

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA HIDRÁULICA Y MEDIO
AMBIENTE

PROGRAMA DE DOCTORADO DE INGENIERÍA DEL AGUA Y
MEDIOAMBIENTAL



TESIS DOCTORAL

MODELACIÓN PARSIMONIOSA Y ESPACIALMENTE
DISTRIBUIDA DE LOS PROCESOS DE ACUMULACIÓN Y
FUSIÓN DE NIEVE

Autor:

ISMAEL OROZCO MEDINA

Director:

Dr. FÉLIX FRANCÉS GARCÍA

Valencia, España 2014

Resum

La present tesi doctoral té com a objectiu investigar els efectes de la variabilitat dels factors de fusió que utilitza el mètode grau-dia, en la modelització hidrològica de la producció d'escorrentia i en la modelització dels processos d'acumulació i fusió de neu en conques d'alta muntanya. Tot açò, amb la finalitat de proporcionar una alternativa parsimoniosa a la simulació de la fusió en la modelització hidrològica d'aquestes conques, la característica principal de les quals és la problemàtica de no comptar amb la suficient informació per a aplicar altres models de fusió conceptualment més complets com els de balanç d'energia. Per a dur a terme aquesta tasca, en aquesta tesi s'han plantejat tres conceptualitzacions matemàtiques de models híbrids de fusió que es basen en el mètode grau-dia clàssic, però que a diferència d'aquest, sí consideren la variabilitat dels factors de fusió. Aquestes conceptualitzacions s'han implementat en el model hidrològic distribuït conceptual amb paràmetres físicament basats TETIS, per a la modelització dels processos del cicle hidrològic. La variabilitat dels factors de fusió és introduïda als models híbrids a escala de cel·la utilitzant per a açò, mapes d'índexs de radiació construïts prenent en compte la radiació global d'ona curta a cel buidat, les característiques morfològiques de la conca, l'ombra de relleu i l'època de l'any. Així mateix, usant també els mapes de factors de fusió determinats a partir de les aportacions d'energia per a la fusió de neu d'acord amb l'ocupació del sòl, obtinguts de treballs previs proposats en literatura. D'altra banda, per a facilitar la present investigació s'ha implementat el calibratge automàtic dels paràmetres que usen en les conceptualitzacions matemàtiques proposades, utilitzant per a açò, l'algoritme d'optimització *Shuffled Complex Evolution* (SCE-UA) desenvolupat per la Universitat d'Arizona, EE. UU.

Per a l'avaluació dels models híbrids de fusió implementats s'ha proposat utilitzar tres casos d'estudi, que són les subconques dels rius Carson i American de Serra Nevada EE. UU., i la conca mediterrània de Contraix situada a l'interior del Parc Nacional d'Aigüestortes en els Pirineus catalans, Espanya. Aquestes són conques geogràficament tancades i presenten un règim hidrològic completament diferent a causa de la seua ubicació i a la seua elevació mitjana. L'avaluació duta a terme, ha consistit en analitzar tant els resultats obtinguts amb variabilitat dels factors de fusió a través dels models híbrids implementats, com els obtinguts emprant factors de fusió homogenis amb la conceptualització clàssica del mètode grau-dia. En el cas dels resultats en la producció de cabals en els punts de control situats en

la desembocadura i a l'interior de les subconques de Serra Nevada, s'ha observat que l'efecte que introdueix la variabilitat és mínim com ho han demostrats les altes eficiències aconseguides amb tots els models analitzats, inclòs el model grau-dia amb factors de fusió homogenis. És a dir, si l'objectiu del model és només modelar els cabals en els punts de control, qualsevol dels models analitzats podria ser emprat. No obstant açò, aquestes altes eficiències aconseguides en la modelització hidrològica dels cabals, no implica la correcta modelització de la neu, específicament dels processos d'acumulació i fusió per part dels models implementats. D' acord amb açò, el següent pas va consistir en avaluar l'efecte de la variabilitat dels factors de fusió a través de la validació puntual i espacial dels resultats obtinguts en la modelització de la neu de les subconques de Serra Nevada. Utilitzant para l'anterior, informació d'estacions meteorològiques SNOTEL, perxes i imatges de satèl·lit. Els resultats en aquest cas, van mostrar un comportament totalment diferent en la modelització de la neu per part dels models analitzats, que és el que s'estava cercant. Així mateix, s'ha observat que el model híbrid que introdueix la variabilitat usant els mapes d'índexs de radiació, és el que millors resultats ha obtingut en les validacions realitzades.

L'avaluació dels models implementats també s'ha realitzat comparant els resultats analitzats anteriorment amb els obtinguts per a aquestes mateixes subconques per altres models hidrològics que han participat en el *Distributed Hydrologic Model Intercomparison Project-Phase 2* (DMIP2). Alguns dels quals empen en la modelització de la neu el balanç d'energia. En general, els resultats d'aquesta comparació van mostrar eficiències dels models implementats en aquesta tesi molt similars a les aconseguides pels models del DMIP2 i en el cas de la modelització de la neu, s'han aconseguit i, fins i tot, superat les eficiències d'alguns dels models del DMIP2.

En l'última part d'aquesta tesi s'ha realitzat l'avaluació de dos dels models implementats utilitzant la conca de Contraix, amb una escala espacial de major precisió i una escala temporal de mitja hora. Aquests models s'han seleccionat en funció dels resultats obtinguts en les subconques de Serra Nevada i s'han avaluat seguint el mateix procediment anterior. Tot açò, amb la finalitat de detectar inconsistències en les conceptualitzacions analitzades producte del canvi d'escala i validar els resultats aconseguits en les subconques de Serra Nevada. Els resultats van mostrar un comportament molt semblant amb eficiències en la modelització dels cabals novament molt similars entre els models i amb resultats en la modelització de la neu influenciats per la variabilitat dels factors de fusió. Igual

que per a les subconques anteriors, els millors resultats en la conca de Contraix s'han obtingut amb el model híbrid que utilitza els mapes d'índexs de radiació.

La conclusió a la qual s'ha arribat en aquesta tesi és que els resultats en la modelització dels processos d'acumulació i fusió de la neu en conques d'alta muntanya, poden millorar-se de manera important quan s'utilitza una conceptualització parsimoniosa que tinga en compte la variabilitat dels factors de fusió. Així mateix, la influència d'aquesta en la modelització de la producció d'escorrentia en la desembocadura d'una conca no aporta majors avantatges que la conceptualització del grau-dia clàssica. És per tot açò, que la selecció del model a utilitzar en aquestes zones dependrà de la informació disponible, així com de l'objectiu del model i dels resultats que es desitge aconseguir.