

## Report settimanale n. 380

(30 ottobre - 5 novembre 2023)

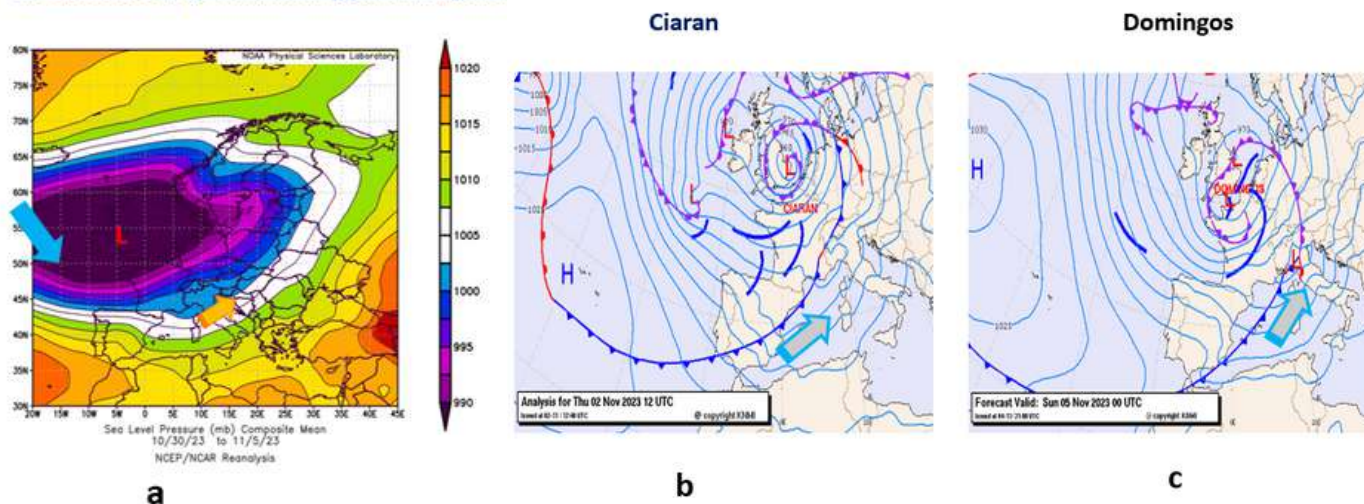
**Una settimana all'insegna di potenti quanto spettacolari mareggiate**



## Lo scenario meteorologico in Liguria

### Configurazione meteorologica della settimana

*La rianalisi settimanale 'assorbe le due tempeste Ciaran e Domingo, che hanno causato un succedersi di potenti mareggiate in Liguria*



**La settimana 'tempestosa' dall'aspetto decisamente 'autunnale' all'insegna di una mareggiata storica, conseguenza della tempesta Ciarán**

Fig.1

La rianalisi NOAA (a) dell'anomalia di geopotenziale ai bassi livelli mostra per la settimana la dominanza di una estesa depressione (L) che si è fatta strada sul continente nel periodo, spaccando la Penisola a metà dal punto di vista meteo: abbiamo avuto temperature elevate e caldo al Meridione e maltempo al centro nord con intensi rovesci e temporali che hanno interessato anche la Liguria.

Si evidenzia quindi un persistente un richiamo umido (da SSW evidenziato dalla **freccia arancione** nelle diverse analisi) sul Mediterraneo occidentale, che ha interessato le zone settentrionali del Mediterraneo e i bacini liguri-tirrenici; tale configurazione è legata a un peggioramento legato a una perturbazione proveniente dalla Francia (in movimento nel corso del 20 ottobre dalle Baleari e Alpi all'Adriatico) mostrato sia da satellite MSG che dall'analisi dei fronti (in fig b - c).

Questa situazione è associata a una prevalenza di venti sud-occidentali sulla regione con intensità massime per i capoluoghi da 50 a 70 km/h (19-20 ottobre). Dopo un Nord-ovest forte di circa 70 km/h sul savonese (16/10) in seguito dell'allontanamento di un sistema frontale, ecco che bisogna attendere il venerdì 20/10 per avere forti intensità di libeccio che raggiungono i 72 km/h sull'imperiese. Questi venti sono associati a una mareggiata con 4.5 m di onda e oltre 6 secondi di periodo (boa ondometrica di La Spezia) il cui inizio è evidenziato nelle foto sottostanti alle mappe e nella rubrica fotografica 'meteofotografando'.

