

An aerial photograph of a mountain valley. In the foreground, a large concrete dam is visible, with a reservoir of dark blue water behind it. The valley floor is a mix of brownish soil and sparse vegetation. In the background, steep, rocky mountains are covered in patches of snow under a clear blue sky.

 Modelo ASrTER[©]

*Modelo hidrológico pluviométrico –
nival de simulación y previsión*

MANUAL DE USUARIO



Modelo Aster

Modelo hidrológico pluviométrico-nival de simulación y previsión.



SPESA Ingeniería S.A.

Av. César Augusto 3, 10°C
50004 ZARAGOZA (España)
Tef.: (+34) 976 41 01 47
Fax: (+34) 976 13 47 87

www.spesa.es

Soporte e información: aster@spesa.es

Coordinación Técnica: Guillermo Cobos Campos, Eduardo Lastrada Marcén
Diseño y Desarrollo: José Agustín Collado Tramoyeres
Fotografías: Alfonso Pedrero Muñoz, Francisco Aguado Albert



Copyright © 1997-2023, SPESA Ingeniería S.A.

Reservados todos los derechos.

Advertencia: Este programa está protegido por las leyes de derechos de autor y otros tratados internacionales. La reproducción o distribución ilícitas de este programa, o de cualquier parte del mismo, sin consentimiento por escrito del propietario del copyright está penada por ley con severas sanciones civiles y penales y será objeto de todas las acciones judiciales que corresponda.

Portada: Embalse de Baserca, cuenca del río Noguera Ribagorzana (España)

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. GENERALIDADES	1
1.2. CONTENIDO DE ESTE MANUAL.....	2
CAPÍTULO 2. EL MODELO HIDROLÓGICO ASTER	4
2.1. INTRODUCCIÓN.....	4
2.2. FUNCIONAMIENTO GENERAL	5
2.2.1. Cálculo de aportaciones	5
2.2.1.1. Función de producción.....	5
2.2.1.2. Función de transferencia	9
2.2.1.3. Cálculo de la Evaporación.....	10
2.2.2. Cálculo de nieve	11
2.2.2.1. Rutina de acumulación nival	11
2.2.2.2. Rutina de fusión nival.....	11
2.2.2.3. Ajuste de datos de nieve.....	13
2.2.3. Cálculo de volúmenes previstos	15
2.3. CALIBRADO DEL MODELO	17
CAPÍTULO 3. EL ENTORNO ASTER.....	19
3.1. REQUERIMIENTOS INFORMÁTICOS	19
3.2. INSTALACIÓN	19
3.3. ESTRUCTURA BÁSICA	21
CAPÍTULO 4. OPCIONES DE PROGRAMA.....	24
4.1. DESCRIPCIÓN DEL MENÚ PRINCIPAL.....	24
4.2. OPCIONES PREVIAS AL CÁLCULO	27
4.2.1. Selección de la carpeta de trabajo	27
4.2.2. Selección de ficheros de trabajo.....	28
4.2.3. Edición de parámetros.....	39

4.3. PROCESO DE CÁLCULO	42
4.3.1. Ejecución del modelo en modo Línea de Comandos	42
4.3.2. Ejecución del modelo en modo Programa.....	43
4.4. OPCIONES Y MÓDULOS POSTERIORES AL CÁLCULO	49
4.4.1. Ver gráficos e informes generales	49
4.4.2. Salvar Fichero de Informe	57
4.4.3 Importación de datos desde ficheros externos.....	57
4.4.4. Ver Animación de Acumulación Nival	57
4.4.5. Predicción al instante posterior a la simulación	60
4.4.6. Distribución espacio-temporal de resultados	62
4.5. MÓDULOS COMPLEMENTARIOS.....	65
4.5.1. Visualización de datos hidrometeorológicos.....	65
4.5.2. Procesador de ficheros meteorológicos	66
4.5.2.1. Hipótesis de Previsión. Ficheros .MOD	67
4.5.4. Módulo de gestión nival.....	73
4.5.5. Módulo de proyectos.....	78
4.5.6. Información sobre el estado de Aster.....	82
4.5.7. Gestión de ficheros de cuenca.....	84
<i>APÉNDICE I. Formato de los ficheros de Aster.</i>	92
Ficheros de Estaciones .EST	94
Ficheros Meteorológicos .MET	96
Ficheros de Previsión .MOD.....	96
Ficheros de Parámetros del Modelo .INI	97
Ficheros de Agua en Forma de Nieve .AFN	102
Ficheros Históricos de Mediciones Nivales .HMN	103
Ficheros de Agua en Forma de Hielo .AFH	103
Ficheros de Aportaciones/Derivaciones externas .APE.....	105
Ficheros de Proyectos .APJ	105
Ficheros de Nieve .NIE.....	107
Ficheros de datos de Mallas Meteorológicas	107
Ficheros de Importación de Datos Externos.....	114

Ficheros de Aportaciones externas .APE	116
Fichero de resultados distribuidos en celdas .RES	117
Fichero de Pértigas o Puntos de Control Nival o de Hielo .CPE.....	118
Ficheros de Derivaciones de Caudal .DRN	119
Ficheros de Ponderadores de Caudal Ecológico de Derivación .QEC	120
Ficheros de Reglas de Derivación .RDV.....	121
Ficheros de Gestión de Embalses .EMB.....	122
Ficheros de Ponderadores de Caudal Ecológico de Embalses .QEM	123
Ficheros de Reglas de Embalses .RVE	124
Ficheros de Hotstart (arranque en caliente).....	126
APÉNDICE II. Fichero AsterUser.usr.....	129
APÉNDICE III. Ficheros de resultados de Aster.	132
III.1 Ficheros en formato .ASCII	132
III.1.1 Ficheros de resultados distribuidos	132
III.1.2 Ficheros de resultados en proceso por lotes	132
III.2 Ficheros en formato .XML.....	133
III.3 Fichero general de informe .INF	137
III.3.1 Información general del programa.....	137
III.3.2 Periodo de cálculo y datos generales de la cuenca de estudio	138
III.3.3 Parámetros estadísticos del ajuste.....	139
III.3.4 Datos hidro-morfológicos y balance hidrológico.....	139
III.3.5 Balance nival	140
III.3.6 Resumen de datos meteorológicos.....	140
III.3.7 Hipsometrías nivales.....	141
III.3.8 Datos de resultados mensuales.....	142
III.3.9 VAFN y Temperatura calculados en los puntos de control nival	143
III.3.10 Resultados instantáneos.....	144
III.3.11 Resultados para una ejecución desde el módulo de proyectos	145
III.4 Ficheros en formato .MDB.....	147
APÉNDICE IV. Formulación básica del modelo Aster	148
IV.1 Cálculo de la temperatura y precipitación en las celdas de la cuenca	148

IV.2 Cálculo de la Temperatura y Precipitación en el periodo de previsión.	149
IV.3 Coeficientes de bondad del ajuste.	149
IV.4 Descarga y procesamiento de previsiones meteorológicas.	152
<i>Soporte técnico y notificación de incidencias</i>	155

ÍNDICE DE FIGURAS

Esquema función de producción modelo Aster.....	7
Validación de Usuarios.....	24
Barra de botones principal de Aster.....	24
Selección de la carpeta de trabajo.....	28
Selección de los ficheros de trabajo	29
Visualización de errores en la validación de ficheros.....	31
Edición conjunta del fichero meteorológico para su depuración.....	31
Pantalla principal de Aster tras la carga de ficheros de cuenca	32
Información estaciones hidrometeorológicas en pantalla	33
Estación desactivada	34
Acciones sobre bitmap de la cuenca	34
Celdado de la cuenca y elementos de control.	35
Selección de un nuevo punto de cierre en la cuenca del río Lozoya (Tajo)	37
Visualización de la red de drenaje.	38
Colección de parámetros básicos	40
Colección de parámetros complementarios.....	41
Simulación desde módulo de edición de parámetros.	42
Opciones configurables previas al cálculo	44
Resultados de la distribución nival por franjas de cotas.....	45
Error en validación de fichero meteorológico.....	48
Progreso de ejecución del modelo.	48
Contenido del fichero AsterState.txt, tras una ejecución fallida.	49
Barra de botones de visualización gráfica de resultados.....	49
Gráficos de resultados generales de la cuenca.	50
Gráfico compacto de resultados generales de la cuenca	51
Gráfico de precipitaciones en las estaciones y en la cuenca.....	52
Gráfico de temperaturas en las estaciones y en la cuenca.	53
Representación gráfica de los informes de Previsión.	55
Informe numérico de previsión.....	56
Barra de botones del módulo de animación nival	58
Distribución bidimensional de la nieve acumulada en cada celda.	58
Distribución tridimensional de la nieve acumulada en cada fecha.....	59
Selección del periodo de animación nival.	59
Selección de predicción al instante posterior a la simulación.....	60

Barra de botones de la distribución espacio-temporal de resultados.....	62
Módulo de distribución espacio-temporal de resultados y paneles detallados de resultados.	62
Visualización de datos hidrometeorológicos.	66
Barra de botones del módulo de edición de ficheros meteorológicos.	67
Carga de ficheros meteorológicos .MET	68
Carga de ficheros de previsión .MOD.....	69
Rangos de validez de datos en ficheros meteorológicos.	72
Localización de errores en ficheros meteorológicos.....	72
Ajuste nival del modelo mediante ficheros .AFN.....	73
Barra de botones del modo automático del módulo de gestión nival.....	74
Malla de edición de datos de nieve.	75
Cálculo de la ley de Innivación.	76
Salvar fichero AFN.	77
Módulo de ejecución de proyectos.....	79
Evolución nival y registros del .hmn para un conjunto de simulaciones.....	80
Historial de ejecuciones de tareas programadas.	81
Fichero gráfico del resultado de la previsión.....	82
Pantalla de información general del programa.....	83
Listado de ficheros utilizados por el modelo Aster.	94
Opciones configurables desde el fichero AsterUser.usr.	131
Esquema fichero .XML de resultados.	135

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. GENERALIDADES

El programa  Aster es un modelo hidrológico pluviométrico-nival de simulación y previsión, provisto de una rutina específica de cálculo que controla el proceso de acumulación/fusión de nieve, lo que le permite estar especialmente adaptado a las cuencas de montaña sometidas a regímenes de innivación. Aunque, en principio, se trata de un modelo destinado a la simulación temporal de caudales en un punto determinado, contando como únicos datos de entrada los termo pluviométricos, de al menos una estación meteorológica convencional, su principal aplicación ha derivado, gracias a su concepción determinista, hacia un modelo de predicción a medio plazo. Este cambio desde un modelo casi invariante hacia uno más dinámico, que precisa de una alimentación continua de datos para satisfacer sus posibilidades predictoras, obliga a unos mínimos conocimientos del mismo si se desea obtener un máximo provecho. Aunque el modelo inicialmente se creó para trabajar con una resolución temporal diaria, actualmente la escala de tiempo con la que se trabaja es variable, dependiendo del objetivo del estudio, y condicionada a la disponibilidad temporal de los datos termo pluviométricos de las estaciones de medida en la cuenca.

Desde el punto de vista espacial, al modelo Aster está diseñado como modelo distribuido, donde la resolución espacial también es variable en función del tipo de resultado buscado y de la resolución temporal seleccionada.

Es, pues, objetivo del presente Manual de Usuario, dotar y explicar a sus destinatarios finales de esos conocimientos básicos, tanto de la arquitectura fundamental del modelo como de sus opciones y módulos de trabajo, obviando en el detalle de la solución y formulación de las distintas rutinas de cálculo que gobiernan el modelo.

1.2. CONTENIDO DE ESTE MANUAL

Este manual se ha dividido en cuatro capítulos que, en su conjunto, describen completamente el funcionamiento del modelo hidrológico ASTER. Los dos primeros capítulos tratan de dar una visión general del aspecto teórico del modelo, mientras que los capítulos finales se centran en la descripción del funcionamiento del programa.

Al final del mismo, se adjuntan varios apéndices en los que se describen, de una forma más concreta y extensa, temas de interés y que servirán de rápida referencia para el usuario final.

Se ha añadido al final de cada capítulo, una colección de fotografías relacionadas con el agua, la nieve y los procesos hídricos naturales en las cuencas nivales. La mayoría de ellas han sido obtenidas durante las campañas de medición nival y se ha pretendido que estén representadas todas las zonas nivales del territorio nacional.



Valle del río Cinca (Pirineo)



La Mosca (Sierra Nevada)

CAPÍTULO 2. EL MODELO HIDROLÓGICO ASTER

2.1. INTRODUCCIÓN

La finalidad del programa ASTER es aportar al usuario una herramienta para el cálculo y predicción de caudales en unos puntos de cierre determinados, que normalmente coinciden con los puntos de cierre de la cuenca de estudio. El modelo se alimenta de datos termo-pluviométricos proporcionados por estaciones meteorológicas, que deben ser contrastados por datos foronómicos. El programa dispone, además, de una rutina de cálculo de acumulación y fusión de nieve que permite conocer la cantidad de nieve acumulada en una fecha determinada así como la secuencia de fusión que genera.

El algoritmo de cálculo está fundamentado en los modelos hidrológicos clásicos basados en depósitos, de tipo determinista y, más concretamente, de simulación continua casi – distribuida, como la del modelo canadiense CEQUEAU, con escala de funcionamiento temporal variable. Para el diseño de la rutina de fusión de nieve se han tomado como referencia los estudios realizados por Anderson y aplicados en el modelo estadounidense NWSRFS del National Weather Service de ese país.

La representación numérica de las características propias de la cuenca se consigue mediante la discretización espacial de la misma en una retícula de dimensión variable y que divide la cuenca en superficies elementales en las que se realizan los cálculos de forma independiente llamadas celdas. Este modelo de distribución en celdas se calcula a partir de un modelo digital del terreno (MDT). En este proceso se intenta que cada celda represente una zona más o menos homogénea del terreno, según su pendiente, orientación o cubierta vegetal. A cada celda resultante se le asigna un sentido de escorrentía, una altitud y una superficie. Todos estos datos configuran un fichero de descripción fisiográfica de la cuenca, creado por un programa de aplicación específico en el que se tienen en cuenta todos estos factores de interés. La correcta división en celdas es fundamental para que el modelo pueda reproducir la oportuna respuesta de la cuenca frente a situaciones de precipitación o fusión nival, obteniendo así los caudales previstos más aproximados a los reales.

El programa ASTER requiere de unos datos observados de entrada que, junto con la descripción fisiográfica de la cuenca, conforman la base sobre la que se ejecuta la

aplicación. Estos datos se reducen al conocimiento de la pluviometría acumulada para la unidad temporal de trabajo y la temperatura media en, al menos, un punto de la cuenca estudiada. Es recomendable, conocer los datos de aforo para el mismo período de forma que se pueda proceder a la calibración del modelo.

El grado de complejidad que poseen las ecuaciones que representan el cálculo hidrológico es bastante elevado, conteniendo un importante número de parámetros que han de ser correctamente evaluados por medio del análisis comparativo de resultados del modelo con las series de caudales observados. Existe la posibilidad, por parte del usuario, de modificación de algunos de estos parámetros.

El programa trabaja con dos periodos de tiempo claramente diferenciados. Por una parte se tiene el *periodo de simulación*, en el que se trabaja con datos hidrometeorológicos observados, y el *periodo de previsión* (o predicción) en el que se trabaja con hipótesis sobre los datos de temperatura y precipitación y en el que obviamente, no se dispone de datos de aforos observados. Esta técnica de trabajo en los periodos de previsión permite hacer predicciones en base a hipótesis de trabajo (la “más probable” y la hipótesis “más desfavorable”), para delimitar así un rango en los caudales esperados en el punto de cierre de la cuenca.

2.2. FUNCIONAMIENTO GENERAL

2.2.1. Cálculo de aportaciones

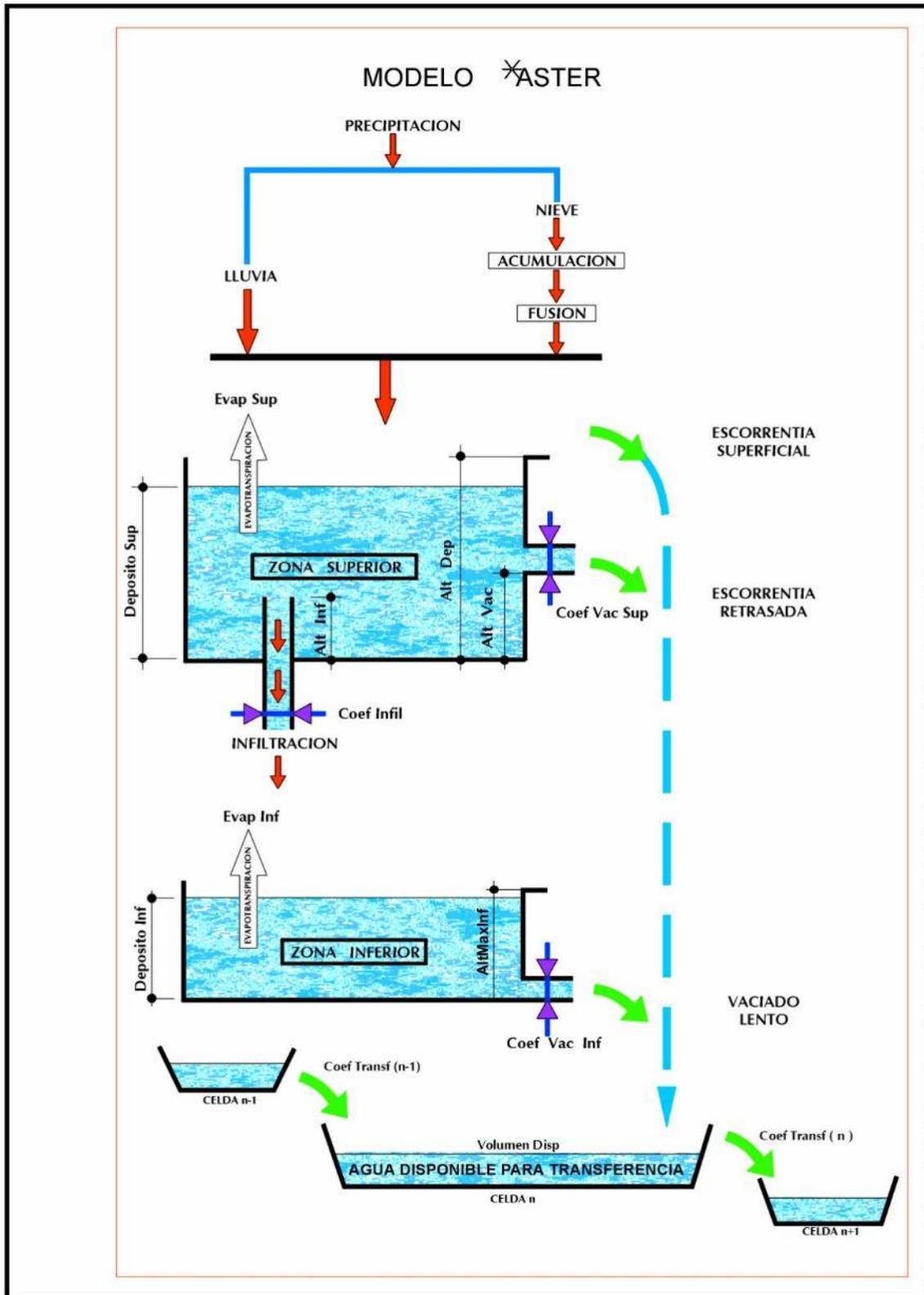
El sistema de cálculo de aportaciones que sigue este modelo consta de dos partes principales cuyo objetivo es la descripción del flujo hacia la desembocadura. La primera parte, o "función de producción", concierne al flujo vertical del agua y tiene por objeto obtener para cada celda el balance del agua en la capa de suelo y la zona de agua libre. La segunda parte o "función de transferencia" concierne a la escorrentía en la red de drenaje y tiene por finalidad calcular para cada celda la transferencia del agua producida según la función anterior a la celda inmediatamente inferior.

2.2.1.1. Función de producción

La función de producción intenta representar de manera simple pero realista las diferentes rutas que seguirá el agua atmosférica desde que alcanza el suelo hasta que

se incorpora a los ríos. En este tránsito, la precipitación (nieve o lluvia) sufrirá diversos procesos que tendrán una influencia directa en la formación de la onda de escorrentía.

Estos procesos quedan esquematizados mediante la representación del suelo como una serie de depósitos que se comunican entre sí según diferentes relaciones matemáticas que reproducen las distintas transferencias de masa, de acuerdo con el esquema siguiente de la figura.



Esquema función de producción modelo Aster.

Para cada celda existen dos tipos de depósitos:

- DEPÓSITO SUPERIOR: Representa la parte o zona superior del suelo donde se infiltra el agua, siendo el primer retraso que sufre en su incorporación a la red superficial de drenaje.
- DEPÓSITO INFERIOR: Representa la zona inferior, donde llega el agua por percolación profunda y responsable del mantenimiento del nivel o flujo de base.

La primera etapa de la función de producción en el modelo ASTER consiste en calcular la altura de agua disponible, en cada celda entera, a nivel del suelo. Esta agua disponible procede del agua de lluvia y/o de la fusión de la nieve calculada en cada celda. La rutina de fusión de nieve, por su importancia, se describe por separado en el apartado 2.2.2.

Para realizar todos estos cálculos es preciso partir de la temperatura y precipitación que se produce en cada celda. Estos datos se calculan a partir de la estación meteorológica más cercana (distancia euclídea en el plano XY), la diferencia de cota entre la celda y la estación, y los correspondientes gradientes. Debido al escaso número de estaciones meteorológicas en las cuencas de montaña, no es posible habitualmente calcular estos datos mediante otros sistemas (polígonos de Thiessen, interpolación, etc.)

Así, la temperatura media en la celda T_c se calcula según el gradiente de temperaturas $GradTemp$ en $^{\circ}C/1000m$, la temperatura en la estación T_e y la diferencia de cotas celda - estación. Este gradiente suele ser bastante estable (aunque varía según las estaciones del año, más alto en verano), y el valor típico es de $-6^{\circ}C/km$. De acuerdo con esto, T_c se calcula:

$$T_c = T_e + (CotaCelda - CotaEstacion) * GradTemp / 1000$$

Para el cálculo de la precipitación se utiliza la precipitación en la estación P_{pe} , el gradiente pluviométrico anual $GradPrec$ en $mm/año$ y metro de desnivel, pues es más fácil de calcular con las pluviometrías medias anuales de las estaciones que a cualquier otra escala temporal. Este gradiente es típicamente más variable que el termométrico, y puede variar entre 0,1 y 1,2 $mm/año$ y m . Como realmente el modelo debe aplicar el gradiente a la escala temporal de trabajo, es preciso conocer la precipitación media

anual de la estación utilizada, (*PPmedAnual*). Con este dato se calcula la precipitación efectiva en cada celda (*PPc*), según:

$$PPc = PPe + PPe * ((CotaCelda - CotaEstacion) * GradPrec / PPmedAnual)$$

Esta lámina de agua así calculada se añade al contenido anterior del depósito SUPERIOR. El nivel del agua de este depósito sirve para determinar la infiltración profunda y las escorrentías de superficie en función de los respectivos coeficientes de vaciado. Las únicas pérdidas del sistema son debidas a la evaporación que se produce en este depósito, y se calcula según el método de Thornthwaite.

La escorrentía calculada se añade a la escorrentía directa que se produce en las superficies impermeables para dar un volumen de agua disponible para su transferencia a la red de drenaje, excepto una parte que se infiltra hacia el depósito INFERIOR.

Por último, la escorrentía que produce el depósito INFERIOR se calcula de la misma forma que en los otros depósitos, teniendo en cuenta que los coeficientes de vaciado serán más pequeños dado que el objeto de este depósito es reproducir los estiajes.

2.2.1.2. Función de transferencia

La función de producción que se acaba de describir permite obtener un volumen de agua disponible para su transferencia a los ríos, que se realiza de celda a celda.

Siendo V_i el volumen almacenado en la celda i , éste se vaciará en la celda existente inmediatamente por debajo en una cantidad proporcional al volumen V_i y a un cierto coeficiente de transferencia propio de la celda i .

Este coeficiente de transferencia está relacionado con las características hidráulicas preponderantes del drenaje, es decir, la capacidad de amortiguación de la onda de escorrentía debido al almacenamiento de agua en la red. Un buen índice de esta capacidad de amortiguación de una determinada celda sería la superficie de agua libre de dicha celda (un lago amortigua la escorrentía) y también la superficie de cuenca que queda por encima de dicha celda (a mayor superficie, menor amortiguación).

2.2.1.3. Cálculo de la Evaporación

El cálculo de la evapotranspiración se realiza por el método de Thornthwaite, que en España da buenos resultados, y se adapta bien a los cálculos de tipo iterativo. Existen otros métodos más exactos, como el de Penman, radiación, Blaney-Criddle, pero obligan a disponer de más datos que los estrictamente termométricos (viento, humedad relativa, etc.).

El método está basado en el cálculo de dos parámetros: el índice de Thornthwaite $IndThor$ (valores entre 25 y 40) y el exponente de Thornthwaite $ExpThor$ (entre 0,5 y 1,4). Estos dos parámetros se pueden calcular con ayuda de las temperaturas medias mensuales, aunque aquí son parámetros del modelo.

La evaporación se calcula conociendo, además, la latitud del punto considerado XLA , y así si la temperatura es superior a 0°C, la evaporación es:

$$ETP = (10 / 30.4) * 1.62 * ((10 * Temperatura) / IndThor) ^ ExpThor$$

La evapotranspiración potencial se modifica por medio del factor de latitud $Heure$, que tiene en cuenta la radiación solar potencial.

$$Heure = 2 / PI * ACos(-Tan(ASin(0.4092798 * Sin((2 * PI / DiasAño) * (DiaEquinocio)))) * Tan(XLA))$$

donde $XLA = 43 * PI / 180$ y con ello :

$$ETP = ETP * Heure$$

Esta evaporación es la evaporación potencial (ETP) de un cultivo tipo de gramíneas de referencia. La evaporación real en el depósito superior se puede considerar como un 80% de la potencial, quedando el cálculo de la evaporación como:

$$Evaporación = ETP * 0,8$$

2.2.2. Cálculo de nieve

En este apartado se explica el funcionamiento de la rutina de acumulación/fusión del algoritmo -ya que el usuario puede variar alguno de los parámetros principales que la gobiernan-, así como la posibilidad de ajuste de la acumulación de nieve calculada por el modelo.

2.2.2.1. Rutina de acumulación nival

La rutina de acumulación nival es relativamente simple. La precipitación sobre una celda determinada puede ser lluvia o nieve en función de una temperatura crítica o de cambio lluvia/nieve (T_{cambio}), aunque lógicamente existen otros factores que influyen. Típicamente, esta temperatura crítica es de 1,5°C, aunque también puede tener lugar, como valores extremos, entre -2 y 4°C. Esta nieve se acumula directamente sobre la anterior existente, sin tener en cuenta la aportación calórica que esto supone.

Para que este cambio lluvia-nieve no sea brusco, sino gradual, se realiza un cálculo para conocer la parte porcentual de la precipitación que corresponde a nieve y a lluvia en un intervalo de 4°C. Así, con una temperatura superior a T_{cambio} en 2°C toda la precipitación es en forma de lluvia, con una temperatura inferior a 2°C toda la precipitación es en forma de nieve, si coincide con T_{cambio} el 50% es lluvia y 50% es nieve. Según los datos obtenidos la nieve se añadirá a la acumulada en la celda mientras que la lluvia se añade directamente al depósito superior.

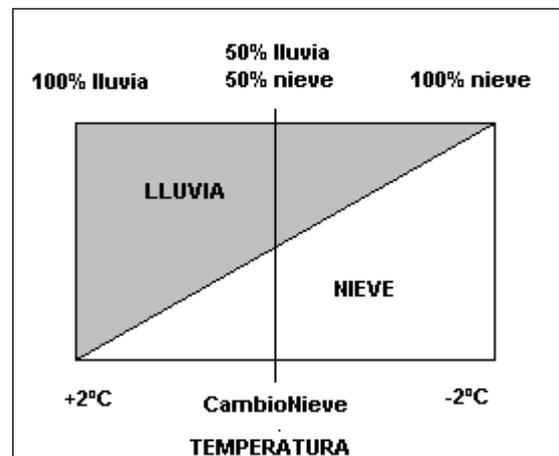
2.2.2.2. Rutina de fusión nival

Esta rutina de cálculo tiene una mayor complejidad que la rutina de acumulación. Una gran parte de los modelos hidrológicos que incluyen rutinas de cálculo de fusión de nieve emplean, para simular la dinámica del proceso de fusión, métodos basados en índices de temperatura mediante procesos eminentemente empíricos, al ser el dato termométrico normalmente disponible. Es decir, a partir de la temperatura del aire, T_a , se puede establecer una fórmula general:

$$H_f = F_f x (T_a - T_{base})$$

donde H_f es la fusión en milímetros de agua para un periodo dado, T_a la temperatura del aire, T_{base} la temperatura base por debajo de la cual no se produce la fusión y F_f es el factor o tasa de fusión en milímetros de agua por cada grado centígrado.

Es preciso señalar que la temperatura de base T_{base} , debería tomar, lógicamente, el valor de 0°C . Sin embargo, esto implicaría que la fusión sólo se produce si $T_a > 0^\circ\text{C}$, lo cual no siempre es cierto. En efecto, en días calmados y despejados, cuando la radiación solar domina el balance energético, la fusión puede producirse por debajo de 0°C . Al contrario, en noches despejadas, cuando la radiación de onda larga emitida es significativa, no habría fusión hasta superar esos 0°C . Puesto que áreas determinadas pueden presentar un sesgo continuado, T_{base} es posible ajustarlo a valores diferentes de 0°C .



Temperatura base. Rangos de variación

El parámetro F_f es preciso calibrarlo empíricamente, pues depende de la latitud, cubierta vegetal, exposición, viento y otras variables. Así, el factor de fusión debe ser incrementado en áreas deforestadas, con orientación predominante a mediodía, ventosas, o situadas a latitudes más bajas. En zonas boscosas, este factor oscila alrededor de $2 - 4 \text{ mm}/^\circ\text{C}$ y día, mientras que en áreas deforestadas está entre 3 y $6 \text{ mm}/^\circ\text{C}$ y día.

El modelo ASTER incorpora, además, alguna de las soluciones del modelo NWSRFS. En este método se divide la fusión en periodos con lluvia y sin lluvia. Esta separación es debida a diferencias en la magnitud de diversas transferencias de energía, el

conocimiento de la transferencia dominante durante los períodos de lluvia sobre la nieve y a diferencias en la variación estacional de las proporciones de fusión para los dos períodos.

En algunos casos es posible establecer un balance energético entre todas las entradas y salidas posibles, tratando la fusión como un proceso estrictamente termodinámico, de modo que el saldo calorimétrico final se aplica, caso de ser positivo, a la fusión de una determinada masa de nieve. Para determinar dicho balance es preciso disponer de un buen número de datos meteorológicos (velocidad del viento, humedad relativa...) o acudir a simplificaciones.

Precisamente en los periodos con lluvia es posible aplicar un balance energético simplificado, pues se puede asumir que la radiación de onda corta solar es prácticamente inexistente. Además, dado que el vapor de agua absorbe mucha radiación, tanto las nubes como la superficie de la nieve pueden radiar onda larga como un cuerpo negro, aplicando entonces la ecuación de Stefan-Boltzmann. Se supone también una elevada humedad relativa del aire, concretamente del 90%.

En definitiva el modelo ASTER dispone de una rutina de cálculo para la fusión de nieve basada en el método del índice de temperatura para períodos sin lluvia y en el método del balance energético simplificado cuando llueve. Estas rutinas de cálculo, para cada celda, determinan la cantidad de agua de fusión que se incorpora, a la función de producción de acuerdo con estas ecuaciones.

2.2.2.3. Ajuste de datos de nieve

Los cálculos realizados por el modelo ASTER mediante la rutina de acumulación/ fusión de nieve dan lugar a un stock de nieve de cálculo para el conjunto de la cuenca. La exactitud de este dato de nieve acumulada, lógicamente, puede verse afectada por la incidencia de muchos factores, que pueden abarcar desde un inadecuado calibrado de parámetros hasta una deficiente representatividad de los datos meteorológicos observados. Es por ello que, tratándose el stock de nieve de un valor de máxima importancia, se pueda plantear la posibilidad de reajustar estos valores de cálculo por datos más ajustados a la realidad, para lo que se suele acudir a observaciones directas en campo.

El desarrollo de programas específicos para la obtención de este tipo de datos, como es el programa ERHIN (Evaluación de Recursos Hidráulicos derivados de la INnivación), ayuda a resolver el problema de la toma de datos. El programa ERHIN, promovido inicialmente desde el Ministerio de Obras Públicas, realiza regularmente campañas de mediciones de donde se obtienen datos de espesores y densidades de nieve en campo para diferentes ámbitos peninsulares. Estas mediciones se realizan normalmente en puntos fijos dotados de balizas o pértigas de medición, que permiten conocer el espesor de nieve de forma visual y cuya densidad se obtiene mediante ensayos directos por sondeo mediante tubos toma muestras específicos. Además, también se realizan algunas de estas campañas en áreas sin pértigas fijas, mediante la medición directa de espesores y densidades.



Campaña medición nival programa ERHIN.

En definitiva, estas mediciones proporcionan un conjunto de valores de altura de nieve H_n (o altura de agua H si se le aplica la densidad d) y cota C , de manera que se puede hacer un ajuste por regresión estadística del tipo

$$H = H_n \times d = f(C)$$

Esta ecuación se conoce por el nombre de *ley de innivación*, y permite calcular el valor medio de la nieve acumulada para cada punto en función de su cota.

Así pues, el proceso de corrección de la nieve calculada por ASTER pasa obligatoriamente por asignar unos nuevos valores de nieve acumulada en cada celda, de acuerdo con las leyes de innivación obtenidas mediante mediciones de campo.

Esta reasignación de valores se consigue a través de un tipo específico de fichero, denominado AFN (datos de Agua en Forma de Nieve). Este tipo de fichero contiene, para cada instante con datos de campo de nieve, el valor de la nieve acumulada para todas las celdas de la cuenca como equivalente en agua (en mm) calculada mediante la ley de innivación. Estos ficheros son usados por el programa ASTER, de forma que cuando existe un fichero AFN, el valor de la nieve acumulada en cada celda calculada por el modelo es reemplazado por su valor correspondiente en el fichero AFN. Para estos instantes en los que se reemplaza el valor de la nieve acumulada pueden observarse en la gráfica de resultados saltos importantes si el modelo calcula unos valores muy dispares a los contenidos en el fichero AFN.

Para la obtención de estos ficheros, se debe partir de una campaña de mediciones de donde se obtienen datos de espesores y densidades de nieve en campo para un día y una cuenca determinada. Con estos datos se obtiene, por técnicas de regresión estadística, la ley de innivación que permite extrapolar los valores de mm de columna de agua equivalente para todas las celdas de la cuenca, que son precisamente los datos que forman el fichero AFN.

La información geográfica de estas pértigas se encuentra ubicada en los ficheros de pértigas (.CPE); los datos medidos (espesores y densidades) se insertan en los ficheros NIE. Puesto que no se dispone de pértigas fijas de medición en todas las cuencas de estudio, se ha dotado a los ficheros NIE de independencia respecto de los ficheros de pértigas (.CPE).

2.2.3. Cálculo de volúmenes previstos

La realización de predicciones mediante el modelo ASTER se basa en la generación de una serie meteorológica que, en principio, puede tener la longitud que se desee. Esta serie de datos queda guardada en un fichero que el modelo unirá al que contiene la serie real de datos hidrometeorológicos al realizar la simulación. De esta manera se obtiene

un caudal calculado para el periodo deseado a partir del último instante de la serie de datos observados.

La experiencia lleva a limitar el periodo de previsión a siete días (en el supuesto de que se trabaje con una periodicidad de datos diaria). Este límite viene dado, obviamente, por la precisión de las predicciones meteorológicas a medio y largo plazo.

2.3. CALIBRADO DEL MODELO

Los parámetros del modelo rigen el tránsito del agua según las dos funciones anteriores. La calibración de estos parámetros consiste, como se ha dicho, en la obtención del mejor ajuste para el período considerado a partir de la optimización del conjunto de parámetros involucrados en el modelo. Estos parámetros figuran en el correspondiente fichero de parámetros y sus valores son los hallados durante la calibración del modelo. Tan solo alguno de ellos es posible modificarlos directamente desde una pantalla de edición del programa.

El modelo ASTER permite determinar la bondad del ajuste en función de unos criterios gráficos o numéricos generalmente empleados en hidrología. Entre los primeros hay que destacar:

- Caudales observados y calculados en formato gráfico y numérico (ficheros de informes .INF).
- Aportaciones observadas y calculadas.
- Comparativa de la nieve acumulada, calculada por el modelo y observada mediante mediciones de campo, tanto gráfica como numéricamente.
- Para el periodo de previsión, se puede comprobar la bondad del modelo, comparando los caudales previstos por el modelo y los observados a posteriori; siempre y cuando se cumpla razonablemente la hipótesis de previsión adoptada.
- Mediante el módulo de predicción para el instante posterior a la simulación, se puede también verificar a posteriori, la correcta calibración del modelo.

Los coeficientes que definen la bondad del ajuste realizado, se describen en el apéndice III.



Porma en embalse de Porma (Cordillera Cantábrica)



Río Gállego en embalse de Búbal (Pirineo)

CAPÍTULO 3. EL ENTORNO ASTER

3.1. REQUERIMIENTOS INFORMÁTICOS

El programa ASTER ha sido desarrollado para su instalación y correcto funcionamiento sobre el sistema operativo Microsoft Windows en sus diferentes versiones: Windows Vista, Windows 7 y más recientemente Windows 10. Los requerimientos hardware de Aster son mínimos, por lo que debería funcionar sin problemas en cualquier ordenador sobre el que se tenga instalado alguna versión de alguno de estos sistemas operativos. El programa soporta todos los dispositivos de impresión configurables desde el sistema operativo y, sin tener requerimientos de memoria RAM mínimos, funciona de una forma más dinámica cuanto mayor sea la cantidad de memoria instalada.

No obstante, para periodos de simulación muy extensos o para cuencas muy complejas, los requerimientos de memoria y de recursos en general, pueden ser considerables, pudiendo incluso, en ordenadores “domésticos”, verse agotados.

En caso de que el sistema se quede sin memoria para la ejecución del programa, se presentará un mensaje indicando esta situación.

3.2. INSTALACIÓN

La instalación se inicia con la ejecución del paquete de instalación (archivo .exe o .msi, según el caso), y se siguen las indicaciones habituales en cualquier aplicación Windows hasta la finalización, tras la cual se habrán copiado un conjunto de archivos en la carpeta de instalación elegida, y entre ellos estará el archivo ejecutable Asterw.exe. También se habrán copiado las DLL adicionales en la carpeta de sistema (variable según a versión 32 o 64 bits del sistema operativo instalado).

En la carpeta de instalación, se habrán copiado paquetes de instalación de complementos adicionales (msxml6.msi y WindowsXP-Windows2000-Script56-KB917344-x86-esn.exe) y que se corresponden con el soporte para archivos XML y para el Windows Scripting. Sólo deberán ser ejecutados si el programa Aster lo indica cuando se inicie.

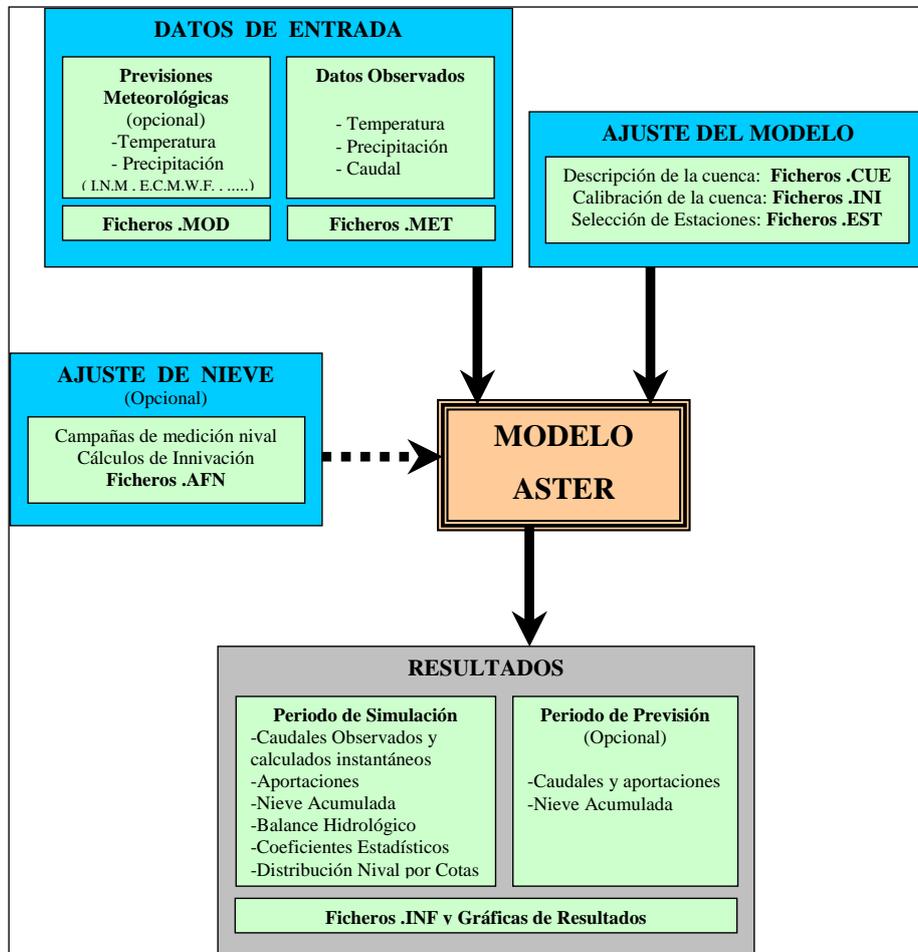
Una vez finalizada la instalación y previo a la ejecución del programa, deberían ajustarse algunas de las entradas del fichero de definición del entorno de trabajo AsterUser.usr, que se habrá instalado en la carpeta donde se instaló el programa. En particular las entradas USER, DIRINIT y NODATA deberían establecerse a los valores que el usuario vaya a adoptar como entorno de trabajo. Para más información sobre el fichero AsterUser.usr, consultar el apéndice II.

Consultar también el apartado 4.5.6 Información sobre el estado de Aster porque desde esta pantalla se podrá identificar el fichero AsterUser.usr activo en la sesión de trabajo actual y los valores de los parámetros establecidos desde este fichero.

Para iniciar la aplicación basta con ejecutar la entrada que se habrá creado en el menú inicio de Windows, aunque es aconsejable crear un acceso directo en el escritorio.

3.3. ESTRUCTURA BÁSICA

De acuerdo con el esquema siguiente, el modelo parte de unos ficheros de descripción fisiográfica de la cuenca (altitudes, sentido de escorrentía, etc.) y de parámetros de ajuste que rigen el comportamiento hidrológico de la cuenca, y se pueden considerar como invariantes del modelo. Para su funcionamiento *online* sólo precisa de datos termo pluviométricos instantáneos del periodo de trabajo en curso, tanto los observados en las estaciones meteorológicas seleccionadas, como los previstos por los distintos organismos existentes, si se quiere emplear el modelo en su faceta predictora. Los datos de caudales sólo se incluyen en la rutina de cálculo durante la fase de calibración. Además, es posible utilizar los datos de nieve que provengan de campañas de campo, si se quiere realizar un reajuste de la nieve calculada por el modelo.



Esquema de ejecución del programa.

Los nombres de los ficheros son elegidos por el usuario siguiendo un criterio mediante el cual sea fácil identificar a que cuenca pertenece cada uno. Por contra la extensión de los mismos viene fijada por el programa a efectos de poder identificar estos ficheros en cada proceso de selección del mismo. Los ficheros necesarios con los que trabaja el programa ASTER se enumeran a continuación.

- Archivo .CUE

Son archivos de tipo binario que contienen todas las características físicas de la cuenca: distribución de celdas, cotas, sentidos de escorrentía, etc.

- Archivo .EST

Son archivos de tipo ASCII que contienen principalmente la información geográfica relativa a las estaciones termo-pluviométricas y de aforo utilizadas en la cuenca de estudio.

- Archivo .MET

Son archivos de tipo ASCII que contienen los datos observados, tanto meteorológicos como de aforo, suministrados por los organismos competentes para las distintas estaciones. El número de estaciones presentes en el fichero .EST determinará los ficheros de datos meteorológicos .MET que pueden ser utilizados en la sesión.

- Archivo .INI

Son archivos de tipo ASCII que contienen los parámetros y coeficientes utilizados por el programa ASTER para realizar sus cálculos y que configuran la calibración de la cuenca.

Por otro lado, el fichero completo de resultados:

- Archivo .INF

Son archivos de tipo ASCII que contienen muy diversa información; tanto resultados del modelo como datos de entrada suministrados al modelo y que son relevantes por diversos motivos. Todos los resultados de Aster están contenidos en este fichero, por lo que debe ser consultado tras la ejecución del modelo.

