

SISTEMA DE MONITORIZACIÓN DEL MAR MENOR

Informe ejecutivo de emergencia

Datos emitidos hasta 13/10/2025 a las 12:00 a. m.



MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

SECRETARÍA DE ESTADO
DE MEDIO AMBIENTE

DIRECCIÓN GENERAL
DEL AGUA



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



Plan de
Recuperación,
Transformación
y Resiliencia



MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

MINISTERIO
DE CIENCIA, INNOVACIÓN
Y UNIVERSIDADES



MAP
MAR MENOR
MARCO de ACTUACIONES
PRIORITARIAS para
RECUPERAR el MAR MENOR



Proyecto BELICH. IEO-CSIC. Coordinador: Centro Oceanográfico de Murcia. Financiado con fondos Next Generation EU dentro del Marco de Actuaciones Prioritarias para la Recuperación del Mar Menor (MAPMM) del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Página web: <https://belich.ieo.csic.es/>

Informe realizado por:

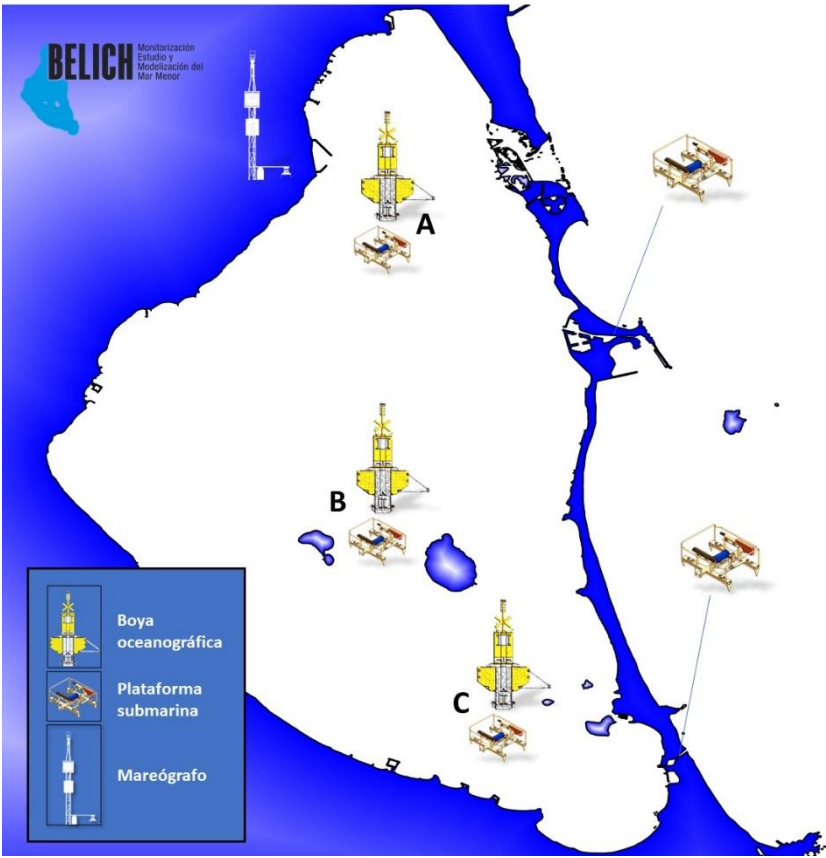
IEO-CSIC, Centro Oceanográfico de Murcia: Pedro Martínez, Marijn Oostenbaar, Virginia Sandoval, Víctor Orenes, Antonio Ortolano, Ana Ramírez, Patricia Pérez, Esperanza Moreno, Eugenio Fraile y Juan M. Ruiz.

CEBAS-CSIC: Gonzalo González Barberá Y Mercedes Guerrero Brotons

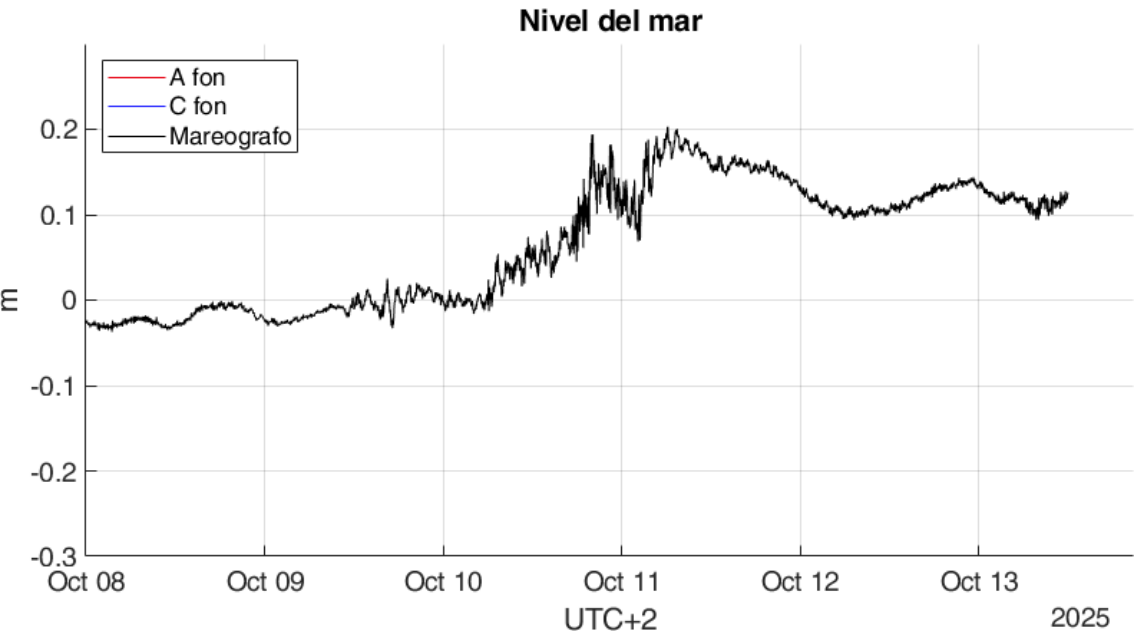
Dirección General del Agua (Tragsatec): Gloria Rico Rodríguez, Eduardo Nicolás Alemán, M. Josefa Alvargonzález Tera, Andrés Mira Carrión, Irene Amorós Zaragoza y Pablo Campos Mora.

