

## INSTITUTO NACIONAL DEL AGUA – CENTRO DE LA REGIÓN SEMIÁRIDA

### ÁREA DE HIDROLOGÍA

Dra. Ing. LETICIA VICARIO

# Evaluación de sequías hidrometeorológicas en la estación San Roque, perteneciente a una cuenca serrana de la provincia de Córdoba.

## INTRODUCCIÓN

La escasez de precipitaciones (valores observados menores a los esperados o medios) en un área y en un período de tiempo determinado constituye un proceso hidrológico extremo denominado "sequía". Todos los lugares del planeta están sujetos a la eventual ocurrencia de estos procesos, incluso las áreas típicamente lluviosas (Dracup *et al.*, 1980). Estos fenómenos pueden ser detectados utilizando información de diversas variables: a) la precipitación (sequía meteorológica), b) la humedad del suelo (sequía agrícola), o c) la escorrentía superficial (sequía hidrológica). Cuando se inicia un período de sequía, generalmente el sector agrícola es el primero en ser afectado debido a su alta dependencia de la cantidad de humedad en el suelo. No obstante, un período de sequía agrícola en una región, es consecuencia de la ocurrencia previa de un período de sequía hidrometeorológica y a su vez, es posiblemente, precedente a la ocurrencia de un período de sequía hidrológica según la duración e intensidad de la misma (Vicario *et al.*, 2014).

Para la evaluación y monitoreo de las sequías hidrometeorológicas a nivel de cuenca, la precipitación es considerada la variable principal a tener en cuenta, por lo cual es conveniente contar con series de datos históricos consecutivos de una longitud considerable, con la finalidad de observar distintas características del fenómeno.

Específicamente en la región central de Argentina, la disponibilidad de información de variables hidrometeorológicas durante periodos prolongados de tiempo es escasa, por lo que los estudios de sequías en esta región son limitados.

Se destaca la importancia de estudiar y buscar nuevas herramientas de estimación de datos de precipitaciones a nivel de cuenca, tal como el uso de información remota registrada por satélites.

En noviembre de 1997 comenzó la misión satelital TRMM (por sus siglas en inglés de la Misión Tropical de Medición de Precipitaciones) desarrollada en forma conjunta entre la NASA y la agencia japonesa de exploración aeroespacial: JAXA, con el fin de estudiar las precipitaciones para investigaciones climatológicas. Estos datos admiten aplicaciones para la evaluación de la dinámica hidrológica, en distintas regiones (Campos *et al.*, 2014).

Rasmussen et al., (2013) mostró que es necesario examinar el sesgo de los valores obtenidos por TRMM ya que puede afectar la percepción de la climatología y de la hidrología en regiones relativamente áridas.

Este trabajo se basa en lo observado por Vicario (2017) al utilizar datos de precipitaciones de TRMM para el cálculo de un índice representativo de las sequías meteorológicas, el cual implica una normalización de los valores y por ende el sesgo es desestimado. De esta manera se considera que es posible evaluar la evolución temporal de las sequías hidrometeorológicas a través de un índice pertinente, utilizando información de sensores remotos previamente validada.

## ÁREA DE ESTUDIO

La cuenca alta del río Suquía, también llamada cuenca del dique San Roque, tiene su sección de cierre en dicho dique. Su cuenca de aporte posee una superficie aproximada de 1750 km<sup>2</sup> y se ubica en el Valle de Punilla, provincia de Córdoba (Figura 1). En el sector Este del perillago se encuentra emplazada la estación pluviométrica San Roque (31°23' LS y 64°29' LO), perteneciente a la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Provincia de Córdoba, la cual posee datos observados desde el año 1943 hasta 1999 (Figura 2).

La importancia del sistema que conforman la cuenca alta del río Suquía y la obra hidráulica del dique San Roque radica en sus objetivos múltiples; entre los que se destacan: el abastecimiento de agua potable a la zona norte de la ciudad de Córdoba, siendo ésta una de las principales ciudades del país; la contención de crecidas en períodos de excesos hídricos, la generación hidroeléctrica y la provisión de agua para riego a la región, además cabe destacar el permanente desarrollo de la actividad turística en la cuenca. Con las demandas mencionadas, la gestión integrada del recurso hídrico es fundamental y para ello es importante caracterizar los periodos de sequías.

## INFORMACIÓN UTILIZADA

Para el análisis de sequías en la cuenca alta del río Suquía, utilizó la serie de precipitaciones mensuales observadas de la estación San Roque. Esta serie tiene 57 años de registros y se extiende hasta 1999 siendo la serie con mayor longitud de datos observados en la mencionada cuenca.