# Le tempeste Ciaran e Domingos viste dalla Boa di La Spezia

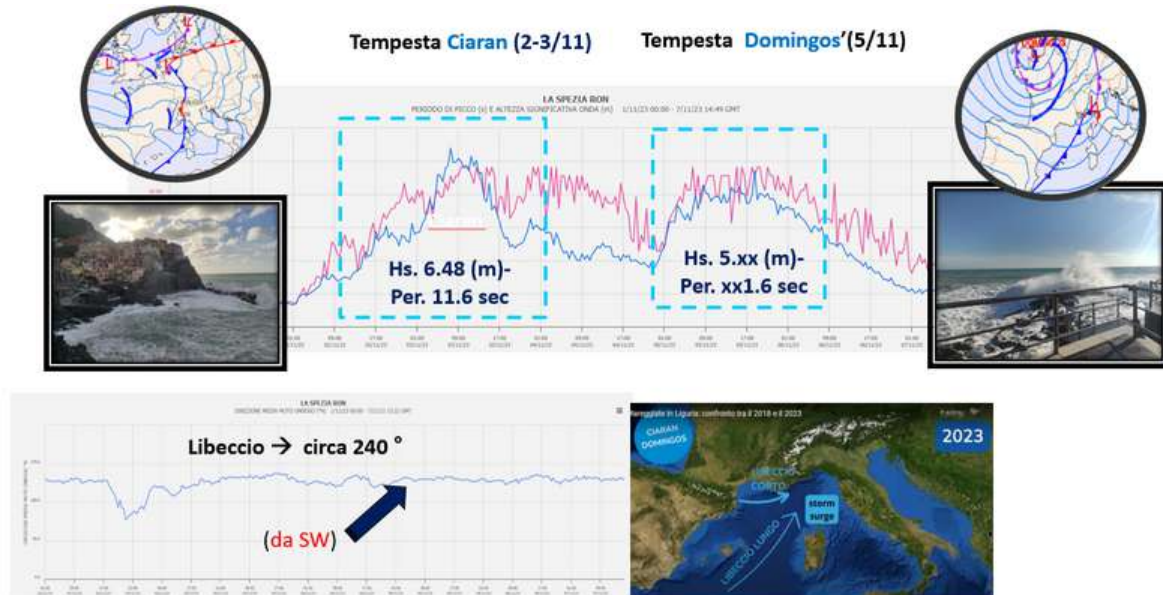
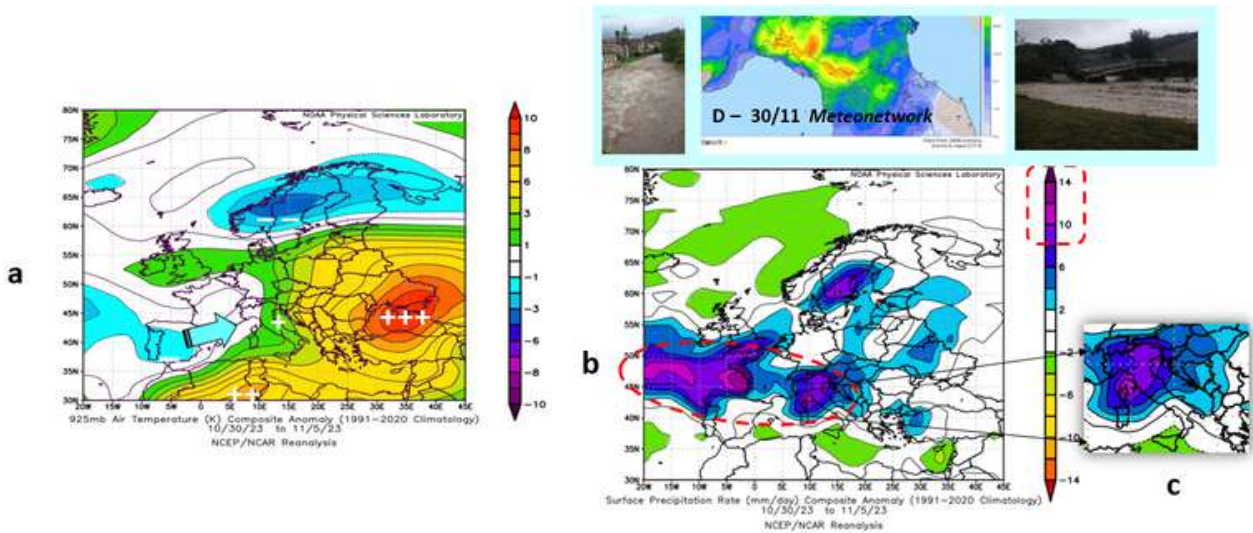


