

Evaluación del recurso hídrico mediante la aplicación de modelos semiagregados de Precipitación-Escorrentía a escala diaria. Caso de estudio: cuenca del río Tormes (España).



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

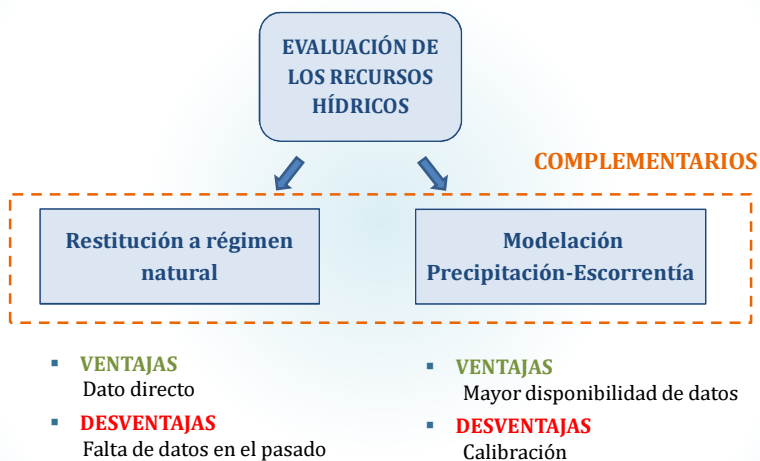
Jornadas ISSDPGHR
Valencia, 19 de junio de 2013

María Pedro Monzonís



Instituto de Ingeniería del
Agua y Medio Ambiente

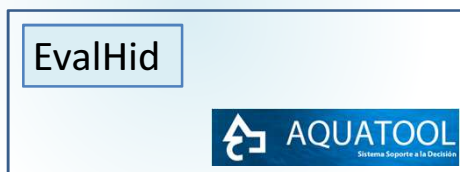
1. INTRODUCCIÓN



2. OBJETIVO

Obtener series de aportaciones que empleen:

- Herramientas y modelos sencillos (semiagregados)
- Escala diaria (caudales ecológicos)
- Conexión con los modelos de gestión de recursos hídricos

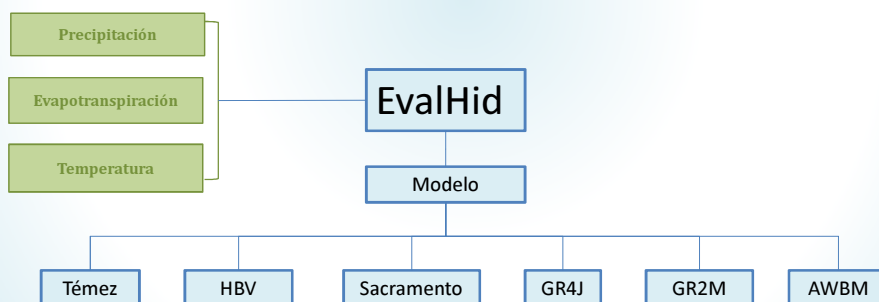


Caso de estudio: cuenca del río Tormes (España)

3

3. LA HERRAMIENTA EVALHID

- Programa informático integrado dentro del **SSD AQUATOOL**
- Varios tipos de **modelos agregados**
- Aplicación **semidistribuida**
- Escala configurable** y definida por el usuario
- Modelos de estimación de **escorrentía nival**
- Posibilidad de modelar únicamente la parte superficial
- Acople con **SIMGES**

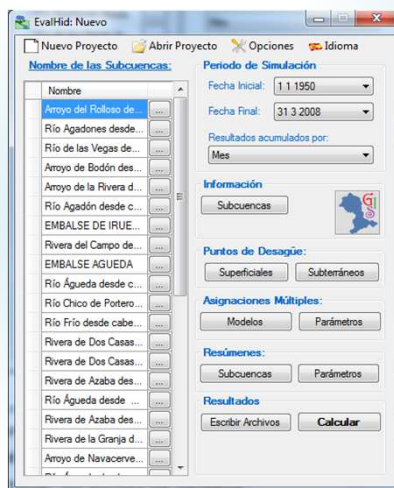


4

3. LA HERRAMIENTA EVALHID

INTERFAZ

- ❑ Introducción de **subcuencas** (directamente o desde GIS)
- ❑ **Asignación de datos** por subcuenca:
 - Superficie
 - Columnas de los archivos de entrada
 - Puntos de desagüe
 - Tipo de MPE y parámetros
 - Coeficientes de ajuste de P, ETP y T
- ❑ Introducción de **puntos de desagüe** (directamente o desde base de datos AQUATOOL)
- ❑ Selección de **período de simulación**
- ❑ Selección **escala de acumulación de resultados**.