Con la finalidad de prolongar la serie de precipitaciones existentes, se utilizaron valores de precipitaciones estimadas a través de la TRMM (Fuente: NASA, 2018) en la misma ubicación geográfica (definidas por coordenadas) correspondiente a la estación con registros en superficie. Se obtuvieron datos de precipitaciones mensuales a partir del año 1998 hasta el año 2017.



Figura 1. Ubicación del Valle de Punilla. Provincia de Córdoba.

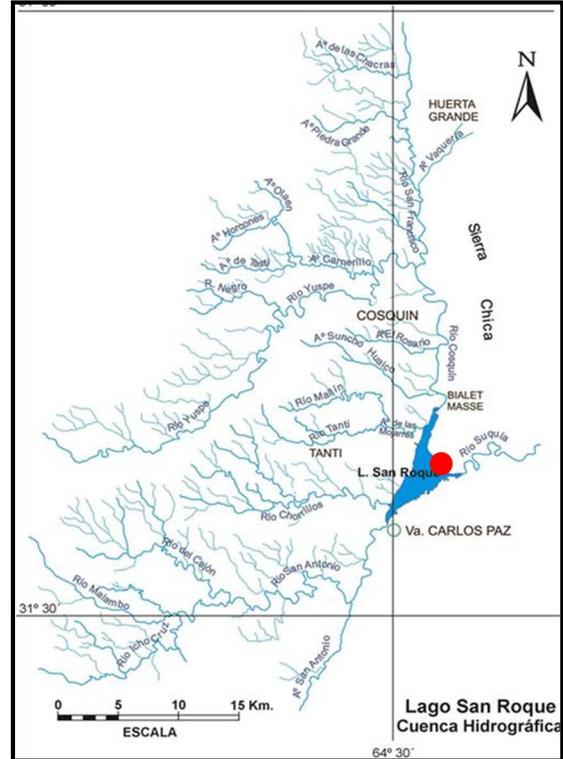


Figura 2. Cuenca hidrográfica alta del río Suquia. Se destaca la estación pluviométrica San Roque (marca roja)

## ÍNDICE SPI

Para evaluar las sequías hidrometeorológicas se utiliza el Índice estandarizado de precipitaciones, SPI (por sus siglas en inglés: Standardized Precipitation Index) propuesto por McKee *et al.* (1993). El SPI fue diseñado para mejorar la detección del comienzo de la sequía y para el monitoreo de la misma; el mismo se fundamenta en las probabilidades de ocurrencia de precipitación para un período dado.

La Organización Meteorológica Mundial (2012) indica que el cálculo del SPI para una localidad se basa en el registro de precipitaciones a largo plazo para un período deseado, sin considerar otras variables tales como las condiciones del suelo o la evapotranspiración. Dicho registro a largo plazo se ajusta a una distribución de probabilidades y a continuación se transforma en una distribución normal de modo que el SPI medio para la localidad y el período deseado sea cero (Edwards y McKee, 1997). Este índice puede estimarse en distintos intervalos del tiempo (2, 6, 9 o 12 meses). Los valores de clasificación para el SPI se presentan en la Tabla 1.

Velasco y Aparicio (2004) mencionan que es el índice que sintetiza más apropiadamente las características de la sequía como fenómeno natural, partiendo del principio de que la precipitación pluvial (lluvia) es parte fundamental del ciclo hidrológico.

Se define una sequía cuando el SPI es continuamente negativo y alcanza un valor de 1,0 o inferior, y continúa hasta que el SPI se torna positivo. La duración de la sequía es definida por el intervalo entre el comienzo y el final del período.

Tabla 1. Valores característicos del índice estandarizado de precipitación (SPI) (McKee et al., 1993)

Valor SPI	Categoría de sequía
>2,00	Extremadamente húmedo
1,99 a 1,50	Muy húmedo
1,49 a 1,00	Moderadamente húmedo
0,99 a -0,99	Normal
-1,00 a -1,49	Sequía moderada
-1,50 a -1,99	Sequía severa
<-2,00	Sequía extrema

## RESULTADOS

En la Figura 3 se observa la serie completa de los valores del índice SPI (12 meses) para el periodo 1944-2017 estimados con la serie de datos observados (1944-1999) y completada con datos de precipitaciones obtenidas con TRMM hasta el año 2017.

