

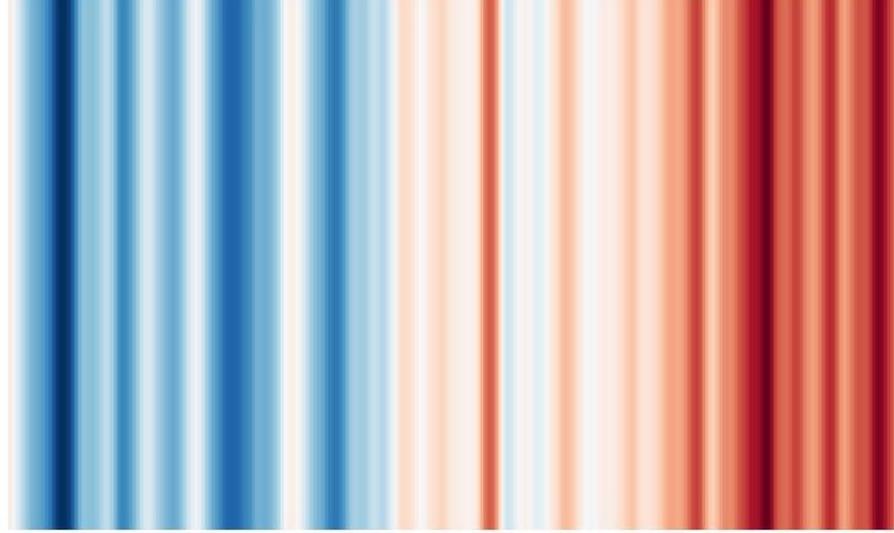
Informe TSM Mediterráneo

Verano 2021

La zona del Mediterráneo ha sido definida como un punto caliente del cambio climático. Desde el punto de vista climático, el Mar Mediterráneo y sus interacciones con la atmósfera juegan un papel fundamental en sus condiciones ambientales. Por lo tanto, es crucial estudiar el comportamiento del Mar Mediterráneo en el pasado y monitorear su situación actual para entender los posibles escenarios futuros en la región.

Este boletín es una iniciativa del grupo de Meteorología y Dinámica de Contaminantes del Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM) para revisar y actualizar periódicamente la climatología y la tendencia de la temperatura superficial del mar (TSM) en la cuenca mediterránea como indicador del cambio climático. Este boletín se emitirá de manera estacional y está destinado a difundir el estado del arte sobre la TSM en el Mediterráneo pero también pretende servir como punto de información para medios de comunicación y grupos interesados en el cambio climático en el Mediterráneo.

Averaged Mediterranean monthly deseasonalized SST (1982-2021)



©ceam2021

Data source: GHRSSST Level 4 AVHRR_OI Global Blended Sea Surface Temperature Analysis (GDS version 2) from NCEI

Información actualizada diariamente sobre la temperatura del mar en el Mediterráneo se puede encontrar en nuestro portal web en <http://www.ceam.es/SST>.

Este boletín está financiado por el proyecto de investigación IMAGINA-PROMETEO (PROMETEO/2019/110) financiado por la Generalitat Valenciana.

Todos los gráficos y análisis se basan en los datos de TSM diarios de la base de datos GHRSSST Level 4 AVHRR_OI Global Blended Sea Surface Temperature Analysis (GDS version 2.1) from NOAA National Centers for Environmental Information disponibles en la web de PODAAC (https://podaac.jpl.nasa.gov/dataset/AVHRR_OI-NCEI-L4-GLOB-v2.1).

*Este boletín tendrá una periodicidad estacional (4 números anuales). Si está interesado en recibir los siguientes números, por favor, contacte con **Francisco Pastor** en el correo paco@ceam.es. Por favor, distribuyan este boletín a todas aquellas personas que puedan estar interesadas en el mismo.*

Informe TSM Mediterráneo - Verano 2021

RESUMEN

Durante todo el verano, la TSM en el Mediterráneo mostró valores superiores a los climáticos del periodo 1982-2021. Los valores más altos se registraron desde la segunda quincena de junio hasta la primera quincena de julio y descendieron a los valores climáticos hacia finales de julio. En agosto se registró otro pico de valores muy altos. La tendencia a largo plazo de la TSM (ajustada estacionalmente) mantiene un aumento persistente durante el periodo enero 1982-agosto 2021. El calentamiento medio acumulado durante el periodo de estudio fue de 1.32°C, promediado en toda la cuenca mediterránea.

