



**APAT**

Agenzia per la protezione  
dell'ambiente e per i servizi tecnici

# **Le attività emergenziali APAT in seguito ad eventi alluvionali e sismici**

---

**Settembre 2002-gennaio 2003**

**Informazioni legali**

L'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici o le persone che agiscono per conto dell'Agenzia stessa non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questo rapporto.

**APAT** - Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici  
Via Vitaliano Brancati, 48 - 00144 Roma  
[www.apat.it](http://www.apat.it)

Dipartimento Difesa del Suolo  
Servizio Rischi Naturali, Servizio Istruttorie, Piani di Bacino, Raccolta Dati e Tecnologie del Sito

© APAT, Rapporti 35/2003

ISBN 88-448-0109-4

Riproduzione autorizzata citando la fonte

**Elaborazione Grafica**

APAT

*Grafica Copertina:* Franco Iozzoli, Paolo Orlandi

**Coordinamento tipografico**

APAT

**Impaginazione e stampa**

Grafiche Ponticelli spa - Castrocielo (Fr)

Stampato su carta TCF

Finito di stampare ottobre 2003

---

**Autori:**

F. Araneo<sup>1</sup>, D. Berti<sup>2</sup>, V. Comerci<sup>2</sup>, G. De Rosa<sup>1</sup>, L. Ferrel<sup>2</sup>, R. Fiorentino<sup>1</sup>, F. Fumanti<sup>1</sup>, E. M. Guarneri<sup>1</sup>, M. Guerra<sup>1</sup>, L. Guerrieri<sup>1</sup>, D. Ligato<sup>1</sup>, F. Miscione<sup>1</sup>, F. Pascarella<sup>1</sup>, B. Porfidia<sup>2</sup>, I. Rischia<sup>1</sup>, W. Rovinelli<sup>1</sup>, S. Silvestri<sup>1</sup>, A. Trigila<sup>1</sup>, E. Vittori<sup>2</sup>, G. Vizzini<sup>1</sup>

**Con la collaborazione di:**

C. Carlomagno (ARPA Molise, Dipartimento di Termoli),  
D. Bella, G. Filetti (Centro Scientifico per l'Ambiente, Acireale – Catania)  
E. Esposito, S. Porfido (CNR – Istituto Ambiente Marino Costiero - GEOMARE SUD, Napoli)  
R. Rigano (Università di Catania)

**Coordinamento editoriale:**

L. Guerrieri, D. Ligato

**Supervisione:**

L. Serva, Responsabile Dipartimento Difesa del Suolo  
E. Vittori, Responsabile Servizio Rischi Naturali

<sup>1</sup> Servizio Istruttorie, Piani di Bacino, Raccolta Dati e Tecnologie del Sito

<sup>2</sup> Servizio Rischi Naturali

---

## INDICE

PREMESSA .....	pag. 7
PRESENTAZIONE .....	» 9
<b>1. Eventi alluvionali</b> .....	» 11
1.1. Introduzione .....	» 11
1.2. La crisi idrogeologica dei giorni 4 e 10 settembre 2002 nell'Isola d'Elba (LI) .....	» 13
1.2.1. Introduzione .....	» 13
1.2.2. Meteorologia e pluviometria dell'evento .....	» 13
1.2.3. Lineamenti di geologia dell'isola d'Elba .....	» 18
1.2.4. Sintesi dei dati rilevati .....	» 19
1.2.5. Conclusioni .....	» 45
1.3. Sopralluoghi nel territorio compreso tra il Lambro lodigiano e l'Adda a seguito dell'esondazione del novembre 2002 .....	» 59
1.3.1. Introduzione .....	» 59
1.3.2. Analisi meteorologica e pluviometrica .....	» 59
1.3.3. Fase emergenziale e principali livelli idrometrici .....	» 63
1.3.4. Segnalazione danni .....	» 65
1.3.5. Impianti di depurazione .....	» 67
1.3.6. Discariche R.S.U. ....	» 72
1.3.7. Aziende con processi produttivi critici .....	» 79
1.3.8. Aree contaminate .....	» 81
1.3.9. Conclusioni .....	» 85
1.4. L'evento alluvionale del 23-27 gennaio 2003 nella Regione Molise .....	» 87
1.4.1 Premessa .....	» 87
1.4.2. Caratteri meteorologici e idrologici dell'evento .....	» 88
1.4.3 Risultati dei sopralluoghi effettuati .....	» 90
1.4.4 Conclusioni e raccomandazioni .....	» 126
<b>2. Eventi sismici</b> .....	» 129
2.1. Introduzione .....	» 129
2.2. Terremoto di Palermo .....	» 131
2.2.1. Introduzione .....	» 131
2.2.2. Inquadramento sismogenetico .....	» 132
2.2.3. Caratteristiche della sismicità .....	» 134
2.2.4. Effetti sul terreno e sulle opere antropiche .....	» 137
2.2.5. Conclusioni .....	» 141

