

**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**CALIBRACIÓN EN EL DOMINIO DE LA FRECUENCIA DEL MODELO  
HIDROLOGICO BROWN, FERRER Y AYALA EN LA CUENCA CHILLAN.**

**CRISTOBAL ALBERTO MORALES CACERES**

MEMORIA DE TÍTULO PRESENTADA A LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA DE  
LA UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN, PARA  
OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL  
AGRÍCOLA

**CHILLÁN-CHILE**

**2012**

## **CALIBRACIÓN EN FRECUENCIA DEL MODELO HIDROLOGICO BROWN, FERRER Y AYALA EN EL RÍO DE CHILLAN.**

### **CALIBRATION IN FREQUENCY OF THE BROWN, FERRER AND AYALA HIDROLOGICAL MODEL IN THE CHILLAN RIVER.**

**Palabras clave adicionales:** Equifinalidad.

#### **RESUMEN**

El modelo hidrológico de Brown, Ferrer y Ayala (BFA) es ampliamente utilizado en Chile para la estimación de los flujos medios mensuales en afluentes. Se compone de un conjunto de parámetros asociados con la precipitación, la evapotranspiración y la infiltración, entre otros, que se deben ajustar para obtener una representación adecuada del comportamiento de la cuenca. La práctica adecuada para calibrar los modelos hidrológicos considera la separación de la primera serie en dos o más conjuntos de datos, uno para la calibración y uno para la validación. El proceso de calibración minimiza la diferencia entre la serie observada y la serie simulada.

Para explorar el concepto de equifinalidad y las incertidumbres, hemos utilizado Monte Carlo, que toma cada parámetro de forma aleatoria, generando un conjunto de parámetros. Cada realización del modelo se

compara con los datos observados usando ambas métrica de error, en tiempo y espacio.

Se obtuvieron las mejores combinaciones utilizando como métrica de error en el tiempo eficiencia de Nash-Sutcliffe ( $NSE = 0,92$ ) y diferencias relativas ( $RD = 29,4$ ). Además, se utilizó una métrica de distancia espectral de la frecuencia, que sólo actúa como indicador de ajuste secundario. Debido a la definición de los parámetros de entrada, el modelo BFA muestra equifinalidad, es decir, existen diferentes combinaciones de parámetros tales que el resultado es óptimo. Más específicamente, el parámetro A (un factor de escala para la precipitación) determina y condiciona las salidas del modelo, ya que este parámetro modifica la información básica de entrada del modelo.

## SUMMARY

The Brown, Ferrer and Ayala (BFA) model is a hydrological model widely used in Chile for estimating monthly mean flows in streams. It consists of set of parameters associated with precipitation, evapotranspiration, and infiltration, among others, which must be adjusted to obtain a proper representation of the behavior of a given watershed. The canonical practice to calibrate hydrological models considers the separation of the initial series in two or more data sets, one for calibration and one for validation. The calibration process minimizes the difference between the observed series and the simulated series.

To explore the concept of equifinality and uncertainties, we used Monte Carlo sampling, which takes each parameter randomly, generating a set of parameters. Each model realization is compared with observed data using error metric in both, time and space

We obtained the best combinations using as error metric in the time the Nash-Sutcliffe efficiency ( $NSE=0.92$ ) and relative differences ( $RD=29.4$ ). Also, we used a metric in frequency spectral distance, which only acts as secondary adjustment indicator. Due to the definition of the input parameters, the BFA model shows equifinality, i.e. there are different combinations of

parameters such that the result is optimal. More specifically, the parameter A (a scaling factor for precipitation) determines and conditions the outputs of the model, as this parameter is intended to alter the model input basic information.

**Additional index words:** Equifinality