5

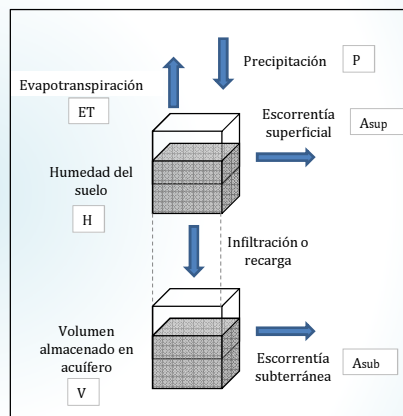
3. LA HERRAMIENTA EVALHID

MODELO TÉMEZ

- ❑ Bajo número de parámetros
 - 4 parámetros
 - 2 variables de estado

Parámetro	Descripción	Unidades
C	Coefficiente de inicio de excedente	-
Hmax	Capacidad máxima de almacenamiento del suelo	mm
Imax	Infiltración máxima	mm
alfa	Coefficiente de descarga del acuífero	día ⁻¹

- ❑ División del terreno en **dos zonas**
 - Superior, no saturada o de humedad del suelo
 - Inferior o acuífero, saturada de agua



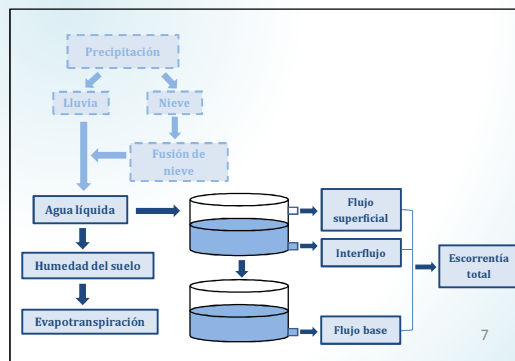
6

3. LA HERRAMIENTA EVALHID

MODELO HBV

- ❑ 8 parámetros y 4 variables de estado
- ❑ 4 módulos o rutinas
 - Humedad del suelo y precipitación efectiva
 - Evapotranspiración
 - Estimación de escorrentía
 - Módulo de acumulación y fusión de nieve
- ❑ Dos “tanques” o “depósitos”
 - Tanque superior
 - Flujo superficial
 - Interflujo
 - Tanque inferior
 - Flujo base

Parámetro	Descripción	Unidades
Lmax	Umbral de flujo subsuperficial	mm
K0	Coefficiente de recesión (tanque superior)	dia ⁻¹
K1	Coefficiente de recesión (tanque superior)	dia ⁻¹
K2	Coefficiente de recesión (tanque inferior)	dia ⁻¹
Kperc	Coefficiente de percolación	dia ⁻¹
PWP	Punto de marchitez permanente del suelo	mm
FC	Capacidad de campo	mm
β	Coefficiente de forma	-

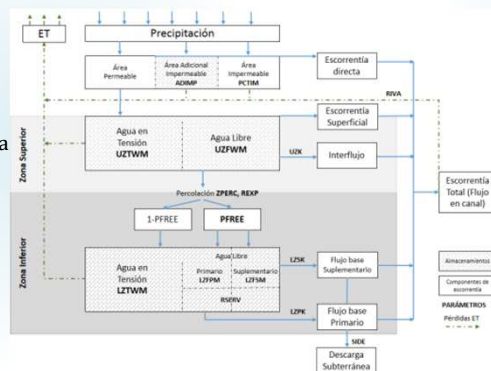


7

3. LA HERRAMIENTA EVALHID

MODELO SAC-SMA

- ❑ 16 parámetros y 6 variables de estado
- ❑ Entradas
 - Precipitación
- ❑ Salidas
 - Evapotranspiración
 - Caudal en río
 - Caudal subterráneo externo de la cuenca
- ❑ Dos “zonas”
 - Zona superior
 - Confinada
 - Libre
 - Zona inferior
 - Semisaturada
 - Acuífero
 - Flujo base primario
 - Flujo base suplementario



