

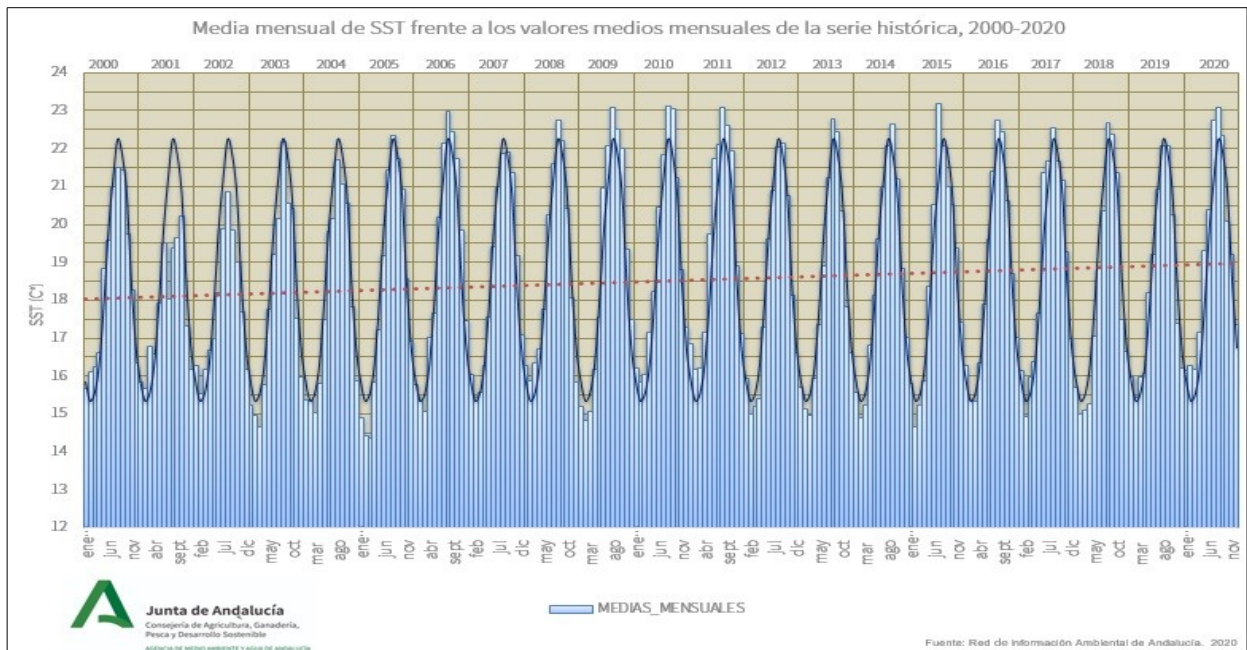
## SEGUIMIENTO CALIDAD AGUAS COSTERAS: TEMPERATURA Y TURBIDEZ EN LAS AGUAS LITORALES.

