTALES | | Abastecimiento | 244,2 |
| | | Regadíos Tradicionales | 346,3 |
| | | Regadíos del Trasvase | 835,1 |
| | | Hellín | 22,5 |
| | | Regadío | 1203,9 |
| | | Humedales | 20,0 |
| DEMANDA TOTAL en sistema global | | | 1.468,1 |

* En Hellín se contabilizan 3,9 en el Escenario 2008 de Demana en Abastecimiento

1.2.2 Actualización de recursos

Tabla 7: Asignación de nuevos recursos no convencionales:

| | Denominación | Residuales 2008 (hm ³) | Residuales actual (hm ³) | Incremento | Asignación Programa AGUA |
|----|--|------------------------------------|--------------------------------------|------------|---------------------------------|
| 59 | Nuevos regadíos Campo de Cartagena | 1,000 | 0,000 | 1,000 | Mar Menor Norte y Mar Menor Sur |
| 58 | Campo de Cartagena redotado con trasvase | 21,600 | 20,200 | 1,400 | Mar Menor Norte y Mar Menor Sur |
| 57 | Acuíferos del Campo de Cartagena | 10,000 | 0,900 | 9,100 | Mar Menor Norte y Mar Menor Sur |
| 56 | Nuevos regadíos La Pedrera | 10,300 | 1,800 | 8,500 | Mar Menor Norte y Mar Menor Sur |
| 40 | Nuevos regadíos Zona V Vega Alta-Media | 10,300 | 0,000 | 10,300 | Ampliación Murcia |
| 39 | Nuevos regadíos Zona IV Vega Alta-Media | 4,700 | 0,000 | 4,700 | Ampliación Murcia |

Tabla 8: Distribución mensual de los recursos de desalación para el modelo:

| Desaladora | oct | nov | dic | ene | feb | mar | abr | may | jun | jul | Ago | sep | año | Destino |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|---------------------------|
| Aguilas | 1,40 | 1,40 | 1,10 | 1,10 | 2,20 | 2,90 | 3,60 | 4,00 | 4,30 | 5,00 | 5,00 | 4,00 | 36,00 | Riego Ag-Mz |
| Aguilas | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 10,00 | MCT Lorca |
| Aguilas II | 0,80 | 0,80 | 0,60 | 0,60 | 1,20 | 1,60 | 2,00 | 2,20 | 2,40 | 2,80 | 2,80 | 2,20 | 20,00 | Riego Def ZRT Guadalentín |
| Alicante | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 48,00 | MCT Torrealta |
| El Mojón | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,40 | 0,50 | 0,60 | 0,70 | 0,70 | 0,80 | 0,80 | 0,70 | 6,00 | Riego CC Occ Ag-Mz |
| Guardamar | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,20 | 2,30 | 2,40 | 2,60 | 2,70 | 2,70 | 2,80 | 2,30 | 20,00 | Riego RLMI |
| San Pedro | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 48,00 | MCT Pedrera |
| SCRATS | 2,40 | 2,40 | 1,80 | 1,80 | 3,60 | 4,80 | 6,00 | 6,60 | 7,20 | 8,40 | 8,40 | 6,60 | 60,00 | Riego CC Or-Oc Ag-Mz |
| SCRATS | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 1,30 | 1,30 | 1,30 | 1,30 | 1,30 | 1,30 | 15,00 | MCT Torrealta |
| SCRATS | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,50 | 0,50 | 5,00 | MCT Pedrera |
| Valdelentisco | 1,40 | 1,40 | 1,10 | 1,10 | 2,20 | 2,90 | 3,60 | 4,00 | 4,30 | 5,00 | 5,00 | 4,00 | 36,00 | Riego CC Or-Oc Ag-Mz |
| Valdelentisco | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,50 | 0,50 | 5,00 | MCT Lorca |
| Valdelentisco | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 1,20 | 1,30 | 1,30 | 1,30 | 1,30 | 1,30 | 1,30 | 15,00 | MCT Pedrera |

