

# RAPPORTO DI EVENTO METEOROLOGICO DEL 04/10/2010

(redatto da L. Onorato, F. Giannoni, P. Gollo, B. Turato)

Abstract.....	1
1 Analisi meteorologica.....	1
2 Dati Osservati.....	2
2.1 Analisi Pluviometrica.....	2
2.1.1 Analisi dei dati a scala areale.....	2
2.1.2 Analisi dei dati puntuali.....	4
2.2 Analisi idrometrica e delle portate.....	6
2.3 Analisi anemometrica.....	8
2.4 Mare.....	9
2.5 Effetti al suolo e danni rilevanti.....	10
3 Conclusioni.....	11

## Abstract

L'evento meteorologico che ha interessato la regione il 4 ottobre 2010 ha fatto registrare piogge con quantitativi particolarmente elevati sulle brevi durate ed intensità straordinarie sulle brevissime durate. Le precipitazioni più copiose si sono avute nelle prime ore del 4 ottobre sul Ponente e successivamente, tra la mattinata ed il primo pomeriggio dello stesso giorno, sull'area genovese. Le cumulate su 6 ore hanno raggiunto localmente i 400 mm (Monte Gazzo) facendo registrare intensità straordinarie (Pero: 20mm in 5 minuti, Monte Gazzo: 140mm/ora).

Tali precipitazioni sono riconducibili alla formazione di intensi sistemi autorigeneranti (MCS) dovuti ad una configurazione favorevole ad una forte convergenza tra Sud e Sud-Est che ha insistito sul centro della regione, in particolare al confine tra le province di Genova e Savona. Il conseguente innalzamento dei livelli idrici dei corsi d'acqua è stato particolarmente significativo: si sono verificate esondazioni e danni consistenti sulle province di Genova e Savona. I torrenti usciti dagli argini nell'area genovese sono stati quattro: Teiro, Arrestra, Chiaravagna, e Molinassi. Danni consistenti si sono registrati sul Teiro, nella strada provinciale che conduce alla frazione Casanova.

## 1 Analisi meteorologica

La configurazione sinottica tra la serata del 3 ottobre e le prime ore del 4 evidenziava un profondo minimo sul Golfo di Biscaglia (990 hPa), collegato ad un esteso sistema frontale proveniente dal vicino Atlantico. Tale struttura, forzata dall'azione di blocco dell'anticiclone europeo, si è spostata in direzione Sudorientale verso il Golfo del Leone già nelle prime ore della mattinata del 4 ottobre (Figura 1, Figura 2), determinando il richiamo di correnti umide ed instabili prefrontali, dal Nord Africa verso la Francia meridionale, con massime intensità di vento meridionale sul golfo del Leone ed intensa convergenza ai bassi livelli sul settore Ligure-Provenza (Figura 3, Figura 4). L'analisi meteorologica ha evidenziato la particolare concomitanza di fattori meteorologici estremamente favorevoli all'innescò di temporali violenti organizzati, associati a colpi di vento (quali un'intensa avvezione d'aria umida ai livelli medio bassi, un elevato wind shear accompagnato da forti velocità verticali e un'anomalia di tropopausa ben estesa).

L'evento è iniziato con forti temporali organizzati generatisi dapprima sul Savonese (Varazze) nella prima parte della mattinata, spostatisi successivamente sul Ponente Genovese. Per contro, il Levante è stato interessato da fenomeni meno intensi.

Le intense precipitazioni sono dunque riconducibili alla formazione di temporali autorigeneranti nel settore caldo del sistema frontale dovuti a due principali meccanismi dinamici:

- da un lato la forte avvezione di aria caldo-umida proveniente dal nord Africa resa particolarmente instabile dalla presenza di una forte anomalia fredda alla tropopausa;
- dall'altro l'interazione di tale flusso umido negli strati medio-bassi dell'atmosfera con i rilievi delle zone centrali liguri.

Il fronte freddo è invece transitato sulle regione in serata determinando, dopo una temporanea pausa nelle ore

centrali della giornata, lo sviluppo di nuovi fenomeni temporaleschi di minor durata ed intensità che si sono riproposti a partire dal Levante.

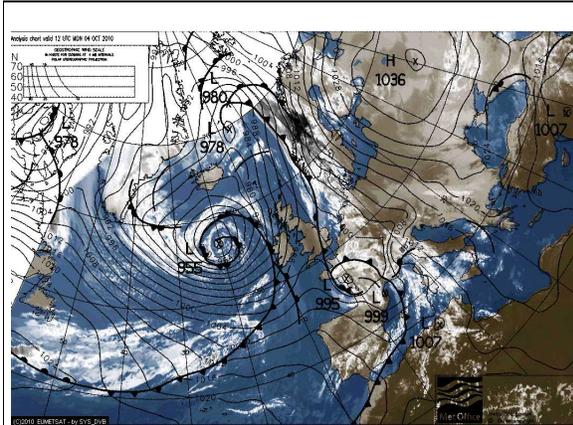


Figura 1 L'analisi dei fronti e del campo di pressione al suolo sovrapposte all'immagine da satellite riferita alle 12 UTC del 4 Ottobre (elaborazione MetOffice), evidenzia la presenza di un esteso sistema frontale sul Mediterraneo centrale con la parte calda in transito sulla Liguria durante i fenomeni alluvionali

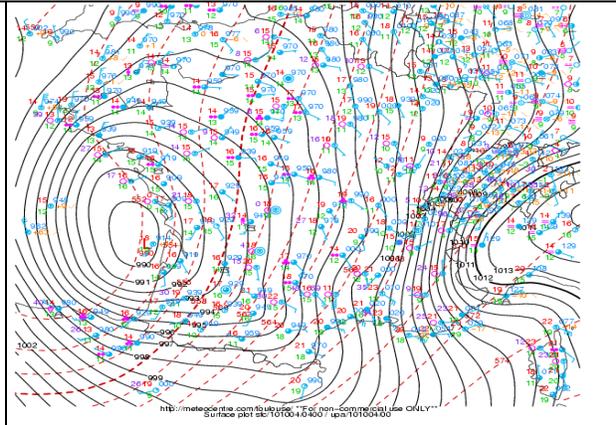


Figura 2 Osservazioni al suolo ed analisi del campo di pressione al suolo ed in quota riferiti alle 4 UTC del 4 Ottobre 2010 (elaborazione Meteocentre): in evidenza la presenza di un robusto gradiente SE-NW tra Corsica e Liguria e di un significativo promontorio anticiclonico sulla Pianura Padana