### Temperatura de las aguas superficiales.

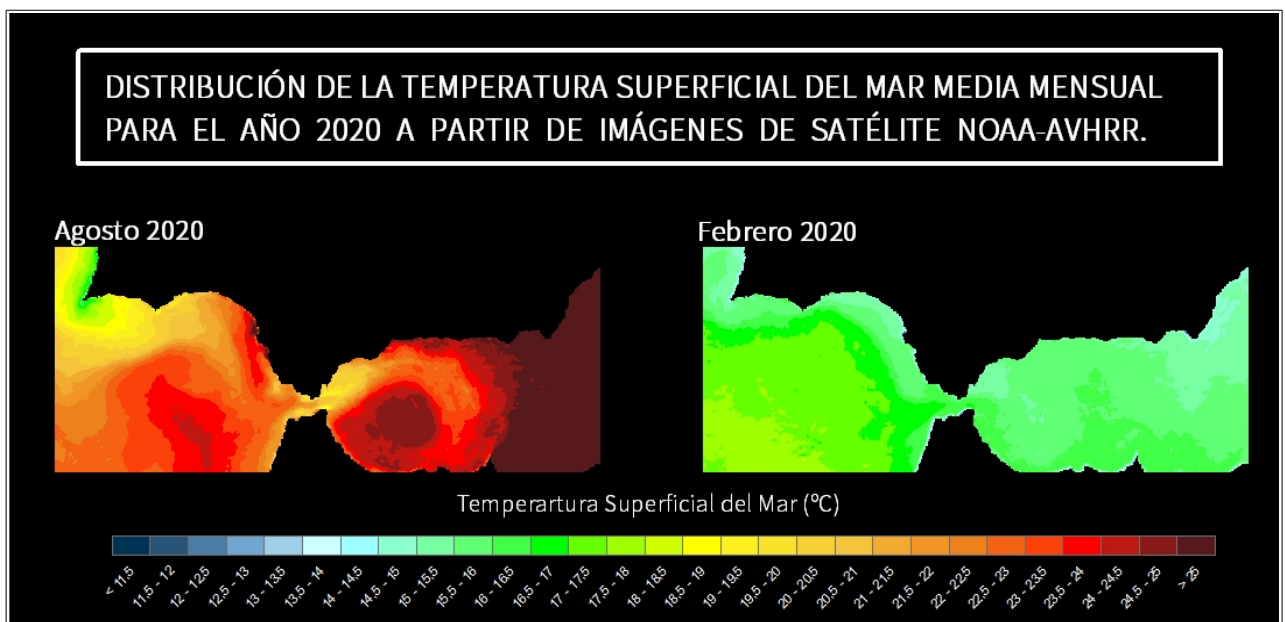
La temperatura superficial del mar es una de las variables oceanográficas más utilizadas como indicador ambiental por estar relacionada con aspectos físicos como corrientes marinas, intensidad de los vientos superficiales, precipitación e intensidad de la radiación solar, surgencias y cambios del nivel del mar. Por otro lado se relaciona con los ciclos de vida, metabolismo, factores poblacionales, estrés de los organismos, y en general con toda la variabilidad biológica relacionada con los factores físicos mencionados. Por esa razón, el estudio de la variabilidad espacial y temporal de la temperatura superficial del mar es importante y relevante desde los puntos de vista tanto físico y climático, como biológico y ambiental; de ahí que sea una variable de peso en los estudios relacionados con el cambio climático.

Considerando los datos medios de temperatura superficial del mar a lo largo de la serie de años disponibles (2000 a 2020) se observa que el valor medio máximo de toda la serie se registra en julio de 2015 con un valor de 23,19 °C.

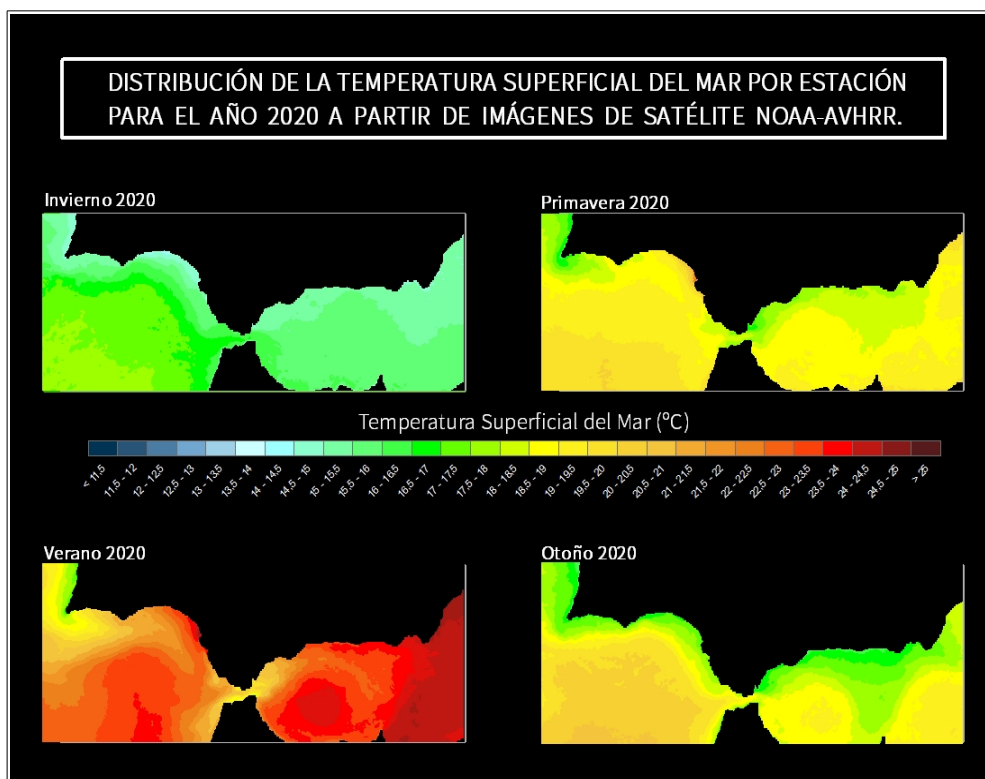
A lo largo de la serie analizada se observa como la temperatura aumenta a medida que nos vamos adentrando en el estío. Además, existe a su vez una tendencia al aumento de la temperatura a lo largo de los años, siendo ésta más acusada para los meses de julio-agosto, y presentando de forma recurrente a lo largo de toda la serie histórica un descenso progresivo desde septiembre hasta alcanzar los valores mínimos en los meses de Invierno, siendo febrero y marzo los meses que presentan las temperaturas más bajas. Es decir, se refleja el ciclo anual de la SST (Sea Surface Temperature) con los valores mas bajos en Invierno (principalmente en el mes de febrero), un fuerte aumento en Primavera hasta alcanzar los valores máximos en los meses de Verano (principalmente julio y agosto), y el Otoño presenta una disminución progresiva hacia los valores de Invierno. Los resultados del análisis de la tendencia lineal de SST para los años 2000-2020 muestran una tendencia general al calentamiento.