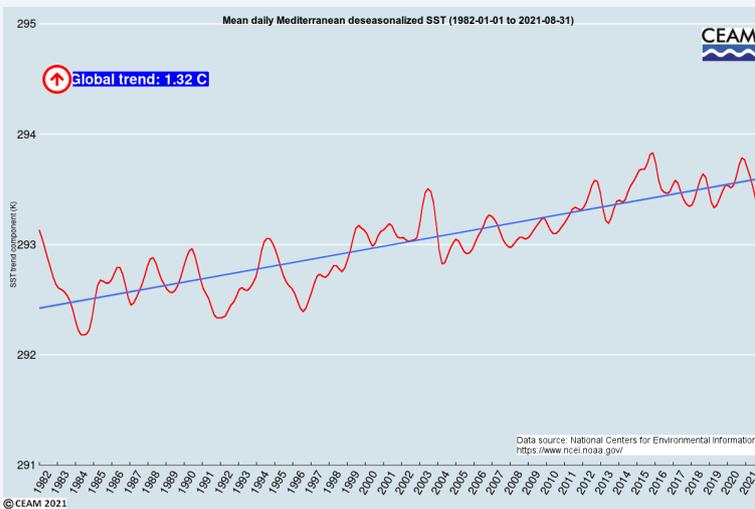


Figura 1. Evolución temporal de la TSM media desestacionalizada

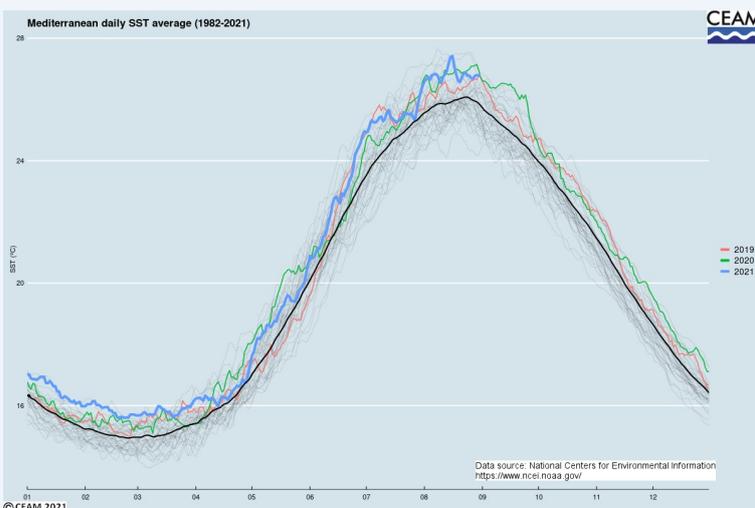


Figura 2. Series anuales de la TSM media del Mediterráneo

La tendencia de calentamiento a largo plazo de la TSM en el Mediterráneo (1982-2021) sigue mostrando un aumento sostenido de la TSM media ajustada estacionalmente. El calentamiento acumulado estimado es de 1,32°C para el periodo de estudio (figura 1). Este aumento se observa también en la serie de TSM no ajustada estacionalmente para el periodo de estudio.

La figura 2 muestra la serie anual de la TSM media diaria (línea negra para la media de 1982-2021). La TSM media del Mediterráneo se mantuvo por encima de los valores climáticos durante todo el verano. Los valores más altos se encontraron desde mediados de junio hasta mediados de julio, luego la TSM media cayó cerca de la climatología hacia finales de julio. A continuación, sus valores aumentaron hasta alcanzar valores muy altos durante todo el mes de agosto, con picos diarios cercanos a los valores máximos de la serie histórica.

