

# Convocatoria de ayudas de Proyectos de Investigación Fundamental no orientada

## MEMORIA TÉCNICA PARA PROYECTOS TIPO A o B

### 1. RESUMEN DE LA PROPUESTA (Debe rellenarse también en inglés)

**INVESTIGADOR PRINCIPAL:** SANDRA G. GARCÍA GALIANO

**TÍTULO DEL PROYECTO:** EVALUACIÓN DE VARIABILIDAD HIDROCLIMÁTICA DESDE COMBINACIONES MULTIMODELO CLIMÁTICAS REGIONALES (HYDROCLIM)

#### **RESUMEN**

(breve y preciso, exponiendo solo los aspectos más relevantes y los objetivos propuestos)

España es uno de los países europeos con mayores problemas ambientales relacionados a la escasez hídrica y a las sequías, los cuales se pueden agravar debido al impacto de los usos del suelo y del calentamiento global. En particular, diversos estudios evidencian cambios del ciclo hidrológico en cuencas semiáridas, con tendencias crecientes en las temperaturas, y decrecientes en las precipitaciones, asociadas a una mayor variabilidad climática. Los Modelos Climáticos Regionales (RCMs) constituyen una valiosa herramienta para analizar, comprender y predecir las tendencias a medio y largo plazo de las componentes del ciclo hidrológico, y la probabilidad de ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos. Sin embargo, las proyecciones divergentes obtenidas a partir de diferentes RCMs implican que los resultados tienen muchas incertidumbres asociadas. Las metodologías de combinación de múltiples RCMs (o *ensemble* en inglés), permiten la cuantificación y reducción de incertidumbres en las proyecciones. La presente propuesta pretende evaluar los cambios en los patrones espacio-temporales de proyecciones hidrológicas y eventos extremos meteorológicos (sequías, lluvias extremas), en la España Peninsular, a partir de mallas de variables meteorológicas observadas (precipitación y temperaturas, principalmente) con una alta resolución espacial, y la información provista por RCMs de última generación.

En una primera etapa, el carácter no estacionario de las series temporales, debido a cambios climáticos y antropogénicos, se simulará mediante modelos probabilísticos que permiten considerar la evolución temporal de los parámetros de las funciones de densidad de probabilidad (o PDFs). Mediante una combinación (o *ensemble*) de PDFs proporcionada por un *ensemble* de RCMs, se determinará la variabilidad exhibida por los mismos en la simulación de variables hidrometeorológicas, y las incertidumbres asociadas. La ponderación de los miembros del *ensemble* se basará en la similaridad distribucional considerando las mallas de datos meteorológicos observados, y aquellas identificadas para cada RCM. La robustez y el desempeño de cada RCM serán evaluados para la construcción de los *ensembles* de PDFs en cada celda de la malla.

En una segunda etapa, se evaluará la incertidumbre asociada a la constitución del *ensemble*, desde el punto de vista de los forzamientos (impacto del GCM utilizado) y de distintos escenarios de gases de efecto invernadero (GEI). Se realizarán distintas combinaciones de RCMs para escenarios GEI seleccionados, así como combinaciones del mismo RCM forzado por distintos GCMs, y combinaciones de distintos RCMs forzados por el mismo GCM, entre otras. El objetivo será evaluar el sesgo y la incertidumbre asociada a la selección de los miembros del *ensemble*. Por lo tanto, desde el *ensemble* PDF en cada celda de la malla, se evaluarán los cambios regionales y las tendencias en los patrones espaciales de las proyecciones, identificando las

áreas vulnerables.

Finalmente, se aplicarán los coeficientes de ponderación estimados para la construcción de *ensembles* multimodelo de variables meteorológicas (precipitación, temperatura, viento, evapotranspiración potencial), que constituirán los escenarios “*input*” a los modelos hidrológicos distribuidos considerados. Se trabajará a distintas escalas espaciales (mesoescala y macroescala), y temporales (diaria y mensual). Otra componente original de la propuesta es obtener series temporales largas (30 años) de la evapotranspiración real ( $ET_{real}$ ), a partir de imágenes satelitales. Esta series históricas permitirán no sólo analizar el impacto de los cambios de la cobertura vegetal en el ciclo hidrológico, sino también el evaluar la variabilidad espacio-temporal de  $ET_{real}$ , una entrada de gran importancia en los modelos hidrológicos. La consideración combinada de cambios de usos del suelo y cobertura vegetal, junto a la variabilidad climática, permitirá una calibración más adecuada de los modelos hidrológicos.