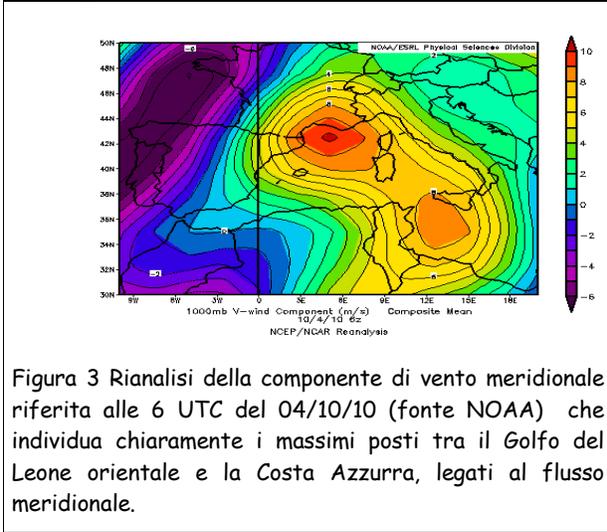


Figura 3 Rianalisi della componente di vento meridionale riferita alle 6 UTC del 04/10/10 (fonte NOAA) che individua chiaramente i massimi posti tra il Golfo del Leone orientale e la Costa Azzurra, legati al flusso meridionale.

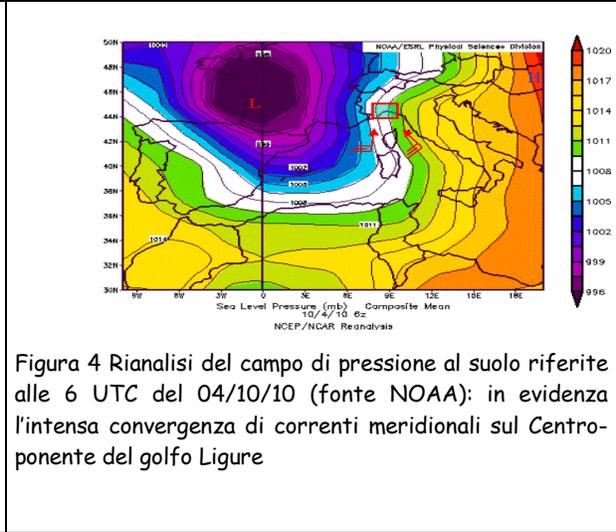


Figura 4 Rianalisi del campo di pressione al suolo riferite alle 6 UTC del 04/10/10 (fonte NOAA): in evidenza l'intensa convergenza di correnti meridionali sul Centro-ponente del golfo Ligure

## 2 Dati Osservati

### 2.1 Analisi Pluviometrica

L'evento alluvionale che ha interessato la regione il 4 ottobre 2010 è stato molto intenso e potrebbe essere definito "esplosivo": esso, infatti, si è sviluppato rapidamente andando ad interessare tutta la regione nell'arco temporale di 24 ore, pur concentrandosi principalmente sulla zona al confine tra le province di Genova e Savona dove le piogge hanno fatto registrare intensità straordinarie.

#### 2.1.1 Analisi dei dati a scala areale

Dal punto di vista della distribuzione delle precipitazioni l'evento in esame, verificatosi interamente nella giornata del 4 ottobre 2010, ha interessato tutta la Liguria, con quantitativi di precipitazione molto elevati unicamente sulla zona di allerta B, concentrandosi principalmente tra Genova e Savona.

Si riportano in Tabella 1 le precipitazioni massime areali per le diverse durate e le varie zone di allertamento<sup>1</sup>.

Zona	1h (mm)	3h (mm)	6h (mm)	12h (mm)	24h (mm)
A	14	25	31	34	51
B	17	47	88	135	182
C	14	26	31	32	36
D	17	44	70	81	140
E	19	44	55	99	116
C+	10	24	29	32	37
C-	17	29	34	35	39
MAGRA	12	21	27	31	35

Tabella 1 Massimi areali sulle zone di allertamento della cumulata di pioggia registrata per diverse durate

Nota: Area C+ = C + magra toscano; C- = area C - magra ligure

Di seguito si riportano le mappe di precipitazione cumulata areale relative al 4 ottobre 2010. Tali mappe sono ottenute dai dati puntuali della rete di misura OMIRL (cumulate di precipitazione rispettivamente in 12 e 18 ore), mediante algoritmo di interpolazione basato sull'inverso della distanza al quadrato. Come già detto, l'evento si è concentrato principalmente sulla zona B; in particolare i massimi si sono verificati a cavallo delle province di Genova e Savona. Si sono verificate copiose precipitazioni sui bacini del Teiro e Sansobbia a Savona e sul Ponente genovese. L'evento è stato molto rapido, interessando la regione solo durante il 4 ottobre.

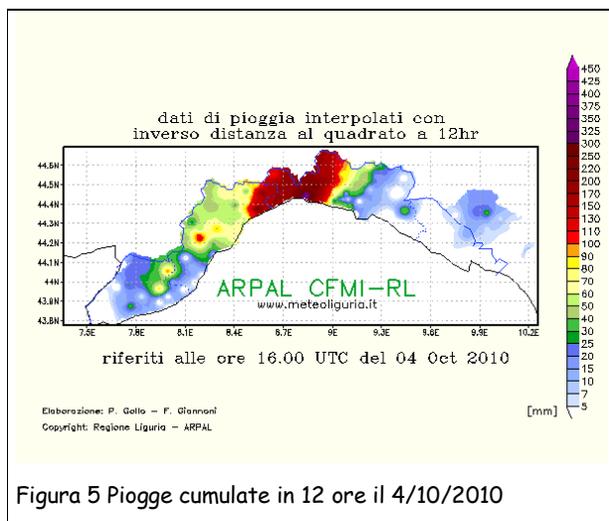


Figura 5 Piogge cumulate in 12 ore il 4/10/2010

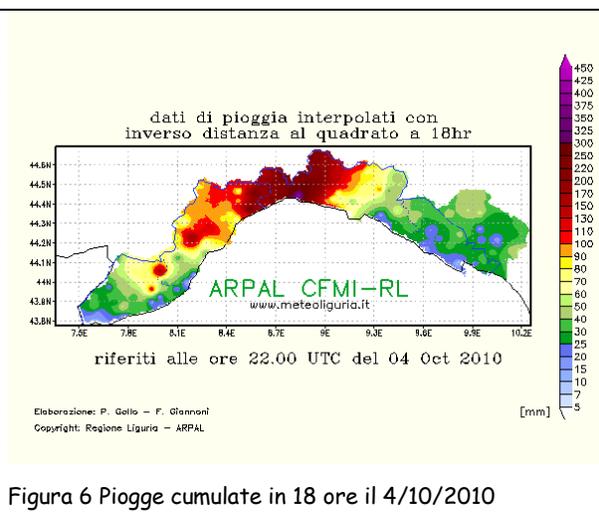
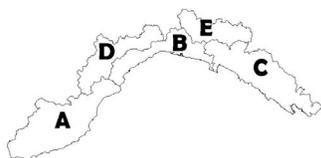


