

Fecha de Publicación: 06/06/2024

# CONJUNTO DE DATOS SIMAR

## Procedencia y obtención del conjunto de datos

El conjunto de datos SIMAR está formado por series temporales de parámetros de viento y oleaje procedentes de modelado numérico. Son, por tanto, datos simulados y no proceden de medidas directas de la naturaleza.

**Las series SIMAR surgen de la concatenación de los dos grandes conjuntos de datos simulados de oleaje con los que tradicionalmente ha contado Puertos del Estado: SIMAR-44 y WANA.** El objetivo es el de poder ofrecer series temporales más extensas en el tiempo y actualizadas diariamente. De este modo, el conjunto SIMAR-44 ofrece información desde el año 1958 hasta la actualidad.

Durante este trabajo de fusión se aprovechó para ampliar también la cobertura espacial, aumentando considerablemente el lote de puntos disponibles tanto en el Mar Mediterráneo como en el Océano Atlántico, en aguas abiertas como en costa, llegando a ofrecer datos a escala portuaria.



Figura 1. Distribución espacial de los Nodos SIMAR año 2024

## Contribución 1958-2005: Subconjunto SIMAR-44

El conjunto SIMAR-44 se constituye a partir de simulaciones realizadas por modelado numérico de atmósfera y oleaje que cubren todo el entorno litoral español. La simulación de oleaje fue realizada por Puertos del Estado para lo cual se utilizaron los datos procedentes de la simulación de atmósfera realizada por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET, [www.aemet.es](http://www.aemet.es)). El objetivo final de este trabajo fue la reconstrucción del comportamiento de los agentes simulados durante más de 44 años y obtener así series de datos de interés climático.

Seguidamente se da una breve descripción más detallada del modo en que se ha generado cada uno de los agentes simulados.

### Viento

Los datos de viento proceden de un **downscaling dinámico realizado con el modelo atmosférico regional RCA3.5 a partir de los datos de dos retroanálisis atmosféricos globales**: ERA-Interim, que cubría el periodo temporal 1989-2005 y ERA-40, con datos disponibles entre los años 1958 y 2001. Estas simulaciones fueron realizadas por la AEMET con una resolución en la malla de 12' de latitud por 12' de longitud (aproximadamente 20 por 20 km). Los datos de viento facilitados son promedios horarios a 10 metros de altura sobre el nivel del mar.

Los conjuntos de datos resultantes se han unido para construir uno único. **El conjunto resultante tiene así una cobertura temporal de 47 años, desde 1958 a 2005**, basado en la simulación que utilizó ERA-40 en el periodo 1958-2000 y continuado con los datos obtenidos a partir de ERA-Interim entre los años 2001-2005.

**Debido a la resolución de la malla utilizada para integrar el modelo atmosférico RCA3.5 no es posible reproducir el efecto de accidentes orográficos de extensión inferior a 20 Km. Tampoco quedan modelados la influencia en el viento de procesos de convección de escala local.** No obstante, el modelo reproduce correctamente los vientos regionales inducidos por la topografía como el Cierzo, Tramontana, Mistral, etc. **De modo general es más fiable la reproducción de situaciones con vientos procedentes de mar.**

### Oleaje

Para generar los campos de oleaje se ha utilizado el **modelo numérico WaveWatch III utilizando un esquema de anidamiento de mallas similar al de la predicción operativa del oleaje de Puertos del Estado**. Los datos se han generado con una cadencia horaria y **cubre el periodo 1958-2005**. Se ha realizado **descomposición de mar de viento y mar de fondo**. Con el fin de describir situaciones con mares de fondo cruzados, se ha considerado la posibilidad de dos contribuciones de mar de fondo.

Para el área mediterránea se ha utilizado una malla de espaciado variable con una resolución de 15' de latitud x 15' de longitud (unos 25 por 25 km) para el borde este de la malla y de 7.5' de latitud x 7.5' de longitud (aproximadamente 12.5 por 12.5 km) para el resto del área modelada.