---

2.3.	L'evento sismico etneo del 29 ottobre 2002 .....	» 144
2.3.1.	Introduzione .....	» 144
2.3.2.	Effetti al suolo e danneggiamenti legati all'evento sismico .....	» 144
2.3.3.	Considerazioni conclusive e programmi futuri .....	» 151
	Appendice: Documentazione fotografica .....	» 153
2.4.	I terremoti del 31 ottobre e 1 novembre 2002 nel Molise orientale .....	» 160
2.4.1.	Introduzione .....	» 160
2.4.2.	Cenni sulla geologia dell'area .....	» 161
2.4.3.	Intervento coordinato APAT-ARPA Molise .....	» 162
2.4.4.	Tipologie edilizie e danneggiamenti .....	» 166
2.4.5.	San Giuliano di Puglia .....	» 167

---

## **Premessa**

APAT, nelle due anime da cui proviene (Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente e Dipartimento Servizi Tecnici Nazionali) è costantemente presente negli interventi emergenziali nelle aree del nostro paese colpite dalle più gravi emergenze naturali. Le motivazioni principali di questa partecipazione, nell'ambito dei compiti istituzionali di organo tecnico-scientifico-operativo del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, sono da un lato la necessità costante di comprendere sempre di più cause e meccanismi che portano ai disastri ambientali, dall'altro, attraverso l'esperienza pluriennale dei propri tecnici, la volontà di portare un concreto contributo di esperienza a supporto delle azioni degli organi di Protezione Civile, delle Agenzie regionali per la protezione dell'ambiente e degli Enti Locali (Regioni, Province e Comuni).

Va sottolineato che, al di là dello spirito volontaristico degli esperti dell'Agenzia, sempre necessario e fondamentale per questo tipo di attività, questo lavoro è parte fondante dei compiti istituzionali dell'Agenzia come recitano le leggi che ad essa hanno dato corpo (la legge 225/92 che inserisce l'ex Dipartimento dei Servizi Tecnici Nazionali tra gli organi operativi di Protezione Civile, la legge 61/94 costitutiva dell'ex ANPA e la legge 401/01, la quale all'art 2 recita che *"il Dipartimento della Protezione Civile si avvale, per i propri compiti, della collaborazione dell'Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici"*).

E' pertanto auspicabile una sinergia sempre maggiore tra il Dipartimento di Protezione Civile e il sistema delle agenzie ambientali durante le fasi emergenziali, ben al di là dei contributi più o meno episodici, ancorché spesso di grande efficacia pratica, forniti sino ad oggi.

Ing. Giorgio Cesari  
*Direttore Generale APAT*

---

## Presentazione

Questo volume raccoglie, senza significative revisioni *a posteriori*, le relazioni tecniche che sono state redatte praticamente "in tempo reale" in seguito agli interventi del sistema agenziale nel corso delle principali crisi sismiche ed alluvionali verificatesi nel periodo settembre 2002-gennaio 2003.