8

3. LA HERRAMIENTA EVALHID

MODELO NIEVE

- 2 parámetros y 1 variable de estado

Parámetro	Descripción	Unidades
Tu	Temperatura umbral	°C
DD	Factor grado-día	mm °C ¹ día ¹

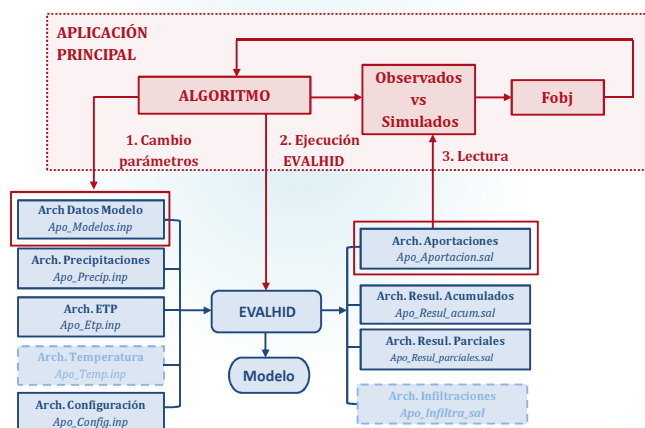


9

3. LA HERRAMIENTA EVALHID

FASE DE CALIBRACIÓN

- Permite **importar** datos y resultados **desde EVALHID**
- Incorpora adaptación a Visual Basic para Aplicaciones del **algoritmo SCE-UA**
- Plataforma empleada: Libro de cálculo de **MS Excel**



10

4. LA CUENCA DEL RÍO TORMES

APLICACIÓN A LA CUENCA DEL RÍO TORMES

- Datos disponibles:
 - ROEA y embalses**
 - Base de datos **Spain 02**
 - Precipitación diaria
 - Temperatura diaria
 - Cuencas con nieve

- Calibración de parámetros
 - Modelo HBV**
 - Modelo Nieve 1**
 - Modelo Sacramento**



11

4. LA CUENCA DEL RÍO TORMES

SERIES HISTÓRICAS DE AFOROS Y EMBALSES

	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
ROEA 2006	[Blue bar]																																																				
ROEA 2086	[Blue bar]																																																				
ROEA 2081	[Blue bar]																																																				
ROEA 2120	[Blue bar]																																																				
Emb Sta Teresa	[Blue bar]																																																				
ROEA 2149	[Blue bar]																																																				
ROEA 2084	[Blue bar]																																																				
ROEA 2086	[Blue bar]																																																				
ROEA 2712	[Blue bar]																																																				
ROEA 2087	[Blue bar]																																																				
ROEA 2088	[Blue bar]																																																				
Emb Almendra	[Blue bar]																																																				
ROEA 2094	[Orange bar]																																																				
ROEA 2091	[Orange bar]																																																				
ROEA 2137	[Orange bar]																																																				
ROEA 2092	[Orange bar]																																																				
ROEA 2090	[Orange bar]																																																				

12

4. LA CUENCA DEL RÍO TORMES

SISTEMA DE EXPLOTACIÓN TORMES



- 7 puntos de calibración:
- ROEA 2085
 - Embalse de Santa Teresa
 - ROEA 2149
 - ROEA 2084
 - ROEA 2087
 - ROEA 2088
 - Embalse de Almendra

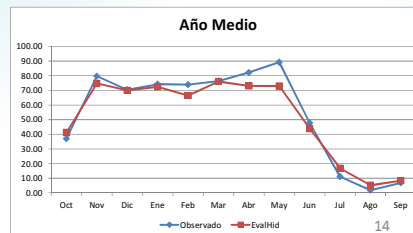
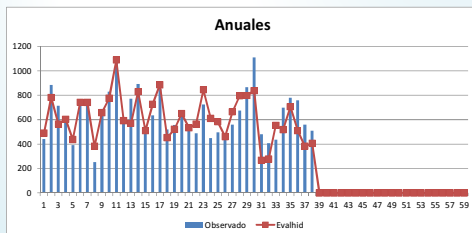
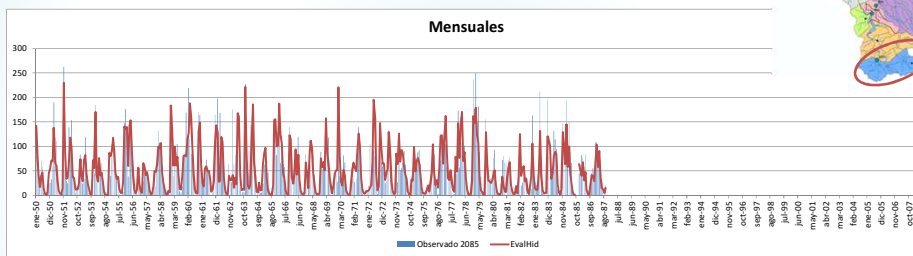


