



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

VICEPRESIDENCIA  
TERCERA DEL GOBIERNO

MINISTERIO  
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA  
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



Oficina de Meteorología - Base Naval de Rota

## Anomalías de nivel marino en la costa de Cádiz

### 14 de agosto de 1978

El catálogo de tsunamis en las costas españolas (<https://www.ign.es/web/sis-tsunamis>) no incluye un episodio ocurrido el 14 de agosto de 1978, aunque así fue referido por Campos Romero (1992) tras una digitalización del mareograma de Cádiz, cuyo resultado se expone en la figura 1.

Figura 21. Mareograma de Cádiz relativo al Tsunami del 14 de Agosto de 1978.

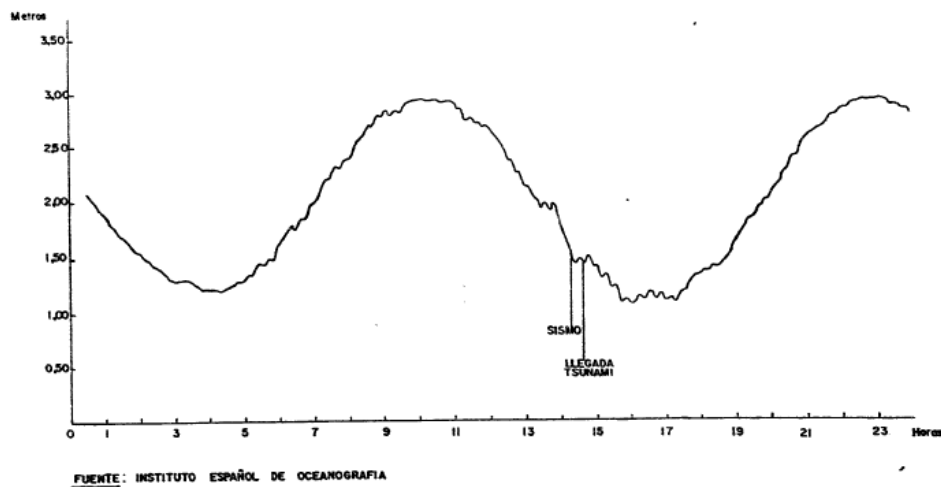


Figura 1. Mareograma digitalizado de Cádiz del 14 de agosto de 1978. Fuente: Campos Romero (1992)

Los mareogramas de Tarifa y Algeciras también registran oscilaciones de alta frecuencia en el nivel del mar entre las 06:00 y las 17:00 UTC.

CORREO ELECTRONICO

[omdlert@aemet.es](mailto:omdlert@aemet.es)

Oficina de Meteorología

Helipuerto

Base Naval de Rota

11530 ROTA NAVAL (Cádiz)

Tfs: 956 827048 – 956827067

RCT: 8537048 - 8537067



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

VICEPRESIDENCIA  
TERCERA DEL GOBIERNO

MINISTERIO  
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA  
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



Oficina de Meteorología - Base Naval de Rota

Los anales del ROA dejan constancia de la ocurrencia de un sismo de magnitud 4.9 registrado a las 14:18 UTC en 36.63°N, 006.87°W a una profundidad de unos 30 km, potencial origen de un tsunami de pequeña magnitud en las costas del golfo de Cádiz, tal y como propone Campos Romero (1992). El catálogo de terremotos del IGN precisa los datos de ocurrencia del sismo en el enlace incluido en la referencia, asignando una magnitud 5.0 y una profundidad de 31 km.