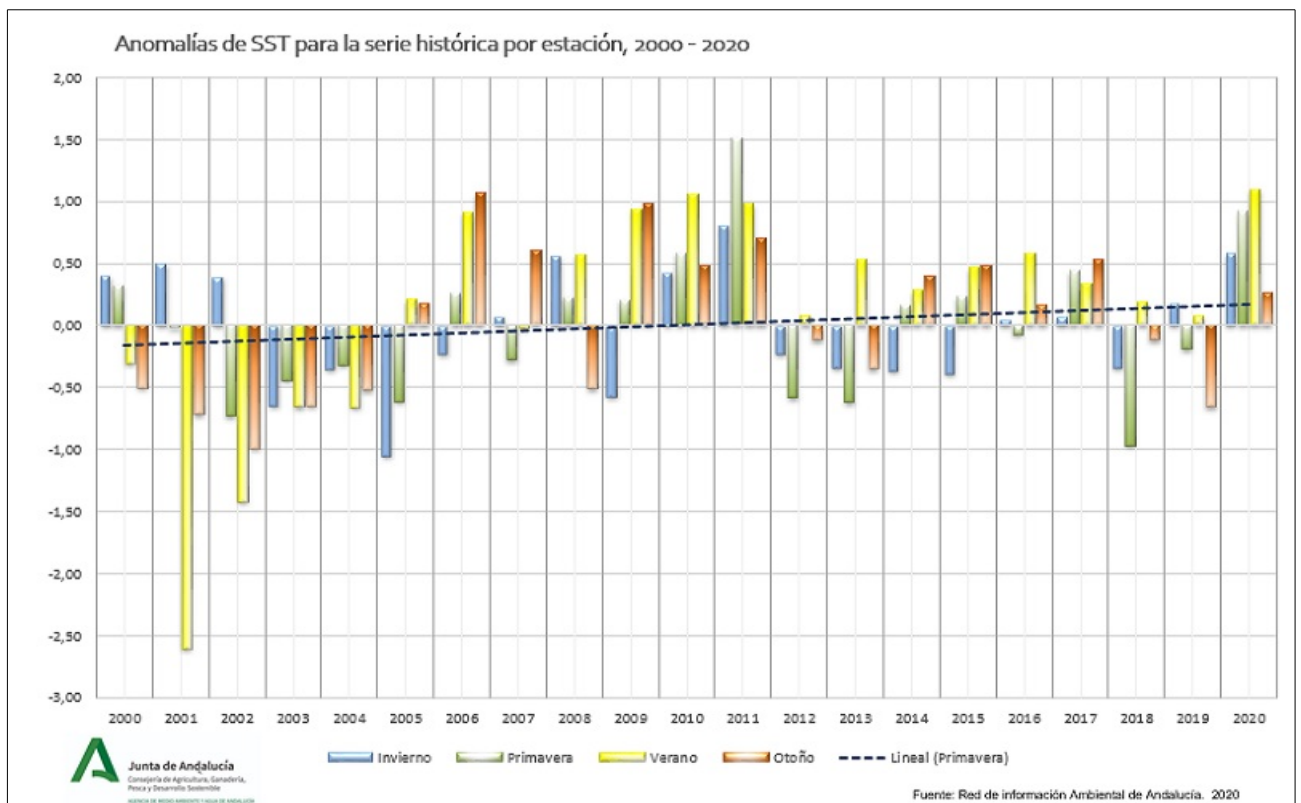
En cuanto a la distribución espacial, según los datos obtenidos a partir de imágenes AVHRR del satélite NOAA y de las imágenes Sentinel-3, las temperaturas medias mensuales más altas se suelen registrar en el mes de agosto, que en el año 2020 registró un valor de 23,07°C un grado por encima del año anterior en el mismo mes. Las más frías se suelen registrar en el mes de febrero, con valores entorno a los 16°C, concentrándose éstos prácticamente en toda la costa Atlántica y Mediterránea. También se observa, especialmente entre los meses de junio y septiembre, la presencia de aguas relativamente más frías en la zona del Estrecho de Gibraltar, marcando la entrada de las aguas atlánticas en la cuenca mediterránea. En algunos casos la diferencia de temperatura oscila entre los 3-4 °C.