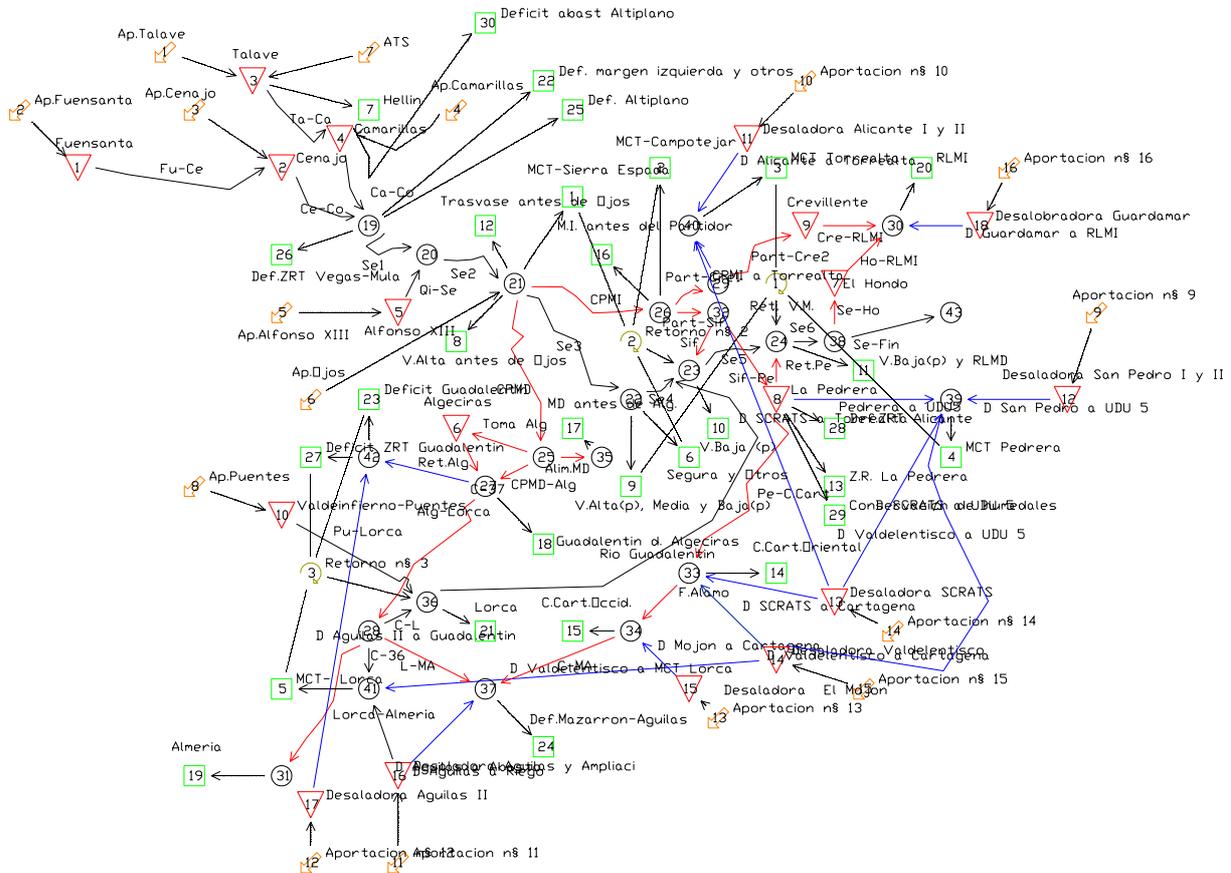
Las desalinizadoras SCRATS y Valdelentisco en razón de que los caudales asignados a la ETAP MCT Lorca (10 hm³ de Aguilas y 10 hm³ de Valdelentisco) rebasaban en 5 hm³ su demanda máxima (horizonte 2018), volumen que se ha redirigido a MCT Pedrera.

Respecto a la distribución intra-anual se asume un caudal constante para el abastecimiento (los picos veraniegos de demanda se servirían desde los embalses) y una variación del suministro de regadíos acompasado a la estacionalidad de esta tipología de demanda. Dado que la producción de las instalaciones de desalación es, si funcionan a pleno rendimiento, constante a lo largo del año, para que el criterio del regadío fuera aplicable en la práctica las entidades de riego (o regantes individuales) deberían disponer de una importante capacidad de regulación propia, no lejos de la realidad.