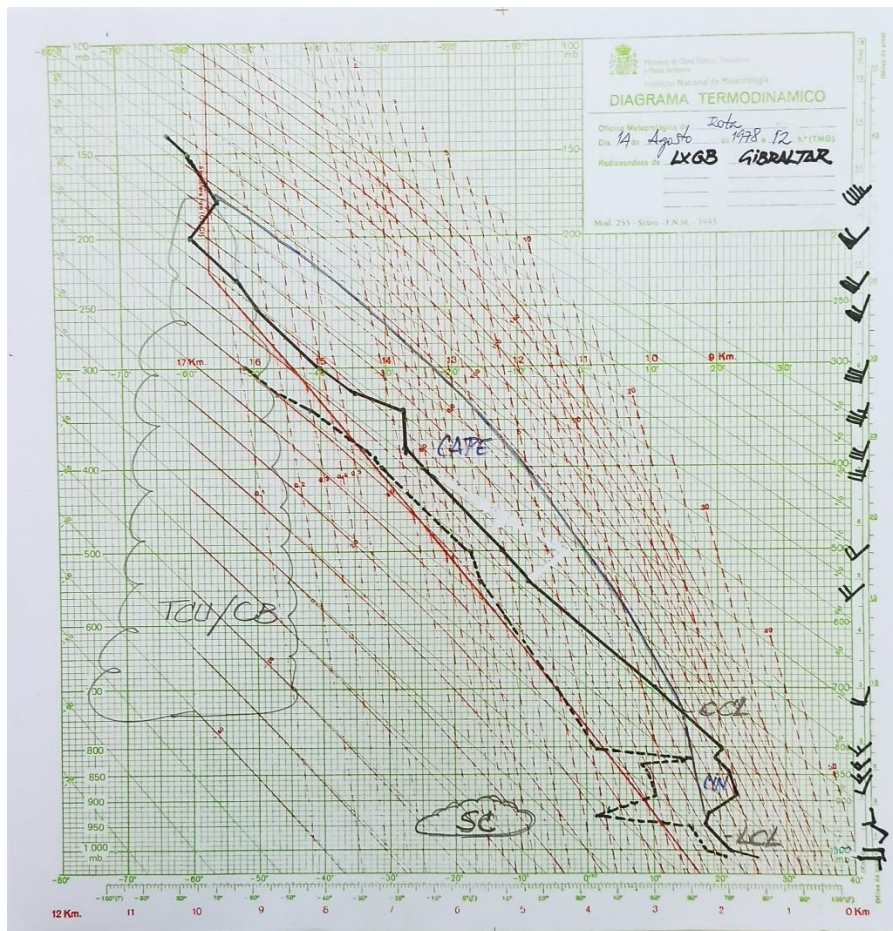


Figura 2. Sondeo de Gibraltar del 14 de agosto de 1978 a 12:00 UTC. Fuente: AEMET

Las numerosas oscilaciones de alta frecuencia en el nivel del mar registradas en el mareograma registrado en Cádiz el día 14 (fig. 4) estuvieron muy probablemente ligadas a las anomalías de presión atmosférica provocadas por las descargas de aire bajo las

CORREO ELECTRONICO

[omdlert@aemet.es](mailto:omdlert@aemet.es)

Oficina de Meteorología

Helipuerto

Base Naval de Rota

11530 ROTA NAVAL (Cádiz)

Tfs: 956 827048 – 956827067

RCT: 8537048 - 8537067



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

VICEPRESIDENCIA  
TERCERA DEL GOBIERNO

MINISTERIO  
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA  
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



Oficina de Meteorología - Base Naval de Rota

nubes o agrupamientos convectivos con precipitaciones asociadas en forma de virga, es decir, evaporadas antes de alcanzar el suelo en una capa límite marina bastante seca. Dicha nubosidad, procedente del SW, se desplazaban con el rumbo NE del flujo rector (entre 850 y 500 hPa). Estas descendencias de aire experimentan calentamientos súbitos por compresión adiabática desde la base de las nubes, estimada en torno a 10000 ft a partir de los datos procedentes del radiosondeo de Gibraltar, calentamientos que compensan sobradamente los procesos de enfriamiento por evaporación de las lluvias y que afecta a la capa troposférica entre 3000 y 9000 ft, según se desprende del diagrama de Stüve obtenido a partir del radiosondeo (fig. 2) del mismo día a las 12:00 UTC.

La dinámica meteorológica, condicionada por una vaguada atlántica con flujo del SW en 500 hPa, supone un escenario altamente favorable para el desarrollo de la convección en altura. A las 13:00 UTC los observatorios de Cádiz y San Fernando registraron viento en superficie de levante con intensidad moderada, concretamente 17 kt del 110°, confirmando la estabilidad y alta flotabilidad de la capa límite, aunque el perfil vertical de Gibraltar (fig. 2) registró un flujo de levante en superficie más débil (8 kt) y una capa superficial bastante más húmeda que la dominante sobre las costas de Cádiz.