Está terminantemente prohibida la difusión y uso de los datos contenidos en este informe sin la autorización expresa de sus responsables.

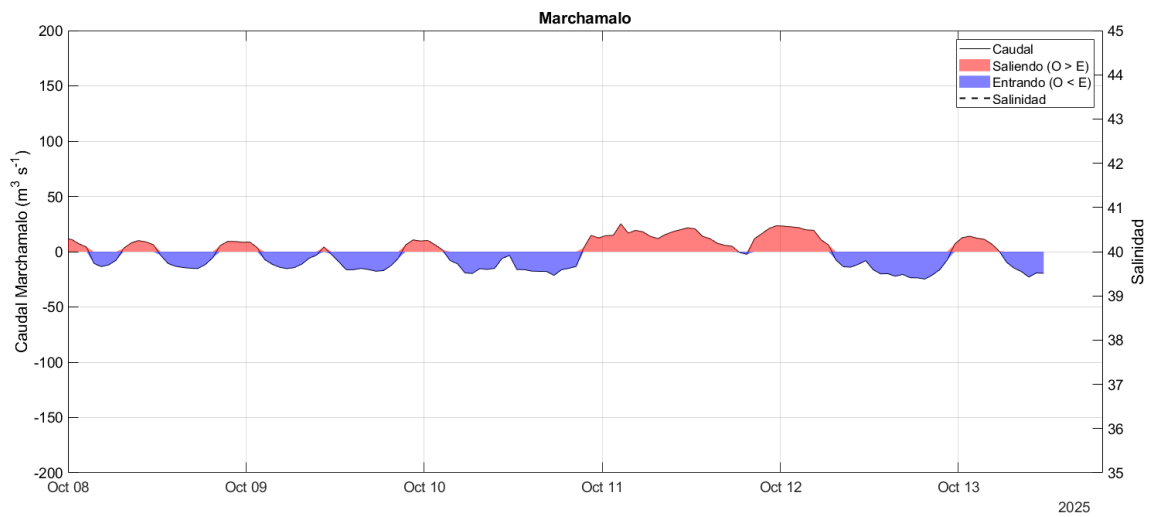
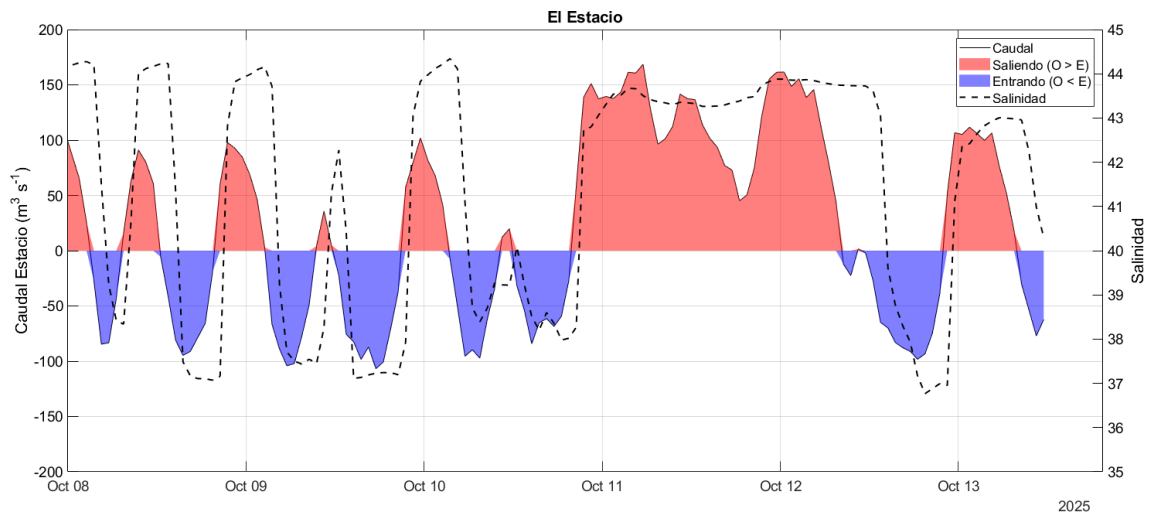
ESQUEMA DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE MONITORIZACIÓN