Resumen tendencia TSM (1982-2021)	
Variación global	1.32°C
Tendencia diaria	$9.1 \cdot 10^{-5} \text{°C/day}$
Anomalía media mensual	Junio 0.6°C
	Julio 0.6°C
	Agosto 0.5°C

Tendencias globales y anomalías de la TSM desestacionalizada

Informe TSM Mediterráneo - Verano 2021

Anomalía global de TSM

La serie de anomalías de TSM en el Mediterráneo muestra una tendencia positiva para el periodo 1982-2021. La tendencia al calentamiento de la TSM continúa este verano, con un valor ligeramente superior al del informe de primavera. Tanto los valores de las anomalías diarias (figura 3) como las

mensuales (figura 4) presentan una clara tendencia hacia el aumento de las anomalías positivas. Las anomalías negativas de la TSM han sido muy raras en el siglo XXI para los datos completos, mientras que no se observan en la TSM desestacionalizada.

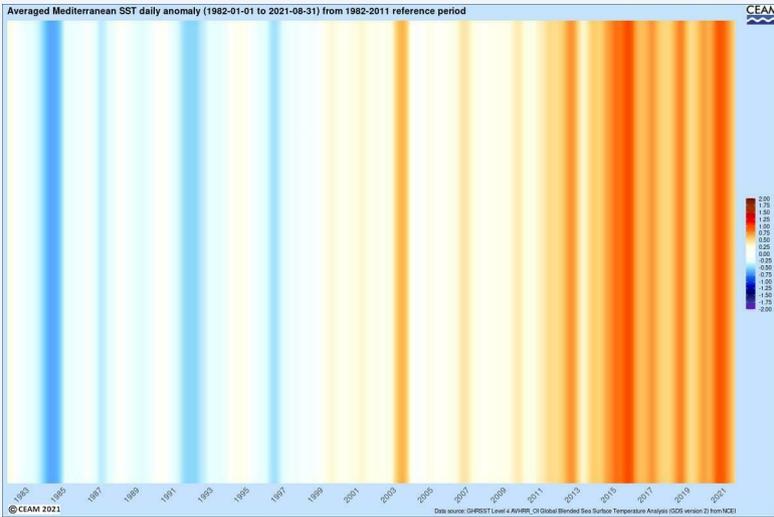


Figura 3. Anomalía diaria de la TSM media

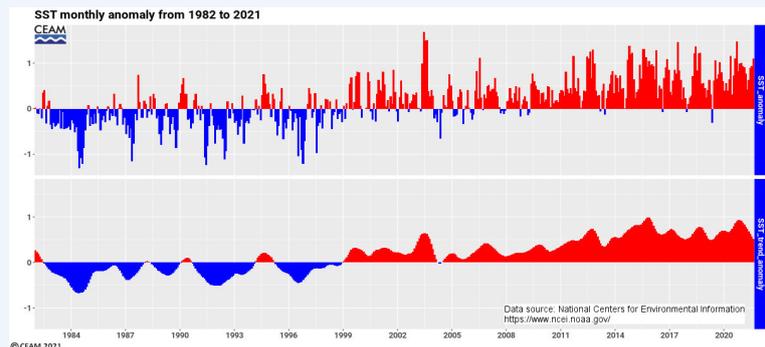


Figura 4. Anomalía mensual de la TSM media

Análisis mensual de TSM Junio 2021

Los valores más altos de la TSM mensual se encontraron en la parte más oriental de la cuenca mediterránea. Asimismo, se observaron valores elevados en la mayor parte de las cuencas central y oriental, al sur de la cuenca del Tirreno y en las islas Baleares. Esta distribución espacial presenta las principales características del modo de la TSM de verano del Mediterráneo.

En cuanto a las anomalías mensuales, muestran una fuerte anomalía positiva en la cuenca occidental en la zona situada entre Francia, las islas Baleares y Córcega-Cerdeña. El resto de la cuenca muestra valores ligeramente positivos. La anomalía de la TSM de junio presenta el quinto valor más alto de la serie histórica para este mes. En el caso de la anomalía de TSM desestacionalizada, junio de 2021 ocupa la séptima posición en la serie histórica.