Se pudieron observar periodos de sequías severas y extremas hacia finales de la década del '40 y principios de la década del '50; luego se identifica un periodo de aproximadamente de 10 años, desde la segunda mitad de la década del '60 hasta 1976.

También se observan periodos de sequías intensas (alternados con periodos normales y húmedos), aunque de menor duración en la segunda mitad de la década del '90 y hacia finales de la década del 2000 hasta el año 2014 aproximadamente.

Luego se observa que a partir del año 2017 comienza un período descendente, aunque se mantiene dentro de la clasificación del SPI como "normal", se considera necesario la evaluación a corto plazo para determinar la evolución de las características de dicho período.

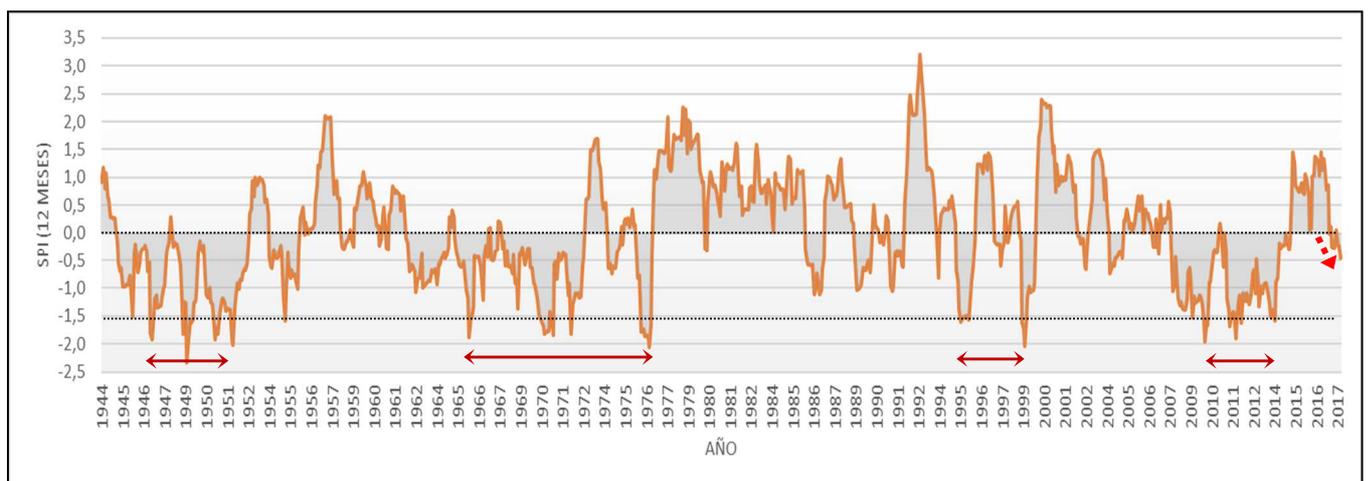


Figura3. Índice SPI (12 meses) obtenida a partir de registros observados y estimados de TRMM, en la estación San Roque. Periodo 1944-2017. Se destacan los periodos con sequías severas y extremas.

Luego, al analizar la frecuencia de ocurrencia de los distintos períodos clasificados según las categorías del índice SPI (Figura 4), es posible observar que luego de los períodos "normales" cuya frecuencia es notablemente superior al resto, es seguido con valores semejantes entre sí, por los períodos húmedos y secos definidos como moderados. Si bien no existen períodos extremadamente secos, la categoría que continúa con mayor ocurrencia es el de las sequías severas.

