

INCORPORACIÓN DE ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO EN MODELOS DE BALANCE HIDROLÓGICO

Mendoza, Melisa

Facultad de Ingenierías y Ciencias Hídricas. Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe, Argentina.

Directora: Hämmerly, Rosana

Co Directora: Zucarelli, Graciela Viviana

Área: Ingeniería

Palabras claves: Cambio Climático, Balance Hidrológico, AR6 del IPCC

INTRODUCCIÓN

Investigaciones recientes han resaltado la importancia de realizar estudios de cambio climático a nivel regional para diseñar medidas de mitigación y adaptabilidad a los impactos causados por estos cambios. El presente trabajo pretende evaluar la disponibilidad futura de agua mediante el análisis de los resultados obtenidos al incorporar los escenarios de cambio climático SSP 1-2.6 y SSP 2-4.5 del Sexto Informe (AR6) del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) en modelos de balance hidrológicos en la cuenca inferior del río Salado que se extiende desde Tostado hasta la sección de aforo de la ruta provincial N° 70 en la Provincia de Santa Fe. Se emplearon los softwares R© y Excel© donde se realizaron los procesamientos y análisis de los datos hidroclimáticos pertenecientes a los escenarios AR6 elegidos que se introdujeron posteriormente en el Cálculo Hidrometeorológico de Aportes y Crecidas (CHAC©). El CHAC© fue previamente calibrado con datos hidroclimáticos históricos (1996-2010) de la región de estudio.

Título del proyecto: INCIDENCIAS DEL CAMBIO GLOBAL EN LOS EXTREMOS HIDROLÓGICOS DE LA REGIÓN LITORAL

Instrumento: CAI+D 2020 PI TIPO I

Año convocatoria: 2020

Organismo financiador: Universidad Nacional del Litoral

Directora: Hämmerly, Rosana

OBJETIVOS

Objetivo General

Incorporar escenarios de cambio climático de variables hidroclimáticas en modelos de balance hidrológicos en territorio argentino, para la evaluación de las disponibilidades hídricas futuras.

Objetivos Específicos

Conocer y analizar los distintos escenarios de cambio climático y grupos de modelado de cambio climático existentes y el contraste entre ellos.

Evaluar los resultados obtenidos mediante la modelación hidrológica a partir de la adopción de dos escenarios climáticos futuros, en contraste con las disponibilidades hídricas actuales del territorio argentino de Cuenca del Plata.

METODOLOGÍA

El área de estudio elegida es la cuenca inferior del río Salado. Si bien no existe un límite definido, convencionalmente se considera como cuenca inferior del río Salado al área que se desarrolla en territorio santafesino, con una superficie de aproximadamente 31.000 km², cuando el río ingresa a la provincia de Santa Fe a la altura de la ciudad de Tostado (INA, 2012).

El Grupo de Investigación de Ingeniería Hidrológica de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas de la Universidad Nacional del Litoral cuenta con la implementación, calibración y verificación del modelo de balance CHAC (CEDEX, 2013) con datos históricos en el área de estudio. El período de simulación es 1996-2010 (Figura 1)

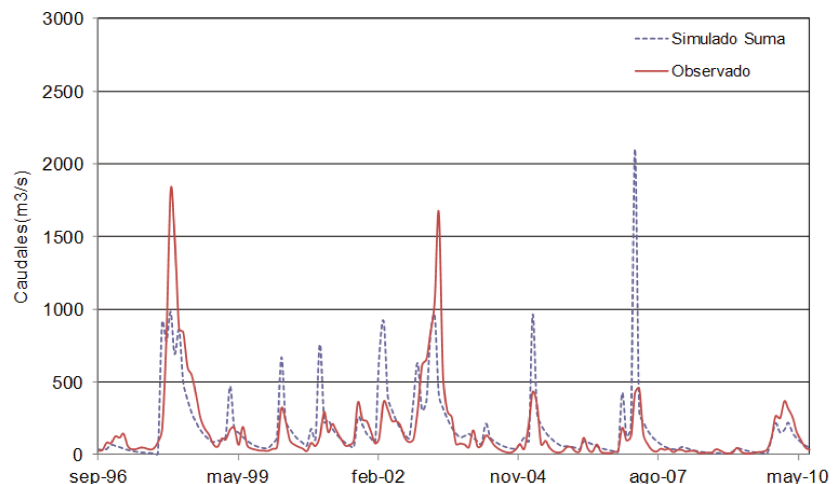


Figura 1: Verificación de Caudales en la Cuenca Inferior del Salado 1996/97 - 2009/10¹.