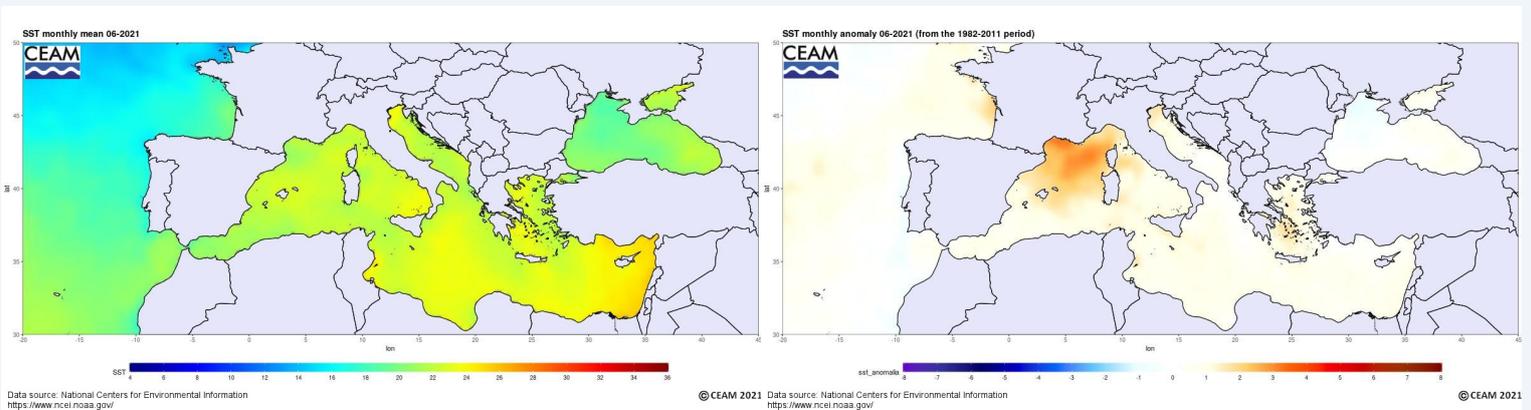


Figura 5. TSM media mensual (izquierda) y anomalía media mensual de TSM (derecha) en Junio de 2021

TSM Junio	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Anomalía TSM	0.3	1.1	-0.1	0.4	0.7	0.5	1.4	1.4	0.6	0.3	0.9
Anomalía TSMd	0.5	0.7	0.3	0.6	0.8	0.6	0.6	0.7	0.5	0.7	0.6

Valores mínimos en azul/Valores máximos en rojo

Informe TSM Mediterráneo - Verano 2021

Análisis mensual de TSM Julio 2021

En julio se registraron valores de TSM elevados, especialmente en las cuencas central y oriental. En la mitad occidental del Mediterráneo se registraron valores algo más bajos pero aún elevados. Las costas del sur de Francia y el mar de Alborán presentaron los valores más bajos con anomalías frías, mientras que el resto de la cuenca mostró anomalías positivas con los valores más altos en el centro de la cuenca occidental y el mar Egeo. Las anomalías de julio ocuparon el 6º y 9º lugar en la serie histórica, 1982-2021, para la TSM media y la TSM media desestacionalizada.

