



 GOBIERNO DE ESPAÑA
 MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE
 CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADIANA

Jornadas ISSDPGRH Jornadas Internacionales de Sistemas Soportes de Decisión en la Planificación y Gestión de Recursos Hídricos




Herramientas de ayuda a la planificación y gestión utilizadas en la CH del Guadiana
 Valencia, 18 de junio de 2013


 GOBIERNO DE ESPAÑA
 MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE
 CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADIANA

Jornadas ISSDPGRH Jornadas Internacionales de Sistemas Soportes de Decisión en la Planificación y Gestión de Recursos Hídricos


ÍNDICE

- I. Antecedentes de la SGRH en la cuenca del Guadiana
- II. Referencias en la legislación
- III. Recursos y demandas en la DHGn. Relación con el MGRH
 - III.1 Análisis del balance entre recursos y demandas. S. de explotación
 - III.2 Peculiaridades de las demandas y su integración en el MGRH
 - III.3 Criterios de garantía. Aspectos de la modelización
- IV. Modelización de caudales ecológicos
- V. Modelización de acuíferos
- VI. Incorporación de las medidas contempladas en el PHC al MGRH
- VII. Retos para el futuro

 GOBIERNO DE ESPAÑA	MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE	CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADIANA	Jornadas ISSDPGRH <small>Jornadas Internacionales de Sistemas Soportes de Decisión en la Planificación y Gestión de Recursos Hídricos</small>
--	--	---	---

I. Antecedentes de la SGRH en la cuenca del Guadiana

- Reglamentos de los Planes Hidrológicos de Cuenca I y II de 1998. Art. 99y98
Se plantea la necesidad de elaborar un modelo matemático para la optimización de la gestión de los recursos hídricos.
Además, dentro del Programa de Investigación y desarrollo de los PH, en el apartado VII.3, se indicaba que debía estar disponible dentro del primer horizonte de los Planes.
Durante la elaboración de los Planes y previa selección entre varias alternativas se elige SIMGES
- Comprobación de las garantías para las demandas en el primer horizonte del Plan (1998/2008) y futuras (2012)
 - SIMWIN: Ampliación series hidrológicas hasta 1998
 - Seguimiento PH (1999/2000)
 - Comisaría de Aguas(2000)
 - Caudales mínimos medioambientales – Garantía de suministro
 - Proceso de planificación PH 2009 : SIMGES/Aquatool-DMA

 GOBIERNO DE ESPAÑA	MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE	CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADIANA	Jornadas ISSDPGRH <small>Jornadas Internacionales de Sistemas Soportes de Decisión en la Planificación y Gestión de Recursos Hídricos</small>
--	--	---	---

II. Referencias en la legislación

Referencias Indirectas:

- Artículo 42 y 45 del TRLA (RDL 1/2001 de 20 de Julio): Contenido de los Planes Hidrológicos de Cuenca y Contenido del PHN.
 - ✓ *Art. 42 c): Asignación y Reserva de Recursos para usos y demandas actuales y futuros, así como para la conservación y recuperación del medio natural: Caudales Ecológicos.*
 - ✓ *Art. 45 a) y c) Coordinación entre Planes hidrológicos y Transferencias de Recursos entre distintos ámbitos de Planificación.*
- Artículos 4,19, y 21 del RPH (RD 907/2007 de 6 de Julio): Contenido obligatorio de los PHC, Sistemas de Explotación y Balances de Recursos y Demandas.
 - ✓ *Art. 4 c) Asignación y Reserva de Recursos para usos y demandas actuales y futuros, así como para la conservación y recuperación del medio natural: Caudales Ecológicos*
 - ✓ *Art.19) Definición y estudio de los Sistemas de Explotación y horizontes temporales a los que se refieren*
 - ✓ *Art.21. 1,2,3 y 4) Balance, asignación y reserva de recursos*

Referencias Directas:

- Punto 3.5 de la IPH (Orden ARM/2656/2008 de 10 de septiembre, modificada por la Orden ARM/1195/2011 de 11 de mayo): Asignación y Reserva de Recursos.
- ✓ *Sistemas de Explotación (Contenido, simulación, prioridades y reglas), Balances, Asignación y Reserva de Recursos*

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE
CONFEDERACIÓN HIEROGRÁFICA DEL GUADIANA

Jornadas ISSDPGRH
Jornadas Internacionales de Sistemas Soportes de Decisión en la Planificación y Gestión de Recursos Hídricos

III. Recursos y demandas en la DHGn. Relación con el MGRH

¿Por qué la utilización de un Modelo de Gestión de Recursos en la DHGn?