Para realizar el análisis en la cuenca inferior del río Salado se seleccionaron los escenarios de cambio climático SSP 1-2.6² y SSP 2-4.5 provistos por el AR6 elaborado por el IPCC. Como escenario optimista se escogió el SSP 1-2.6 ya que, es un escenario con emisiones

¹ Figura extraída de: Antecedentes de balance hídrico en Cuenca del Plata. (Argentina). Informe Final Subcomponente II.1 Balance Hídrico Integrado, 68 pp.

² SSPx-y, donde 'SSPx' se refiere a la ruta socioeconómica compartida o 'SSP' que describe las tendencias socioeconómicas subyacentes al escenario, y 'y' se refiere a el nivel aproximado de forzamiento radiativo (en W m⁻²) resultante del escenario en el año 2100.

bajas de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y emisiones de dióxido de carbono (CO₂) que se reducen a cero neto alrededor de 2050 con valores negativos³ posterior a esa fecha. El escenario SSP 2-4.5 es un escenario de emisiones intermedias hasta mediados de siglo, los valores son similares a los actuales tanto para GEI como para CO₂.

Los horizontes temporales seleccionados son Corto Plazo (2021-2040) y Mediano Plazo (2061-2080). Los mismos se escogieron en función de las características de los escenarios de cambio climático previamente adoptados.

Una vez determinados los escenarios de cambio climático y los horizontes a estudiar, fue necesario escoger un modelo climático. Los modelos climáticos correspondientes al sexto informe del IPCC son los CMIP6, provisto por el Proyecto de Intercomparación de Modelos Acoplados (CMIP⁴) y elaborados por 49 grupos de modelado diferentes. Al momento de seleccionar el modelo se tuvieron en cuenta dos criterios, el primero la capacidad de dicho modelo de representar las condiciones climáticas del área de estudio y la segunda, la disponibilidad de los datos de cambio climático de temperatura y precipitación de dicho modelo. Finalmente el modelo escogido fue el MRI-ESM 2-0 del Instituto de Investigaciones Meteorológicas de Japón (Yukimoto et al., 2019).

Los datos del clima futuro fueron descargados de forma gratuita de la página web WorldClim (<https://worldclim.org/data/cmip6/cmip6climate.html>) desarrollada por el Museo de Zoología de Vertebrados de la Universidad de California. Los datos obtenidos tienen formato raster de extensión .TIFF. Las variables hidroclimáticas descargadas fueron temperatura mínima media mensual (°C), temperatura máxima media mensual (°C) y precipitación total mensual (mm).

El procesamiento de la información descargada se realizó mediante un código ejecutado en softwares R© donde se obtuvo como resultado una tabla de datos con extensión .xlsx que fue posteriormente trabajada en Excel© a los fines de preparar la información de la manera requerida por el modelo de balance hidrológico CHAC.

Se ingresaron en el modelo de balance CHAC los datos de los escenarios adoptados y se contrastaron con las simulaciones históricas.

RESULTADOS/CONCLUSIONES

En la *Tabla 1* se pueden visualizar los valores históricos y futuros resultantes de la implementación del CHAC en la región de estudio. Se puede evidenciar una disminución superior al 50% en el caudal anual para ambos escenarios de cambio climático seleccionados en este análisis en relación al caudal histórico.

A su vez, para el horizonte temporal 2021-2040 es decir, a Corto Plazo, se muestran mayores déficits en los caudales en relación a los años 2061-2080 (Mediano Plazo).

Podemos inferir que nos encontraremos con nuevos desafíos en torno a la accesibilidad y disponibilidad del recursos hídrico en relación a las prácticas socioproductivas efectuadas en la región de estudio, debido a la posibilidad escasez del mismo en valores superiores al 50% del caudal medio histórico.

³ Se alcanzan emisiones negativas netas de CO₂ cuando las absorciones antropógenas de CO₂ superan las emisiones antropógenas.

⁴ El CMIP es coordinado por el Grupo de Trabajo sobre Modelado Acoplado que está inscrito en el Programa Mundial de Investigación del Clima (WCRP) cuya sede es la Organización Meteorológica Mundial (OMM).



Tabla 1: Comparativa de valores históricos y futuros simulados. Caudales resaltados en color