Fig.2 commento

La boa ondometrica di La Spezia (ISPRA – rete mareografica nazionale) mostra per la Ciaran un’onda che ha raggiunto 6.6 m di onda significativa (misura di 1/3 delle onde più alte) e quasi 12 sec di periodo nella mattinata del 3 novembre, che per il Mediterraneo è un onda molto lunga e potente caratterizzata da uno stato di mare grosso.

La stima dell’onda massima che è attorno a 10 m ha tenuto una provenienza sud-occidentale prevalente legata alla combinazione del libeccio lungo a cui si è sommato un mare di libeccio corto tra il 2/11 e il 3/11 a causa della formazione di un minimo verso la Liguria. Invece per il secondo evento (tempesta Domingos) verso il 5/11, l’onda, pur essendo quella di un mare molto agitato, non ha superato i 5.6 m con 11 secondo di periodo. L’onda di Libeccio vede la regione con i suoi porti e strutture più riparata rispetto alle forti sciroccate come quelle della Vaia nel 2018 che fece molti più danni.

## L'andamento termico e precipitativo della settimana



**Rianalisi NOAA dell'anomalia di temperatura a 950 hPa o 750 m circa (a) e della precipitazione giornaliera della settimana (b) e la mappa di precipitazioni giornaliere (Meteonet) del 30 ottobre con immagini riprese in Emilia Romagna (PM) e a Pontremoli**

Fig. 3 commento

La mappa di rianalisi NOAA della temperatura della settimana con l'anomalia termica a 925 hPa (a) mostra un progressivo innalzamento dei valori medi settimanali dal Mediterraneo occidentale fino ai Balcani (gradiente di circa) con massimi sul Mar Nero e Turchia di circa +9°C. L'Italia si trova a metà strada anche se la Liguria ha goduto di temperature lievemente superiori all'atteso per un flusso umido. Le anomalie negative restano confinate sul Nord Europa e sulla Spagna, anche se si evidenzia una tendenza a una penetrazione sul Mediterraneo occidentale. Nei capoluoghi non c'è una variazione netta se non una tendenza a un lieve calo da 20-21°C a 18-19 °C con massimi di 24 °C negli estremi regionali e minimi settimanali che vanno sotto zero sopra gli 800-1000 m nell'interno del centro-ponente.

Il maltempo ha fatto registrare un'elevata piovosità sulla Liguria in un contesto perturbato che vede anomalie positive molto elevate ed estese da il golfo di Biscaglia alla Francia, le regioni alpine e il Mediterraneo Centrale dove troviamo un massimo tra il Tirreno settentrionale e il settore Elba (come mostrato nello zoom in fig. c). Si evidenzia in costa un numero elevato di giorni piovosi con valori più significativi a Levante, nello spezzino, i giorni 2/11 e 4/11 (rispettivamente con 38 e 36 mm giornalieri contro i 15-20mm del centro che diventano scarsissimi nell'imperiese). Nell'interno ha piovuto decisamente di più con massimi > 150 mm giornalieri (quantitativi elevati o molto elevati), in particolare nel genovese con massimi sui 195 mm ad Alpe Gorreto il 30/10 e a Cabanne il 2/11. La mappa di meteonet (d) permette di osservare le precipitazioni intense nell'interno genovese, in estensione verso i versanti padani con massime in arancione (>150 mm) assieme alle immagini del Magra (a sinistra) e del Ponte Ozzanello che è crollato (Torrente Sorzana-Parma).