Por otro lado, para el área atlántica se ha utilizado una malla de espaciamiento variable que cubre todo el Atlántico Norte con una resolución de 30' latitud x 30' longitud para las zonas más alejadas de la Península Ibérica y de Canarias, que aumenta a 15' de latitud x 15' de longitud al aproximarse a las mismas. Para el entorno del Golfo de Cádiz y del Archipiélago Canario se han anidado a la malla principal mallas secundarias con una resolución de 5' de longitud x 5' latitud. Por su parte, en la costa cantábrica y gallega la malla anidada tiene una resolución de 2.5'. La zona del Estrecho de Gibraltar no queda cubierta por este reanálisis.

El modelo WaveWatch III usado para generar estos datos incluye efectos de refracción y asomeramiento. No obstante, dada la resolución del modelo, se pueden considerar despreciables los efectos del fondo. Por tanto, **para uso práctico los datos de oleaje deben de interpretarse siempre como datos en aguas abiertas a profundidades indefinidas.**

## Contribución 2006-actualidad: Subconjunto WANA

Las series WANA proceden del **sistema de predicción del estado del mar desarrollado por Puertos del Estado** y operativo desde el año 1996. No obstante, es importante tener en cuenta que los datos WANA no son datos previstos, sino que estos datos proceden del periodo de diagnóstico o análisis de cada ciclo de predicción (ver figura 2). Esto quiere decir que para generar las series WANA se seleccionan solo las horas iniciales de cada ciclo, en las que se simulan las **12 horas previas al inicio del periodo de predicción**, ya que se supone que esa información está corregida con medidas reales así que el modelo proporciona campos de oleaje consistentes tanto con la evolución previa de los parámetros modelados como con las observaciones realizadas.

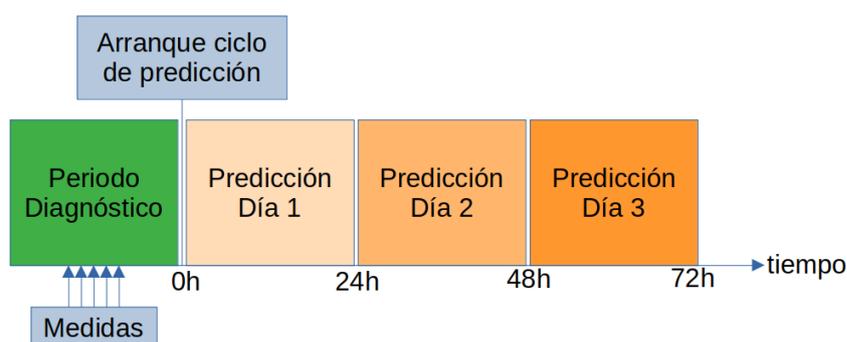


Figura 2. Esquema simplificado del funcionamiento de un ciclo de predicción.  
Para las series WANA se guardan los datos del periodo de diagnóstico

Es importante tener en cuenta que **las series temporales de viento y oleaje del conjunto WANA no son homogéneas** pues los modelos de viento y oleaje se van modificando de modo periódico a lo largo del tiempo para introducir mejoras. Estas mejoras han permitido, entre otras cosas, aumentar la resolución espacial y temporal de los datos a partir de los cuales se genera la información del conjunto WANA. De todos estos cambios, cabe destacar el cambio de modelo predictivo que realizó la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) en el año 2018, en el que se sustituyó HIRLAM por el modelo HARMONIE-AROME.

Las siguientes tablas muestran la evolución de los cambios en la resolución temporal y espacial de los modelos:

VIENTO	MODELO HIRLAM						MODELO HARMONIE	
	1996-2006		2006-2012		2012-2018		2018-actualidad	
	temporal	espacial	temporal	espacial	temporal	espacial	temporal	espacial
	6h	30 km	6h	16 km	1h	5 km	1h	2.5 km

Tabla 1. Evolución en la resolución espacial y temporal de los modelos atmosféricos con los que se genera el subconjunto de datos del subconjunto WANA.

OLEAJE								
Dominio	1996-2006		2006-2012		2012-2018		2018-actualidad	
	temporal	espacial	temporal	espacial	temporal	espacial	temporal	espacial
Cantábrico	3h	15 km	3h	4.2 km	1h	2.5 km		
Cádiz	3h	15 km	3h	8.3 km	1h	5 km		
Mediterráneo	3h	7.5 km	3h	8.3 km	1h	5 km		
Canarias	3h	15 km	3h	8.3 km	1h	5 km	1h	2.1 km
Estrecho Gibraltar	--	--	3h	1.6 km	1h	1 km	1h	700 m
Península	--	--	--	--	--	--	1h	2.8 km
Baleares	--	--	--	--	--	--	1h	1.4 km

Tabla 2. Evolución en la resolución espacial y temporal de los dominios regionales del modelo de oleaje con el que se generan los datos del subconjunto WANA.