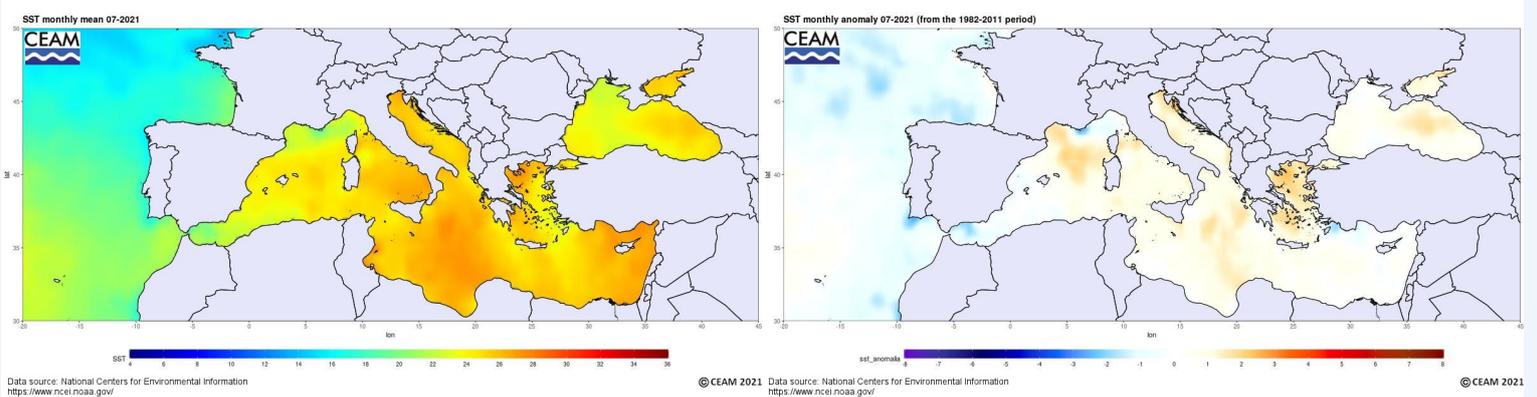


Figura 6. TSM media mensual (izquierda) y anomalía media mensual de TSM (derecha) en Julio de 2021

TSM Julio	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Anomalía TSM	0.5	1.1	0.2	0	1.3	0.4	0.8	0.8	1.1	0.7	0.9
Anomalía TSMd	0.5	0.7	0.4	0.6	0.9	0.6	0.6	0.8	0.6	0.8	0.6

Valores mínimos en azul/Valores máximos en rojo

Análisis mensual de TSM Agosto 2021

Se observó una estructura espacial similar a la de julio para la TSM, con los valores más altos del año en toda la cuenca. Los valores más frescos se dieron en el Golfo de León, Mar de Alborán y Egeo oriental, mientras que los más altos fueron en la cuenca central y en las costas orientales. Las anomalías positivas se dieron sobre todo en la cuenca oriental, especialmente en el Egeo, mientras que la cuenca occidental registró valores normales. En la serie histórica, agosto de 2021 ocupa el quinto lugar, mientras que la TSM desestacionalizada mostró el décimo valor más alto del periodo 1982-2021.