## Il confronto tra la tempesta 'Ciaran' e 'Vaia' attraverso le due mareggiate storiche



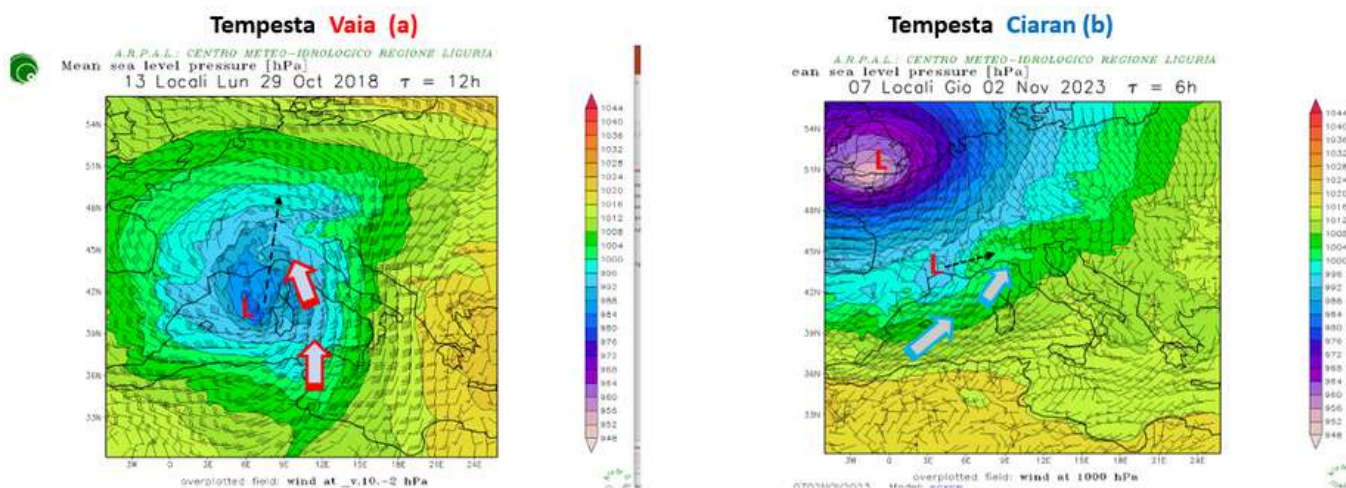
Il sintetico confronto tra le due tempeste 2018 e 2023 associate a violente mareggiate viene riassunto dallo schema dopo che a inizio novembre 2023 la Liguria ha vissuto un'altra mareggiata storica causata dalla tempesta Ciaran.



Mareggiate in Liguria: confronto tra il 2018 e il 2023

Il video di ARPAL ci spiega le differenze tra le due tempeste che hanno catalizzato le notizie dei media per lo spettacolo e per i danni

## La configurazione sinottica e il flusso ai bassi livelli nei due eventi perturbati del 2018 e 2023, rappresentati dalla modellistica



La modellistica evidenzia un intenso flusso di scirocco dominante (**frecce rosse**) per la Vaia associato a un flusso di Libeccio (**frecce blu**) legato al minimo

Fig. 5 commento

I modelli evidenziano il potente ed esteso flusso sud orientale di scirocco (**rosso**) per la Vaia che ha alzato un'onda proveniente dal Tirreno (alzata da un fetch di scirocco che ha insistito su tutta l'area tirrenica) che solo alla fine del 29/10 si è sovrapposta ad un flusso sud-occidentale con la coincidenza di due moti ondosi differenti, provenienti da due diverse angolazioni. La tempesta Ciaran, invece, ha visto un flusso prevalentemente sud-occidentale con un'onda proveniente da Gibilterra (alzata da un fetch di libeccio che ha insistito su una zona molto estesa che va dalle Baleari alla Corsica e il golfo ligure) che si è potenziata con condizioni di forte libeccio (e ostro).

I venti sono stati molto intensi in entrambe le tempeste su tutta la Liguria, anche se quest'anno sono durati per quasi tre giorni. Le velocità massime a Casoni di Suvero (Comune di Zignago a 1070 metri) sono state: il 2/11 scorso 196 km/h, superati il 5/11 da una raffica di 211 km/h; nel 2018 "solo" 180 km/h. Ma allora era il fondo scala dell'anemometro, che venne successivamente aumentato proprio per misurare queste intensità.

## L'andamento termico e precipitativo della settimana all'insegna di un tempo 'bagnato' e temperature miti

Nelle due mareggiate alzate dalla tempesta **Vaia** (a) e **Ciaran** (b) si è verificato un innalzamento del livello del mare per effetto dello 'storm surge'. Questo fenomeno è legato a diversi fattori tra cui la bassa pressione (minor peso della colonna d'aria con innalzamento del livello del mare) per il passaggio di un profondo minimo sul Mar Ligure. Il livello idrometrico mostra un effetto d'innalzamento confrontabile nei due casi con +0.80 m per Vaia e lievemente inferiori il 3/11 per Ciaran con +0.71 m.