Seguidamente se da una breve descripción de los modelos numéricos utilizados para generar las series de viento y oleaje.

## Viento

**El modelo atmosférico utilizado para generar los campos de vientos ha cambiado a lo largo del tiempo.** Hasta octubre de 2018 se utilizó el modelo HIRLAM de AEMET, un modelo atmosférico mesoescalar e hidrostático cuya resolución espacial y temporal varió según se indica en la tabla 1. A partir de ese año, la AEMET sustituyó HIRLAM por el HARMONIE-AROME, modelo de mesoescala, no hidrostático, con mayor resolución espacial que su predecesor.

Los datos de viento facilitados corresponden a una altura de 10 metros de altura sobre el nivel medio del mar, y no reproducen efectos geográficos ni procesos temporales de escalas inferiores a la resolución con la que se ha integrado el modelo de atmósfera (ver la Tabla 1 para conocer la resolución y su evolución con el paso del tiempo). No obstante, los modelos reproducen correctamente los vientos regionales inducidos por la topografía como el Cierzo, Tramontana, Mistral, etc.

## Oleaje

Para generar los campos de oleaje de las aplicaciones regionales a lo largo del tiempo **se han utilizado dos modelos: WAM y WaveWatch III**, alimentados por los campos de viento del modelo proporcionado por AEMET (HIRLAM hasta el año 2018 y HARMONIE-AROME desde entonces). Ambos son modelos espectrales de tercera generación que resuelven la ecuación de balance de energía sin establecer ninguna hipótesis a priori sobre la forma del espectro de oleaje. Adicionalmente se utiliza el **modelo SWAN en las aplicaciones costeras SAPO** (Sistema de predicción en las Autoridades Portuarias) desarrolladas específicamente para los puertos y su entorno más próximo y tiene en cuenta las transformaciones sufridas por el oleaje al aproximarse a la costa. Adicionalmente, anidados a estos sistemas costeros existen también aplicaciones de **AGITACIÓN que propagan el oleaje a pie de dique** considerando la interacción con las estructuras de abrigo para proporcionar información del oleaje en el interior de los puertos.

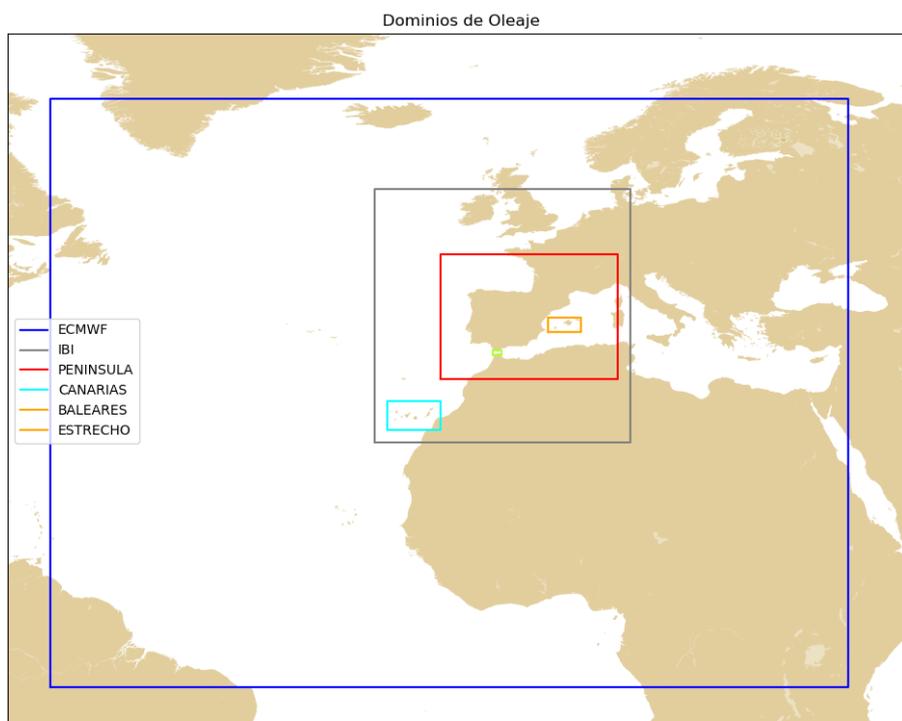


Figura 3. Dominios de predicción de oleaje de escala regional utilizados desde el año 2018