Puesto que constantemente se está modificando y ampliando el contenido de estos ficheros, es aconsejable visualizarlo con cierta frecuencia para comprobar la naturaleza de los datos y resultados contenidos en él.



Pértiga nival y telenivómetro en Canal Roya, cuenca del río Aragón (Pirineo)



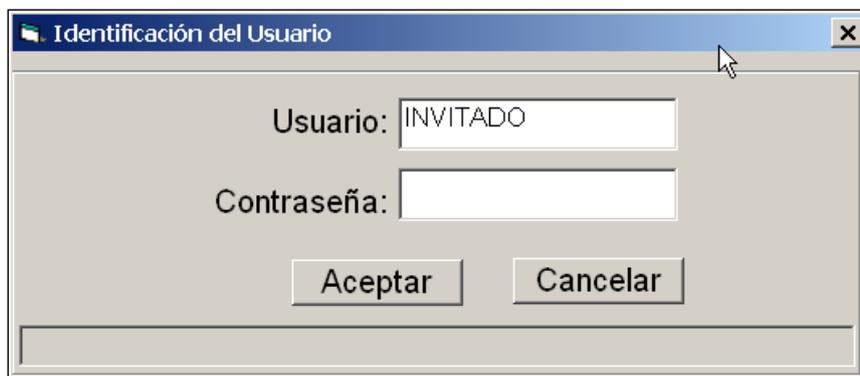
Embalse de Alsa-Torina (Cordillera Cantábrica)

CAPÍTULO 4. OPCIONES DE PROGRAMA

4.1. DESCRIPCIÓN DEL MENÚ PRINCIPAL

Una vez instalado el programa, se crea de forma automática un acceso directo al mismo, por el que se inicia la ejecución del mismo. A continuación, aparece una ventana de presentación que indica la versión de Aster que se está ejecutando. Esta ventana ha sido obviada en el presente manual puesto que es variable y puede causar confusión al usuario.

Tras la pantalla de presentación, se requiere la identificación del usuario mediante un nombre de usuario y una contraseña que deben haber sido suministradas junto con el programa. En caso de que no se hayan suministrado estas claves, se puede iniciar el programa con el usuario INVITADO y sin introducir ninguna contraseña. Esto permitirá iniciar la ejecución de Aster pero se tendrá limitado el acceso a algunos módulos del programa. La ventana de validación de usuario se muestra en la siguiente figura.



Validación de Usuarios.

El menú principal del programa ASTER consta de una barra de botones que dan acceso a una serie de opciones, que permiten realizar todas las tareas, desde la selección de los ficheros de trabajo hasta la obtención de los oportunos resultados.

Esta barra de botones se presenta en el siguiente formato.



Barra de botones principal de Aster.

A continuación se explica brevemente las acciones de estos botones:



Selección de ficheros. Al pulsar este botón se activa el panel de selección de ficheros de trabajo donde se elegirán el conjunto de ficheros que conformarán la sesión de trabajo.



Selección de directorio de trabajo. Permite seleccionar una carpeta de trabajo donde están ubicados los ficheros de la sesión. Si se estableció una carpeta inicial de carga de ficheros en el fichero de definición de usuario AsterUser.usr, aparecerá por defecto dicha carpeta. Para ello habrá que establecer la variable DIRINIT para que apunte a la carpeta de trabajo por omisión.



Módulo de edición de ficheros hidrometeorológicos. Permite la creación, edición, modificación y validación de los ficheros meteorológicos tanto de simulación (.MET) como de previsión (.MOD).



Edición de parámetros. Permite modificar algunos de los parámetros de la calibración de la cuenca que son utilizados para el ajuste del modelo ASTER.



Visualización de datos hidrometeorológicos. Muestra en pantalla, de una forma rápida, los datos del fichero meteorológico previamente seleccionado, sin posibilidad de modificación.



Inicio de proceso. Este botón indica al programa ASTER que ejecute el modelo hidrológico con los ficheros cargados. Se muestra una pantalla para la configuración de algunas opciones en la próxima sesión de ejecución del modelo.



Ver gráficos e informes generales. Al pulsar este botón se posibilitará visualizar e imprimir los distintos resultados calculados por el modelo así como los datos proporcionados.



Salvar informes. Esta opción permite salvar el fichero de informe de resultados de la última ejecución del modelo. Estos ficheros tienen la extensión .INF.



Importación de ficheros. Importa datos de las estaciones de aforo o meteorológicas desde ficheros externos (de los diversos SAIH principalmente).



Animación de acumulación nival. Permite reproducir una animación en la que se muestra la evolución espacio-temporal de la nieve acumulada en la cuenca durante el período de simulación ejecutado.



Predicción posterior al último instante de simulación. Ejecuta el modelo para un rango de temperaturas y precipitaciones produciendo una batería de hipótesis, obteniendo para cada una de ellas, el caudal esperado en el punto de cierre en el instante posterior a la simulación.



Módulo de distribución espacial datos cuenca. Permite visualizar la representación espacial, sobre el modelo de celdas de la cuenca, de los datos de entrada y de los resultados de Aster para todo el periodo de simulación-



Módulo de gestión nival. Realiza el tratamiento de los datos de nieve, con el objetivo de obtener la ley de innivación y su correspondiente fichero de Agua en Forma de Nieve (AFN).



Información sobre el estado de Aster. Muestra un conjunto diverso de información que conforma el estado actual del programa.



Módulo de proyectos. Permite la ejecución continua y desatendida del modelo para varias hipótesis o varias cuencas de estudio.



Manual de Usuario. Muestra en pantalla el manual de usuario, contenido en el fichero ASTER_MANUAL_USUARIO.PDF que deberá estar ubicado en la carpeta donde se instaló el programa. Se deberá tener instalado un visor de ficheros en formato pdf.



Gestión de ficheros de cuenca. Permite gestionar ficheros CUE, XYZ, EST/CPE y PSC (SIG).



Aster GIS. Conecta con el módulo SIG de Aster, siempre que esté instalado dicho módulo (C:\Program files (x86)\Aster\Aster_gis.exe).



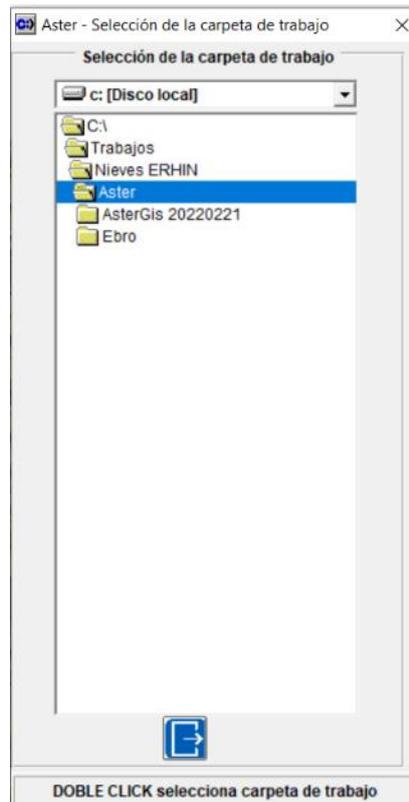
Salir. Finaliza el programa.

4.2. OPCIONES PREVIAS AL CÁLCULO

En todo el presente manual, se puede hablar de forma indistinta tanto de directorios como de carpetas; refiriéndose en ambos casos a una ubicación determinada en alguna unidad de disco local o de red. De igual forma se puede hacer referencia a archivos como a ficheros.

4.2.1. Selección de la carpeta de trabajo

Esta opción permite seleccionar la carpeta de trabajo, por omisión, desde donde se cargarán los ficheros necesarios para todos los módulos de ASTER y donde se guardarán los ficheros de resultados durante una misma sesión de trabajo. El cuadro de diálogo que aparece es el que muestra la siguiente figura.



Selección de la carpeta de trabajo

La selección de la carpeta se realiza efectuando un doble clic sobre ella y pulsando luego el botón de salida.

4.2.2. Selección de ficheros de trabajo

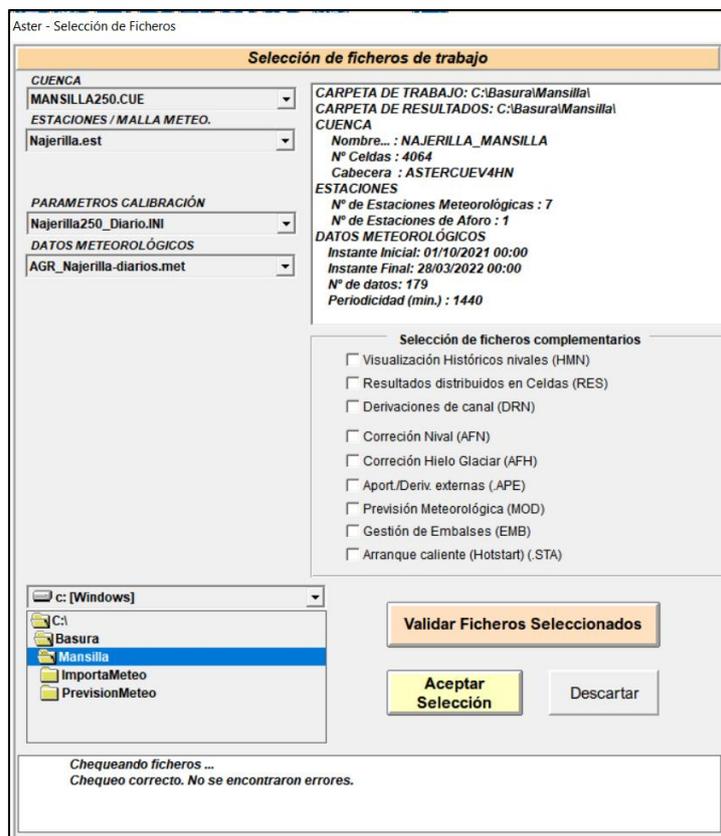
El proceso de selección de los ficheros de trabajo permite que se puedan utilizar combinaciones compatibles de ficheros, lo que aumenta considerablemente la flexibilidad del programa. Así, por ejemplo, un mismo fichero de cuenca (.CUE) puede ser usado para realizar varias simulaciones para diversos periodos de tiempo, utilizando diferentes ficheros de datos hidrometeorológicos (.MET). Otro claro ejemplo consiste en realizar varias simulaciones utilizando los mismos ficheros .CUE y ficheros .MET y utilizar varios ficheros de parámetros (.INI) para observar el distinto comportamiento del modelo frente a la variación de los parámetros contenidos en el fichero .INI (diferentes calibraciones). También puede usarse varios ficheros de estaciones (.EST) de distintas procedencias para comparar los resultados proporcionados por el modelo.

Es importante resaltar que durante el proceso de selección, se comprueba la compatibilidad de los ficheros que se van a elegir, evitando que se puedan seleccionar ficheros incoherentes entre sí o ficheros de cuencas distintas. La coherencia de los

ficheros se evalúa a partir del fichero de cuenca .CUE y, una vez seleccionado éste, sólo se permiten seleccionar los ficheros de estaciones .EST pertenecientes a dicha cuenca. El fichero de parámetros .INI también se filtra por los mismos criterios y una vez elegido, se procede a seleccionar el fichero de datos hidrometeorológicos .MET que sean compatibles con el fichero de estaciones seleccionado.

A continuación se describe el proceso a seguir:

En primer lugar se deberá de seleccionar el directorio en el que se encuentren dichos archivos. Esta operación será más rápida si previamente se ha seleccionado el directorio de trabajo por omisión.



Selección de los ficheros de trabajo

A continuación se seleccionará el fichero de descripción fisiográfica de la cuenca (.CUE). Este fichero determina los demás ficheros que el programa selecciona automáticamente y que han de ser compatibles con el fichero de cuenca seleccionado, es decir, han de pertenecer a la misma cuenca de trabajo.

Si los archivos seleccionados anteriormente no son con los que se desea trabajar, los nuevos archivos se han de seleccionar en orden descendente según se muestran en

pantalla, ya que cada archivo seleccionado condiciona la validez de los siguientes. Es decir, una vez elegida la cuenca (*.CUE) se seleccionarán por orden, el archivo de estaciones (.EST), el archivo de parámetros (.INI) y el archivo de datos meteorológicos (.MET), siempre en el caso de que exista más de uno.

Existe también la posibilidad de usar el ajuste de datos de nieve y el fichero con los datos de predicción meteorológica mediante la activación de la casilla correspondiente de cada uno, con lo cual aparecerá la oportuna lista de selección desde donde se podrán señalar los ficheros de datos de nieve (.AFN) o los de predicción (.MOD).

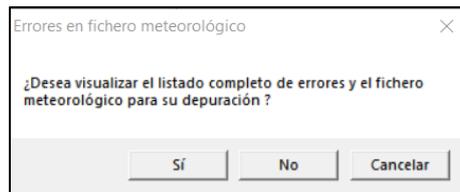
Además, se puede desactivar la casilla de visualización del fichero Histórico de Mediciones Nivales (.HMN), cuyo nombre deberá ser igual al de la cuenca de trabajo y con extensión HMN. Este fichero contiene un conjunto de mediciones nivales para distintas fechas, y únicamente se muestran estos valores en las gráficas de resultados del modelo. En ningún caso se usan estos datos para auto ajustar el modelo, sino simplemente para comparar los datos de nieve acumulada en la cuenca calculados por el modelo y los observados en campo (u obtenidos por cualquier otro método). Así mismo, se puede seleccionar el fichero que contiene las posibles aportaciones o derivaciones de caudal en determinadas zonas de la cuenca (ficheros .APE).

Si en la carpeta desde donde se han seleccionado los ficheros de trabajo existe el fichero de definición de usuario *AsterUser.usr*, éste será cargado y todas las opciones que contengan serán usadas para configurar el espacio de trabajo, salvo las concernientes a las propias carpetas de trabajo que prevalecerán las que el usuario seleccionó desde la pantalla mostrada anteriormente.

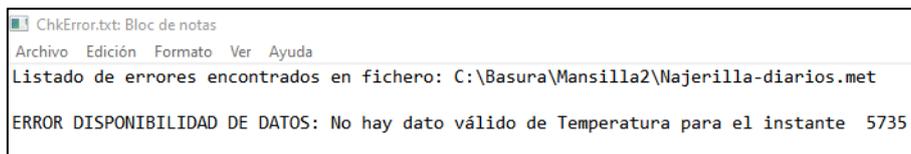
Una vez seleccionados todos los ficheros, se procede a ejecutar el botón *Validar Ficheros* y se realizan unas comprobaciones básicas relativas al contenido de los ficheros seleccionados. Cualquier anomalía en la lectura de los ficheros, error de formato de contenido o error inesperado, se informará al usuario y se impide la continuación del proceso, debiéndose seleccionar otros ficheros.

Un tipo de comprobación especial que se hace es referente a los ficheros .MET los cuales son chequeados exhaustivamente para cerciorarse de la validez de los datos contenidos. El programa tiene definidos unos rangos considerados como estándar para precipitaciones y temperaturas. Cualquier dato fuera de estos rangos, es considerado como sospechoso y se invita al usuario a que proceda a utilizar el módulo de edición de datos hidrometeorológicos para su validación o corrección, si procede.

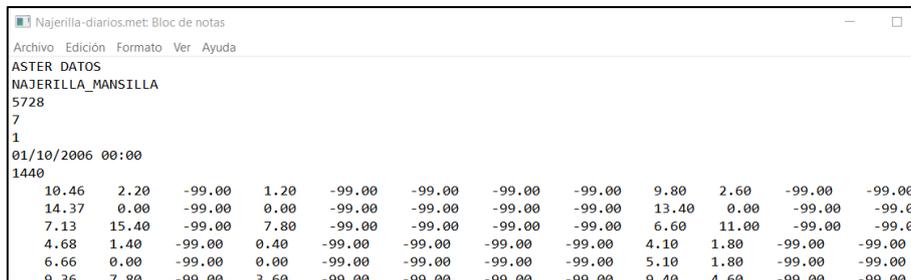
En este proceso previo de validación se comprueba su coherencia, como por ejemplo que el fichero meteorológico contiene el nº de datos que se indica en su cabecera, que el contenido de estos ficheros no presenta errores de sintaxis (caracteres no válidos), que los datos están dentro de unos rangos de validez o que para cada instante, se disponga de al menos un dato de precipitación y temperatura. Algunos de estos errores son considerados como críticos, lo cual imposibilita la selección de estos ficheros, mientras que otros se consideran no críticos pero se avisa de su existencia para proceder a su corrección, si procede. Si el programa detecta algunos de estos errores, ofrece la posibilidad de de abrir con el notepad de Windows, un fichero de texto con el listado completo de errores y el fichero meteorológico para su depuración:



Si el usuario decide visualizar estos ficheros, se abren ambos, facilitando la depuración de los posibles errores:



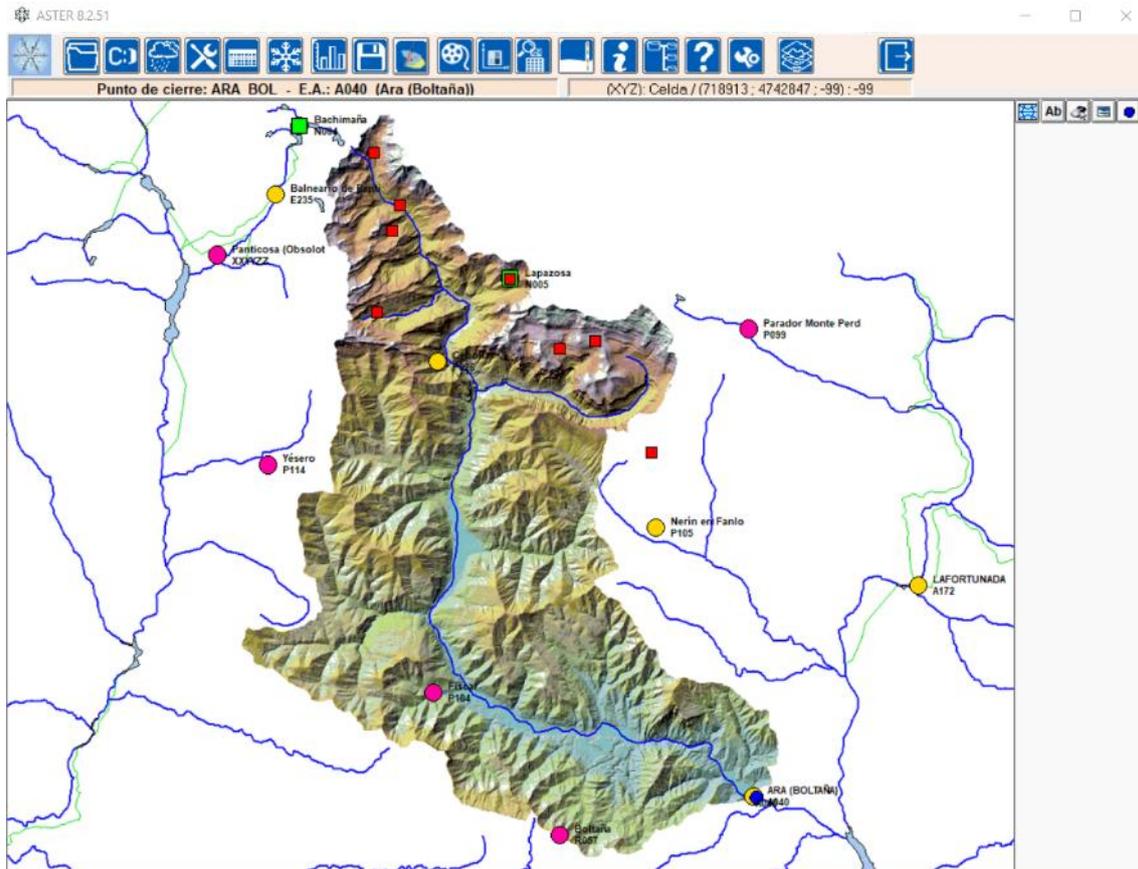
Visualización de errores en la validación de ficheros



Edición conjunta del fichero meteorológico para su depuración

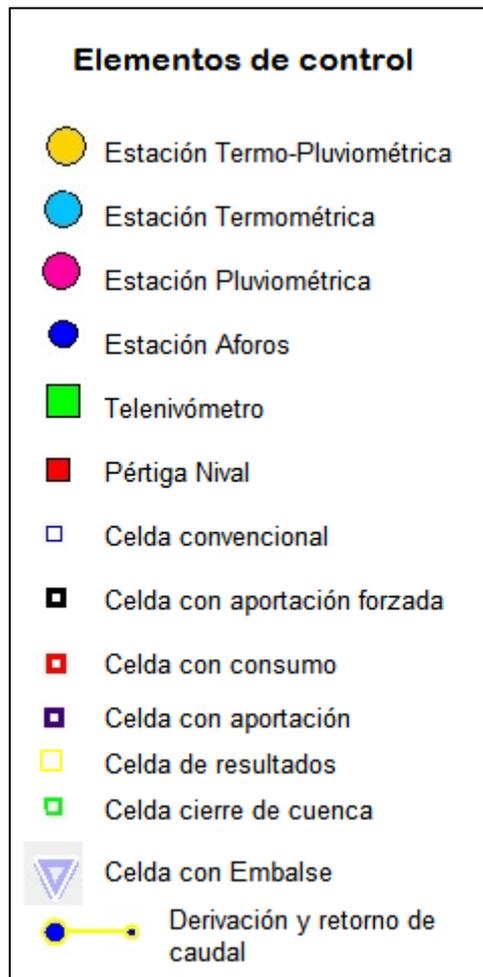
Una vez comprobados los ficheros seleccionados por el usuario, se procede a su carga e incorporación al programa y aparece la pantalla principal del programa con todos los módulos y opciones disponibles para ser utilizados.

La siguiente figura muestra un ejemplo de la pantalla principal del programa, tras la carga los ficheros correspondientes a una cuenca de trabajo.



Pantalla principal de Aster tras la carga de ficheros de cuenca

En esta pantalla principal del programa, se tienen ubicadas las estaciones meteorológicas, estaciones de aforo, puntos de medición nival y telenivómetros (si existen), establecidas en el proceso de calibración de la cuenca. La simbología utilizada para cada uno de estos elementos es la siguiente:

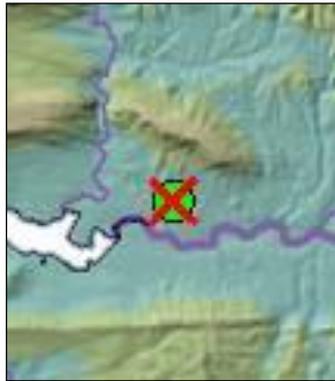


Para ver la información de alguna de estas estaciones, basta con pasar el ratón sobre ellas para que se muestre su información asociada, tal y como muestra la siguiente imagen.



Información estaciones hidrometeorológicas en pantalla

De igual forma se puede desactivar, de forma gráfica, el uso de una estación por el modelo, pulsando para ello con el botón izquierdo del ratón sobre la estación deseada. La estación es mostrada en pantalla de la siguiente manera:



Estación desactivada

Las estaciones desactivadas manualmente no son usadas por el modelo durante el proceso de cálculo, ni sus datos son tenidos en cuenta para ningún proceso de cálculo de precipitaciones o temperaturas en las celdas de la cuenca de trabajo. Siempre se deberá tener activa, al menos, una estación termométrica y una pluviométrica.

Junto al mapa, y en la esquina superior derecha aparecen los siguientes botones:



Para ocultar o mostrar las estaciones meteorológicas y de aforo de la cuenca.



muestra en pantalla la leyenda de los elementos de control.



muestra en pantalla las posibles acciones a realizar sobre el bitmap de la cuenca:

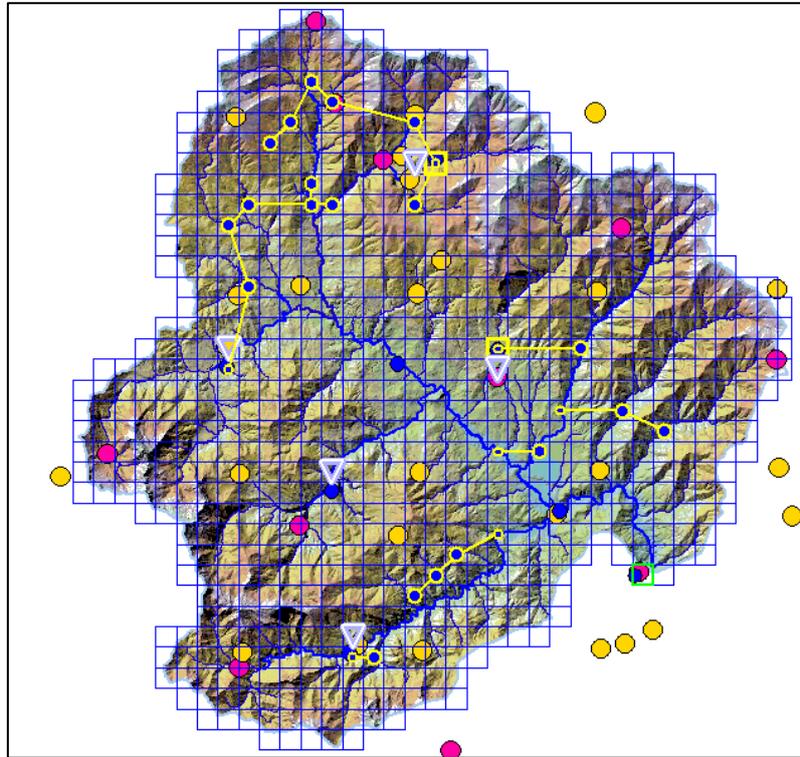
Acciones sobre el bitmap de la cuenca	
Shift + Click derecho	Establece el punto de cierre en la cuenca. El cursor se convierte en una cruz al pasar sobre una celda con estación de aforo.
Shift + Click izquierdo	Dibuja la red de drenaje desde la celda seleccionada hasta el punto de cierre de la cuenca.
Click derecho	Muestra información sobre la celda seleccionada y sobre cualquier punto de control que se encuentre en ella.
Click izquierdo	Activa o desactiva el uso de una estación meteorológica.
(Pasar el ratón por encima de esta ayuda para que desaparezca)	

Acciones sobre bitmap de la cuenca



permite etiquetar con su correspondiente código de estación, el conjunto de estaciones que aparecen en el mapa.

 dibuja el esquema de celdas utilizado para la cuenca, tal y como aparece en la siguiente figura:



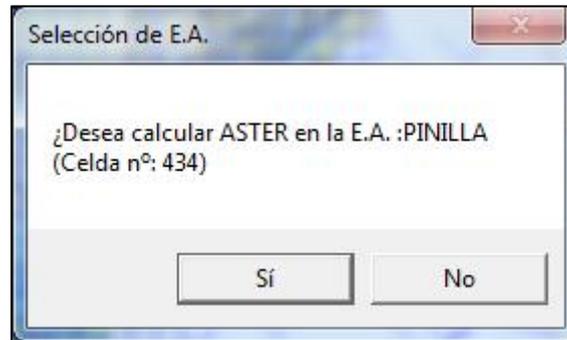
Celdado de la cuenca y elementos de control.

El celdado de la cuenca puede ser útil para cambiar el punto de cierre donde se desea que el modelo cierre la cuenca y que calcule sus resultados en ese punto.

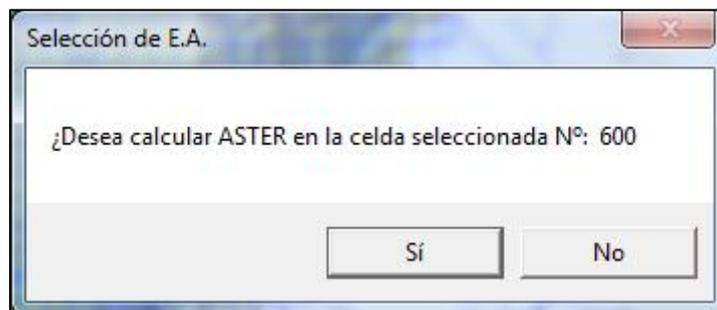
Para cambiar el punto de cierre de la cuenca, basta con ***mantener la tecla de shift (mayúsculas) pulsada y hacer un clic con el botón derecho del ratón*** sobre la celda que se quiere establecer como punto de cierre. Una vez seleccionada la nueva celda de cierre de la cuenca, se dibujan el conjunto de celdas vertientes a este nuevo punto de cierre, ignorando el resto de celdas, tanto para el cálculo de caudales circulantes como para el cálculo del resto de magnitudes de interés (nieve precipitada, temperatura media, nieve acumulada, etc.). Se puede considerar a todos los efectos que a partir de este momento se trabaja con una cuenca distinta a la original. Las estaciones meteorológicas sí se consideran, aunque estén ubicadas fuera de la nueva, cuenca de estudio.

Cuando se pasa el cursor sobre una celda que contiene alguna estación de aforo, éste se convierte en una cruz, indicando que sobre esta celda se tiene la posibilidad de utilizar

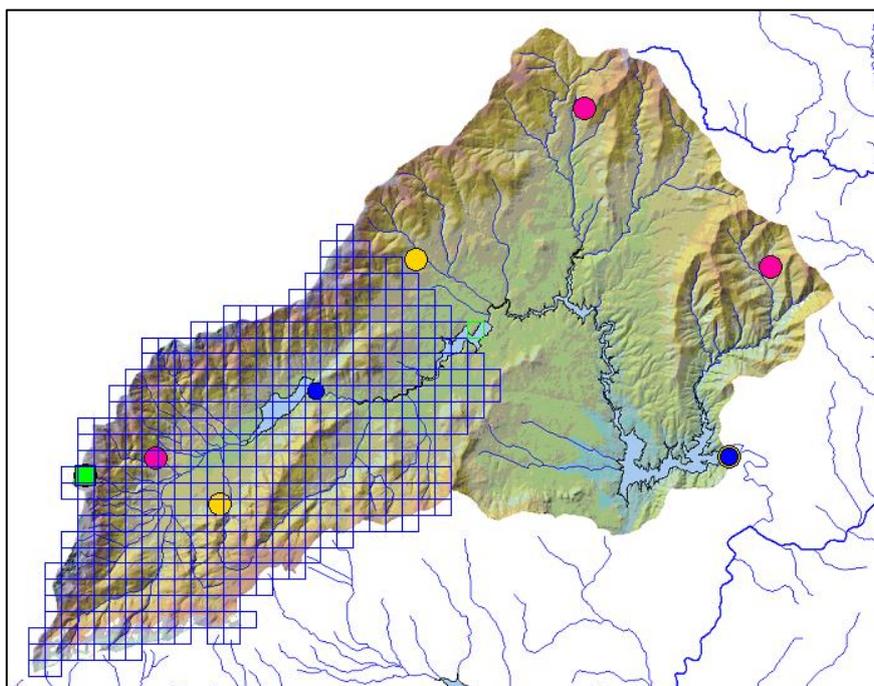
los datos observados en la estación de aforo, para realizar la comparativa entre los caudales calculados por el modelo y los observados en esa estación de aforo. Si en la celda seleccionada se encuentra presente alguna estación de aforos, el programa preguntará si se desea calcular en esta nueva celda, así:



Si por el contrario, en esta celda no hay presente ninguna estación de aforo, el mensaje presentado es el siguiente:



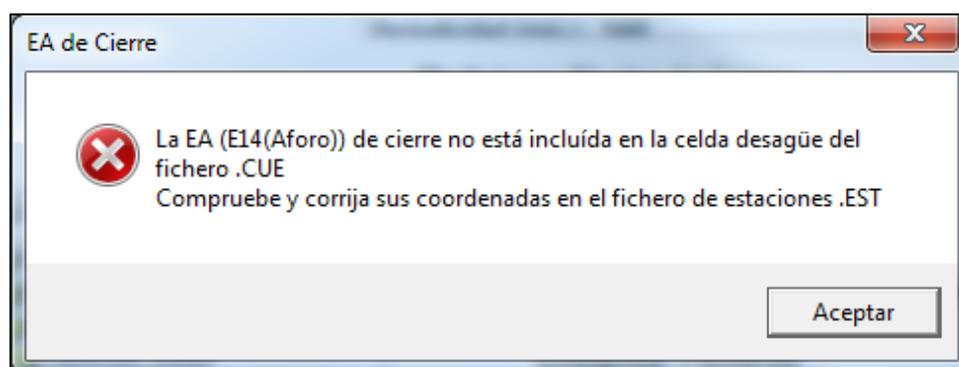
Una vez seleccionada la nueva celda de cierre, el aspecto del celdado de la cuenca es de la forma:



Selección de un nuevo punto de cierre en la cuenca del río Lozoya (Tajo)

El hecho de que en la nueva celda de cierre exista o no una estación de aforo, sólo afecta a las gráficas de resultados puesto que en el caso de que sí exista esta estación, sus datos de caudales observados aparecerán junto a los caudales calculados en este punto, y por tanto se dispone así de una validación adicional de la bondad del modelo en diversos puntos de la cuenca. En el caso de que no exista estación de aforo, no aparecerán los datos correspondientes a caudales observados.

En las primeras versiones del modelo Aster, era necesario que la primera estación de aforo incluida en el fichero de estaciones (.EST) estuviese ubicada dentro de la celda desagüe de la cuenca, y en el caso de que este hecho no se produjese, el programa avisaba mediante el siguiente mensaje de error:

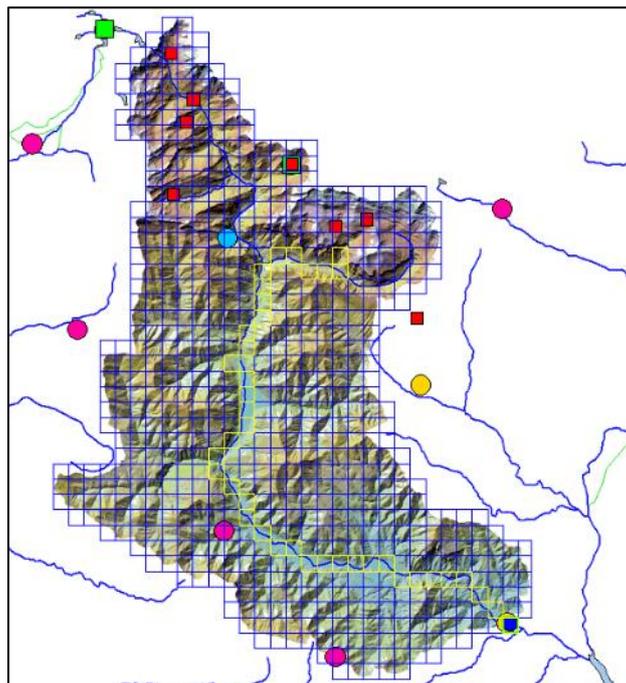


Actualmente esta limitación ya no existe y las estaciones de aforo pueden estar ubicadas en cualquier punto de la cuenca sin la necesidad de que al menos una de ellas esté en la celda desagüe. El programa, si no se cambia el punto de cierre tal y como se ha explicado antes, calcula siempre en la celda desagüe y si en esta celda hay ubicada alguna estación de aforo, sus datos de caudales observados serán usados en las gráficas de resultados para confrontarlos con los calculados por el modelo en esta celda. Si no existe ninguna estación de aforo en esta celda desagüe, en las gráficas de resultados sólo aparecerán los caudales calculados, y no se calcularán los parámetros estadísticos, por lo que no podrá comprobarse la bondad de los resultados proporcionados por Aster.

Se debe entonces editar las coordenadas de esta estación de aforo para ubicarla dentro de la celda desagüe de la cuenca.

Esta comprobación se realiza durante el proceso de validación de los ficheros de trabajo seleccionados y por tanto mientras no se corrija esta incoherencia, se imposibilitará que se puedan cargar estos ficheros y por tanto que se pueda elegir una celda de cierre distinta a la celda desagüe de la cuenca completa.

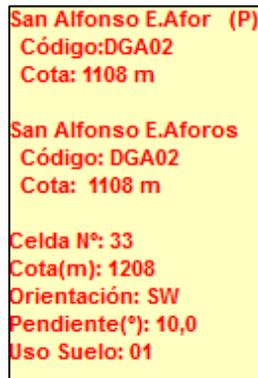
Para dibujar la red de drenaje desde la celda en que se encuentre el ratón, hasta la celda desagüe de la cuenca, ***mantener la tecla de shift (mayúsculas) pulsada y hacer un clic con el botón izquierdo del ratón***. La red de drenaje se muestra en color amarillo.



Visualización de la red de drenaje.

Para mostrar la información de la celda sobre la que esté el ratón y sobre cualquier punto de control ubicado en dicha celda, **hacer un clic con el botón derecho del ratón**.

La información mostrada tiene el aspecto:



San Alfonso E.Afor (P)
Código:DGA02
Cota: 1108 m

San Alfonso E.Aforos
Código: DGA02
Cota: 1108 m

Celda N°: 33
Cota(m): 1208
Orientación: SW
Pendiente(°): 10,0
Uso Suelo: 01

Para activar o desactivar el uso de una estación meteorológica, **hacer un clic con el botón izquierdo del ratón** sobre la estación, tal y como es explicó anteriormente.



4.2.3. Edición de parámetros

Esta opción permite la edición de la totalidad de los parámetros que gobiernan la modelización y que se encuentran presentes en el fichero de parámetros (.INI). Este módulo se encuentra habilitado únicamente después de que se hayan cargado los ficheros completos para una cuenca y se haya completado una simulación con ellos. De esta forma se asegura que las simulaciones posteriores que el usuario desarrollará dentro de este módulo, están exentas de errores o incoherencias que pudiesen darse con estos ficheros.

Para cada parámetro se muestra el valor actual (presente en el fichero de parámetros .INI cargado), y su rango de variación recomendable, si bien estos rangos son únicamente informativos puesto que pueden ser rebasados.

El objetivo de este módulo es analizar cómo el modelo modifica su comportamiento conforme se van cambiando los parámetros de la modelización, hasta encontrar una combinación óptima, y que por tanto quiera guardarse como un nuevo fichero de parámetros para la cuenca. En ocasiones es conveniente tener más de un fichero de parámetros, puesto que según las condiciones meteorológicas o de la estacionalidad en

que se realiza la simulación, unos ficheros puedan producir mejores resultados que otros.

Alguno de los parámetros que aparecen en la colección completa que se muestra a continuación, pueden no ser aplicables en todas las modelizaciones, puesto que dependen de las rutinas internas del programa, algunas de las cuales están en fase de desarrollo, o porque algunos de ellos correspondan a fenómenos como la fusión del hielo glaciar.

También aparecen en este módulo expresiones relacionadas con la optimización automática de parámetros, que no es aplicable en estas fechas puesto que también se encuentra en desarrollo.

En las siguientes imágenes se muestran los grupos de parámetros, clasificados según ámbito de aplicación.

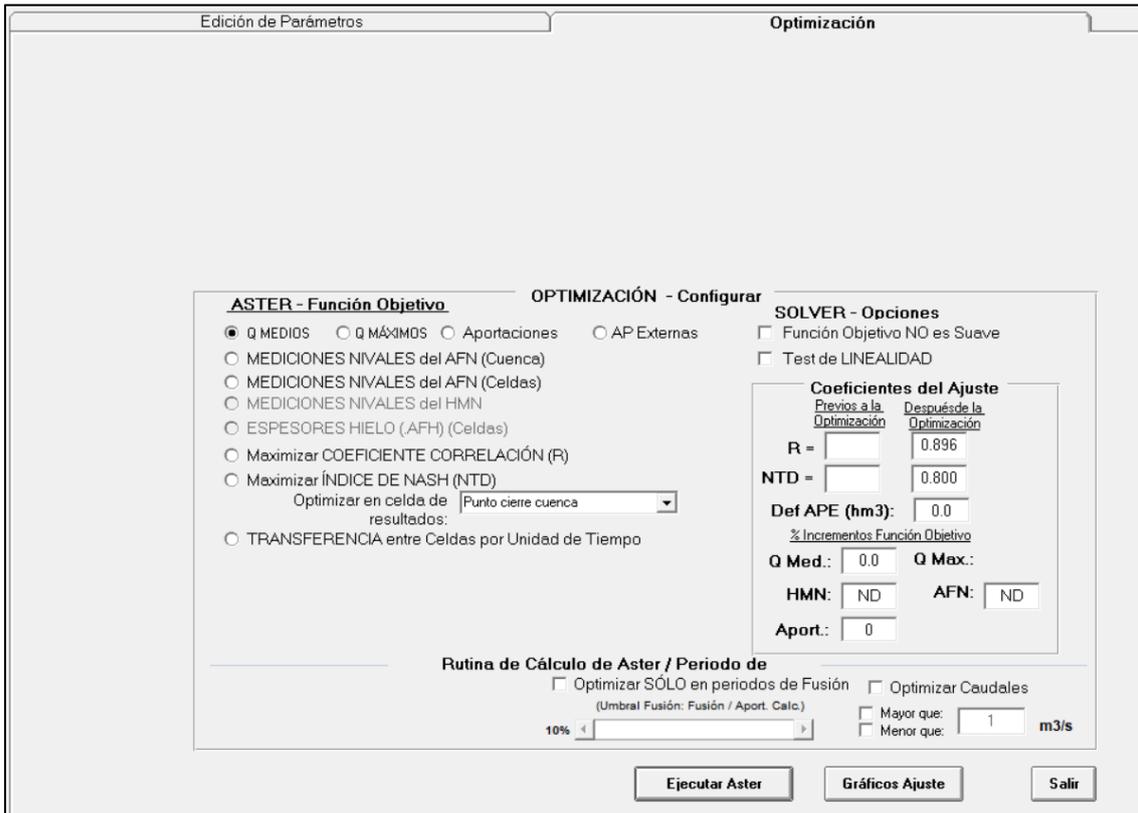
<input checked="" type="checkbox"/> Sección Completa Condiciones Iniciales					<input checked="" type="checkbox"/> Sección Completa Depósitos						
<input checked="" type="checkbox"/> ITA (°C) [Índice de Temperatura de la nieve antecedente]	0.0000			-30.0000	3.0000	<input checked="" type="checkbox"/> ALTDEP (mm) [Altura del depósito superior]	80.0000			0.1000	600.0000
<input checked="" type="checkbox"/> NIEVE (mm) [Altura inicial de nieve]	0.0000			0.0000	100.0000	<input checked="" type="checkbox"/> ALTVAC (mm) [Altura mínima de vaciado del dep. superior]	55.0000			0.1000	80.0000
<input checked="" type="checkbox"/> DEPOSITOINF (mm) [Altura inicial de depósito inferior]	10.0000			0.0000	100.0000	<input checked="" type="checkbox"/> ALTINF (mm) [Altura de Infiltración del dep. superior]	32.0000			0.1000	80.0000
<input checked="" type="checkbox"/> DEPOSITOSUP (mm) [Altura inicial del depósito superior]	10.0000			0.0000	80.0000	<input checked="" type="checkbox"/> COEFINFIL [Coeficiente de Infiltración]	0.0332			0.0000	1.0000
<input checked="" type="checkbox"/> CAUDALINI (m³/s) [Caudal inicial circulante en la E.A.]	2.7600			0.0000	500.0000	<input checked="" type="checkbox"/> COEFVACINF [Coef. de vaciado del dep. inferior]	0.1000			0.0000	1.0000
<input checked="" type="checkbox"/> Sección Completa Evaporación					<input checked="" type="checkbox"/> Sección Completa Fusión Nieve						
<input checked="" type="checkbox"/> INDTHOR [Índice de Thortwaite]	40.0000			25.0000	40.0000	<input checked="" type="checkbox"/> COEFVACSUP [Coef. de vaciado del dep. superior]	0.0580			0.0000	1.0000
<input checked="" type="checkbox"/> EXPTHOR [Exponente de Thortwaite]	0.5000			0.5000	1.4000	<input checked="" type="checkbox"/> ALTDEPOINF (mm) [Altura máxima depósito inferior]	40.0000			0.1000	300.0000
<input checked="" type="checkbox"/> COEFEVAPINF [Coef. de evaporación dep. inferior]	0.0000			0.0000	1.0000	<input checked="" type="checkbox"/> PLIMFILTRA [Limitador Max. Infiltración Depo. Sup.]	1.0000			0.0000	1.0000
<input checked="" type="checkbox"/> COEF_ETR [Coef. de paso evaporación real]	0.8000			0.0000	1.0000						
<input checked="" type="checkbox"/> SUBLIMACIÓN (mm/día)	0.3000			0.0000	10.0000						
<input checked="" type="checkbox"/> Sección Completa Gradientes											
<input checked="" type="checkbox"/> GRADTEMP (°C/1000m) [Gradiente Térmico]	-5.5000			-8.0000	0.0000						
<input checked="" type="checkbox"/> GRADPREC (mm/m y año) [Gradiente de precipitaciones]	0.0000			0.0000	5.0000						
<input checked="" type="checkbox"/> GRADTEMPH (°C/1000m) [Gradiente Térmico Húmedo]	-4.0000			-6.0000	0.0000						
<input checked="" type="checkbox"/> GRADTEMPDIN [Gradiente Térmico Dinámico]	0.0000			0.0000	1.0000						
<input checked="" type="checkbox"/> OPTPLUVIO (m) [Cota cambio gradiente pluviométrico]	10000.00			0.0000	10000.00						
<input checked="" type="checkbox"/> GRADPRECHIGH (mm/mm año) [Gradiente Pluvio cotas altas]	0.0000			-1000.00	1000.00						
<input checked="" type="checkbox"/> Sección Completa Transferencia											
<input checked="" type="checkbox"/> EXKT [Exponente del coeficiente de transferencia]	0.8000			0.1000	5.0000						
<input checked="" type="checkbox"/> CKT [Coeficiente para el coef. de transferencia]	5.0000			0.1000	5.0000						
<input checked="" type="checkbox"/> COEFTRANSF [Coef. transferencia todas las celdas]	0.2300			0.0000	1.0000						
					<input checked="" type="checkbox"/> TEMPBASE (°C) [Temp. base de inicio de fusión]						
					<input checked="" type="checkbox"/> CAMBIONIEVE (°C) [Temp. de cambio precipitación lluvia-nieve]						
					<input checked="" type="checkbox"/> FFMAX [Factor de fusión Máximo]						
					<input checked="" type="checkbox"/> FFMIN [Factor de fusión mínimo]						
					<input checked="" type="checkbox"/> FUNEGMAX (°C) [Factor de fusión negativa máxima]						
					<input checked="" type="checkbox"/> COEFPERCAL (°C) [Coef. de ajuste de pérdida calorífica de la nieve]						
					<input checked="" type="checkbox"/> FVIENTO (km/h) [Función viento]						
					<input checked="" type="checkbox"/> QRAD [Coef. del calor por radiación de onda larga]						
					<input checked="" type="checkbox"/> QCOND [Coef. del calor por condensación a H.R.=90%]						
					<input checked="" type="checkbox"/> GRNEVADA (mm/día) [Indicador de Gran Nevada]						
					<input checked="" type="checkbox"/> COEFRADIACION [Coef. Radiación]						
					<input checked="" type="checkbox"/> COEFRADEDEF [Coef. Radiación Déficit Calor]						

Colección de parámetros básicos

<input checked="" type="checkbox"/> Sección Completa		Varios			
<input checked="" type="checkbox"/> PTIPSUEL [Ponderador Tipo de Suelo]	0.0000			0.0000	1.0000
<input checked="" type="checkbox"/> PUSUEL [Ponderador Uso Suelo]	0.0000			0.0000	1.0000
<input checked="" type="checkbox"/> PMLLUVIA [Ponderador Lluvia]	0.0000			0.0000	1.0000
<input checked="" type="checkbox"/> PORIECLAS [Ponderador Orientación Celdas]	0.0000			0.0000	1.0000
<input checked="" type="checkbox"/> PPEND [Ponderador Pendientes]	0.0000			0.0000	1.0000
<input checked="" type="checkbox"/> MREGFF [Modificador Regional Factor Fusión]	0.0000			-100.000	100.000
<input checked="" type="checkbox"/> POHUMEDAD [Modifi. Umbral Escorrentía según Humedad]	1.0000			0.0000	1.0000
<input checked="" type="checkbox"/> MINLLUVIA (mm/h) [Umbral Mínimo Lluvia Líquida]	1.2000			0.0000	10.0000
<input checked="" type="checkbox"/> INSTSINLLUVIA [Nº Inst. Cambio Episodio Precipitaciones]	72.0000			0.0000	72.0000
<input checked="" type="checkbox"/> PONIEVE (mm) [Pomedio. Umbral Escorr. con Nieve Acumulada]	5.0000			0.0000	30.0000
<input checked="" type="checkbox"/> ESTACMETEO [Nº Estac. Meteo para calc. P.T en Celdas]	2.0000			1.0000	14.0000
<input checked="" type="checkbox"/> CORRECPREVI [Corregir Previsión]	1.0000			0.0000	1.0000
Nueva rutina Fusión Nieve/Hielo					
<input checked="" type="checkbox"/> COEFTEMPHIELO	1.0000			0.0000	2.0000
<input checked="" type="checkbox"/> COEFTEMPNIEVE	1.0000			0.0000	2.0000
<input checked="" type="checkbox"/> COEFRADHIELO	1.0000			0.0000	2.0000
<input checked="" type="checkbox"/> COEFRADNIEVE	1.0000			0.0000	2.0000
<input checked="" type="checkbox"/> COEFCONVSSL	0.5000			0.0000	2.0000
<input checked="" type="checkbox"/> COEFCONVCLL	2.0000			0.0000	4.0000
<input checked="" type="checkbox"/> C1CONV	2.6500			0.0000	10.4500
<input checked="" type="checkbox"/> C2CONV	10.0000			0.0000	10.0000

Colección de parámetros complementarios

El usuario va realizando los cambios oportunos en los parámetros que considere, y desde la ficha de Optimización (en fase de desarrollo), ejecuta la simulación y visualiza los gráficos del ajuste.