Figura 6 Piogge cumulate in 18 ore il 4/10/2010

<sup>1</sup> Zone di allertamento:



## 2.1.2 Analisi dei dati puntuali

Dall'analisi dei valori puntuali registrati dai pluviometri risultano precipitazioni con tempi di ritorno anche maggiori di 500 anni. Si riscontra un aumento della rarità dell'evento con l'aumentare del tempo di cumulata fino alle 6 ore (precipitazioni su 3 e 6 ore statisticamente più rare rispetto a quelle orarie).

Stazione (zona)	Max 5min	Max 1hr	Max 3hr	max6hr	max12hr	max24hr
Borgomaro (A)	15	75	77	77	85	110
Alpicella (B)	17	69	112	153	162	206
Monte Gazzo (B)	18	124	243 (ore 13:00 UTC del 04/10)	396 (ore 13:05 UTC del 04/10)	411 (ore 19:45 UTC del 04/10)	411 (ore 0:00 UTC del 05/10)
Il Pero (B)	20 (ore 6:20 UTC del 04/10)	141 (ore 6:25 UTC del 04/10)	235	265	269	293
Pegli (B)	16	98	243 (ore 10:45 UTC del 04/10)	360	377	377
Sarzana (C)	12	37	41	44	44	46
Reppia (C)	19	38	39	39	44	61
Rossiglione (D)	-	44	64	104	111	165
Piampaludo (D)	-	76	154	204	222	284
Barbagelata (E)	-	48	57	67	70	75
Cabanne (E)	-	64	79	89	92	97

Tabella 2 Valori massimi PUNTUALI di precipitazione registrati dai pluviometri della rete OMIRL nel periodo tra le 00 UTC del 04/10/2010 e le 00 UTC del 05/10/2010, distinti per zone di allertamento e per diverse durate (le stazioni riportate per le aree D ed E registrano i dati pluviometrici su intervalli minimi di 10 e 15 minuti, perciò i dati relativi ai 5 minuti non sono disponibili). Per i massimi assoluti sono riportate le ore di accadimento.

Si riportano di seguito gli ietogrammi significativi relativi ad alcune stazioni che hanno registrato i valori massimi puntuali. Tali valori di pioggia sono stati classificati per intensità in base alle soglie interne definite dal CFMI-PC.

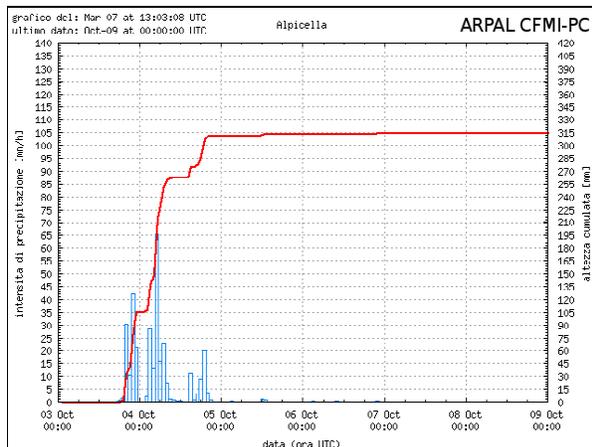


Figura 7 Ietogramma e cumulata di Alpicella  
INTENSITA': (mm/1h, mm/3h) molto forti  
QUANTITA': (mm/6h, mm/12h, mm/24h) molto elevate

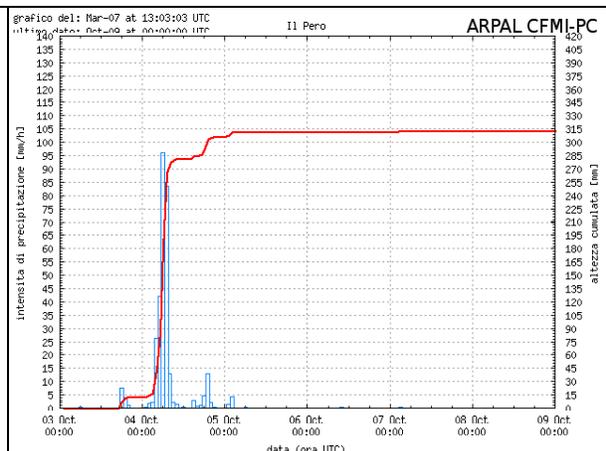


Figura 8 Ietogramma e cumulata di Il Pero  
INTENSITA': (mm/1h, mm/3h) molto forti  
QUANTITA': (mm/6h, mm/12h, mm/24h) molto elevate

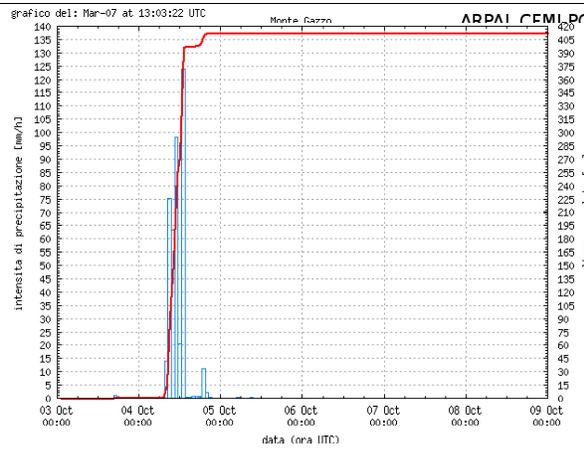


Figura 9 Ietogramma e cumulata di Monte Gazzo  
**INTENSITA'**: (mm/1h, mm/3h) molto forti  
**QUANTITA'**: (mm/6h, mm/12h, mm/24h) molto elevate