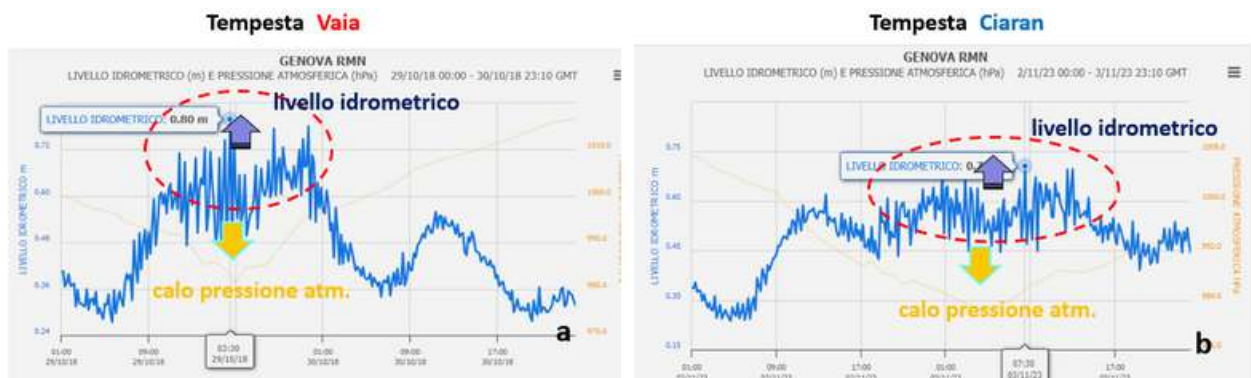


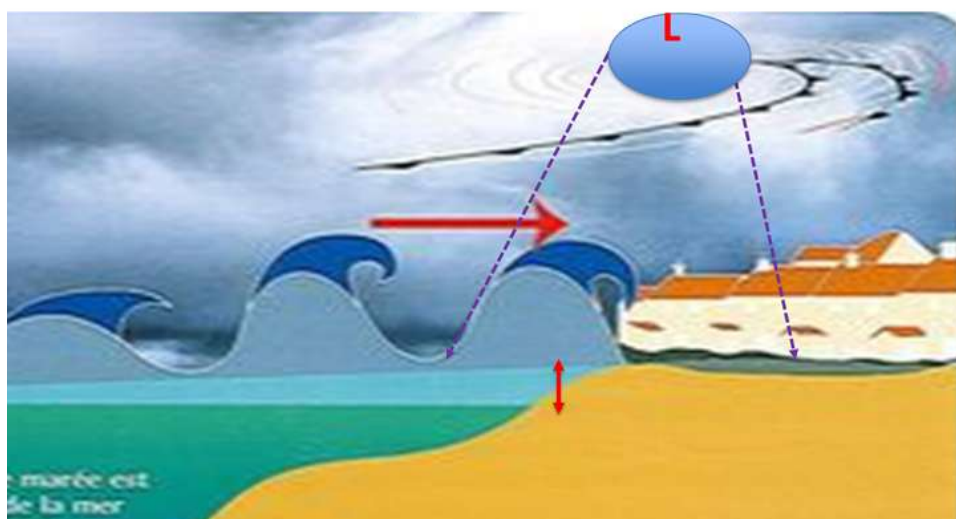
Fig. 6 livello idrometrico e onda di tempesta o «storm surge»

Con il termine “**storm surge**”, tradotto in “onda di tempesta”, s'intende un anomalo innalzamento del livello medio delle acque del mare indotto dal brusco calo della pressione barometrica (empiricamente stimato +1 cm ogni - 1hPa sotto i 1015 hPa) e dalla contemporanea azione di forti venti di tempesta, diretti verso la costa. Il fenomeno dell'“onda di tempesta” si può verificare in Europa, lungo le coste atlantiche, dai litorali bassi e sabbiosi, quando dall'oceano arrivano profondi cicloni extratropicali, con minimi barici sotto i 960-950 hPa. Anche sulle nostre coste mediterranee si possono verificare importanti fenomeni di “storm surge”, seppur in scala più ridotta rispetto alle coste affacciate sull'oceano. Lì dove i fondali sono molto bassi, vicino alla linea di costa, e il fondale degrada dolcemente verso il largo, la “storm surge” può raggiungere dimensioni significative, con conseguenze devastanti su tutta la fascia litoranea, in termini di altezza del livello del mare.