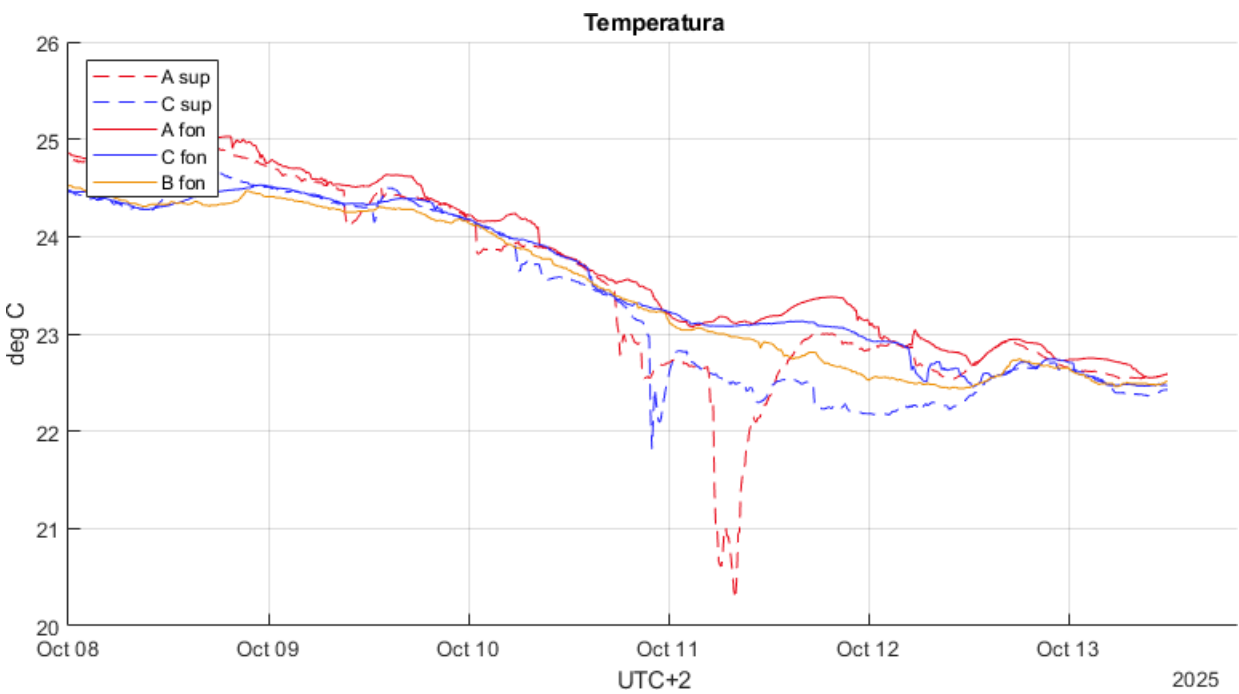
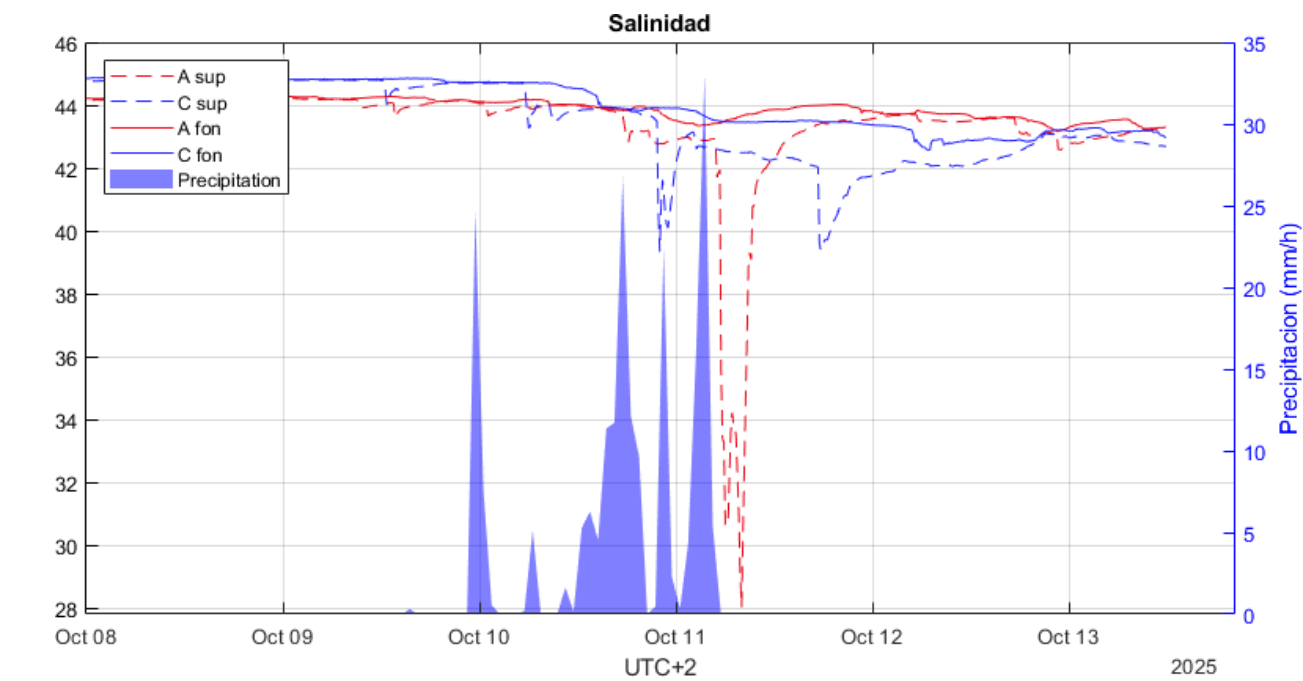
MAREÓGRAFO