Río	Est. Hidro.	Área (km2)	Código	Variable	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	Total / Mód. Anual
Río Salado	e/ Tostado y RP 70	30794	HISTORICO	Prec (mm)	47.5	84.9	111.3	132.6	130.9	133.7	156.6	111.2	45.0	28.9	19.6	20.3	1022
				ETP (mm)	87.2	118.5	141.0	158.1	162.9	129.6	114.0	76.5	54.5	39.5	45.9	66.1	1194
				ETR (mm)	51.6	81.2	100.4	108.3	112.5	101.4	102.5	68.5	48.2	32.8	32.6	37.3	877
				Qsim (m3/s)	51.3	64.4	84.2	173.3	175.4	222	314.4	244	139.8	112.2	80.7	59.9	143.5
			SSP 1-2.6 2021-2040	Prec (mm)	48.90	79.10	108.90	126.30	122.90	127.50	154.80	96.40	42.10	30.60	23.00	25.50	986.00
				ETP (mm)	50.20	82.60	113.40	147.70	157.10	126.40	105.20	65.20	43.20	23.70	24.80	36.80	976.30
				ETR (mm)	50.20	86.60	113.40	124.22	115.09	117.61	105.20	65.20	43.20	23.70	24.80	36.80	902.01
				Qsim (m3/s)	17.28	14.92	28.17	51.36	62.00	76.89	133.73	104.02	82.13	60.84	45.07	33.39	59.15
			SSP 1-2.6 2061-2080	Prec (mm)	46.80	78.40	104.10	133.80	125.70	131.90	166.40	94.20	44.60	30.50	23.40	25.20	1005.00
				ETP (mm)	50.90	89.00	117.00	149.20	159.80	129.70	105.00	66.90	42.70	24.30	24.60	36.40	995.50
				ETR (mm)	50.90	89.00	108.78	122.30	117.18	120.71	105.00	66.90	42.70	24.30	24.60	36.40	909.08
				Qsim (m3/s)	17.28	14.49	21.76	50.70	63.16	82.27	164.11	115.71	90.80	67.26	49.83	36.92	64.52
			SSP 2-4.5 2021-2040	Prec (mm)	45.40	75.30	100.60	127.10	130.10	121.30	155.20	100.80	46.30	31.00	22.10	24.50	979.70
				ETP (mm)	51.10	85.70	115.30	153.70	157.70	130.60	113.20	67.50	42.70	24.00	23.70	120.70	100.20
				ETR (mm)	51.10	85.70	105.09	118.03	120.27	113.35	113.20	67.50	42.70	24.00	23.70	108.69	900.33
				Qsim (m3/s)	17.28	13.01	18.73	40.60	60.73	69.37	127.01	100.76	79.90	59.19	43.85	32.49	55.31
			SSP 2-4.5 2061-2080	Prec (mm)	45.10	80.50	103.30	132.60	141.90	127.20	158.60	91.70	42.90	29.60	23.00	24.50	1000.90
				ETP (mm)	53.80	86.60	119.80	153.70	162.80	134.20	108.40	69.30	41.70	25.00	26.00	36.50	1020.80
				ETR (mm)	53.80	86.60	105.27	121.91	128.50	117.62	108.40	69.30	41.70	25.00	26.00	36.50	923.60
				Qsim (m3/s)	17.28	14.62	20.80	47.90	78.71	85.94	147.74	108.21	84.46	62.57	46.35	34.34	62.41

Ninguna región del planeta está exenta al cambio climático, sea que emita en mayor o menor medida GEI, y es por ello, que es imperante estudiar cómo el cambio climático impactará en nuestro entorno, y poder tener a disposición información que permita tomar acciones concretas para mitigar de la mejor manera posible los efectos del mismo.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- CEDEX. 2013.** Manual de usuario modelo CHAC (cálculo hidrometeorológico de aportaciones y crecidas). Madrid, España.
- Fick, S.E. and R.J. Hijmans, 2017.** WorldClim 2: new 1km spatial resolution climate surfaces for global land areas. International Journal of Climatology 37 (12): 4302-4315.
- Hämmerly, R. 2012.** Antecedentes de balance hídrico en Cuenca del Plata. (Argentina). Informe Final Subcomponente II.1 Balance Hídrico Integrado, 68 pp.
- Instituto Nacional del Agua - Centro Regional Litoral. 2012.** Diagnóstico de la Cuenca Inferior del Río Salado y menores (Región III). Plan Director de Recursos Hídricos de la Provincia de Santa Fe. Convenio Gob de Santa Fe – INA.
- IPCC. 2022.** Errata. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. The Working Group I Contribution to the IPCC Sixth Assessment Report. OMM. WCRP. 11 pp.
- Velásquez Fernández, S. 2021.** Evaluación de la Capacidad de los Modelos CMIP6 para Simular la Evapotranspiración y Precipitación en el Norte de Suramérica. Universidad de Antioquia. Facultad de Ingeniería, Escuela Ambiental. Medellín, Colombia. 59p.
- Yukimoto, S., Kawai, H., Koshiro, T., OSHIMA, N., Yoshida, K., URAKAWA, S., TSUJINO, H., Deushi, M., Tanaka, T., Hosaka, M., YABU, S., YOSHIMURA, H., SHINDO, E., MIZUTA, R., OBATA, A., ADACHI, Y., ISHII, M. 2019.** The Meteorological Research Institute Earth System Model Version 2.0, MRI-ESM2.0: Description and Basic Evaluation of the Physical Component. Journal of the Meteorological Society of Japan. 97. 10.2151/jmsj.2019-051.