13

4. LA CUENCA DEL RÍO TORMES

Calibración en la estación de aforos 2085

Fmed 0.83507028



14

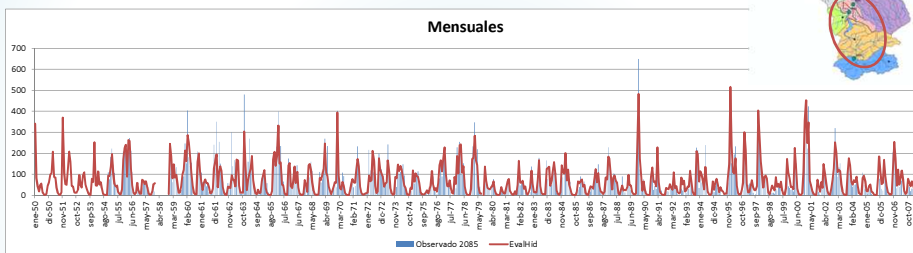
4. LA CUENCA DEL RÍO TORMES

Calibración en Santa Teresa

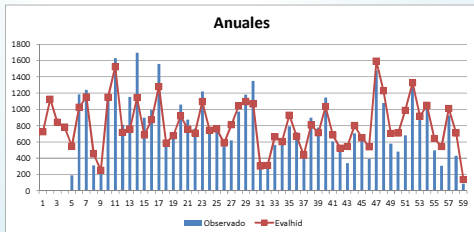
Fmed 0.80493281



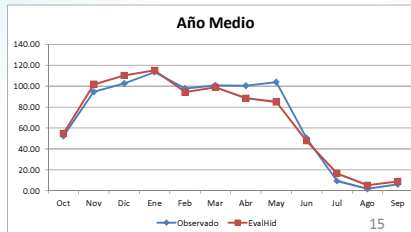
Mensuales



Anuales



Año Medio



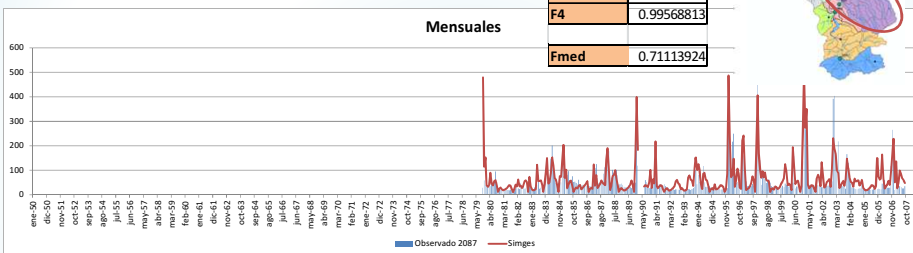
Calibración en la estación de aforos 2087

4. LA CUENCA DEL RÍO TORMES

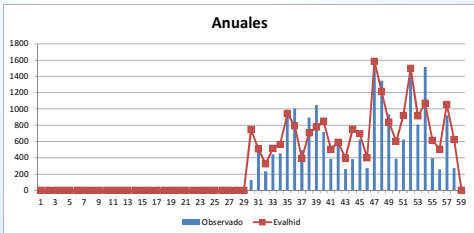
CALIBRACIÓN	
F1	0.6367569
F2	0.39452555
F3	0.81758639
F4	0.99568813
Fmed	0.71113924