La herramienta de simulación –embalse de gran capacidad conectado al nodo de demanda por una conducción de capacidad limitada- es semejante a la implementada en la situación actual para las desaladoras de Alicante y San Pedro.

1.2.3 Esquema de la simulación

Figura 4: Esquema del modelo para Optiges en el escenario 2008.



1.2.4 Resultados de la simulación
Tabla 9: Resultados de la simulación en el escenario 2008:

| | | Demanda (hm ³) | Suministro (hm ³) | Deficit (hm ³) | Deficit (%) | Garantía mensual (%) | Garantía anual (%) | Fallo Utah 1 años | Fallo Utah 2 años | Fallo Utah 3 años |
|----|----------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|-------------|----------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1 | Ab MCT-Sierra Espada | 21,70 | 21,67 | 0,03 | 0,1% | 99,9% | 98,5% | 1 | 2 | 0 |
| 2 | Ab MCT-Campotéjar | 34,70 | 34,60 | 0,10 | 0,3% | 99,6% | 96,9% | 2 | 3 | 10 |
| 3 | Ab MCT-Torrealta | 83,60 | 83,39 | 0,21 | 0,3% | 98,8% | 93,8% | 4 | 5 | 9 |
| 4 | Ab MCT-Pedreira | 70,70 | 70,69 | 0,01 | 0,0% | 99,2% | 93,8% | 0 | 0 | 0 |
| 5 | Ab MCT-Lorca | 13,80 | 13,80 | 0,00 | 0,0% | 100,0% | 100,0% | 0 | 0 | 0 |
| 6 | Rio Segura y Otros | 10,00 | 10,00 | 0,00 | 0,0% | 99,9% | 98,5% | 0 | 0 | 0 |
| 7 | Hellín | 26,40 | 23,39 | 3,01 | 11,4% | 84,6% | 60,0% | 3 | 6 | 23 |
| 8 | Rg Vega alta antes de Ojós | 47,92 | 43,66 | 4,26 | 8,9% | 84,7% | 61,5% | 3 | 3 | 22 |
| 9 | Rg Vegas alta(p) media baja(p) | 147,57 | 134,90 | 12,67 | 8,6% | 84,6% | 61,5% | 3 | 3 | 20 |
| 10 | Rg Vega baja (parcial) | 75,65 | 72,43 | 3,22 | 4,3% | 94,6% | 81,5% | 2 | 2 | 10 |
| 11 | Rg Vega baja (parcial) y RLMD | 75,16 | 75,16 | 0,00 | 0,0% | 100,0% | 100,0% | 0 | 0 | 0 |
| 12 | Rg Trasvase antes de Ojos | 25,59 | 23,03 | 2,56 | 10,0% | 84,2% | 61,5% | 4 | 5 | 22 |
| 13 | Rg La Pedreira | 13,90 | 12,31 | 1,59 | 11,4% | 81,5% | 56,9% | 3 | 6 | 22 |
| 14 | Rg Campo Cartagena-Oriental | 97,67 | 95,60 | 2,07 | 2,1% | 82,2% | 58,5% | 0 | 0 | 0 |
| 15 | Rg Campo Cartagena-Occid | 22,73 | 22,73 | 0,00 | 0,0% | 100,0% | 100,0% | 0 | 0 | 0 |
| 16 | Rg MI. antes de Partidor | 34,00 | 29,04 | 4,96 | 14,6% | 79,0% | 56,9% | 5 | 8 | 23 |
| 17 | Rg MD antes de Algeciras | 29,18 | 25,26 | 3,92 | 13,4% | 79,9% | 56,9% | 5 | 7 | 23 |
| 18 | Rg Guadalentín desp Algeciras | 16,33 | 13,90 | 2,43 | 14,9% | 79,1% | 56,9% | 5 | 8 | 23 |
| 19 | Rg Almería | 14,80 | 12,78 | 2,02 | 13,6% | 80,3% | 56,9% | 5 | 7 | 23 |
| 20 | Rg RLM.I. | 139,60 | 133,15 | 6,45 | 4,6% | 87,8% | 61,5% | 0 | 0 | 10 |
| 21 | Lorca | 45,30 | 39,61 | 5,69 | 12,6% | 79,4% | 56,9% | 5 | 7 | 23 |
| 22 | Def MI | 128,10 | 80,80 | 47,30 | 36,9% | 59,0% | 49,2% | 26 | 31 | 39 |
| 23 | Rg Déficit Guadalentín | 104,20 | 103,70 | 0,50 | 0,5% | 99,0% | 93,8% | 1 | 1 | 7 |
| 24 | Rg Déficit Mazarrón-Aguilas | 35,10 | 35,10 | 0,00 | 0,0% | 100,0% | 100,0% | 0 | 0 | 0 |
| 25 | Def Altiplano | 39,44 | 24,58 | 14,86 | 37,7% | 59,4% | 49,2% | 27 | 29 | 39 |
| 26 | Rg Déficit Trasvase Veg-Mula | 28,60 | 17,70 | 10,90 | 38,1% | 59,2% | 49,2% | 26 | 30 | 40 |
| 27 | Rg Déficit Trasvase Guadalentín | 35,00 | 34,93 | 0,07 | 0,2% | 99,0% | 93,8% | 0 | 0 | 0 |
| 28 | Rg Déficit Trasvase Alicante | 25,60 | 17,06 | 8,54 | 33,4% | 61,7% | 50,8% | 21 | 26 | 39 |
| 29 | Conservación humedales | 20,00 | 18,93 | 1,07 | 5,4% | 94,6% | 75,4% | 1 | 2 | 14 |
| 30 | Déficit abastecimiento Altiplano | 5,80 | 5,79 | 0,01 | 0,2% | 99,7% | 96,9% | 0 | 0 | 0 |
| | Suma | 1.468,14 | 1.329,69 | 138,45 | 9,4% | | | | | |