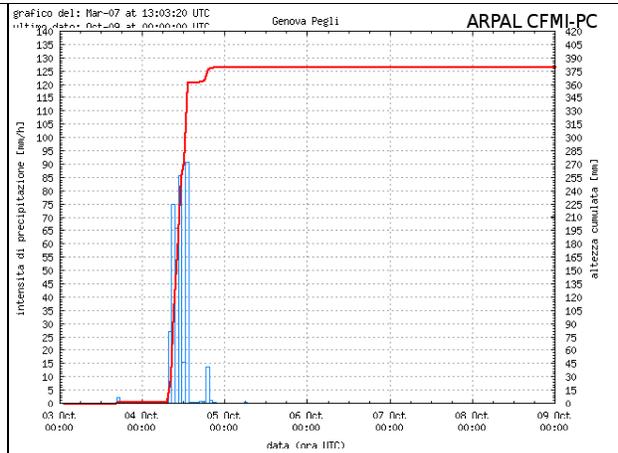


Figura 10 Ietogramma e cumulata di GE-Pegli  
**INTENSITA'**: (mm/1h, mm/3h) molto forti  
**QUANTITA'**: (mm/6h, mm/12h, mm/24h) molto elevate

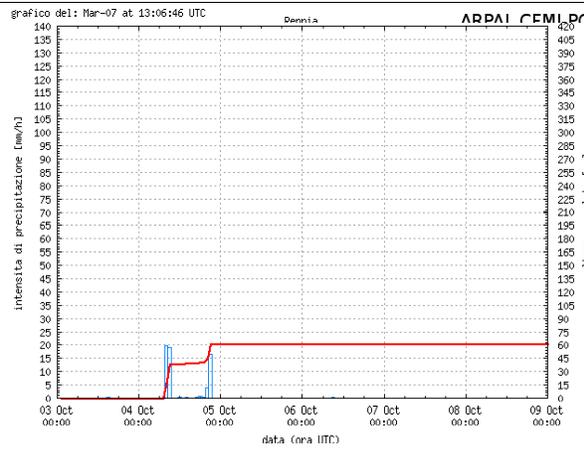


Figura 11 Ietogramma e cumulata di Reppia  
**INTENSITA'**: (mm/1h, mm/3h) forti  
**QUANTITA'**: (mm/6h, mm/12h, mm/24h) significative

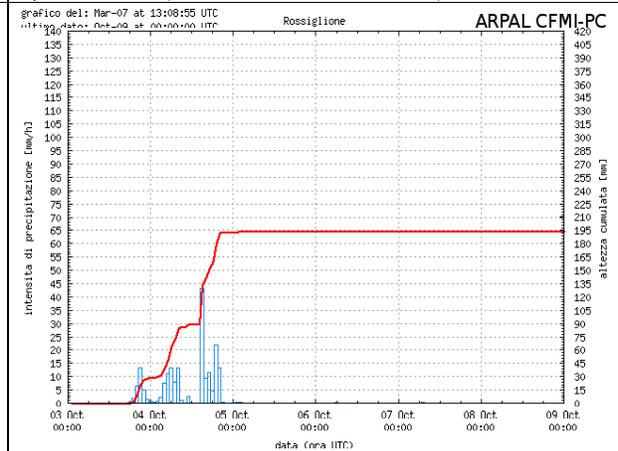


Figura 12 Ietogramma e cumulata di Rossiglione  
**INTENSITA'**: (mm/1h, mm/3h) forti  
**QUANTITA'**: (mm/6h, mm/12h, mm/24h) molto elevate

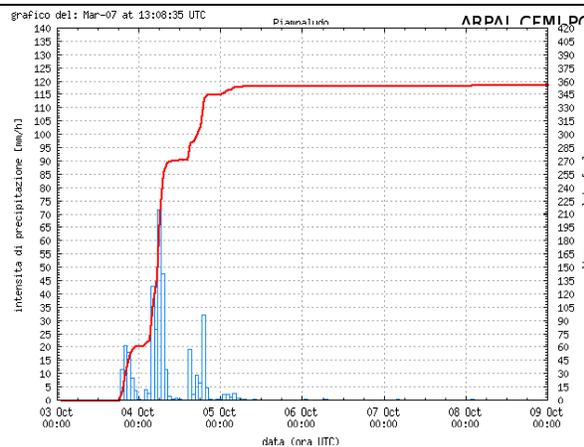


Figura 13 Ietogramma e cumulata di Piampaludo  
**INTENSITA'**: (mm/1h, mm/3h) molto forti  
**QUANTITA'**: (mm/6h, mm/12h, mm/24h) molto elevate

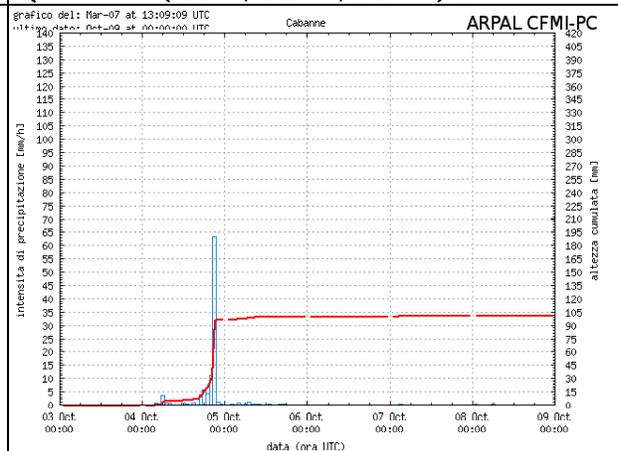


Figura 14 Ietogramma e cumulata di Cabanne  
**INTENSITA'**: (mm/1h, mm/3h) molto forti  
**QUANTITA'**: (mm/6h) molto elevate  
 (mm/12h, mm/24h) elevate

Si può notare come le precipitazioni abbiano avuto intensità molto forti sulle brevi durate e quantitativi molto elevati nell'intervallo delle 3-6 ore. Tale considerazione viene confermata dall'analisi dei tempi di ritorno che per periodi di cumulata fino a 12h determina valori superiori ai 500 anni. Si precisa che la scelta di indicare solo una soglia inferiore, pari a 500 anni, deriva dal fatto che la quantificazione di un tempo di ritorno specifico, indipendentemente dal metodo adottato, porterebbe a valori poco significativi per via dell'eccessiva ampiezza delle fasce di confidenza. L'incertezza nella stima dei tempi di ritorno diventa sempre più alta quanto più l'evento è raro in quanto le serie temporali di dati disponibili per le valutazioni statistiche superano raramente i 50 anni. Si ritiene perciò che per tempi di ritorno superiori ai cento anni il valore numerico di tempo di ritorno sia solo un indice di rarità.