Relativamente agli eventi alluvionali, sono stati eseguiti sopralluoghi su alcune aree dell'Isola d'Elba colpite da intense precipitazioni agli inizi di settembre 2002, che hanno provocato esondazioni di corsi d'acqua, movimenti gravitativi lungo i versanti e fenomeni di erosione lineare/sovralluvionamento lungo gli alvei. Nel corso dei rilievi è emersa l'attuale difficoltà del territorio elbano, stante l'attuale livello di antropizzazione, a sopportare l'impatto con eventi meteorici particolarmente violenti. Nella seconda metà del novembre 2002, sono state eseguite indagini svolte a verificare gli effetti delle esondazioni in alcune aree dei bacini dei fiumi Adda e Lambro (Lombardia) ove sono situati impianti tecnologici particolarmente sensibili da un punto di vista ambientale, in particolare impianti di depurazione, discariche per RSU e per rifiuti tossici e nocivi. I sopralluoghi hanno consentito di stabilire che l'evento alluvionale non aveva fortunatamente comportato situazioni di rischio ambientale, né di pericolo per gli impianti stessi. Nel gennaio 2003, una squadra di tecnici APAT ha fornito supporto tecnico per la caratterizzazione dei dissesti idraulici e gravitativi che hanno interessato una vasta area compresa tra l'Abruzzo meridionale, il Molise e la Puglia settentrionale, al fine di poter predisporre efficaci piani di risanamento dei dissesti e/o di mitigazione del rischio residuo. I sopralluoghi hanno evidenziato la necessità di interventi strutturali ma anche non strutturali, quali interventi di manutenzione di opere già esistenti.

Per quanto riguarda le attività a seguito di crisi sismiche, sono stati eseguiti rilievi in Sicilia nord-occidentale colpita da un terremoto (06.06.2002,  $M_l = 5.6$ ) con epicentro nel Tirreno meridionale a circa 40 km dalla costa palermitana. In particolare i rilievi sono stati concentrati sulla caratterizzazione di un fenomeno franso assai esteso a confronto con la modesta intensità macrosismica risentita. Sempre in Sicilia, ma sulla costa orientale sono stati analizzati gli effetti sul terreno e i danneggiamenti alle strutture antropiche dovuti al terremoto etneo del 29.10.2002 ( $M_l=4.4$ ). Infine, l'analisi degli effetti sul terreno ed il supporto alle strutture operative della Protezione Civile è stato l'obiettivo dei sopralluoghi eseguiti nel periodo immediatamente successivo alla sequenza sismica che ha colpito il Molise orientale (31.10.2002,  $M_l=5.4$ ), e in particolare l'abitato di San Giuliano di Puglia, tragicamente colpito in termini di vite umane a causa dello sciagurato collasso dell'edificio che ospitava la scuola elementare.

Nonostante la tragedia di San Giuliano, occorre tenere ben presente che si è trattato di eventi di bassa intensità. L'esperienza degli anni appena trascorsi, per quanto riguarda il rischio idrogeologico (Piemonte, 1994; Sarno, 1998; Calabria e valle d'Aosta, 2000) e l'ampia casistica riportata nel dettagliato catalogo sismico di cui dispone l'Italia, mostrano che eventi ben più gravi si sono ripetuti nel nostro paese in un passato più o meno recente. Nel 2002 anche i vulcani ci hanno ricordato di costituire una sorgente di rischio tutt'altro che trascurabile, compresi quelli ritenuti relativamente meno pericolosi, come Stromboli. Così, il susseguirsi di crisi sismiche, vulcaniche ed idrogeologiche nel corso del 2002, pur non particolarmente violente, ha dimostrato ancora una volta che è sempre più necessaria un'organizzazione vasta e precisa di tutte le strutture dotate di adeguate competenze tecniche, per poter fornire una risposta davvero rapida ed efficace già nel corso delle emergenze. In tale contesto, il sistema delle agenzie ambientali è pronto per svolgere un ruolo sempre più forte e incisivo nei propri campi di competenza durante le emergenze ambientali, secondo i dettami della legge 401/01 che indica l'APAT tra gli organi di cui il Dipartimento di Protezione Civile si avvale per la realizzazione dei propri compiti istituzionali.

In conclusione, si è ritenuto utile raccogliere e pubblicare tali Rapporti Tecnici in un singolo volume, che va ad aggiungersi a quelli già pubblicati negli anni scorsi, non solo per meglio testimoniare dell'impegno in

---

questo campo da parte del sistema delle agenzie ambientali, ma anche con la speranza di poter fornire un ulteriore strumento di valutazione, utile, sia in fase preventiva che durante l'emergenza, per ridurre al minimo sia il dolore che il danno.

