

# Finalización del proyecto de reanálisis regionales europeos UERRA

ÁNGELES HERNÁNDEZ

El diciembre pasado finalizó UERRA (*Uncertainties in Ensembles of Regional ReAnalyses*), un proyecto europeo de reanálisis regionales en el que han participado once instituciones europeas, incluyendo siete servicios meteorológicos nacionales, tres universidades y el Centro Europeo de Predicción a Plazo Medio (CEPPM). Este es un momento especialmente interesante para los usuarios potenciales de UERRA, ya que los productos de los reanálisis están ya disponibles en el archivo MARS del CEPPM, y se están llevando a cabo y publicando estudios de evaluación.

Coincidiendo con la finalización del proyecto, tuvieron lugar en la bella ciudad de Tarragona la Asamblea General final de UERRA, y los talleres *Second User Workshop* y *Evaluation Workshop*, durante los días 28-29 de noviembre, 30 de noviembre y 1 de diciembre, respectivamente. Los organizadores locales (Universitat Rovira i Virgili) recibieron a los asistentes en el magnífico entorno de El Seminari (Figura 2). Los miembros de UERRA mostraron un gran interés tanto en presentar los productos a los usuarios de la mejor manera posible, como en recoger feedback, y se dedicó bastante atención a aspectos como el acceso a los datos y la visualización. En cuanto a la evaluación, se han llevado a cabo varios estudios, y esperamos su publicación en un futuro próximo. Mientras tanto, las presentaciones de los talleres están disponibles en la página web de UERRA (<http://www.uerra.eu/>).

UERRA consiste de hecho en varios reanálisis, llevados a cabo con diferentes modelos, en dominios geográficos muy parecidos (básicamente el dominio EURO-CORDEX, mostrado en la Figura 3), entre los que hay pequeñas diferencias debido a los diferentes sistemas de coordenadas usados por los modelos. Varias organizaciones participantes han llevado a cabo un reanálisis determinista, y algunas han hecho además un reanálisis por conjuntos, en las líneas del familiar concepto de predicción por conjuntos en predicción numérica del tiempo. Los reanálisis de UERRA abarcan periodos diferentes, todos ellos comprendidos entre 1961 y 2015.

El objetivo de UERRA ha sido llevar a cabo reanálisis europeos de alta resolución y con varios modelos, para proporcionar Variables Climáticas Esenciales para varias décadas, incluyendo una estimación de la incertidumbre. De hecho, el propio nombre del proyecto refleja que uno de sus objetivos



Figura 1. Castell de Tamarit en Tarragona

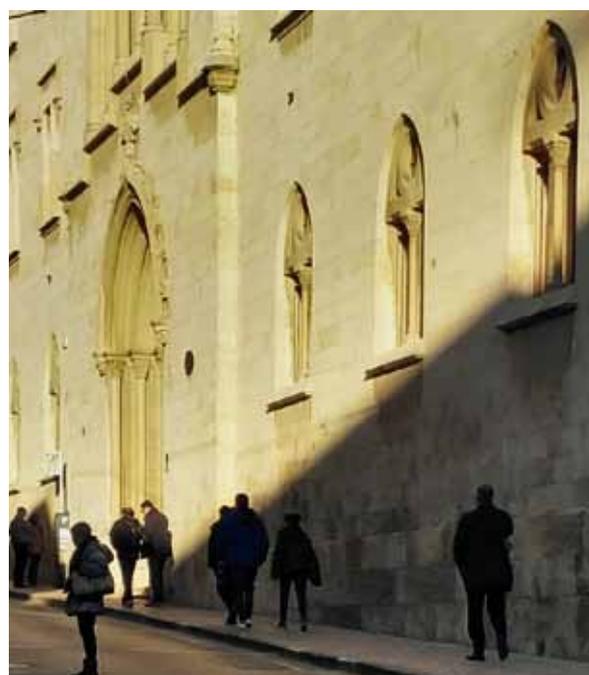


Figura 2. El Seminari, en Tarragona

# Finalización del proyecto de reanálisis regionales europeos UERRA

esenciales es cuantificar el grado de incertidumbre de las estimaciones de las variables meteorológicas. Otros aspectos clave de UERRA han sido la recuperación y preparación de observaciones meteorológicas, el desarrollo y mantenimiento de un archivo de acceso amigable, y la interacción con usuarios en general.

UERRA ha sido uno de los proyectos pre-operativos de Copernicus, y ha sido financiado por la Unión Europea mediante el Séptimo Programa Marco FP7 (Space), el programa de financiación para Investigación e Innovación de la Comisión Europea para el periodo 2007-2013. UERRA es el sucesor del proyecto EURO4M (*European Reanalysis and Observations for Monitoring*), también financiado por la Unión Europea, que se desarrolló durante el periodo 2010-2014. UERRA se ha beneficiado de las experiencias y los desarrollos de EURO4M, pero hay una diferencia esencial entre EURO4M y UERRA, la escala temporal, que en el caso de UERRA es apropiada para el análisis del clima.