durata	Stazione [zona di allertamento]	Valore registrato [mm]	Tempo di ritorno <sup>2</sup> (anni)
1h	Il Pero	140	> 500
3h	Monte Gazzo	243	> 500
6h	Monte Gazzo	396	> 500
12h	Monte Gazzo	411	> 500
24h	Monte Gazzo	411	200

Tabella 3 Tempi di ritorno delle massime intensità puntuali registrate durante l'evento per diverse durate

## 2.2 Analisi idrometrica e delle portate

A seguito delle precipitazioni sopra descritte si sono registrati innalzamenti significativi dei livelli idrici dei corsi d'acqua delle zone di allerta interessate dall'evento:

Bacino e sezione		Livello idrometrico MAX osservato (m)	Incremento di livello osservato (m)
Bormida a Piana Crixia (D)	PCRIX	3.12	2.5
Erro a Cartosio (valle D)	CARTO	1.98	2.84
Letimbro a Santuario (B)	SANTU	1.04	1.07
Sansobbia a Stella S. Giustina (B)	SSGIU	2.24	1.96
Sansobbia a Albisola (B)	ALBIS	1.52	1
Teiro a Il Pero (B)	PEROO	2.45	2
Leira a Molinetto (B)	MOLIN	3	2.02
Varenna a Pegli (B)	VAREN	2.62	2.08
Polcevera a Pontedecimo (B)	GEPTX	2.35	1.77
Bisagno a La Presa (B)	LAPRS	1.79	0.93
Aveto a Capanne (E)	CABAN	1.81	2.16
Lavagna a Carasco (C)	CARAS	3	1.85
Entella a Panesi (C)	PANES	1.13	2.38

Tabella 4 Livelli idrometrici registrati agli idrometri liguri o di chiusura dei bacini liguri sul versante padano

Nota: lo zero idrometrico è un valore convenzionale che può assumere valori negativi

Come si evince dalla tabella e dai grafici sotto riportati si sono verificati innalzamenti dei corsi d'acqua dei versanti padani e, soprattutto, della zona di allerta B. L'evento, particolarmente intenso, ricade nella tipologia di eventi in grado di mettere in crisi corsi d'acqua di dimensioni limitate (T. Teiro 29 km<sup>2</sup>, T. Arrestra 21 km<sup>2</sup>, T. Chiaravagna 12 km<sup>2</sup>): le risposte idrologiche infatti sono state caratterizzate da innalzamenti molto veloci dei livelli idrici verificatisi poco dopo lo scroscio precipitativo più intenso.

<sup>2</sup> Stima da procedura di regionalizzazione del CIMA e da "Linee guida ed indirizzi di tipo tecnico per la verifica e la valutazione delle portate al colmo di piena e dei relativi idrogrammi" adottate da Regione Liguria.

Occorre sottolineare che nella tabella precedente vengono ovviamente riportati i dati disponibili relativamente ai corsi d'acqua monitorati, ma è noto che l'evento in questione ha pesantemente colpito il ponente genovese fino a Varazze interessando nel savonese il torrente Teiro e suoi affluenti, il torrente Arrestra e, a Genova - Sestri Ponente, il Chiaravagna e suoi affluenti nonché il rio Molinassi.

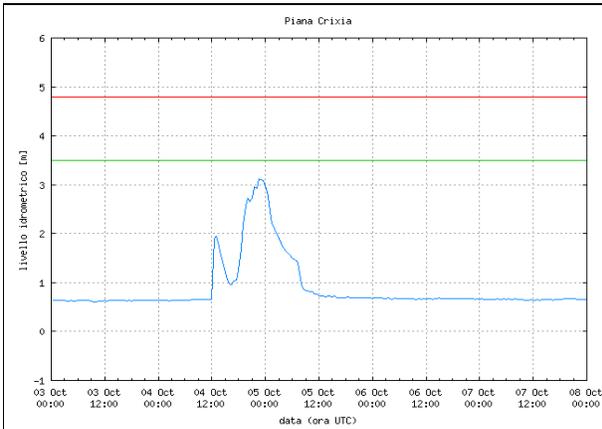


Figura 15 Livello idrometrico (Bormida a Piana Crixia area drenata 273 km<sup>2</sup>). La linea di riferimento verde si riferisce al livello di portata ordinaria, la linea rossa al livello di portata straordinaria

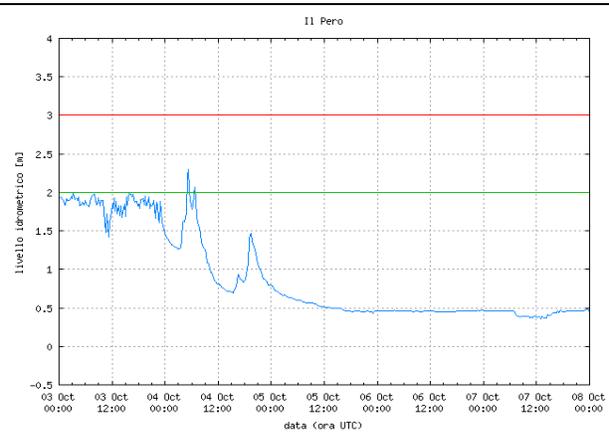


Figura 16 Livello idrometrico (Teiro al Pero area drenata 23 km<sup>2</sup>) (nella fase iniziale d'evento si nota l'abbattimento della vegetazione)

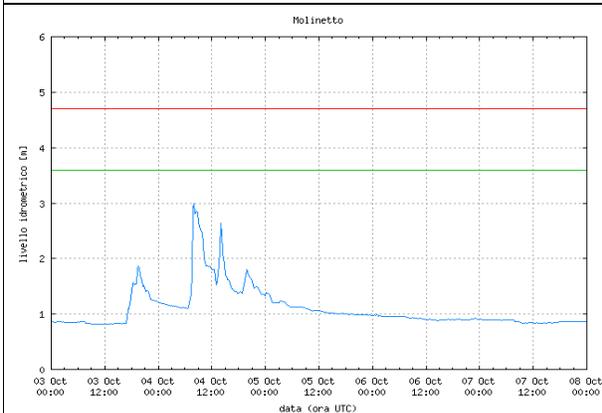


Figura 17 Livello idrometrico (Leira a Molinetto area drenata 26 km<sup>2</sup>)