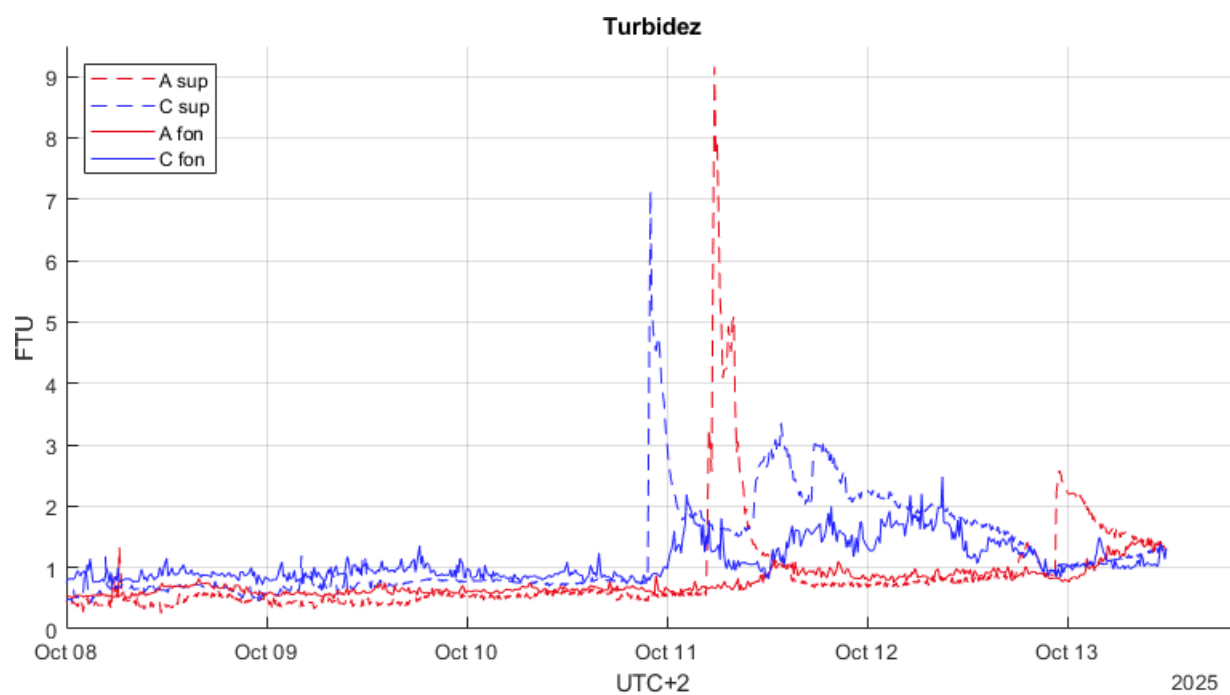
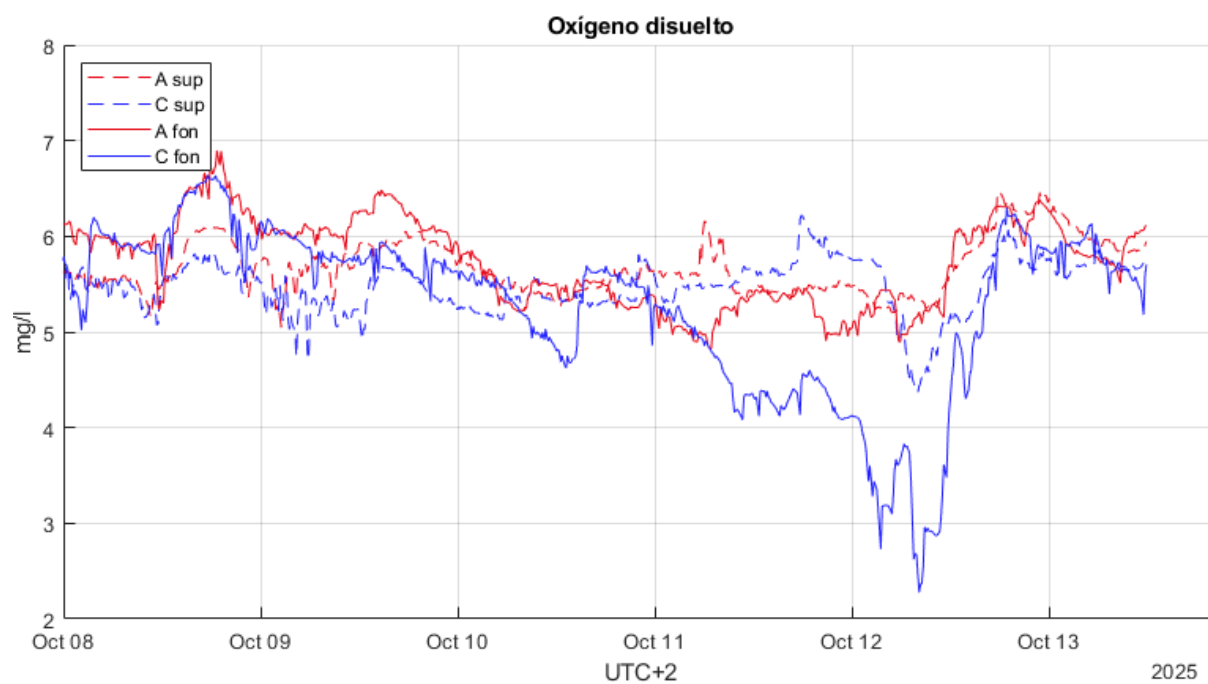