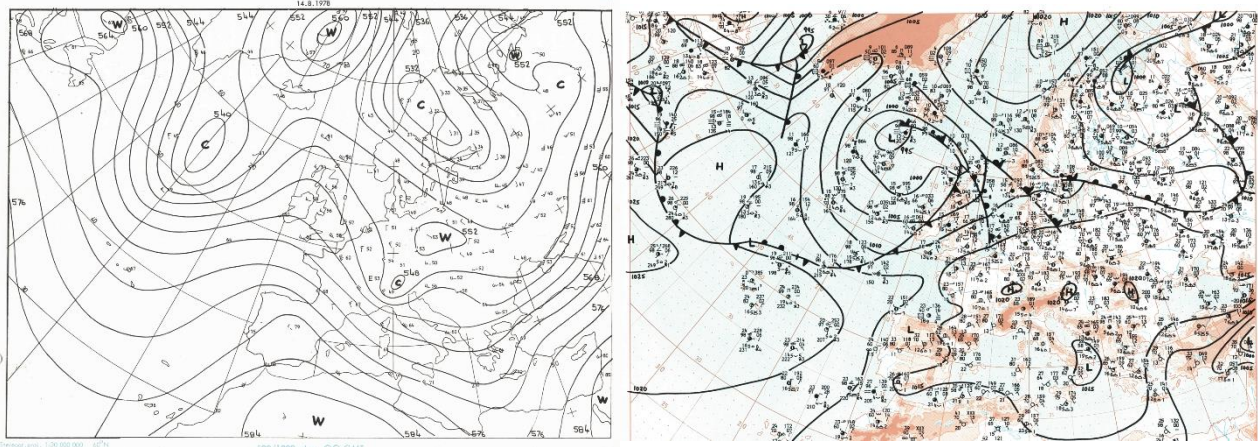


Figura 3. Topografía de 500 hPa del 14 de agosto de 1978 (izda) y Mapa de superficie Del 14 de agosto a 12 UTC. Fuente: Boletín Meteorológico Europe-Wetterzentrale

CORREO ELECTRONICO

[omdlert@aemet.es](mailto:omdlert@aemet.es)

Oficina de Meteorología

Helipuerto

Base Naval de Rota

11530 ROTA NAVAL (Cádiz)

Tfs: 956 827048 – 956827067

RCT: 8537048 - 8537067



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

VICEPRESIDENCIA  
TERCERA DEL GOBIERNO  
  
MINISTERIO  
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA  
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



Agencia Estatal de Meteorología

Oficina de Meteorología - Base Naval de Rota

La información histórica consultada (<https://weather-replay.climate.copernicus.eu>) a partir de los reanálisis de la base de datos ERA-5 (fig. 4) confirma el escenario atmosférico señalado, con valores de temperatura, viento y presión muy similares a los registrados en las observaciones climatológicas del observatorio de Cádiz, localizado en el puente Carranza.

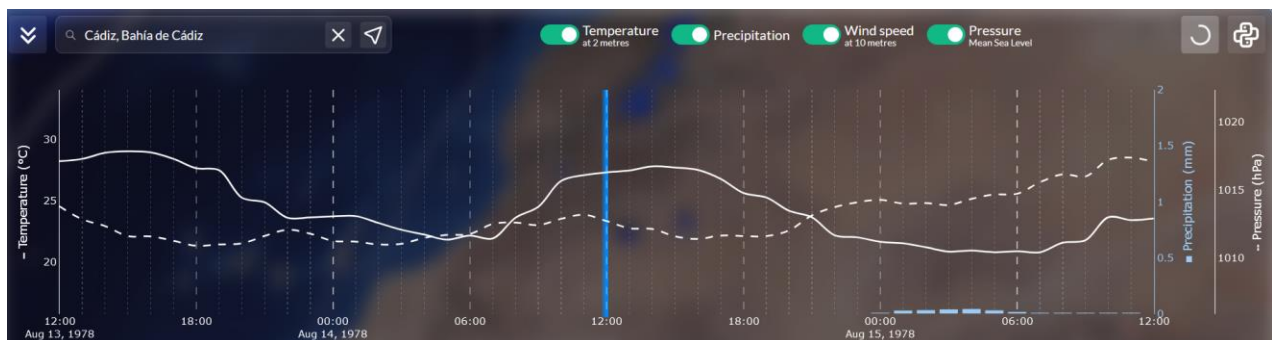


Figura 4. Variables estimadas en superficie del 13 al 15 de agosto de 1978.  
Fuente: Copernicus Weather Replay