El sistema suministra 1.330 hm³ aunque el déficit –que en esta ocasión, se identifica con el global de la cuenca del Segura- se mantiene en un promedio próximo a los 140 hm³. Los resultados arrojan una garantía aceptable para el abastecimiento, salvo para la ETAP de Torrealta cuyos fallos son ligeramente superiores a los permitidos en el caso de los déficit anuales acumulados para 1 y 2 años. En el regadío se aprecia una sustancial distinción entre los que tienen acceso a los recursos de las desaladoras que presentan garantías satisfactorias con independencia de su nivel de prioridad (riego consolidado o deficitario). Los riegos consolidados enteramente dependientes de los embalses presentan garantías variables entre el 80 y 90%, mientras que los

deficitarios que no cuentan con recursos desalados presentan garantías mensuales muy inferiores.

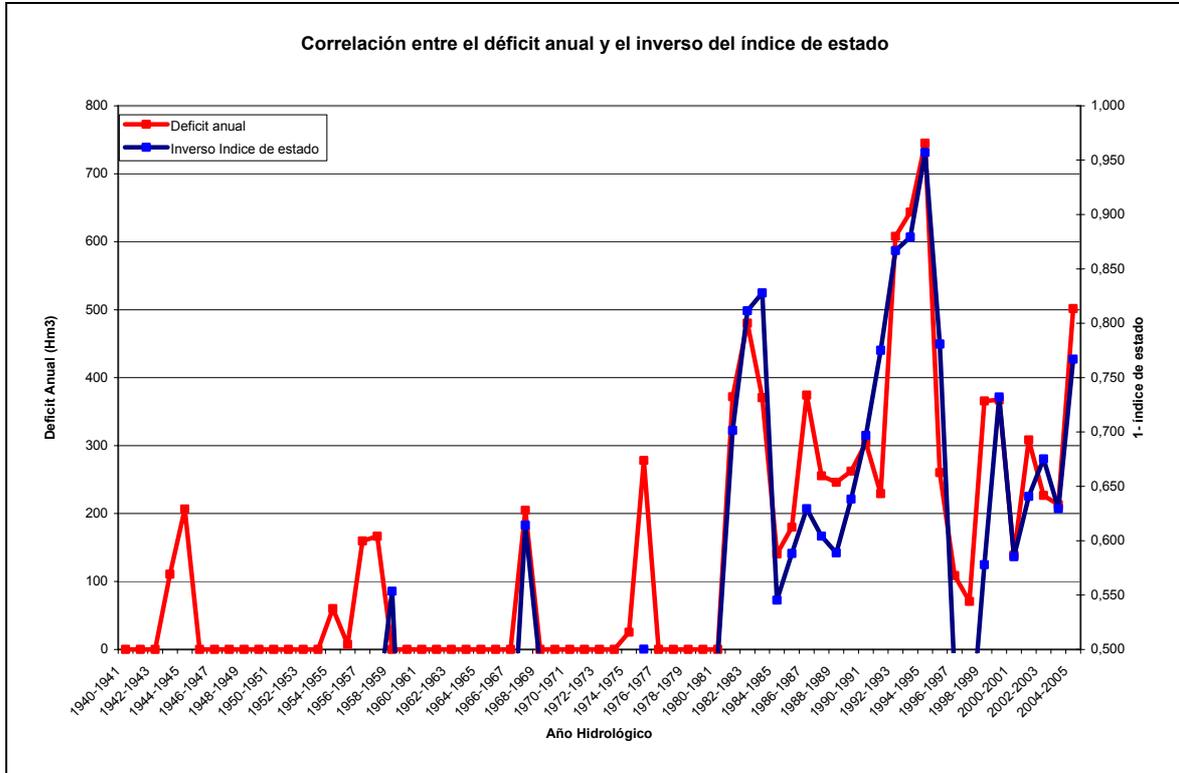
Tabla 10: Resultados de la simulación en el escenario 2008 sin los nodos con déficit superior al 60%.