Dificultades para gestionar de manera óptima una cuenca tan extensa y de tan marcada irregularidad y variedad climática como la del Guadiana, con un sistema de explotación de recursos complejo, que incluye restricciones ambientales y de otro tipo, que exige determinadas estrategias de explotación sujetas a multitud de cálculos numéricos inabordable sin el auxilio de un programa informático

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE
CONFEDERACIÓN HIEROGRÁFICA DEL GUADIANA


Jornadas ISSDPGRH
Jornadas Internacionales de Sistemas Soportes de Decisión en la Planificación y Gestión de Recursos Hídricos

III. Recursos y demandas en la DHGn. Relación con el MGRH

RECURSOS

- *Composición:*
El inventario de recursos en la DHGn está constituido por los Recursos Superficiales propios convencionales y no convencionales, los Recursos Subterráneos y los Recursos procedentes de Transferencias Externas.
- *Confección del Inventario de Recursos:*
La confección del inventario de Recursos se ha llevado a cabo mediante el empleo de modelos de estimación de recursos.

Recursos Superficiales	→	SIMPA (1980-2005)
Recursos Subterráneos	→	MODFLOW (1974-2005)
- *Estimación de los Recursos:*
Recursos Superficiales propios convencionales y no convencionales: 4.187hm³/año
Recursos Subterráneos: 569hm³/año
Transferencias Externas: 71hm³/año
- *Consideración en el Modelo:*
Recursos superficiales, mediante la Introducción de las aportaciones intermedias a través de un archivo específico de aportaciones.
Recursos subterráneos, mediante la introducción de los valores de los recursos disponibles obtenidos a través de MODFLOW como recarga de los acuíferos tipo depósito.


 GOBIERNO DE ESPAÑA
 MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE
 CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADIANA

Jornadas ISSDPGRH
 Jornadas Internacionales de Sistemas Soportes de Decisión en la Planificación y Gestión de Recursos Hídricos


III. Recursos y demandas en la DHGn. Relación con el MGRH

DEMANDAS:

- *Composición:*
La estimación de las Demandas en la DHGn se realiza de acuerdo con la normativa para tres horizontes temporales: 2005, 2015 y 2027 para los usos urbano, agrario e industrial.
- *Fuentes de Información:*
 Base de Datos Delta de Aprovechamientos Superficiales (OPH)
 Comisaría de Aguas
 Evolución de los Factores determinantes para estimaciones futuras (Población, Superficie,..etc)
- *Estimación de las Demandas:*

Usos/Año	Año 2005	Año 2015	Año 2027
Usos Urbanos	181	241	228
Usos Agrarios	2490	2232	2370
Uso Industrial	56	193	190
Total	2727	2666	2788

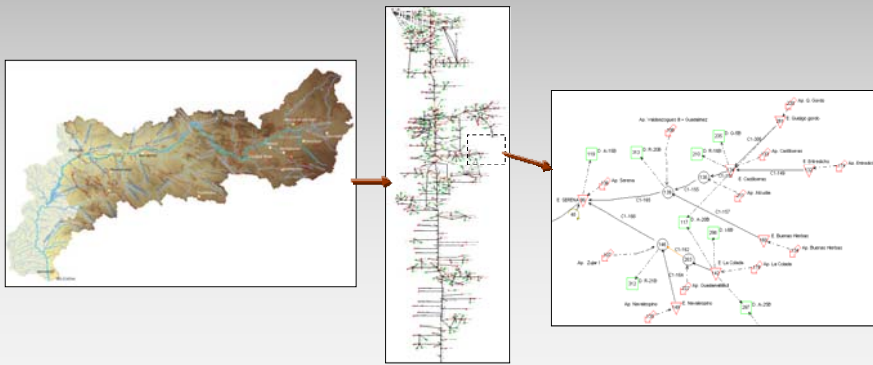
- *Consideración en el Modelo:*
Agrupación de las demandas en Unidades de Demanda codificadas según el uso y su localización geográfica.