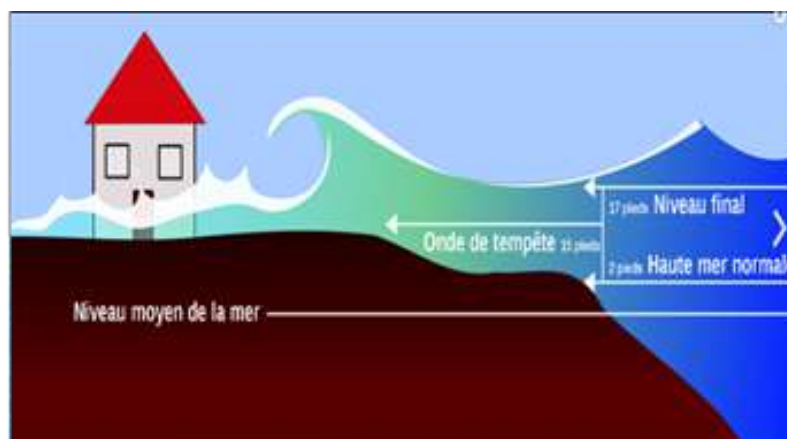
Oltre i venti forti che si sono verificati nella tempesta Ciaran, si deve tenere conto anche della loro persistenza (legata al libeccio presente, nei giorni prima dell'evento) oltre alla presenza di un profondo minimo sul Nord-Ovest italiano che ha rinforzato il flusso da Sud, Sud-ovest con il passaggio del fronte.

Quando la morfologia di un determinato tratto di costa presenta una particolare forma a semicerchio (le baie e i golfi), la "storm surge" può amplificarsi, raggiungendo dimensioni considerevoli che incrementano le conseguenze sull'intera zona costiera.

In questo contesto, bassi fondali sabbiosi (meno tipici della Liguria) amplificano l'innalzamento della marea, ad esempio nell'Adriatico, quando intensi venti sciroccali da S-SE soffiano per svariate ore, verso la fascia costiera. Dove, invece, i fondali degradano più rapidamente verso il mare aperto, il fenomeno diventa un pochino più trascurabile.



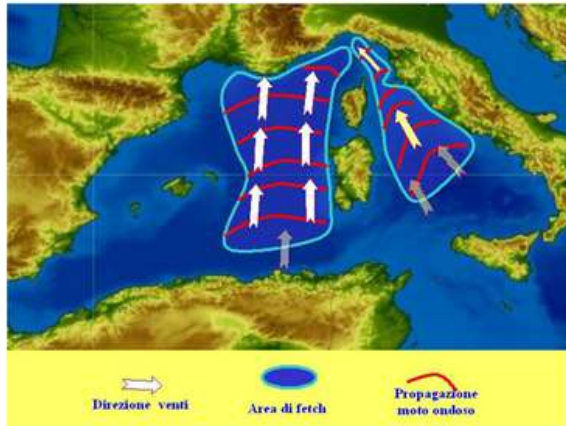
**innalzamento  
 livello medio  
 del mare**