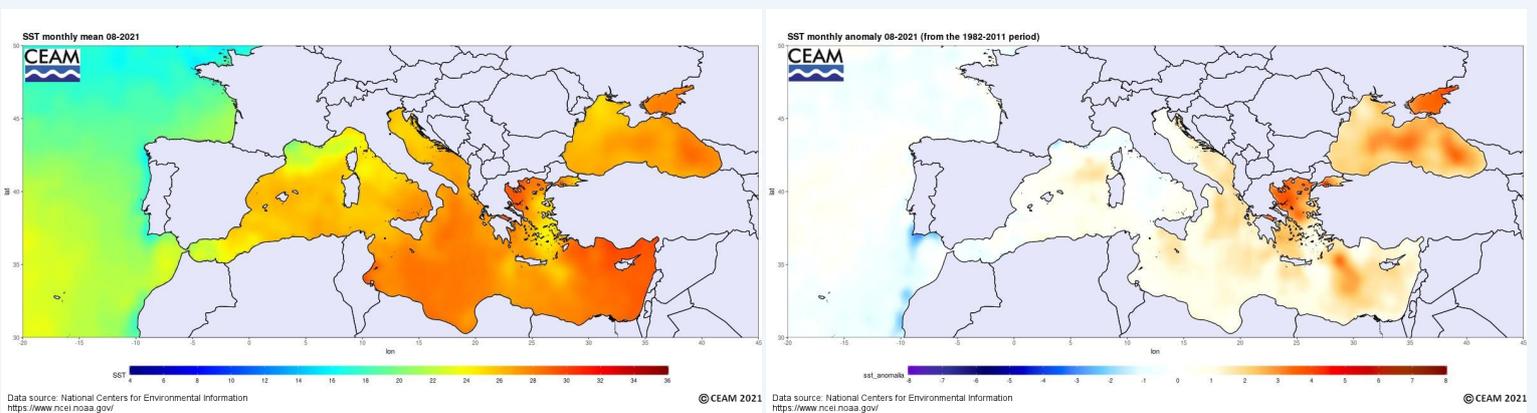


Figura 7. TSM media mensual (izquierda) y anomalía media mensual de TSM (derecha) en Agosto de 2021

TSM Agosto	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Anomalía TSM	0.3	1.3	0.4	0.2	1.3	-0.1	0.6	1.2	0.7	1.1	1.1
Anomalía TSMd	0.5	0.7	0.4	0.7	0.9	0.6	0.5	0.8	0.6	0.9	0.5

Valores mínimos en azul/Valores máximos en rojo



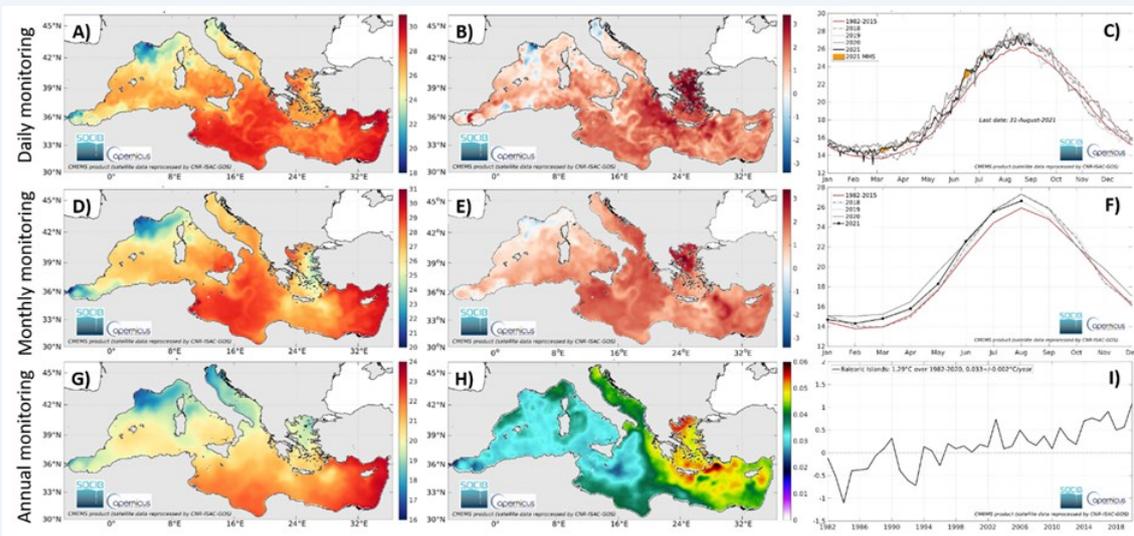
Balearic Islands Coastal Observing and Forecasting System

The “Sub-regional Mediterranean Sea indicators” tool: from event detection to climate change estimations. Mélanie Juza, Joaquín Tintoré

Las necesidades de vigilancia de los océanos y de transferencia de conocimiento para responder a la emergencia del cambio climático y para apoyar la gestión sostenible de los océanos están ahora bien establecidas y muy presentes en la agenda política. En consonancia con las iniciativas internacionales (por ejemplo, el Decenio de las Naciones Unidas de las Ciencias Oceánicas para el Desarrollo Sostenible), el Sistema de Observación y Predicción Costera de las Islas Baleares (SOCIB), como infraestructura de investigación marina establecida, proporciona datos oceanográficos fiables y productos de valor añadido. En particular, SOCIB ha desarrollado un amplio conjunto de indicadores oceánicos subregionales en el Mar Mediterráneo con un enfoque en las Islas Baleares (Juza y Tintoré, 2021). Estos indicadores proporcionan estimaciones del estado y la evolución de las Variables Oceánicas Esenciales (definidas por el GOOS y IOC-UNESCO; Tanhua et al., 2019) y de las cantidades regionales clave derivadas (Tabla 1) utilizando productos de satélite distribuidos por el CMEMS y observaciones in situ de SOCIB y Met-Office.