 GOBIERNO DE ESPAÑA
 MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE
 CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADIANA

Jornadas ISSDPGRH
 Jornadas Internacionales de Sistemas Soportes de Decisión en la Planificación y Gestión de Recursos Hídricos

III. Recursos y demandas en la DHGn. Relación con el MGRH

Para la construcción del modelo se emplea una representación esquemática de toda la cuenca, donde aparecen reflejados, mediante líneas o arcos los tramos de cauce, masas de agua y conducciones más representativas; mediante elementos tipo nudo, los embalses con sus parámetros más significativos; los puntos de unión de dos o más cauces o conducciones, los puntos de toma y de retorno de las distintas demandas, los puntos de incorporación de aportaciones intermedias y puntos de derivación o reparto de caudal y, mediante elementos acuífero tipo depósito, los acuíferos o masas de agua subterránea.



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADIANA

Jornadas ISSDPGRH
Jornadas Internacionales de Sistemas Soportes de Decisión en la Planificación y Gestión de Recursos Hídricos

III.1 Análisis del balance entre recursos y demandas. S. de explotación

- Cuatro sistemas de explotación parciales en la CHGn:
 - Sistema Oriental (Tres subsistemas: Alto Guadiana, Bullaque, Tirteafuera).
 - Sistema Central.
 - Sistema Ardila.
 - Sistema Sur.
- Balances realizados con sistema de explotación único: Modelo de toda la Demarcación

The figure shows a map of the Guadiana basin divided into four management systems: Oriental (top right), Central (middle), Ardila (bottom left), and Sur (bottom right). To the left is a map of the basin with a legend for 'SISTEMAS DE GESTIÓN'. To the right are four detailed network diagrams corresponding to each system, showing the distribution of water resources and demands.

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADIANA

Jornadas ISSDPGRH
Jornadas Internacionales de Sistemas Soportes de Decisión en la Planificación y Gestión de Recursos Hídricos

III.2 Peculiaridades de las demandas y su integración en el MGRH

Prioridades generales en el Guadiana:




1. Demandas urbanas (+ restricción Caudales Ecológicos)
2. Demandas industriales
3. Demandas agrarias

The map shows consumptive uses across the Guadiana basin. A legend indicates: Industrial (hm³/año) with symbols for 0.0-0.2, 0.3-0.7, and 0.8-2.2; Urbano (hm³/año) with symbols for 0-4, 5-10, and 11-18; and Agrícola (zonas regables) shown in green.

Cálculo de demandas:

- Escenario actual (2005): Suministradas y consensuadas con autoridades competentes
- Escenarios futuros (2015, 2027): Proyecciones (modelos crecimiento poblacional, cambio usos...)

Se agrupan demandas en el modelo según la fuente de suministro y zona de retorno

Jornadas ISSDPGRH Jornadas Internacionales de Sistemas Soportes de Decisión en la Planificación y Gestión de Recursos Hídricos

III.3 Criterios de garantía. Aspectos de la modelización

Criterios de garantía según IPH para cada unidad de demanda del modelo:

Criterios de garantía para demandas de abastecimiento urbano:

- Déficit en un mes no será superior al 10% de la demanda mensual
- En diez años consecutivos la suma de déficit no superior al 8% de la demanda anual

Criterios de garantía para demandas de abastecimiento industrial:




- La garantía no será superior a la considerada para el abastecimiento urbano → Se toman los mismos criterios de las demandas urbanas en el modelo

Criterios de garantía para demandas agrarias:

- Déficit en un año no será superior al 50% de la demanda anual
- En dos años consecutivos la suma de déficit no será superior al 75% de la demanda anual
- En diez años consecutivos la suma de déficit no será superior al 100% de la demanda anual

Si los criterios anteriores no se cumplen → Establecimiento de medidas

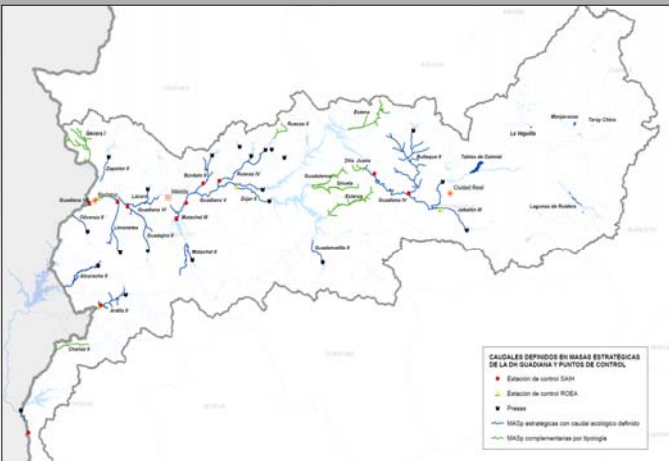
En situaciones excepcionales se admiten fallos con una garantía volumétrica a partir del 80% en el periodo de simulación → Sólo en demandas agrarias