| | | Demanda (hm ³) | Suministro (hm ³) | Deficit (hm ³) | Deficit (%) | Garantía mensual (%) | Garantía anual (%) | Fallo Utah 1 años | Fallo Utah 2 años | Fallo Utah 3 años |
|----|----------------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------|-------------|----------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | Ab MCT-Sierra Espada | 21,70 | 21,69 | 0,01 | 0,0% | 99,9% | 98,5% | 1 | 2 | 0 |
| 2 | Ab MCT-Campotéjar | 34,70 | 34,60 | 0,10 | 0,3% | 99,6% | 96,9% | 2 | 3 | 10 |
| 3 | Ab MCT-Torrealta | 83,60 | 83,39 | 0,21 | 0,3% | 98,7% | 93,8% | 4 | 5 | 9 |
| 4 | Ab MCT-Pedreira | 70,70 | 70,69 | 0,01 | 0,0% | 99,1% | 93,8% | 0 | 0 | 0 |
| 5 | Ab MCT-Lorca | 13,80 | 13,80 | 0,00 | 0,0% | 100,0% | 100,0% | 0 | 0 | 0 |
| 6 | Rio Segura y Otros | 10,00 | 10,00 | 0,00 | 0,0% | 99,9% | 98,5% | 0 | 0 | 0 |
| 7 | Hellín | 26,40 | 24,60 | 1,80 | 6,8% | 91,2% | 76,9% | 3 | 3 | 14 |
| 8 | Rg Vega alta antes de Ojós | 47,92 | 45,12 | 2,80 | 5,8% | 91,0% | 75,4% | 3 | 3 | 12 |
| 9 | Rg Vegas alta(p) media baja(p) | 147,57 | 138,98 | 8,59 | 5,8% | 90,9% | 75,4% | 3 | 3 | 12 |
| 10 | Rg Vega baja (parcial) | 75,65 | 73,19 | 2,46 | 3,3% | 96,3% | 89,2% | 2 | 2 | 9 |
| 11 | Rg Vega baja (parcial) y RLMD | 75,16 | 75,16 | 0,00 | 0,0% | 100,0% | 100,0% | 0 | 0 | 0 |
| 12 | Rg Traslase antes de Ojos | 25,59 | 23,92 | 1,67 | 6,5% | 90,6% | 75,4% | 4 | 3 | 12 |
| 13 | Rg La Pedreira | 13,90 | 12,84 | 1,06 | 7,6% | 88,8% | 73,8% | 3 | 4 | 16 |
| 14 | Rg Campo Cartagena-Oriental | 97,67 | 96,27 | 1,40 | 1,4% | 89,1% | 73,8% | 0 | 0 | 0 |
| 15 | Rg Campo Cartagena-Occid | 22,73 | 22,73 | 0,00 | 0,0% | 100,0% | 100,0% | 0 | 0 | 0 |
| 16 | Rg MI. antes de Partidor | 34,00 | 31,10 | 2,90 | 8,5% | 88,2% | 73,8% | 4 | 5 | 16 |
| 17 | Rg MD antes de Algeciras | 29,18 | 26,83 | 2,35 | 8,1% | 88,8% | 73,8% | 4 | 4 | 16 |
| 18 | Rg Guadalentín desp Algeciras | 16,33 | 14,91 | 1,42 | 8,7% | 88,3% | 73,8% | 4 | 4 | 16 |
| 19 | Rg Almería | 14,80 | 13,58 | 1,22 | 8,2% | 88,8% | 73,8% | 4 | 4 | 16 |
| 20 | Rg RLM.I. | 139,60 | 135,74 | 3,86 | 2,8% | 93,6% | 83,1% | 0 | 0 | 8 |
| 21 | Lorca | 45,30 | 41,74 | 3,56 | 7,9% | 87,9% | 73,8% | 4 | 4 | 15 |