Simulación desde módulo de edición de parámetros.

Cuando los resultados obtenidos cumplan con los objetivos esperados, se puede grabar el nuevo fichero de parámetros para ser utilizado en posteriores simulaciones.

4.3. PROCESO DE CÁLCULO

4.3.1. Ejecución del modelo en modo Línea de Comandos

El programa Aster puede ser utilizado mediante la ejecución de una línea comandos, invocada desde una ventana de comandos de Windows o desde otra aplicación, la cual hace una llamada al programa mediante el paso de los argumentos necesarios. La sintaxis para hacer esta llamada es la siguiente:

ASTERW Fichero_Proyectos_APJ

Donde ASTERW hace referencia al fichero ejecutable ASTERW.EXE, que puede estar accesible mediante la variable del sistema PATH, o en caso contrario habrá que indicar

la carpeta desde donde se ejecutará el modelo, por ejemplo, c:\Programas\Aster\Asterw.

Fichero_Proyectos_APJ hace referencia al fichero .APJ de proyectos que será ejecutado por el modelo tras su llamada (en un apartado posterior de este manual se detallará el uso y formato de este fichero) y no deberá contener espacios en blanco. Puede usarse un trayecto desde donde cargar este fichero, con lo que la carpeta activa del programa pasará a ser la carpeta desde donde se cargó el fichero .APJ. Si no presenta trayecto, la carpeta activa será la carpeta actual o la que esté presente en el fichero AsterUser.usr. Para comprobar el estado de la ejecución del programa, habrá que comprobar los ficheros tanto de resultados como de incidencias que se generan en cada ejecución del programa.

Así por ejemplo, la siguiente instrucción ejecutada desde una carpeta llamada c:\datos, buscará el programa Asterw en la carpeta c:\cuencas, si lo encuentra lo ejecutará y cargará el fichero pirineo.apj que deberá estar ubicado en la carpeta c:\datos:

```
C:\cuencas\asterw pirineo.apj
```

De la misma manera, la instrucción siguiente llamará al programa Asterw que deberá estar accesible a través de la variable del sistema PATH, y cargará el fichero c:\cuencas\Tajo.apj y hará que esta carpeta c:\Tajo sea la carpeta activa durante la sesión de ejecución del programa.

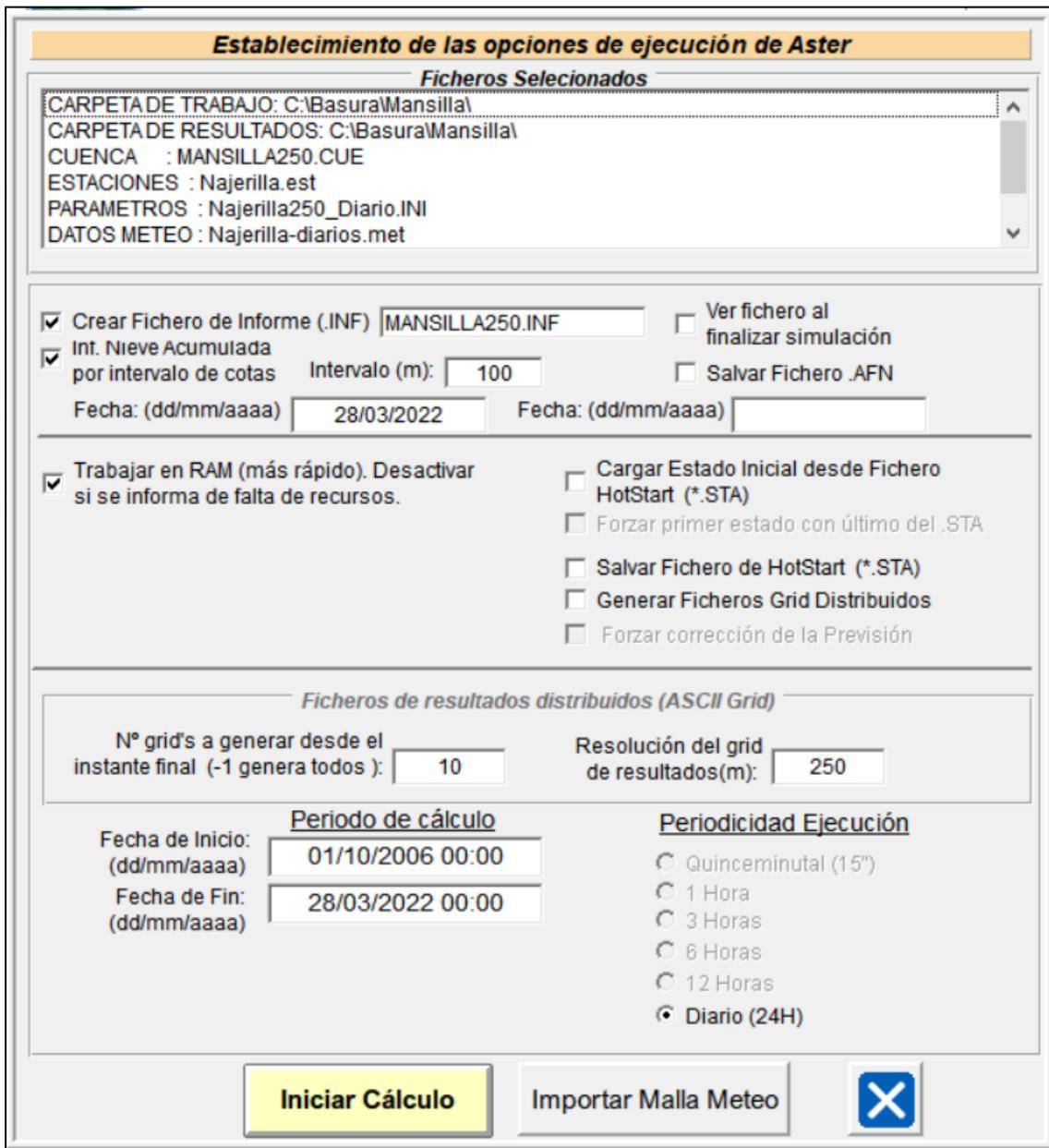
```
Asterw c:\cuencas\Tajo.apj
```



4.3.2. Ejecución del modelo en modo Programa

Este es el modo de funcionamiento en el que el usuario selecciona de forma interactiva tanto los ficheros de uso como las opciones que conforman el estado de ejecución. Esta opción se activa en el momento en que se han seleccionado los ficheros de trabajo y se ha comprobado que son válidos. Al pulsar este botón, se abre una ventana en la que aparece por un lado los ficheros de trabajo seccionados y por otro lado se muestran una serie de opciones que en unos casos permitirán obtener resultados adicionales y en

otros casos permite modificar las opciones de cálculo del programa. La siguiente figura muestra dicha pantalla y se comentan las opciones configurables de la misma.



Establecimiento de las opciones de ejecución de Aster

Ficheros Seleccionados

CARPETA DE TRABAJO: C:\Basura\Mansilla\

CARPETA DE RESULTADOS: C:\Basura\Mansilla\

CUENCA : MANSILLA250.CUE

ESTACIONES : Najerilla.est

PARAMETROS : Najerilla250_Diario.INI

DATOS METEO : Najerilla-diaris.met

Crear Fichero de Informe (.INF) Ver fichero al finalizar simulación

Int. Nieve Acumulada por intervalo de cotas Intervalo (m): Salvar Fichero .AFN

Fecha: (dd/mm/aaaa) Fecha: (dd/mm/aaaa)

Trabajar en RAM (más rápido). Desactivar si se informa de falta de recursos.

Cargar Estado Inicial desde Fichero HotStart (*.STA)

Forzar primer estado con último del .STA

Salvar Fichero de HotStart (*.STA)

Generar Ficheros Grid Distribuidos

Forzar corrección de la Previsión

Ficheros de resultados distribuidos (ASCII Grid)

Nº grid's a generar desde el instante final (-1 genera todos): Resolución del grid de resultados(m):

Fecha de Inicio: (dd/mm/aaaa) **Periodo de cálculo**

Fecha de Fin: (dd/mm/aaaa)

Periodicidad Ejecución

Quinceminutal (15")

1 Hora

3 Horas

6 Horas

12 Horas

Diario (24H)

Opciones configurables previas al cálculo

La opción de **Crear fichero de informe (.INF)** junto con la de **Ver Fichero al finalizar simulación**, permiten generar automáticamente dicho fichero y presentarlo en pantalla, como una forma rápida de ojear los resultados calculados en la última ejecución del modelo.

La opción de **Inf. Nieve Acumulada por Intervalo de cotas** calcula y graba en el fichero de informe, un bloque de datos con la distribución de la superficie innivada y los

volúmenes almacenados, según la distribución hipsométrica que el usuario desee. Un ejemplo de estos resultados calculados por el modelo se muestra en la figura:

■ SUPERFICIE INNIVADA Y VOLÚMENES ALMACENADOS POR COTAS

Fecha: 20/05/2004 00:00:00
 Intervalo (m): 100
 Cota Inicio Nieve (m): 2021
 Superficie Total Innivada (Km²): 94.2 (15.8 %)
 Volumen Total Acumulado (Hm³): 60.8

Intervalo Cotas(m)	Superficie Cuenca (Km ²)	Superficie Innivada (Km ²) Sup./sup. total innivada	Volumen Almacenado Hm ³ Vol./vol. Total almacenado
622.5 - 722.5	7.9	0.0 (0.0 %)	0.0 (0.0 %)
722.5 - 822.5	32.6	0.0 (0.0 %)	0.0 (0.0 %)
822.5 - 922.5	13.9	0.0 (0.0 %)	0.0 (0.0 %)
922.5 - 1022.5	52.8	0.0 (0.0 %)	0.0 (0.0 %)
1022.5 - 1122.5	44.3	0.0 (0.0 %)	0.0 (0.0 %)
1122.5 - 1222.5	41.8	0.0 (0.0 %)	0.0 (0.0 %)
1222.5 - 1322.5	65.1	0.0 (0.0 %)	0.0 (0.0 %)
1322.5 - 1422.5	63.6	0.0 (0.0 %)	0.0 (0.0 %)
1422.5 - 1522.5	35.1	0.0 (0.0 %)	0.0 (0.0 %)
1522.5 - 1622.5	42.3	0.0 (0.0 %)	0.0 (0.0 %)
1622.5 - 1722.5	32.2	0.0 (0.0 %)	0.0 (0.0 %)
1722.5 - 1822.5	24.6	0.0 (0.0 %)	0.0 (0.0 %)
1822.5 - 1922.5	31.7	0.0 (0.0 %)	0.0 (0.0 %)
1922.5 - 2022.5	15.3	4.0 (4.2 %)	0.2 (0.4 %)
2022.5 - 2122.5	13.1	13.1 (13.9 %)	0.7 (1.2 %)
2122.5 - 2222.5	15.4	15.4 (16.4 %)	3.7 (6.0 %)
2222.5 - 2322.5	22.2	22.2 (23.6 %)	13.2 (21.8 %)
2322.5 - 2422.5	21.7	21.7 (23.1 %)	17.8 (29.3 %)
2422.5 - 2522.5	5.8	5.8 (6.1 %)	6.1 (10.1 %)
2522.5 - 2622.5	1.8	1.8 (1.9 %)	2.3 (3.8 %)
2622.5 - 2722.5	4.5	4.5 (4.8 %)	6.5 (10.6 %)
2722.5 - 2822.5	2.5	2.5 (2.6 %)	4.2 (7.0 %)
2822.5 - 2922.5	2.8	2.8 (2.9 %)	5.1 (8.4 %)
2922.5 - 3022.5	0.0	0.0 (0.0 %)	0.0 (0.0 %)
3022.5 - 3049.4	0.4	0.4 (0.4 %)	0.8 (1.4 %)

Resultados de la distribución nival por franjas de cotas.

La opción **Salvar Fichero .AFN** permite generar el fichero AFN (agua en forma de nieve) para la fecha indicada por el usuario. En el apéndice I se describe el formato de estos ficheros.

El periodo de simulación puede variarse, cambiando la fecha de inicio o de fin del mismo, desde la pantalla de cálculo del modelo. Hay que tener presente, que los datos de previsión (contenidos en el fichero .MOD) siempre se añadirán al final del último instante de simulación elegido por el usuario. Esta forma de trabajo evita que existan “gaps” o periodos de tiempo discontinuos (huecos).

La opción **Trabajar en RAM** almacena el estado de las celdas para todo el periodo de ejecución del programa. Estos estados son necesarios para poder calcular diversos

resultados. Si el sistema no dispone de recursos suficientes para almacenar estos estados, se advertirá que se desactive esta opción para poder ejecutar el modelo. En este caso, se crearán unos ficheros con extensión .MTX en la carpeta de trabajo, sobre los cuales la aplicación realiza tareas de swaping entre la memoria RAM y el disco duro. Si esto ocurriese, los siguientes módulos u opciones del programa seguirán estando disponibles, pero pueden presentar tiempos de respuesta más lentos:

- Distribución espacio-temporal de resultados.
- Módulo de animación nival.

La opción **cargar estado inicial desde fichero de hotstart .STA** (arranque en caliente), permite recuperar el estado hidrológico de la cuenca desde un fichero de arranque en caliente o hotstart y con ello iniciar las simulaciones en instantes previamente almacenados, sin necesidad de un periodo de tiempo previo de calentamiento de la cuenca.

La opción **salvar fichero de hotstart**, permite guardar un fichero de arranque en caliente con todos los instantes de la simulación ejecutada con el objetivo de poder iniciar futuras simulaciones considerando el estado hidrológico real de la cuenca para ese instante.

En el apéndice I se explica detalladamente la dinámica llevada a cabo en el proceso de creación y carga de los ficheros de hotstart.

La opción **Generar ficheros grid distribuidos** permite generar una colección de ficheros en formato Esri AscII Grid con la distribución espacial de algunas magnitudes de interés, en particular de la precipitación total en la cuenca, la nieve precipitada y la nieve almacenada. Se crea un fichero para cada instante de ejecución aunque el usuario puede limitar el número de ficheros creados, así como la resolución espacial de los mismos (que normalmente deberá coincidir con la resolución del mallado de la cuenca). Estos ficheros se pueden visualizar con cualquier aplicación GIS o con el módulo Aster Gis incluido en la aplicación.

Ver *Apéndice III* donde se describe el formato de estos ficheros.

Si hubiese previsión meteorológica, se puede **Forzar la corrección de la Prevision**, de tal forma que para el último instante de simulación, se corrige el estado hidrológico de la cuenca, basándose en todo el periodo de simulación ejecutado.

La opción **periodo de cálculo** permite cambiar el periodo temporal para el que se desea ejecutar el modelo y siempre debe estar comprendido dentro del periodo de tiempo para el que se tienen datos meteorológicos.

La última opción previa a la ejecución del modelo tiene que ver con la **periodicidad de los resultados calculados**. Por omisión, la periodicidad de cálculo es la misma que la de los datos de entrada, aunque puede ser cambiada. Así por ejemplo, pueden disponerse datos con periodicidad quinceminutal pero se pueden desear resultados de cálculo con periodicidad diaria. En este caso, los datos de entrada son reprocesados de la siguiente manera:

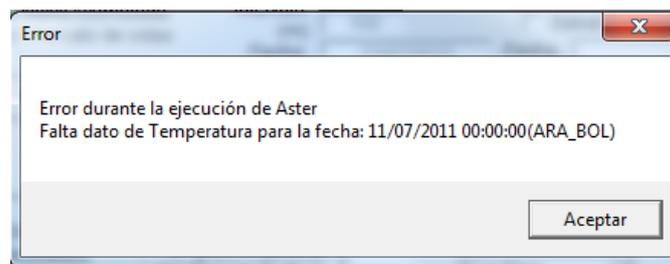
- Los datos de temperatura se promedian para ajustarse a la nueva periodicidad.
- Los datos de aforo también se promedian.
- Los datos de pluviometría se suman.

Hay que tener presente que cuando se reprocesen los datos de entrada de la forma antes mencionada, puede ocurrir que para un instante para el que se tengan datos hidrometeorológicos de entrada, al realizar el reprocesado de datos, el instante resultante no disponga de datos. Esta situación se da cuando, para un instante de la nueva periodicidad, no se pueden agrupar los correspondientes datos de entrada porque todas las estaciones tienen alguna falta de dato. En esta situación, la única solución será editar el fichero de datos hidrometeorológicos MET con el módulo del programa destinado a ello y corregir la ausencia de dato para alguna estación de la cuenca.

Cuando se selecciona un periodo de cálculo distinto al periodo completo de datos del fichero .MET o cuando se elige una periodicidad de cálculo distinta a la de los datos meteorológicos originales, el programa crea un nuevo fichero meteorológico cuyo nombre comienza por AGR_ más el nombre del fichero meteorológico original. Este fichero agrupado, contiene los datos para el periodo seleccionado por el usuario y con la periodicidad elegida (se agrupan los datos de precipitaciones y se promedian las temperaturas para adaptarlas a la nueva periodicidad). Este fichero se crea por si es de interés para el usuario conservarlo. Cuando se seleccionan los ficheros meteorológicos desde el panel de selección de ficheros, si el fichero seleccionado es uno de estos ficheros AGR_, el cursor cambia a una flecha de cuatro puntas para advertir de este hecho.

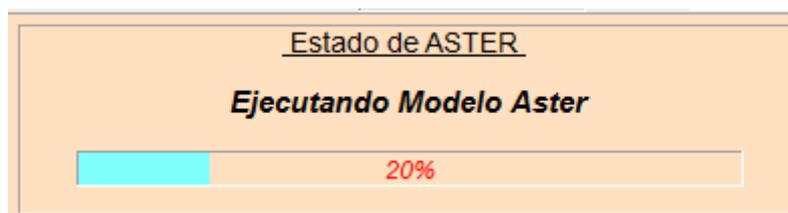
Una vez establecidas las opciones que conforman el ambiente de cálculo, se pulsa sobre el botón **Iniciar cálculo**, iniciándose primero un proceso de validación del fichero de datos meteorológicos (.MET), donde se comprueba que el fichero contenga el nº de datos

correcto al nº de estaciones y al nº de instantes de ejecución, y que para cada instante de ejecución, se disponga de al menos un dato de precipitación y temperatura para alguna estación meteorológica activa. Este proceso de validación se realiza en este momento porque depende de las estaciones meteorológicas activas que el usuario haya establecido para la sesión de trabajo. Si durante este proceso de validación, se detecta algún error, se mostrará un mensaje de error parecido al que se muestra en la siguiente figura:



Error en validación de fichero meteorológico.

Si la validación es correcta, se procede a la ejecución de la sesión de trabajo, y aparece una barra de progreso, que indica el porcentaje de cálculo realizado, tal y como muestra la figura:



Progreso de ejecución del modelo.

Si la ejecución del modelo finaliza sin producirse ningún error crítico, se activan las opciones y módulos del programa destinados a la visualización de los diversos resultados.

Por el contrario, si se produce algún error crítico que impide la correcta ejecución del modelo, no se activarán las opciones y módulos de visualización de resultados; se muestra un mensaje en pantalla indicando que se ha producido un error crítico, y se genera el fichero *AsterState.txt* en la carpeta de trabajo, y cuyo contenido es análogo al mostrado en la siguiente figura.

```

ASTER 3.8.72, 14/05/2004 12:47:47 [C:\DATAG\ASTERW\ASTER32.5\Unifica_Aster_Caesar\ASTERW.EXE 14/05/2004 9:33:33]
FALLO
Error en fichero h:\ASTERW\ASTER32.5\CUE_YES\MOD_YES\040507_H2.MOD
[C:\DATAG\ASTERW\ASTER32.5\Unifica_Aster_Caesar\ASTERW.EXE 14/05/2004 9:33:33]
    
```

CHE-HIDRO Verdadero Falso

Contenido del fichero AsterState.txt, tras una ejecución fallida.

Este fichero será de gran ayuda para la depuración del error y debería ser salvado en lugar seguro para poder enviarlo al departamento del soporte del programa (en caso de que dicho error no pueda ser subsanado por el usuario).

Tras finalizar cada ejecución, se crea el fichero DIAG.XML que contiene todas las acciones realizadas, así como todas las incidencias detectadas.

El formato de este fichero se describe en el apéndice I.

4.4. OPCIONES Y MÓDULOS POSTERIORES AL CÁLCULO



4.4.1. Ver gráficos e informes generales

Este módulo permite visualizar gráficamente los resultados hidrometeorológicos calculados por el modelo, además de poder visualizar gráficamente los datos de entrada medidos en las estaciones. El módulo presenta la barra de botones de opciones mostrada en la siguiente figura:



Barra de botones de visualización gráfica de resultados

A continuación se describen las opciones más destacadas de este módulo.



Ver resultados simulación.

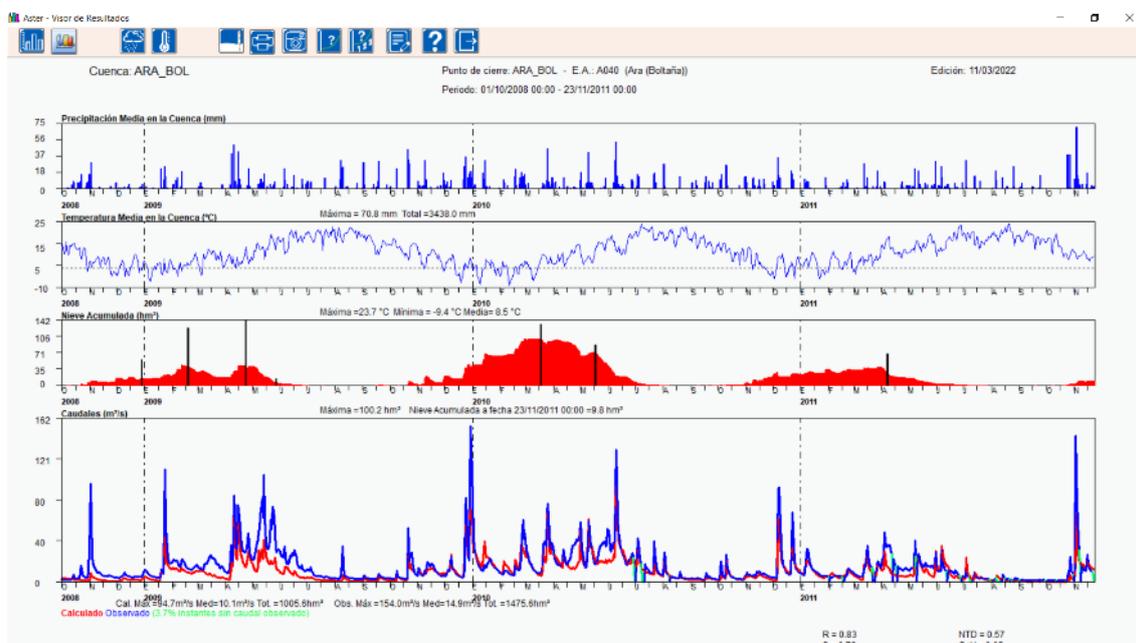
Esta opción permite visualizar gráficamente las cuatro magnitudes más representativas del comportamiento de la cuenca:

- Precipitación media calculada (mm)
- Temperatura media calculada (°C)
- Nieve Acumulada calculada en la cuenca (hm³)
- Caudal Observado (si existe) y Calculado en el punto de cierre (m³/s).

Para cada una de estas magnitudes, se muestran también los valores numéricos de interés (máximo, mínimo, medio, así como la fecha en que se producen los datos de mayor interés).

En el caso de que en la celda desagüe exista una estación de aforos con datos de caudales observados, estos valores se mostrarán en color azul, frente a la serie de color rojo de valores de los caudales calculados por el modelo.

Los posibles episodios temporales donde, por cualquier circunstancia, no se disponga de datos de caudales observados, y para asegurar la continuidad de la serie gráfica, aparecerán dibujados en color verde claro, tal y como puede verse en la siguiente figura:



Gráficos de resultados generales de la cuenca.

En la gráfica de nieve acumulada pueden aparecer unas barras de color negro, correspondientes a los datos de un fichero de AFN o de HMN. Ambos ficheros contienen el mismo dato de nieve acumulada en la cuenca para una fecha dada, pero mediante el fichero AFN, el modelo se auto ajusta a este valor, mientras que con el fichero HMN, sólo se muestra el dato a efectos comparativos, sin ningún tipo de auto ajuste. Como puede observarse, en la gráfica anterior, se han visualizado los datos de un fichero HMN ya que aparecen las barras verticales negras indicando los valores de las acumulaciones nivales para varias fechas.



Informe compacto de simulación

Presenta los resultados de simulación en otro formato distinto, más compacto, que en el apartado anterior y donde básicamente se muestran los mismos resultados que en la gráfica anterior.

El aspecto que muestra esta representación de los resultados obtenidos, es la siguiente:

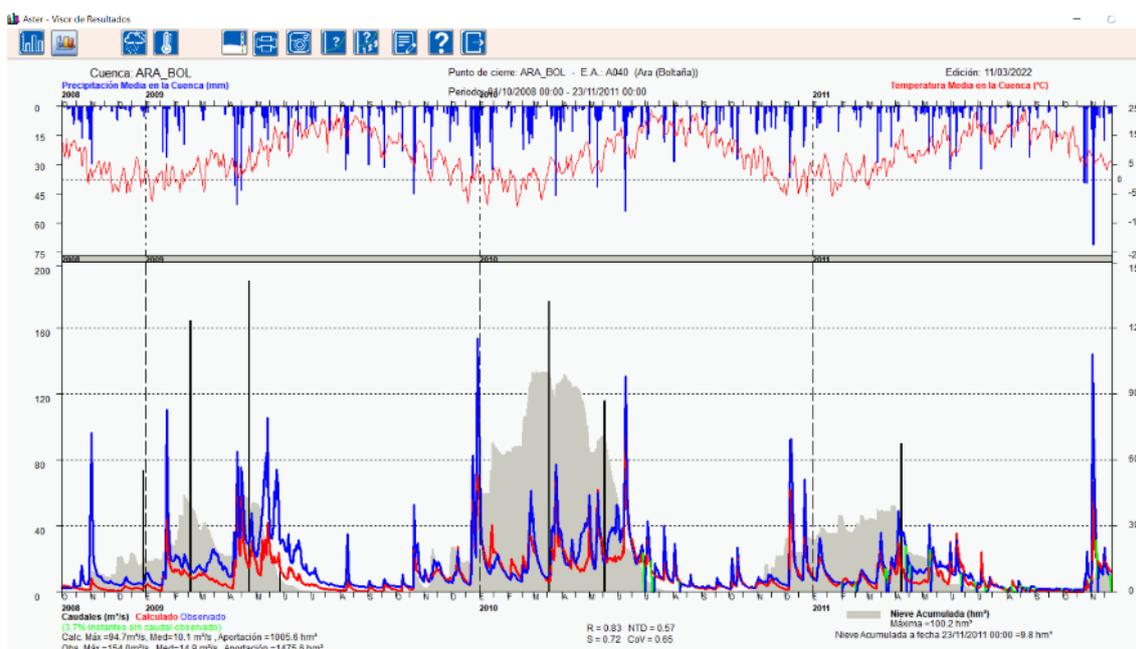


Gráfico compacto de resultados generales de la cuenca



Datos de Precipitación

Esta opción permite visualizar los datos de precipitación media en la cuenca y los datos de precipitación observados (o reprocesados) en las estaciones pluviométricas (activas) en la cuenca.

En el caso de que el nº de estaciones sea elevado y no quepan todas ellas en pantalla, se dispone de una herramienta para la visualización progresiva de todas las estaciones.

Esta herramienta está representa de la siguiente forma:



Los instantes temporales sin datos, aparecen representados en amarillo para localizarlos de una manera rápida.

La pantalla de datos de precipitación se muestra en la siguiente figura.

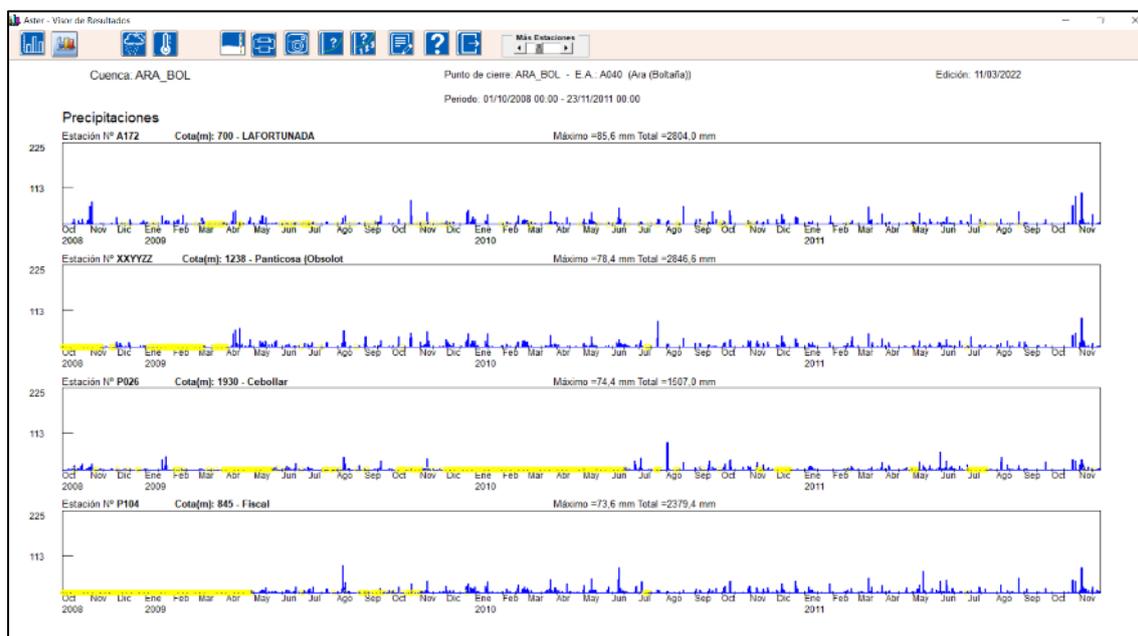


Gráfico de precipitaciones en las estaciones y en la cuenca.



Datos de Temperatura

Esta opción permite visualizar los datos de temperatura media en la cuenca y los datos de temperatura observados (o reprocesados) en las estaciones termométricas (activas) en la cuenca.

Igual que en el caso de las precipitaciones, se puede desplazar la visualización de los datos de temperatura con la herramienta antes citada.

La ausencia de datos para un instante, se vuelve a mostrar con un círculo de color amarillo, tal y como se observa en la siguiente figura:

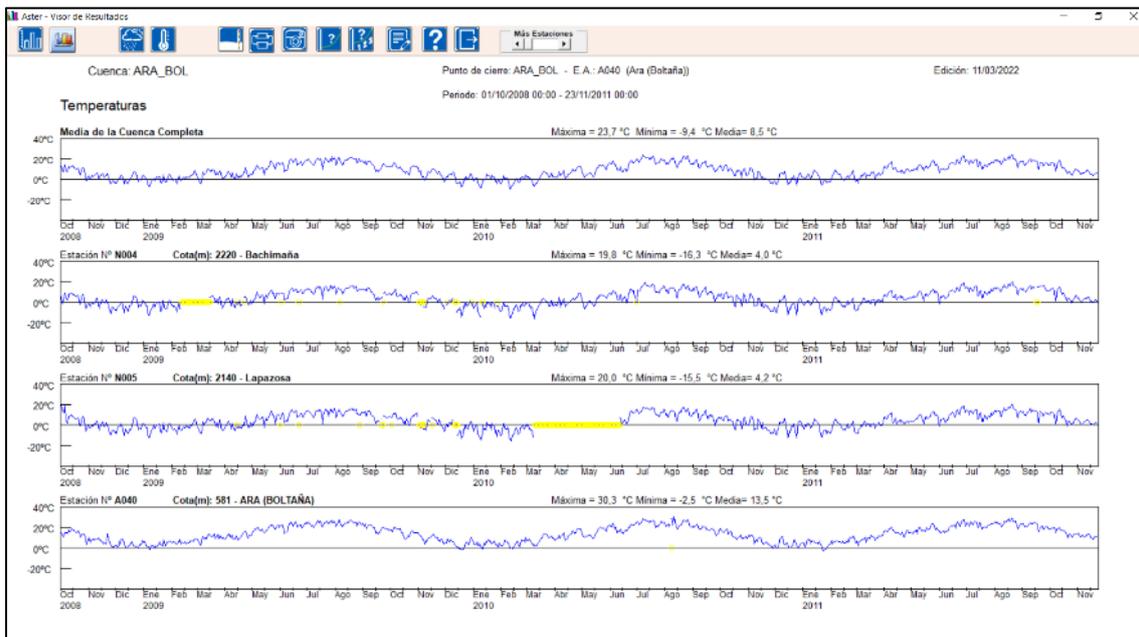
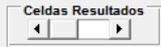


Gráfico de temperaturas en las estaciones y en la cuenca.



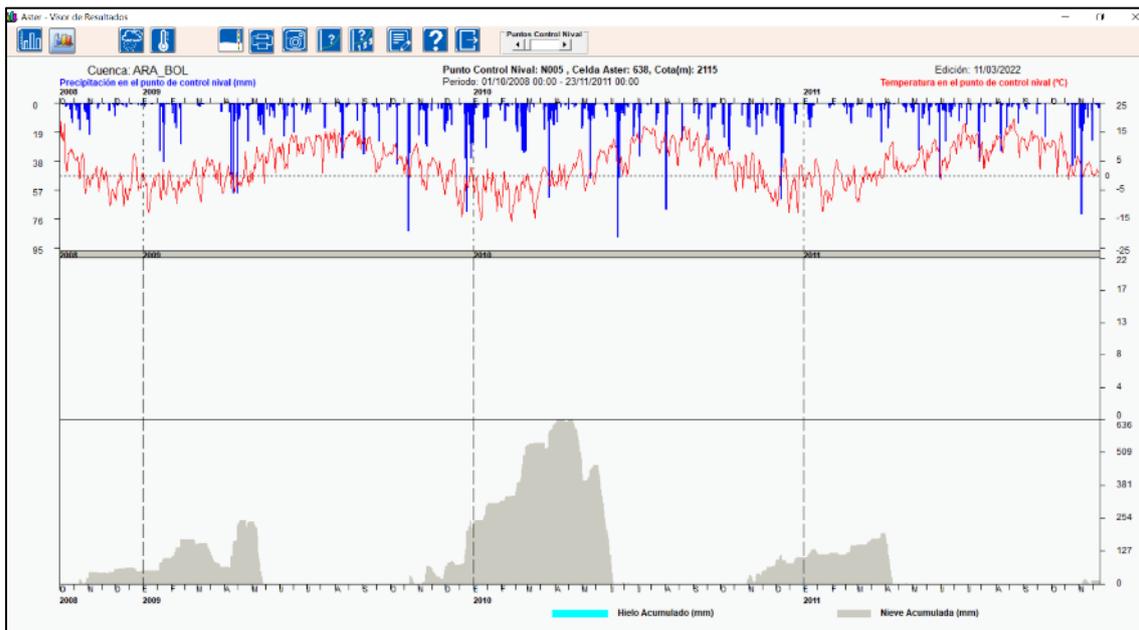
Ver resultados en celdas del fichero .RES

Esta opción permite visualizar los resultados generales en todas aquellas celdas que se indicaron en el fichero de resultados .RES. Aparece una barra de selección  para visualizar los resultados en cada una de estas celdas.



Evolución nieve/hielo en los puntos de control nival

Muestra la siguiente pantalla con la evolución de la nieve en el periodo estudiado y el hielo en el caso de los glaciares:

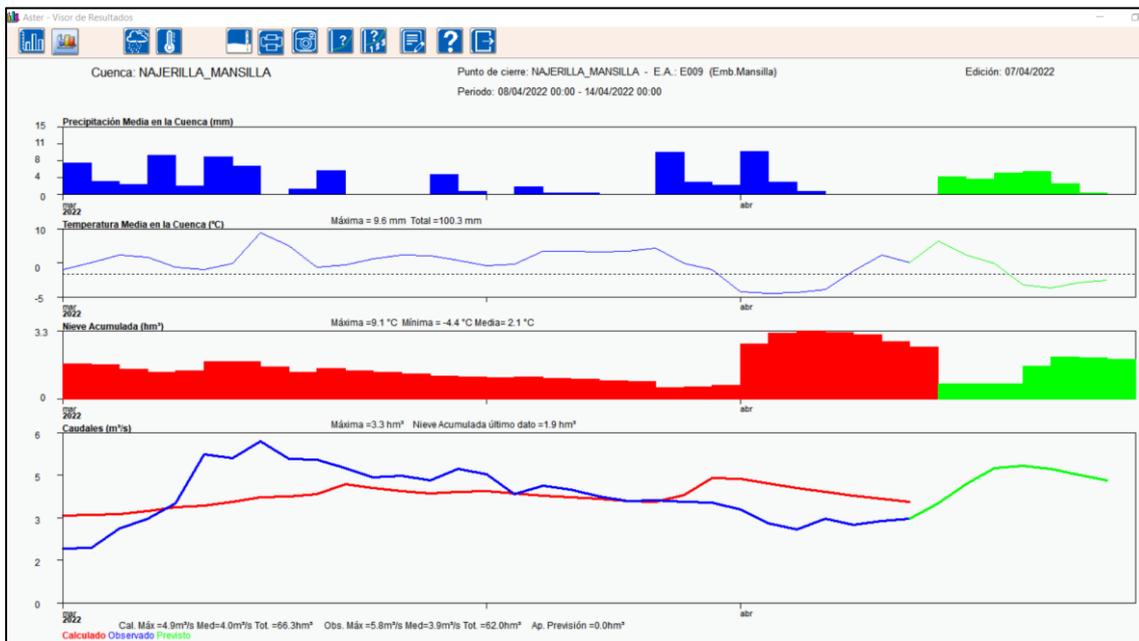


Ver resultados de Previsión

Esta opción permite visualizar los datos para el periodo de previsión, según la selección del fichero MOD realizada por el usuario o de la importación de un malla meteorológica de previsión. El formato de estos ficheros de previsión se describe en el apéndice I. En las gráficas de previsión, se muestra la evolución de la cuenca hasta el último instante de simulación y a continuación (en verde) se muestra el comportamiento previsto en la cuenca según la hipótesis de previsión.

En el módulo de proceso de datos hidrometeorológicos se da una explicación detallada sobre la forma de crear los ficheros de previsión .MOD.

La evolución de la cuenca para el periodo de previsión puede verse en la siguiente figura.



Representación gráfica de los informes de Previsión.



Informe Numérico de Previsión

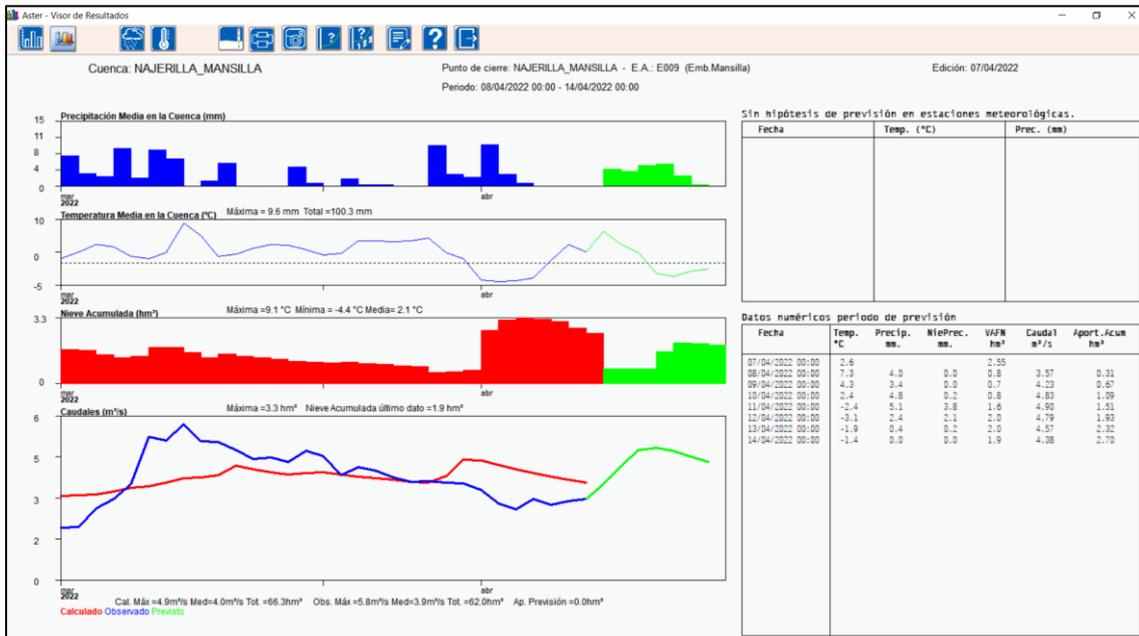
Esta opción visualiza de forma numérica el informe completo de previsión que consta de las siguientes partes:

- Hipótesis de previsión: es la hipótesis que el usuario estableció, para una cota de referencia y para cada instante del periodo de previsión. A partir de esta hipótesis, el modelo estima los valores de temperatura y precipitación en cada estación de la cuenca, para luego incorporarlos en el fichero de previsión .MOD.
- Datos numéricos correspondientes al periodo de previsión, donde se incluye además los datos de temperatura y nieve acumulada para el último instante de simulación, además de los valores de temperatura, precipitación media ponderada en la cuenca, nieve precipitada media ponderada en la cuenca, volumen de agua acumulada en forma de nieve, caudal en el punto de cierre y aportaciones acumuladas, para todos los instantes de previsión. Si la lista de instantes fuese muy extensa y no cupiesen en pantalla, sólo se mostrarían los instantes que cupiesen en pantalla.