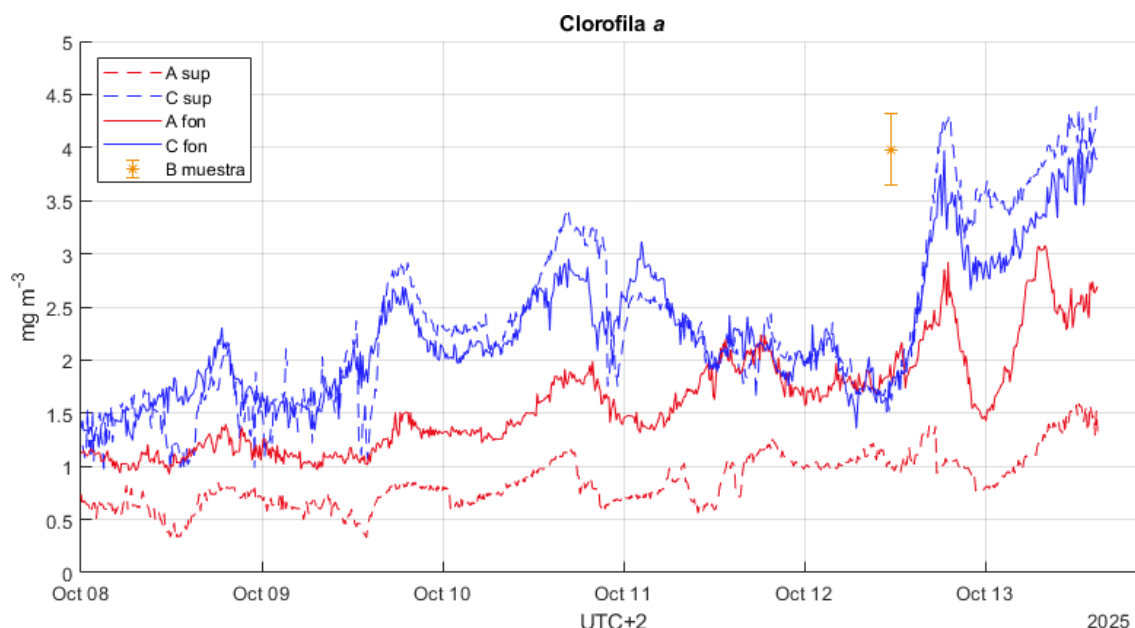
MONTES SUBMARINOS EN GOLAS



SENSORES BOYAS







Resumen de los principales efectos de la DANA Alice en la laguna

El nivel del mar, registrado por el mareógrafo de la base militar de San Javier, llegó a subir hasta 20 cm por encima del valor medido al inicio del evento. Se han identificado dos incrementos principales: el primero el 10 de octubre a las 20:00 y el segundo el 11 de octubre, a las 3:00. Este comportamiento concuerda con las dos entradas de agua detectadas unas dos horas más tarde en las estaciones A y C, respectivamente, tal y como se refleja en la temperatura, la salinidad y la turbidez de la capa superficial de la columna de agua. Tras estos incrementos, el nivel del mar se estabilizó en torno a 10 cm por encima del valor medio inicial, registrándose una leve subida adicional al final del día 12 de octubre.

La información registrada por el mareógrafo y los datos de intercambio de agua en las golas de Estacio y Marchamalo, han sido empleados para realizar estimas del balance de agua en la laguna durante la DANA (ver siguiente apartado).

En la estación sur (boya C) se han identificado dos episodios de entrada de aguas cargadas de sedimentos en superficie: el primero el 10 de octubre a las 22:00 y el segundo el 11 de octubre a las 17:30. El primero se reflejó en los registros de la estación con valores de turbidez de hasta 7,1 FTU, salinidad de 39,3 y temperatura de 21,8 °C. El segundo evento se caracterizó por una ligera disminución de la salinidad a 39,4, un aumento de la turbidez hasta 3,4 FTU y un descenso de la temperatura a 22,25 °C. Aunque esta segunda entrada fue menos intensa, su efecto se mantuvo durante más tiempo, manteniendo la turbidez en torno a 2 FTU hasta el mediodía del 12 de octubre.

En la estación norte (boya A) se observó un fenómeno similar al del sur, registrado a las 5:00 del 11 de octubre, con un aumento de la turbidez superficial hasta 9,1 FTU, acompañado de una temperatura de 20,35 °C y una salinidad de 29. Asimismo, se detectó un nuevo incremento de la turbidez el 12 de octubre a las 23:00, alcanzando valores de 2,5 FTU, junto con un ligero descenso de la salinidad de 43,12 a 43,6. Este último episodio podría deberse a una entrada de aguas turbias procedentes del Mediterráneo por la zona de la Encañizada, dado que no se

registraron precipitaciones durante el día 12 y coincide con flujos de entrada hacia el Mar Menor a través de las golases de El Estacio y Marchamalo.

La concentración de oxígeno medida por las estaciones de monitoreo se ha mantenido estable, entre 5 y 6 mg/L, excepto en el fondo de la estación C (sur), donde se han registrado un descenso significativo desde el 11 de octubre hasta el 12 de octubre a mediodía, con valores por debajo de 3 mg/L, lo que se considera dentro del estado de hipoxia. Esta situación se ha revertido rápidamente, volviendo a concentraciones normales y similares a las registradas en las otras zonas.

La concentración de clorofila-a ha mantenido una tendencia de aumento durante todo el evento, con variaciones diarias de acuerdo con los ciclos nictemerales descritos para esta variable en informes anteriores. Entre los días 11 y 13 esta dinámica diaria se rompe en la zona sur (boya C), probablemente en respuesta a la caída de la irradiancia submarina por la excesiva nubosidad y los episodios de turbidez durante las descargas de agua desde la cuenca en esa zona.

Las concentraciones de esta variable han sido por lo general más elevadas en el sur (boya C) que en el norte (boya A). Hasta el día 12 a mediodía, en las partes más profundas (fondo) se han llegado a superar los 3 mg/L en la estación C (sur) y los 2 mg/L en la estación A (norte). A partir del mediodía del día 12, esta variable experimenta un notable incremento, especialmente en la zona sur (boya C), donde por la tarde supera concentraciones de 4 mg/L, tanto en la zona superficial como en la profunda. En la zona norte (boya A) se observa esta misma tendencia, especialmente en la parte profunda, aunque los valores no superan los 3 mg/L. En la zona central de la laguna (boya B) no ha sido posible disponer de estos datos, pero a partir del muestreo in situ realizado en día 12 por la mañana (12:00 am) se ha comprobado que los valores de clorofila se encontraban en torno a 4 mg/L, más elevados que las otras zonas de la laguna a la misma hora, lo que indica que esta parte de la laguna ha experimentado también un proceso de desarrollo fitoplanctónico como el descrito para las zonas norte y sur. En general, en estos cuatro últimos días, los valores de clorofila se han triplicado en el sur (boya C) y duplicado en el norte de la laguna (boya A), alcanzando valores muy superiores a las concentraciones basales de esta variable en los últimos años.

Estima de las entradas de agua, sedimentos y nutrientes en el mar Mar Menor durante la DANA Alice

Para realizar un balance de las cantidades de agua, sedimentos y nutrientes que han entrado en la laguna durante el episodio de DANA, se han realizado dos estimaciones independientes, una por parte del equipo del CEBAS-CSIC y otra por parte del equipo de DG Agua-Tragsatec. Para la estima de la carga de sedimentos y nutrientes, ambos equipos han empleado datos de eventos anteriores extrapolados al volumen de entrada de agua estimado durante el evento actual y se actualizará en próximos informes en base a los análisis de muestras obtenidas durante dicho evento.

Estima 1: CEBAS-CSIC

A continuación, se realiza una estimación de la cantidad de agua, sedimentos y nutrientes (carbono orgánico, N y P) que han entrado en el Mar Menor provenientes de su cuenca vertiente durante la DANA Alice. El principal problema de una estima *global* es que sólo la rambla del Albuñón está aforada automáticamente. Aunque su cuenca representa más del 50% no vehicula todo el aporte al Mar Menor e, incluso, puede representar una proporción de aportes inferior o muy inferior al 50% dependiendo de la distribución espacio temporal de la lluvia.

