



II CONGRESO CHILENO DE INGENIERÍA AMBIENTAL EN SISTEMAS ACUÁTICOS, CChIASA

RELACIONES ENTRE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA DE GRAN ESCALA Y EL CAUDAL EN LA CUENCA DEL RIO BIOBIO UTILIZANDO LA DESCOMPOSICIÓN EMPÍRICA DE MODOS

LAURA PEREZ HERNANDEZ¹
PEDRO ARRIAGADA SANHUEZA²
YASMANY PRIETO HERNANDEZ³
OSCAR LINK LAZO⁴

RESUMEN EXTENDIDO

El continuo aumento de la demanda energética, así como el interés global en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero hacia la atmósfera, impulsan una transformación de los sistemas eléctricos a nivel mundial hacia el desarrollo de las energías renovables (Fragkos, Tasios, Paroussos, Capros, & Tsani, 2017). Dentro de las energías renovables la hidroelectricidad se posiciona como la fuente de generación eléctrica renovable mayormente utilizada a escala mundial, aportando dos tercios de toda la generación de electricidad renovable, equivalente a poco más del 16% de la electricidad consumida en la actualidad (IHA, 2018). En Chile, al finalizar el año 2017, cerca del 29% (6,6 GW) de la capacidad instalada en el Sistema Eléctrico Nacional (SEN) correspondía a energía hidroeléctrica (CNE, 2018).

La hidroelectricidad se caracteriza por ser una tecnología madura, con bajos costos de inversión y operación, además de poseer eficiencias de conversión cercanas al 90%. Sin embargo, la producción de energía está influenciada por variaciones en la estacionalidad de las precipitaciones y el caudal de los ríos que dependen de la variabilidad climática de gran escala, conocida como oscilaciones climáticas (Muñoz et al., 2016; Valdés-Pineda, Cañón, & Valdés, 2018). Debido a la complejidad de estos fenómenos se hace necesario el uso de herramientas de diagnóstico que contribuyan de manera eficaz a mejorar el conocimiento acerca de la relación entre la hidroelectricidad y los fenómenos de largo plazo. El presente trabajo utiliza el método de Descomposición Empírica de Modos (DEM) para encontrar las relaciones entre la variabilidad climática de gran escala (medida a través de índices climáticos) y el caudal. La DEM es un método iterativo y autoadaptativo útil para el análisis

¹ Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Concepción, lauperez@udec.cl

² Departamento de Ingeniería Ambiental, Universidad de Concepción, parriagada@udec.cl

³ Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Concepción, yprietoh@udec.cl

⁴ Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Concepción, olink@udec.cl



de series temporales de datos no lineales y no estacionarios, con el cual se extrae una colección finita de componentes denominados funciones de modo intrínsecas (IMF) con un significado físico (Pegram, Peel, & McMahon, 2008).

Como área de estudio se seleccionó la cuenca del río Biobío debido a que presenta el mayor desarrollo hidroeléctrico nacional (2,89 GW) y elevado potencial no aprovechado (3,03 GW) (Ministerio de Energías, 2014). Se utilizaron datos de caudales medios mensuales de 3 estaciones fluviométricas relevantes para el área con desarrollo hidroeléctrico, obtenidas de la base de datos de la Dirección General de Aguas (DGA), y que cuentan con un registro superior a 30 años (Tabla 1). Los índices climáticos se obtuvieron del Centro de Predicción Climática de la NOAA.

Tabla 1: Información las estaciones fluviométricas utilizadas.

Código BNA	Nombre	Período de Datos	No. Años
8317001	Río Biobío en Rucalhue	Ene 1975 - Dic 2008	34
8323002	Río Duqueco en Villucura	Ene 1981 - Dic 2012	32
8343001	Río Mininco en Longitudinal	Ene 1978 – Dic 2015	38

La Figura 1 muestra el resultado de la descomposición realizada con DEM para la estación Río Biobío en Rucalhue.