Jornadas ISSDPGRH Jornadas Internacionales de Sistemas Soportes de Decisión en la Planificación y Gestión de Recursos Hídricos

IV. Modelización de caudales ecológicos

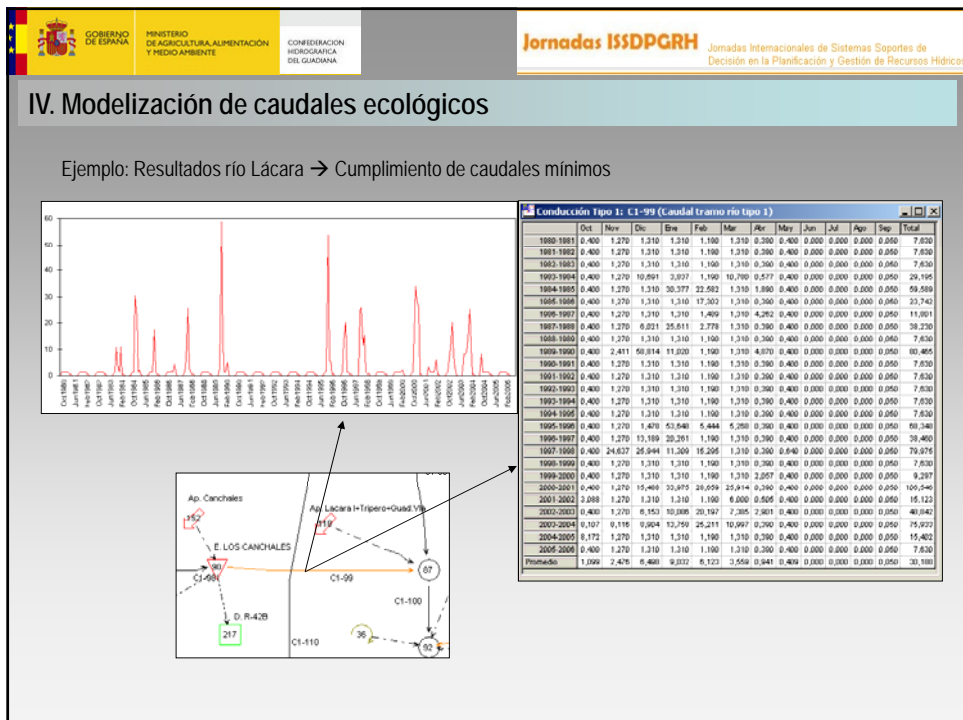
- Se modelizan los caudales mínimos ecológicos de las masas de agua estratégicas (19 masas) definidas en la cuenca
- Quedan definidos en el último arco de todos los que forman cada masa en el modelo



IV. Modelización de caudales ecológicos

Régimen de caudales ecológicos mínimos (hm³) incluido en el modelo. Masas de agua estratégicas

Código Masa	Nombre masa	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	TOTAL
12010	Río Lácara	0.40	1.27	1.31	1.31	1.19	1.31	0.39	0.40	0.00	0.00	0.00	0.05	7.63
12013	Río Zapatón II	0.00	2.07	2.14	2.14	1.94	2.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.43
12024	Río Guadamantilla II	0.08	0.18	0.19	0.19	0.17	0.19	0.08	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	1.16
12027	Río Olivenza II	0.45	0.43	0.54	0.54	0.48	0.54	0.52	0.13	0.00	0.00	0.00	0.05	3.68
13218	Río Guadiana VII	26.78	25.92	26.78	26.78	24.19	26.78	25.92	26.78	2.18	0.29	0.31	4.00	216.73
13353	Río Guadiana IV	2.81	4.77	4.93	4.93	4.45	4.93	4.77	4.93	1.56	0.37	0.37	0.36	39.18
13354	Río Guadiana VI	17.95	17.37	17.95	17.95	16.21	17.95	17.37	17.95	4.41	1.74	1.31	4.41	152.53
13355	Río Guadiana V	13.93	13.48	13.93	13.93	12.58	13.93	13.48	13.93	1.19	1.23	1.23	1.19	114.02
13359	Río Ardila II	1.29	1.24	1.29	1.29	1.16	1.29	1.24	1.07	0.03	0.00	0.00	0.03	9.92
13366	Río Alcarache II	0.06	0.06	0.13	0.13	0.12	0.13	0.06	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75
13387	Rivera Limonetes	0.23	0.44	0.46	0.46	0.41	0.46	0.44	0.19	0.05	0.00	0.00	0.08	3.22
13393	Río Guadajira	0.24	0.52	0.54	0.54	0.48	0.54	0.52	0.11	0.00	0.00	0.00	0.03	3.51
13397	Río Matachel II	0.27	1.30	1.34	1.34	1.21	1.34	1.30	0.27	0.16	0.00	0.00	0.26	8.79
13398	Río Matachel III	0.03	1.48	1.53	1.53	1.38	1.53	0.03	0.03	0.03	0.00	0.00	0.03	7.60
13408	Río Búrdalo	0.54	1.04	1.07	1.07	0.97	1.07	1.04	0.54	0.03	0.00	0.00	0.03	7.40
13414	Río Ruercos IV	1.37	2.13	2.22	2.22	2.01	2.22	2.13	0.80	0.23	0.00	0.00	0.23	15.60
13423	Río Zújar II	10.71	11.56	11.95	11.95	10.79	11.95	4.80	4.96	0.03	0.03	0.03	0.03	78.79
13450	Río Bullaque	0.96	0.93	2.54	2.54	2.30	2.54	2.46	2.54	0.26	0.08	0.08	0.26	17.52
13463	Río Jabalón III	0.32	0.52	0.54	0.54	0.48	0.54	0.52	0.19	0.03	0.00	0.00	0.03	3.70