La resolución espacial de los modelos varía dependiendo de la zona, ya que se han desarrollado aplicaciones específicas para diferentes áreas. El planteamiento de dichas aplicaciones también ha variado en consonancia con los cambios en los forzamientos atmosféricos que realizó la AEMET en 2018 (cambio de modelo HIRLAM a HARMONIE-AROME). Hasta ese momento el sistema contaba con dos mallas de grandes dimensiones, una centrada en el Atlántico y otra en el Mediterráneo, a las que se anidaban mallas de mayor resolución de regiones costeras: Cantábrico, Cádiz y Canarias. El Estrecho de Gibraltar contaba con una aplicación específica que tenía en cuenta los oleajes provenientes tanto del Atlántico como del Mediterráneo. Desde octubre de 2018 el sistema cuenta con

una aplicación de gran escala, con una resolución aproximada de 25 km, que cubre tanto el Atlántico como el Mediterráneo (ver la figura 3). Con esta configuración la región atlántica se amplía hacia el sur con el objetivo de mejorar la predicción de los temporales procedentes del sur en las Islas Canarias. A esta se anida una malla de unos 8 km de resolución, que abarca la región atlántica entre Irlanda y las Islas Canarias, así como el Mediterráneo occidental. En un segundo nivel de anidamiento existen aplicaciones que resuelven las Islas Canarias a una resolución aproximada de 2 km y la Península Ibérica y Baleares, a una resolución de 2.8 km. Por último, el área de Islas Baleares y el Estrecho de Gibraltar cuentan con aplicaciones específicas a una resolución de 1.4 km y 700 m respectivamente. En la Tabla 2 se puede consultar con más detalle la resolución de las diferentes aplicaciones regionales a lo largo del tiempo y en la Figura 3 se puede ver la cobertura del esquema de mallas regionales existentes en la actualidad.

En el siguiente nivel de anidamiento se encuentran las aplicaciones costeras SAPO, cuya resolución está entre los 450 y los 150 metros, dependiendo del tamaño de la zona costera a estudiar y las complejidades geográficas de la zona de estudio. Finalmente, para describir el oleaje de muy alta resolución dentro de los puertos existen aplicaciones de AGITACIÓN, con una resolución no única que se encuentra en torno a los 5 metros.

En la mayoría de los casos se ha realizado una descomposición del oleaje en mar de viento y mar de fondo. Con el fin de describir situaciones con mares de fondo cruzados, se han considerado dos contribuciones posibles para el mar de fondo.

Es importante tener en cuenta que, con independencia de la coordenada asignada a un nodo WANA, los datos de oleaje deben considerarse, siempre, como datos en aguas abiertas y profundidades indefinidas salvo que procedan de una aplicación SAPO o de AGITACIÓN. Estos últimos, al estar muy cerca de la costa, sí que tienen en cuenta las transformaciones sufridas por el oleaje al aproximarse a la costa. Por tanto, se trata de un oleaje propio de aguas someras, influenciado por la morfología de la costa y la profundidad.

**La longitud de las series de los nodos procedentes de aplicaciones SAPO o AGITACION es bastante más limitada que en el resto** ya que para estos puntos no se realizó el retroanálisis (contribución SIMAR), de modo que la disponibilidad de información se inicia con la puesta en marcha de la aplicación SAPO o AGITACIÓN, o incluso posterior.

## Precauciones de Uso

El conjunto de datos SIMAR proporciona descripciones del clima de viento y oleaje que en general son adecuadas en todo el entorno litoral español. No obstante, es necesario tener cautela en las siguientes zonas:

- De forma general se puede decir que los modelos tienden a subestimar los picos de las velocidades de viento y alturas de ola en situaciones de temporal muy extremo, sobre todo en la contribución SIMAR. Se aconseja pues cotejar la magnitud aproximada del temporal con datos instrumentales de la zona.