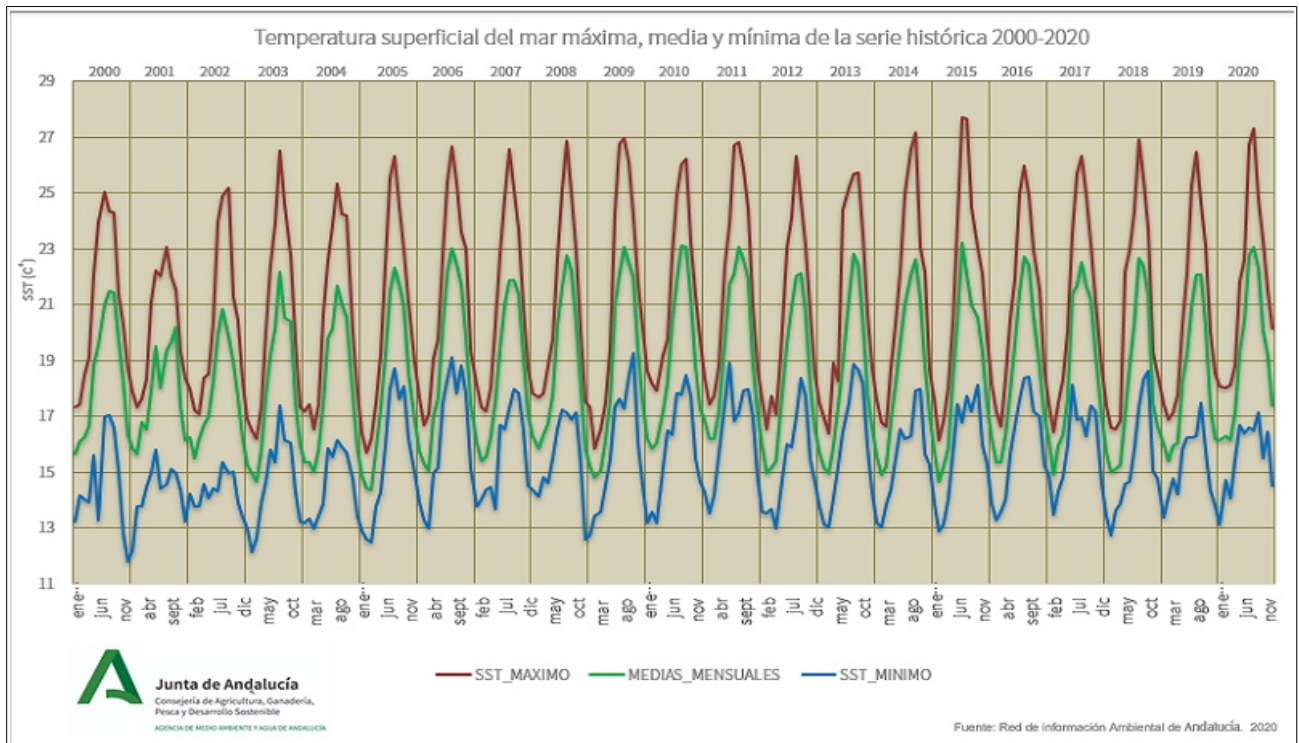
Por otro lado, la temperatura superficial de las aguas pone de manifiesto determinadas características de la circulación superficial de las aguas marinas, es destacable por ejemplo, la presencia de aguas más frías que las contiguas en la costa sur de Portugal y en la zona del Cabo San Vicente, visible en la mayoría de las imágenes de satélite tratadas y, especialmente, entre los meses de Mayo y Octubre, producto de la circulación de corrientes atlánticas a lo largo de la costa oeste portuguesa que condiciona el desarrollo espacial de la penetración de las aguas templadas en Invierno desde el suroeste hacia el golfo de Cádiz. En esta misma zona (zona central marina del golfo) destaca el calentamiento progresivo de las aguas costeras que se inicia en la desembocadura del Guadalquivir y se extiende hacia el oeste. Este proceso comienza en Primavera y continúa hasta Verano. Otro elemento singular de la temperatura superficial de las aguas marinas, es el giro anticiclónico que se advierte en el Mar de Alborán, recurrente en las imágenes de finales de Verano y de Otoño. En cuanto a la distribución espacial desde el punto de vista estacional, los meses de Invierno de enero a marzo, suelen mostrar un claro gradiente de norte a sur. Luego pasamos a un régimen de transición de tres meses en Primavera y luego el régimen de Verano se establece entre julio y septiembre. Los valores más altos para el Verano al igual que en Invierno nos lo encontramos en el noreste del Mediterráneo, también hay algunas áreas cercanas a la costa, donde las temperaturas también son más altas, y los valores más bajos para la estación de Verano nos los encontramos en el mar de Alborán y cerca del Estrecho de Gibraltar. El régimen otoñal es también un régimen de transición hasta que el modo Invierno se establece a finales de diciembre.