No obstante, haciendo **dobles clics** en cualquier punto de la pantalla, se copian al portapapeles el conjunto completo de estas variables, para todos los instantes de previsión.

De igual forma, visualizando el fichero de informe (.INF) tambien se puede acceder al conjunto completo de estos resultados.

El informe numérico de previsión puede verse en la siguiente figura.



Informe numérico de previsión.

El módulo presenta además los siguientes botones de opciones:



Imprime la gráfica que se esté visualizando actualmente.



Permite salvar en un fichero gráfico (BMP) la gráfica que se esté visualizando.



Permite establecer unas opciones básicas sobre las gráficas de resultados.



Finaliza el módulo de representación gráfica de resultados, volviendo a la pantalla principal del programa.



4.4.2. Salvar Fichero de Informe

Esta opción permite salvar el fichero de informe tras la ejecución del modelo, para un periodo de simulación (o simulación y previsión). Este fichero puede generarse de forma automática tras la finalización de la ejecución, si así los definió el usuario en las opciones de ambiente de cálculo. Puesto que el contenido de este fichero puede variar, es importante que el usuario observe su contenido periódicamente para ver la naturaleza de los resultados incluidos en este importante fichero. El contenido de este fichero es explicado con detalle en el apéndice III.



4.4.3 Importación de datos desde ficheros externos

Importa datos de las estaciones de aforo o meteorológicas desde ficheros externos de intercambio. Se utilizan principalmente para completar los ficheros meteorológicos (.MET) mediante ficheros que envían desde diversos organismos (principalmente Confederaciones Hidrográficas). Existen varios formatos reconocidos por el programa, de tal forma que el usuario debe indicar dicho formato antes de iniciar la importación de los datos. Si la periodicidad de los datos a importar es distinta de la periodicidad del fichero .MET activo, se procederá bien a acumular/promediar los datos de entrada o a dividirlos, según sea menor o mayor respectivamente.



4.4.4. Ver Animación de Acumulación Nival

Este módulo permite visualizar gráficamente la evolución de la acumulación nival en las celdas de la cuenca para el periodo de simulación. Presenta la siguiente barra de botones:

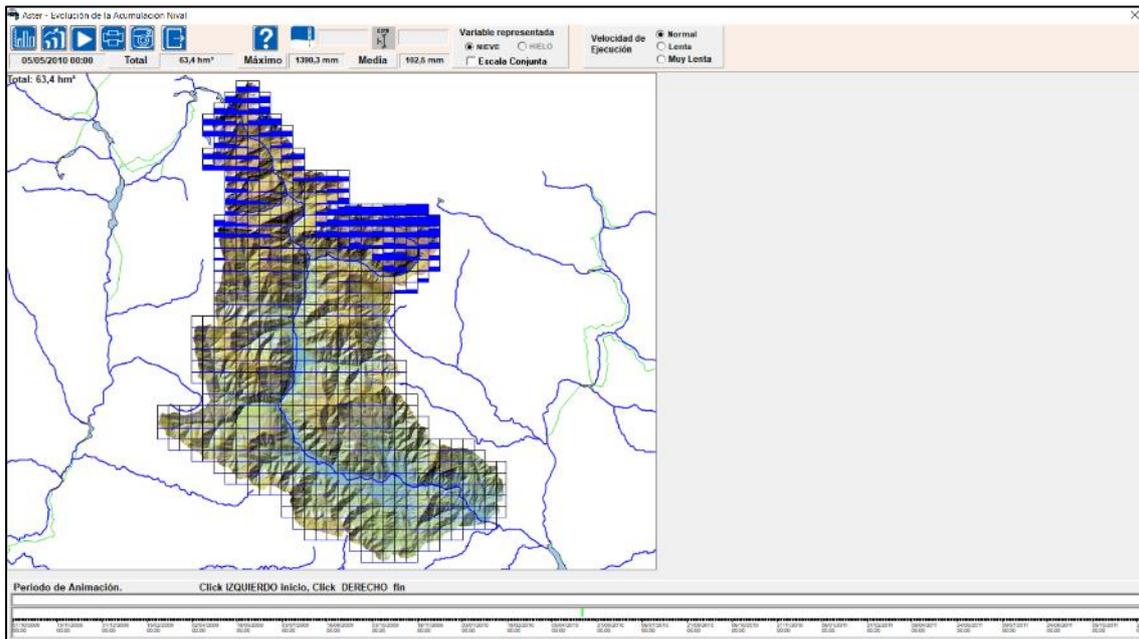


Barra de botones del módulo de animación nival

El programa permite dos modos de animación:



1.- El primero es una animación en dos dimensiones en la que se observa la distribución de celdas para la cuenca. Durante la animación se le da a cada celda un efecto de llenado o vaciado tal y como muestra la siguiente figura.

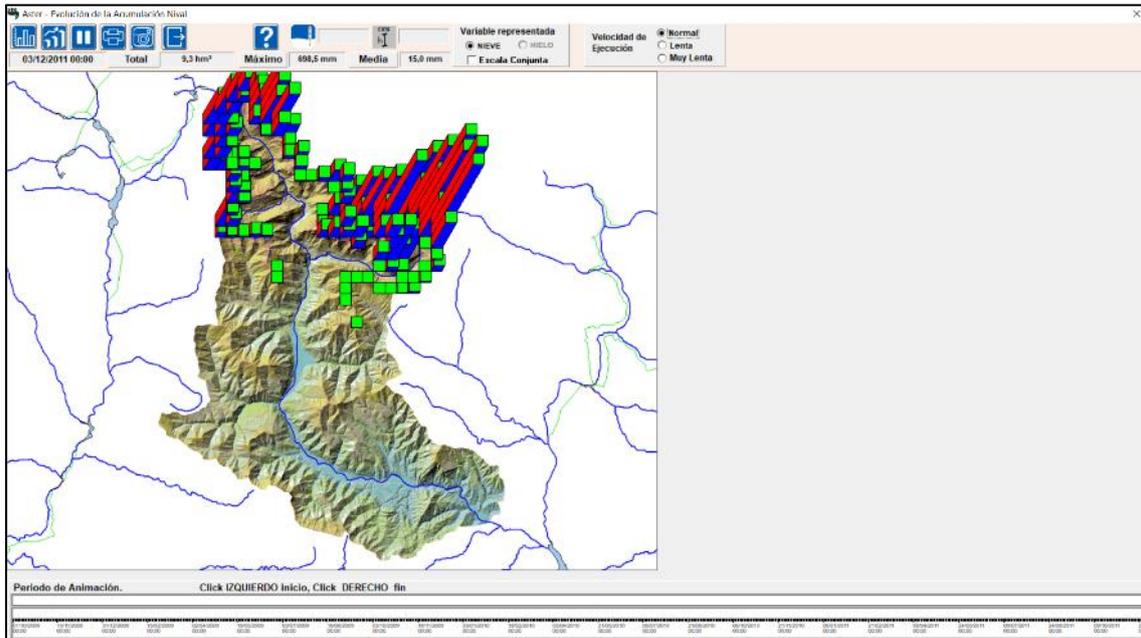


Distribución bidimensional de la nieve acumulada en cada celda.

En este modo, situándose con el ratón sobre una celda de la cuenca, se muestra en el panel superior los datos de cota media y nieve acumulada en la misma.



2.- El segundo es una animación tridimensional basada en poliedros, cada uno representando a una celda, que cambian de altura según la nieve acumulada en cada celda.



Distribución tridimensional de la nieve acumulada en cada fecha.

En ambos modos se podrá detener la animación en cualquier momento pulsando el botón  pudiendo continuar en el mismo instante en que se ha detenido volviendo a pulsarlo (ahora presenta una punta de flecha ). Existe la posibilidad de generar un fichero de imagen con el contenido de la pantalla en ese instante. El procedimiento es: detener la animación en el momento que se desee salvar y pulsar el botón de salvar fichero BMP .

Al pulsar el botón de impresión  se efectuará una copia impresa del estado de la cuenca en el instante del intervalo donde se haya detenido la animación.

Por omisión, el programa muestra la animación para todo el periodo simulado, pero este intervalo puede cambiarse marcando en la barra inferior, con los botones izquierdo y derecho del ratón, el mínimo y máximo del intervalo respectivamente, como muestra la siguiente figura.



Selección del periodo de animación nival.

También puede variarse la velocidad con que el programa muestra la secuencia de animación; pudiendo elegir entre un modo lento (medio segundo de espera entre cada instante) o muy lento (casi un segundo de espera entre cada secuencia).

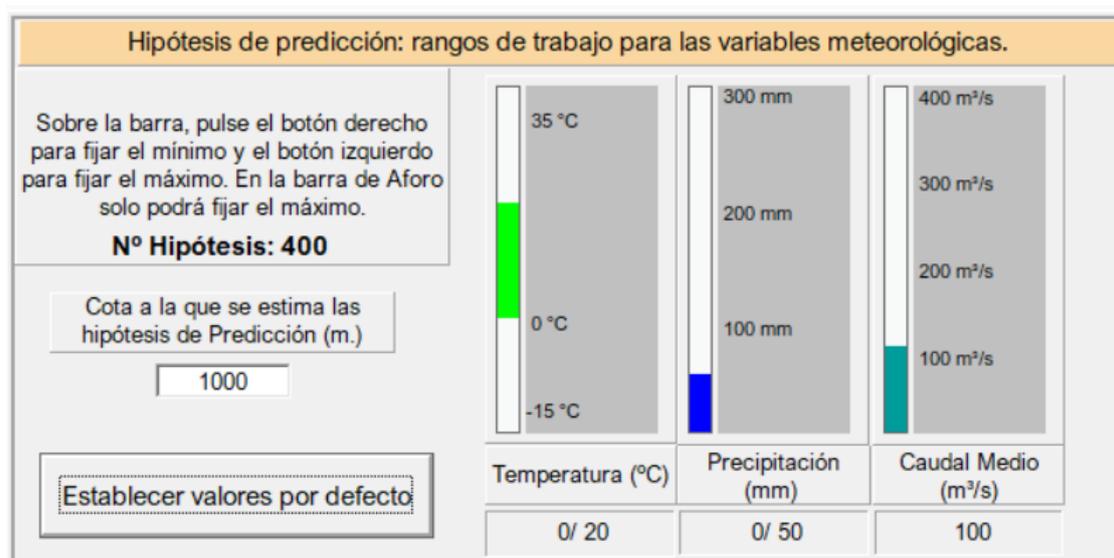
Independientemente del modo de animación elegido, en el panel superior se muestran los datos de nieve total acumulada en la cuenca, máxima nieve acumulada en una celda y un valor medio de nieve acumulada en la cuenca.

Una vez detenida o finalizada la animación se retornará a la pantalla principal con el botón SALIR .



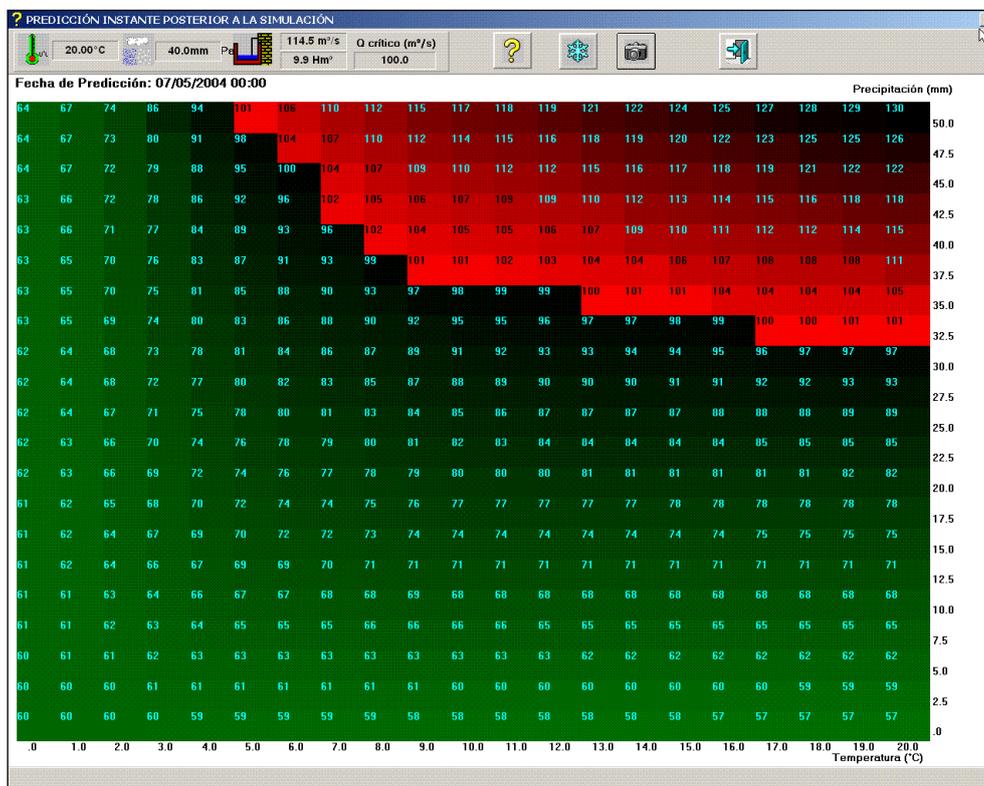
4.4.5. Predicción al instante posterior a la simulación

Esta opción permite realizar la predicción de caudales para el instante inmediatamente posterior al último instante de simulación, tomando como hipótesis para ese instante, un rango de posibles temperaturas medias y un rango de precipitaciones medias previstas en la cuenca a una cota de referencia. Para modificar el rango de valores para cada variable, pulsar el botón  para activar la ventana de selección de rangos de la hipótesis de previsión, y pulsar sobre cada barra con el botón izquierdo del ratón para fijar el máximo y con el botón derecho para fijar el mínimo. El aspecto de esta pantalla de selección de rangos se muestra en la siguiente figura



Selección de predicción al instante posterior a la simulación.

El modelo considera que cada hipótesis de predicción se produce en un punto o estación ficticia situada a una cota que el usuario debe introducir. Suponer una cota de 1.000 m es una hipótesis bastante normal puesto que corresponde con la isobara de 850 mb. Pulsando ahora el botón de cálculo  el programa realiza un total de 400 hipótesis de cálculo, combinando los datos de precipitación y temperatura posibles (según los rangos establecidos) y muestra una tabla gráfica de resultados de doble entrada donde se muestra cual es el caudal previsto en el punto de cierre para cada pareja de valores temperatura-precipitación. Pasando con el ratón sobre cada celda de la tabla de resultados, se muestra en el panel superior de la ventana los datos de temperatura y precipitación para esta hipótesis, así como el resultado del caudal calculado por el modelo en el punto de cierre y la aportación total para ese instante. Se puede salvar esta tabla, mediante un fichero de captura de pantalla, pulsando para ello el botón . En esta tabla de resultados, se muestran de forma destacada aquellos caudales que están por encima del caudal que se ha considerado como crítico.



Resultados del conjunto de hipótesis de previsión posteriores a la simulación.

Teniendo en cuenta el elevado número de hipótesis que se ejecutan, el tiempo de cálculo puede ser considerable por lo que se recomienda no elegir un periodo de simulación muy extenso.



4.4.6. Distribución espacio-temporal de resultados

Este módulo permite visualizar la distribución espacio-temporal, sobre el modelo distribuido de la cuenca, de los datos de entrada y de los resultados de Aster.

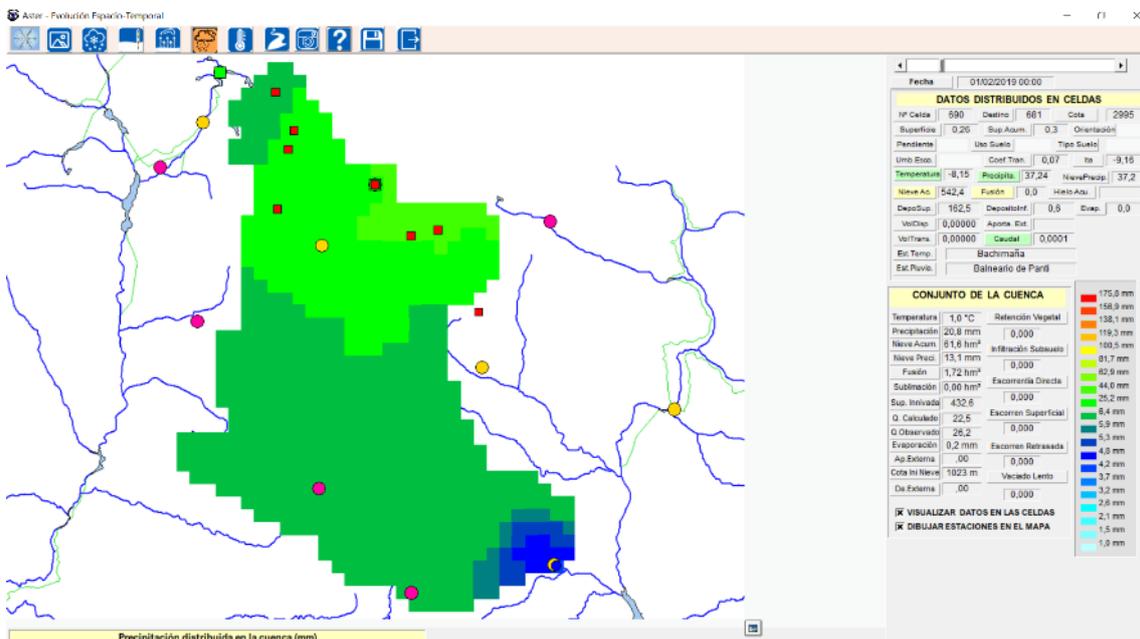
Para cada instante, se representa sobre cada celda, el valor correspondiente de: altitud media de la celda (m), nieve precipitada (mm), nieve acumulada (hm³), evaporación (mm), precipitación (mm), temperatura media (°C) o los caudales circulantes (m³/s).

El módulo presenta la siguiente barra de botones desde la que se elige qué magnitud se quiere representar.



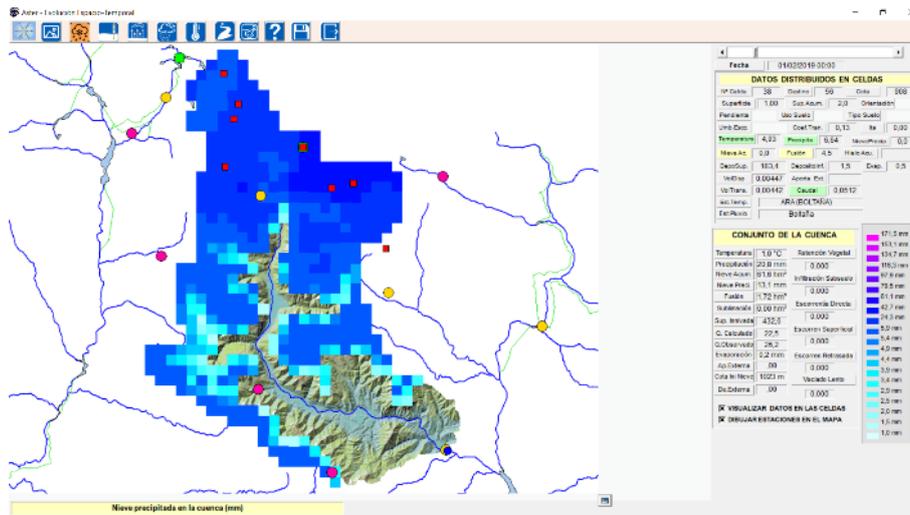
Barra de botones de la distribución espacio-temporal de resultados.

La siguiente figura muestra un ejemplo de representación de la precipitación en las celdas de la cuenca para un instante de simulación. También se muestra en el panel de la derecha, la colección de variables de interés asociadas a la celda sobre la que se encuentra el cursor, y en el panel inferior, los datos relativos al conjunto de la cuenca.

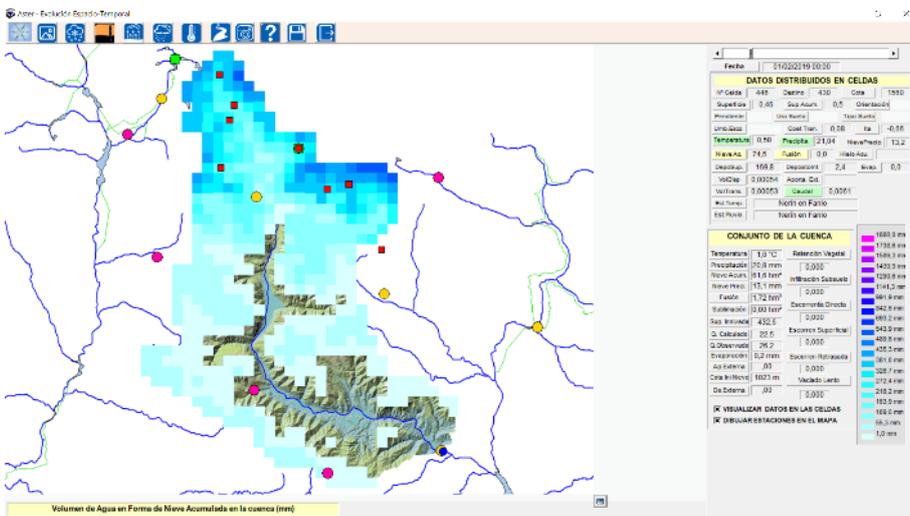


Módulo de distribución espacio-temporal de resultados y paneles detallados de resultados.

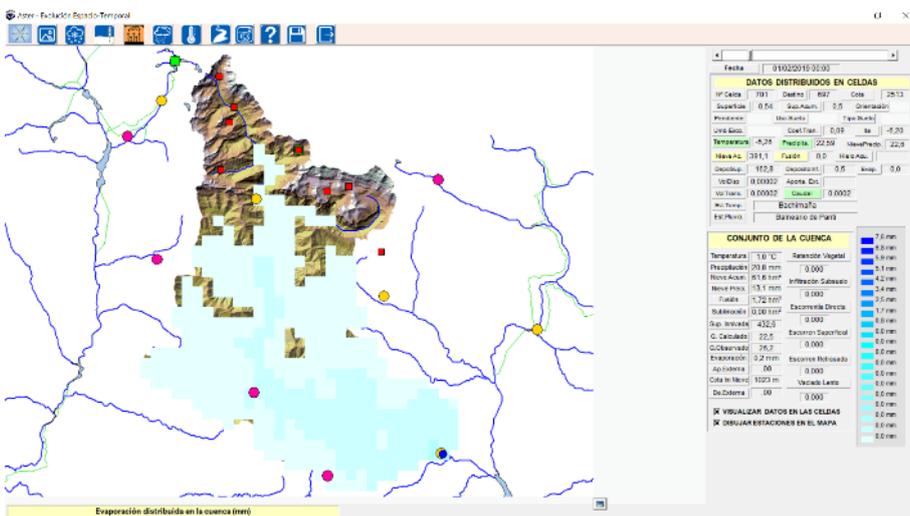
Las siguientes figuras muestran un detalle de los distintos mapas de resultados distribuidos.



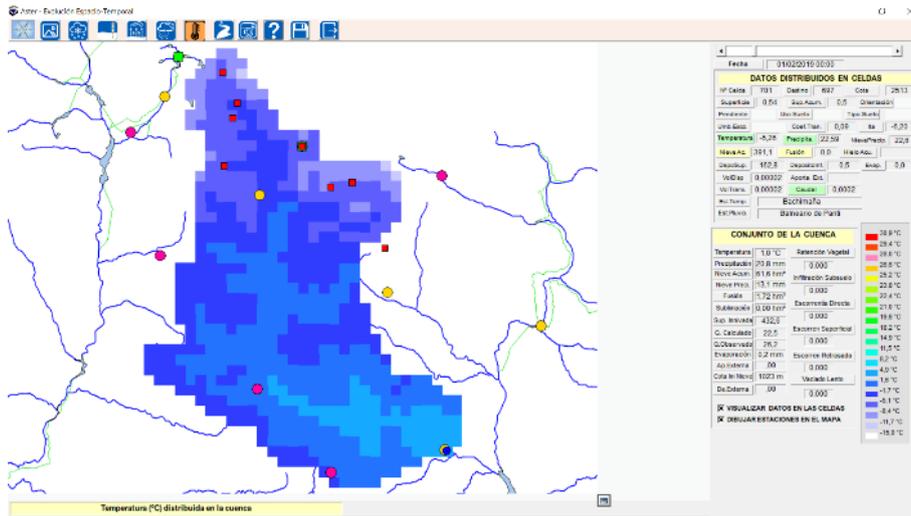
Nieve precipitada en la cuenca en un instante



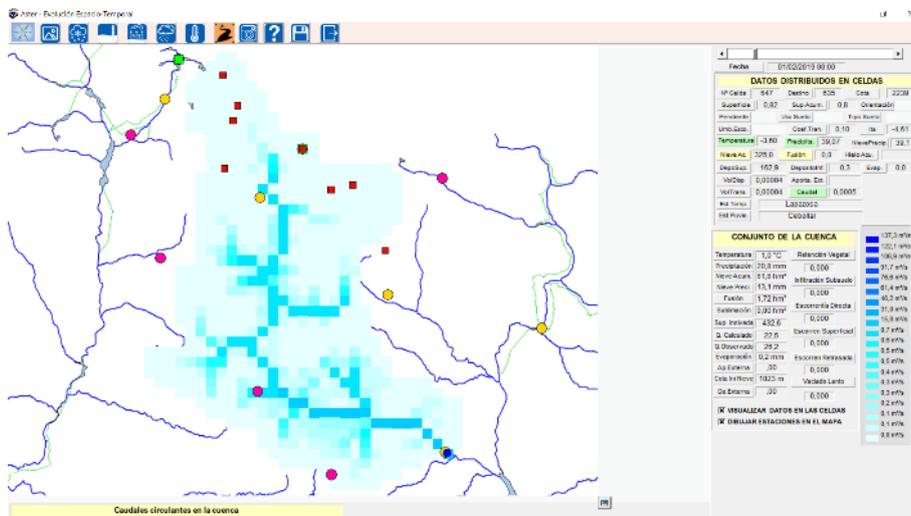
Nieve acumulada en la cuenca en un instante



Mapa de evaporaciones



Temperatura distribuida en la cuenca



Caudales circulantes



Permite guardar un fichero gráfico (.bmp) con la captura de la visualización de los resultados que se tengan en ese momento en pantalla.



Permite salvar un fichero ascii numérico (.CLD) con el estado de las variables más importantes para el conjunto de celdas de la cuenca.

4.5. MÓDULOS COMPLEMENTARIOS



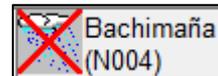
4.5.1. Visualización de datos hidrometeorológicos

Este botón sólo está disponible después de seleccionar los ficheros de trabajo y de haber comprobado su validez.

Se trata de una visualización de los datos de los ficheros meteorológicos tal y como aparecen en los ficheros .MET, y además permite visualizar los datos de entrada al modelo. Esta segunda opción sólo está activa en el supuesto de que se haya decidido ejecutar el modelo para una resolución temporal inferior a la periodicidad de los datos observados. En este supuesto, los datos hidrometeorológicos de entrada al modelo se obtienen por una combinación lineal de los datos observados, como se comentó en el apartado de proceso de cálculo. Los datos meteorológicos de entrada al modelo sólo estarán disponibles si se ha realizado una simulación previa y esta ha finalizado sin errores.

Las estaciones que no tienen datos, bien de temperatura o bien de precipitación, porque no tienen sensores para estas magnitudes o aquellas que fueron desactivadas por el

usuario, presenta en su columna correspondiente un icono de la forma en este caso para indicar que esa estación no cuenta con registro de datos de precipitación.



El aspecto que presenta el grid de presentación de datos, se muestra en la siguiente figura:

resulten dudosos y los que pueden ocasionar errores de ejecución. Además es la herramienta proporcionada para el mantenimiento continuo de los ficheros de datos meteorológicos.

La barra de botones de este módulo, se muestra en la siguiente figura.



Barra de botones del módulo de edición de ficheros meteorológicos.

Las opciones que ofrece este módulo se describen seguidamente:

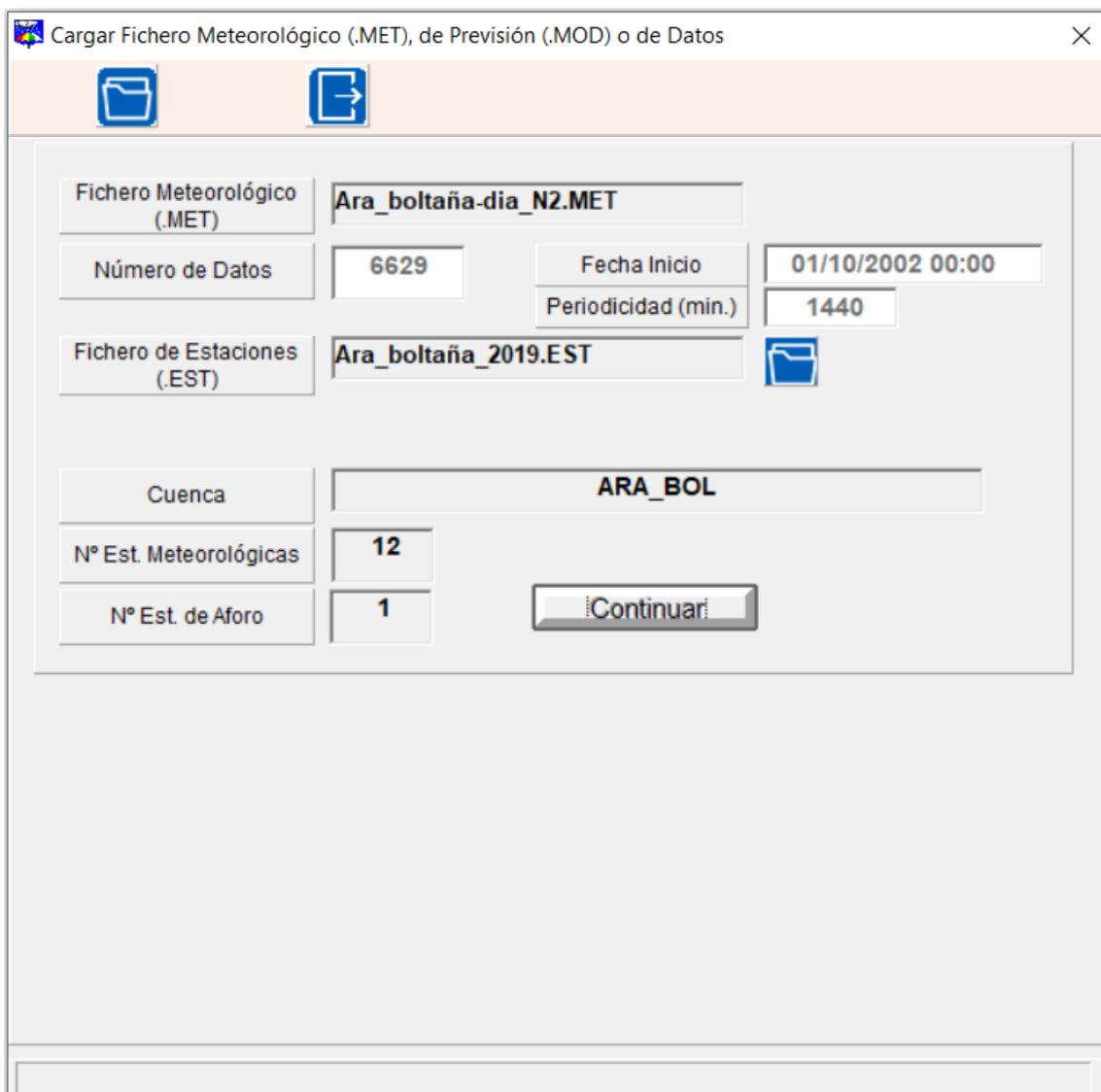
4.5.2.1. Hipótesis de Previsión. Ficheros .MOD

Una de las funcionalidades más importantes del módulo de procesamiento de ficheros meteorológicos, es la creación de los ficheros de previsión .MOD a partir de una hipótesis de previsión. Esta hipótesis puede provenir de cualquier organismo que realice previsiones a corto y medio plazo o puede ser directamente estimada por cualquier método que el usuario estime como válido.

La dinámica para la creación de estos ficheros se explica en los siguientes puntos.



Permite cargar un fichero de datos meteorológicos existente. Se pueden leer ficheros de tipo .MET, .MOD o ficheros de texto con datos encolumnados para cada estación. Una vez elegido el fichero a cargar, se debe seleccionar el fichero de estaciones (.EST) al que necesariamente van asociados los datos del fichero anterior. El aspecto de la pantalla de carga de ficheros meteorológicos se muestra en la siguiente figura.

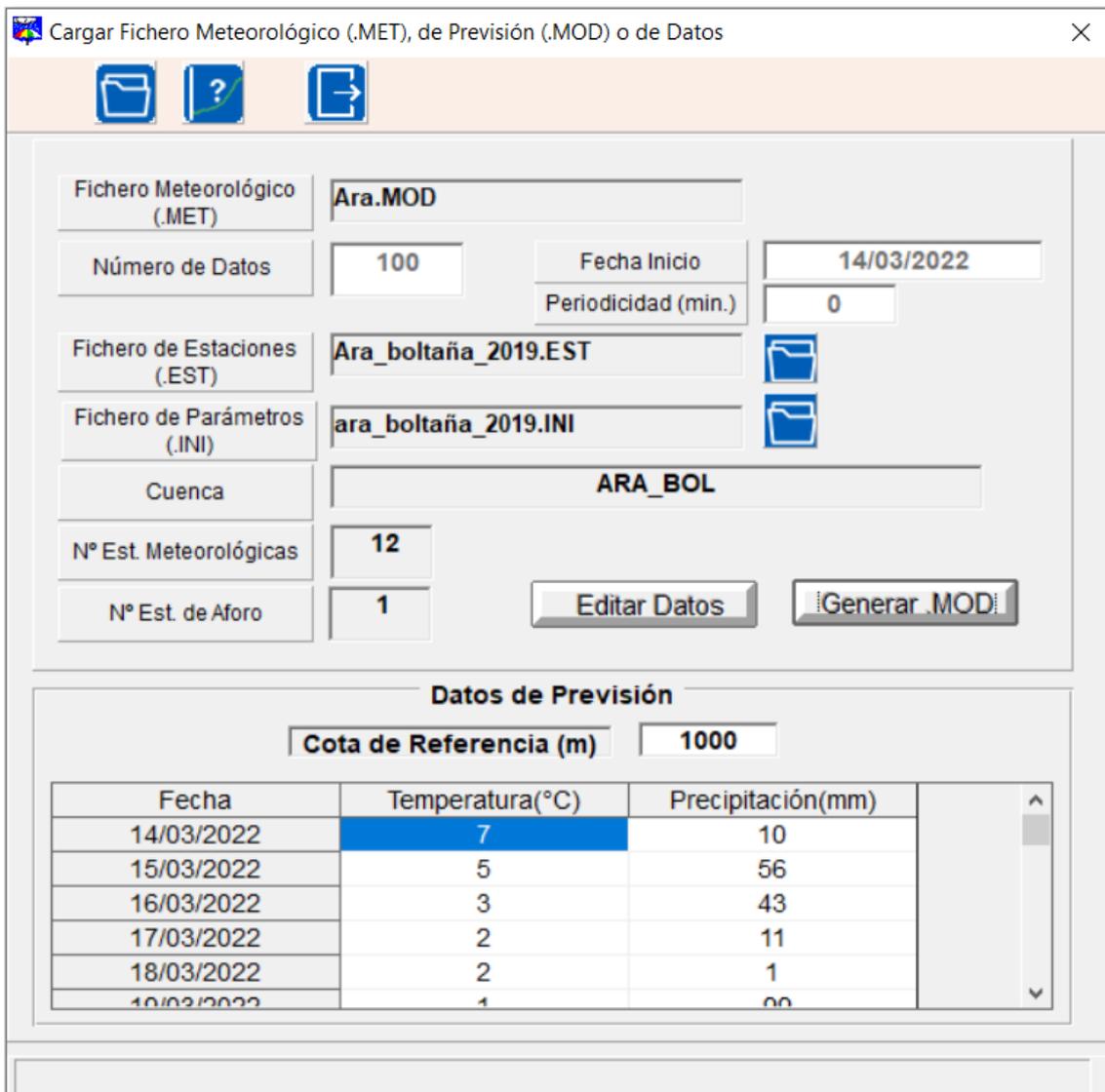


Fichero Meteorológico (.MET)	Ara_boltaña-dia_N2.MET		
Número de Datos	6629	Fecha Inicio	01/10/2002 00:00
		Periodicidad (min.)	1440
Fichero de Estaciones (.EST)	Ara_boltaña_2019.EST		
Cuenca	ARA_BOL		
N° Est. Meteorológicas	12		
N° Est. de Aforo	1	<input type="button" value="Continuar"/>	

Carga de ficheros meteorológicos .MET

Pulsando el botón de continuar, se procede a la lectura y carga de los datos en una malla de edición.

La carga de los ficheros de previsión .MOD, requiere además de la carga del fichero de estaciones asociado, la carga del fichero de parámetros INI, puesto que son necesarios ciertos parámetros de calibración para interpolar los valores de precipitación y temperatura en las estaciones termo-pluviométricas de la cuenca, a partir de los datos de previsión contenidos en los ficheros .MOD. El aspecto que presenta la carga de estos ficheros se muestra en la siguiente figura.



Carga de ficheros de previsión .MOD

La hipótesis de previsión puede ser modificada en este momento, y al pulsar tanto el botón de **Editar Datos** como **Generar .MOD**, el programa calcula los datos de precipitación y temperatura para cada instante de previsión, en las estaciones termopluiométricas, según la formulación descrita en el apéndice II. Toda hipótesis lleva asociada una cota de referencia a la que se ha estimado dicha hipótesis. Según el organismo u entidad de donde se obtenga la hipótesis, se deberá modificar este dato para la correcta extrapolación al resto de estaciones de la cuenca.

El botón  **Utilizar última hipótesis de previsión** permite reutilizar la última hipótesis de previsión.

También se puede obtener el fichero .MOD a partir de cualquier programa externo que permita la estimación de los valores de temperatura y precipitación en los puntos donde están ubicadas las estaciones meteorológicas definidas en el fichero .EST.

Tal y como se explica en el Apéndice I de este manual, bastaría con introducir de forma encolumnada, estos datos estimados de T y P, y en el mismo orden de estación como figuran en el fichero de estaciones, y el modelo “anexa” dichos datos al final del último instante de simulación, y los trata a todos los efectos, como si fuesen datos meteorológicos observados, posibilitando así el cálculo de todos los resultados del modelo en este periodo de previsión.

Una vez creados los ficheros de previsión, se seleccionan desde la pantalla de selección principal de ficheros y, como se ha comentado antes, siempre se anexan después del último instante de simulación, independientemente de la fecha para la que se creó este fichero ya que de esta forma se asegura la continuidad de los datos meteorológicos, pilar básico para la ejecución del modelo.



Permite la creación de un fichero nuevo de datos meteorológicos .MET o de un fichero de previsión .MOD. Los pasos a seguir son los mismos que en el caso anterior, pero ahora hay que rellenar las casillas de número de datos y la periodicidad de los mismos (en minutos).

Si el usuario rellena la malla de previsión (y selecciona el fichero de parámetros .INI), se supone que se desea crear un fichero de previsión y en caso contrario se supondrá que es un fichero .MET. Las herramientas de edición de datos se describen a continuación.



Permite borrar un bloque de datos previamente marcado. Para marcar un bloque de datos, hacer click con el botón izquierdo del ratón y manteniéndolo pulsado, arrastrar hasta el final del mismo. Los datos serán eliminados y el resto de datos serán desplazados hacia arriba.



Permite añadir un nuevo registro de datos al final del último instante.

Ctrl V: permite pegar un bloque de datos, que previamente había sido copiado al portapapeles de Windows, desde otra aplicación (como Microsoft Excel), reemplazando los datos del bloque que actualmente se tenga marcado en la malla de edición de datos.

Ctrl F: permite añadir al final de la malla, los datos contenidos en el portapapeles. Sólo se deben haber copiado el bloque de datos a pegar, sin cabeceras de filas o columnas.

Ctrl T: permite copiar todo el grid de datos y las cabeceras de las filas y columnas. Muy útil para pegar posteriormente en otra aplicación, como Excel, para manipular los datos con ella.

Ctrl C: permite copiar al portapapeles, el bloque de datos marcados (sin cabeceras de filas y columnas).



Chequea los datos de la malla de edición, clasificando los posibles errores en dos tipos: errores críticos y errores no críticos. Los errores críticos deben ser depurados puesto que causarían fallos en la ejecución del modelo y no se activará el botón de salvar en disco mientras no se corrijan dichos errores. Los errores no críticos tienen que ver con la posible validez de los datos, es decir, el sistema supone que son datos dudosos, aunque la decisión sobre su validez o no, debe tomarla el usuario.

El programa comprueba la siguiente coherencia de los datos y su rango de validez “estandar”, antes de clasificarlos como posibles errores:

- El modelo no admite datos erróneos (caracteres distintos de los numéricos o del separador decimal {punto . o coma ,}). En caso de existir, la ejecución se detendrá.
- Para cada instante, debe existir al menos un dato válido de temperatura y otro de pluviometría con el que el modelo pueda realizar sus cálculos.
- La no existencia de dato de aforo no es considerado como un error crítico, aunque se pierde toda posibilidad de comprobar la fiabilidad del modelo, al no poder confrontar los caudales calculados y observados.
- Los rangos de valores para cada magnitud, que hacen considerar un dato como error o como dato dudoso son los siguientes:

	VÁLIDO	DUDOSO	ERRÓNEO	SIN DATO
Temperatura (°C)	-30 ... 50	<-15 y >+35		-99
Pluviometría (mm)	0 ... 400	> 150	< 0	-99
Aforo (m ³ /s)	0 ... 250	> 250	< 0	-99

Rangos de validez de datos en ficheros meteorológicos.

Notar que el valor “Sin dato” puede ser personalizado por el usuario, desde el fichero AsterUser usr, cuyo formato se describe en el apéndice II.

En la siguiente figura, se muestra cómo se identifican los errores sobre la malla de edición.