La página web de UERRA (<http://www.uerra.eu/>) contiene información detallada de varios aspectos, incluyendo publicaciones, presentaciones en conferencias y talleres, e incluso presentaciones internas para asambleas generales de los miembros de UERRA.

## Reanálisis globales y regionales

El núcleo de cualquier reanálisis es la asimilación de datos, usada en predicción numérica del tiempo para producir análisis, es decir condiciones iniciales para el modelo de predicción. La asimilación de datos proporciona una estimación del estado de la atmósfera (y normalmente también del suelo y de la superficie del océano) en un instante determina-

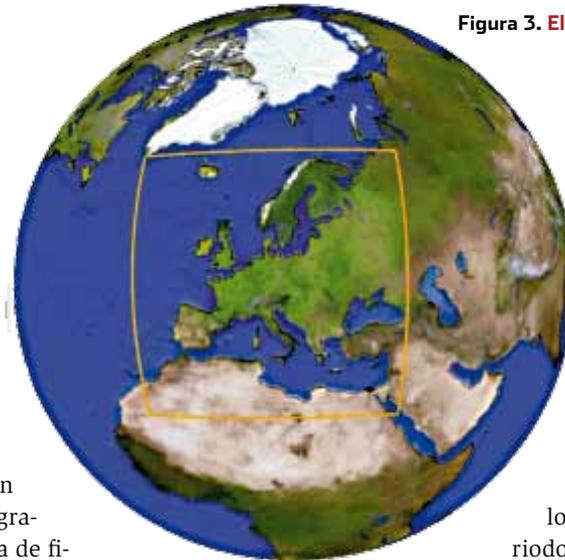


Figura 3. El dominio EURO-CORDEX

do, en un área geográfica determinada, a partir de una predicción a muy corto plazo (a 3 o 6 horas, por ejemplo) y observaciones meteorológicas próximas en el tiempo. La idea es combinar de forma óptima una predicción a corto plazo y las observaciones, teniendo en cuenta las estadísticas de errores de esas dos componentes.

Los reanálisis proporcionan una serie de estados de la atmósfera, suelo y superficie del océano para un periodo de varias décadas (a veces años). El concepto clave en reanálisis es el uso en todo el periodo del reanálisis del mismo sistema de asimilación, es decir, del mismo modelo de predicción numérica (y versión), y la misma resolución horizontal y vertical, para asimilar observaciones de archivo. Con el tiempo los modelos de predicción numérica van mejorando, con versiones más sofisticadas, y con resoluciones más altas. Normalmente en un reanálisis se elige un sistema de asimilación tan avanzado como sea posible, teniendo en cuenta la limitación de los recursos computacionales disponibles. Aunque el sistema de asimilación en un reanálisis es fijo, típicamente la calidad de sus productos mejora a lo largo de su periodo, ya que los sistemas de observación normalmente mejoran con el tiempo.

Se suele citar como origen de los reanálisis al dataset producido para el “1979 Global Weather Experiment” por el CEPPM y el GDFL (Geophysical Fluid Dynamics Laboratory). A finales de los años 1980, varios científicos propusieron la idea del reanálisis para estudios de cambio climático, y desde entonces se han llevado a cabo varios reanálisis globales, que a menudo se agrupan en generaciones, en Europa, Estados Unidos y Japón. En Europa, el CEPPM ha llevado a cabo los reanálisis globales ERA-15, ERA-40 y ERA-Interim (de primera, segunda y tercera generación, respectivamente), y actual-

	UKMO	SMHI / MF	HErZ - DWD
Modelo y algo. asimilación	Unified Model Det: hybrid 4D-Var / Ens: 3D-Var	ALADIN-HARMONIE 3D-Var	COSMO Ensemble nudging
Det / ensemble	Determinista / Ens 20 miembros	Determinista / mini-ensemble	Determinista / Ens 20 miembros
Resolución horizontal y vertical	Det: 12 km / Ens 36 km / 70 niveles	11 km / 65 niveles	12 km / 40 niveles
Periodo	1979-2015	1961-2015 (mini-ensemble 5 años)	2006-2010
Condiciones de contorno	ERA-Interim	ERA-Interim, ERA-40	ERA-Interim
Observaciones	Conv., satélite, precip.	Convencionales	Convencionales

Tabla 1. Resumen de las características de los reanálisis 3D de UERRA.

mente se encuentra en fase de producción el reanálisis global ERA5 (Copernicus/CEPPM), de cuarta generación.