Leonello Serva  
*Direttore Dipartimento Difesa del Suolo*

Eutizio Vittori  
*Responsabile Servizio Rischi Naturali*



---

## 1. Eventi alluvionali

### 1.1 Introduzione

Nell'ambito dei propri compiti istituzionali, a seguito di eventi alluvionali calamitosi l'APAT fornisce attività di supporto tecnico alle Agenzie Regionali (ARPA) e Provinciali (APPA) in coordinamento con gli Enti Locali (Regioni, Province e Comuni) e con il Dipartimento della Protezione Civile. Nelle pagine seguenti sono state sintetizzate le esperienze acquisite durante i sopralluoghi a seguito di tre importanti emergenze geologico-idrauliche che hanno colpito diverse aree italiane nel periodo settembre 2002-gennaio 2003 (Figura 1.1.1).

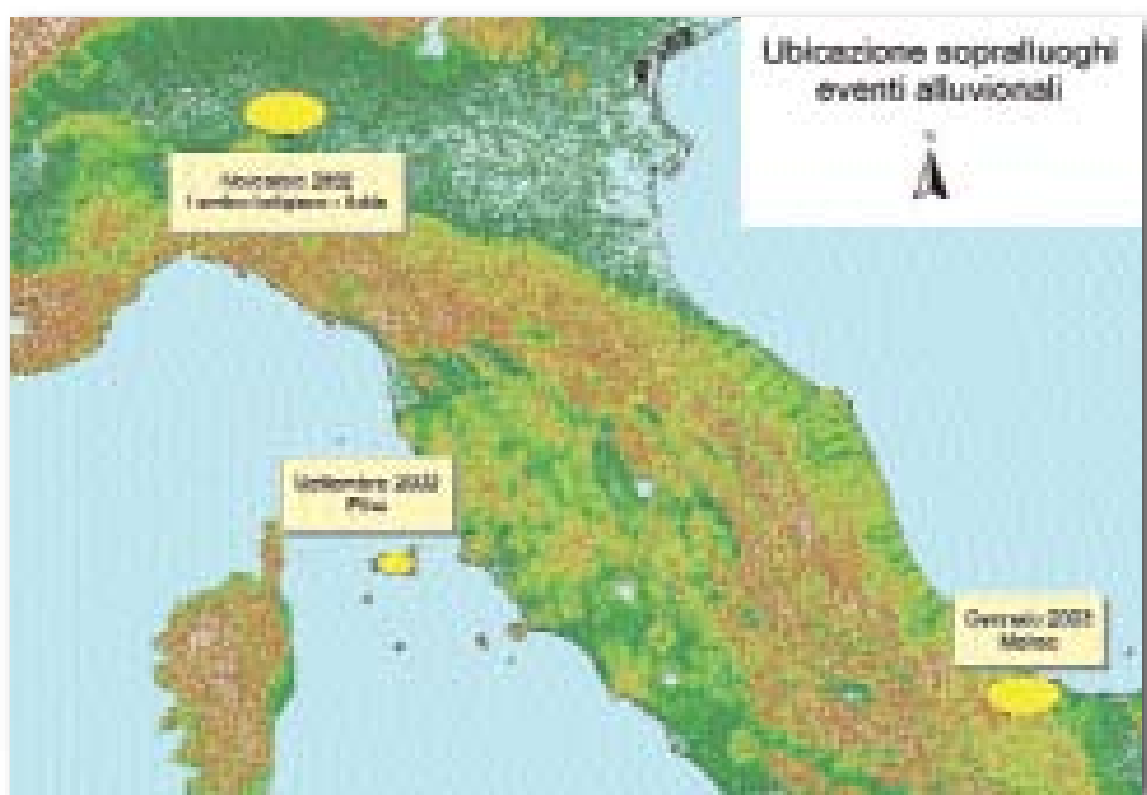


Figura 1.1.1: Ubicazione dei sopralluoghi a seguito degli eventi alluvionali

A seguito delle intense precipitazioni concentrate su alcune aree dell'Isola d'Elba tra il 4 e il 10 settembre 2002, che hanno provocato esondazioni di corsi d'acqua, movimenti gravitativi lungo i versanti e fenomeni di erosione lineare/sovralluvionamento lungo gli alvei, una squadra di tecnici APAT suddivisa in diverse unità operative, in coordinamento con il Prefetto di Livorno, ha eseguito una serie di rilievi sul terreno nelle aree maggiormente colpite. I sopralluoghi hanno evidenziato l'attuale difficoltà del territorio elbano di sopportare l'impatto con eventi meteorici particolarmente violenti.