- En el Sur del Archipiélago Canario pueden no reproducirse bien condiciones de oleaje procedentes del sudoeste debido a la proximidad del límite del dominio de la malla que utiliza el modelo.

## Parámetros Disponibles

- Oleaje
  - Altura significativa espectral
  - Periodo de pico espectral
  - Periodo medio espectral (momentos 0 y 2)
  - Dirección media de procedencia del oleaje
  - Altura y dirección de mar de viento
  - Altura, periodo medio y dirección de mar de fondo
- Viento
  - Velocidad media
  - Dirección media de procedencia del viento

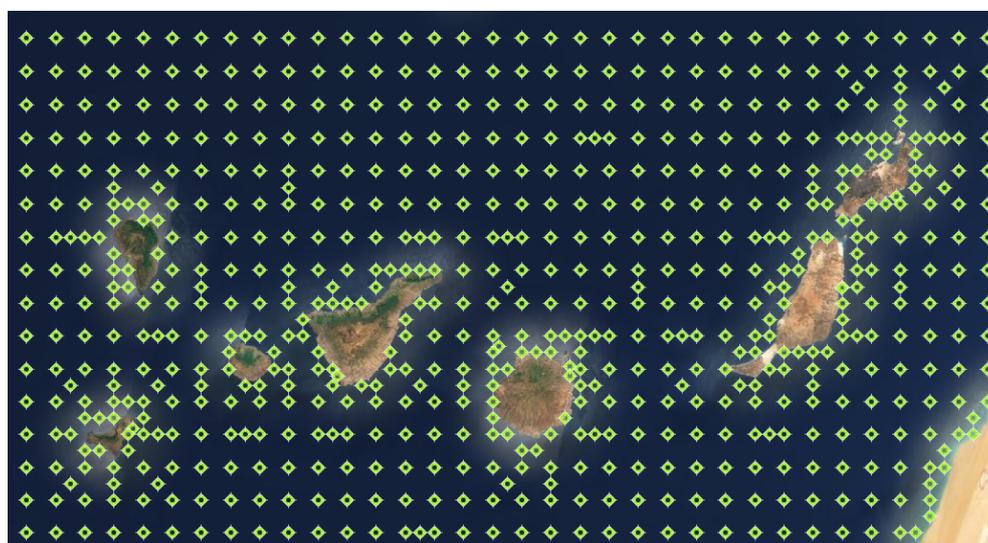
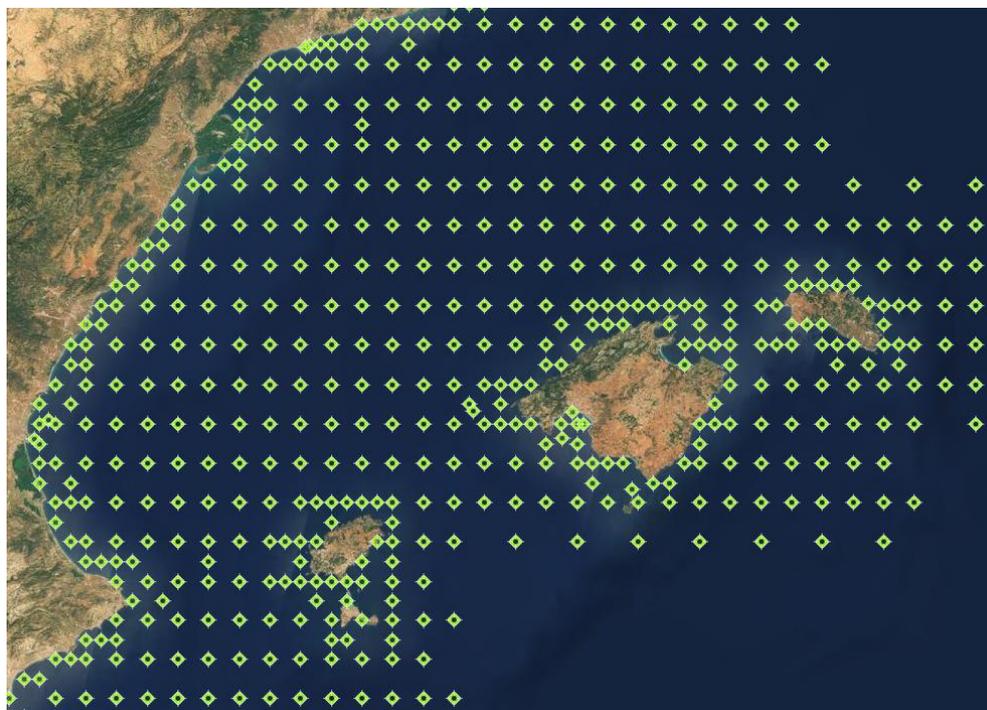
## Puntos disponibles