Lamentablemente no ha sido posible conseguir imágenes de METEOSAT-1, operativo en aquella fecha, al objeto de calibrar o estimar la influencia que la convección pudo tener en el desencadenamiento de perturbaciones de presión en superficie. Como indicadores, los observatorios meteorológicos de San Fernando y Cádiz cifraron nubosidad desarrollada en la observación de ese día a las 13:00 UTC.

A simple vista, no es fácil obtener conclusiones sobre la anomalía positiva descrita por Campos Romero a partir de un examen visual del mareograma registrado el día 14 en Cádiz (fig. 5).

Al margen del proceso de digitalización y análisis armónico al que pueda haber sido sometido dicho registro, se aprecia una pequeña elevación del nivel del mar a las 14:05. Es de destacar que no es una anomalía aislada, sino que se encuentra precedida por otras perturbaciones de alta frecuencia, durante las horas anteriores. Por todo ello resulta aventurado atribuir dicha sobreelevación del nivel del mar a una onda de gravedad marina (tsunami).

CORREO ELECTRONICO

[omdlert@aemet.es](mailto:omdlert@aemet.es)

Oficina de Meteorología

Helipuerto

Base Naval de Rota

11530 ROTA NAVAL (Cádiz)

Tfs: 956 827048 – 956827067

RCT: 8537048 - 8537067



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

VICEPRESIDENCIA  
TERCERA DEL GOBIERNO

MINISTERIO  
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA  
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



Oficina de Meteorología - Base Naval de Rota

Según el IGN, el sismo tuvo lugar a las 14:17:50 UTC y Campos Romero identificó la llegada del hipotético tsunami entre las 14:35 y 14:40 UTC. Habida cuenta de la distancia desde la localización del sismo al mareógrafo de Cádiz (50 825 m), se podría estimar una velocidad de onda hipotética del orden de 100 km/h, unos  $27.8 \text{ ms}^{-1}$ , vinculada a la propagación de una hipotética onda solitaria.