Fecha	(TP) Temp.(C)	(TP) Prec.(mm)	(TP) Temp.(C)	(TP) Prec.(mm)	(TP) Temp.(C)	(TP) Prec.(mm)	(TP) Temp.(C)	(TP) Prec.(mm)	Caudal(m³/s)
01/10/2002 00:00	18.0	0.00	-99.0	-99.00	14.0	0.00	13.0	0.00	5
02/10/2002 00:00	15.0	22	-99.0	-99.00	14.0	0.00	12.0	0.00	-99
03/10/2002 00:00	14.0	0.00	-99.0	-99.00	14.0	0.00	13.0	0.00	6
04/10/2002 00:00	16.0	0.00	-99.0	-99.00	15.0	0.00	15.0	0.00	6
05/10/2002 00:00	16.0	0.00	-99.0	-99.00	14.0	0.00	15.0	0.00	4
06/10/2002 00:00	15.0	0.00	-99.0	-99.00	11.0	0.00	13.0	0.00	3
07/10/2002 00:00	15.0	0.00	-99.0	-99.00	11.0	0.00	14.0	0.00	6
08/10/2002 00:00	15.0	0.00	-99.0	-99.00	11.0	0.00	12.0	6.00	3
09/10/2002 00:00	15.0	6.00	-99.0	-99.00	12.0	0.00	10.0	17.00	5
10/10/2002 00:00	11.0	12.00	-99.0	-99.00	10.0	0.00	9.0	1.00	19
11/10/2002 00:00	12.0	0.00	-99.0	-99.00	9.0	0.00	10.0	4.00	22
12/10/2002 00:00	11.0	0.00	-99.0	-99.00	11.0	0.00	12.0	2.00	35
13/10/2002 00:00	11.0	0.00	-99.0	-99.00	10.0	0.00	10.0	0.00	32
14/10/2002 00:00	14.0	0.00	-99.0	-99.00	14.0	0.00	12.0	0.00	26
15/10/2002 00:00	14.0	0.00	-99.0	-99.00	18.0	0.00	15.0	1.00	18
16/10/2002 00:00	17.0	-1	-99.0	-99.00	16.0	0.00	14.0	9.00	12
17/10/2002 00:00	13.0	4.00	-99.0	-99.00	9.0	0.00	8.0	5.00	11
18/10/2002 00:00	8.0	1.00	-99.0	-99.00	6.0	0.00	6.0	0.00	21
19/10/2002 00:00	9.0	0.00	-99.0	-99.00	9.0	0.00	9.0	0.00	24
20/10/2002 00:00	11.0	0.00	-99.0	-99.00	13.0	0.00	13.0	0.00	18
21/10/2002 00:00	20.0	0.00	-99.0	-99.00	16.0	11.00	13.0	11.00	13
22/10/2002 00:00	16.0	4.00	-99.0	-99.00	12.0	11.00	9.0	24.00	22
23/10/2002 00:00	14.0	4.00	-99.0	-99.00	10.0	7.00	9.0	8.00	50
24/10/2002 00:00	8.0	1.00	-99.0	-99.00	8.0	2.00	7.0	2.00	109
25/10/2002 00:00	10.0	1.00	-99.0	-99.00	12.0	0.00	10.0	0.00	53
26/10/2002 00:00	13.0	0.00	-99.0	-99.00	12.0	0.00	11.0	0.00	35
27/10/2002 00:00	14.0	0.00	-99.0	-99.00	11.0	0.00	12.0	0.00	28
28/10/2002 00:00	15.0	0.00	-99.0	-99.00	11.0	0.00	12.0	0.00	21
29/10/2002 00:00	15.0	0.00	-99.0	-99.00	10.0	0.00	12.0	0.00	20
30/10/2002 00:00	13.0	0.00	-99.0	-99.00	9.0	2.00	9.0	7.00	11
31/10/2002 00:00	14.0	7.00	-99.0	-99.00	11.0	4.00	11.0	0.00	12
01/11/2002 00:00	12.0	0.00	-99.0	-99.00	9.0	0.00	10.0	0.00	15
02/11/2002 00:00	12.0	0.00	-99.0	-99.00	11.0	0.00	11.0	0.00	18
03/11/2002 00:00	12.0	0.00	-99.0	-99.00	13.0	1.00	12.0	0.00	13
04/11/2002 00:00	13.0	0.00	-99.0	-99.00	10.0	0.00	9.0	0.00	11
05/11/2002 00:00	12.0	0.00	-99.0	-99.00	10.0	0.00	9.0	0.00	11
06/11/2002 00:00	10.0	0.00	-99.0	-99.00	7.0	8.00	7.0	9.00	10
07/11/2002 00:00	10.0	12.00	-99.0	-99.00	7.0	30.00	4.0	18.00	15
08/11/2002 00:00	9.0	0.00	-99.0	-99.00	8.0	5.00	7.0	4.00	40
09/11/2002 00:00	10.0	8.00	-99.0	-99.00	10.0	11.00	11.0	10.00	55
10/11/2002 00:00	11.0	0.00	-99.0	-99.00	12.0	2.00	12.0	0.00	105
11/11/2002 00:00	13.0	0.00	-99.0	-99.00	10.0	0.00	9.0	0.00	126
12/11/2002 00:00	10.0	0.00	-99.0	-99.00	10.0	0.00	8.0	0.00	63

Localización de errores en ficheros meteorológicos.



Permite grabar en disco los datos de la malla de edición. Antes de grabar el fichero, el programa siempre chequea la validez y coherencia de los datos de forma que si algún error crítico es encontrado, no se permitirá la grabación en disco de los datos. Esta forma

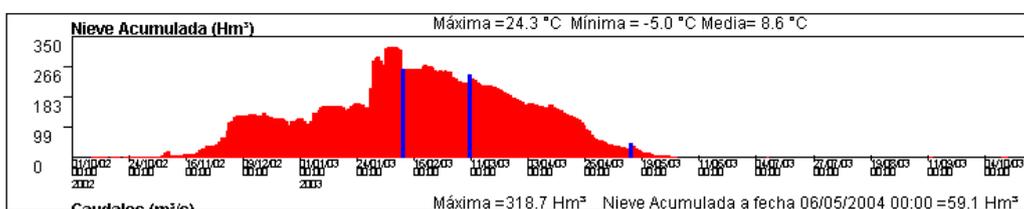
de actuar el programa, asegura que los ficheros grabados por este módulo siempre serán ficheros válidos y libres de errores.

Para usuarios con cierta experiencia en el manejo de ficheros, puede resultar más cómodo abrir el fichero .MET con un editor de ficheros de texto como el Notepad de Windows, y añadir al final del fichero, las nuevas filas de datos observados. Es importante recordar, que habrá que modificar también la cabecera de este fichero para que indique el nuevo número de filas de datos. Para conocer el formato de los ficheros meteorológicos .MET, consultar el apéndice I.



4.5.4. Módulo de gestión nival

Este módulo se encarga de transformar los datos de espesores y densidades de nieve, tomados en campo, en volúmenes de agua en forma de nieve que se asignarán a cada una de las celdas en las que se ha dividido la cuenca. Estos volúmenes se integran en un fichero (.AFN) que será utilizado por el modelo para ajustar las posibles desviaciones del cálculo de nieve. Este ajuste consiste en sustituir las alturas de nieve (en forma de agua equivalente) en las celdas calculadas por el modelo, por las que figuran el fichero .AFN. Para mejor comprensión de este apartado, se recomienda la lectura del apartado 2.2.2.3.



Ajuste nival del modelo mediante ficheros .AFN

La forma de introducir los datos de nieve en este módulo determina dos modos de funcionamiento claramente diferenciados. El primero está basado en la creación de ficheros de texto (.CPE y .NIE) con los datos de densidades, espesores de nieve y la localización del punto de medida, determinando la ecuación de la ley de innivación (*cálculo automático*). El segundo se basa en el cálculo externo de esta ley de innivación, y la introducción de sus coeficientes directamente en el módulo por parte del usuario (*cálculo manual*).

Los ficheros necesarios para el funcionamiento de este módulo varían según se utilice el cálculo automático o manual. Para el modo automático serán los ficheros con extensión .CUE, .BMP, .CPE (no estrictamente necesario) y .NIE, mientras que para el cálculo manual será suficiente con los ficheros .CUE y .BMP.

Para conocer el contenido de cada uno de estos ficheros, consultar el apéndice I.

Modo manual y modo automático.

La barra de botones para este modo de funcionamiento es el mostrado en la siguiente figura:



Barra de botones del modo automático del módulo de gestión nival.

La forma de proceder en este caso se describe a continuación:

1. En primer lugar se selecciona la cuenca de trabajo (.CUE), pulsando sobre el botón de cuenca . Una vez cargado este fichero, se comprueba la existencia del fichero de pértigas (.CPE). Si existe, se lee y se dibujan las pértigas en el gráfico de la cuenca. Situándose con el ratón encima de cada pértiga, se muestra información sobre la misma. El fichero de pértigas no es necesario porque el fichero de datos de nieve (.NIE) tiene autonomía absoluta.
2. A continuación se procede a cargar el fichero de nieve (.NIE), pulsando ahora sobre el botón de datos nivales . Si no se carga este fichero y no se introducen datos manualmente, sólo se podrá hacer un ajuste manual de la ley de innivación (cálculo manual). Si finalmente se selecciona fichero *.NIE, se cargan sus datos en una malla de edición desde donde el usuario podrá modificarlos. Con el botón , se procede a alternar entre la visualización de los datos de nieve y el esquema gráfico de la cuenca con la visualización de las pértigas de medida.

La malla de edición presenta el siguiente:

Lugares de medida	Código	Cota (m)	Esesor (cm)	Densidad (gr/cm3)	Esesor (cm)	Densidad (gr/cm3)
			16/01/2003		17/02/2003	
TORNAVACAS		1890	11	0.4	43	0.37
Punto medida		850	0	0.4		

Malla de edición de datos de nieve.

En la malla de la figura, existen dos puntos de medida o pértigas con datos para dos fechas de medición.

En la barra de botones aparecen dos botones con igual icono aunque situándose con el ratón sobre cada uno de ellos, se ofrece la oportuna descripción para que puedan ser diferenciados. Estos botones presentan el icono , y pueden ser usados tanto para añadir una fecha con datos de nieve, como para añadir un nuevo punto de medida.

Las nuevas fechas de nieve llevan asociadas dos columnas de datos: una de esesor medido y otra de densidad de nieve. Los nuevos puntos de medida, añaden una fila nueva a la malla de edición de datos, para que se proceda a completar las fechas con mediciones de nieve.

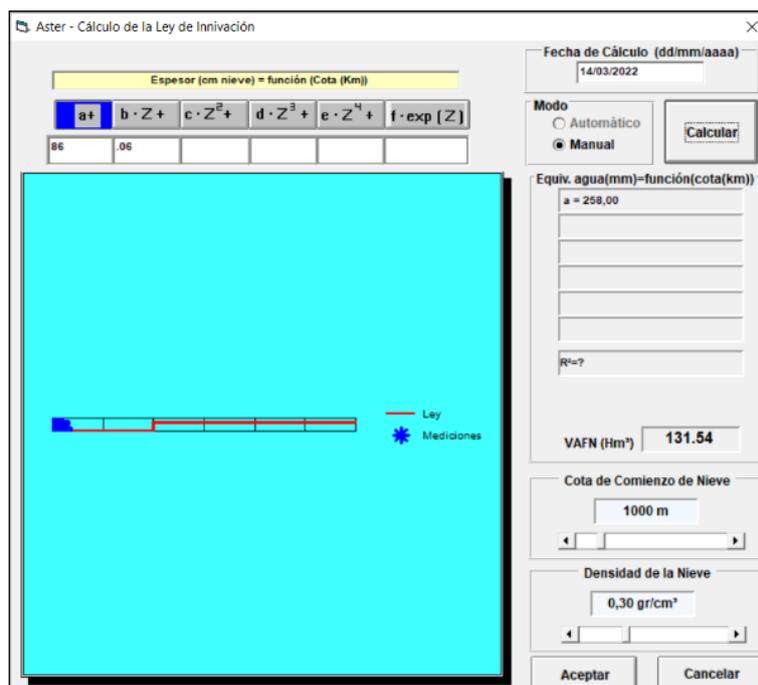
Sobre la malla de datos podemos realizar las siguientes acciones:

- Situando el cursor sobre cualquier dato se puede modificar. Si el dato es numérico, sólo se validará si se pulsa la tecla ENTER. Se avisará en caso de invalidez del dato introducido. Para modificar una fecha, se hace doble clic sobre ella y aparece una ventana donde se puede modificar, verificando la validez de la misma.

- Para añadir o borrar un punto de medida, basta con marcar con el ratón un bloque de 2 o más columnas en una sola fila y hacer clic sobre el botón de añadir o borrar datos, así se añadirá al final de la tabla un nuevo registro o se borrará el registro actual. Para añadir o borrar una fecha de nieve, marcar en una columna, un bloque de dos o más filas, añadiéndose al final una nueva fecha o borrándose la fecha actual.

Hay que tener en cuenta que no se realizan comprobaciones respecto a la duplicidad de nombres de lugares de medida o fechas de nieve. Si se marca un bloque de varias filas o columnas, el programa no podrá saber si se quiere operar con fechas de nieve o con lugares de medida, por lo que pedirá que se marque solamente un bloque de filas o columnas.

- Después de introducir/modificar los datos en la malla, se puede acceder, pulsando sobre el botón  a la ventana de cálculo de la ley de innivación, según muestra la siguiente figura. En caso de que para una fecha, algún lugar de medida no disponga de dato, se introducirá el valor -1 en su espesor de nieve o en su densidad ("missing value").



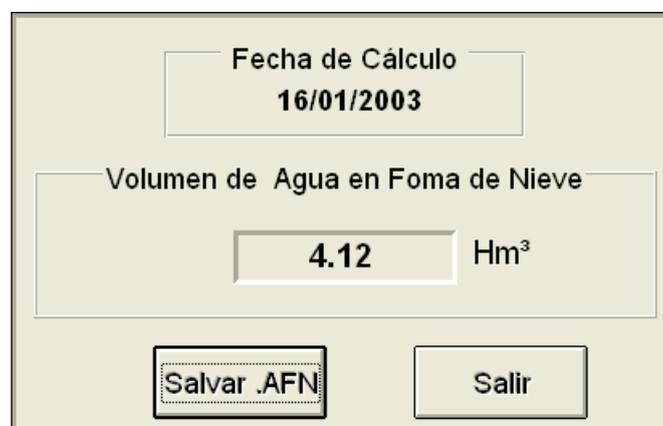
Cálculo de la ley de Innivación.

- Ya sea en el modo **automático como el manual**, el primer paso consiste en seleccionar el grado del polinomio-exponencial que vamos a usar. En forma manual, se deben introducir los coeficientes del polinomio, y en forma automática basta con seleccionar el grado del polinomio.

Se puede seleccionar la cota de inicio de nieve, para obligar a que por debajo de esta cota el espesor de nieve sea cero. Asimismo, es posible seleccionar la densidad de nieve, que sólo se empleará en el modo manual, pues en modo automático se usa para cada punto de medida la densidad medida en él.

Es importante notar que, al representar la ley de innivación con los valores de estos coeficientes multiplicados por la densidad de la nieve se representa mm de columna de agua y no de nieve. Por esta razón, en la gráfica anterior, no coinciden los valores de las mediciones en campo con los datos representados. El cálculo se realiza siempre para una fecha que aparece en pantalla.

- Una vez calculada la ley de innivación y después de pulsar el botón aceptar, se presenta en pantalla los datos de mm de columna de agua equivalente para cada celda de la cuenca. Estos datos se pueden salvar en un fichero .AFN para ser usados por el programa ASTER. En caso que se seleccione un nombre de fichero ya existente, los datos se añaden al final del fichero, manteniendo así los datos de otras fechas que pudiese contener. Se muestra también la fecha de ajuste y el volumen de agua en forma de nieve para ese instante en la cuenca.



Fecha de Cálculo
16/01/2003

Volumen de Agua en Foma de Nieve
4.12 Hm³

Salvar .AFN Salir

Salvar fichero AFN.

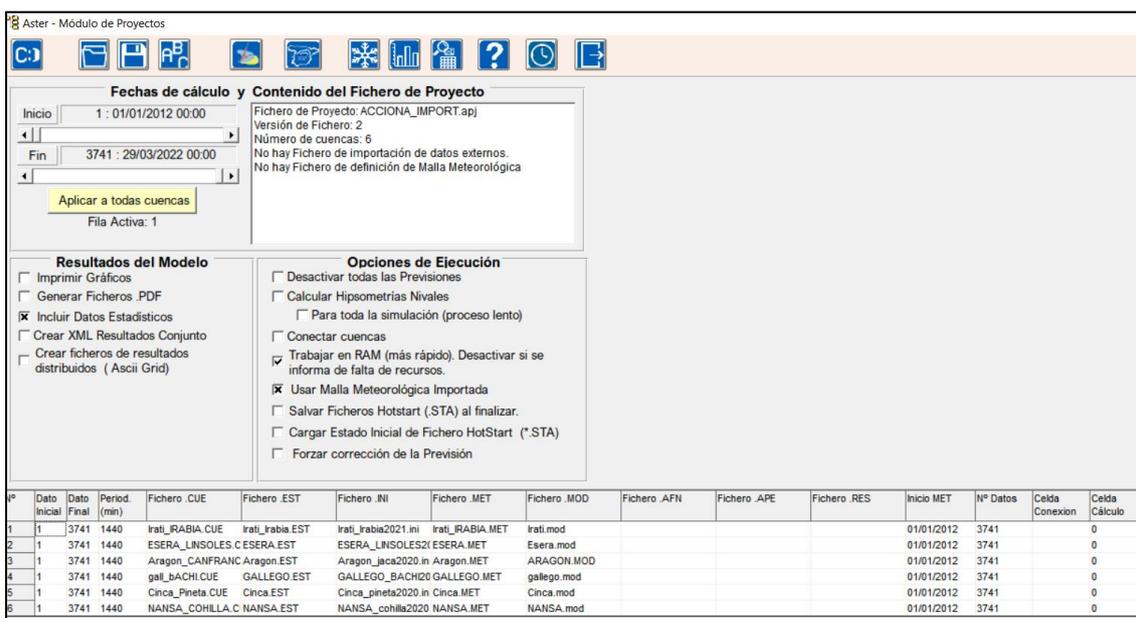


4.5.5. Módulo de proyectos

Este módulo permite la ejecución automática y de forma desatendida de múltiples simulaciones/previsiones para varias cuencas, para una misma cuenca, o para una combinación de ambas. Para ello, se prepara un fichero de proyectos .APJ (ver formato de estos ficheros en el apéndice I), donde se indican todos los ficheros utilizados para cada ejecución, de forma que el programa procederá a procesar cada una de ellas, generando los pertinentes ficheros de resultados. En caso de que alguna ejecución produzca algún error, se finaliza dicha ejecución y se continúa con la siguiente. En este fichero de proyecto, puede ir incluido (siempre en los datos de la primera cuenca), un fichero de importación de datos externos y un fichero de datos de malla meteorológica (ver formato de estos ficheros en su apartado correspondiente). Estos dos ficheros afectarán al conjunto de cuencas, importando los datos externos para todas ellas y/o incorporando los datos de la malla meteorológica, también para todas ellas.

También se utiliza este módulo para la importación manual de datos meteorológicos (de diversas procedencias preestablecidas), utilizando para ello el botón . Los datos meteorológicos importados completarán o reemplazarán, dependiendo de si el dato corresponde a un instante ya contenido en el fichero .MET o si corresponde a un instante posterior, los ficheros .MET de todas sesiones incluidas en el fichero de proyectos .APJ. Por otro lado y con el botón , se pueden importar las previsiones meteorológicas para las diferentes malla meteorológicas definidas en el fichero de datos de malla meteorológicas (ver formato de estos ficheros).

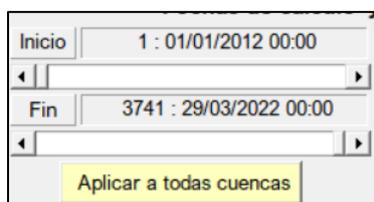
El aspecto de este módulo se muestra en la siguiente figura.



Módulo de ejecución de proyectos

En esta figura se ha cargado un fichero de proyecto que contienen 6 ejecuciones para cuencas distintas. El módulo presenta una malla de edición donde se van configurando los ficheros y opciones adicionales de cada ejecución, según la siguiente forma de proceder:

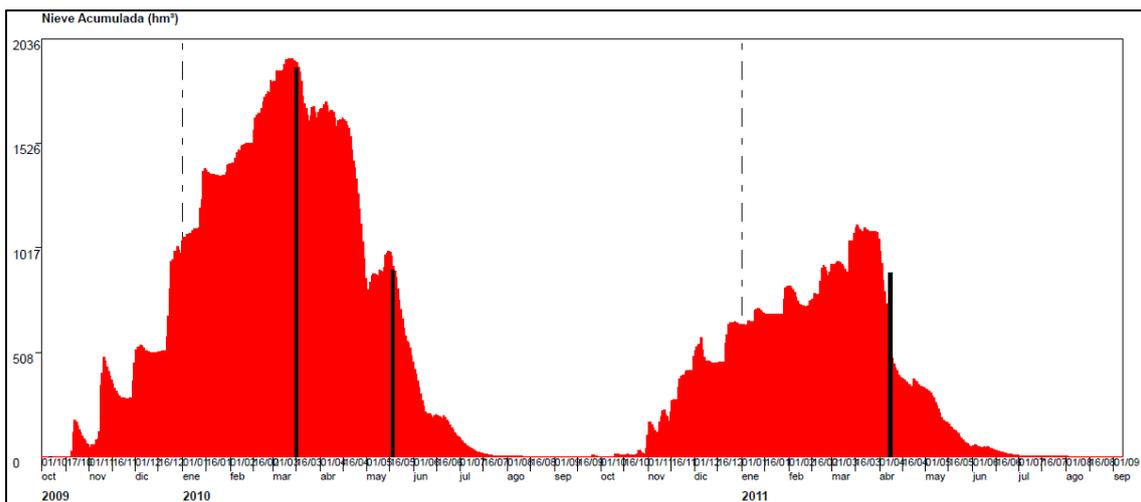
Para modificar la fechas de inicio o fin de la ejecución, utilizar las correspondientes barras de desplazamiento. Para establecer el mismo periodo de ejecución a todas las sesiones, se selecciona dicho periodo en las barras superiores de fechas y a continuación se pulsa el botón *Aplicar a todas cuencas*.



Se pueden establecer opciones tanto para los resultados de cálculo del modelo como para el entorno de ejecución del mismo. Cabe destacar la posibilidad de generar los ficheros grid de resultados distribuidos para el conjunto de cuencas simuladas, que podrán ser visualizados con cualquier aplicación gis, o desde el módulo Aster Gis incluido en el conjunto del modelo Aster.

En el panel superior, se informará de las incidencias ocurridas durante la ejecución, pero es mediante la visualización del fichero DIAG.XML donde se podrá acceder al conjunto completo de mensajes generados por el modelo.

Si se activa la opción *Generar ficheros .pdf*, se procederá a crear estos ficheros de resultados para cada una de las ejecuciones de la sesión y un fichero .pdf resumen para el conjunto de todas las cuencas. En este fichero resumen se incluyen las siguientes magnitudes de interés: precipitación total en el conjunto de cuencas, temperatura media, nieve precipitada y nieve acumulada. Si existe un fichero de histórico de mediciones nivales (.hmn) con el mismo nombre que el fichero de proyecto ejecutado (.apj), en la gráfica de evolución de la nieve acumulada en el conjunto de cuencas, aparecerán dibujados los registros de este fichero tal y como se muestra en el gráfico siguiente:



Evolución nival y registros del .hmn para un conjunto de simulaciones

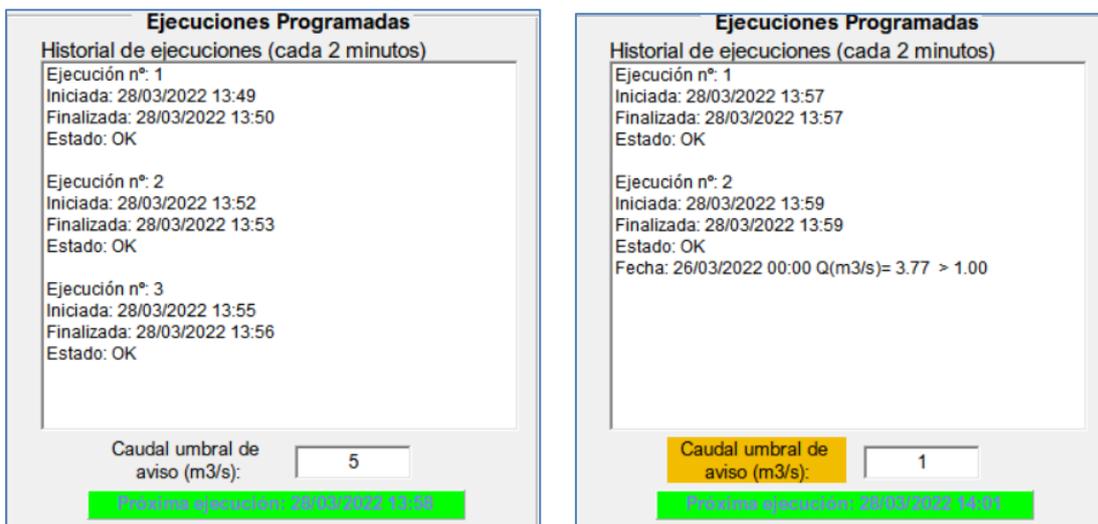
Si se activa la opción *Forzar corrección de la Previsión*, todas las previsiones del conjunto de ejecuciones corregirán el estado hidrológico del último instante de simulación a partir del periodo de simulación ejecutado en cada una de ellas, independientemente de la opción que aparezca en el fichero de parámetros .INI. Si esta opción está desactivada, prevalecerá entonces dicha opción presente en cada fichero .INI.

Una vez se tiene depurada y completa la malla de edición, se procederá a la ejecución del modelo para todas las filas contenidas en ella, pulsando ahora el botón . Durante el proceso de cálculo, se muestra una barra de progreso que indica el estado en el que se encuentra el conjunto de ejecuciones del modelo.

Al final del proceso se indica si la sesión ha finalizado sin errores, o avisa de la aparición de problemas durante la misma. El fichero AsterState.txt contiene la información sobre el estado con que concluyó la última sesión de trabajo.

Este módulo permite también programar ejecuciones periódicas de manera desatendida por parte del usuario. Para ello pulsar sobre el botón  y se preguntará si se desean activar las ejecuciones programadas, así como el intervalo en minutos entre cada una de estas ejecuciones. Establecidas estos valores, se muestra una pantalla de historial de cada una de estas ejecuciones, con el estado de finalización de cada una de ellas (finalizada con éxito o con errores). En este panel se puede indicar una caudal umbral de aviso por encima del cual se avisará que ha sido sobrepasado, bien en el último instante de simulación o en algún instante de previsión, y se indicará este instante. Si la última ejecución finalizó de forma satisfactoria, se mostrará un indicador en verde con la hora de la próxima ejecución. Si finalizó erróneamente, se mostrará con un color rojo de fondo. De igual forma, si el caudal umbral de aviso ha sido alcanzado, se mostrará este indicador en un color resaltado.

En las siguientes imágenes se muestran dos capturas de este panel informativo, una sin errores y la otra con indicación de caudal de aviso alcanzado.



Historial de ejecuciones de tareas programadas.

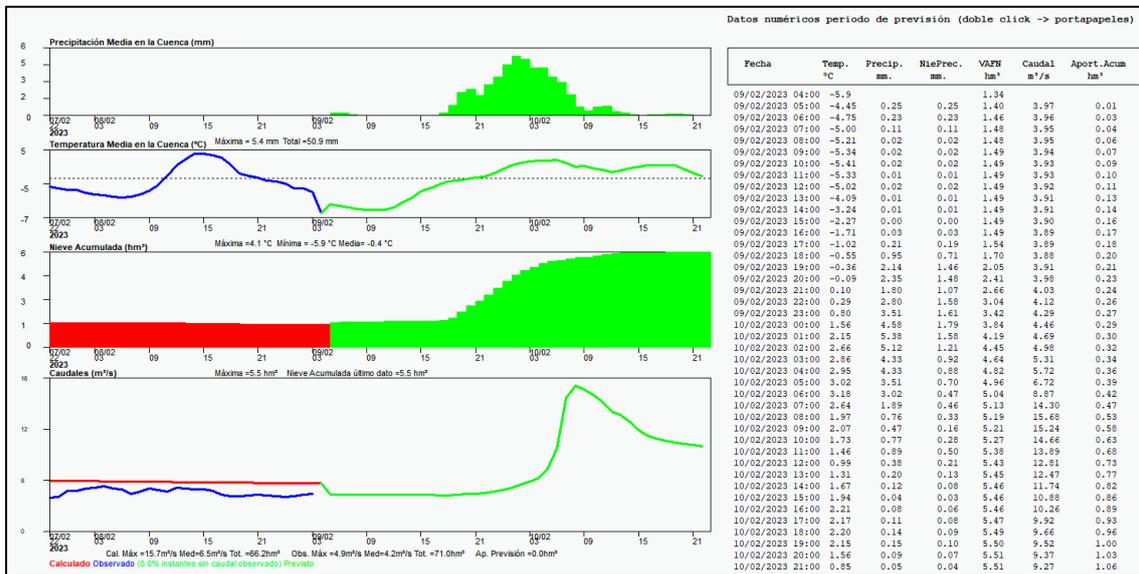
Si el fichero de proyecto contiene fichero de importacion de datos externos y/o fichero de definición de malla meteorológicas, ambas tareas se realizarán en cada una de las ejecuciones, asegurando así que los ficheros meteorológicos están actualizados mediante la importación de los datos externos que puedan haberse incorporado entre dos ejecuciones sucesivas.

El fichero de diagnóstico DIAG.XML contiene todas las procesos realizados e incidencias ocurridas, y es sobrescrito al inicio de cada una de las ejecuciones.

Si el fichero de proyecto contiene más de una cuenca, la comprobación del caudal umbral de aviso afectará únicamente a la última cuenca ejecutada. Para desactivar las ejecuciones programadas, bastará con pulsar sobre el mismo botón que se usó para activarlas.

También se puede acceder al módulo de visualización de resultados, mediante el botón , de tal forma que si se han ejecutado varias cuencas, los resultados mostrados corresponderán a la última cuenca de la lista. De igual forma, se puede acceder al módulo de visualización de resultados distribuidos, mediante el botón  que también mostrará los datos de la última cuenca.

Si se realizó previsión meteorológica al procesar un conjunto de cuencas desde el módulo de proyectos, se creará un fichero gráfico (.jpg) y otro ascii (.txt), de nombres igual al de cada cuenca más el sufijo _ASTER_PREVISIONES, y contienen respectivamente el resultado gráfico y numérico de la previsión, de aspecto similar al que se adjunta de ejemplo.

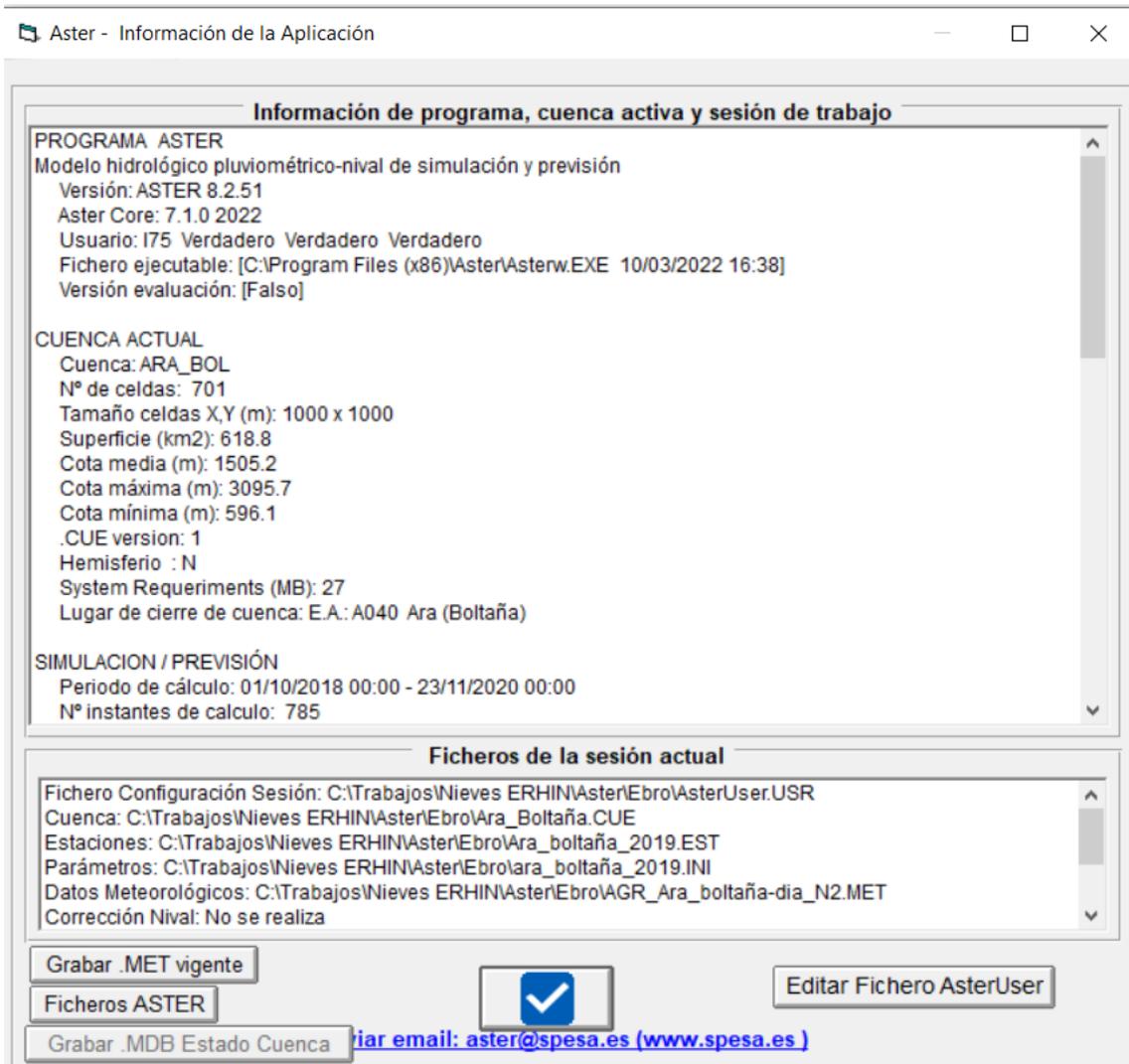


Fichero gráfico del resultado de la previsión.



4.5.6. Información sobre el estado de Aster.

Este botón permite obtener información sobre el estado actual del programa Aster, y de su actual entorno general de trabajo. El aspecto que presenta una típica pantalla de información es el mostrado en la siguiente figura.



Pantalla de información general del programa.

En el bloque superior, aparece la información relativa al programa Aster, a la cuenca actual de la sesión de trabajo, así como al periodo de cálculo y por último el entorno de trabajo de la sesión, determinada por las opciones personales que el usuario tiene configuradas en el fichero de definición de usuario AsterUser.usr. Esta captura de información resulta de vital importancia en el caso de que se quiera comunicar algún problema o anomalía de funcionamiento del programa, porque permitirá reproducir la misma sesión de trabajo que tenía el usuario en el momento de producirse. De especial interés resulta el último apartado de este primer bloque que se refiere a la información de configuración de la sesión actual de trabajo. A continuación se muestra una captura de pantalla con esta información.

En el bloque inferior de la pantalla general de información, vienen reflejados todos los ficheros activos en la sesión actual. De especial interés para el usuario resulta conocer la ubicación del actual fichero de configuración de sesión de trabajo (AsterUser.usr) puesto que éste controla importantes parámetros de la sesión.

Para reportar cualquier incidencia ocurrida durante la ejecución del modelo, resultará de gran interés para el equipo de soporte técnico del programa, que se le remita esta información en el momento en que se produjo dicha incidencia.



4.5.7. Gestión de ficheros de cuenca.

Este botón da acceso al módulo de gestión de ficheros de cuenca, desde donde se podrán crear ficheros relevantes del programa como los ficheros de cuenca (.CUE), los ficheros de estaciones meteorológicas y de aforo (.EST) y los ficheros de puntos de control nival (.CPE).

Los ficheros de cuenca (.CUE) contienen toda la información relevante de la red de flujo de la cuenca, compuesta por una colección de celdas, cada una de las cuales presenta tanto información referente a su ubicación geográfica (coordenadas, cota, superficie, orientación, pendiente) como otra información de naturaleza diversa (uso del suelo, tipo del suelo, umbral de escorrentía).

El aspecto que presenta la barra de opciones de este módulo es la siguiente:



A continuación se analizarán los distintos grupos de opciones.



Con estos dos botones se podrá tanto importar un fichero ASCII (XYZ) con la información detallada del conjunto de celdas, como exportar a este formato desde un fichero de cuenca (.CUE) existente.

El formato que debe tener el fichero XYZ para que sea reconocido por el programa como un fichero importable de cuenca se recoge en la siguiente tabla:

El fichero deberá contener tantas líneas de datos como celdas presente el modelo, y todos los datos relativos a una celda deberán ir en una sólo fila. Deberá usarse el punto (.) para indicar el separador decimal. Cada variable deberá ir separada por una coma (,). Entre paréntesis se indica el tipo de cada variable.
Nº Orden de la celda (entero largo)
Nº de orden de la celda a la que vierte su flujo (entero largo)
Cota de la celda (m) (decimal)
Superficie de la celda (km ²) (decimal)
Reservado para futuros usos (decimal)
Reservado para futuros usos (decimal)
Coordenada UTM X inferior de la celda (decimal)
Coordenada UTM Y inferior de la celda (decimal)
Coordenada UTM X superior de la celda (decimal)
Coordenada UTM Y superior de la celda (decimal)
Reservado para futuros usos (de tipo String)
Orientación de la celda (decimal)
Pendiente de la celda (en grados y de tipo decimal)
Uso del suelo (decimal)
Tipo del suelo (decimal)
Umbral de escorrentía (mm de tipo decimal)

A continuación se muestra el contenido de un fichero XYZ de ejemplo con información para 5 celdas.

1 , 13 ,1891.0 ,0.00834 ,0.00 ,0.00 ,503371.6 ,4651829.0 ,503621.6 ,4652079.0 ,' ,248.40 ,19.70 ,1.20 ,1.90 ,1.80
2 , 14 ,1925.0 ,0.02461 ,0.00 ,0.00 ,503621.6 ,4651829.0 ,503871.6 ,4652079.0 ,' ,181.20 ,21.80 ,1.20 ,1.90 ,3.00
3 , 4 ,1933.0 ,0.00985 ,0.00 ,0.00 ,503871.6 ,4651829.0 ,504121.6 ,4652079.0 ,' ,174.20 ,20.00 ,1.20 ,1.90 ,1.40
4 , 17 ,1919.0 ,0.00701 ,0.00 ,0.00 ,504121.6 ,4651829.0 ,504371.6 ,4652079.0 ,' ,196.00 ,11.10 ,1.20 ,1.90 ,1.00
5 , 4 ,1932.0 ,0.01093 ,0.00 ,0.00 ,504371.6 ,4651829.0 ,504621.6 ,4652079.0 ,' ,191.80 ,15.50 ,1.20 ,1.90 ,1.00

Estos valores serán obtenidos normalmente desde alguna aplicación GIS sobre la que se realice la modelización de la cuenca, y donde se carguen todas las capas de información necesarias para la caracterización de las celdas (modelo digital del terreno, capas de usos y tipos de suelo, capas de umbrales de escorrentía, etc.).

A este respecto cabe detallar cuál es la clasificación numérica que le modelo Aster utiliza para estas variables, y que deberán ser codificadas según las siguientes directrices.

Orientación de la celda	
<i>Clase de orientación</i>	<i>Rango numérico asociado</i>
Norte	[0 .. 22.5]
Norte	[337.5 .. 360]
Noreste	[22.5 .. 67.5]
Este	[67.5 .. 112.5]
Sureste	[112.5 .. 157.5]
Sur	[157.5 .. 202.5]
Suroeste	[202.5 .. 247.5]
Oeste	[247.5 .. 292.5]
Noroeste	[292.5 .. 337.5]

Usos del suelo	
<i>Clase de uso</i>	<i>Valor numérico asociado</i>
Bosque denso > 80%	1
Bosque abierto (10-80%) y/o matorral	2
Praderas, turberas de montaña y pastizales	3
Desierto	4
Aluviales	5

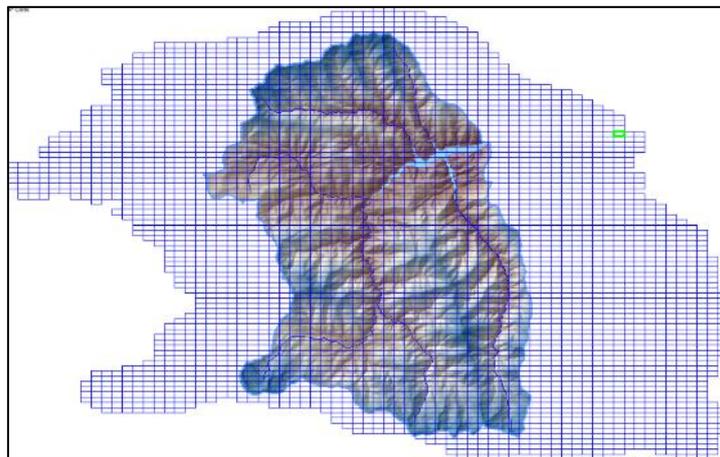
Tipos del suelo	
<i>Clase de tipo</i>	<i>Valor numérico asociado</i>
Roca desnuda permafrost, glaciár	1
Litosuelo de poco desarrollo (pastizal)	2
Suelo de espesor medio, mal drenado	3
Suelo de espesor medio bien drenado	4
Aluvial	5

Respecto a los umbrales de escorrentía, bien pueden utilizarse las capas que publican diversos organismos públicos, o bien pueden calcularse atendiendo al siguiente criterio.

Umbral de escorrentia	
<i>Uso del suelo</i>	<i>Valor numérico asociado</i>
Bosques	31
Praderas	22
Pastizales	10
Poblaciones	2
Embalses	0.3

En el proceso de cálculo de estos valores, normalmente ocurrirá que una celda pueda contener información de más de una clase, por ejemplo más de un uso del suelo. En estos casos deberá tenerse en cuenta las proporciones (superficies) que presenta de cada una de estas clases y se asignará el valor ponderado correspondiente.

Una vez finalizado el proceso de asignación de todos los datos numéricos asociados a cada una de las variables expuestas, se procederá a exportarlo en formato ASCII, conformando así el fichero XYZ, el cual deberá llevar asociado un fichero gráfico en formato .BMP y de igual nombre que el fichero XYZ, que represente la cuenca y sus elementos representativos (ríos, embalses...). Se puede ya proceder a cargar el fichero XYZ, tal y como se muestra en la siguiente imagen.



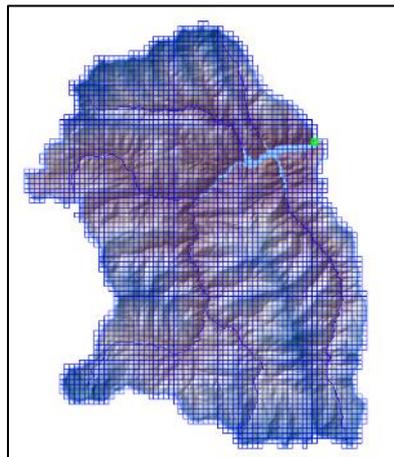
Tal y como se aprecia, el celdado cargado no encaja geográficamente con el fichero de imagen que representa la cuenca, por lo que habrá que pulsar sobre el botón de configurar datos de la cuenca  para establecer las coordenadas de encuadre del bitmap, que se obtendrán de la aplicación GIS desde donde se exportó el fichero gráfico. También se establecerá el nombre de la cuenca, que quedará grabado en el fichero .CUE

y que servirá para comprobar la compatibilidad de este fichero con el resto de ficheros necesarios para la modelización (.EST, .MET, .INI) y que deberán llevar este mismo nombre de cuenca en la cabecera del contenido de cada uno de estos ficheros.



Datos de la Cuenca	
Nombre Ficheros	Superf(km2)-CotaMedia (m)
MANSILLA250	243.4 - 1397.8
Nombre de la Cuenca	
NAJERILLA_MANSILLA	
Encuadre del Bitmap	
Xinferior	Yinferior
482351.4	4650742
XSuperior	YSuperior
520141.7	4674667
Aceptar	Cancelar
Aplicar	

Una vez establecidas estas coordenadas de encuadre, el celdado y el bitmap encajan perfectamente tal y como se aprecia en la siguiente imagen.



A continuación se debería comprobar la integridad del fichero, pulsando para ello en el botón  que indicará cualquier incidencia que pueda existir en la red de flujo (celdas sumidero, vertidos mutuos de celdas, recorrido cíclicos de vertido, etc.). En caso de que se informe dé algún error, deberá ser depurado en el fichero XYZ original o editar el fichero pulsando el botón  el cual cargará todos los datos de interés en un grid edición, tal y como se recoge en la siguiente imagen.