Se ha implementado un portal interactivo (<https://apps.socib.es/subregmed-indicators>) para proporcionar información continua sobre el estado y la variabilidad del océano en las subregiones del Mediterráneo a varias escalas temporales: (i) la monitorización diaria permite la detección de eventos subregionales y locales en tiempo real (como olas de calor marinas (MHW), descarga de los ríos, actividades de mesoescala, convección profunda); (ii) la monitorización mensual permite seguir las condiciones y variaciones oceánicas mensuales y estacionales; (iii) la monitorización anual permite abordar la variabilidad interanual/decenal y estimar las variaciones subregionales a largo plazo en respuesta al cambio climático (calentamiento del océano, aumento del nivel del mar). Estos indicadores oceánicos permiten caracterizar el estado y la variabilidad subregional -en particular de la temperatura oceánica, la producción primaria, el nivel del mar, la circulación oceánica y las propiedades hidrográficas- en el Mar Mediterráneo, cuyas fuertes variaciones espaciales requieren una consideración específica. Los resultados recientes de la temperatura superficial del mar (TSM) y de la anomalía de la TSM (TSMA) se presentan en la Figura 1 y en la Tabla 2, mostrando temperaturas cálidas en un día reciente (31 de agosto-2021), en el último mes (agosto 2021) y en el último año (2020), y tendencias positivas en las últimas cuatro décadas (1982-2020). Las anomalías positivas y los aumentos de la TSM son alarmantes en todo el Mediterráneo, con valores más altos en el Mediterráneo oriental que en el occidental (con anomalías subregionales medias de hasta 1,68 y 0,8°C, respectivamente, en agosto de 2021 y un calentamiento de 1,73 y 1,26°C a lo largo de 1982-2020) y con valores máximos locales muy elevados (con anomalías que superan los 3,5°C de media en agosto de 2021 y los 5°C el 31 de agosto de 2021, y tendencias de hasta 2,34°C a lo largo de 1982-2020). Como consecuencias del cambio climático con impactos nocivos para el ecosistema, los MHW (según la definición de Hobday et al., 2016) están aumentando sustancialmente en frecuencia, duración e intensidad. Se pueden encontrar más detalles en la página web mencionada.

Figura 1. Mapas diarios de TSM (A) y SSTA (B) el 31/08/2021 y series temporales de la TSM diaria desde 2018(C) (°C). Mapas mensuales de TSM (D) y SSTA (E) en agosto-2021 y series temporales de TSM mensual desde 2018 (F) (°C). Mapas anuales de la media de TSM (°C) en 2020 (G) y tendencia (°C/año) 1982-2020 (H) y series temporales de la SSTA anual (°C) desde 1982 (I). Las series temporales corresponden a los datos promediados espacialmente en la región de las Islas Baleares.



Informe TSM Mediterráneo - Verano 2021



	Variables oceánicas esenciales	Indicadores regionales
Superficie	TSM	TSM – TSMA – MHW
	Ocean color	Concentración de clorofila (CHL) - CHL anomalía
	Corrientes oceánicas	Velocidad geostrofica - Energía cinética total
	Altura de la superficie del mar	Anomalía del nivel del mar
	Ocean surface stress	Intensidad y dirección del viento
Superficie y sub-superficie	Temperatura y salinidad	Contenido de calor y sal
	Temperatura y salinidad	Profundidad de la capa de mezcla, temperatura y salinidad
	Temperatura y salinidad	Transporte de masas de agua en los canales baleares

Tabla1. Variables oceánicas esenciales e indicadores oceánicos integrados subregionalmente.