| 22 | Def MI | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | | | | | |
| 23 | Rg Déficit Guadalentín | 104,20 | 103,70 | 0,50 | 0,5% | 99,0% | 93,8% | 1 | 1 | 7 |
| 24 | Rg Déficit Mazarrón-Aguilas | 35,10 | 35,10 | 0,00 | 0,0% | 100,0% | 100,0% | 0 | 0 | 0 |
| 25 | Def Altiplano | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | | | | | |
| 26 | Rg Déficit Traslase Veg-Mula | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | | | | | |
| 27 | Rg Déficit Traslase Guadalentín | 35,00 | 34,93 | 0,07 | 7,0% | 99,0% | 93,8% | 0 | 0 | 0 |
| 28 | Rg Déficit Traslase Alicante | 25,60 | 17,06 | 8,54 | 4,6% | 79,5% | 73,8% | 10 | 16 | 22 |
| 29 | Conservación humedales | 20,00 | 18,93 | 1,07 | 76,0% | 96,2% | 86,2% | 1 | 2 | 10 |
| 30 | Déficit abastecimiento Altiplano | 5,80 | 5,79 | 0,01 | 1,0% | 99,7% | 96,9% | 0 | 0 | 0 |
| | Suma | 1.272,00 | 1.226,39 | 45,61 | 3,6% | | | | | |

Las garantías mejoran sustancialmente situándose en el entorno del 90% mensual para la práctica totalidad de las demandas de regadío (salvo el nodo 28). No obstante, en este supuesto, la aportación de las desaladoras desciende drásticamente en los años anteriores a la “crisis” de la década de los 80. El promedio anual de agua desalada desciende hasta 267 hm³/año.

1.2.5 Validación de los indicadores

Figura 5: Evolución del déficit mensual y del Índice de Estado en el escenario 2008.



La mayor demanda considerada en este escenario hace aparecer mayores déficit en la serie histórica. En este caso igualmente la evolución del indicador es muy similar a la evolución del déficit, de manera que sigue siendo válida su formulación.

1.3. RESUMEN DE LA VALIDACIÓN

Tabla 11: Resumen de la validación del indicador global según los escenarios modelizados.

| Índice de Estado | Escenario | Periodo analizado | Demanda Total anual (hm3) | Déficit medio anual (hm3) | Correlación con medias anuales |
|------------------|-----------|-------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| Sistema Global | Actual | 1979 - 2005 | 1.071 | 164 | 0,72 |
| | 2008 | 1940 -2005 | 1.468 | 46 | 0,83 |
| | 2018 | 1940 -2005 | 1.476 | 107 | 0,75 |