Nº Celda	Orden	Destino	Cota(m)	Sup.(km²)	Xinfzq	Yinfzq	Xsupder	Ysupder	Orientacion	Pendiente	Uso Suelo	Tipo Suelo	Jmb.Escorr
1	1	13	1891.0	0.008340	503371.6	4651829.0	503621.6	4652079.0	248.4	19.7	1.2	1.9	1.8
2	2	14	1925.0	0.024610	503621.6	4651829.0	503871.6	4652079.0	181.2	21.8	1.2	1.9	3
3	3	4	1933.0	0.009850	503871.6	4651829.0	504121.6	4652079.0	174.2	20.0	1.2	1.9	1.4
4	4	17	1919.0	0.007010	504121.6	4651829.0	504371.6	4652079.0	196.0	11.1	1.2	1.9	1
5	5	4	1932.0	0.010930	504371.6	4651829.0	504621.6	4652079.0	191.8	15.5	1.2	1.9	1
6	6	22	2016.0	0.002440	505371.6	4651829.0	505621.6	4652079.0	262.8	44.3	1.2	1.9	0.6
7	7	22	2021.0	0.048130	505621.6	4651829.0	505871.6	4652079.0	244.1	20.7	2.5	2.4	5.4
8	8	23	2079.0	0.009700	505871.6	4651829.0	506121.6	4652079.0	143.0	18.9	1.2	1.9	2.4
9	9	26	2020.0	0.002530	506621.6	4651829.0	506871.6	4652079.0	173.1	16.5	1.2	1.9	1
10	10	31	2024.0	0.004910	508621.6	4651829.0	508871.6	4652079.0	229.2	45.5	1.2	1.9	4.8
11	11	33	2028.0	0.034100	508871.6	4651829.0	509121.6	4652079.0	186.2	64.4	1.5	1.3	12.9
12	12	33	2006.0	0.012560	509121.6	4651829.0	509371.6	4652079.0	163.6	63.7	1.2	1.9	6.7
13	13	36	1860.0	0.006100	503121.6	4652079.0	503371.6	4652329.0	261.5	29.3	1.2	1.9	1.8
14	14	38	1883.0	0.060040	503371.6	4652079.0	503621.6	4652329.0	259.7	26.7	1.2	1.9	5
15	15	39	1933.0	0.062500	503621.6	4652079.0	503871.6	4652329.0	198.9	21.1	1.7	1.6	4.7
16	16	39	1933.0	0.062500	503871.6	4652079.0	504121.6	4652329.0	185.2	16.9	2.1	1.9	4.7
17	17	39	1947.0	0.062500	504121.6	4652079.0	504371.6	4652329.0	220.5	14.6	2.5	2.3	5.8
18	18	41	1955.0	0.062500	504371.6	4652079.0	504621.6	4652329.0	190.7	20.9	2	2	5.8
19	19	41	1961.0	0.054010	504621.6	4652079.0	504871.6	4652329.0	222.9	12.7	1.7	1.7	4.4

Una vez corregidos los errores encontrados, se podrá proceder a dibujar los sentidos de escorrentía de cada celda, pulsando para ello sobre el botón y se podrá generar ya el fichero de cuenca (.CUE), pulsando para ello sobre el botón . Es importante resaltar que este fichero deberá llevar siempre asociado el fichero gráfico .BMP y que ambos deberán tener el mismo nombre.

Además de los ficheros de cuenca, también se pueden crear los ficheros de estaciones meteorológicas y de puntos de control nivel de una forma gráfica, utilizando la barra de botones siguiente.

Los tres primeros botones definen el elemento nuevo que se va a crear: estación meteorológica, estación de aforos o punto de control. Al pulsar en uno de estos tres botones, se podrá definir su ubicación geográfica, y se procederá a introducir la información requerida para cada tipo de estación, tal y como se recogen en las siguientes imágenes.

Añadir Estación Meteorológica

Nombre:

Código:

Cota (m):

X (UTM): Y (UTM):

Observaciones:

Coefficiente ajuste datos:

Precipitación media anual (mm):

Tipo de Estación: Termo Pluvio Termo+Pluvio

Añadir Estación de Aforos

Nombre:

Código:

Cota (m):

X (UTM): Y (UTM):

Observaciones:



Cada elemento requiere de un información distinta, así, para una estación meteorológica se requiere la precipitación media anual (mm) y el coeficiente de ajuste de datos que permitirá corregir los registros meteorológicos de esta estación, multiplicándolos por este coeficiente (por omisión tomará el valor 1).

El botón izquierdo y derecho de ratón, sobre una estación existente, permite eliminarla o editar sus datos respectivamente.

Si una estación estuviese ubicada fuera del alcance del fichero gráfico de la cuenca, se podrá ubicar correctamente modificando manualmente los datos de su posición X,Y.

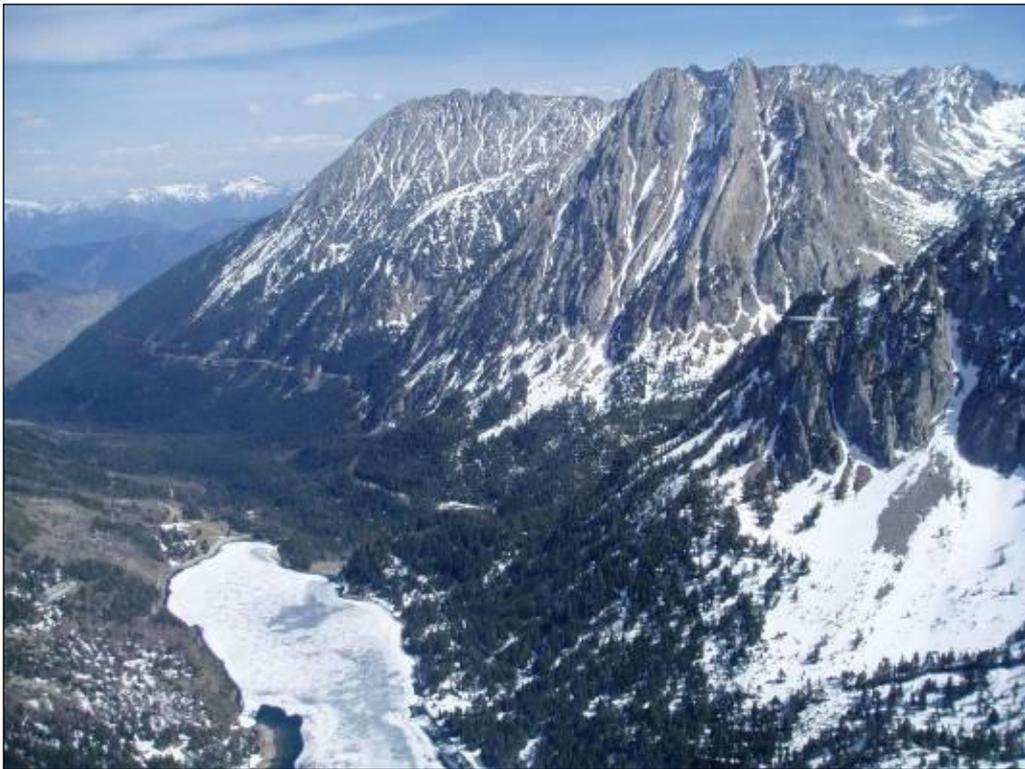
Finalizada la edición de estaciones, se procederá a grabar los correspondientes ficheros ficheros .EST y .CPE pulsando sobre los botones  destinados a tal efecto.

Este módulo presenta una última barra de botones para la realización de algunas opciones varias .

El botón  permite dibujar la red de celdas sobre el bitmap de la cuenca, el botón  permite borrar de la pantalla la red de celdas, dibujando únicamente el bitmap de la cuenca. El botón  permite el chequeo de la red de drenaje, y el botón  permite salvar un fichero gráfico (.BMP) con los elementos que se tengan dibujados en pantalla en ese momento.



Embalse de Compuerto en el río Carrión (Cordillera Cantábrica)



Lago San Mauricio en el parque nacional de Aigüestortes (Pirineo)

APÉNDICE I. Formato de los ficheros de Aster.

A continuación se presenta una tabla con el conjunto de ficheros involucrados de una u otra forma en la sesión de trabajo con el modelo Aster.

Se han clasificado según dos criterios: si son estrictamente necesarios para la ejecución del modelo y un segundo criterio que se refiere a si son ficheros de entrada al modelo o si son ficheros creados por el programa, bien porque sean ficheros de resultados o porque sean ficheros de control de errores (columna Entrada/Salida).

No todos los ficheros presentes en la tabla se generan durante una sesión de trabajo puesto que algunos de ellos son controlados desde las variables de control del fichero de definición de la sesión de trabajo AsterUser.usr.

La creación de algunos de los ficheros de resultados depende de que se tenga instalado cierto software o complemento del sistema operativo, como por ejemplo los ficheros en formato .pdf o los ficheros .xml. El resto de ficheros que no son creados por la aplicación, pero que son utilizados por ella, como los ficheros en formato .mdb, serán completados durante la sesión de trabajo, pero deberán ser abiertos con el software pertinente.

El resto de ficheros en formato ASCII, pueden ser abiertos con los programas que incluye el sistema operativo (notepad, wordpad, etc).

En la siguiente tabla se recogen el conjunto de ficheros que pueden estar asociados a una sesión de trabajo.

	NOMBRE DE FICHERO	DESCRIPCIÓN	ENTRADA /SALIDA
FICHEROS IMPRESCINDIBLES PARA UNA SESIÓN DE TRABAJO	.CUE	Definición física e hidrológica de la cuenca	Entrada
	.INI	Parámetros que conforman la calibración de la cuenca.	Entrada
	.MET	Datos meteorológicos y de aforo observados en las estaciones.	Entrada
	.EST	Datos geográficos y otros de las estaciones termo pluviométricas y de aforo.	Entrada
	.BMP	Bitmap representativo de la cuenca. (Igual nombre de fichero que el .cue)	Entrada
FICHEROS NO NECESARIOS PARA UNA SESIÓN DE TRABAJO	.INF	Resultados numéricos de la ejecución del modelo.	Salida
	.APJ	Fichero de proyecto para la ejecución de múltiples hipótesis.	Entrada
	.MOD	Datos de un periodo de previsión	Entrada
	.APE	Aportaciones/derivaciones externas o caudales forzados.	Entrada
	.RES	Fichero que indica las celdas donde producir la colección resultados en los ficheros .xml	Entrada
	.CPE (*)	Descripción de las pértigas nivales o puntos de medida de nieve.	Entrada
	.NIE	Datos de espesor y densidad de nieve para diversas fechas.	Entrada
	.AFN	Estado nival de la cuenca para varias fechas.	Entrada
	.AFH	Estado de presencia de hielo en la cuenca.	Entrada
	.HMN (*)	Histórico de mediciones (o estados) nivales.	Entrada
	.PDF	Gráficas de resultados	Salida
	AsterUser.usr	Definición general del ámbito de funcionamiento del programa. Si no existe, se toman los valores por omisión, para las entradas de este fichero.	Entrada
	AsterState.txt	Estado en que finalizó la última ejecución del modelo.	Salida
	Aster-Resumen.txt	Fichero de resumen para la ejecución desde el módulo de proyectos.	Salida
	AsterRuntimeError.txt	Descripción de un posible error informático no controlado durante la ejecución del programa.	Salida
	NieveAcumddmmaaaa.txt AportMixtaddmmaaaa.txt	Nieve acumulada (hm ³) / aportación mixta (hm ³) para cada cuenca y cada instante en un proceso de ejecuciones múltiples. (Sólo en sesiones de trabajo particulares). Los datos de cada columna de datos se corresponde con el orden de ejecución de cada cuenca en el fichero de proyectos (.apj).	Salida
	AsterRes.mdb AsterGis.mdb	Resultados de la última simulación, tanto acumulados como distribuidos. Estos ficheros deben estar presentes en la carpeta donde se realiza la simulación y tener activa la variable EXTRAFILES del fichero AsterUser.usr	Salida
	Nomcuenca_RESCELDAS.xml	Resultados distribuidos en el conjunto de celdas establecidas en el fichero de resultados .RES	Salida
	NomCuenca.XML Nomcuenca_fews_Caudales.xml Nomcuenca_fews_NieAcum.xml	Resultados de la simulación para cada cuenca. Siempre se crean.	Salida
	DIAG.xml	Fichero de diagnóstico de la simulación donde se recogen los eventos más destacados.	Salida

	GridNiePrec.xxxxxx GridNieAcum.xxxxxx GridPrecipita.xxxxxx GridDepoSup.xxxxxx GridDepoInf.xxxxxx GridCau.xxxxxx GridTempe.xxxxxx	Ficheros en formato Esri AscII grid con los resultados distribuidos. El usuario decide si se crean o no estos ficheros.	Salida
--	--	---	--------

Listado de ficheros utilizados por el modelo Aster.

El fichero de parámetros .ini puede ser editado por el usuario en caso de interés, pero no debe ser modificado puesto que se cambiaría la calibración de la cuenca y con ello el comportamiento hidrológico de la misma.

A continuación se describen los formatos de los ficheros de Aster, susceptibles de ser modificados por el usuario.

Ficheros de Estaciones .EST

Los ficheros de estaciones contienen la información del conjunto de estaciones termopluviométricas y de aforo utilizadas para la recopilación de los datos de temperatura y precipitación en diversos puntos de la cuenca o zonas limítrofes así como de los datos de caudales circulantes en el punto de cierre de la misma.

El formato es el siguiente:

```

ASTER ESTAC
Nombre de la cuenca
Número de estaciones meteorológicas
Número de estaciones de aforo
Versión del archivo
Línea no utilizada (debe existir)
Línea no utilizada (debe existir)
  
```

Después de esta cabecera, aparece un bloque de datos para cada estación T,P, así:

```

Nombre de la estación
Código de la estación
Cota de la estación (m)
Coeficiente de ajuste de precipitación
  
```

Precipitación media anual de la estación (mm)
Coordenada X de la estación
Coordenada Y de la estación
Línea no utilizada (debe existir)
Tipo de estación (T,P, TP)

Y para cada estación de aforo, aparece el bloque de datos siguiente:

Nombre de la estación
Código de la estación
Cota de la estación (m)
Línea sin utilizar (debe existir)
Coordenada X de la estación
Coordenada Y de la estación
⁽¹⁾ Línea en blanco o *

El orden en que aparecen las estaciones en los ficheros .EST determina el orden en que aparecerán los correspondientes datos, para cada estación, en los ficheros de datos meteorológicos (.MET).

El coeficiente de ajuste de precipitación es un factor (≥ 0) que se aplica a los registros pluviométricos de cada estación y que ayuda a corregir posibles defectos en los registros tomados en la propia estación. Es un factor multiplicador de forma que cada dato de pluviometría es transformado multiplicándolo por este factor. Si este coeficiente es cero, la estación quedará desactivada (a efectos de pluviometría) y el modelo ignorará a todos los efectos la presencia de esta estación en la cuenca.

Esta línea es utilizada para indicar si esta estación de aforo será utilizada para corregir las previsiones de caudales. En caso de que ninguna estación contenga el comodín * se usará la estación de cierre como estación patrón para la corrección de previsiones de caudales.

Las coordenadas de cada estación pueden ir referidas en cualquier proyección y huso UTM, pero debe ser coherente con la que haya sido utilizada para la creación del fichero de cuenca CUE. Esto es aplicable a todas las magnitudes presentes en cualquier fichero utilizado por el modelo Aster y que hagan referencia a una localización geográfica.

Ficheros Meteorológicos .MET

Los archivos meteorológicos MET contienen los datos de temperatura y precipitación de todas las estaciones meteorológicas y los datos de aforo de todas las estaciones foronómicas. El orden de las estaciones en el fichero MET debe ser el mismo que aparece en el fichero EST.

Estos ficheros MET no pueden contener líneas en blanco entre las filas de datos.

ASTER DATOS
Nombre de la cuenca
Número de fechas
Número de estaciones meteorológicas
Número de estaciones de aforo
Fecha de inicio de datos (dd/mm/aaaa hh:mm)
Periodicidad de los datos (en minutos).

Tem ₁₁	Prec ₁₁	.....	Tem _{N1}	Prec _{N1}	Afo ₁₁	....	Afo _{M1}
Tem ₁₂	Prec ₁₁		Tem _{N2}	Prec _{N2}	Afo ₁₂		Afo _{M2}
.....
Tem _{1x}	Prec _{1x}	....	Tem _{Nx}	Prec _{Nx}	Afo _{1x}		Afo _{Mx}

En total hay un número de filas igual al número de fechas con datos, N es el número de estaciones Termo pluviométricas y M es el número de estaciones de aforo presentes en la cuenca.

Ficheros de Previsión .MOD

Los ficheros de previsión (.MOD) no son más que unos ficheros que contienen datos previstos de precipitación y temperatura para un periodo de tiempo. Su estructura es idéntica a la de los ficheros .MET, salvo en la cabecera, ya que los MOD no tienen cabecera. Los datos de los aforos observados aparecen como ceros puesto que estos datos no se pueden suponer.

Nº de datos de previsión
 Número de estaciones meteorológicas
 Número de estaciones de aforo
 Fecha de inicio de previsión
 Periodicidad de los datos (en minutos).

Tem ₁₁	Prec ₁₁	.....	Tem _{N1}	Prec _{N1}	Afo ₁₁	....	Afo _{M1}
Tem ₁₂	Prec ₁₁		Tem _{N2}	Prec _{N2}	Afo ₁₂		Afo _{M2}
.....
Tem _{1x}	Prec _{1x}	....	Tem _{Nx}	Prec _{Nx}	Afo _{1x}		Afo _{Mx}

Adicionalmente el fichero .MOD puede contener los datos referidos a la hipótesis para la que se generó este fichero. En caso de existir estos datos, el formato de los mismos es el siguiente:

[PREVISIÓN. HIPÓTESIS]	
Nº instantes de la hipótesis	
Cota a la que se realizó la previsión	
Fecha Inicio Previsión	
Temperatura primer instante previsión	Precipitación primer instante de previsión
.....
Temperatura último instante de previsión	Precipitación último instante de previsión

Ficheros de Parámetros del Modelo .INI

El fichero .INI contiene la colección de parámetros obtenidos durante el proceso de calibración de la cuenca. El proceso de calibración de los parámetros del modelo Aster que definen el comportamiento de la cuenca, tiene por objetivo conseguir reproducir fielmente el comportamiento de todas las variables de interés. Este proceso intenta conseguir los mejores resultados en las siguientes tres líneas de actuación:

- 1) Máxima coincidencia entre los valores de los caudales medidos en el punto de cierre y los caudales estimados por el modelo, a partir de los datos proporcionados en las estaciones de control.

- 2) Máxima coincidencia en las aportaciones anuales que se registren en los distintos puntos de interés en la cuenca y las calculadas por el modelo en estos mismos puntos.
- 3) Máxima coincidencia entre la distribución espacio-temporal del manto nival observado en las imágenes satélite o en campañas de medición en campo y la proporcionada por el modelo (si se disponen de los oportunos datos “observados”).

A continuación se describen los parámetros involucrados en la calibración y ajuste del modelo. Puede que la lista completa de parámetros no esté presente en el fichero .INI, en cuyo caso se toman los valores por omisión y puede ocurrir que aparezcan algunos parámetros de uso interno del programa.

Parámetro	Descripción	Unidades	Límite Inferior	Límite Superior	Valor por omisión
CONDICIONES INICIALES					
ITA	Índice de Temperatura de la nieve antecedente inicial	°C	-30	3	0
NIEVE	Nieve inicial	mm	0	100	0
DEPOSITOINF	Altura inicial de llenado del depósito inferior	mm	0	100	10
DEPOSITOSUP	Altura inicial de llenado del depósito superior	mm	0	<=ALTDEP	10
CAUDALINI	Caudal Inicial observado en la estación de aforo	m ³ /s	0	500	80
DEPÓSITOS					
ALTDEP	Altura de depósito superior	mm	0.1	300	60
ALTVAC	Altura de vaciado	mm	0.1	<=ALTDEP	40
ALTINF	Altura de vaciado para infiltración del depósito superior	mm	0.1	<=ALTDEP	40
COEFINFILL	Coefficiente de Infiltración al depósito inferior		0	1	0.25
COEFVACINF	Coefficiente de Vaciado Inferior		0	1	0.1
COEFVACSUP	Coefficiente de Vaciado Superior		0	1	0.3
ALTMAXINF	Máxima altura depósito inferior	mm	0	ALTDEP	ALTDEP/2
PLIMFILTRA	Limitador de la máxima infiltración en el depósito superior.		0	1	1
EVAPORACIÓN					
INDTHOR	Índice de Thornthwaite		25	40	30

Parámetro	Descripción	Unidades	Límite Inferior	Límite Superior	Valor por omisión
EXPTHOR	Exponente de Thornthwaite		0.5	1.4	1
COEFVAPINF	Coefficiente de evaporación del depósito inferior		0	1	0.1
COEF_ETR	Coefficiente de paso a evapotranspiración real: factor de conversión entre la evapotranspiración potencial de referencia y la real.		0	1	0.8
SUBLIMA	Pérdida de nieve por Sublimación	mm/día	0	10	0.3
FUSIÓN NIEVE					
TEMPBASE	Temperatura base para el comienzo de la fusión	°C	-2	3	0
CAMBIONIEVE	Temp. para el cambio de Precipitación Lluvia-Nieve (Si T = CambioNieve el 50% de la Prec. es lluvia y el 50% nieve)	°C	-2	4	1.5
FFMIN	Factor de fusión mínimo	mm/°C día	0.1	5	1
FFMAX	Factor de fusión máximo	mm/°C día	>=FFMIN	10	6
FUNEGMAX	Factor de fusión negativo Máximo	mm/°C día	0	10	4
COEFPERCAL	Coefficiente de ajuste de Perdida Calorífica de la Nieve		0	1	0.2
FVIENTO	Función Viento	km/h	0.1	100	20
QRAD	Calor por radiación de onda larga	cal/cm ²	0.1	15	10.64
QCOND	Calor por condensación	cal/cm ²	0.1	5	2.88
FUSLLUVIA	Umbral de fusión con lluvia. Por encima de este valor la fusión se produce con lluvia.	mm/día	0		10
GRNEVADA	Indicador de gran nevada. Indica los mm de nieve que deben precipitar en un día para considerarse una gran nevada en la cuenca.	mm/día	0		36
COEFRADIACION	Coefficiente de radiación. Afecta al término de fusión por radiación.	mm/(díaW/m ²)	0	1	0.1
COEFRADDEF	Coefficiente de radiación por déficit de calor	mm/(díaW/m ²)	0	1	0.01

Parámetro	Descripción	Unidades	Límite Inferior	Límite Superior	Valor por omisión
FUSIÓN HIELO					
HIELO	Activa la gestión de fusión del hielo		0	1	0
HIELOFFMIN	Factor de fusión mínimo	mm/°C			FFMIN
HIELOFFMAX	Factor de fusión máximo	mm/°C			FFMAX
HIELOTEMPBASE	Temperatura base para el comienzo de la fusión del hielo	°C			TEMPBASE
HIELOCOEFRAD					
GRADIENTES					
GRADTEMP	Gradiente de Temperatura	°C/1000m	-8	0	-4.5
GRADPEC	Gradiente de Precipitaciones	(mm/m y año	0	5	0.15
GRADTEMPH	Gradiente de temperatura húmedo. Sustituirá al gradiente de temperatura clásico en los instantes que haya precipitación	°C/1000m	-6	0	-4
GRADTEMPDIN	Indica si calcular gradiente tempe. Dinámicamente. Permite detectar inversiones térmicas.		0	1	0
OPTPLUVIO	Cota a la que se produce el cambio de gradiente pluviométrico	m	0	10.000	10.000
GRADPRECOPT	Gradiente pluviométrico aplicable por encima de la cota OPTPLUVIO	mm/m y año	Valores negativos	Valores positivos	0
FORCENULLGRADPREC	Indicador de anulación de gradprec en Previsión				False
GPRECNULLALWAYS	Indicador de anulación total del gradiente de precipitaciones				False
TRANSFERENCIA					
EXKT	Exponente del Coeficiente de Transferencia		0.1	5	0.5
CKT	Coeficiente de Transferencia		0.1	5	1
COEFTRUNITARIOS	Coeficientes de transferencia entre celdas unitarios		0	1	0
COEFTRANSF	Coeficiente de transferencia fijo para todas las celdas		0	1	-1
PARÁMETROS DE CUENCA					
LATITUD	Latitud media de la cuenca	°			43

Parámetro	Descripción	Unidades	Límite Inferior	Límite Superior	Valor por omisión
PUSUEL	Ponderador de uso del suelo				0
VARIOS					
ESTACMETEO	Indica el número de estaciones meteorológicas utilizadas en cada celda para calcular la precipitación y temperatura. Valores negativos o cero, fuerzan a que se usen todas las estaciones.		1	Nº estaciones meteo	2
CORRECPREVI	Indica si se corrige la previsión con la rutina en vigor de corrección de caudales previstos.		0	1	1
MINSORREC	Intervalo en minutos en los que se produce la corrección del estado de la cuenca en periodo de simulación.		0		0 (desactivado)
FUSIÓN EXTENDIDA NIEVE-HIELO					
COEFTEMPHIELO	Coefficiente fusión por conducción/convección de aire para el hielo		0	2	1
COEFTEMPNIEVE	Igual que el anterior pero para la fusión de la nieve		0	2	1
DENSIDADHIELO	Valor de la densidad del hielo glaciar. Solo para calcular la superficie de contacto.	g/cm ³	0.5	0.9	0.8
COEFRADDIFHIELO	Coefficiente fusión radiación (directa-GHI y difusa-DIF) del hielo		0	2	1
COEFRADDIFNIEVE	Igual que el anterior pero para la fusión de la nieve		0	2	1
ALBEDOHIELO	Índice de reflexión de la radiación incidente sobre el hielo	Tanto por uno	0.25	0.5	0.35
ALBEDOTIERRA	Índice de reflexión de la radiación incidente sobre el suelo	Tanto por uno	0.02	0.2	0.12
GHI	Radiación directa en plano horizontal	kWh/anuales			538
DIF	Radiación difusa	kWh/anuales			1363
V80M	Velocidad media del viento	m/s	0	20	6
COEFCONVSL	Coefficiente de fusión por convección sin lluvia		0	2	0.5

Parámetro	Descripción	Unidades	Límite Inferior	Límite Superior	Valor por omisión
COEFCONVCLL	Coeficiente de fusión por convección con lluvia		0	4	2
C1CONV	Coeficientes de convección forzada del aire		0	10.45	2.265
C2CONV			0	10	10

Ficheros de Agua en Forma de Nieve .AFN

Los archivos de ajuste nival (AFN: Agua en Forma de Nieve) son el resultado del módulo de ajuste nival. Puede ser de forma automática, por medio de los ficheros NIE, o de forma manual introduciendo los coeficientes de la ley de innivación calculados mediante programas externos.

Estos ficheros contienen, para cada fecha, una primera línea con el volumen total de agua en forma de nieve (hm^3) acumulado en toda la cuenca, y a continuación las alturas de agua equivalente en forma de nieve (mm) que acumula cada celda; de tal forma que cuando el modelo Aster simule esta fecha, asignará a cada celda el valor de altura de nieve acumulada que figure en este fichero y para esa fecha. Por tanto, los ficheros .AFN pueden considerarse como un reinicio de los recursos nivales, ajustándolos a unos valores evaluados de forma externa la programa.

```

ASTER PERTI
Nombre de la cuenca
Número de fechas con datos AFN
Número de Celdas de la cuenca
Fecha del reajuste de nieve primer instante
Volumen total de agua en forma de nieve acumulada ( $hm^3$ )
AFN (mm) primera celda ..... AFN (mm) última celda
.....
Fecha del reajuste de nieve último instante
Volumen total de agua en forma de nieve acumulada ( $hm^3$ )
AFN (mm) primera celda ..... AFN (mm) última celda
    
```

Ficheros Históricos de Mediciones Nivales .HMN

Los Históricos de Mediciones Nivales (HMN) son ficheros que contienen los datos de Volumen de Agua en Forma de Nieve calculados para el conjunto de la cuenca a partir de las mediciones de nieve en campo. Sólo se utilizan para visualizar estos valores en las gráficas de simulación o previsión y poder compararlos con los valores calculados por Aster; por tanto no se utilizan para corregir los datos calculados por el modelo como sí se hacía con los ficheros .AFN. El nombre del fichero debe ser necesariamente igual al del fichero de cuenca seleccionado, pero con extensión .hmn

ASTER HMN
Nombre de la cuenca
Fecha ₁ , Valor Medición (hm ³) , S o N (Si se visualiza o no)
.....
Fecha _n , Valor Medición (hm ³) , S o N (Si se visualiza o no)

Ficheros de Agua en Forma de Hielo .AFH

Los ficheros de ajuste de agua en forma de hielo, son similares a los ficheros .AFN, pero ahora se dispone para cada celda de los volúmenes de agua en forma de hielo (mm) que cubren cada celda en una fecha determinada. Estos ficheros son utilizados para estudiar la fusión del hielo en zonas donde exista un glaciar y poder contabilizar así los recursos hídricos provenientes a partir de esta nueva fuente. El modelo Aster sólo es capaz de simular la fusión de este hielo, pero no es capaz de convertir nieve acumulada que con el paso del tiempo y con las condiciones oportunas se transforma en nuevo hielo. La fusión del hielo, sólo se produce cuando la nieve acumulada en la celda es inferior a un umbral, considerándose entonces que el hielo está expuesto directamente a la radiación, la lluvia y a los efectos de la temperatura ambiente.

El formato de estos ficheros es el siguiente:

ASTER PERTI
Nombre de la cuenca
Número de fechas con datos AFH
Número de Celdas de la cuenca
Fecha 1 del reajuste de hielo

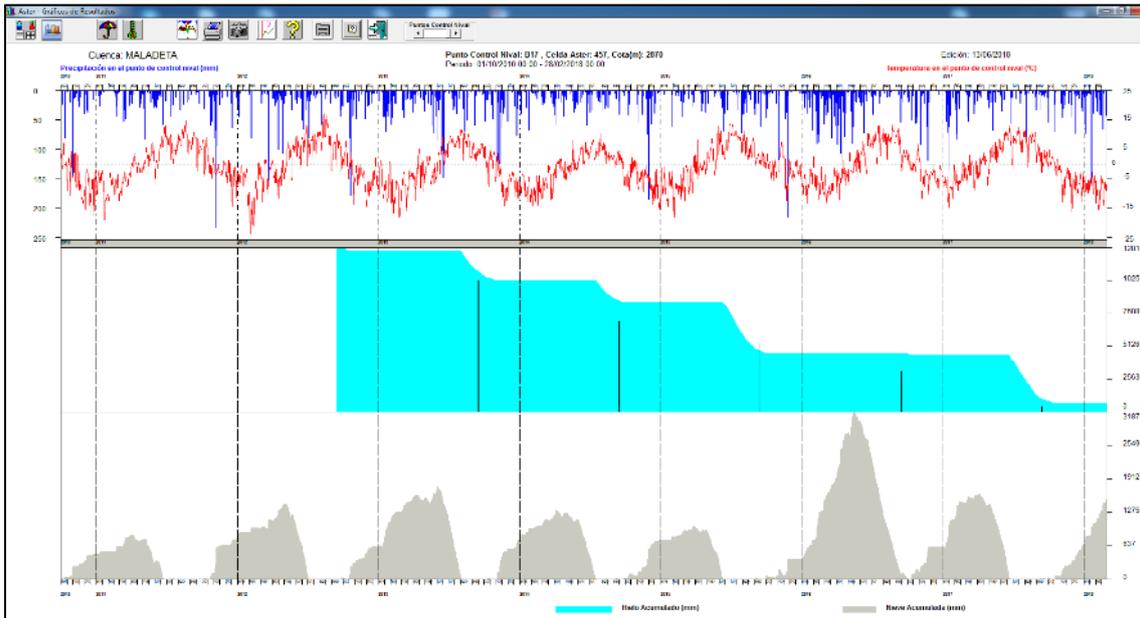
Volumen total de agua en forma de hielo (hm ³)
AFH (mm) primera celda AFH (mm) última celda
.....
Fecha del reajuste de hielo último instante
Volumen total de agua en forma de hielo (hm ³)
AFH (mm) primera celda AFH (mm) última celda

Tal y como se ha comentado, el modelo Aster no es capaz de simular el proceso físico de formación de hielo nuevo, por lo que sólo cuando simula alguna de las fechas contenidas en este fichero se inicia el proceso de fusión del hielo presente.

En este sentido cabe indicar que el dato del volumen total de agua en forma de hielo que aparece en la primera línea de cada fecha, sólo es utilizado para, o bien asignar a cada celda el valor del agua en forma de hielo, o bien para no asignarlo pero sí mostrarlo en los gráficos de evolución del hielo acumulado, sirviendo por tanto como un test para comprobar si el modelo Aster se está aproximando con sus cálculos a los valores obtenidos en campo (normalmente mediante campañas de georadar).

Si el dato del volumen de agua en forma de hielo (hm³) para una fecha está establecido a -1, esa fecha se usará como fecha de test. Cualquier otro valor, asignará a cada celda sus valores correspondientes.

En la siguiente figura se han asignado las acumulaciones de hielo en una primera fecha (donde comienza la gráfica en color cian de acumulación) y las barras negras indican otras fechas que estaban contenidas en el fichero .AFH, pero que han sido utilizadas como fechas de test para comprobar la bondad de los cálculos de Aster.



Evolución del hielo glaciario sobre una celda donde se encuentra un punto de control.

Ficheros de Aportaciones/Derivaciones externas .APE

Estos ficheros indican los instantes y los lugares (celdas) donde se producen aportaciones externas de caudal a la cuenca (aportaciones positivas) o derivaciones de caudal desde un punto de la cuenca al exterior (aportaciones negativas). Las aportaciones o derivaciones vienen expresadas en hm^3 acumulados para cada instante.

```

ASTER_APOR-EXT
Nombre de la cuenca
Nº instantes presentes en el fichero (m)
Nº de celdas donde se producen las aportaciones/derivaciones (n)
Unidades ( $\text{hm}^3$ )

Fecha1
Nº celda1 Aportación1 N°celda2 Aportación2 ..... N°celdan Aportaciónn
.....

Fecham
Nº celda1 Aportación1 N°celda2 Aportación2 ..... N°celdan Aportaciónn
    
```

Ficheros de Proyectos .APJ

Los ficheros de proyecto (.APJ) , no son más que unos ficheros con una secuencia de datos para automatizar una secuencia de ejecuciones sucesivas del programa.

Versión	Fila	Contenido
VERSIÓN 2 DE LOS FICHEROS .APJ	Header	1 | ASTER PROYECTOS V2 (el último carácter indica la versión del fichero de proyectos)
		1 | N° de ejecuciones en el fichero de proyecto
	BLOQUE QUE SE REPITE PARA CADA CUENCA, SEGÚN VERSIÓN DEL FICHERO .APJ	2 | Instante de inicio de ejecución (numérico)
		3 | Instante de fin de ejecución (numérico)
		4 | Conexión de caudales entre cuencas (ver comentario)
		5 | Nombre completo del fichero de cuenca .CUE
		6 | Nombre completo del fichero de estaciones .EST
		7 | Nombre completo del fichero de parámetros .INI
		8 | Nombre completo del fichero de datos .MET
		9 | Nombre completo del fichero de previsión .MOD
		10 | Nombre completo del fichero de corrección nival .AFN
		11 | Nombre completo del fichero de aportaciones .APE
		12 | Nombre completo del fichero de celdas de resultados .RES
		13 | Nombre completo del fichero de derivaciones .DRN
		14 | Nombre completo del fichero de embalses .EMB
		15 | Nombre completo del fichero de corrección hielo .AFH
		16 | Nombre del fichero de definición de malla meteorológica
		17 | Nombre del fichero de importación de datos externos
18 | N° celda donde calcular Aster (0 para estación de cierre)		

El bloque de líneas de la 2 a la 18 (inclusive) se repite para cada ejecución.

Por comodidad a la hora de ejecutar ficheros de proyectos cuyos ficheros de datos meteorológicos (.MET) integrantes se vayan actualizando periódicamente, se puede establecer el instante de fin de ejecución como nulo (0), y de esta forma se tomará como fecha de fin de ejecución el último instante con datos contenido en el fichero .MET. Si alguno de los ficheros no se utiliza, se debe dejar una línea en blanco en su fila correspondiente.

En la línea 4 se hace referencia a la conexión de caudales entre cuencas y permite que el caudal calculado en una simulación se considere como caudal entrante en otra simulación a través de una celda especificada. El formato utilizado para indicar a Aster esta conexión entre cuencas es de la forma:

N°_Simulación;N°_Celda_donde_conecta. (separados por ;)

centros de previsión), o pueden contener únicamente datos de precipitación para el estudio detallado de algún evento (mallas radar), por lo que los datos de las mallas meteorológicas pueden aplicarse tanto al periodo de simulación como al de previsión.

Aplicabilidad de la malla meteorológica:

Si al aplicar la malla meteorológica en la fecha que el usuario establezca, esto supone realizar una previsión (ya que se generan instantes de ejecución posteriores al final de la simulación), sólo se aplicarán los datos de la malla posteriores a este último instante de simulación. Así por ejemplo, si la ejecución finaliza el 25/05/2022 15:00 y el usuario selecciona una malla meteorológica con fecha de aplicación 25/05/2022 00:00 y que finaliza el 27/05/2022 00:00, sólo se aplicarán los datos de la malla posteriores al 25/05/2022 15:00 hasta este último instante de la malla meteorológica. En este caso, durante el periodo de simulación, el modelo siempre dará prioridad a los datos meteorológicos observados en las estaciones frente a los datos de la malla meteorológica.

Por contra, si la malla se aplica íntegramente dentro del periodo de simulación, sin forzar a iniciar una previsión, entonces todos sus datos se aplicarán en los instantes correspondientes.

De igual forma, la malla meteorológica debe ser suficientemente extensa espacialmente, para cubrir toda la extensión de la cuenca. En caso de que parte de la cuenca no quede cubierta por la malla, se avisará de ello, se grabarán los oportunos mensajes en el fichero de diagnóstico DIAG.XML y se finalizará la ejecución.

El programa soporta varios tipos de ficheros de mallas meteorológicas:

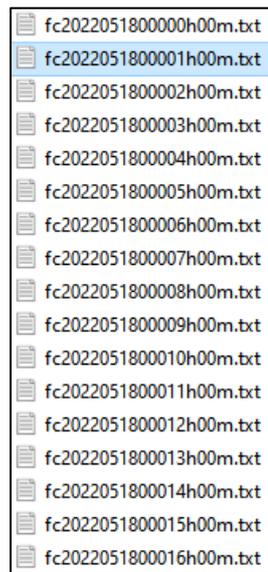
- 1) **Ficheros de previsión Hirlam con precisión 0,05° (aprox. 5x5 km).** Originariamente son ficheros grib2 que se procesan externamente al programa y se obtienen unos ficheros .txt con el contenido de las variables meteorológicas. El alcance temporal es de 7 días y el alcance espacial cubre todo el territorio español, los datos son acumulados diarios (precipitación) y medios diarios (temperatura) y la colección completa son 14 ficheros (7 de precipitación y 7 de temperatura). La colección completa de estos ficheros es de la forma:

PREVI1-P.TXT
PREVI1-T.TXT
PREVI2-P.TXT
PREVI2-T.TXT
PREVI3-P.TXT
PREVI3-T.TXT
PREVI4-P.TXT
PREVI4-T.TXT
PREVI5-P.TXT
PREVI5-T.TXT
PREVI6-P.TXT
PREVI6-T.TXT
PREVI7-P.TXT
PREVI7-T.TXT

2) **Ficheros de previsión HRES.IFS del ECMWF con precisión de 0,1° (aprox. 10x10 km).** Originariamente es un fichero en formato grib2 que se procesa externamente al programa y se obtiene un único fichero .txt con los datos de precipitación y temperatura para todo el periodo de previsión, que en este caso es de 10 días, y que presenta una periodicidad de previsión variable según el alcance al que se refiere la previsión (instante desde el inicio de la misma). En este caso el alcance espacial únicamente cubre la zona geográfica asociada al organismo (Confederaciones Hidrográficas) que recibe su previsión.

3) **Ficheros de previsión HARMONIE de AEMET con precisión de 0,025° (aprox. 2.5 x 2.5 km).** Son una colección de ficheros en formato grib2 que se procesa externamente al programa y se obtiene otra colección de ficheros .txt, cada uno de ellos para un intervalo de previsión de 1 hora. Contienen datos de precipitación y temperatura para un alcance temporal de 48 horas. En este caso su alcance espacial también cubre únicamente la zona geográfica asociada al organismo (Confederaciones Hidrográficas) que recibe su previsión.

En la siguiente tabla se muestra una colección de estos ficheros ya convertidos, en el que se ve la fecha para la que se creó la previsión, así como el offset temporal desde la fecha de inicio, para el que se aplica cada uno de los ficheros.



- 4) **Ficheros Esri ASCII grid.** En este caso tanto la resolución espacial (viene en la cabecera de estos ficheros) como temporal es variable. Su procedencia puede ser muy diversa, incluso de otros modelos de previsión que acaben exportando estas previsiones en un formato abierto como éste para que puedan ser usadas directamente por los modelos hidrológicos sin ningún tipo de tratamiento previo para convertir su formato. Si la malla meteorológica contiene ficheros de precipitaciones y temperaturas, el número de ficheros debe ser entonces un número par. Si fuese impar (algunos programas generan un fichero más de temperaturas para el instante 0, este fichero será obviado).

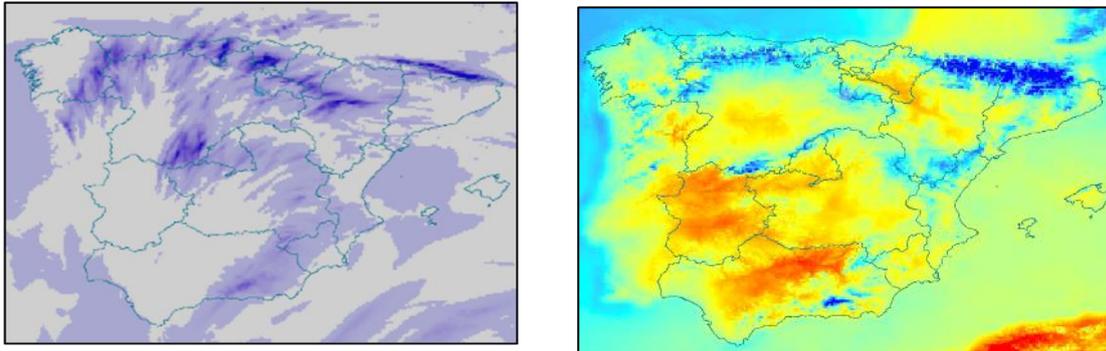
- 5) **Ficheros de previsión modelo ICON Europa.** Descargados con el software XYGrib (comentado en un apéndice de este manual), consisten en un solo fichero en formato grib2, con una resolución espacial de 0,0625° (aprox. 6,94 km), con una periodicidad temporal variable: horaria hasta los 3,5 días, y cada 1,2 horas hasta el 5° día.

- 6) **Ficheros de previsión modelo ARPEGE Europa.** Descargados también con el software XYGrib consisten en un solo fichero en formato grib2, con una resolución espacial de 0,1° (aprox. 11,11 km), con una periodicidad temporal horaria y alcance de 2,5 días.

- 7) **Ficheros de previsión modelo AROME Europa.** Descargados también con el software XYGrib consisten en un solo fichero en formato grib2, con una resolución

espacial de 0,025° (aprox. 2,78 km), con una periodicidad temporal horaria y alcance de 1 día y 18 horas.

Los datos proporcionados por estas mallas meteorológicas tienen el siguiente aspecto:



Distribución espacial de precipitación y temperaturas proporcionadas por las mallas meteorológicas.

Estos ficheros de malla meteorológica pueden ser usados tanto desde el programa cuando se trabaja con una sola cuenca, como desde el módulo de proyectos, como desde el modo de ejecución en background.

Si se quiere utilizar trabajando desde el modo nativo del programa y con una sola cuenca de trabajo, deberá hacerse una vez cargados y validados los ficheros de la cuenca, y justo cuando se inicie la ejecución de la simulación. Para ello, se ha habilitado un botón

que permite la importación de la malla meteorológica . Se pedirá que seleccione el tipo de malla meteorológica, según la clasificación comentada anteriormente y un vez procesada se pedirá el instante de inicio de aplicación de los datos de esta malla. Si el instante corresponde al periodo de previsión, deberá corresponderse con el instante inmediatamente posterior al último instante de simulación, de tal forma que nunca podrá existir un “hueco” temporal sin datos entre la simulación y el inicio de la previsión.

Tras las finalización de la ejecución, el programa Aster siempre genera una colección de ficheros en formato Esri AscII Grid, equivalentes a la malla meteorológica y con extensión .asc, con el objetivo que puedan ser manipulados desde cualquier aplicación GIS.

Si se desea utilizar esta malla desde el módulo de proyectos, bastará con seleccionar el

botón  para proceder a la selección del tipo de malla, de la colección de archivos y de la fecha de inicio de aplicación de los datos de la malla (siempre y cuando esta fecha no vaya incluida en el propio fichero de la malla como ocurre con las del tipo HRES.IFS del ECMWF).