		Med. occidental	Med. oriental	Islas Baleares	Máximo local
TSMA media (°C)	31-Agosto-2021	0.8	1.76	0.87	5.06
	Agosto-2021	0.8	1.68	0.7	3.58
	2020	0.96	1.02	1.15	1.9
Tendencia TSMA (°C/yr)	1982-2020	0.032±0.02	0.04±0.02	0.033±0.02	0.06

Tabla 2. Estimaciones de la TSMA diaria a 31 de agosto-2021, de la TSMA mensual en agosto-2021, de la TSMA anual de 2020 y de la tendencia lineal de la TSMA a lo largo de 1982-2020, promediada espacialmente en el Mediterráneo occidental y oriental y en la región de las Islas Baleares. También se proporciona el máximo local.

La interfaz, de fácil manejo, ha sido diseñada para supervisar, visualizar y compartir la información sobre los océanos con diversas partes interesadas (por ejemplo, organismos medioambientales, comunidad científica, educadores en ciencias marinas y responsables de la toma de decisiones). La información científica y oceánica subregional alineada con la sociedad puede servir de apoyo a la toma de decisiones y a la puesta en marcha de acciones específicas a escala regional, nacional y local, contribuyendo así a responder a los retos medioambientales de la sociedad y del mundo.

Referencias

- Juza, M. and Tintoré, J. (2021). Multivariate sub-regional ocean indicators in the Mediterranean Sea: from event detection to climate change estimations, *Frontiers in Marine Science*, 8:610589, <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.610589>.
- Tanhua, T., McCurdy, A., Fischer, A., Appeltans, W., Bax, N., Currie, K., ... & Wilkin, J. (2019). What we have learned from the framework for ocean observing: Evolution of the global ocean observing system. *Frontiers in Marine Science*, 6, 471.
- Hobday, A. J., Alexander, L. V., Perkins, S. E., Smale, D. A., Straub, S. C., Oliver, E. C., ... & Wernberg, T. (2016). A hierarchical approach to defining marine heatwaves. *Progress in Oceanography*, 141, 227-238.



Este boletín, *Informe TSM del Mediterráneo*, es una iniciativa del departamento de Meteorología y Dinámica de Contaminantes del Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM), financiado por el proyecto de investigación IMAGINA-PROMETEO (PROMETEU/2019/110) financiado por la Generalitat Valenciana y por los fondos FEDER.

Más información, actualizada diariamente, sobre TSM disponible en nuestra página web SST CEAMed www.ceam.es/SST

Cita (versión en castellano): Informe TSM del Mediterráneo (Verano 2021). Departamento de Meteorología y Dinámica de Contaminantes. Fundación CEAM. 2021.

Cita (versión inglés): Mediterranean Sea Surface Temperature report (Summer 2021). Meteorology and Pollutant Dynamics Area. Fundación CEAM. 2021. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.19236.81286>

Datos: National Centers for Environmental Information. 2016. GHR SST Level 4 AVHRR_OI Global Blended Sea Surface Temperature Analysis (GDS version 2.0) from NCEI. Ver. 2.1. PO.DAAC, CA, USA. Acceso a datos 2021-06-06 <https://doi.org/10.5067/GHAAO-4BC21>.

Todos los mapas y gráficos en este boletín han sido elaborados por el departamento de Meteorología y Dinámica de Contaminantes a partir de los datos de TSM proporcionados por NCEI. Este boletín se difunde bajo licencia Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0) Creative Commons license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode>). Esta licencia permite compartir libremente el boletín y su contenido, siempre que se reconozca su autoría, pero no se pueden cambiar de ninguna manera ni se pueden utilizar comercialmente.

Información de contacto

Página web	www.ceam.es/SST
Twitter	@CEAM_Meteo
Correo	paco@ceam.es



MINISTERIO
DE CIENCIA, INNOVACIÓN
Y UNIVERSIDADES