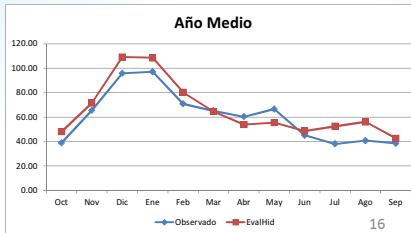
Mensuales



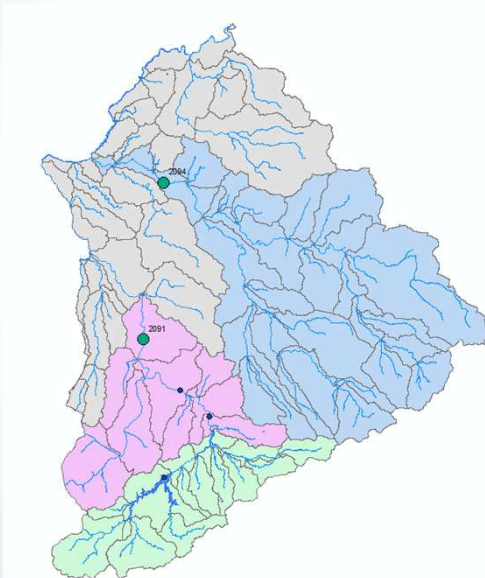
Anuales



Año Medio



5. AMPLIACIÓN A LA CUENCA DEL RÍO ÁGUEDA



- 3 puntos de calibración:
- Embalse de Águeda
 - ROEA 2091
 - ROEA 2094

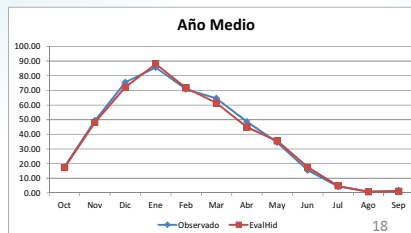
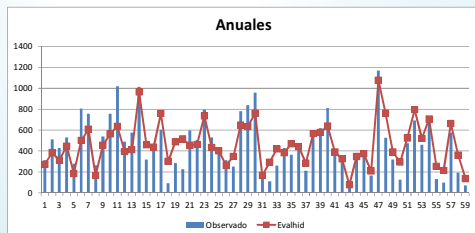
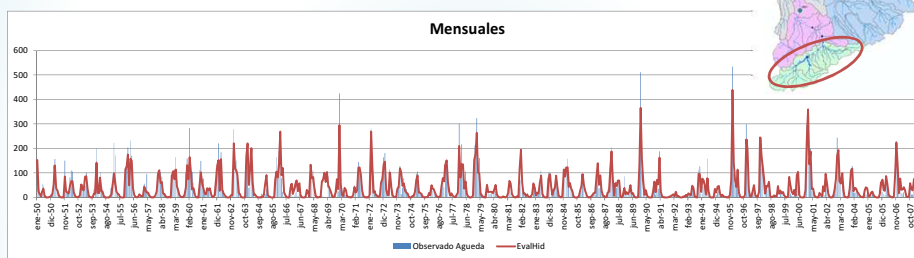


17

5. AMPLIACIÓN A LA CUENCA DEL RÍO ÁGUEDA

Calibración en el embalse de Águeda

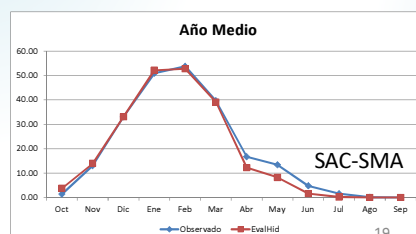
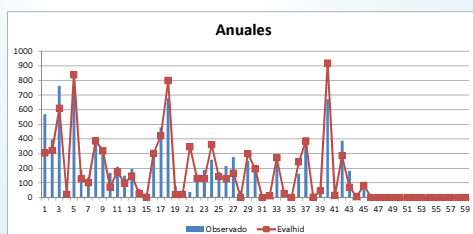
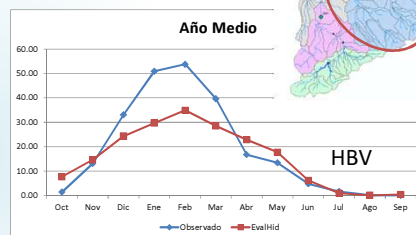
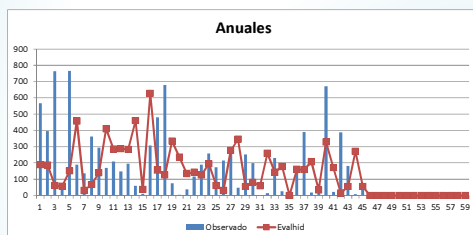
Fmed 0.85129638