De toda la información generada en los procesos de simulación, se ha seleccionado un subconjunto de 4500 puntos, considerado como representativo del clima en el área que abarcan los modelos, cuya información ha sido almacenada en el Banco de Datos de Puertos del Estado. De forma general, las series temporales almacenadas en este Banco de Datos cubren el periodo de más de 50 años, comenzando en el año 1958 y llegando hasta la actualidad ya que éstas se actualizan de manera automática dos veces al día para añadir los nuevos datos de diagnóstico generados por el sistema de predicción.

No obstante, en algunos casos puede darse la circunstancia de que la cobertura temporal sea inferior, por faltar la información de uno de los subconjuntos. Esto se debe a que, a pesar de la carencia, se ha considerado que era importante ofrecer la información disponible por razones de relevancia geoestratégica.

Los modelos generan campos con una cadencia horaria. La figura 1 muestra la distribución espacial del conjunto SIMAR. En la figura 4 se muestran dos mapas ampliados en el Atlántico y el Mediterráneo

respectivamente que permite percibir la densidad de los nodos SIMAR almacenados en el Banco de Datos Oceanográficos.



*Figura 4. Ejemplos de densidad espacial de los nodos SIMAR en el Mediterráneo (arriba) e Islas Canarias (abajo).*

Los datos de oleaje del conjunto SIMAR pueden consultarse de modo interactivo (en forma de tablas, rosas, gráficas, informes climáticos y estadísticos) y descargarse en la página Web de Puertos del Estado. Para ello es necesario acceder mediante la ruta:

[www.puertos.es](http://www.puertos.es) > Oceanografía > Portus



- Mar de viento: Dirección media de procedencia, en grados. Siendo el criterio de ángulos creciente en sentido horario, siendo 0° el N y 90° el E.
- Mar de fondo 1: Altura significativa espectral, en metros.
- Mar de fondo 1: Dirección media de procedencia, en grados. Siendo el criterio de ángulos creciente en sentido horario, siendo 0° el N y 90° el E.
- Mar de fondo 2: Altura significativa espectral, en metros.
- Mar de fondo 2: Dirección media de procedencia, en grados. Siendo el criterio de ángulos creciente en sentido horario, siendo 0° el N y 90° el E.

Es importante tener en cuenta que no todos los datos estarán siempre disponibles. Por ejemplo, la descomposición en mar de viento y mar de fondo no se obtiene para los puntos procedentes de aplicaciones SAPO o AGITACION. **En el caso de que un dato no exista en el fichero se mostrará un número que representa el valor nulo: -9999.9.**

## Uso de datos y referencias

Aunque el servicio de descargas online sea un servicio abierto, los usuarios deben tener en cuenta que **Puertos del Estado solo autoriza el uso de los datos para el propósito específico de la descarga**, y, en ningún caso, se permite la transferencia de los datos a terceros.

**Cuando se utilicen los datos** en cualquier soporte, como informe, presentación o artículo, el origen de los mismos (**Puertos del Estado**) **debe quedar siempre debidamente acreditada.**

Puertos del Estado no se hace responsable del uso que se haga con los datos una vez descargados a través de este servicio. Aunque, en general, todos los datos han pasado por análisis de calidad, no todos los conjuntos pasan por controles igual de exhaustivos y completos, por lo que es responsabilidad de los usuarios utilizarlos con la cautela pertinente.

### Referencia

*M GOMEZ LAHOZ, J.C. CARRETERO ALBIACH (2005). Wave forecasting at the Spanish coasts. Journal of Atmospheric and Ocean Science. Vol. 10, N° 4 p. 389–405. doi: [10.1080/17417530601127522](https://doi.org/10.1080/17417530601127522)*