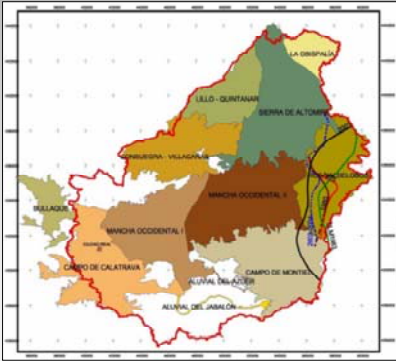


GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE
CONFEDERACIÓN HIEROGRÁFICA DEL GUADIANA

Jornadas ISSDPGRH
Jornadas Internacionales de Sistemas Soportados de Decisión en la Planificación y Gestión de Recursos Hídricos

V. Modelización de acuíferos

- ✓ Se han considerado los acuíferos del Alto Guadiana en el modelo
- ✓ Definidos como un depósito subterráneo con una recarga fija para todo el periodo simulado
- ✓ Recarga calculada previamente con una herramienta específica (FLUSAG) soportada bajo el código Modflow bajo la interfaz Visual Modflow v.4.3 (recurso total disponible)



Nombre MASb	Recurso natural (hm ³ /año)	Recurso disponible (hm ³ /año)	Recurso total disponible (con incremento retornos) (hm ³ /año)
SIERRA DE ALTOMIRA	28,8	23	26,0
LA OBISPALÍA	2,5	2	1,0-2,3
LILLO - QUINTANAR	18,8	15	17,0
CONSUEGRA - VILLACAÑAS	31,3	25	28,0
RUS-VALDELOBOS	27,3	21,8	24,6
MANCHA OCCIDENTAL I	100,9	80,7	91,2
MANCHA OCCIDENTAL II	117,5	94	106,2
CAMPO DE MONTEIL	10	8	9,0

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE
CONFEDERACIÓN HIEROGRÁFICA DEL GUADIANA

Jornadas ISSDPGRH
Jornadas Internacionales de Sistemas Soportados de Decisión en la Planificación y Gestión de Recursos Hídricos

VI. Incorporación de las medidas contempladas en el PHC al MGRH

Pasos seguidos:

1. Diagnóstico de la situación actual con el modelo (2005) → Comprobación déficits pasados
2. Modelización de primer escenario futuro en 2015 con medidas en marcha
3. Modelización de segundo escenario futuro en 2015 con nuevas medidas propuestas donde se tenga déficit
4. Propuesta de medidas en PHC una vez comprobadas

Medidas analizadas y propuestas en PHC:

- Medidas para solucionar los problemas de abastecimiento en el Alto Guadiana
 - Conducción La Cabezuela – Pto. Vallehermoso
- Medidas para solucionar los problemas de abastecimiento de la zona sur de la provincia de Badajoz
 - Conducción Villalba – Los Molinos
 - Nueva presa del Bujo más conducción a Tentudia o alternativa (conducción Villalba – Tentudia)
- Medidas para solucionar los problemas de demandas de la zona regable de Barros
 - Nueva presa del Golondrón o alternativa (Canal de Barros)
- Medidas para solucionar los problemas del abastecimiento de municipios del Norte de Huelva
 - Balsas de regulación fuera de DPH o alternativa (recrecimiento Presa del Sillo)
 - Nueva presa en Rivera de Alcalaboza

GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

CONFEDERACIÓN HIEROGRÁFICA DEL GUADIANA

Jornadas ISSDPGRH Jornadas Internacionales de Sistemas Soportes de Decisión en la Planificación y Gestión de Recursos Hídricos

VI. Incorporación de las medidas contempladas en el PHC al MGRH

Medidas para solucionar los problemas de abastecimiento de la zona sur de la provincia de Badajoz: Abastecimiento urbano de los pueblos de la Mancomunidad de Tentudia

10 pueblos abastecidos desde el embalse de Tentudia: Demanda D. A-63B

Embalse de Tentudia:
 Capacidad de embalse: 5 hm³
 Aportación media: 5,2 hm³/año

Año 2005:
 Demanda urbana 2,99 hm³/año
 2,4 % déficit en simulación (10 fallos según criterio 1 mes, 20 fallos según criterio 10 años)

Año 2015:
 Demanda urbana: 3,23 hm³/año
 4 % déficit en simulación (17 fallos según criterio 1 mes, 21 fallos según criterio 10 años)

Resultados simulados para el año 2015

GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

CONFEDERACIÓN HIEROGRÁFICA DEL GUADIANA

Jornadas ISSDPGRH Jornadas Internacionales de Sistemas Soportes de Decisión en la Planificación y Gestión de Recursos Hídricos

VI. Incorporación de las medidas contempladas en el PHC al MGRH

Medidas para solucionar los problemas de abastecimiento de la Zona Sur de la provincia de Badajoz: Abastecimiento urbano de los pueblos de la Mancomunidad de Tentudia

Alternativas contempladas en el Plan Hidrológico:

1. Nuevo embalse del Bujo más conducción
2. Otras alternativas (Conducción embalse de Villalba - embalse de Tentudia)

Cada alternativa por separado corrige el déficit según la simulación en el modelo:

Se establece una asignación de 3.23 hm³/año para los pueblos de Tentudia en el Plan Hidrológico

Jornadas ISSDPGRH Jornadas Internacionales de Sistemas Soportes de Decisión en la Planificación y Gestión de Recursos Hídricos

VII. Retos para el futuro

INTERFAZ AQUATOOLDMA	POSIBLES SOLUCIONES
Introducción o cambio masivo de datos en AquatoolDMA: Datos almacenados en base de datos Access. Sin embargo, dada la gran cantidad de tablas y relaciones entre ellas (a través de códigos numéricos), el proceso de cambio masivo de datos directamente sobre las tablas de la base de datos se vuelve difícil y peligroso.	Posible utilización de una herramienta de Exportación / Importación de datos a través de ficheros Excel, en los que todos los datos de cada elemento se localizaran y manipularan fácilmente en un solo registro localizable por el nombre del elemento dado en el esquema del modelo. Posibilidad de pegado de múltiples datos en los elementos tipo "rejilla" de las ventanas de AquatoolDMA.
Caudales ecológicos y demandas mensuales en cualquier conducción del modelo son fijos para todos los años del periodo de simulación.	Posibilidad de introducir datos variables de caudales mínimos en los diferentes años de la simulación, como ya se hace con las aportaciones intermedias.
Prioridades de las tomas de demanda deberían respetarse a nivel de todo el sistema modelizado y no a nivel del nudo o embalse del cual se realiza la toma.	Mantener prioridades de demanda aguas abajo o en todo el sistema, es decir, las garantías de las tomas de abastecimiento deberían ser mayores que la de regadío sin necesidad de tocar el volumen de sueltas de los embalses o las prioridades de los mismos.
En AquatoolDMA faltan algunas herramientas que ya existían en la interfaz Simwin. La actual opción de imprimir en AquatoolDMA es poco operativa.	Por ej; Importación de un subsistema dentro de otro o la exportación de todo un esquema a un archivo dxf, herramienta esta muy útil para plotear esquemas de gran tamaño y poder manejar los mismos en papel.
En esquemas complejos el programa es excesivamente lento a la hora de eliminar cualquier elemento en la interfaz de AquatoolDMA, independientemente de la potencia del ordenador.	Posible depuración de código fuente.

Jornadas ISSDPGRH Jornadas Internacionales de Sistemas Soportes de Decisión en la Planificación y Gestión de Recursos Hídricos



GRACIAS POR SU ATENCIÓN