Para la estima del aporte de caudales aquí presentada hemos utilizado dos fuentes indirectas: (i) cambios en el nivel del agua en la laguna; (ii) cambios en la salinidad. Al tratarse de dos fuentes de información independientes el contraste de los resultados nos permite evaluar mejor cuál puede ser la situación real.

Por otro lado, el volumen de descarga de agua es sólo un indicador aproximado de la carga de nutrientes introducido en la laguna. Para estimar este valor se han tomado muchas muestras en tiempo real durante el episodio, pero, lógicamente, no han podido ser procesadas todavía. Entonces, hemos recurrido a nuestra propia caracterización de las tres riadas de marzo de 2025 y asumimos que las características de la carga de esas riadas es similar a la de *Alice*.

En esta breve descripción no podemos detallar la cantidad de asunciones simplificadoras e incertidumbres diversas que rodean estas estimas. No obstante, el objetivo no es dar un dato preciso, definitivo, si no tener una idea aproximada de la entidad del evento y un orden de magnitud, este sí, preciso. Los datos que se presentan a continuación, deben leerse e interpretarse con toda prudencia.

Volumen de aportes continentales de agua

En la figura se muestra la evolución relativa del nivel del Mar Menor (en mm) desde el 8/10 a las 00:00 hasta el 12/10. Asimismo, por comparación se muestra la evolución relativa del Mar Menor en el mareógrafo de Cartagena y el aporte de lluvia acumulado en las estaciones SIAM de Los Belones y Santiago de la Ribera.

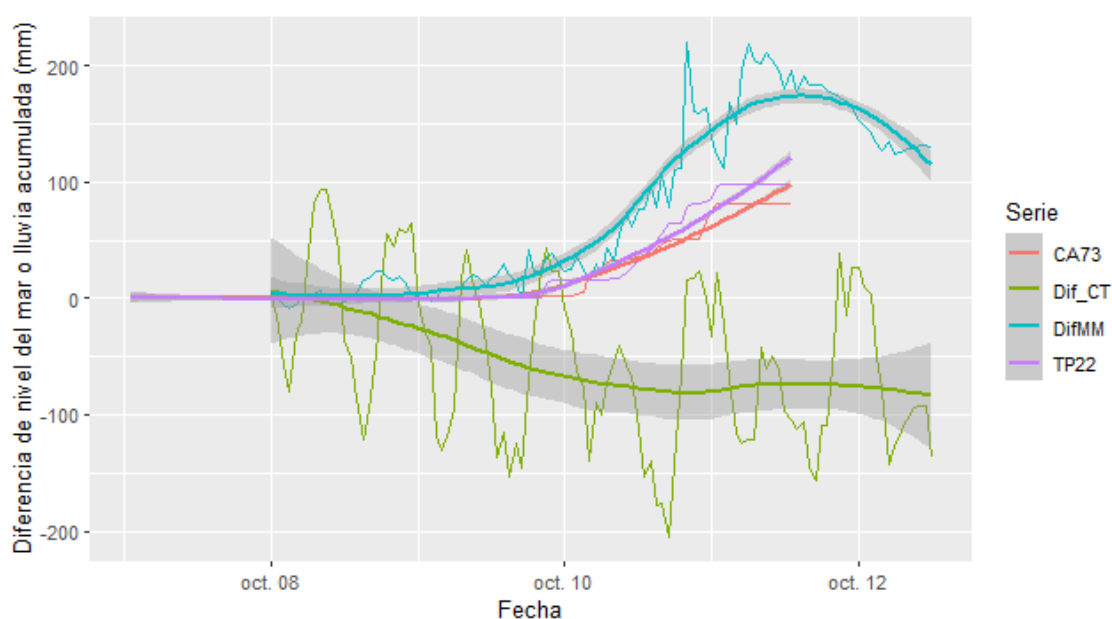


Figura Nivel relativo del Mar Menor (DifMM) y del Mar Mediterráneo en Cartagena (Dif_CT) tomando como nivel 0, el nivel el 8/10 a las 00:00. CA73 y TP22 corresponde con la precipitación acumulada en mm en las estaciones SIAM de Los Belones y Santiago de la Ribera, respectivamente. Se obtenido una línea de suavizado de cada serie con LOESS.

En base a las estaciones reflejadas en la figura y otras del sistema SAIH podemos considerar que la precipitación promedio sobre la laguna es de 90 mm, o 12.2 hm^3 (para un tamaño de la laguna

de 136 km²). El cambio en el nivel del mar máximo en la línea suavizada es 167 mm. La línea suavizada filtra perturbaciones del sensor y los desfases temporales entre las entradas de agua por cualquier punto y cambios de nivel homogéneos, teniendo en cuenta que el mareógrafo está situado en un punto concreto. El cambio de nivel en toda la laguna no es instantáneo y depende de cuándo y por donde entran flujos importantes. Con estos datos el cambio de nivel atribuible a las entradas continentales sería 77 mm o 10 hm³. Es interesante que los sensores situados en las golas han detectado una salida neta al Mediterráneo de 51 mm en el periodo contemplado en la figura, mientras que la diferencia entre el máximo de la serie suavizada del Mar Menor y el valor al final del rango temporal estudiado es de 53 mm. Los dos valores son increíblemente similares.

La estima basada en salinidad muestra un máximo de 44.56 al comienzo del episodio con una bajada a 42.42 en las primeras horas del 11 de octubre, que puede estar muy influido por la enorme precipitación que cayó inmediatamente antes sobre una de las boyas que llegó a bajar a 28 de salinidad en superficie. Al final del periodo aquí contemplado el valor medio de salinidad es 43.18. Tomando como referencia el valor máximo de nivel del Mar Menor en la serie suavizada de la figura la salinidad en ese momento era 42.59. Si consideramos las diferencias de nivel entre el comienzo y el final del periodo estudiado, para un volumen del Mar Menor de 625 hm³ y descontamos el agua de lluvia, la estima de entradas de aguas continentales. Obtenemos una estima de 6.9 hm³ para el caso de todo el periodo de estudio y 15.8 hm³, considerando del comienzo del periodo a el punto de máximo nivel de la laguna.