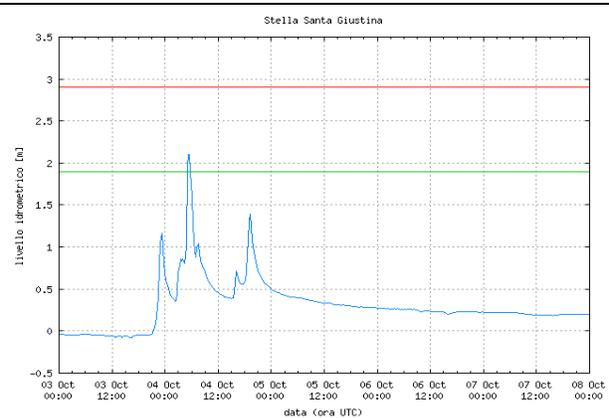


Figura 18 Livello idrometrico (Sansobbia S. S. Giustina area drenata 12 km<sup>2</sup>)

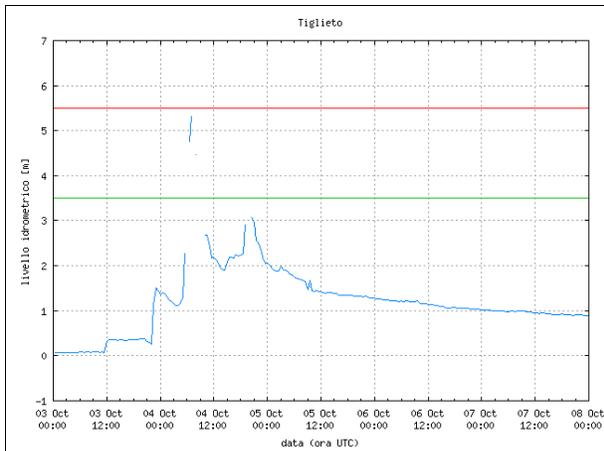


Figura 19 Livello idrometrico (Orba a Tiglieto area drenata 76 km<sup>2</sup>)

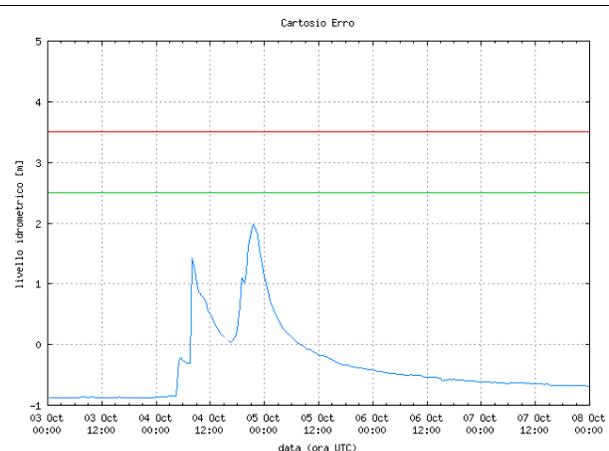


Figura 20 Livello idrometrico (Erro a Cartosio 205 km<sup>2</sup>)

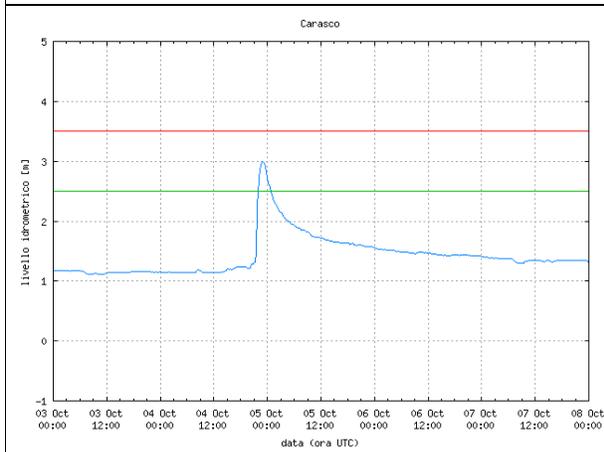


Figura 21 Livello idrometrico (Lavagna a Carasco area drenata 297 km<sup>2</sup>)

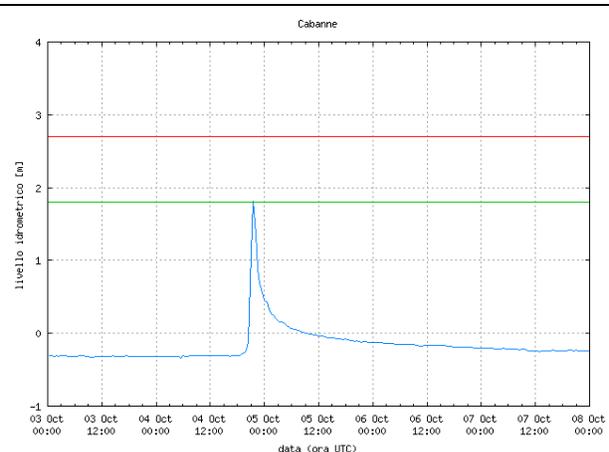


Figura 22 Livello idrometrico (Aveto a Cabanne area drenata 33 km<sup>2</sup>)

### 2.3 Analisi anemometrica

Nel corso della giornata del 4 ottobre i venti hanno fatto registrare un progressivo rinforzo fino a raggiungere nel pomeriggio intensità forti o di burrasca con una prevalenza da Sud-Est in prossimità dell'arrivo del fronte freddo, ossia in serata. Come si evince dalla Tabella 5, le raffiche hanno superato localmente anche i 100 km/h. L'analisi dei dati delle singole stazioni evidenzia che si è trattato comunque di venti piuttosto discontinui con alternanza di rinforzi e temporanee attenuazioni, tipici di situazioni sciroccali associate anche a rovesci intensi. Si evidenzia come le raffiche massime siano state registrate nelle zone d'allertamento costiere o collinari marittime (ABC) e abbiano raggiunto valori massimi fino burrasca forte o tempesta su BC.

