

# ANÁLISIS ESPACIAL DE VARIABLES AMBIENTALES A TRAVÉS DEL DESARROLLO Y ESTUDIO DE CUENCAS VIRTUALES EN CHILE

GERMÁN DAZA<sup>(1)</sup>, FRANCISCO PEÑAS<sup>(1)</sup>, ENRIQUE MUÑOZ<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Departamento de Ingeniería Civil, Universidad Católica de La Santísima Concepción, Chile, [gdaza@ing.ucsc.cl](mailto:gdaza@ing.ucsc.cl); [fpenas@ucsc.cl](mailto:fpenas@ucsc.cl); [emunozo@ucsc.cl](mailto:emunozo@ucsc.cl)

## RESUMEN

Los sistemas fluviales proveen a diario de un gran número de recursos y servicios; como consecuencia de esto, son constantemente amenazados y sobreexplotados, convirtiendo a la adecuada gestión de estos sistemas, en un desafío y en una tarea prioritaria para el desarrollo presente y futuro de todos los estados. Hoy en día, uno de los grandes problemas que no permiten una adecuada gestión de los recursos hídricos, es la falta de información disponible en forma sistemática y ordenada.

En este contexto y enfrentados a la necesidad de contar con información apropiada para la toma de decisiones, el desarrollo de nuevas herramientas basadas en el funcionamiento de las cuencas, es esencial para mejorar la eficiencia en la gestión de sus recursos hídricos. Dentro de este nuevo conjunto de herramientas, las Cuencas Virtuales son una representación digital de la red fluvial que incorpora cuantiosa información ambiental de manera espacialmente explícita, a diferentes escalas de detalle y dotada de numerosas capacidades analíticas que ayudan a comprender las interacciones al interior de una cuenca, facilitando de esta forma la toma de decisiones.

El presente estudio desarrolla Cuencas Virtuales dentro del territorio chileno, entre la Región de Arica y Parinacota y la de Los Lagos, utilizando el software NETMAP 2017 y considerando variables ambientales climáticas, geológicas y de los usos del suelo. Posteriormente con la información de las cuencas virtuales, se realizó un análisis espacial de estas variables ambientales a escala nacional y a escala intracuenca en la zona Central.

## ÁREA DE ESTUDIO

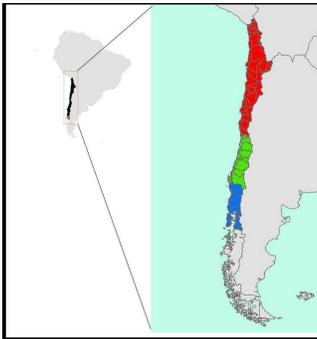


Figura 1: Zona de estudio (rojo: Zona Norte; verde: Zona Central; azul: Zona Sur).

El presente estudio, abarca el territorio de Chile continental desde la Región de Arica y Parinacota hasta la Región de Los Lagos. La zona de estudio (Figura 1) contempla las 78 cuencas existentes y definidas por la Dirección General de Aguas.

## VARIABLES AMBIENTALES

Las cuencas virtuales fueron dotadas con variables ambientales importantes desde el punto de vista hidrológico.

Tabla 1. Información ambiental ocupada en el desarrollo de las cuencas virtuales

Información	Descripción	Formato	Fuente	Fecha act.	Res. /Esc.
Topográfica	Modelos digitales de elevación	Raster	NASA, ASF	2011	12.5x12.5 m
Geológica	Mapa geológico de Chile	Vector Shp	SERNAMEGOMIN	2003	1:1.000.000
Usos del suelos	Catastro usos del suelos por región	Vector Shp	CONAF	1997-2015	Varias
Climática	Precipitación anual y temperatura	Raster	CHELSEA	2017	1000x1000 m

## CUENCAS VIRTUALES

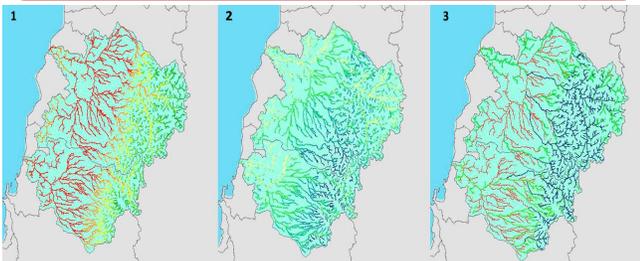


Figura 2: Ejemplo de variabilidad espacial, Cuencas Virtuales del Río Maule e Itata (1. Temperatura media anual en las cuencas, mayor a menor, rojo-amarillo-verde; 2. Precipitaciones anuales en las cuencas, menor a mayor, amarillo-verde-azul; 3. Pendientes en las cuencas, baja-media-alta, marrón-verde-azul)