Nella seconda metà del novembre 2002, a causa di precipitazioni particolarmente intense sul territorio della regione Lombardia, in vaste aree limitrofe al corso del fiume Adda e alcune zone nel bacino del fiume Lambro si sono verificate esondazioni. Una squadra di tecnici APAT, d'intesa con l'ARPA Lombardia, ha eseguito una serie di sopralluoghi finalizzati a verificare gli effetti delle suddette esondazioni su impianti tec-

---

nologici particolarmente sensibili da un punto di vista ambientale, compresi impianti di depurazione, discariche per RSU e per rifiuti tossici e nocivi. Le indagini svolte hanno consentito di affermare che le esondazioni dei fiumi Adda e Lambro non hanno comportato situazioni di rischio ambientale né di pericolo per gli impianti stessi.

Tra il 23 e il 27 gennaio 2003, una vasta area compresa tra l'Abruzzo meridionale, il Molise e la Puglia settentrionale è stata interessata da un evento meteorologico particolarmente intenso che ha innescato fenomeni di dissesto sia di tipo idraulico che gravitativi. Durante la fase emergenziale, una squadra di esperti dell'APAT ha fornito supporto tecnico per un'analisi preliminare di quanto accaduto, al fine di poter predisporre efficaci piani di risanamento dei dissesti e/o di mitigazione del rischio residuo. I sopralluoghi hanno evidenziato la necessità di interventi strutturali (es. regimazione delle acque meteoriche) e non strutturali (es. misure di vincolo) nonché interventi di manutenzione di opere già esistenti.

---

## **1.2 La crisi idrogeologica dei giorni 4 e 10 settembre 2002 nell'Isola d'Elba (LI)**

*F. ARANEO, D. BERTI, G. DE ROSA, L. FERRELLI, F. FUMANTI, D. LIGATO, F. MISCIONE, F. PASCARELLA, S. SILVESTRI, A. TRIGILA, G. VIZZINI*

### **1.2.1. Introduzione**

A seguito delle intense precipitazioni verificatesi nella mattinata del 4 Settembre 2002, in diverse aree dell'Isola d'Elba si sono create situazioni emergenziali, derivanti da estese esondazioni dei corsi d'acqua, dall'innescò di diversi movimenti gravitativi lungo i versanti e fenomeni d'intensa erosione lineare/sovralluvionamento lungo gli alvei.

Nelle prime ore del 10 Settembre nuove violente precipitazioni, concentrate nell'area Portoferraio – Rio Marina hanno determinato l'innescò di un ulteriore movimento franoso nell'area pericostiera di Rio Ortano (Rio Marina).

Su richiesta del Ministero dell'Ambiente e del Territorio una squadra di tecnici APAT si è recata prontamente sul posto mettendosi a disposizione del Prefetto di Livorno.

La squadra, composta da diverse unità operative, ha effettuato sopralluoghi, sia di terreno sia aerei, utilizzando mezzi messi a disposizione dai Vigili del Fuoco, in tutta la zona interessata dall'evento calamitoso, concentrandosi nelle aree che erano maggiormente danneggiate. Sulla base dei dati rilevati è stata eseguita una prima analisi delle cause del fenomeno alluvionale nonché una valutazione dei vari aspetti di interesse ambientale, nello spirito dei compiti istituzionali del sistema delle Agenzie Ambientali (APAT, ARPA, APPA).

Questo documento è finalizzato ad offrire un quadro conoscitivo generale sui dissesti geologico-idraulici che si sono verificati durante gli eventi. I dati riportati, testuali e cartografici, derivano da rilievi speditivi e dalle notizie reperite in loco da varie fonti (giornali, popolazione, VV.FF., Protezione Civile ecc.).

È importante segnalare, infine, che vari enti hanno effettuato rilievi dei danneggiamenti. I dati da loro raccolti potranno, nel caso, utilmente integrare questo documento

### **1.2.2. Meteorologia e pluviometria dell'evento**

Per comprendere la dinamica dell'evento, definire ed analizzare l'intensità e la distribuzione delle precipitazioni verificatesi, è necessario far riferimento alla configurazione meteorologica del giorno 4 settembre sull'Italia centro-settentrionale, così come delineabile sulla base dei numerosi dati d'archivio disponibili, ed ai valori pluviometrici forniti dall'Ufficio Idrografico e Mareografico di Pisa. La notevole mole di informazioni raccolte direttamente sul territorio in oggetto, sulla base di quanto riferito da Enti operanti nell'area o anche da privati cittadini, completa tale analisi, chiarendo anche i dubbi sollevati da più parti sull'attendibilità dei primi dati pluviometrici ufficialmente comunicati. In base a ciò si conferma che l'intensità dell'evento meteorico presenta caratteri di assoluto rilievo, pur essendo confrontabile con casi analoghi accaduti più volte nel corso degli ultimi 70 anni (1951, 1958, 1992; si veda la Figura 1.2.1).