**Empiricamente: 1 cm/1hPa sotto  
 lo zero barico di 1013 hPa**

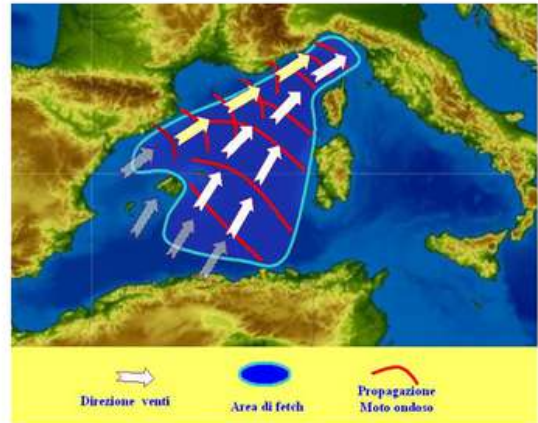


**Fetch da SCIROCCO (Vaia)**  
 vento da Sud-Est



*a*

**Fetch da LIBECCIO (Ciaran)**  
 vento da Sud-Ovest



*b*

Nelle immagini i due fetch della Vaia e della tempesta Ciaran. Nel primo caso, il vento ha agito sulla zona del Tirreno (Sirocco) e la parte occidentale della Sardegna e della Corsica (Ostro). Nel secondo caso, è coinvolto un tratto ancora più esteso che va dalle Baleari e dall'Algeria fino alla Corsica occidentale e alla Liguria. E' evidente un restringimento del moto ondoso che trova ostacoli verso l'Elba (caso a - flusso e onda da SE). Nel caso b si ha, invece, una maggiore estensione e meno ostacoli con un fetch effettivo più ampio di oltre 1000 km. Alle onde di Libeccio lungo si sono sovrapposte onde di Libeccio corto alzate dal minimo che si è portato sul Nord-Ovest italiano.

Fig. 7 commento

Il **fetch** è un termine usato in oceanografia per indicare la superficie di acque aperte sul quale il vento può esercitare la propria forza. Il vento, spirando sull'acqua, trasferisce parte della sua energia cinetica all'acqua, e solleva e mette in movimento le onde, le cui dimensioni dipendono dall'intensità, dalla forza e dal lasso di tempo in cui persiste.

## Il moto ondoso (direzione e altezza significativa) del 2018 e del 2023 rappresentati dalla modellistica

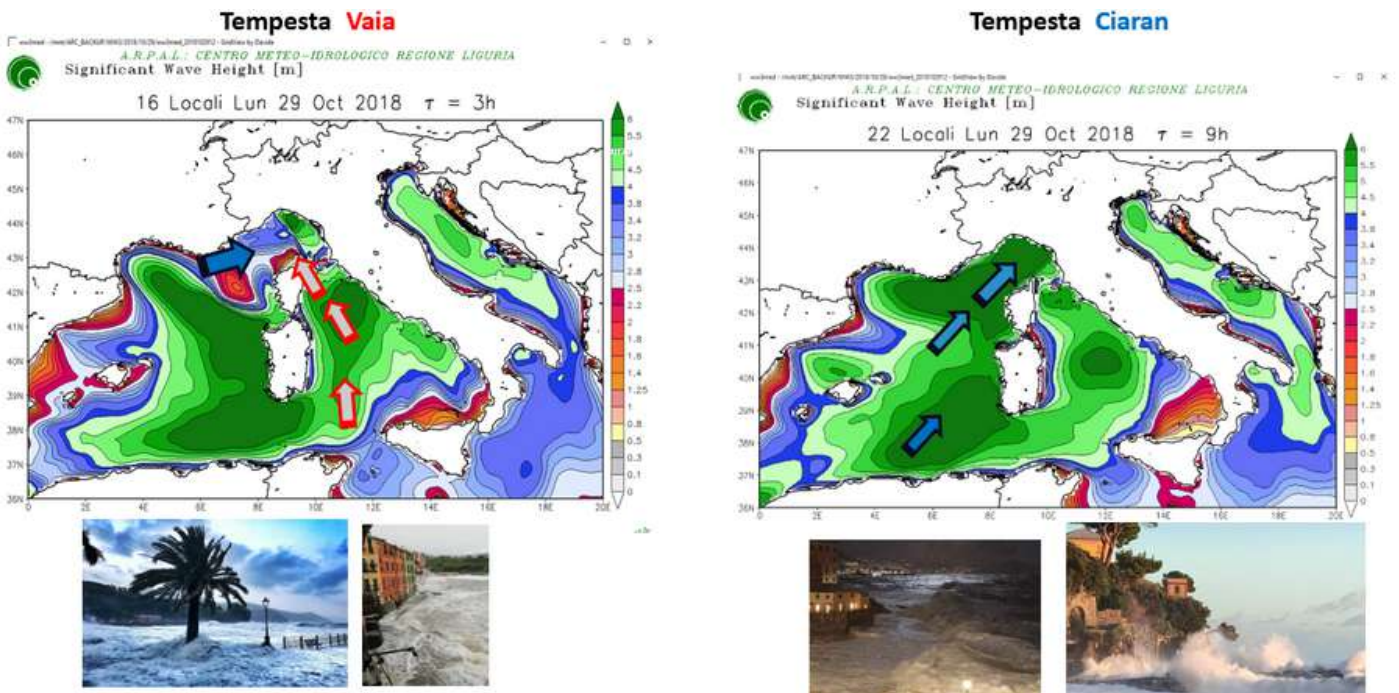
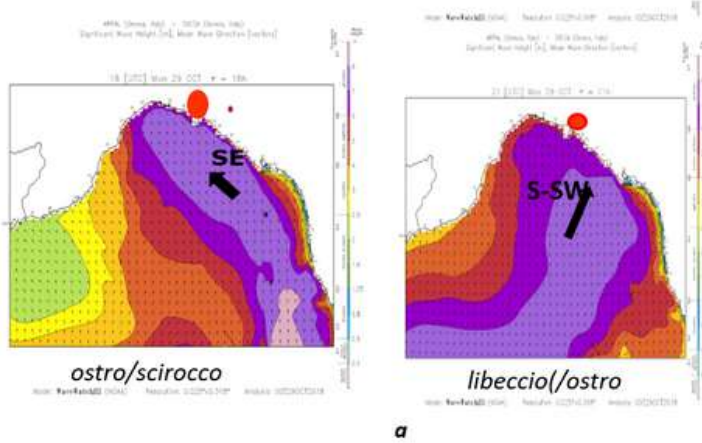