18

5. AMPLIACIÓN A LA CUENCA DEL RÍO ÁGUEDA

Calibración en la estación de aforos 2094



19

6. IMPLICACIÓN EN LA GESTIÓN

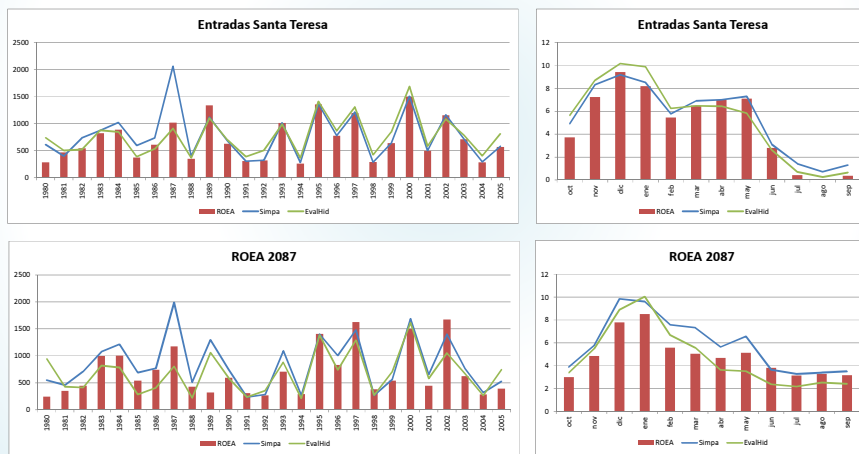
Aportaciones totales (hm³/año) utilizadas en el modelo SIMGES Simpa y EvalHid vs registros en Estaciones de Aforo

Punto calibración	SIMPA	EVALHID	ROEA	Comentarios	Elemento AQT
ROEA 2085 El Barco de Ávila	503.90	472.41	752.47	Sólo hay 1980-88 datos de ROEA	r. Tormes 614_b
Entradas Santa Teresa	791.14	759.49	699.12		Entradas a embalse Santa Teresa
ROEA 2149	29.34	34.05	28.59	Sólo hay 1988-05 datos de ROEA	AN 515 Alhándiga
ROEA 2084 Encinas de Arriba	-	794.00	799.58		r. Tormes 569_b
ROEA 2087 Salamanca	1034.56	825.90	696.68		r. Tormes 680_a
ROEA 2088 Contienda	-	895.36	580.94		r. Tormes 505_a
Entradas Almendra	1195.98	1258.02	759.41	Sólo hay dato de bombeo de 2002-05	Entradas a embalse Almendra
ROEA 2094	171.73	179.70	154.84		r. Huebra 513_a
Entradas Águeda	377.80	392.11	400.58		Entradas a embalse Agueda
ROEA 2091 Castillejo Martín Viejo	-	409.38	230.90		r. Agueda 523_a

20

6. IMPLICACIÓN EN LA GESTIÓN

Caudales circulantes (hm³) en el modelo SIMGES con las aportaciones de Simpa y EvalHid vs registros en estaciones de aforo



21

6. IMPLICACIÓN EN LA GESTIÓN

Crucios de garantía

En general, el suministro a las demandas con las series de EvalHid se ha visto reducido:

- Las demandas que incumplen los criterios de garantía con las aportaciones de "Simpa", siguen incumpliendo con las aportaciones de "EvalHid" y los problemas de suministro se han incrementado.
- Con las aportaciones de "EvalHid" han aparecido más demandas que incumplen (amarillo).

