



Fecha de Publicación: 12/02/2020

# Descripción del Sistema de Predicción del Oleaje AEMET/OPPE

El Organismo Público Puertos del Estado (OPPE) conjuntamente con la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) produce y distribuye dos veces al día una predicción de viento y de oleaje para el Atlántico Norte y la cuenca occidental del Mar Mediterráneo. El sistema de predicción de oleaje arranca diariamente a las 5 horas y a las 17 horas. Aproximadamente una hora después, los resultados están disponibles en la página web de Puertos del Estado en forma de mapas, gráficos y tablas.

El sistema de predicción está formado por una serie de aplicaciones basadas en el modelo de generación de oleaje WAM que utilizan los campos de viento previstos del modelo meteorológico de área limitada HARMONIE-AROME proporcionado por AEMET. El horizonte de esta predicción es de 72 horas y proporciona campos previstos cada hora.

## Campos de Viento

Para el forzamiento de las aplicaciones de modelo de generación de oleaje en la actualidad se utilizan campos de viento provenientes del modelo atmosférico HARMONIE-AROME de AEMET. Esto es así desde octubre de 2018, previamente se utilizaban los campos procedentes del modelo HIRLAM, producto oficial de la AEMET hasta esa fecha.

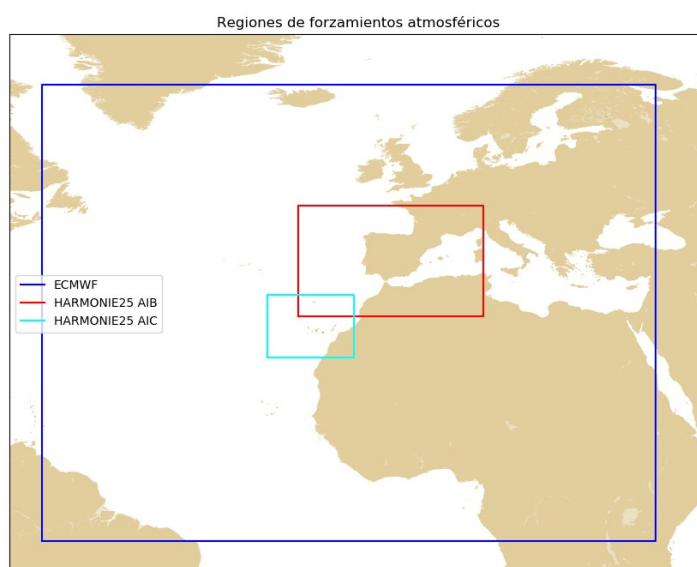


Figura 1. Regiones de forzamientos atmosféricos desde 2018

El modelo HARMONIE-AROME es un modelo de mesoescala, no hidrostático, que permite simular la convección. Los campos de viento representan el viento a 10 metros de altura sobre el nivel del mar. Con una resolución aproximada de 2.5k y un horizonte de predicción de 48 horas. Para asegurar unas buenas condiciones iniciales, antes de procesar los campos de viento previstos, se utilizan los campos de viento analizados de las 12 horas anteriores al inicio de la predicción.

Existen dos aplicaciones regionales HARMONIE-AROME, una centrada en la Península Ibérica y otra centrada en la zona de las Islas Canarias. La figura 1 muestra las zonas cubiertas por el modelo de AEMET actualmente.

VIENTO						
Modelo	2006-2012		2012-2018		2018-actualidad	
	temporal	espacial	temporal	espacial	temporal	espacial
<b>HIRLAM</b>	6h	16km	1h	5km	-	-
<b>HRES</b>	-	-	-	-	3h	10km
<b>HARMONIE</b>	-	-	-	-	1h	2.5km

Tabla 1. Evolución de los forzamientos atmosféricos utilizados y su resolución espacial y temporal

Para ampliar la cobertura geográfica y temporal, estos datos se emplean las salidas del modelo numérico de predicción determinista del Centro Europeo de Predicción a Medio Plazo (ECMWF, por sus siglas en inglés) del área del Atlántico, HRES, que abarca también la mayor parte de Europa. Se trata de un modelo de predicción numérica global, atmosférico e hidrostático, con una resolución aproximada de 10km y un horizonte de predicción de 10 días. Este modelo proporciona campos atmosféricos cada 3 horas.

## Modelo de oleaje WAM

El modelo WAM de generación de oleaje (WAMDI, 1988), en su versión 4 (Günther et al., 1991), integra la ecuación básica de transporte. Esta ecuación describe la evolución de un espectro bidimensional de energía de oleaje con respecto a la frecuencia y dirección sin hacer ninguna presunción inicial sobre la forma del espectro.

Este modelo fue desarrollado por un amplio grupo de investigadores de diferentes institutos (grupo WAMDI), siguiendo las recomendaciones derivadas del proyecto 'Sea Wave Modeling Project' (grupo SWAMP, 1985). Uno de los objetivos del grupo fue montar y poner en servicio rutinario una aplicación global del modelo en el Centro Europeo de Predicción a Medio Plazo (ECMWF), lo que se consiguió en 1992 (Günther et al., 1992). Desde 1986, Clima Marítimo, actualmente el Área de Medio Físico de Puertos del Estado, ha pertenecido al grupo y ha participado en diferentes aspectos del trabajo (Carretero and Günther, 1992). El informe final del grupo se publicó en 1994 (Komen et al, 1994).