En cuanto a los reanálisis regionales, la principal motivación es que permiten una resolución más alta que los globales al ser el dominio mucho más pequeño, lo que supone una descripción más detallada de la orografía y la posibilidad de representar adecuadamente sistemas atmosféricos de escala pequeña pero quizás asociados a tiempo severo. Es decir, la motivación es esencialmente la misma que para el uso de modelos de área limitada en predicción numérica. Los reanálisis regionales necesitan condiciones de contorno que se toman de un reanálisis global. Se podría decir que un reanálisis regional añade detalle a un reanálisis global en un área geográfica de interés.

En un reanálisis hay varias fuentes de error (el modelo de predicción, las observaciones, las condiciones de contorno) que introducen incertidumbre en los resultados. Los reanálisis por conjuntos, quizá con diferentes modelos, permiten abordar el problema de la cuantificación de la incertidumbre en la estimación de las variables meteorológicas.

## Instituciones participantes y productos de UERRA

Como se ha mencionado antes, en UERRA han participado once instituciones europeas:

- Los servicios meteorológicos nacionales de Suecia (SMHI), Francia (Météo-France), Reino Unido (UKMO), Países Bajos (KNMI), Rumanía (NMA-RO), Noruega (MI) y Suiza (EDI, Meteo-Swiss).
- Las universidades Rovira i Virgili (España), de East Anglia (Reino Unido) y de Bonn (Alemania).
- El Centro Europeo de Predicción a Plazo Medio (CEPPM).

La recuperación y la preparación de observaciones meteorológicas ha sido una tarea importante en UERRA, y a ella han contribuido en particular URV, UEA, KNMI, NMA-RO y EDI.

En cuanto a los reanálisis deterministas y por conjuntos 3D cubriendo la atmósfera, la Tabla 1 resume las características principales. Además también se han llevado a cabo dos reanálisis 2D, uno para variables de superficie (MF/SMHI) y otro para cobertura nubosa (SMHI), los dos con una rejilla de 5 km.

## Acceso a los productos de UERRA

La creación y el mantenimiento del archivo de UERRA es responsabilidad del CEPPM, que también colabora en otras áreas como la visualización de datos y la conexión a otros portales existentes.

Los productos de los reanálisis de UERRA se guardan en el archivo MARS del CEPPM. La información de este aspecto del proyecto está disponible en las siguientes páginas web:

<https://www.ecmwf.int/en/research/projects/uerra>.  
<https://software.ecmwf.int/wiki/display/UER>.

En cuanto al acceso a los productos de UERRA, hay dos vías diferentes:

- Para usuarios del CEPPM, el acceso es el usual a través de MARS (class=ur). En el catálogo de MARS (<http://apps.ecmwf.int/mars-catalogue/>) aparece UERRA en el grupo “Special datasets”, y el enlace lleva a los productos de UERRA.
- Para otros usuarios, la aplicación “ECMWF Web-API” permite el acceso a los datasets públicos de MARS de dos formas (<https://software.ecmwf.int/wiki/display/WEBAPI/>):
  - *Web*, apropiada para solicitar volúmenes pequeños de datos, por ejemplo muestras. En la página <http://apps.ecmwf.int/datasets/> aparece una sección para Regional Reanalysis con un enlace a UERRA.
  - *Batch*, para volúmenes mayores de datos.

## Futuros reanálisis regionales europeos en Copernicus

Dos proyectos de reanálisis regionales comenzaron en otoño de 2017 en el marco de CS3 (Copernicus Climate Change Service): el proyecto C3S 322 *Copernicus Regional Reanalysis for Europe*, continuación de UERRA, y el proyecto C3S 322 *Copernicus Arctic Regional Reanalysis*.

*Nota: la autora trabaja actualmente en el Área de Modelización de AEMET, y ha participado en la producción de los reanálisis globales ERA-15 y ERA-40.*

## ACRÓNIMOS

**CEPPM** - Centro Europeo de Predicción a Plazo Medio

**C3S** - Copernicus Climate Change Service

**DWD** - Deutscher Wetterdienst

**EDI** - Eidgenoessisches Departement des Innern (MeteoSwiss)

**HErZ** - Hans Ertel Zentrum

**KNMI** - Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut

**MF** - Météo-France

**MI** - Meteorologisk Institut

**NMA-RO** - Administratia Nationala de Meteorologie, Romania

**SMHI** - Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut

**UB** - Universitaet Bonn

**UEA** - University of East Anglia

**UERRA** - Uncertainties in Ensembles of Regional ReAnalyses

**UKMO** - United Kingdom Met Office

**URV** - Universitat Rovira i Virgili