Anno	10'	15'	20'	30'	1 <sup>h</sup>	13 <sup>h</sup>	16 <sup>h</sup>	12 <sup>h</sup>	24 <sup>h</sup>
1923					32.0				
1934							129.0		
1949					24.0	34.8	34.8	35.0	60.0
1950					14.8	25.0	37.4	49.8	59.8
1951					47.4	104.0	245.0	245.0	427.0
1952	6.0		9.2		9.4	11.4	19.0	20.4	23.0
1955				15.0	26.0	60.4	64.8	67.2	69.8
1952	14.8				16.4	21.2	19.6	35.2	41.0
1958			26.0		33.0	41.0	81.0	117.8	129.2
1959			20.0		32.8	37.8	37.8	40.0	57.6
1960			9.0		22.0	28.4	28.4	31.4	35.4
1961				13.0	14.8	25.0	27.6	37.0	44.6
1962				16.0	22.6	43.6	49.8	54.8	64.2
1963	12.0				23.0	30.4	44.0	50.2	52.4
1964	8.0				18.2	28.0	21.5	33.0	33.4
1965	12.0				27.0	34.4	34.8	35.8	35.8
1966	13.0				30.0	47.4	37.4	54.2	63.2
1967	16.0				20.6	38.0	39.6	40.4	45.6
1968	24.0				57.0	75.4	82.6	88.6	94.4
1969	15.0				37.0	38.8	43.2	43.2	46.4
1970			20.0		40.0	47.6	49.0	50.8	50.8
1971	9.2				16.8	19.0	26.2	45.0	64.0
1972		14.2			36.6	37.2	37.2	37.2	37.2
1973				20.2	20.2	20.2	20.6	40.0	52.0
1974		16.0			35.2	77.0	78.6	78.6	88.6
1975		12.2			23.8	45.2	61.4	73.8	74.2
1976	10.2				21.4	21.4	21.4	26.2	33.6
1977			10.0		15.4	19.0	30.2	43.8	53.8
1978	10.2				21.2	33.6	37.6	43.8	44.6
1979			24.8		25.6	33.4	45.2	47.0	50.6
1980	12.4				28.2	28.6	31.0	34.0	40.2
1981		0.1							
1982		13.0			24.0	33.2	41.6	46.0	48.2
1983	14.0				34.4	56.0	62.0	66.0	66.8
1984		10.2			15.0	23.0	27.2	27.2	44.4
1985		14.4			20.8	53.8	64.0	67.4	73.2
1987		10.0	10.8	11.4	12.6	17.4	22.4	27.2	37.4
1988	3.3	4.0	4.7	5.7	8.1	15.2	16.2	24.2	24.6
1989	2.8	4.3	5.7	8.5	9.6	17.6	30.8	43.5	46.2
1990	7.8		13.2	18.0	30.8	76.2	99.6	102.8	102.8
1992	25.0		38.0	43.6	70.0	78.6	82.2	85.4	132.2

Figura 1.2.1: Massimi di precipitazione (mm) registrati a Portoferraio Città negli ultimi 70 anni. Tratto dal "Rapporto sull'evento del 4 Settembre 2002" a cura dell'Ufficio idrografico e Mareografico di Pisa

## EVOLUZIONE METEOROLOGICA

L'evento è stato originato, a partire dalle prime ore del giorno 04/09/2002, da una debole circolazione depressionaria, con minimo al suolo di ca. 1010-1012 hPa posizionato sulla Francia centrosettentrionale, caratterizzata da valori modesti del gradiente barico e dall'assenza, nei pressi del territorio italiano, di sistemi frontali ben organizzati (Figura 1.2.2).