La tendencia al aumento de la SST en el periodo 2000-2020 se puede observar en la siguiente gráfica, donde se muestra la anomalía estacional. Considerando la evolución de las anomalías (diferencias entre la temperatura media mensual de cada año y la temperatura media mensual del periodo 2000-2020) a lo largo de toda la serie de datos disponible, se observa la tendencia al aumento de la temperatura superficial del mar, más acusada a partir de los meses de Verano de 2005. En los años 2012 y 2013, excepto para los meses de Verano, la temperatura descendió hasta situarse por debajo de la media histórica. En el caso del año 2017 la tendencia parecía que iba a ser la seguida desde 2005, aumento de la temperatura en los meses de Verano, Primavera, Otoño e Invierno, aunque más acusado este aumento en los meses de la estación de Otoño, donde hay una diferencia de medio grado por encima de lo habitual para esta estación. En el año 2019, nos encontramos con una tendencia de calentamiento para Invierno y Verano mientras que para Primavera y Otoño la tasa de calentamiento es ligeramente inferior. En el caso del año que nos ocupa, hay un aumento de la temperatura en todas las estaciones especialmente mas acusada en Primavera y Verano donde la diferencia es de un grado por encima de la media, mientras que en el caso de las estaciones de Otoño e Invierno esta diferencia es algo menor siendo 0,3 para Otoño y 0,6 para los meses de Invierno.



Si tenemos en cuenta la evolución de la temperatura media y máxima, se puede apreciar un aumento progresivo de la misma a medida que nos acercamos a los últimos años de la serie, siendo el año 2015 el que alcanza los valores más altos de toda la serie. En el caso de los valores mínimos no se observa tendencia alguna sino que los valores presentan mayores fluctuaciones.



Si hacemos un análisis de lo observado para el año 2020, podemos ver que durante los meses de Invierno la temperatura superficial del mar ha experimentado valores superiores a los valores climáticos medios, al igual que en meses precedentes. Los valores mas alto se observan en Diciembre, permaneciendo en valores mas bajos en Enero. Febrero experimentó valores notablemente mas altos. Por tanto, durante el último Invierno, la temperatura promedio ha estado claramente por encima de los valores medios climáticos, siendo el mes con mayor anomalía positiva el mes de Febrero.

Durante la Primavera la temperatura media también se ha mantenido por encima de los valores medios climáticos durante toda la estación. Especialmente significativas fueron las anomalías positivas del mes de Mayo que registraron una diferencia de casi 1,5 °C superior a la media histórica 2000 – 2019.

La temperatura Superficial del Mar se mantuvo por encima de los valores medios climáticos durante todos los meses de la estación de Verano. Los valores mas altos de anomalías se registraron durante los



meses de Julio y Agosto con una diferencia de más de 1,5 °C y de 0,88 °C respectivamente. Los valores más bajos de diferencia de anomalías se registraron en el mes de junio.

En la estación otoñal, la temperatura se mantuvo por encima de los valores medios climáticos, con valores más altos durante Septiembre y Noviembre mientras que en Octubre los valores estuvieron por debajo de la media climática 2000 – 2019, siendo éste el único mes del año en el que las temperaturas no han sobrepasado los valores medios de la serie histórica.

