



## Introducción a S-ClimWaRe

*(Seasonal **C**limate predictions in support of **W**ater **R**eservoirs management)*

Un servicio climático en apoyo a la gestión de los embalses



Los avances producidos en la ciencia del clima promovieron la decisión de los gobiernos de establecer el Marco Mundial para los Servicios Climáticos (MMSC) en la Tercera Conferencia Mundial del Clima celebrada en el año 2009. La visión del MMSC es una sociedad que gestione mejor los riesgos y oportunidades vinculados a la variabilidad del clima y al cambio climático desarrollando e incorporando información y predicciones climáticas con base científica en la planificación, en las políticas y en las actividades prácticas. Uno de sus sectores prioritarios es el relativo a la gestión de los recursos hídricos.

Dentro de las actividades de implementación en España del MMSC, en el mes de marzo de 2014 se celebró en la sede central de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) un Taller de Trabajo sobre utilización de predicciones climáticas estacionales para mejorar la gestión del agua. Este Taller fue co-organizado con el proyecto europeo del 7º Programa Marco, EUPORIAS, cuya finalidad ha sido demostrar los beneficios de incorporar información y predicciones climáticas estacionales en los procesos de toma de decisiones mediante sistemas de predicción de impactos del clima en distintos sectores. En el Taller de Trabajo participaron diferentes agentes implicados en el sector del agua. Entre las recomendaciones surgidas en el Taller, estuvo el desarrollo de un proyecto piloto para probar la posible mejora de la gestión de los embalses utilizando predicciones estacionales. Esta propuesta se convirtió en realidad gracias a la constitución de un grupo de trabajo multidisciplinar coordinado por la Dirección General del Agua y por AEMET, y esta experiencia piloto constituyó un caso de estudio del proyecto EUPORIAS bajo el nombre S-ClimWaRe (**Seasonal Climate predictions in support of Water Reservoirs Management in Spain**). En este equipo de colaboración participaron inicialmente representantes de la Dirección General del Agua, las Confederaciones Hidrográficas del Ebro, Duero, Miño-Sil y Tajo, AEMET, CETaqua, y la Universidad Politécnica de Valencia.

La aproximación que se adoptó en S-ClimWaRe es la sugerida por el Instituto Norteamericano IRI (International Research Institute for Climate and Society). Experimentos como los que se han llevado a cabo en este proyecto han sido realizados con éxito en otros países como Filipinas y EEUU ((Brown y otros, 2010, <http://iri.columbia.edu/publications/id-1048>), cuya variabilidad climática a escala estacional está muy condicionada por el fenómeno El Niño, que se produce periódicamente en el Pacífico, y cuya predicción por los modelos climáticos ha mejorado muy significativamente en los últimos años.

La base científica que subyace en S-ClimWaRe es el enlace entre la variabilidad hidrológica y la climática, la influencia de la Oscilación del Atlántico Norte (NAO), un patrón dominante de variabilidad climática en nuestras latitudes, sobre la precipitación en España, y la existencia de señal predecible a escala estacional ligada a la NAO para determinadas estaciones del año.

Uno de los principales resultados conseguidos gracias a la colaboración mantenida a lo largo de estos años entre los participantes de la Dirección General del Agua, las Confederaciones Hidrográficas, y AEMET, es el desarrollo del visor GIS S-ClimWaRe, para apoyar la toma de decisiones de los gestores de los embalses. Este portal de información permite la evaluación del riesgo hidrológico ligado a la variabilidad del clima (con diagnósticos de la influencia del patrón climático NAO en aportaciones a los embalses y precipitación) en toda la geografía española salvo el archipiélago canario. También suministra en la actualidad predicciones estacionales (junto con su pericia) de aportaciones a los embalses así como los valores previstos de la temperatura media, precipitación acumulada y nieve en el periodo invernal para cada punto de una rejilla de resolución 5 km x 5 km sobre la España peninsular.

La componente de diagnóstico de la herramienta utiliza las series temporales de observaciones hidrológicas y la serie de precipitación diaria en rejilla de 5 km generada recientemente por AEMET ( [http://www.aemet.es/es/conocer/recursos\\_en\\_linea/publicaciones\\_y\\_estudios/publicaciones/detalles/NT\\_24\\_AEMET](http://www.aemet.es/es/conocer/recursos_en_linea/publicaciones_y_estudios/publicaciones/detalles/NT_24_AEMET) ) para obtener un conjunto de diagnósticos de riesgo hidroclimático, inspirados en los propuestos por el IRI, y seleccionados por la Dirección General del Agua. Los diagnósticos generados para un embalse concreto o para la precipitación en el punto escogido por el usuario se visualizan gráficamente.