Si la malla meteorológica quiere utilizarse desde el modo de ejecución de línea de comandos, el fichero de proyectos .apj (ver el apartado de definición de estos ficheros) deberá contener en el primer bloque de datos correspondientes a la primera cuenca a simular, un **fichero de definición de malla**, cuyo contenido debe ser el siguiente:

Línea	Descripción
1	<p>Carpeta donde se ubican los ficheros de la malla meteorológica. Esta carpeta puede ser una ruta absoluta, como c:\mallas\20220212\ como una ruta relativa como mallas\. En el primer caso se cargarán los ficheros desde esta ruta y en el segundo se cargarán desde la subcarpeta mallas dentro de la carpeta actual. En ambos casos, se cargarán todos los ficheros presentes, <u>por lo que se debería limpiar esta carpeta antes de copiar en ella los ficheros de la malla meteorológica</u>. Los ficheros deberán estar ordenados por nombre y si existe una colección de ficheros de precipitación y otra de temperatura, deberán nombrarse de tal forma que el primer fichero corresponda con la precipitación del primer instante, el segundo fichero debe corresponder con la temperatura de ese instante (si hay ficheros de temperaturas), y así sucesivamente.</p> <p>Los ficheros que ya han sido procesados, deberán borrarse de esta carpeta para evitar que se confundan con los nuevos ficheros de la malla meteorológica.</p>
2	<p>La segunda línea debe corresponder al instante de inicio de aplicación de los datos de la malla meteorológica (formato dd/mm/aaaa hh:mm). Si esta fecha está ya contenida dentro del fichero de malla meteo (por ejemplo en las mallas de tipo HRES.IFS del ECMWF), deberá dejarse en blanco. Si la fecha está contenida dentro del periodo de simulación, se aplicarán sus datos para este periodo. Si está fuera (malla de previsión), el programa siempre forzará a que esta fecha sea el siguiente al último instante de simulación (no puede existir huecos sin datos entre ambos periodos).</p>
3	<p>Valor numérico que indica el tipo de malla meteorológica según la siguiente tabla de posibles valores:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1: Malla Hirlam 2: Malla HRES.IFS del ECMWF 3: Malla Esri ASCII Grid 4: Malla HARMONIE de AEMET 5: Malla ICON EUROPA

	<p>6: Malla ARPEGE EUROPA</p> <p>7: Malla AROME EUROPA</p>
4	<p>Carácter de texto que indica si existe o no colección de ficheros de temperaturas. Posibles valores S (sí hay ficheros de temperaturas), N (no hay ficheros de temperaturas). Si no existe esta línea se tomará como valor S.</p>

Un ejemplo de contenido de fichero de definición de malla meteo:

MallaMeteo\
 \
 \
 1
 S

Donde la carpeta de contenido de la malla es MallaMeteo y se ubica dentro de la actual carpeta donde se cargan los ficheros de cuenca. La fecha de inicio (al estar ausente) será el instante siguiente tras el último instante de simulación, es de tipo 1 (malla Hirlam) y presenta ficheros con datos de temperatura.

Si se carga un fichero .apj con varias simulaciones a realizar, bastará que en la primera simulación de este fichero aparezca el nombre de definición de la malla meteo para que se proceda a la carga de sus ficheros y se aplique a todas las simulaciones contenidas en el .apj.

El programa Aster, cuando finaliza la ejecución del conjunto de cuencas seleccionadas, siempre genera una colección de ficheros equivalentes a los instantes de aplicación de la malla meteorológica en formato ESRI AscII grid (.asc), para que puedan ser utilizados con mayor comodidad en aplicaciones GIS. Se genera una colección con el mismo nombre que los ficheros originales de la malla, más diversa información que define el contenido del fichero. Así por ejemplo el fichero de nombre *fc2022051800001h00m_P_60m_1h_ESRI.asc* indica que contiene datos de precipitación, que contiene previsión para un intervalo de 60m y que se aplica 1h después de la fecha para la que se creó la previsión (18/05/2022); por tanto esta

previsión se aplicaría a partir del instante 18/05/2022 01:00 hasta el instante 18/05/2022 02:00

Si el intervalo de ejecución es diferente a la periodicidad de la previsión, se procederá bien a agrupar ó desagregar los datos de la previsión para hacerla coincidir. En este caso se creará una segunda colección de ficheros .asc que corresponde con los instantes de previsión ejecutados. Así por ejemplo el fichero *fc2022051800001h00m_2_T_1440m_ESRI.asc* indica que corresponde al segundo instante de previsión ejecutado, que la ejecución es diaria (1440m) y que el fichero contiene datos de temperaturas.

Los ficheros de malla meteorológica permanecen intactos tras su uso, por lo que es aconsejable borrarlos o moverlos a otra carpeta antes de incorporar una nueva colección de ficheros pertenecientes a una nueva malla, para evitar que el proceso automático de importación seleccione ambas colecciones de ficheros.

Ficheros de Importación de Datos Externos

El programa Aster permite la importación de datos meteorológicos y de aforo provenientes de diversas fuentes, como Confederaciones Hidrográficas, organismos públicos, empresas privadas, etc. El objetivo es completar los ficheros meteorológicos nativos de Aster (.MET) con los datos que vayan enviando estos organismos, cada uno en un formato acordado. Tanto desde el programa cuando se trabaja con una cuenca, como desde el módulo de proyectos o en background, se pueden importar estos ficheros eligiendo el origen de los mismos. Si el paso temporal de los datos a importar no es el mismo que el del fichero .MET cargado, se procederá a agrupar los datos de entrada, promediando las temperaturas y caudales y sumando las precipitaciones para adaptarlas al paso temporal del fichero .MET al que se incorporarán.

Desde la ejecución en background o desde el módulo de proyectos se pueden cargar todos los ficheros de datos externos presentes en una carpeta, la cual se indicará como un parámetro más dentro del fichero de proyectos (.apj). Ver formato de estos ficheros.

Este fichero de importación de datos externos tiene el siguiente contenido:

Línea	Descripción
1	Carpeta donde se ubican los ficheros externos a importar. Esta carpeta puede ser una ruta absoluta, como c:\Datos\Importa\ como una ruta relativa, como

	<p>Importa\. En el primer caso se cargarán los ficheros desde esta ruta y en el segundo se cargarán desde la subcarpeta mallas dentro de la carpeta actual. Los ficheros que ya han sido importados, deberán borrarse de esta carpeta para evitar que se vuelvan a importar, ralentizando este proceso.</p>																												
2	<p>Valor numérico que indica la procedencia de los ficheros de datos externos, según la tabla de valores siguiente:</p> <table border="0"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><u>Procedencia</u></th> <th style="text-align: right;"><u>Valor numérico</u></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SAIH EBRO Consolidado(*.txt)</td> <td style="text-align: right;">2</td> </tr> <tr> <td>SAIH Miño-Sil/Cantábrico (*.C??.*M??)</td> <td style="text-align: right;">3</td> </tr> <tr> <td>SAIH Tajo (*.MET)</td> <td style="text-align: right;">4</td> </tr> <tr> <td>SAIH Duero (*.D??.*txt)</td> <td style="text-align: right;">5</td> </tr> <tr> <td>Parques Nacionales (*.txt)</td> <td style="text-align: right;">6</td> </tr> <tr> <td>SAIH SNV (*.txt)</td> <td style="text-align: right;">7</td> </tr> <tr> <td>Parques Nacionales (*.dat)</td> <td style="text-align: right;">8</td> </tr> <tr> <td>Caudales ACCIONA (*.txt)</td> <td style="text-align: right;">9</td> </tr> <tr> <td>.CSV SAIH EBRO (*.csv)</td> <td style="text-align: right;">10</td> </tr> <tr> <td>SAIH Guadalquivir (*.E??)</td> <td style="text-align: right;">11</td> </tr> <tr> <td>SAIH EBRO Bruto(*.txt)</td> <td style="text-align: right;">12</td> </tr> <tr> <td>Canal Isabel II (*.csv)</td> <td style="text-align: right;">13</td> </tr> <tr> <td>Parque Sierra Guadarrama (*.csv)</td> <td style="text-align: right;">14</td> </tr> </tbody> </table>	<u>Procedencia</u>	<u>Valor numérico</u>	SAIH EBRO Consolidado(*.txt)	2	SAIH Miño-Sil/Cantábrico (*.C??.*M??)	3	SAIH Tajo (*.MET)	4	SAIH Duero (*.D??.*txt)	5	Parques Nacionales (*.txt)	6	SAIH SNV (*.txt)	7	Parques Nacionales (*.dat)	8	Caudales ACCIONA (*.txt)	9	.CSV SAIH EBRO (*.csv)	10	SAIH Guadalquivir (*.E??)	11	SAIH EBRO Bruto(*.txt)	12	Canal Isabel II (*.csv)	13	Parque Sierra Guadarrama (*.csv)	14
<u>Procedencia</u>	<u>Valor numérico</u>																												
SAIH EBRO Consolidado(*.txt)	2																												
SAIH Miño-Sil/Cantábrico (*.C??.*M??)	3																												
SAIH Tajo (*.MET)	4																												
SAIH Duero (*.D??.*txt)	5																												
Parques Nacionales (*.txt)	6																												
SAIH SNV (*.txt)	7																												
Parques Nacionales (*.dat)	8																												
Caudales ACCIONA (*.txt)	9																												
.CSV SAIH EBRO (*.csv)	10																												
SAIH Guadalquivir (*.E??)	11																												
SAIH EBRO Bruto(*.txt)	12																												
Canal Isabel II (*.csv)	13																												
Parque Sierra Guadarrama (*.csv)	14																												

Un ejemplo de fichero de importación de datos externos sería:

```

ImportaMeteo\Canal
13
ImportaMeteo\Parque
14

```

El cual indica que se deben importar todos los ficheros contenidos en las subcarpetas ImportaMeteo\Canal e ImportaMeteo\Parque, y que son ficheros provenientes del Canal de Isabel II y del Parque de la Sierra de Guadarrama respectivamente.

También se pueden importar datos externos para la cuenca que se tenga cargada,

pulsando en la pantalla principal sobre el icono , tras lo cual se deberá el tipo de fichero a importar (según la tabla anterior), así como la colección de ficheros a importar. Una vez finalizada la importación, los datos se habrán añadido al actual fichero meteorológico (.MET), que deberá ser cargado de nuevo para que se compruebe la disponibilidad de datos, ya que en este proceso de importación pudiera haber quedado algún instante nuevo sin datos.

En la primera línea de datos de este fichero se establece el tipo de cada una de ellas, de forma que si el valor de la aportación es positivo, se considerará como una aportación del exterior de la cuenca hacia la celda donde se produce; si es negativa se considera que la derivación se produce desde la celda de la cuenca hacia el exterior de la misma y, por último, si la aportación va precedida por el símbolo * se considera como una aportación forzada en la celda para ese instante.

No es necesario que se tengan datos de aportaciones/derivaciones para todos los instantes de simulación, pero **sí es necesario que las fechas que aparezcan estén ordenadas de forma ascendente**. Los instantes para los que se desconozca el dato de aportación/derivación en una celda se completarán con el valor NoHayDato que se tenga establecido en el fichero de usuario Asteruser.usr.

En el siguiente ejemplo se ilustran los tres tipos posibles de aportaciones. En la celda 145 se produce una aportación desde el exterior, en la 235 se produce una derivación hacia el exterior de la cuenca y en la 268 se fuerza la aportación para ese instante a un valor establecido:

145 0.213 235 -0.018 268 *.112

Fichero de resultados distribuidos en celdas .RES

Los ficheros de resultados distribuidos en celdas permite establecer en qué celdas de la cuenca se desean obtener los resultados numéricos que aparecerán reflejados en el fichero de resultados distribuidos *Nombre_Cuenca_RESCELDAS.xml* descrito en la sección ficheros de resultados XML.

El formato de estos ficheros es el siguiente:

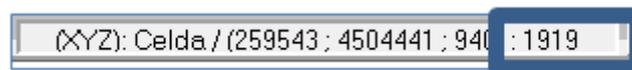
ASTER_RESCELDAS
Nombre de la cuenca
Número de celdas a grabar la colección de resultados distribuidos
Nº de celda 1
.....
Nº de celda n

A continuación se muestra un ejemplo de fichero de resultados donde se recogen tres celdas donde proporcionar la colección de resultados distribuidos.

```

ASTER_RESCELDAS
KYSUCA
3           Nº de celdas
145        Nº de orden de las celdas
296
424
    
```

El número de orden de las celdas es mostrado por el programa en la pantalla principal, al situar el ratón sobre cada una de las celdas que conforman la red de drenaje de la cuenca , tal y como se aprecia en el recuadro de la captura siguiente:



Fichero de Pértigas o Puntos de Control Nival o de Hielo .CPE

El nombre de este fichero debe ser necesariamente igual al del fichero de cuenca seleccionado, pero con extensión .cpe

El formato de los ficheros de pértigas/puntos de control nieve o hielo (pértigas nivales, telenivómetros, balizas, etc.), se detalla a continuación:

Cabecera del fichero:

```

ASTER CPERTI
Nombre de la cuenca
Número de pértigas/puntos control
    
```

Bloque de datos que se repite para cada pértiga/punto de control:

```

Nombre pértiga / punto de control
Código pértiga/punto de control
Coordenada X de la pértiga/punto de control
Coordenada Y de la pértiga/punto de control
Cota a la que se encuentra la pértiga/punto de control (m)
Línea sin uso, pero debe existir en blanco.
    
```

Estos puntos de control tienen un especial interés porque en ellos pueden visualizarse desde la pantalla de resultados gráficos del modelo Aster, tanto las evoluciones

temporales de la nieve acumulada como del hielo, por lo que se convierten en puntos de testeo de estas dos importantes magnitudes.

Ficheros de Derivaciones de Caudal .DRN

Los ficheros de derivaciones de caudal en canal se utilizan para definir las celdas donde se produce una derivación que permite extraer un determinado caudal en una celda de la cuenca con el objetivo de llevarlo a otra celda de la cuenca o al exterior de la misma, tal y como operan las derivaciones de centrales hidroeléctricas, de riego, de abastecimiento, etc. La derivación está sometida a una serie de condicionantes como son la necesidad de dejar un caudal ecológico aguas debajo de la toma, las variaciones en los caudales derivados en función de la época del año, la cantidad máxima que puede transportar una derivación, etc.

El formato de estos ficheros se describe a continuación.

Cabecera del fichero:

Línea	
1	ASTER DERIVACIONES
2	Nombre de la cuenca
3	Número de derivaciones.
4	Línea en blanco (necesaria)
5	Línea en blanco (necesaria)

Por cada derivación presente en la cuenca:

Línea	
1	Nombre o código de la derivación
2	Número de celda donde está la derivación (cargando la cuenca completa)
3	Número de celda donde vierte la derivación (cargando la cuenca completa). Si la derivación vierte fuera de la cuenca deberá aparecer el valor -1.
4	Tiempo tránsito de la derivación (minutos)

5	Caudal ecológico en la celda de la derivación (m ³ /s)
6	Caudal máximo que soporta la derivación (m ³ /s)
7	S,N indica si tiene fichero de reglas de caudal ecológico (ponderadores) El nombre del fichero será Nomcuenca_Numcelda.QEC
8	S,N indica si tiene fichero de reglas de derivación (ponderadores) El nombre del fichero será Nomcuenca_Numcelda.RDV
9	Línea en blanco

Es importante notar que las derivaciones deben aparecer ordenadas, es decir, primero las que están ubicadas más aguas arriba en la cuenca y en último lugar las más cercanas al punto de cierre.

Si una misma celda contiene derivaciones de tipo .APE y .DRN, primero se procesa la derivación de tipo .APE y con el caudal sobrante en cada momento se procesa la derivación de tipo .DRN. En el siguiente ejemplo hay presentes tres derivaciones en la cuenca, la primera de las cuales sí tiene ficheros.

Ficheros de Ponderadores de Caudal Ecológico de Derivación .QEC

Los ficheros de ponderadores de caudal ecológico se utilizan para indicar la presencia de estos ponderadores que multiplican directamente el caudal ecológico en el río para aumentarlo, disminuirlo o anularlo según las fechas que contenga y que deberán estar ordenadas de menor a mayor.

El formato de estos ficheros es el siguiente.

Cabecera del fichero:

Línea	
1	ASTER QECOLOGICO
2	Nombre de la cuenca
3	Número de fechas con ponderadores
4	Línea en blanco (necesaria)
5	Línea en blanco (necesaria)

Por cada fecha con ponderador:

Línea	
1	Fecha (formato dd/mm/aaaa hh:mm)
2	Valor numérico del ponderador de caudal ecológico

Las fechas funcionan como intervalos, comprobándose si cada instante de ejecución está comprendido en alguno de los intervalos (de ahí la necesidad de que estén ordenadas ascendentemente), y en último caso si el instante de ejecución es mayor que la última fecha del fichero, se le aplicará ese ponderador.

Ficheros de Reglas de Derivación .RDV

Los ficheros de reglas de derivación se utilizan para alterar las derivaciones en las fechas indicadas. Son ponderadores que multiplican directamente el caudal derivado máximo pudiendo reducir este valor según la estación del año, e incluso anular la derivación (estableciendo un valor cero). Las fechas deben estar ordenadas ascendentemente.

El formato de estos ficheros es el siguiente.

Cabecera del fichero:

Línea	
1	ASTER RGLDERIVACIONES
2	Nombre de la cuenca
3	Número de fechas con ponderadores
4	Línea en blanco (necesaria)
5	Línea en blanco (necesaria)

Por cada ponderador:

Línea	
1	Fecha (formato dd/mm/aaaa hh:mm)
2	Valor numérico del ponderador de regla de derivación.

Las fechas funcionan como intervalos, comprobándose si cada instante de ejecución está comprendido en alguno de los intervalos (de ahí la necesidad de que estén

ordenadas ascendentemente) y, en último caso, si el instante de ejecución es mayor que la última fecha del fichero, se le aplicará ese ponderador.

En el siguiente ejemplo, hay presentes tres derivaciones en la cuenca, la primera de las cuales sí tiene ficheros .QEC y . RDV asociados:

<u>Fichero Salazar.DRN</u>	<u>Fichero Salazar 386.QEC</u> (Asociado a la primera derivación)	<u>Fichero Salazar 386.RDV</u> (Asociado a la primera derivación)
ASTER DERIVACIONES SALAZAR 3	ASTER QECOLOGICO SALAZAR 2	ASTER RGLDERIVACIONES SALAZAR 2
CELDA 386 386 275 1440 2 6 S S	01/10/2014 00:00:00 1 01/04/2015 00:00:00 0.5 Descripción: A partir de la fecha 01/10/2015 el caudal ecológico determinado en el fichero .DRN queda reducido a la mitad.	01/10/2014 00:00:00 1 01/03/2015 00:00:00 0 Descripción: A partir de la fecha 01/03/2015 la derivación no actúa.
CELDA 356 356 275 0 0.5 2 N N		
CELDA 275 275 157 1440 4 10 N N		

Ficheros de Gestión de Embalses .EMB

Los ficheros de gestión de embalses se utilizan para definir las celdas donde existe un embalse así como la gestión que en él se realiza. En las celdas donde se encuentran ubicados los embalses, la transferencia de los recursos hídricos no se realiza como en el resto de celdas de la cuenca, sino que viene definida por los ficheros de gestión de embalses (descritos a continuación), de tal forma que en la celdas donde se ubican estos embalses, y tras acumular los recursos provenientes de su cuenca vertiente, se comprueba si se puede cumplir con la regla del caudal ecológico para esa fecha y, en

caso afirmativo, este caudal ecológico será el que se transmite aguas abajo del embalse. Si el volumen almacenado supera el volumen máximo del embalse, en este caso la diferencia entre valores ambos será el volumen transmitido.

El formato de los ficheros de embalse es el siguiente.

Cabecera del fichero:

Línea	
1	ASTER EMBALSES
2	Nombre de la cuenca
3	Número de Embalses
4	Línea en blanco (necesaria)
5	Línea en blanco (necesaria)

Por cada embalse:

Línea	
1	Nombre del embalse
2	Número de celda donde está el embalse (cargando la cuenca completa)
3	Volumen embalsado inicial (hm ³)
4	Volumen embalsado mínimo (hm ³)
5	Volumen embalsado máximo (hm ³)
6	Caudal ecológico aguas abajo del embalse (m ³ /s)
7	S,N indica si tiene fichero de reglas de caudal ecológico (ponderadores) El nombre del fichero será Nomcuenca_Numcelda.QEM
8	S,N indica si el embalse tiene fichero de reglas de vertido (ponderadores) El nombre del fichero será Nomcuenca_Numcelda.RVE
9	Línea en blanco (necesaria)

Ficheros de Ponderadores de Caudal Ecológico de Embalses .QEM

Los ficheros de ponderadores de caudal ecológico de embalses se utilizan para indicar la aplicación de estos factores de corrección de los caudales ecológicos para las fechas

que se especifican en el fichero. Estos ponderadores multiplican directamente el caudal ecológico en el río para aumentarlo, disminuirlo o anularlo (correcciones estacionales). Las fechas deben estar ordenadas ascendentemente.

El formato de estos ficheros es el siguiente.

Cabecera del fichero:

Línea	
1	ASTER QECOLOGICO
2	Nombre de la cuenca
3	Número de fechas con ponderadores
4	Línea en blanco (necesaria)
5	Línea en blanco (necesaria)

Por cada fecha con ponderador:

Línea	
1	Fecha (formato dd/mm/aaaa hh:mm)
2	Valor numérico del ponderador de caudal ecológico

Las fechas funcionan como intervalos, comprobándose si cada instante de ejecución está comprendido en alguno de los intervalos (de ahí la necesidad de que estén ordenadas ascendentemente), y en último caso si el instante de ejecución es mayor que la última fecha del fichero, se le aplicará ese ponderador.

Ficheros de Reglas de Embalses .RVE

Los ficheros de reglas de embalses se utilizan cuando no se tienen datos de entrada-salida de caudales del embalse pero sí se tienen los datos de los volúmenes almacenados para cada instante, de forma que para cada dato de volumen almacenado se le asocia un volumen de agua vertida.

El formato de estos ficheros es el siguiente.

Cabecera del fichero:

Línea	
1	ASTER RGLEMBALSES
2	Nombre de la cuenca
3	Número de reglas del embalse
4	Línea en blanco (necesaria)
5	Línea en blanco (necesaria)

Por cada regla de embalse:

Línea	
1	VolEmbAlivia (hm ³) VolVertAlivia (hm ³)

Las reglas de embalse deben estar ordenadas ascendentemente según el dato de VolEmbAlivia.

En los siguientes ficheros de ejemplo, hay presentes tres embalses, uno de los cuales tiene reglas de caudal ecológico y de reglas de embalse.

<u>Fichero Salazar.EMB</u>	<u>Fichero Salazar 386.QEM</u> (Asociado al primer embalse)	<u>Fichero Salazar 386.RVE</u> (Asociado al primer embalse)
ASTER EMBALSES SALAZAR 3	ASTER QECOLOGICO SALAZAR 3	ASTER RGLEMBALSES SALAZAR 6
EMBALSE 386 386 12 78 2 S S	01/10/2014 00:00:00 1 01/04/2015 00:00:00 0.5 01/06/2015 00:00:00 0.1	0 0 5 0.1 8 0.2 12 0.5 20 1 100 2
EMBALSE 275 275 3 25 0.5 N N	Descripción: Entre abril y junio del 2015 el caudal ecológico queda reducido a la mitad y a partir del 01/06/2015 se reduce a una décima parte.	Descripción: En la primera columna figuran los volúmenes de almacenamiento y en la segunda columna los de vertido.
EMBALSES 356 356 4 32 1 N N		

Ficheros de Hotstart (arranque en caliente)

La ejecución “ideal” del modelo Aster para una cuenca sería iniciarse en un instante temporal en que los valores de las magnitudes fundamentales controladas por el modelo no presenten valores extraordinarios (depósitos de las celdas, caudal circulante por el río, nieve acumulada en las zonas altas, etc.) puesto que de esta forma el modelo tiende a ajustar rápidamente el estado hidrológico de la cuenca con el estado real para el periodo de ejecución. Para poder cumplir este condicionante, se debería comenzar el proceso de ejecución desde el inicio de un año hidrológico. Ahora bien, esta hipótesis no siempre es realizable en la práctica, y para salvar esta situación se crean los ficheros de Hotstart (.sta) que almacenan el estado hidrológico de la cuenca para cada instante, de forma que se puedan iniciar posteriores ejecuciones del modelo en instantes cualesquiera, siempre y cuando se tengan almacenados los estados hidrológicos en los ficheros de hotstart. Actualmente el programa guarda los últimos 48 instantes finales del periodo de simulación. Desde el menú principal de selección de ficheros puede seleccionarse el tipo de ficheros de hotstart, y se mostrará para cada uno de los ficheros presentes en la carpeta de la cuenca, el periodo temporal que abarca. Cuando se selecciona iniciar la simulación desde fichero de hotstart, el nombre del fichero utilizado para cargar el estado inicial, queda reflejado tanto en el fichero de informe (.inf) como en el fichero de diagnóstico DIAG.xml

La presencia de los ficheros de hotstart es muy importante para tener la seguridad que el estado hidrológico inicial de la cuenca es el correcto. Para asegurar que siempre se dispondrá de un estado inicial almacenado en los ficheros de hotstart, se siguen unas normas estrictas durante el proceso de creación de los mismos, que a continuación se describen.

En primer lugar, el nombre de los ficheros de hotstart se forma con el código de la cuenca (nombre del fichero de cuenca .cue) y con extensión .sta, y se guardan en la carpeta donde están los ficheros asociados a cada cuenca. Si está activa la carga del hotstart se intentará cargar el fichero .sta correspondiente. Si no se encuentra este fichero, se intenta carga el fichero Patrón (fichero que almacena el estado para un año hidrológico completo) para esta cuenca, cuyo nombre comienza por P_ más el código de la cuenca. Si se encuentra, se carga el estado de la cuenca para la fecha deseada.

Los ficheros de hotstart se van sobrescribiendo conforme se van ejecutando nuevas simulaciones pero siempre se guardan las tres últimas versiones. El fichero de la última ejecución se guarda con el nombre de la cuenca y extensión .sta, el de la ejecución anterior se nombra con el nombre de la cuenca más _1.sta y el de la ante-penúltima ejecución se nombre con el nombre de la cuenca más _2.sta.

Si se desea recuperar el estado de la cuenca desde alguno de los ficheros de ejecuciones anteriores (_1, _2) basta con renombrarlos como el nombre de la cuenca más .sta.

Con toda esta dinámica se pretende asegurar que siempre se podrá cargar el estado inicial desde algún fichero de hotstart.

El nombre del fichero de hotstart utilizado en una simulación, viene reflejado en el fichero de informes .inf, dentro de la sección de ficheros utilizados.

Desde el fichero de usuario, AsterUser.usr se puede activar tanto la carga automática de los estados iniciales de la cuenca desde el fichero de hotstart, como la salvaguarda automática de estos ficheros después de cada sesión. Ver el apéndice II donde se muestran todas las variables controladas por el fichero AsterUser.usr

Hay que resaltar que si se realiza una previsión (con la opción de forzar la corrección de la previsión activada) y se utiliza un fichero de arranque en caliente para iniciar la ejecución, los resultados de la previsión pueden ser diferentes a si se realiza la misma previsión sin fichero de hotstart (que normalmente requerirá un periodo de simulación previo más extenso). Esto es debido a que la forzar al corrección de la previsión, se modifica el estado de la cuenca para el inicio de la prevision, con el objetivo de ajustarlo según las diferencias que puedan haber entre el caudal calculado y observado para el último instante de simulación. Al iniciarse desde un fichero de arranque en caliente, se disponen de menos instantes previos sobre los que apoyarse para hacer esta corrección, por lo que el estado de la cuenca al iniciarse la previsión, puede diferir de si se hubiese realizado la previsión sin fichero de hoststart y con un periodo de simulación previòn más extenso.



Alcazaba (Sierra Nevada)



Tormanto (Sistema Central)

APÉNDICE II. Fichero AsterUser.usr.

El fichero AsterUser.usr, es un fichero que define la configuración de la sesión de trabajo. Presenta algunas entradas que pueden ser modificadas por el usuario y otras que no deben ser alteradas. Cuando se inicia el programa, se carga este fichero desde la carpeta actual (carpeta desde donde se inicie el programa y que estará establecida en el acceso directo del escritorio de windows). Al iniciarse el programa se muestra el nombre de usuario establecido en este fichero de usuario. Si no existe tal fichero, se inicia como usuario invitado (que no presenta ninguna restricción en los módulos del programa). El usuario establecido al iniciarse el programa es el que perdura durante toda la sesión de trabajo.

Si posteriormente se cambia la carpeta de trabajo, se intentará cargar este fichero desde esta nueva carpeta para configurar las carpetas de ficheros de cuenca, de resultados, de importación de datos externos y de previsión.

Si no existiese fichero de usuario en esta carpeta de trabajo, se mantendrán los valores que se tuviesen establecidos en ese momento, salvo las carpetas antes citadas, que se asignarán todas ellas a la nueva carpeta de trabajo seleccionada por el usuario. Esta forma de proceder evita que los resultados de las nuevas ejecuciones, vayan a parar a carpetas de resultados que se tuviesen cargadas desde ficheros de usuario previos.

En el caso de ejecución desde la línea de comandos, el fichero Asteruser.usr deberá estar presente en la misma ubicación que el fichero de proyectos (.apj).

Entradas de valores posibles en el fichero de definición de usuario:

ENTRADA	DESCRIPCIÓN
USER=	Nombre de usuario. Debe ser un nombre válido proporcionado al usuario y no debe ser cambiado.
DIRINIT=	Carpeta con la ubicación de los ficheros de Aster (.CUE,.EST,.INI,.MET,...) Por omisión es la carpeta actual.
DIRRESU=	Carpeta donde se ubicarán los resultados de Aster. Por omisión es la misma carpeta que DIRINIT.
DIRPRED=	Carpeta donde se ubicarán las mallas meteorológicas de previsión. Si no está definida se tomará igual a DIRINIT.
DIRINITNOASTER1=	Carpeta desde donde se importarán los ficheros meteorológicos externos de intercambio. Si no está definida se tomará igual a DIRINIT.
NODATA=	Valor numérico que indica el valor por debajo del cual se considera ausencia de dato para ese instante (caso de que no aparezca esta línea en el fichero, se tomará como NODATA el valor -99).

ENTRADA	DESCRIPCIÓN
GRADIT=	Gradiente de Temperaturas para relleno de huecos de datos meteorológicos. Por omisión -4.5°C/1000m
MNRN=	Nº Minutos de ejecución de Aster. Si este nº es mayor que la periodicidad de los datos de entrada, se pone en marcha el proceso de agrupación de datos. Por omisión = 1440 minutos (1 día)
MAKE_PDF_RES=	Indica si se deben generar ficheros .pdf de resultados para cada pasada. Sus posibles valores son S,N. El nombre del fichero .pdf corresponde con el del fichero .cue, pero con extensión .pdf.
SAVEFSTA=	Indica si se debe salvar los ficheros de hotstart en las simulaciones. Por omisión S.
LOADFSTA=	Indica si se debe cargar, desde los ficheros de hotstart almacenados, el estado de la cuenca para el primer instante de simulación. Por omisión N.
ESTAEXTRAFILL=	Indica si se deben cargar estaciones auxiliares para el relleno de datos meteorológicos. Por omisión N.
EXTRAFILES=	Indica si se deben generar los ficheros de resultados cuando se ejecuta el modelo desde la línea de comandos a través de un fichero de proyectos .apj. Estos ficheros de resultados son los ficheros de base de datos .mdb. Por omisión N.
ESTFROMMALLA=	Indica si se deben considerar los puntos de la malla meteorológica de entrada como estaciones reales en la cuenca. Se generan los correspondientes ficheros de estaciones (.EST) para cada cuenca. Por omisión N.
RELLENAMETEO=	Indica si se debe comprobar la malla meteorológica para proceder al relleno de los huecos meteorológicos. Por omisión N.
MALLATOASC=	Indica si se debe convertir la malla meteorológica de entrada, a ficheros en formato abierto ESRI ASCII Grid (.asc). Por omisión N.

ENTRADA	DESCRIPCIÓN
<i>RESOMALLARES=</i>	Resolución en metros de la malla de resultados distribuidos. Por omisión 1000m
<i>INSTMALLARES=</i>	Número de instantes previos al instante final para los que generar ficheros de resultados distribuidos. Por omisión 10. El valor -1 genera los ficheros de resultados distribuidos para todos los instantes de ejecución.
<i>IMAGERESULTS=</i>	Indica si generar o no los ficheros de imagen de los resultados distribuidos. Valores. S , N (por omisión)
<i>IMAGEBITMAP=</i>	Indica el nombre del fichero gráfico del conjunto de cuencas simuladas sobre el que se generarán los ficheros de imagen de resultados distribuidos. El fichero será un .BMP que deberá estar ubicado en la misma carpeta que los ficheros de cuenca.
<i>XMINIMAGEBITMAP=</i> <i>XMAXIMAGEBITMAP=</i> <i>YMINIMAGEBITMAP=</i> <i>YMAXIMAGEBITMAP=</i>	Coordenadas extremas para el correcto escalado del fichero gráfico anterior.
<i>SWAPFILERESULTS=</i>	Activa (S) o desactiva (N) la creación de ficheros intermedios de resultados, rebajando la cantidad de recursos que el programa necesita para completar la ejecución con las opciones seleccionadas por el usuario. Si en algún momento se necesitase activar esta opción, el usuario será informado de ello. Activar esta opción aumenta el tiempo de cálculo. El valor por omisión es desactivado (N). Posibles valores N,S

Opciones configurables desde el fichero AsterUser.usr.

Este fichero de definición de usuario, puede estar presente en la carpeta donde se instaló la aplicación, de forma que todos estos parámetros se cargan al iniciar el programa. También puede estar en cada carpeta donde se tengan los datos de diferentes cuencas de trabajo, de forma que para cada una de ellas, se tengan diferentes valores para estos programas. Estos ficheros de configuración se cargan cuando se selecciona la carpeta de trabajo de cada una de las cuencas.

APÉNDICE III. Ficheros de resultados de Aster.

El programa permite generar gran variedad de ficheros de resultados, tanto en formato numérico como gráfico. Desde los diversos módulos del programa se permite exportar las pantallas de resultados a formato de fichero gráfico (.bmp), y desde las opciones de impresión del programa, se pueden generar ficheros en formato .pdf, siempre y cuando se tenga instalado el software adecuado.

III.1 Ficheros en formato .ASCII

La mayor parte de los ficheros de resultados que genera el programa se graban utilizando este formato, puesto que es la forma más flexible de que el usuario pueda manipularlos y adaptarlos a sus procesos de análisis de resultados.

III.1.1 Ficheros de resultados distribuidos

Son una colección de ficheros en formato Esri ASCII grid, que representan espacialmente las siguientes magnitudes de interés: nieve acumulada en la cuenca, nieve precipitada y precipitación total. Cada fichero representa los valores para cada instante de ejecución, a partir siempre del último instante simulado. El usuario puede elegir cuántos ficheros se generan en cada ejecución. La nomenclatura de estos ficheros es de la forma: GridNiePrec.xxxxxx, GridNieAcum.xxxxxx, Gridprecipita.xxxxxx, GridTempe.xxxxxx, GridCau.xxxxxx, GridDeposup.xxxxxx y GridDepoInf.xxxxxx donde xxxxxx representa un valor numérico que va desde el último instante de simulación hasta el primero. Cada uno de estos ficheros representa el estado de la cuenca para un instante y para la magnitud representada. Además de estos ficheros, se crean otros ficheros, con el mismo formato Esri ascii grid, con las magnitudes acumuladas (GridDepoTAcum.txt, GridPreciTotalAcum.txt, GridNiePrecAcum.txt) o magnitudes medias (GridCauMedia.txt, GridTempMedia.txt, GridNieAcumMedia.txt) para todo el periodo simulado.

En el caso de que se ejecuten un conjunto de cuencas a través de un fichero de proyectos (.apj), los ficheros de resultados distribuidos representan el área geográfica del conjunto de todas las cuencas.

III.1.2 Ficheros de resultados en proceso por lotes

Desde el módulo de proyectos se pueden ejecutar una colección de simulaciones, en las que pueden dar multitud de incidencias si los ficheros meteorológicos no están

previamente chequeados. Para descubrir qué simulaciones pueden haber ocasionado estas anomalías, se crea el fichero *AsterEjecuciones.txt* en el que aparece el resultado de la simulación de cada cuenca y el motivo por el que alguna de ellas puede haber finalizado con errores.

Si el resultado del conjunto de las simulaciones ha sido satisfactorio, se crea un fichero de resultados conjuntos a todas ellas llamado *Aster-Resumen.txt* donde se totalizan las magnitudes más importantes calculadas por el modelo. Se puede ver su contenido en el apéndice *III.3.11 Resultados para una ejecución desde el módulo de proyectos*.

III.2 Ficheros en formato .XML

El programa genera para cada cuenca, un conjunto de tres ficheros de resultados en formato .XML (eXtensible Markup Language). Estos tres ficheros siguen la siguiente nomenclatura:

- 1) Nombre_Cuenca_RESCELDAS.xml: Contiene los resultados distribuidos en las celdas indicadas en el fichero de resultados .RES
- 2) Nombre_Cuenca.xml: contiene las series más importantes de resultados de las magnitudes calculadas por el modelo.
- 3) Nombre_Cuenca_fews_Caudales.xml: contiene únicamente las series de caudales observado y calculado para todos los instantes.
- 4) Nombre_Cuenca_fews_NieAcum.xml: contiene únicamente la serie de nieve acumulada.

En los ficheros de resultados distribuidos en celdas se incluyen dos conjuntos de resultados: los que comienzan con el sufijo *CUE* que representan las magnitudes (acumuladas o promedio) referentes a la cuenca vertiente a esta celda, y los que comienzan con el sufijo *CEL* referidas a las magnitudes intrínsecas de la propia celda de resultados.

Estos ficheros presentan primeramente un bloque de unidades y descripción de las magnitudes incluidas; y en segundo lugar y, para cada celda de resultados, una cabecera con los datos de interés de la celda:

Unidades_CUENCA	
= Descripción	Variables de CUENCA referidas a toda la cuenca vertiente a esa celda.
= Variables	Prefijo CUE_
= Temperatura	°C , Temperatura media ponderada.
= Precipitacion	mm , Precipitación media ponderada.
= Nieve_precipitada	mm , Nieve precipitada media ponderada.
= Nieve_acumulada	hm ² , Nieve acumulada.
= Evaporacion	mm , Evaporación media ponderada.
= Fusion	hm ² , Fusión acumulada.
= Caudal	m ³ /s , Caudal en el punto de cierre
= Superficie	km ²
= CotaMedia	m

Unidades_CELDA	
= Descripción	Variables de CELDA referidas sólo en la celda.
= Variables	Prefijo CEL_
= Temperatura	°C , Temperatura media.
= Precipitacion	mm , Precipitación acumulada.
= Nieve_precipitada	mm , Nieve precipitada acumulada.
= Nieve_acumulada	mm , Nieve acumulada.
= Evaporacion	mm , Evaporación acumulada.
= Fusion	mm , Fusión acumulada.
= Caudal	m ³ /s , Caudal.
= Superficie	km ²
= CotaMedia	m

Bloque de unidades y descripción de magnitudes.

header																											
1	header																										
2	header																										
	<table border="1"> <tr> <td>type</td> <td>instantaneous</td> </tr> <tr> <td>locationId</td> <td>53</td> </tr> <tr> <td>parameterId</td> <td>Q.aster, NieAcum.Aster</td> </tr> <tr> <td>timeStep</td> <td>unit=minutes multiplier=60</td> </tr> <tr> <td>startDate</td> <td>date=2014-08-31 time=22:00:00</td> </tr> <tr> <td>endDate</td> <td>date=2015-03-01 time=00:00:00</td> </tr> <tr> <td>intervalo_resultado</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>fecha_inicio_simulacion</td> <td>31/08/2014 22:00</td> </tr> <tr> <td>fecha_fin_simulacion</td> <td>26/02/2015 10:00</td> </tr> <tr> <td>fecha_fin_prevision</td> <td>01/03/2015 00:00</td> </tr> <tr> <td>missVal</td> <td>-99</td> </tr> <tr> <td>stationName</td> <td>Celda: 53</td> </tr> <tr> <td>stationCode</td> <td>6340</td> </tr> </table>	type	instantaneous	locationId	53	parameterId	Q.aster, NieAcum.Aster	timeStep	unit=minutes multiplier=60	startDate	date=2014-08-31 time=22:00:00	endDate	date=2015-03-01 time=00:00:00	intervalo_resultado	60	fecha_inicio_simulacion	31/08/2014 22:00	fecha_fin_simulacion	26/02/2015 10:00	fecha_fin_prevision	01/03/2015 00:00	missVal	-99	stationName	Celda: 53	stationCode	6340
type	instantaneous																										
locationId	53																										
parameterId	Q.aster, NieAcum.Aster																										
timeStep	unit=minutes multiplier=60																										
startDate	date=2014-08-31 time=22:00:00																										
endDate	date=2015-03-01 time=00:00:00																										
intervalo_resultado	60																										
fecha_inicio_simulacion	31/08/2014 22:00																										
fecha_fin_simulacion	26/02/2015 10:00																										
fecha_fin_prevision	01/03/2015 00:00																										
missVal	-99																										
stationName	Celda: 53																										
stationCode	6340																										

Bloque de datos de cabecera de celda de resultados.

Y un bloque con las dos colecciones de resultados numéricos citadas antes:

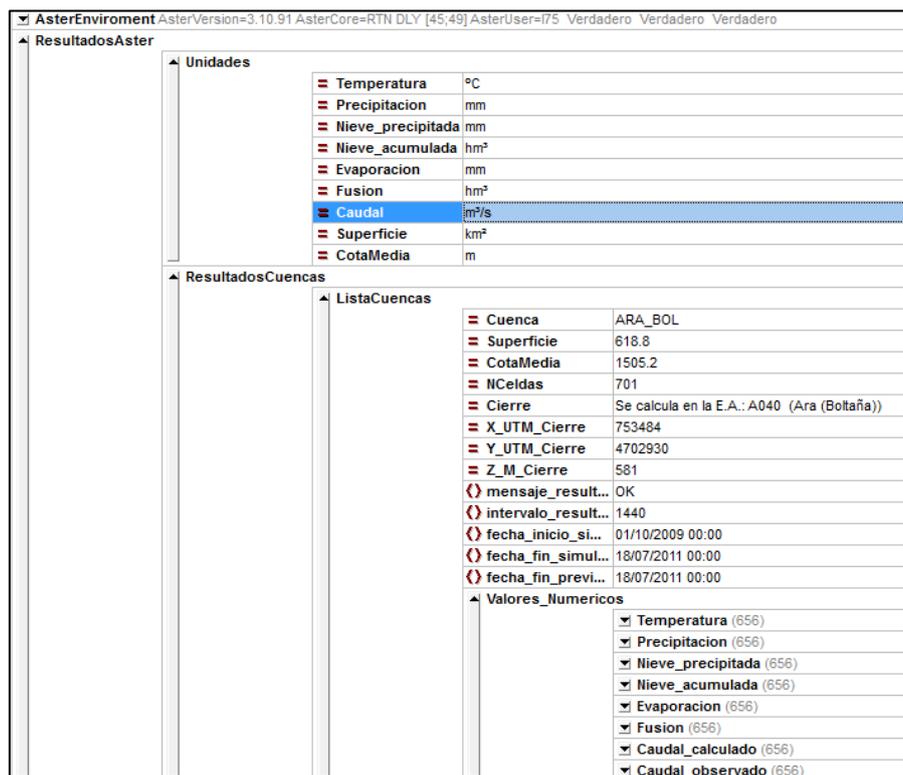
	= date	= time	= CUE_Temperatura	= CUE_Precipitacion	= CUE_Nieve_prec...	= CUE_Nieve_acu...
1	2014-08-31	22:00:00	16.31	0.00	0.00	0.00
2	2014-08-31	23:00:00	15.76	0.00	0.00	0.00
3	2014-09-01	00:00:00	15.59	0.00	0.00	0.00
4	2014-09-01	01:00:00	15.28	0.00	0.00	0.00
5	2014-09-01	02:00:00	15.18	0.00	0.00	0.00
6	2014-09-01	03:00:00	15.23	0.00	0.00	0.00
7	2014-09-01	04:00:00	14.83	0.00	0.00	0.00
8	2014-09-01	05:00:00	15.18	0.00	0.00	0.00
9	2014-09-01	06:00:00	15.94	0.00	0.00	0.00
10	2014-09-01	07:00:00	17.50	0.00	0.00	0.00
11	2014-09-01	08:00:00	17.92	0.00	0.00	0.00
12	2014-09-01	09:00:00	17.56	0.00	0.00	0.00

Bloque de resultados de cuenca

	= date	= time	= CEL_Temperatura	= CEL_Precipitacion	= CEL_Nieve_prec...	= CEL_Nieve_acu...
1	2014-08-31	22:00:00	16.31	0.00	0.00	0.00
2	2014-08-31	23:00:00	15.76	0.00	0.00	0.00
3	2014-09-01	00:00:00	15.59	0.00	0.00	0.00
4	2014-09-01	01:00:00	15.28	0.00	0.00	0.00
5	2014-09-01	02:00:00	15.18	0.00	0.00	0.00
6	2014-09-01	03:00:00	15.23	0.00	0.00	0.00
7	2014-09-01	04:00:00	14.83	0.00	0.00	0.00
8	2014-09-01	05:00:00	15.18	0.00	0.00	0.00
9	2014-09-01	06:00:00	15.94	0.00	0.00	0.00
10	2014-09-01	07:00:00	17.50	0.00	0.00	0.00
11	2014-09-01	08:00:00	17.92	0.00	0.00	0.00
12	2014-09-01	09:00:00	17.56	0.00	0.00	0.00

Bloque de resultados de celda

El siguiente esquema muestra la estructura del segundo de los ficheros anteriores:



Esquema fichero .XML de resultados.