En estos momentos no es posible dar mayor credibilidad a una cifra u otra. Una primera impresión sugiere, que la capacidad de evacuación del Mar Menor a través de las golas es muy rápida, al menos para eventos de esta entidad. Entonces para una evaluación por balances como la aquí realizada requiere de datos muy inmediatos, y que con datos no en tiempo real puede haber un gran sesgo. No obstante, la entrada acumulada por el Albuñón ha sido de 2 hm³, por lo que ir a las estimaciones de 10-15 hm³ de descarga total nos hace asumir entradas por el resto de la cuenca mucho mayores que las que entraron por el Albuñón para este lo que es plausible, pero debe ser estudiado con más calma. En la estima de cargas asumiremos la estima más conservadora de 6.9 hm³.

Estima de cargas de N, P y C orgánico

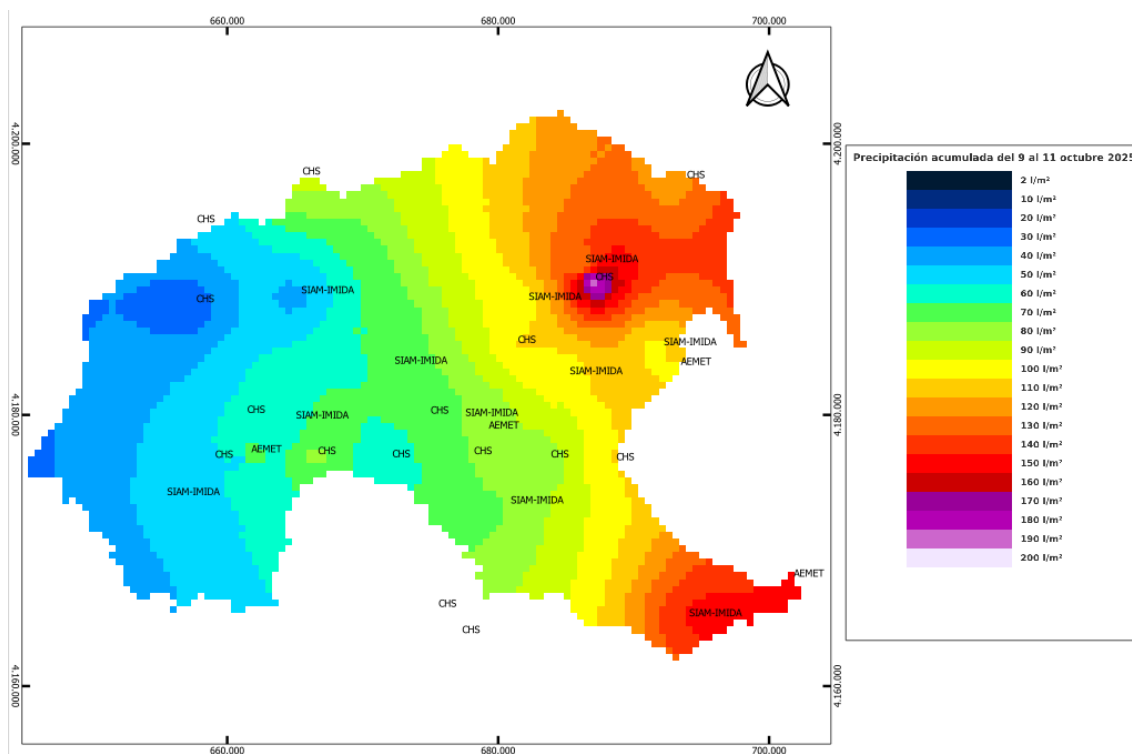
Sobre la base de los datos de las riadas de marzo de 2025 en el Albuñón y reiterando de nuevo que se ha recurrido a una simplificación y asunción de incertidumbres las estimas de cargas de nutrientes para una riada de 6.9 hm³ se muestra en la tabla.

Variable	Carga Mg (toneladas)
Sólidos en suspensión	24.127,3
C orgánico disuelto	36,2
Nitrato disuelto	89,5
N en nitrato disuelto	20,2
Fosfato disuelto	7,4
P en fosfato disuelto	2,4
C orgánico en sedimento	338,7
N en sedimento	46,1
P en sedimento	21,7

Estima 2: DG Agua-Tragsatec

Volumen de aportes continentales de agua

Analizando los valores de pluviometría de las diferentes estaciones de la CHS, AEMET Y SIAM, se observa una precipitación media en la cuenca de 108,8 mm para todo el evento donde destaca el valor de 182,1 mm observados en la estación de El Mirador-San Javier donde se recogieron 51.7 mm en una hora (a las 23:00 del viernes 10 de octubre).



Por otro lado, haciendo un análisis de los aforos existentes en la rambla del Albuñón y de La Maraña se observa una entrada de 1,99 Hm³ por la desembocadura del Albuñón y 2,98 Hm³ por la rambla de La Maraña para todo el evento. Sin embargo, para este último el valor registrado no se considera fiable después de la llegada del caudal pico ya que tras la bajada del hidrograma se mantiene un caudal base de aproximadamente 10 m³/s pese a que ha pasado la avenida y no exista realmente un caudal circulante.

Ajustando el caudal para evitar este ajuste se obtiene un volumen entrante aproximado por esta rambla de 1,735 Hm³.

A partir del umbral de escorrentía (P_0), la precipitación observada en las estaciones SAIH, la superficie de las cuencas y la pendiente se ha podido hacer una estimación de la escorrentía generada obteniendo resultados similares a los observados en las estaciones de aforo.