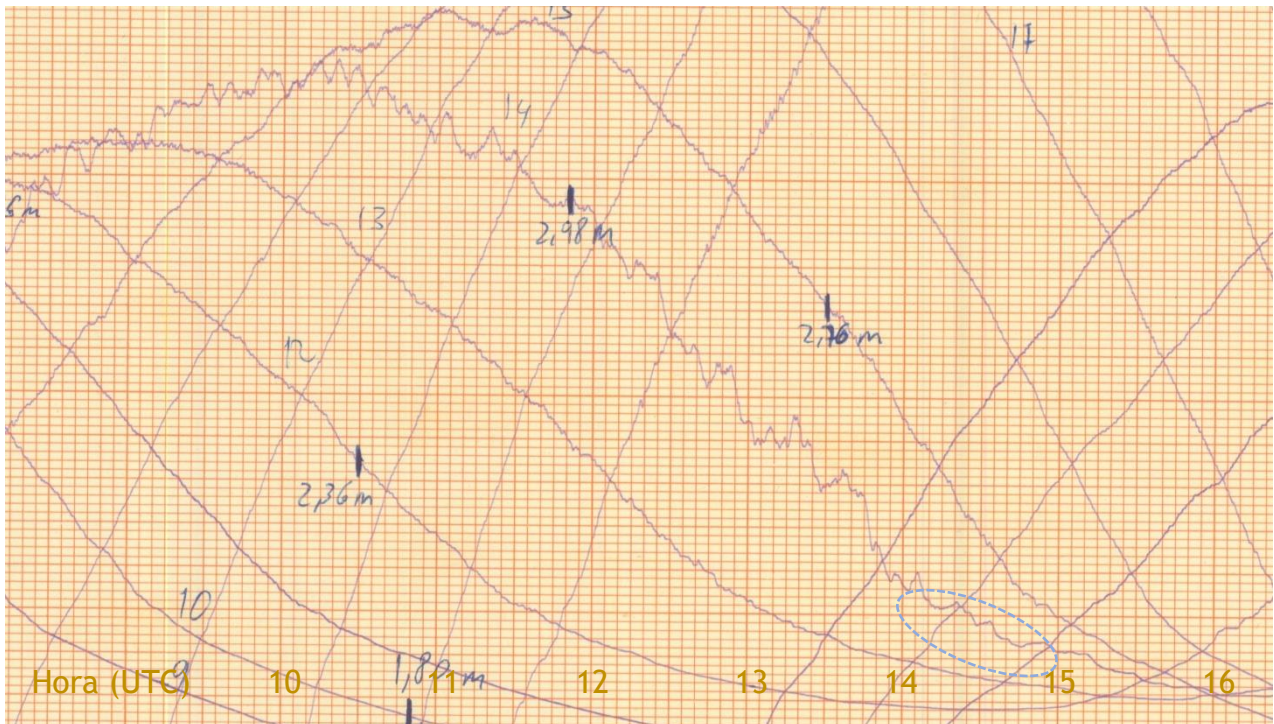


Figura 5. Meteograma de Cádiz registrado el 14 de agosto de 1978. Fuente: IEO

Sin embargo, la mayor desviación apreciable en el mareograma de Cádiz del día 14 indica una desviación máxima de tan sólo 4 cm entre las 14:05 y las 14:10 UTC, previa a la ocurrencia del sismo, lo que nos inclina a suponer que dicha elevación no está asociada con una perturbación positiva del nivel del mar originada por una onda solitaria y cabe atribuirla más bien a las perturbaciones de la presión atmosférica en superficie. De

CORREO ELECTRONICO

[omdlert@aemet.es](mailto:omdlert@aemet.es)

Oficina de Meteorología

Helipuerto

Base Naval de Rota

11530 ROTA NAVAL (Cádiz)

Tfs: 956 827048 – 956827067

RCT: 8537048 - 8537067



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

VICEPRESIDENCIA  
TERCERA DEL GOBIERNO  
MINISTERIO  
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA  
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



Oficina de Meteorología - Base Naval de Rota

hecho, se aprecian anomalías positivas de alta frecuencia de amplitud superior en las horas previas, concretamente entre las 11:00 y las 14:00 UTC.

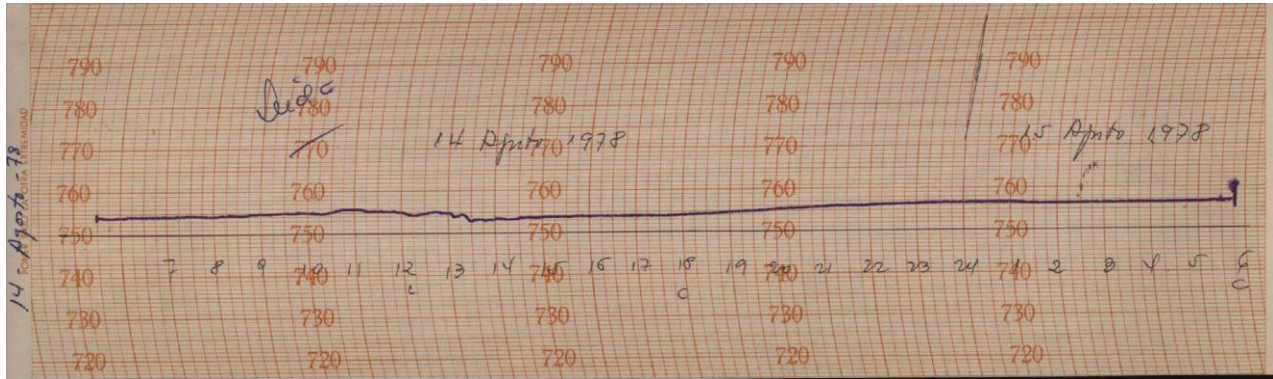


Figura 6. Registro de presión del observatorio meteorológico de San Fernando. Fuente: ROA

Lamentablemente, la banda del barógrafo de San Fernando (fig. 6) aporta escasa información útil, por la escasa sensibilidad del barógrafo aneroide ante perturbaciones pequeñas e intermitentes de la presión superficial, pero permite apreciar una sucesión de oscilaciones de presión en superficie hasta las 15 UTC, de mayor amplitud entre las 13:00 y las 13:30 UTC, en concordancia con el rastro de oscilaciones en el nivel del mar registrado en el mareograma de Cádiz (fig. 5)