In Tabella 5 si riportano i valori più significativi:

stazione [zona di allertamento]	Vento medio massimo (km/h)	Data e Ora	Direzione prevalente del vento medio massimo	Raffica massima (km/h)
Capo Mele [A]	59	4 ottobre 2010 ore 18.55	SW	78
GENOVA/SESTRI [B]	54	4 ottobre 2010 ore 16.20	SE	-

Capo Vado [B]	71	4 ottobre 2010 ore 17.20	SE	79
Monte Settepani [D]	31	4 ottobre 2010 ore 17.40	SE	-
GE-Centro Funzionale [B]	24	4 ottobre 2010 ore 13.20	SE	57
Fontana Fresca [B]	52 74	4 ottobre 2010 ore 13.10 4 ottobre 2010 ore 19.50	SE SE	71 112
Corniolo [C]	66	4 ottobre 2010 ore 18.40	SE	93
Monte Rocchetta [C]	45	4 ottobre 2010 ore 21.00	SE	68
Casoni di Suvero [C]	71	4 ottobre 2010 ore 21.30	SE	105
Giacopiane - Lago [E]	52	4 ottobre 2010 ore 20.30	SW	75

Tabella 5 Vento medio massimo e raffica massima osservati su alcune stazioni anemometriche significative

## 2.4 Mare

Nella giornata del 4 ottobre il moto ondoso è aumentato in modo significativo a partire dal pomeriggio e nella successiva serata a causa del forte vento sciroccale. La Boa di La Spezia ha registrato un picco breve caratterizzato da 2 m d'onda significativa e circa 3 m d'onda massima con un periodo d'onda di oltre 6 secondi.

La boa di Ventimiglia non è stata presa in considerazione in quanto il colpo di mare ha interessato il centro Levante con componente da Sud-Est. La forza del mare, combinata al forte vento e ad un effetto di probabile "surcote"<sup>3</sup> ha probabilmente avuto un ruolo importante nell'ostruire il deflusso delle acque di fiumi o torrenti soprattutto sul Ponente. Il fenomeno del *surcote*, infatti, sembra comportare (in sinergia con condizioni di marea crescente) un innalzamento del livello del mare significativamente variabile in relazione alla conformazione della costa e dei porti, stimabile in almeno una trentina di cm sul tratto costiero genovese.

Sul Ponente genovese si registrano diverse testimonianze di allagamenti legati al colpo di mare (con ritrovamenti di organismi marini e alghe nelle case allagate in prossimità della costa, innalzamento del livello del mare nei porticcioli), ossia in presenza di un'onda sciroccale corta e ripida caratterizzata da significativi effetti di frangimento sulla costa (Figura 23).

---

<sup>3</sup> Il «surcote» o « storm surge » è l'effetto di una elevazione anormale del livello medio del mare, provocata congiuntamente da un significativo abbassamento della pressione barometrica legata all'approssimarsi e al passaggio di minimo depressionario sulla zona interessata (occhio del ciclone), alla presenza di venti intensi alla periferia del minimo che spingono l'acqua nella zona anteriore del ciclone (in prossimità della costa), congiuntamente a effetti di alta marea. In queste condizioni di surcote, la presenza di un moto ondoso crescente può essere assai pericolosa e invasiva, poiché tende a penetrare sulla costa più facilmente, provocando seri allagamenti e distruzioni soprattutto sui litorali oceanici. L'innalzamento del livello del mare, congiuntamente a un moto ondoso diretto verso la costa può rallentare la discesa dei fiumi e dunque provocare delle inondazioni all'interno delle terre o verso la foce. Ad esempio le tempeste che arrivano dal mar del Nord sulle coste del Belgio, possono essere anche più intense di quelle atlantiche, creando questo particolare fenomeno sulla costa Nord della regione, mentre il livello delle acque resta normale sulla parte occidentale che guarda verso la Manica.

Un surcote è caratterizzato statisticamente da una certa ampiezza che ha periodi di ritorno caratteristici (esempio: ci si aspetta per un surcote di 1,50 m un tempo di ritorno di 50 anni, per un surcote di 1,70 m invece 100 anni...). In questo contesto il surcote, viene considerato come uno dei rischi naturali propri del litorale, che è prevedibile solo se si conoscono le condizioni meteorologiche e la loro evoluzione oltre alle fasi di marea.



Figura 23 Mare vivo da Est, Sud-Est in atto nel pomeriggio del 4 ottobre intorno alle ore 18. L'immagine evidenzia chiaramente come il colpo di mare osservato avesse una buona capacità di penetrazione (legata a un effetto di 'surcote'), senza tuttavia evidenziare un'altezza d'onda significativa (tipica della mareggiata).

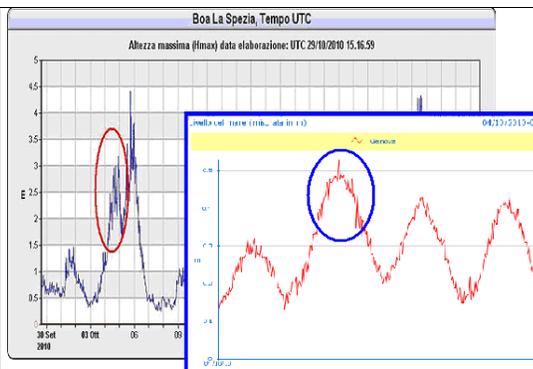


Figura 24 A sinistra: grafico dell'altezza di onda massima registrata dalla boa di La Spezia (in evidenza il picco del 4 ottobre) con un moto ondoso caratterizzato da un'altezza d'onda significativa di 2 m proveniente da SE e picchi massimi di circa 3 m, con periodo relativamente corto (6 secondi). I valori di questi parametri rientrano nel classico colpo di mare da Scirocco. A destra: livello del mare misurato all'interno del porto di Genova (APAT, Servizio mareografico) tra il 3 ed il 6 ottobre; spicca un incremento per il giorno 4 ottobre di oltre una trentina di cm

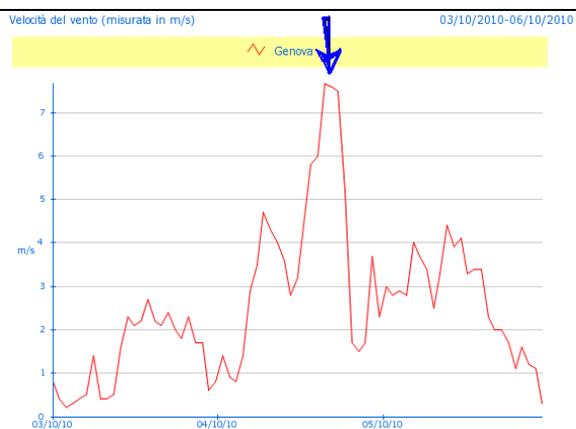


Figura 25 L'andamento della velocità del vento all'interno del porto di Genova (APAT-Mareografico) evidenzia un significativo picco d'intensità nel corso del giorno 4 ottobre di quasi 8 m/s (ovvero circa 30 km/h)