Puertos del Estado, por su parte, modificó el modelo para dotarle de la opción de utilizar un anidamiento en dos sentidos, (Gómez Lahoz, Carretero Albiach, 1997). Con este sistema se integra la ecuación en el mismo paso de tiempo para todos los puntos, y al poder definir el espaciado dependiendo de la situación del punto en la malla, en la práctica funciona como un esquema de espaciado variable. La resolución aumenta a través de sucesivos rectángulos de espaciado regular en un área, o en varias si se desea. En los límites de estos rectángulos, la malla no es

continua, y algunos puntos obtienen energía por interpolación y otros por advección.

Utilizando este esquema de anidamiento en dos sentidos, se desarrollaron las aplicaciones que se utilizan para elaborar la predicción de oleaje. La versión del modelo, la distribución de aplicaciones así como su resolución espacial y temporal han ido cambiando a lo largo del tiempo para introducir mejoras. En la tabla 2 se puede ver la evolución de las aplicaciones utilizadas a lo largo del tiempo.

OLEAJE						
Dominio	2006-2012		2012-2018		2018-actualidad	
	temporal	espacial	temporal	espacial	temporal	espacial
<b>Mediterráneo</b>	3h	8.3km	1h	8.3km	-	-
<b>Cantábrico</b>	3h	4.2km	1h	4.2km	-	-
<b>Cádiz</b>	3h	8.3km	1h	8.3km	-	-
<b>Canarias</b>	3h	8.3km	1h	8.3km	1h	2.1km
<b>Estrecho Gibraltar</b>	3h	1.6km	1h	1.6km	1h	700m
<b>Península</b>	-	-	-	-	1h	2.8km
<b>Baleares</b>	-	-	-	-	1h	1.4km

Tabla 2. Evolución de las resoluciones espaciales y temporales del modelo de oleaje

La versión del modelo utilizada para el dominio Atlántico-Mediterráneo actualmente es de aguas profundas, y por lo tanto no se tiene en cuenta ningún fenómeno producido por el fondo marino. Anidadas a ésta se desarrollaron aplicaciones específicas para la Península, Canarias y Baleares, en las cuales se utiliza la versión de aguas someras y, de modo que sí se tiene en cuenta la atenuación y refracción causadas por el fondo marino en los puntos de malla, pocos, que puedan considerarse como aguas someras. La figura 2 muestra la distribución de mallas en el sistema actual.

Las mallas de gran escala y regional Atlántico-Mediterráneo se alimentan con los vientos del modelo HRES-ECMWF, mientras que el resto de las regiones, al estar dentro de la cobertura espacial del modelo HARMONIE, de AEMET se simulan con este modelo. La cobertura temporal del modelo HARMONIE es de sólo 48 horas, por lo que, para ampliar este horizonte temporal de predicción de los sistemas de Puertos del Estado, se utiliza el modelo HRES de ECMWF para alimentar las últimas horas de cada ciclo de predicción.

La información producida por el modelo para cada punto de malla es el espectro direccional de energía de oleaje, de donde se puede extraer gran cantidad de información, p.e. Hs, Tp, Tm, dirección media, componentes de mar de viento, de mar de fondo, etc.

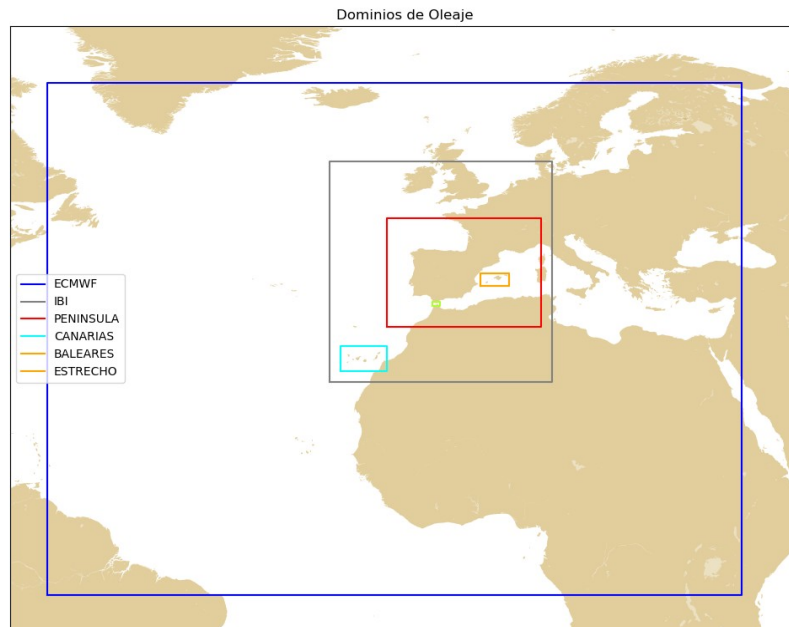


Figura 2. Dominios de predicción de oleaje desde 2018

## Sistema de predicción en las Autoridades Portuarias (SAPO)

El sistema SAPO está compuesto por sistemas de predicción de oleaje a 72 horas, de escala local, desarrollados específicamente para los puertos y su entorno más próximo. El sistema está basado en el modelo SWAN y tiene en cuenta las transformaciones sufridas por el oleaje al aproximarse a la costa. Las aplicaciones SAPO tienen resoluciones comprendidas entre los 350m y los 150m, dependiendo del tamaño de la zona costera a estudiar y las complejidades geográficas de la zona de estudio. En algunos casos se incluye un módulo de predicción de la agitación en el interior del puerto.