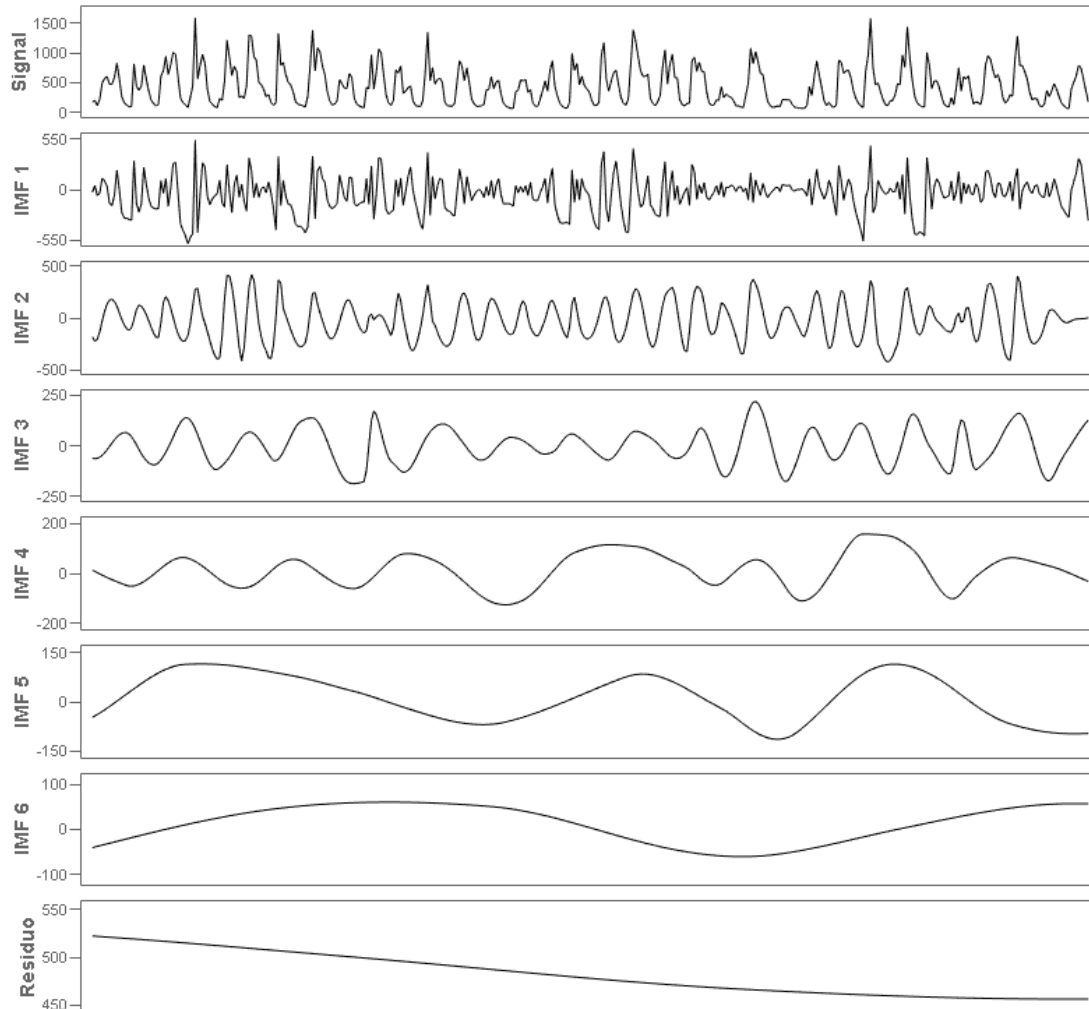


Figura 1: Descomposición de la serie de tiempo del caudal para la estación de Río Biobío en Rucalhue a través del método DEM.

En la descomposición de los caudales cada IMF muestra un patrón oscilatorio contenido en la serie de datos original, que permitió identificar con mejor precisión los índices climáticos más significativos. Estos resultados serán de utilidad para cuantificar el efecto de las oscilaciones climáticas en la disponibilidad del recurso hidroeléctrico en Chile y así contribuir en la gestión del desarrollo futuro de la hidroelectricidad en el país.

Agradecimientos

Los autores de este trabajo agradecen al programa de Doctorado en Energía de la Universidad de Concepción por entregar el apoyo institucional necesario para la investigación.



Referencias

- CNE, C. N. de E. (2018). *Anuario Estadístico de Energía 2017*. Chile: Ministerio de Energía. Recuperado de <https://www.cne.cl/wp-content/uploads/2018/06/AnuarioCNE2018.pdf>
- Fragkos, P., Tasios, N., Paroussos, L., Capros, P., & Tsani, S. (2017). Energy system impacts and policy implications of the European Intended Nationally Determined Contribution and low-carbon pathway to 2050. *Energy Policy*, *100*, 216-226. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.10.023>
- IHA. (2018). *Hydropower Status Report 2018* (Hydropower Status Report) (p. 104). London, UK: International Hydropower Association, IHA. Recuperado de https://www.hydropower.org/sites/default/files/publications-docs/2018_hydropower_status_report_3.pdf
- Ministerio de Energías. (2014). Explorador DAANC. Recuperado 13 de agosto de 2018, de <http://walker.dgf.uchile.cl/Explorador/DAANC/>
- Muñoz, A. A., González-Reyes, A., Lara, A., Sauchyn, D., Christie, D., Puchi, P., ... Vanstone, J. (2016). Streamflow variability in the Chilean Temperate-Mediterranean climate transition (35°S–42°S) during the last 400 years inferred from tree-ring records. *Climate Dynamics*, *47*(12), 4051-4066. <https://doi.org/10.1007/s00382-016-3068-9>
- Pegram, G. G. S., Peel, M. C., & McMahon, T. A. (2008). Empirical mode decomposition using rational splines: an application to rainfall time series. *Proceedings of the Royal Society of London A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, *464*(2094), 1483-1501. <https://doi.org/10.1098/rspa.2007.0311>
- Valdés-Pineda, R., Cañón, J., & Valdés, J. B. (2018). Multi-decadal 40- to 60-year cycles of precipitation variability in Chile (South America) and their relationship to the AMO and PDO signals. *Journal of Hydrology*, *556*, 1153-1170. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2017.01.031>