	Nombre	DEMANDA ANUAL	Suministro superficial	Suministro subterráneo	Déficit	DEMANDA MÁXIMA MENSUAL	Criterio IPH Agrícolas				Criterio IPH Urbanas	
							Fallos UTHA	max.Def.1a	max.Def.2a	max.Def.10a	nº fallos mensual	nº fallos anual
Aportaciones SIMPA	DP 3800024 La Aliseda	3.78	3.39	0	0.39	0.32	1	25	42	110	32	26
	DA 2000184 RP Cabeceira Rio Tor	8.69	7.83	0	0.86	3.06	1	44	86	165	28	26
	DA 2000185 RP Rio Tormes Alto	16.76	13.99	0	2.76	5.66	1	57	105	264	29	26
	DA 2000186 RP Rio Aravalle	20.31	8.47	0	11.85	7.13	1	86	155	624	79	26
	DA 2000188 RP Rio Corneja	9.48	6.02	0	3.46	2.93	1	80	145	562	59	18
	DA 2000197 RP Rio Becedillas	7.51	2.62	0	4.88	2.42	1	92	177	791	93	26
	DA 2000199 RP Cabeceira Rio Yel	5.50	4.80	0	0.70	1.70	1	56	79	157	32	26
	DA 2000200 RP Cabeceira Rio Agu	1.78	1.48	0	0.30	0.47	1	51	94	171	32	26
	DA 2000201 RP Rio Agadon	2.13	1.27	0	0.86	0.67	1	83	148	498	60	26
	DA 2000211 RP Rio Caballeruelo	4.76	1.99	0	2.77	1.69	1	91	173	764	90	26
Aportaciones EVALHID	DU 3000106 Embalse de Iruña y	0.38	0.37	0	0.01	0.05	1	9	15	31	6	4
	DP 3800024 La Aliseda	3.78	3.20	0	0.58	0.32	1	25	51	177	47	25
	DA 2000184 RP Cabeceira Rio Tor	8.69	6.67	0	2.03	3.06	1	71	141	281	43	26
	DA 2000185 RP Rio Tormes Alto	16.76	11.26	0	5.49	5.66	1	72	144	397	45	26
	DA 2000186 RP Rio Aravalle	20.31	6.54	0	13.77	7.13	1	94	187	689	84	26
	DA 2000187 RP Rio Tormes	1.49	1.28	0	0.20	0.45	1	68	124	214	21	22
	DA 2000188 RP Rio Corneja	9.48	2.80	0	6.67	2.93	1	90	176	729	93	26
	DA 2000197 RP Rio Becedillas	7.51	0.82	0	6.68	2.42	1	98	195	921	116	26
	DA 2000199 RP Cabeceira Rio Yel	5.50	1.00	0	4.50	1.70	1	100	196	901	115	26
	DA 2000200 RP Cabeceira Rio Agu	1.78	1.31	0	0.47	0.47	1	61	115	329	47	26
	DA 2000201 RP Rio Agadon	2.13	1.06	0	1.07	0.67	1	84	167	527	69	26
	DA 2000205 RP Arroyo Pajales	0.59	0.59	0	0.00	0.18	1	180	200	860	162	26
	DA 2000211 RP Rio Caballeruelo	4.76	0.72	0	4.03	1.69	1	97	193	648	105	26
	DA 2000240 RP Revalbos	0.05	0.03	0	0.02	0.02	1	72	131	536	68	26
	DA 2000241 RP Rio Agudin	0.18	0.01	0	0.17	0.06	1	100	194	956	122	26
	DA 2000325 RP Rio Rivera de Fr	0.03	0.00	0	0.03	0.01	1	100	200	971	156	26
	DA 2000326 RP Rio Huarene	0.01	0.00	0	0.01	0.00	1	100	200	914	96	26
	DU 3000559 M. Piedrahíta-Majua	0.36	0.30	0	0.05	0.06	1	41	69	311	41	26
DU 3000106 Embalse de Iruña y	0.38	0.37	0	0.01	0.05	1	14	26	61	13	22	
DU 3000107 Mancomunidad Campo	0.47	0.21	0	0.25	0.06	1	93	164	588	151	26	
DU 3000108 Peñaranda de Bracam	1.46	1.24	0	0.22	0.17	1	68	105	261	50	24	
DU 3000109 Rio Yellos	0.46	0.21	0	0.24	0.07	1	94	161	589	136	26	
DU 3000110 M. Aguas Agueda-Aza	0.25	0.08	0	0.16	0.04	1	100	200	698	189	26	
DU 3000111 Presa de Gamonal. M	0.43	0.36	0	0.07	0.07	1	75	95	238	35	24	
DU 3000113 Cabezas del Villar	0.09	0.04	0	0.05	0.02	1	74	128	551	119	26	

22

7. RESUMEN Y CONCLUSIONES

RESUMEN

- ❑ Desarrollo de una **metodología** para la evaluación del recurso en cuencas complejas mediante MPE
- ❑ Aplicación a la cuenca del Tormes
- ❑ Obtención de series temporales de P y ETP
- ❑ **Desarrollo** de diferentes **MPE semiagregados** mediante la herramienta EVALHID
- ❑ Introducción de las series obtenidas en SIMGES para **comparación de resultados**

CONCLUSIONES

- ❑ Mejora del conocimiento de los RRHH de la cuenca del Tormes
- ❑ Posibles efectos en la planificación de la cuenca

LINEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURAS

- ❑ Consideración del efecto del **cambio climático**
- ❑ **Aplicación** de la metodología desarrollada a **otros sistemas de recursos hídricos**.

23

GRACIAS POR SU ATENCIÓN

24