## Conclusiones

No hay evidencia aparente de que las oscilaciones del nivel marino detectadas en los mareogramas obtenidos en la costa de Cádiz obedezcan a ondas gravitatorias generadas por el sismo ocurrido el día 14. La existencia, durante horas previas al sismo, de perturbaciones del nivel del mar de alta frecuencia y magnitud similar, o mayor, a la del evento reportado por Campos Romero, y la concurrencia de unas condiciones meteorológicas adecuadas ofrecen argumentos sólidos para atribuir su origen a perturbaciones de la presión atmosférica al nivel del mar inducidas por la influencia de descargas cálidas procedentes de formaciones nubosas convectivas que se sucedieron en el golfo de Cádiz.

CORREO ELECTRONICO

[omdlert@aemet.es](mailto:omdlert@aemet.es)

Oficina de Meteorología

Helipuerto

Base Naval de Rota

11530 ROTA NAVAL (Cádiz)

Tfs: 956 827048 – 956827067

RCT: 8537048 - 8537067



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

VICEPRESIDENCIA  
TERCERA DEL GOBIERNO

MINISTERIO  
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA  
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



Oficina de Meteorología - Base Naval de Rota

Episodios de anomalías del nivel del mar originados por ondas de gravedad son relativamente frecuentes y suscitan bastante trascendencia mediática cuando ocurren en la estación cálida, época con alta ocupación de veraneantes en el litoral de la provincia de Cádiz (López *et al*, 2024).

## Tabla de acrónimos

AEMET: Agencia Estatal de Meteorología

CAPE: Energía convectiva potencialmente disponible

CIN: Inhibición convectiva

ERA-5: quinta generación del reanálisis del ECMWF (Centro Europeo de Predicción a Plazo Medio) sobre el clima y el tiempo a escala mundial de las últimas ocho décadas, con datos disponibles a partir de 1940.

IEO: Instituto Español de Oceanografía

IGN: Instituto Geográfico Nacional

LCL: Nivel de condensación por ascenso

ROA: Real Observatorio de la Armada

UTC: Tiempo universal coordinado

## Referencias

Real Observatorio e la Armada. *Anales del ROA*.

Campos Romero, M. L. (1992). *El riesgo de tsunamis en España*. Análisis y valoración geográfica. Monografía, 9.

IGN. Catálogo Nacional de Terremotos:

<https://www.ign.es/web/ign/portal/sis-catalogo-terremotos/-/catalogo-terremotos/searchTerremoto?latMin=26&latMax=45&longMin=->

CORREO ELECTRONICO

[omdlert@aemet.es](mailto:omdlert@aemet.es)

Oficina de Meteorología

Helipuerto

Base Naval de Rota

11530 ROTA NAVAL (Cádiz)

Tfs: 956 827048 – 956827067

RCT: 8537048 - 8537067



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

VICEPRESIDENCIA  
TERCERA DEL GOBIERNO

MINISTERIO  
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA  
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



Oficina de Meteorología - Base Naval de Rota

[20&longMax=6&startDate=14/08/1978&endDate=15/08/1978&selIntensidad=N&selMagnitud=N&intMin=&intMax=&magMin=&magMax=&selProf=N&profMin=&profMax=&fases=no&cond=](#)

Tel, E., González, M.J., Ruís, C. y García, M.J., 2004. *Arqueología de datos de nivel del mar: tsunamis, secas y demás fenómenos*. 4ª Asamblea Hispano Portuguesa de Geodesia y Geofísica, 2004.

López, M.P. e Izquierdo, A. y Cascón, C.R. 2024. *Oscilaciones del nivel del mar forzadas por perturbaciones atmosféricas en las costas de Cádiz*, XXXVI Jornadas de la Asociación Meteorológica Española. Cádiz, 2024.

CORREO ELECTRONICO

[omdlert@aemet.es](mailto:omdlert@aemet.es)

Oficina de Meteorología

Helipuerto

Base Naval de Rota

11530 ROTA NAVAL (Cádiz)

Tfs: 956 827048 – 956827067

RCT: 8537048 - 8537067