También se genera un fichero *diag.xml* donde se recogen las incidencias más importantes en el proceso de ejecución del modelo, tal y como se muestra en la siguiente imagen:

level	description
1 3	INFORME MODELO ASTER 7.1.35
2 3	Modelo hidrológico pluviométrico-nival de simulación y previsión
3 3	(C) Junio 2005, SPESA Ingeniería
4 3	Av. César Augusto 3, 10°C - 50004 Zaragoza (Spain)
5 3	(+34) 976410147 , 976134787
6 3	aster@spesa.es
7 3	www.spesa.es
8 3	Aster 7.1.35 : Iniciando programa (27/08/2018 09:39)
9 3	Aster ejecutable: C:\DATAG\ASTERW\ASTER32.5\Aster_Caesar\Unifica_Aster_Caesar_V7.1_2018\asterw.EXE 10/07/2018 09:14
10 3	Aster Core: 5.20.6 2018
11 3	Sesión Iniciada por el usuario: SPESA Verdadero Verdadero Verdadero [Falso]
12 3	Información de usuario: SPESA Verdadero Verdadero Verdadero
13 3	Información complementaria: Falso
14 3	Fichero de usuario: C:\DATAG\ASTERW\ASTER32.5\Aster_Caesar\Unifica_Aster_Caesar_V7.1_2018\AsterUser.USR
15 3	Línea de comando:
16 3	Fichero de proyecto, versión: 2
17 3	Procesando cuenca: IRATI
18 3	Ejecutando modelo Aster para la cuenca: C:\DATAG\ASTERW\Cuencas_Aster\ACCIONA_Spesa\Aster\Cuencas2017\irati_IRABIA.CUE
19 3	Rutina Aster utilizada: Versión 5 - Esquema nuevo
20 3	Asignados datos meteorológicos directamente desde la malla meteorológica.
21 3	Corregida la previsión de caudales para la cuenca: IRATI
22 3	Versión: C Fecha caudal episodio: 26/08/2018 00:00 Periodo patrón: [04/01/2012 00:00 - 02/01/2012 00:00] Caudal patrón (m³/s): 0.7 Caudal episodio(m³/s): 0.5 Estación de control: Emb. IRABIA Estado simple: 0.0
23 3	Resultado Simulación: IRATI - OK
24 3	Procesando cuenca: ESERA
25 3	Ejecutando modelo Aster para la cuenca: C:\DATAG\ASTERW\Cuencas_Aster\ACCIONA_Spesa\Aster\Cuencas2017\ESERA_LINSOLES.CUE
26 3	Rutina Aster utilizada: Versión 1 - Esquema clásico
27 3	Asignados datos meteorológicos directamente desde la malla meteorológica.
28 3	Corregida la previsión de caudales para la cuenca: ESERA
29 3	Versión: C Fecha caudal episodio: 26/08/2018 00:00 Periodo patrón: [26/01/2014 00:00 - 24/01/2014 00:00] Caudal patrón (m³/s): 3.2 Caudal episodio(m³/s): 3.2 Estación de control: Emb. Linsoles Estado simple: 0.0

Ejemplo de fichero DIAG.XML

III.3 Fichero general de informe .INF

Los resultados proporcionados por el programa pueden ser, según su naturaleza, de dos tipos: gráficos o numéricos. Los resultados gráficos son creados desde las distintas opciones del programa pueden ser impresos o se pueden generar ficheros de salvaguarda (.bmp, .pdf). Los resultados numéricos se generan de forma desatendida para el usuario creándose para ello los ficheros de informe (.inf) o el fichero de resumen para una ejecución del módulo de proyectos (Aster-Resumen.txt).

El fichero de resultados .inf, proporciona todos los resultados que se pueden obtener con el modelo Aster. Estos resultados son la base para la representación de las gráficas de resultados, y algunos de ellos sólo se pueden ver, mediante la edición de este fichero. Según la naturaleza de los resultados, éstos se han agrupado en diferentes bloques.

Además del fichero .inf, se generan otros ficheros de resultados en formato XML con algunas series numéricas de interés. Estos ficheros tienen el nombre de la cuenca y el nombre de la serie que contienen más la extensión .xml.

III.3.1 Información general del programa

Este bloque de resultados da información diversa sobre la versión del programa con la que se ha creado el fichero de resultados y otra información variada que puede ser de utilidad en caso de que lo solicite el departamento de soporte técnico. El aspecto que presenta es el siguiente:

```
INFORME MODELO ASTER 3.9.79
```

```
[C:\DATAG\ASTERW\ASTER32.5\Aster_Caesar\Unifica_Aster_Caesar\Asterw.EXE  
E 25/07/2006 12:36:59]
```

```
Aster Core: RTN DLY [38;41]
```

```
Fecha de creación de este informe: 04/08/2006 16:05
```

III.3.2 Periodo de cálculo y datos generales de la cuenca de estudio

Aquí se presentan algunos datos fisiográficos de interés de la cuenca, los ficheros de trabajos seleccionados por el usuario y los periodos de tiempo que comprenden los ficheros meteorológicos cargados y el periodo de tiempo seleccionado para realizar la simulación, tal y como puede observarse en el siguiente ejemplo:

```
---- DATOS FÍSICOS DE LA CUENCA
Nombre Cuenca...:ARAGON_YESA
Superficie.....:2133.4 km²
Altitud media...:1085.8 m
Altitud máxima...:2480.1 m
Altitud mínima...:471.0 m
Número de Celdas: 590
Se calcula en la E.A.: E029 (Embalse de Yesa)

---- DATOS METEOROLÓGICOS
-- PERIODO ORIGINAL
Dato Inicial.: 01/10/2002 00:00 Dato final.: 04/06/2006 00:00
Periodicidad de los datos: Diarios

---- DATOS DE SIMULACIÓN
-- PERIODO SIMULADO
Dato Inicial.: 01/10/2002 00:00 Dato final.: 04/06/2006 00:00
Número de datos: 1343
Periodicidad de la ejecución: Diarios

---- DATOS DE PREVISIÓN
-- PERIODO DE PREVISIÓN
No se realiza previsión.

-- FICHEROS UTILIZADOS
Cuenca.... : C:\DATAG\ASTERW\Calibraciones-2006\Ebro_2002-
06\Nueva\Aragon_Yesa.CUE
Bitmap : C:\DATAG\ASTERW\Calibraciones-2006\Ebro_2002-
06\Nueva\Aragon_Yesa.BMP
Estaciones : C:\DATAG\ASTERW\Calibraciones-2006\Ebro_2002-
06\Nueva\Aragon_Yesa.est
Parámetros : C:\DATAG\ASTERW\Calibraciones-2006\Ebro_2002-
06\Nueva\Aragon_yesa.ini
Datos MTO. : C:\DATAG\ASTERW\Calibraciones-2006\Ebro_2002-
06\Nueva\Aragon_Yesa-dia.MET
```

ND: Dato No Disponible

III.3.3 Parámetros estadísticos del ajuste

Se muestran los parámetros estadísticos que definen la bondad de la simulación realizada. La definición de estos parámetros puede verse en el apéndice IV.3.

--- PARÁMETROS DE AJUSTE

Coefficiente de Correlación, $R = 0.819$

NTD = 0.666

Coefficiente de variabilidad, $CoVb = 0.748$

Relación residuos-caudal medio, $S = 0.641$

III.3.4 Datos hidro-morfológicos y balance hidrológico

Este es uno de los bloques de resultados más importantes porque de él se pueden extraer conclusiones sobre el comportamiento hidrológico de la cuenca (balance hidrológico) y se obtienen órdenes de magnitud respecto de las variables hidrológicas más importantes para el periodo simulado.

-- DATOS HIDRO-MORFOLÓGICOS DE LA CUENCA (PERIODO DE SIMULACIÓN)

Coefficiente de Evaporación: 0.524

Coef.Esorrentía Calculado: 0.479

Coef.Esorrentía Observado: 0.487

-- BALANCE HIDROLÓGICO (PERIODO DE SIMULACIÓN)

Precipitación Total (hm^3) : 8393.2

Evaporación Total (hm^3) : 4394.2

Incremento Depósitos (hm^3) : -11.7

Incremento Nieve Acumulada (hm^3): 0.0

Aportación Calculada (hm^3) : 4018.2

Aportación Observada (hm^3) : 4084.7

Incremento Depósitos (%) : -15.3

Inc.Depósitos/Preci.Total (%) : -0.1

III.3.5 Balance nival

Este bloque de resultados únicamente aparece en el caso de que se haya seleccionado, en la pantalla de selección de ficheros de trabajo, la opción de visualización de los datos históricos de mediciones nivales (.hmn). Este bloque de resultados informa sobre la diferencia entre la nieve acumulada calculada por el modelo y la que figura en el fichero .hmn, que fue obtenida mediante campañas de medición en campo.

```
-- BALANCE NIVAL EN FECHAS CON DATOS DE CAMPO(PERIODO DE SIMULACIÓN)
  N° Fechas con Datos Nivales de Campo           : 12
  Modelo Aster. Total Nieve Acumulada(hm³)       : 1236.9
  Mediciones Campo. Total Nieve Acumulada(hm³)   : 1683.6
  Diferencia Nieve Calc. por Modelo - Mediciones Campo (%) : -36.1
```

III.3.6 Resumen de datos meteorológicos

En este bloque aparecen resumidos los datos meteorológicos tanto en estaciones meteorológicas como en la cuenca completa.

```
---- DATOS DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS (SIMULACIÓN + PREVISIÓN)
-- PRECIPITACIONES
Estación: A268Y           AR.ESCA(ISABA)
Máxima = 49.6 mm   Total =4098.0 mm
Estación: A271Y           AR.ARAGÓN(CANFRANC)
Máxima = 46.2 mm   Total =3229.2 mm
Estación: A061Y           SUBORDÁN/JAVIERRAG
Máxima = 70.6 mm   Total =2721.7 mm
Estación: P016Y           PLV. ANSÓ
Máxima = 52.6 mm   Total =3364.9 mm
Estación: P017Y           PLV.LOBERA D' ONSE
Máxima = 98.4 mm   Total =1953.8 mm
Estación: P015Y           PLV. HECHO
Máxima = 90.0 mm   Total =3257.2 mm

-- TEMPERATURAS
Estación: A268Y           AR.ESCA(ISABA)
Máxima = 25.7 °C   Mínima = -5.3 °C   Media =11.2 °C
Estación: A271Y           AR.ARAGÓN(CANFRANC)
Máxima = 25.6 °C   Mínima = -7.9 °C   Media =10.4 °C
Estación: P016Y           PLV. ANSÓ
Máxima = 26.4 °C   Mínima = -7.0 °C   Media =10.2 °C
Estación: P015Y           PLV. HECHO
Máxima = 25.7 °C   Mínima = -6.7 °C   Media =10.0 °C
```

---- DATOS GENERALES PARA LA CUENCA COMPLETA (SÓLO PERIODO DE SIMULACIÓN)

-- TEMPERATURAS

Máxima	Fecha	Mínima	Fecha	Media
24.0 °C	14/08/2003 00:00	-7.9°C	26/01/2005 00:00	9.2°C

-- PRECIPITACIONES

Máxima	Fecha	Total
51.1 mm	07/09/2004 00:00	3934.3 mm

-- NIEVE PRECIPITADA/ACUMULADA

Máxima	Fecha	Máxima	Fecha
23.6 mm	29/01/2003 00:00	241.4 hm ³	05/02/2003 00:00

-- CAUDALES CALCULADOS (SIMULACIÓN)

Máximo	Fecha	Mínimo	Fecha	Medio	Total
191.6 m ³ /s	02/12/2002 00:00	0.3 m ³ /s	24/09/2005 00:00	34.6m ³ /s	4018.21 hm ³

-- CAUDALES OBSERVADOS (SIMULACIÓN)

Máximo	Fecha	Mínimo	Fecha	Total
378.6 m ³ /s	04/02/2003 00:00	ND		4084.70 hm ³

III.3.7 Hipsometrías nivales

Este bloque únicamente aparece si se seleccionó la opción de cálculo Informe de nieve acumulada por intervalo de cotas, que permite que para la fecha seleccionada y para el intervalo de cotas elegido, se proporcionen datos de volúmenes de agua en forma de nieve equivalentes almacenados, superficies innivadas, cota de inicio de nieve y alturas de agua equivalente para cada franja de cotas.

SUPERFICIE INNIVADA Y VOLÚMENES ALMACENADOS POR COTAS

Fecha: 05/03/2008 00:00:00
 Intervalo (m): 100
 Cota Inicio Nieve (m): 1518
 Superficie Total Innivada (Km²): 222.4 (37.4 %)
 Altura Agua Equiv. Media(mm): 166.0
 Volumen Agua en forma de Nieve(hm³): 36.9

Intervalo Cotas(m)	Superficie Cuenca (Km ²)	Superficie Innivada (Km ²)		Volumen Almacenado hm ³		Altura Agua Equivalente (mm)
		Sup./sup.	total innivada	Vol./vol.	Total almacenado	
623 - 700	4.9	0.0	(0.0 %)	0.00	(0.0 %)	0.00
700 - 800	28.0	0.0	(0.0 %)	0.00	(0.0 %)	0.00
800 - 900	22.5	0.0	(0.0 %)	0.00	(0.0 %)	0.00
900 - 1000	40.8	0.0	(0.0 %)	0.00	(0.0 %)	0.00
1000 - 1100	52.3	0.0	(0.0 %)	0.00	(0.0 %)	0.00
1100 - 1200	30.7	0.0	(0.0 %)	0.00	(0.0 %)	0.00
1200 - 1300	72.8	0.0	(0.0 %)	0.00	(0.0 %)	0.00
1300 - 1400	58.3	0.0	(0.0 %)	0.00	(0.0 %)	0.00
1400 - 1500	39.8	0.0	(0.0 %)	0.00	(0.0 %)	0.00
1500 - 1600	36.3	14.5	(6.5 %)	0.09	(0.3 %)	6.49
1600 - 1700	37.9	37.9	(17.0 %)	1.33	(3.6 %)	35.09
1700 - 1800	32.8	32.8	(14.8 %)	3.04	(8.2 %)	92.68
1800 - 1900	27.7	27.7	(12.5 %)	4.01	(10.8 %)	144.62

1900 - 2000	15.3	15.3 (6.9 %)	2.75 (7.5 %)	179.55
2000 - 2100	17.1	17.1 (7.7 %)	3.80 (10.3 %)	222.46
2100 - 2200	11.4	11.4 (5.1 %)	2.79 (7.5 %)	244.50
2200 - 2300	20.3	20.3 (9.1 %)	5.42 (14.7 %)	267.27

III.3.8 Datos de resultados mensuales

Este bloque presenta las variables meteorológicas e hidrológicas, agrupadas por meses. Según la naturaleza de las mismas, los resultados pueden ser valores medios o acumulados para cada mes.

---- DATOS MENSUALES

	Temp (°C)	Prec. (mm)	NievePre (mm)	NieveAc (mm)	Evap. (mm)	ApCalc (hm ³)	ApObs (hm ³)
ene05	0.5	37.6	15.8	28.6	9.9	70.6	57.9
feb05	-0.6	28.7	15.4	40.8	7.0	42.9	30.7
mar05	4.2	32.5	5.1	38.9	41.0	46.7	75.9
abr05	7.8	125.9	28.5	20.6	72.7	91.3	133.9
may05	13.0	83.1	1.1	1.8	99.2	94.5	101.8
jun05	18.3	58.7	0.0	0.0	66.6	34.3	24.0
jul05	19.0	14.7	0.0	0.0	16.4	10.1	7.9
ago05	17.6	55.0	0.0	0.0	55.5	4.1	6.0
sep05	14.2	58.4	0.0	0.0	53.2	1.2	7.8
oct05	11.2	165.6	0.8	0.0	67.8	38.4	45.5
nov05	4.5	90.9	28.0	5.8	28.4	75.7	45.2
dic05	-0.1	106.0	40.1	39.6	6.6	117.8	58.8
ene06	1.0	58.6	27.1	65.7	9.9	106.7	62.6
feb06	1.4	54.7	24.2	72.0	9.8	62.6	37.9
mar06	6.3	156.6	38.3	80.5	54.9	166.1	184.3
abr06	9.3	58.9	1.7	29.8	82.6	165.3	101.7
may06	13.3	65.1	0.3	3.1	76.5	100.9	62.8
jun06	12.6	0.0	0.0	0.0	1.1	7.5	1.4
TOTAL:	9.2	3934.3	648.7		2059.8	4018.2	4084.7

III.3.9 VAFN y Temperatura calculados en los puntos de control nival

En este bloque se presentan los resultados de volumen de agua en forma de nieve (VAFN) y temperatura calculados por el modelo, en las celdas donde se encuentran ubicados los puntos de control nival.

--- VOLUMEN DE AGUA EN FORMA DE NIEVE (mm) EN LOS PUNTOS DE CONTROL NIVAL

Cota celda (m): 2601,92 2108,67

Fecha / Código P11021 P12001

Fecha / Código	P11021	P12001
01/10/2002 00:00	0.0	0.0
02/10/2002 00:00	7.2	0.0
03/10/2002 00:00	7.2	0.0
04/10/2002 00:00	7.2	0.0
05/10/2002 00:00	7.2	0.0
06/10/2002 00:00	7.2	0.0
07/10/2002 00:00	7.2	0.0
08/10/2002 00:00	7.2	0.0
09/10/2002 00:00	49.8	0.0
10/10/2002 00:00	66.9	9.3
11/10/2002 00:00	86.3	13.2
12/10/2002 00:00	86.5	9.5
13/10/2002 00:00	85.3	5.4
14/10/2002 00:00	84.2	0.0
15/10/2002 00:00	82.7	0.0
16/10/2002 00:00	79.2	0.0
17/10/2002 00:00	83.6	0.7

--- TEMPERATURA (°C) EN LOS PUNTOS DE CONTROL NIVAL

Fecha / Código P11021 P12001

Fecha / Código	P11021	P12001
01/10/2002 00:00	1.3	5.8
02/10/2002 00:00	0.1	3.5
03/10/2002 00:00	1.1	4.5
04/10/2002 00:00	1.1	4.5
05/10/2002 00:00	1.2	4.7
06/10/2002 00:00	1.2	4.3
07/10/2002 00:00	0.1	2.4
08/10/2002 00:00	0.2	2.6
09/10/2002 00:00	0.0	3.0
10/10/2002 00:00	-2.9	0.5
11/10/2002 00:00	-1.0	2.1
12/10/2002 00:00	0.9	3.1
13/10/2002 00:00	2.0	3.3
14/10/2002 00:00	2.0	4.1
15/10/2002 00:00	2.2	5.0
16/10/2002 00:00	3.0	5.3
17/10/2002 00:00	-1.1	1.8

III.3.10 Resultados instantáneos

En este bloque se presentan los resultados numéricos instantáneos (dependiendo de la periodicidad de ejecución seleccionada por el usuario) más importantes y que son la base para la creación de la mayoría de los gráficos de resultados del modelo. En función de si se seleccionó fichero de previsión (.mod), pueden aparecer más o menos columnas de datos correspondientes al periodo de previsión. El carácter ND indica que este dato no está disponible.

[Datos Numéricos]

Fecha	Temp	Prec	NievePre	NieveAc	Evap	Fusión	Qcalc	Qobs	ApCcInst	ApObInst	ApCcAc	ApObAc	ApObMixAc
dd/mm/aaaa hh:nn	°C	mm	mm	hm ³	mm	hm ³	m ³ /s	m ³ /s	hm^{3}	hm^{3}	hm^{3}	hm^{3}	hm ³
01/10/2006 00:00	14.8	1.509	0.000	0.00	4.95	0.000	19.00	19.00	1.64	1.64	1.6	1.6	1.6
02/10/2006 00:00	14.5	0.000	0.000	0.00	4.78	0.000	10.34	15.00	0.89	1.30	2.5	2.9	2.9
03/10/2006 00:00	13.8	5.090	0.000	0.00	4.45	0.000	9.92	22.00	0.86	1.90	3.4	4.8	4.8
04/10/2006 00:00	9.4	1.634	0.011	0.00	2.59	0.022	9.58	22.00	0.83	1.90	4.2	6.7	6.7
05/10/2006 00:00	10.4	0.000	0.000	0.00	2.95	0.000	9.24	18.00	0.80	1.56	5.0	8.3	8.3
06/10/2006 00:00	10.1	0.000	0.000	0.00	2.47	0.000	8.91	16.00	0.77	1.38	5.8	9.7	9.7
07/10/2006 00:00	13.4	0.227	0.000	0.00	2.78	0.000	8.53	12.00	0.74	1.04	6.5	10.7	10.7
08/10/2006 00:00	12.9	0.000	0.000	0.00	1.80	0.000	8.17	11.00	0.71	0.95	7.2	11.7	11.7
09/10/2006 00:00	13.9	0.000	0.000	0.00	1.39	0.000	7.80	12.00	0.67	1.04	7.9	12.7	12.7
10/10/2006 00:00	13.3	4.268	0.000	0.00	3.34	0.000	7.45	12.00	0.64	1.04	8.5	13.7	13.7
11/10/2006 00:00	12.1	16.562	0.000	0.00	3.55	0.000	7.41	18.00	0.64	1.56	9.2	15.3	15.3
12/10/2006 00:00	9.6	1.215	0.001	0.00	2.60	0.001	8.18	31.00	0.71	2.68	9.9	18.0	18.0
13/10/2006 00:00	9.3	0.000	0.000	0.00	2.40	0.000	6.93	26.00	0.60	2.25	10.5	20.2	20.2
14/10/2006 00:00	9.6	0.000	0.000	0.00	2.11	0.000	6.44	19.00	0.56	1.64	11.1	21.9	21.9
15/10/2006 00:00	10.3	0.000	0.000	0.00	1.84	0.000	6.18	14.00	0.53	1.21	11.6	23.1	23.1
16/10/2006 00:00	13.3	0.000	0.000	0.00	1.90	0.000	5.89	14.00	0.51	1.21	12.1	24.3	24.3
17/10/2006 00:00	13.8	1.877	0.000	0.00	2.68	0.000	5.58	9.00	0.48	0.78	12.6	25.1	25.1

En este fichero se incluyen un conjunto de magnitudes, algunas de las cuales son magnitudes medias ponderadas en la cuenca como la temperatura, precipitación, evaporación o la nieve precipitada. Algunas de ellas aparecen también como magnitudes acumuladas en el conjunto de la cuenca (en este caso sus unidades suelen ser hm³). Los caudales observados, calculados o previstos se refieren al punto de cierre seleccionado por el usuario. Las aportaciones presentan una nomenclatura de forma que tras los primeros caracteres *Ap*, van seguidas de *Cc* u *Ob* para indicar si son aportaciones calculadas u observadas, seguidas de los caracteres *Inst* ó *Ac* para indicar si son instantáneas o acumuladas desde el primer instante.

En este bloque de datos, se incluye la que se ha llamado *Aportación Observada Mixta Acumulada* (*ApObMixAc*) de tal forma que se calcula acumulando los datos de la aportación instantánea observada para aquellos instantes en los que se disponga de dato de aportación instantánea observada y para el resto de instantes donde no se dispone de este dato, se acumula la correspondiente aportación instantánea calculada por el modelo. De esta forma, se dispone de una variable que aglutina todas las aportaciones observadas, y que además no presenta ausencia de datos lo que haría

inviabile cualquier comparativa con las correspondientes magnitudes calculadas por el modelo.

También aparecen las posibles aportaciones/derivaciones externas en la cuenca (ApoExt), así como los incrementos o decrementos en el estado de los depósitos y su acumulación total para cada instante.

III.3.11 Resultados para una ejecución desde el módulo de proyectos

Desde el módulo de proyectos, se podía ejecutar un conjunto de cuencas, para las que se generan sus correspondientes ficheros de resultados (.inf) y se crea además un fichero resumen donde se reúnen las variables hidrológicas para el conjunto de las simulaciones. Este fichero tiene un nombre fijo (Aster-Resumen.txt) y se ubica en la misma carpeta donde se encuentre el fichero de proyectos (.apj).

Los bloques de resultados presentes en este fichero son los siguientes:

- Información general del programa:

```
INFORME MODELO ASTER 3.9.79
[C:\DATAG\ASTERW\ASTER32.5\Aster_Caesar\Unifica_Aster_Caesar\Asterw.EXE 25/07/2006
12:36:59]
I75 Verdadero
Aster Core: RTN DLY [19;19]
```

Fecha de creación de este informe: 07/08/2006 11:47

ND: Dato No Disponible.

- Conjunto de variables hidrológicas y estadísticas para cada cuenca:

----- PERIODO DE SIMULACIÓN -----

Cuenca	Periodo	Coef. Correlación	NTD	TMed (°C)	PrecTot (mm)	CotaInicio Nieve (m)	Max_Nie Acum (Hm³)	Fecha_Max Nie Acum	Nie_Acum Final (Hm³)	Sup_Inniv (Km²)	% Sup Innivada	QCalc_Fin (m³/s)	QObs_Fin (m³/s)	Apor_Calc (Hm³)	Apor_Obs (Hm³)
ARAGON_YESA	01/10/2004 00:00 - 04/06/2006 00:00	0.77	0.54	8.0	1556.5	-99	207.5	11/03/2006 00:00	.0	.0	0.0 %	20.5	4.8	1468.8	1200.5
ARA_BOL	01/10/2004 00:00 - 04/06/2006 00:00	0.56	-1.14	6.3	2228.1	2731	63.7	05/03/2006 00:00	1.7	5.6	0.9 %	5.7	6.5	758.2	531.7
CINCA_ESCA	01/10/2004 00:00 - 04/06/2006 00:00	0.55	0.28	4.7	1643.6	2701	154.3	05/03/2006 00:00	1.8	6.1	0.8 %	16.6	9.8	707.8	767.2
ESERA_CAMPO	01/10/2004 00:00 - 04/06/2006 00:00	0.75	0.04	2.6	1741.9	2623	163.9	11/03/2006 00:00	10.7	35.7	6.8 %	21.7	10.6	532.3	952.8
GALL_BUBAL	01/10/2004 00:00 - 04/06/2006 00:00	0.66	0.05	4.0	1464.9	2762	67.8	24/03/2006 00:00	.0	1.4	0.5 %	6.0	1.8	219.2	464.8
GARONA_BOS	01/10/2004 00:00 - 04/06/2006 00:00	-1.00	-1.00	3.5	1478.1	2615	65.4	23/03/2006 00:00	2.1	10.5	2.3 %	10.0	ND	345.0	ND
PALLA_TALARN	01/10/2004 00:00 - 04/06/2006 00:00	0.79	0.58	4.0	1015.6	-99	287.5	11/03/2006 00:00	.0	.0	0.0 %	21.8	18.8	925.5	947.9
RIB_PSUERT	01/10/2004 00:00 - 04/06/2006 00:00	0.61	-1.22	3.8	1418.5	2684	78.8	23/03/2006 00:00	1.1	6.0	1.1 %	13.5	6.4	387.6	207.1
SEGRE_SEO	01/10/2004 00:00 - 04/06/2006 00:00	0.68	0.23	2.6	947.1	2215	195.3	11/03/2006 00:00	.8	11.1	0.9 %	19.8	4.7	485.9	394.6
VALIRA_SEO	01/10/2004 00:00 - 04/06/2006 00:00	0.75	0.50	2.3	868.5	-99	57.2	22/03/2006 00:00	.0	.0	0.0 %	2.6	3.4	213.5	288.8

- Balance nival para el conjunto de cuencas:

Si el fichero de histórico de mediciones nivales (.hmn) se encuentra presente en la carpeta donde se ubica el fichero de proyectos, se crea un bloque de resultados donde se comparan los valores nivales calculados por el modelo para el conjunto de cuencas y los valores presentes en este fichero y que habrán sido obtenidos mediante campañas de medición nival:

BALANCE NIVAL EN FECHAS CON DATOS DE CAMPO (PERIODO DE SIMULACIÓN)

Nº Fechas con Datos Nivales de Campo : 6
 Modelo Aster. Total Nieve Acumulada (hm³) : 4263.0
 Mediciones Campo. Total Nieve Acumulada (hm³) : 4460.0
 Diferencia Nieve Calc. por Modelo - Mediciones Campo (%) : -4.62

- Variables hidrológicas de interés:

Se presentan un conjunto de columnas con las variables hidrológicas resumen para el conjunto de cuencas y para cada instante de la simulación.

Fecha	Precipitación Total (Hm ³)	Temperatura Media (°C)	Nieve Prec (Hm ³)	Nieve Acum (Hm ³)	Fusión (Hm ³)	Aport. Calc. Acumulada (Hm ³)	Aport. Obs. Acumulada (Hm ³)	Aport.Obs.Mixta. Acumulada (Hm ³)
01/10/2006 00:00	5.7	11.8	0.0	0.0	0.0	10.1	-99.0	10.1
02/10/2006 00:00	0.0	11.8	0.0	0.0	0.0	14.6	-99.0	19.4
03/10/2006 00:00	65.5	11.3	0.8	0.0	0.8	20.0	-99.0	31.6
04/10/2006 00:00	22.1	6.1	4.2	2.7	1.6	25.9	-99.0	42.9
05/10/2006 00:00	0.2	6.2	0.1	2.3	0.5	30.8	-99.0	52.7
06/10/2006 00:00	0.0	6.9	0.0	1.3	1.0	35.4	-99.0	63.0
07/10/2006 00:00	0.7	9.5	0.0	0.3	1.0	39.7	-99.0	72.2

III.4 Ficheros en formato .MDB

Los resultados generados por el modelo pueden ser grabados en dos ficheros en formato Microsoft Access (.MDB), y cuyos nombres de ficheros deben ser los siguientes: AsterRes.MDB y AsterGIS.MDB. La grabación de los resultados en estas bases de datos se activa desde la entrada EXTRAFILES del fichero AsterUser.usr. La presencia de estos ficheros es mantenida por compatibilidad, puesto que los ficheros de datos distribuidos representan gráficamente esta misma información. La activación de este parámetro puede ralentizar considerablemente el proceso de grabación de resultados del modelo.

APÉNDICE IV. Formulación básica del modelo Aster

IV.1 Cálculo de la temperatura y precipitación en las celdas de la cuenca

La temperatura y precipitación sobre una celda concreta se calculan a partir de todas las estaciones meteorológicas incluidas en el fichero de estaciones .est (activas) y que tengan dato válido para ese instante.

La temperatura en las celdas se calcula así:

$$T_a = \frac{\sum_{i=1}^n \left[\frac{1}{d_i^2} * \left(T_i + \frac{\nabla_{temp}}{1000} * (H_a - H_i) \right) \right]}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i^2}}$$

donde T_a es la temperatura de la celda, d_i es la distancia geométrica entre el centro de la celda y la estación, H_a y H_i son las cotas de la celda y la estación, T_i es la temperatura (°C) registrada en la estación y ∇_{temp} es el gradiente de temperaturas de la cuenca definido en el fichero de parámetros .ini.

Por su parte la precipitación en las celdas se calcula así:

$$P_a = \frac{\sum_{i=1}^n \left[\frac{1}{d_i^2} \left(P_i * \left(1 + \frac{\nabla_{prec}}{Pr Med_i} * (H_a - H_i) \right) \right) \right]}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i^2}}$$

donde los parámetros son iguales que en el caso anterior, y $PrMed_i$ es la precipitación media anual en la estación, P_i es la precipitación (en mm) registrada en la estación y ∇_{prec} es el gradiente de precipitaciones definido en el fichero de parámetros .INI.

Para el cálculo de la temperatura media y precipitación total en la cuenca, se pondera cada dato obtenido en la celda según su superficie ya que las celdas no tienen la misma superficie. La fórmula general de ponderación para obtener la media D_m de un dato cualquiera D_i que se produce sobre una superficie $SuperfC_i$ y para una superficie total de la cuenca global $SupTotal$, será:

$$\bar{D}_m = \frac{\sum D_i * SuperfC_i}{SupTotal}$$

De esta forma, todos los datos medios para la cuenca que se obtienen a partir de datos de celda deben estar ponderados: altitud media y los datos medios de temperatura, precipitación, acumulación de nieve y evaporación.

IV.2 Cálculo de la Temperatura y Precipitación en el periodo de previsión.

Los datos Termométricos y Pluviométricos interpolados a partir de la hipótesis de previsión se calculan como:

Temperatura en una estación:

$$T_{est} = T_{prev} + \nabla_{temp} * (Cota_{Est} - Cota_{Ref}) / 1000$$

donde T_{est} es la temperatura calculada en la estación, T_{prev} es la temperatura prevista para el día de previsión, ∇_{temp} es el gradiente de temperatura, $Cota_{Est}$ es la cota a la que se encuentra la estación, $Cota_{Ref}$ es la cota a la que se realiza la previsión.

Precipitación en una estación:

$$P_{est} = P_{prev} * (1 + (Cota_{est} - Cota_{Ref}) * \nabla_{pre} / PreciMedi)$$

los parámetros son análogos al caso anterior y PreciMedi es la precipitación media anual de la estación (viene en los ficheros .EST).

IV.3 Coeficientes de bondad del ajuste.

Los coeficientes que definen la bondad del ajuste realizado, son los siguientes:

COEFICIENTE DE CORRELACIÓN **R**, entre los caudales observados y calculados. Indica la covarianza entre los valores observados y calculados, variando entre 1 y -1.

$$R = \frac{\sum(Q_c - \overline{Q_c})(Q_o - \overline{Q_o})}{\sqrt{\sum(Q_c - \overline{Q_c})^2 \sum(Q_o - \overline{Q_o})^2}}$$

donde:

- Q_o y Q_c : caudales observados y calculados para toda la serie disponible.
- $\overline{Q_o}$ y $\overline{Q_c}$: medias respectivas de caudales observados y calculados en los días que sirven para calcular el coeficiente.

Según esta fórmula, un comportamiento sólo homotético entre las dos poblaciones proporcionará un valor de R elevado (así, si $Q_c = k Q_o$ $R=1$). El sincronismo en magnitud de los picos de caudal hace aumentar el valor de R.

CRITERIO DE NASH o **NTD**. Este criterio representa la relación entre la varianza residual y la varianza de los caudales observados; para valores próximos a cero o negativos, la media anual es mejor estimador que los caudales calculados por el modelo. El criterio NTD es complementario al coeficiente R, indicando la magnitud de la diferencia entre los caudales observados calculados.

$$NTD = 1 - \frac{\sum(Q_c - Q_o)^2}{\sum(Q_o - \overline{Q_o})^2}$$

En definitiva, un valor alto de R y bajo de NTD señalaría una buena respuesta a los aguaceros, pero sin la magnitud adecuada (comportamiento homotético) y, al contrario, un NTD alto (en este caso, R suele superar 0,5) indicaría una buena respuesta en magnitud a los aguaceros pero con los picos de caudal atenuados o con falta de sincronismo.

RELACIÓN DE LAS DESVIACIONES TÍPICAS ENTRE EL CAUDAL CALCULADO Y EL OBSERVADO, **CoVb**

$$CoVb = \sqrt{\frac{\sum(Qc - \overline{Qc})^2}{\sum(Qo - \overline{Qo})^2}}$$

Se trata de un indicador de variabilidad:

- $CoVb > 1$: el caudal calculado tiene mayor variabilidad (oscilación con respecto a la media) que el observado. Con $R=1$, indica que el modelo calcula más agua.
- $CoVb < 1$: el caudal calculado tiene menor variabilidad.

RELACIÓN ENTRE LA DESVIACIÓN TÍPICA DE LOS RESIDUOS Y LOS CAUDALES MEDIOS OBSERVADOS, S :

$$S = \frac{\sqrt{\frac{\sum(Qc - Qo)^2}{n}}}{\overline{Qo}}$$

Su valor óptimo es 0, y suele estar en torno a 0,5. Este criterio está relacionado con el NTD, al estar ambos basados en la suma de cuadrados.

IV.4 Descarga y procesamiento de previsiones meteorológicas.

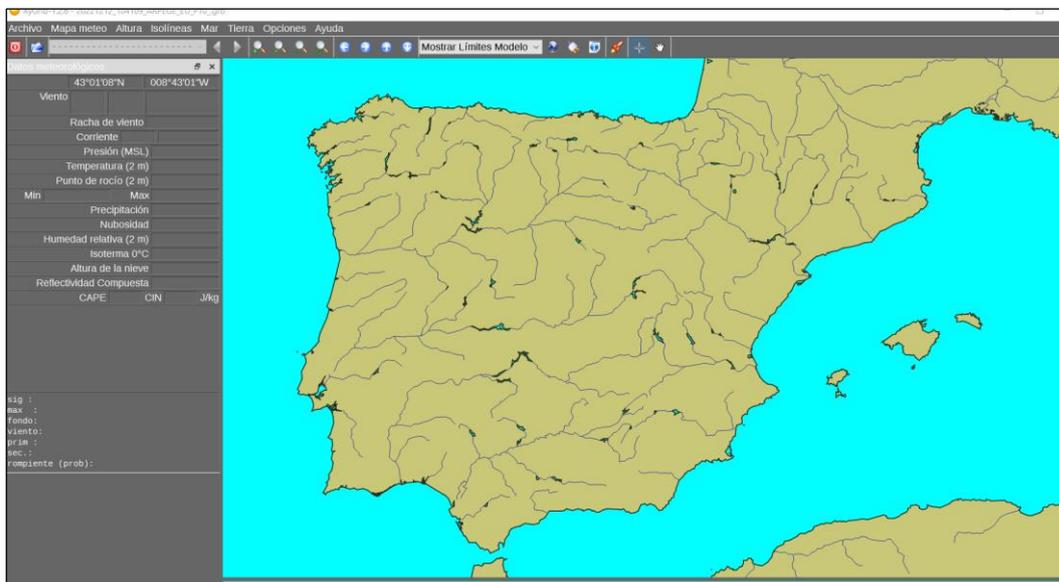
Algunas de las previsiones meteorológicas comentadas en un apartado anterior, pueden ser descargadas libremente mediante la utilización del software adecuado, e independientemente de su origen deben ser procesadas desde su formato original (normalmente formato grib2) a un formato abierto ASCII para su incorporación al modelo.

En este apéndice se detalla en primer lugar la descarga desde estas previsiones de libre uso, y posteriormente el procedimiento de procesamiento de cualquiera de las previsiones meteorológicas soportadas por Aster.

DESCARGA DE PREVISIONES METEOROLÓGICAS CON EL PROGRAMA XYGRIB

El programa XYGrib es un software open source descargable desde <https://opengribs.org/en/xygrib>

Una vez instalado el programa tiene el siguiente aspecto (el cuál es personalizable):



Programa de descarga de previsiones meteorológicas XYGrib.

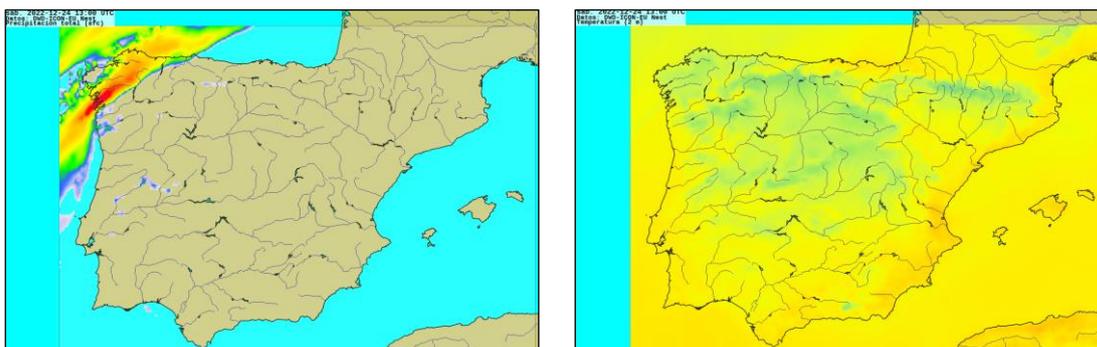
Con el icono  seleccionamos el área de trabajo del mapa, y a continuación pinchamos en el icono  y se abre la pantalla siguiente donde podremos seleccionar el intervalo y periodo de previsión, así como las variables a representar:



Pulsando el botón descargar, procede a grabar el fichero grib2 con las especificaciones seleccionadas.

Este fichero será luego usado para procesarlo y convertirlo en un fichero de texto con los datos de la previsión.

A partir de ese momento, en el gráfico principal se pasa a representar alguna de las variables seleccionadas, y que pueden ser seleccionadas desde el menú Mapa meteo.



Previsiones meteorológicas descargadas con el programa XYGrib.

PROCESAMIENTO DE LAS PREVISIONES METEOROLÓGICAS

Una vez descargadas las previsiones meteorológicas de los modelos de previsión deseados, y almacenados los ficheros grib2 para cada uno de ellos, se procede a procesarlos para convertirlos en ficheros de texto ASCII importables en el modelo Aster. Otras previsiones meteorológicas, como las que reciben las diferentes Confederaciones Hidrográficas en formato grib2 (Harmonie de Aemet o HRES IF del ECMWF) también pueden ser procesadas por este procedimiento.

Si se dispone de más de un fichero grib2 de previsión, se puede crear un fichero .zip con todos ellos, y así serán procesados todos en un bloque. También se pueden procesar uno a uno a partir de los ficheros originales.

Para procesarlos, entrar en el enlace: <https://spesa.es/previsiones/previsiones.html> o bien entrar en la web www.spesa.es y luego pinchar en el apartado ASTER y luego pulsar sobre Procesamiento Previsiones Meteorológicas.

Se pedirá el usuario y contraseña proporcionados para acceder a la página de procesamiento, y una vez ingresados estos datos, aparecerá la siguiente pantalla:



Procesador web de previsiones meteorológicas.

Deberá seleccionarse el fichero a procesar (de tipo .zip o con formato grib2), se seleccionará el modelo al que corresponde la previsión, y se pulsará sobre Enviar y Procesar. Tras unos instantes, se descargará un único fichero en formato .zip, que contiene el fichero o los ficheros procesados resultantes (dependiendo del tipo de previsión seleccionada). Si ha ocurrido algún error, bien porque los ficheros subidos no corresponden al formato seleccionado o porque los ficheros no están en formato grib2, la aplicación informará de ello.

Una vez descomprimido el fichero .zip descargado, en la carpeta de trabajo, habrá que seleccionar estos ficheros .txt como ficheros de entrada de la previsión meteorológica al modelo Aster.

Soporte técnico y notificación de incidencias

Durante la ejecución del programa, pueden producirse ciertas situaciones en las que el usuario puede tener dificultades en solucionar algunos problemas o errores que se produzcan. En primer lugar, habrá que distinguir si esta circunstancia se debe a un error de programa (ajeno a las actuaciones del usuario) o a una posible problemática que el usuario no sabe resolver. Como ejemplo del primer caso cabe citar los errores de aplicación que muestran un mensaje crítico indicando el tipo de error producido y finalizando la ejecución del programa. En el segundo caso tenemos las situaciones en las que el programa impide realizar un tipo de acción debido a algún error en los datos de entrada, o a la falta de algún dato o fichero necesario.

En cualquier caso, se debe poner en contacto con el servicio técnico y de soporte dedicado al mantenimiento del programa, proporcionando la mayor cantidad de información posible para reproducir esta situación. Antes de ello, se debe recopilar la siguiente información para adjuntarla junto con la explicación del proceso que genera esta situación:

- Versión del programa instalado y usuario que lo ejecuta.

Esta información puede obtenerse desde el botón  de la pantalla principal del programa.

- Ficheros de trabajo cargados.
Todos los ficheros que se tienen cargados en el momento de producirse el error. Estos ficheros son: .CUE, .EST, .INI, .MET, .AFN (si procede), .MOD (si procede), .APJ (si procede), .NIE (si procede) y el fichero *AsterUser.usr*.
- Captura de la pantalla del mensaje de error, o en su defecto una copia exacta del mensaje de error o advertencia mostrado.
- Los ficheros *AsterState.txt* o *AsterRuntimeError.txt* que el programa genera cuando se produce el error. Según la naturaleza del error, estos ficheros pueden no generarse, por lo que habrá que comprobar la fecha en la que se generaron éstos para asegurarse que corresponden a la situación anómala producida.

Toda esta información deberá ser remitida a la dirección de correo electrónico aster@spesa.es junto con una explicación lo más detallada posible sobre las circunstancias en las que se produce el error, indicando cualquier comentario que el usuario considere de interés.

También puede ponerse en contacto telefónico con:



SPESA Ingeniería S.A.

Av. César Augusto 3, 10°C
50004 ZARAGOZA (España)

Tef.: (+34) 976 41 01 47

Fax: (+34) 976 13 47 87

www.spesa.es