Cuenca	Superficie cuenca vertiente km2	Avenida	Precipitación evento mm	Pendiente	Po provisional	Corrección humedad	Po corregida	Pn (mm)	Pn cuenca vertiente hm3	ESCORRENTI A EVENTO (hm3)
Albujón	298,12	09- 12/10/2025	51,2	< 3%	14,81	Seco I	35,25	1,3241	0,3947	
Albujón	110,47	09- 12/10/2025	74,1	< 3%	14,81	Seco I	35,25	7,0179	0,7753	
Albujón	277,56	09- 12/10/2025	51,2	>=3%	13,11	Seco I	31,20	2,2722	0,6307	1,80
Maraña	97,14	09/10/2025	15,4	< 3%	14,81	Seco I	35,25	0,0000	0,0000	
Maraña	36,68	09/10/2025	15,4	>=3%	13,11	Seco I	31,20	0,0000	0,0000	0,00
Maraña	97,14	10- 12/10/2025	48,4	< 3%	14,81	Normal II	14,81	10,4821	1,0182	
Maraña	36,68	10- 12/10/2025	48,4	>=3%	13,11	Normal II	13,11	12,3501	0,4530	1,47
Miranda- Miedo	88,05	09- 12/10/2025	70,2	< 3%	14,81	Seco I	35,25	5,7846	0,5093	
Miranda- Miedo	18,50	09- 12/10/2025	70,2	>=3%	13,11	Seco I	31,20	7,7990	0,1443	0,65
Cubeta sur	46,67	09- 12/10/2025	70,2	< 3%	14,81	Seco I	35,25	5,7846	0,2700	
Cubeta sur	38,04	09- 12/10/2025	70,2	>=3%	13,11	Seco I	31,20	7,7990	0,2967	0,57
San Javier	51,97	09- 12/01/2003	142,05	< 3%	19,1	Seco I	45,46	28,8068	1,4971	
San Javier	39,42	09- 12/01/2003	142,05	>=3%	18,2	Seco I	43,32	30,9165	1,2187	2,72

De esta manera se estima una entrada total al Mar Menor de 7,21 Hm³

Estima de cargas de N, P y C orgánico

A partir de este valor de aportes y las concentraciones de sedimentos y nutrientes analizados en eventos anteriores se ha obtenido:

Variable	Carga Mg (toneladas)
Sólidos en suspensión	25.211,28
C orgánico disuelto	37,83
Nitrato disuelto	93,52
N en nitrato disuelto	21,11
Fosfato disuelto	7,73
P en fosfato disuelto	2,51
C orgánico en sedimento	353,92
N en sedimento	48,17
P en sedimento	22,67

Conclusiones provisionales

Los datos emitidos por los sensores del sistema de monitorización han reflejado muy fielmente los episodios de entrada de agua que se han producido hasta ahora en relación al evento de DANA Alice que ha afectado a la comarca del Mar Menor.

De acuerdo con los datos de precipitaciones y los registros de los sensores oceanográficos, uno de estos episodios tuvo lugar al final de la tarde del día 10 a través de los cauces de la cuenca sur y el otro de madrugada por la zona norte, principalmente a la altura de San Javier.

Los datos muestran que la entrada de agua masiva hacia la laguna causó una estratificación de la columna de agua, pero reversible, de corta duración, principalmente debido al flujo masivo y rápido del agua entrante a través de las golas, principalmente la del Estacio. Durante el episodio, el efecto más crítico ha sido la reducción de las concentraciones de oxígeno disuelto en la zona profunda de la zona sur, hasta valores propios del estado de hipoxia. Sin embargo, este episodio de hipoxia ha sido de carácter transitorio y en la actualidad los valores de oxígeno en la laguna son normales y bastante homogéneos.

Los picos de turbidez asociados a los episodios de entrada de agua en la laguna han sido también bastante efímeros y, si bien persisten algunas zonas muy turbias en la laguna, esta variable se ha casi restablecido en amplias áreas del ecosistema lagunar. Las entradas de agua turbia desde el Mediterráneo también están contribuyendo a la turbidez de las aguas de la laguna.

Sin embargo, si es preocupante la tendencia de aumento de la clorofila *a* en toda la laguna, especialmente a partir del día 12, lo que indica un proceso de bloom fitoplanctónico alimentado por las entradas de agua dulce y nutrientes a la laguna. El seguimiento de la evolución de esta variable, y sus consecuencias sobre otras variables (p.e. oxígeno), es crítico en los próximos días ya que las entradas de masivas de nutrientes podrían estimular aún más el desarrollo fitoplanctónico. Todo dependerá de las condiciones climatológicas de contorno en los próximos días. Si las condiciones son muy estables se podría intensificar el Bloom fitoplanctónico y el consumo de oxígeno, y si son algo más inestables favorecerá la mezcla vertical de la masa de agua disminuyendo la probabilidad de efectos dañinos para el ecosistema.

Las dos estimas de entrada de agua, sedimentos y nutrientes en la laguna causadas por la DANA Alice realizadas por los equipos de Tragsa y CEBAS para este informe son muy coherentes entre sí, aunque serán revisadas y actualizadas en futuros informes conforme se obtengan nuevos datos de los muestreos realizados durante el evento, tanto en cuenca como en la laguna. En general, ambas estimas están de acuerdo en unas entradas masivas de sedimentos (24-25.000 Mg) con una carga muy elevada de nitrógeno (48 Mg), fósforo (22 Mg) y carbono orgánico (353 Mg), así como unas muy elevadas cargas de nutrientes disueltos.

Los equipos del proyecto BELICH del CSIC, IEO y CEBAS, y Tragsa, se encuentran en modo gabinete de crisis para evaluar en continuo el proceso y sus efectos en el ecosistema. Durante estos últimos días y los siguientes, estos equipos se encuentran recogiendo muestras de la cuenca y la laguna para determinar la magnitud del evento en términos de balance de agua y nutrientes, aspecto clave para evaluar las causas de la alteración de la laguna y las medidas más eficaces y apropiadas para la recuperación del ecosistema.

Estas conclusiones son provisionales y pueden variar en función de la evolución de la climatología en los próximos días.