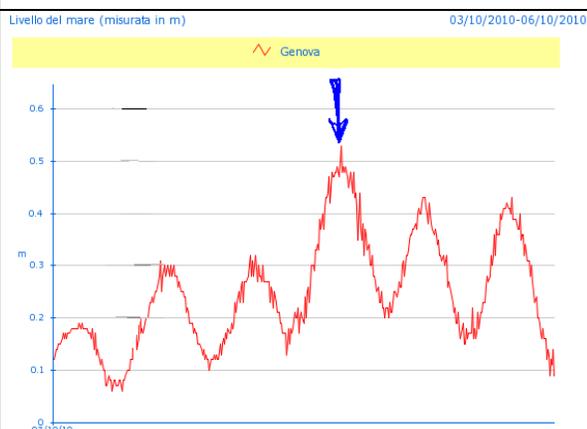


Figura 26 L'andamento del livello di marea all'interno del porto di Genova (APAT-Mareografico) evidenzia un significativo incremento per il giorno 4 ottobre che è correlato alle condizioni meteorologiche (correnti sciroccali, passaggio del minimo, ecc)

## 2.5 Effetti al suolo e danni rilevanti

La pioggia incessante ha flagellato l'area del ponente genovese e della provincia di Savona per buon parte della giornata del 4 ottobre, con qualche ora di tregua nel pomeriggio seguita da nuovi scrosci in nottata. Le situazioni più critiche sono state registrate tra Varazze e Cogoleto nelle prime ore del 4 ottobre, e successivamente sul ponente genovese nel pomeriggio del 4.

A Varazze sono stati interessati dall'evento tutti gli affluenti in sponda sinistra del torrente Teiro (rio Galli, rio Arzocco ecc.); al confine tra le due provincie il rio Cavetto, il rio Mola e il rio Partigliolo; a Cogoleto il torrente Arrestra.

A Genova i corsi d'acqua usciti dagli argini sono il T. Chiaravagna e il rio Molinassi. Sono stati segnalati gravi danni

alle attività commerciali, alle abitazioni ed anche in alcune scuole. I disagi non hanno risparmiato chi ha tentato di viaggiare sulle autostrade: chiuse nel pomeriggio le uscite di Genova Pegli e Genova Aeroporto, una coda praticamente ininterrotta sino alle prime ore della notte da Varazze al bivio A10-A12. La situazione è stata più critica sulle strade provinciali: frane e smottamenti su tutta la rete viaria, con la galleria di Vesima chiusa a lungo per un crollo. L'aeroporto Cristoforo Colombo è rimasto chiuso nel pomeriggio, con voli in arrivo dirottati su Nizza e Malpensa. Forti ritardi anche per i treni sulle linee in uscita da Genova.

Si riportano di seguito i danni, economicamente più significativi, comunicati a Regione Liguria - Settore Protezione Civile ed Emergenza:

- Smottamento e franamento materiale inerte su sede stradale in corrispondenza del Rio Galli (T. Teiro, Varazze), occlusione tombinatura del rio e cedimento di sottoscarpa stradale;
- Vasto movimento franoso con occlusione totale dell'alveo del rio Arzocco (Varazze) e sua esondazione, occlusione quasi totale della tombinatura sottostante a via Milano;
- strade cittadine di Varazze ed aree limitrofe: trasporto solido e deposito fango, detriti, legname e oggetti vari su piano viabile; presenza di cumuli di materiale ingombrante alluvionato, detriti e rifiuti; distruzione condotte di adduzione ed opere di presa relative alla rete del Civico Acquedotto in diverse località di Varazze
- Esondazione del rio Molinassi (Genova - Sestri Ponente) con crolli muro d'argine, escavazioni della strada e sovralluvionamenti a livello stradale;
- piazza Clavarino (Genova - Sestri Ponente) rottura argine rio Molinassi e esondazione;
- intasamento della tombinatura sottostrada del rio Marotto con conseguente allagamento di via Merano (Genova - Sestri Ponente);
- frana di scivolamento su terreni privati con accumulo detriti terrosi e vegetazionali direttamente in alveo poco a monte della tombinatura finale del rio Molinassi (via Sant'Alberto);
- completa ostruzione del tratto tombinato del rio Monferrato (via Merano - Sestri Ponente) dovuto al forte trasporto;
- Genova - Sestri Ponente, località monte Gazzo e monte Contessa: movimento franoso che ha interrotto la viabilità in diversi punti;
- parte bassa del torrente Chiaravagna: accumulo di detriti con intasamento ed esondazione;
- caduta materiale da pareti rocciose e frane in località Genova - Borzoli;
- accumulo di detriti nei rivi Figoi e Fegino (Genova) con intasamento ed esondazione; frana con cedimento stradale in via Forte, monte Guano;

### 3 Conclusioni

L'evento meteorologico che ha interessato la regione il 4 Ottobre 2010, ha visto il passaggio di un'intensa saccatura anticipata da un'intensa avvezione sciroccale (legata al transito della parte calda del fronte), con una marcata convergenza del flusso che ha insistito sul centro-ponente della regione nella mattinata del 4 ottobre. Tale flusso ha determinato precipitazioni caratterizzate da quantitativi ed intensità straordinari (tempi di ritorno sulle brevi durate superiori ai 500 anni), che hanno condotto a repentini e significativi innalzamenti dei corsi d'acqua minori delle zone più colpite dalle precipitazioni, provocando esondazione su alcuni rii tra cui il Rio Molinassi e il torrente Chiaravagna. Il torrente Teiro, nel savonese, ha fatto registrare un innalzamento significativo al limite dell'esondazione. L'evento alluvionale ha determinato ingenti danni nella zona di Varazze e Sestri Ponente.

Le forti piogge sono state accompagnate da intensi venti di scirocco caratterizzati da raffiche molto più intense del vento medio, fenomeno che indica la presenza di marcata turbolenza. I forti venti di scirocco hanno indotto anche la formazione di un colpo di mare caratterizzato da un'altezza d'onda significativa non particolarmente elevata ma decisamente efficace per capacità di penetrazione. Sono stati segnalati infatti danni ascrivibili ad allagamenti dovuti al mare in prossimità delle abitazioni vicine alla costa, soprattutto a Ponente, o in prossimità della foce dei torrenti. Il fenomeno può essere spiegato con un probabile effetto sinergico di *surcote*, vento e onda (attorno a 3 m onda massima + circa 0,5 m di innalzamento del mare o *surcote*), che ha contribuito anche a rendere più difficoltoso lo scarico a mare dei corsi d'acqua.