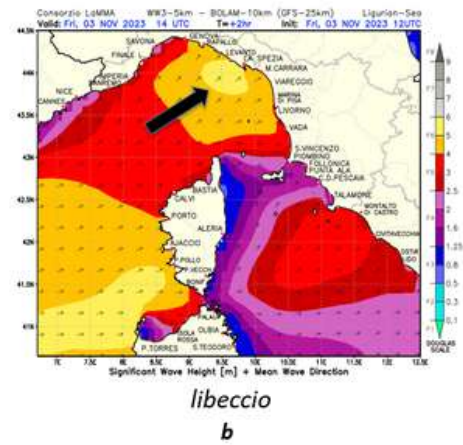
Fig. 7 commento

Le due mappe evidenziano il moto ondoso e le frecce mostrano quello dominante per le due tempeste. La prima mappa mostra un moto ondoso da SE proveniente dallo stretto di Sicilia e dal basso Tirreno che è risalito verso nord lungo la costa tirrenica rinforzandosi tra l'Elba e la Corsica a causa dell'estesa sciroccata sul Tirreno che, anche se molto intenso ed esteso, fu decisamente più breve. Quello di novembre è durato 4 giorni anche a causa della sequenza di due tempeste molto simili a distanza di pochi giorni (Ciaran tra il 2/11 e il 4/11; e Domingos il 5/11) che ha prodotto effetti simili sul Mediterraneo.

**Tempesta Vaia: convergenza scirocco/libeccio-ostro  
 Ottobre 2018**



**Tempesta Ciaran: dominanza di libeccio  
 Novembre 2023**



*L'intensa convergenza nel 2018 (a) tra le potenti onde di scirocco e l'ingresso di quelle di Libeccio mentre nel novembre 2023 (b) è mancata la convergenza ma abbiamo avuto una maggiore e prolungata persistenza associata a un rinforzo del flusso ed effetti di storm surge simili all'evento di Vaia.*

Fig. 8 commento

L'onda massima registrata dalla boa di Capo Mele nel 2018 fu di 10,5 metri (il 29/10) con un periodo 11-12 secondi; durante la Ciaran l'onda massima stimata è stata superiore ai 10 m. In entrambi i casi ingenti i danni alle strutture sulla costa per via del periodo molto lungo, che consente al mare di accumulare molta energia e risultare molto penetrante lungo la costa. A questi eventi sommano anche un'intensa convergenza nel 2018 tra le potenti onde di Scirocco e l'ingresso di quelle di Libeccio, oltre ad un effetto storm surge marcato, mentre nel novembre 2023 è mancata la convergenza ma abbiamo avuto una maggiore persistenza e rinforzo del flusso dalla formazione del minimo ligure. Tuttavia, quest'anno i danni strutturali sono stati inferiori, anche a causa della migliore protezione che i nostri porti offrono all'onda di libeccio.

# Meteofotografando



Manarola  
*Foto: Eva Zattera*

## Meteofotografando



Levanto e Zoagli  
*Foto: Eva Zattera*



# ARPAL

Agenzia regionale per la protezione dell'ambiente ligure



Sistema Nazionale  
per la Protezione  
dell'Ambiente