En el campo de la predicción a escala estacional, los modelos climáticos de circulación general océano-atmósfera, a día de hoy no presentan por norma general una gran habilidad para predecir la precipitación en Europa. La mayoría de ellos todavía muestran un poder predictivo limitado para la NAO en las escalas de tiempo estacionales, con la excepción de algunos buenos resultados solo obtenidos recientemente. Por otro lado, resultados recientes obtenidos por científicos de EEUU y de España (Universidad de Cantabria) han demostrado que la NAO en invierno está estadísticamente asociada de forma significativa con el avance de la cobertura de nieve en Eurasia en otoño, y que existe una capacidad predictiva de la precipitación invernal en España basada en este avance de la nieve. De acuerdo con estas oportunidades, AEMET desarrolló un modelo empírico de predicciones

probabilísticas de aportaciones invernales a los embalses basado en el avance de la nieve en el otoño boreal como fuente de predecibilidad de la NAO del trimestre invernal, que a su vez lo será de las aportaciones. Las características de este modelo se han documentado en una Nota Técnica de AEMET: [http://www.aemet.es/es/conocerlas/recursos\\_en\\_linea/publicaciones\\_y\\_estudios/publicaciones/detalles/NT\\_21\\_AEMET](http://www.aemet.es/es/conocerlas/recursos_en_linea/publicaciones_y_estudios/publicaciones/detalles/NT_21_AEMET). Más recientemente, estudios realizados por AEMET combinando las predicciones de la NAO invernal procedentes de modelos empíricos y de modelos dinámicos disponibles en el Climate Data Store del Copernicus Climate Change Service (C3S), han demostrado que se puede obtener una predicción probabilística óptima de la NAO que se puede aplicar al pesado a los miembros del *ensemble* de dichos modelos dinámicos, mejorando con ello la capacidad predictiva de los mismos (<https://asr.copernicus.org/articles/16/165/2019/>).

En la componente de predicción de la actual versión de la herramienta, que se ha generado en el marco del proyecto MEDSCOPE del programa europeo ERA4CS, las predicciones actualmente mostradas para la precipitación acumulada, nieve acumulada y temperatura media invernal corresponden a las salidas del modelo del ECMWF de Copernicus, a las que se le aplican técnicas de regionalización para conseguir un *ensemble* de 5km de resolución espacial para los campos de precipitación y temperatura, y un postprocesado con las metodologías de pesado de miembros anteriormente citadas en el caso de la precipitación y la nieve. El origen de las predicciones estacionales de las aportaciones a los embalses que se muestran en la actual versión del visor también ha cambiado. En esta nueva versión se obtienen a partir de un método híbrido que utiliza la predicción probabilística óptima de la NAO invernal en el modelo empírico de AEMET. De esta forma, las predicciones de aportaciones son coherentes con las del resto de variables hidrológicas.

Las predicciones climáticas estacionales tienen una incertidumbre intrínseca que se intenta estimar y cuantificar mediante la realización de múltiples simulaciones. Una representación de los posibles estados futuros se materializa realizando diferentes simulaciones con pequeños cambios en un mismo modelo o sistema de predicción, con condiciones iniciales distintas o utilizando diferentes modelos. Por este motivo, a escala climática las predicciones estacionales proporcionan información probabilística: existe no sólo uno sino varios futuros posibles, cuya estadística se puede comparar con la climatología. De esta forma, en S-ClimWaRe se ha utilizado una aproximación *ensemble o conjunto* de simulaciones para representar la incertidumbre de las predicciones.

Uno de los principales retos para el desarrollo de servicios climáticos a medida, como el que estamos explorando en S-ClimWare, es demostrar la utilidad de estas predicciones climáticas estacionales que son de carácter probabilístico. Ello requiere una adaptación de los usuarios, que en general, no están acostumbrados a utilizar sistemas de gestión de riesgos en base a predicciones climáticas probabilísticas en su toma de decisiones. La solución utilizada en S-ClimWaRe para transmitir estas predicciones, en primera instancia, es postprocesar el *ensemble* de simulaciones para generar productos gráficos comprensibles para el usuario, que son los que se muestran en la componente de predicción de la herramienta, para cada variable que se predice (por ejemplo, representando el *ensemble* del modelo previsto mediante un diagrama de cajas, así como la climatología del modelo o las predicciones de periodos invernales pasados, probabilidades previstas para los terciles climatológicos superior, normal e inferior junto con la pericia del sistema mediante un diagrama de tarta, etc).

Además del sistema de predicción, se ha desarrollado un paquete completo para la verificación objetiva de las predicciones generadas en un periodo de referencia retrospectivo de 20 o más años, con el que se calcula la pericia o habilidad de las predicciones probabilísticas para pronosticar la ocurrencia o no ocurrencia de un evento dado (por ejemplo de que el invierno simulado por la predicción sea o no “húmedo”, “normal”, o “seco”). La componente de predicción de la herramienta ofrece también información de esta pericia del sistema de predicción para cada evento. De esta forma, el usuario puede otorgar una mayor, menor o nula confianza a las predicciones que se presentan.