## RESULTADOS Y CONCLUSIONES

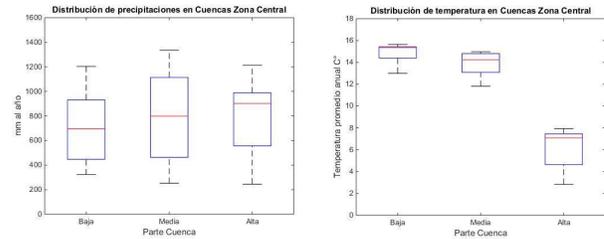


Figura 3: Distribución espacial intracuenca de variables climáticas en la Zona Central

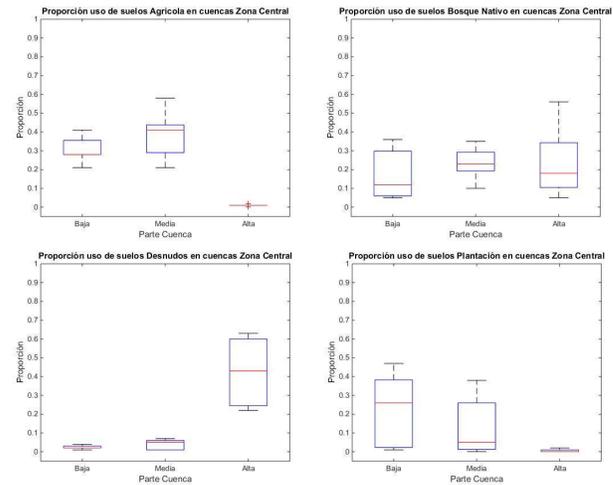


Figura 4: Distribución espacial de variables de los usos del suelo en la Zona Central

Las Cuencas Virtuales generadas en este estudio presentan redes fluviales con estructuras espaciales que se ajustan a la realidad. Sin embargo, se han detectado pequeños errores de ubicación de las redes en planicies y zonas de baja pendiente, y errores de trazado (no eran dibujadas), en zonas de alta cobertura vegetal como esteros. Estos errores deberían disminuir con una mejor resolución y calidad de DEM.

De igual forma, el aumento de la resolución (escala), de los mapas cartográficos digitales utilizados para derivar algunas variables ambientales (Usos del suelo, Geología), debería generar un aumento sustancial en la representación de las cuencas.

Los resultados del análisis espacial de las variables ambientales a nivel nacional muestran diferencias significativas para la zona norte y sur del país, para algunas variables importantes. Se observaron grandes contrastes en la magnitud de las variables climáticas (aumento de las precipitaciones de norte a sur; disminución de las temperaturas de norte a sur), de usos del suelo (suelos principalmente desnudos y matorrales en toda la zona norte; suelos mayoritariamente forestales en la zona sur) y geológicas (mayor presencia de suelos duros y permeables en el norte; mayor presencia de suelos blandos e impermeables hacia el centro y sur).

La Zona Central de Chile presenta características climáticas menos extremas que las del Sur o las del Norte. Esto permite una mayor diversidad de usos del suelo, desde usos naturales correspondientes a bosques y suelos desnudos (en las partes altas de las cuencas), a usos del suelo puramente antrópicos y relacionados a actividades productivas de gran importancia económica como las explotaciones agrícolas y plantaciones forestales.

Las fuentes de información utilizadas para generar las cuencas virtuales de Chile presentaron una gran variabilidad en cuanto a su resolución y fecha de creación. Por ejemplo, la información geológica y de usos del suelo, poseen diferencias en su fecha de creación de hasta 20 años. No obstante, las cuencas virtuales generadas poseen un gran potencial de actualización. También es posible dotar a estas cuencas con nueva información no incluida en este estudio, como por ejemplo, evapotranspiración, e incluso variables del ámbito socio-económico.

## REFERENCIAS

Benda L., Miller D., Barquin J., McCleary R., Cai T. & Ji Y. (2015) "Building Virtual Watersheds: A Global Opportunity to Strengthen Resource Management and Conservation" *Environmental Assessment* 57: 722-739.

Peñas F. & Muñoz E. (2017) "Evaluación regional de la alteración hidrológica en los ríos de Chile centro-sur: Implicancias sobre los ecosistemas" *XXIII Congreso Chileno de Ingeniería Hidráulica* (forthcoming).