



Universitat Politècnica de València

Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente

Programa de Doctorado de Ingeniería del Agua y Medioambiental

**Inferencia Bayesiana conjunta de
modelos hidrológicos y modelos de
error generalizados, para la
evaluación de las incertidumbres
predictiva y de los parámetros**

AUTOR: MARIO RAMÓN HERNÁNDEZ LÓPEZ

DIRECTOR: DR. FÉLIX FRANCÉS GARCÍA

VALENCIA, SEPTIEMBRE 2017

RESUMEN

A lo largo de los años, el método de los mínimos cuadrados (SLS) ha sido el método de inferencia comúnmente aplicado en modelación hidrológica, a pesar de que sus hipótesis no son respetadas por los errores en los resultados de la modelación. La concienciación sobre el hecho de que el proceso de modelación hidrológica es afectado por más, y más importantes, fuentes de incertidumbre que la puramente observacional, única fuente de error considerada por el SLS, ha contribuido a la aparición de publicaciones que sugieren la necesidad de aplicar métodos de inferencia más adecuados para los modelos hidrológicos, y en general, los modelos ambientales. La adecuación de los métodos de inferencia pasa por considerar todas las fuentes de error, o sus efectos, que influyen en el proceso de modelación. Solamente de esa manera es posible la obtención de unos parámetros fiables, una predicción no sesgada y una estimación correcta de la incertidumbre de ambos, siendo estos los objetivos principales de esta Tesis Doctoral. Para ello, esta Tesis plantea la inferencia conjunta, siguiendo el paradigma de los métodos de inferencia Bayesianos, de los parámetros hidrológicos y los parámetros de un modelo de error generalizado, el cual proporciona la flexibilidad necesaria para relajar todas las hipótesis (errores Gaussianos con media nula, independientes e idénticamente distribuidos), que inhabilitan al modelo de error SLS para inferir modelos hidrológicos. La principal aportación de la Tesis es la proposición de la metodología a seguir para la correcta aplicación de la modelación directa (sin previa transformación de las variables) de la varianza de los errores. Dicha metodología se fundamenta en la necesidad de considerar el acoplamiento, durante la inferencia conjunta, entre las variaciones de la distribución marginal de los errores y las variaciones de las distribuciones condicionales, las cuales son modeladas por el modelo de error. Dicho acoplamiento se garantiza mediante el cumplimiento de las Leyes Totales (TLs) de la esperanza y de la varianza. Para la comprobación de la viabilidad de los aspectos teóricos deducidos en la Tesis, se realiza una serie de experimentos de inferencia en los que se combinan 2 modelos hidrológicos agregados y uno distribuido, con dos modelos de error clásicos (SLS y WLS) y dos modelos de error generalizados propuestos en esta Tesis (GL++ y GL++Bias). Los resultados muestran, una vez más, que las inferencias con SLS y WLS no son aplicables a modelos hidrológicos, puesto que los errores generados no cumplen con sus hipótesis. Igualmente, en base a los resultados obtenidos, esta Tesis se puede considerar como la afirmación culminada de la hipótesis en ella planteada, esto es: la no aplicación de las TLs en la modelación directa de la varianza y el sesgo de los errores produce una incorrecta estimación de los parámetros hidrológicos, así como de su incertidumbre y una errónea estimación de la distribución predictiva.