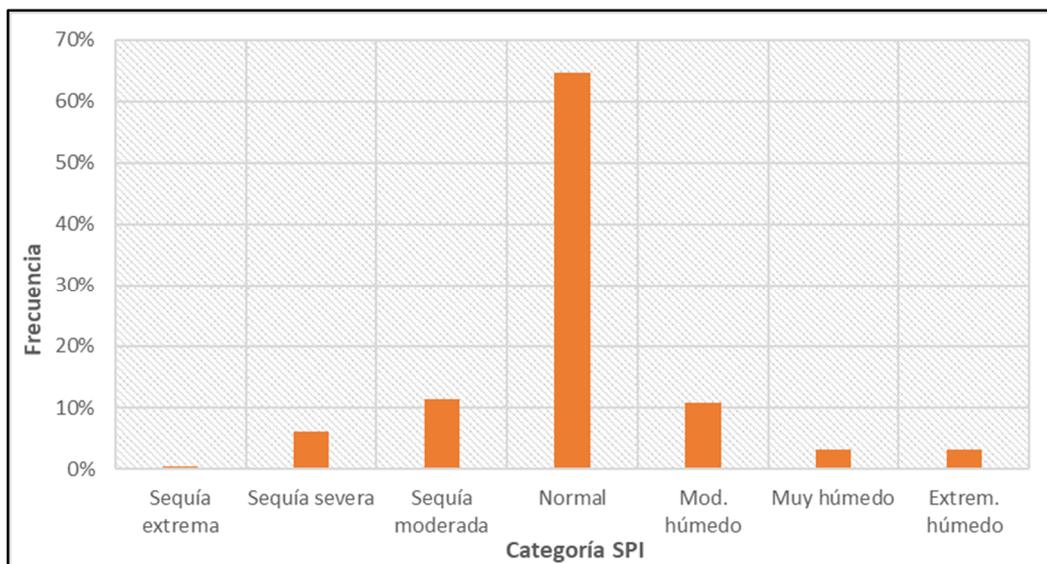


Figura 4. Frecuencia de las distintas categorías del índice SPI (12 meses) en la estación San Roque. Período 1944-2017.

## CONCLUSIONES

Fue posible extender 18 años la serie calculada a partir de datos observados de un índice representativo de sequías meteorológicas, tal como el SPI, en la estación San Roque, con la utilización de datos de precipitaciones estimadas por TRMM en la misma localización.

De esta manera se logró obtener una serie del índice SPI de 74 años; lo que permite observar los períodos secos intensos (además de períodos húmedos, entre otros) en una estación de una cuenca de gran interés regional, tal como lo es la cuenca alta del río Suquía.

Se observa la ocurrencia períodos de sequías moderadas y severas tanto como de períodos húmedos de distintos niveles, lo cual evidencia la necesidad considerar los extremos hidrológicos de manera integral, para la gestión y planificación de los recursos hídricos en el área de estudio.

**Para citar este informe:** Vicario, Leticia. 2018. Evaluación de sequías hidrometeorológicas en la estación San Roque, perteneciente a una cuenca serrana de la provincia de Córdoba. Informe interno INA-CIRSA. Sitio web: <https://www.ina.gov.ar/cirsa/index.php?seccion=4>

## REFERENCIAS

- Campos, A. N, Figueroa Schibber, E. y García, A. G. 2014. Evaluación de la información satelital para el estudio de la dinámica hidrológica de la Llanura Pampeana. 2° Encuentro de Investigadores en Formación en Recursos Hídricos. Instituto Nacional del Agua. Buenos Aires, Argentina.
- Dracup, J.A, Lee, K.S. y Paulson, E.G. jr. On the definitions of drought. WRR. Vol.16, núm. 2, 1980, pp. 297-302.
- Edwards, D. C. and McKee T. B. 1997. Characteristics of 20th century drought in the United States at multiple time scales. Climatology Report 97-2, Departamento de Ciencia Atmosférica, Universidad del Estado de Colorado, Fort Collins, Colorado.
- McKee, T.B., Doesken N. J. and Kliest, J. 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scales. In Proceedings of the 8th Conference of Applied Climatology, Anaheim, CA. American Meteorological Society. Boston, MA. 179-184.
- NASA Homepage 2018. Sitio web: <http://trmm.gsfc.nasa.gov/> (consulta: febrero de 2018)
- Organización Meteorológica Mundial. 2012. Índice normalizado de precipitación Guía del usuario © OMM-No 1090. ISBN 978-92-63-31090-3.
- Rasmussen, K. L., Choi, S. L., Zuluaga, M. D. and Houze R. A. Jr. 2013. TRMM precipitation bias in extreme storms in South America. Geophysical Research Letters, 40, 3457–3461, doi:10.1002/grl.50651.
- Velasco I. y Aparicio, J. 2004. Evaluación de índices de sequía en las cuencas de afluentes del río Bravo/Grande. Ingeniería Hidráulica en México, XIX (3), 37-53.
- Vicario, L.; García, C.M.; Teich, I.; Dasso, C. 2014. Variabilidad de las sequías hidrometeorológicas en la región central de la Argentina. Memorias del IV Taller de Regionalización de precipitaciones Máximas. ISBN 978-987-45745-0-3. Provincia de Tucumán. Argentina
- Vicario, L. 2017. Tesis Doctoral: "Identificación y evaluación de sequías en cuencas seleccionadas de la Región Centro de Argentina". FCEFYN-UNC. Mayo del año 2017.