Los resultados esperados de la presente propuesta permitirán mejorar la fiabilidad y la robustez de las proyecciones climáticas e hidrológicas, incluyendo los eventos extremos, y contribuirán a la elaboración y desarrollo de planes de contingencia y de estrategias de gestión adaptativa para hacer frente a los impactos del cambio climático y de los usos del suelo.

**PROJECT TITLE: ASSESSMENT OF HYDROCLIMATIC VARIABILITY FROM REGIONAL CLIMATE MULTIMODEL ENSEMBLE (HYDROCLIM)**

**SUMMARY**

(brief and precise, outlining only the most relevant topics and the proposed objectives)

Spain is one of the European countries with the most severe environmental problems related to water scarcity and droughts, these problems being likely to get worse in the next decades. In particular, several studies predicted increasing trend in temperature and decreasing trend in rainfall in the Iberian Peninsula, due to climate variability, global change and land use. While Regional Climate Models (RCM) are a valuable tool for understanding climate processes, the causes and plausible impacts on variables and meteorological extremes present a wide range of associated uncertainties. The '*multi-model ensemble*' approach allows the quantification and reduction of uncertainties in the predictions. In the present proposal, changes in the spatio-temporal patterns of hydrological projections and meteorological extremes events (such as droughts and maximum rainfall), in peninsular Spain will be assessed from high-resolution grids of observed daily meteorological variables (mainly rainfall and temperature), and information provided by last-generation RCMs.

In a first stage, the non-stationarity character of time series, due to climate and anthropogenic changes, will be represented by probabilistic models considering the time evolution of probability density function (PDF) parameters fitted to the hydrometeorological time series. A PDF *ensemble* will be build from distinct RCMs, the spatio-temporal variability exhibited by them in the simulation of hydrometeorological variables as well as the associated uncertainties. Scoring of models will be based in the goodness-of-fit to cumulative distribution functions of observed meteorological time series. The reliability and skills of RCMs will be assessed at grid site for the study area, for building the PDF ensembles.

In a second stage, evaluation of the uncertainty associated with the ensemble members, from the point of view of forcing (impact of different GCMs) and scenarios of greenhouse gases (GHGs). For this purpose, different combinations of RCMs performed for selected GHG scenarios as well as combinations thereof by different GCMs forced RCM, and combinations of different RCMs forced by the same GCM, among others. The objective is to quantify the bias due to a given *PDFs ensemble*, and to assess the uncertainty associated with the selection of the ensemble members. Therefore, from the ensemble PDF for each grid cell, the changes and trends in the spatial patterns of projections, identifying areas prone to extreme events, will be assessed.

In a third stage, the ensembles of meteorological variables (precipitation, temperature, wind, and potential evapotranspiration) will be defined for different scenarios and will constitute the "inputs" to the considered hydrologic models that will be run at different spatial scales (mesoscale and macroscale) and temporal (daily and monthly). An original issue of this proposal will be to retrieve historical series (30 years) of actual evapotranspiration ( $ET_{real}$ ) from remote sensing. These series will allow not only analyzing the impact of changes in vegetation cover on the hydrological cycle, but also evaluating the spatial and temporal variability  $ET_{real}$ . The combined consideration of changes in land use and vegetation cover, along with climate variability and change, will allow fine-tuning parameterization of hydrological models.

The proposal findings are expected to (i) improve our knowledge on the RCMs performance and reliability and (ii) provide robust projections of the impacts of different land use and climate scenarios on the hydrological cycle and extreme events. The latter will be of great help in the development of the contingency plans that are the leading edge of adaptive management strategies.