Tra le Isole Baleari e il Golfo del Leone si segnala la presenza di una linea di instabilità in quota in avvicinamento alla costa toscana lungo una traiettoria da OSO-ENE (precedente il maltempo) a ONO-ESE (successiva ai fenomeni), cui sono associati fenomeni temporaleschi localmente forti (ammassi tondeggianti visibili nei pressi della Corsica, con diametro sino ad alcune centinaia di chilometri ad ovest dell'isola; si veda la Figura 1.2.3 in alto).

Con tale situazione generale, i fenomeni meteorologici al suolo sono solitamente costituiti da rovesci di pioggia accompagnati da temporali anche forti, la cui intensità ed estensione varia sensibilmente anche per luoghi situati a pochi chilometri di distanza tra loro lungo la direttrice di moto del fenomeno stesso. I venti sono deboli, disposti dai quadranti meridionali, con brusche variazioni d'intensità e direzione solo in corrispondenza delle aree temporalesche, mentre i mari sono quasi calmi.

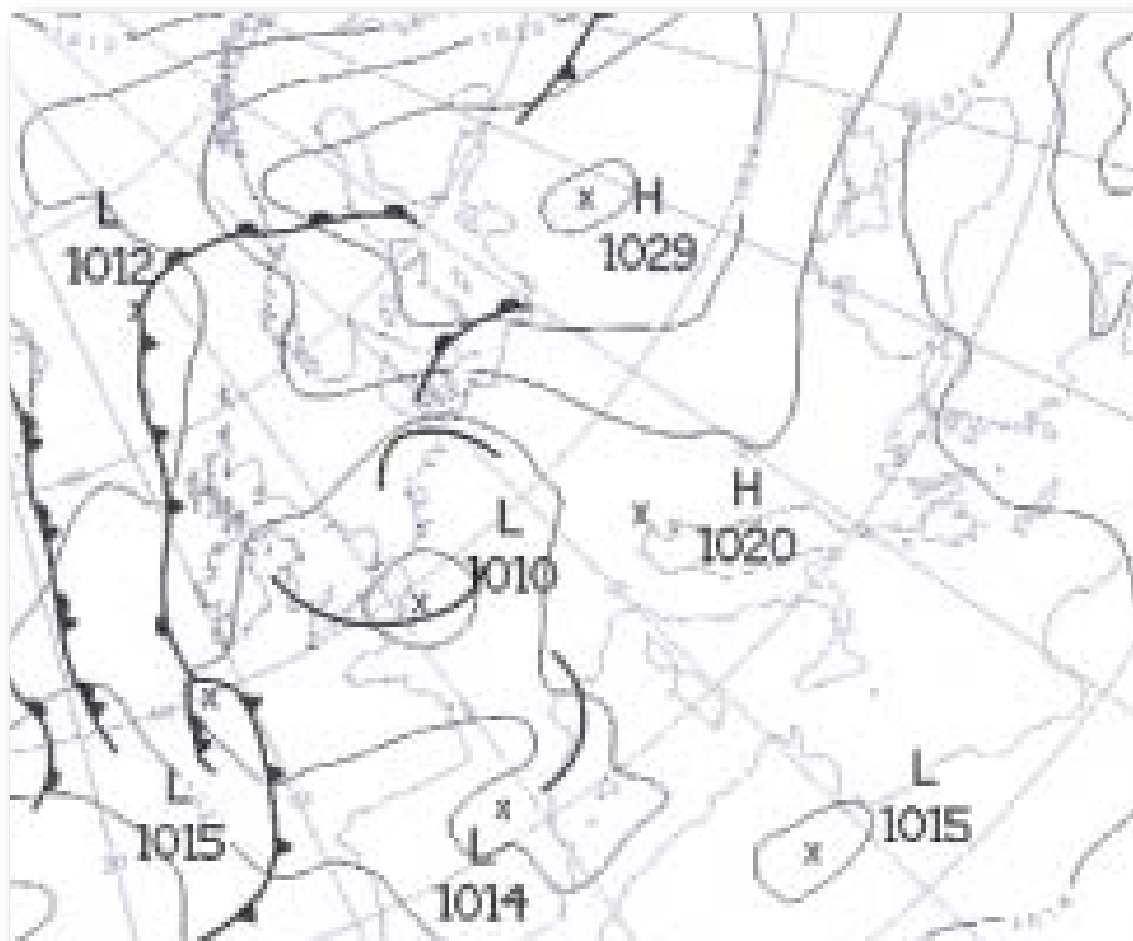
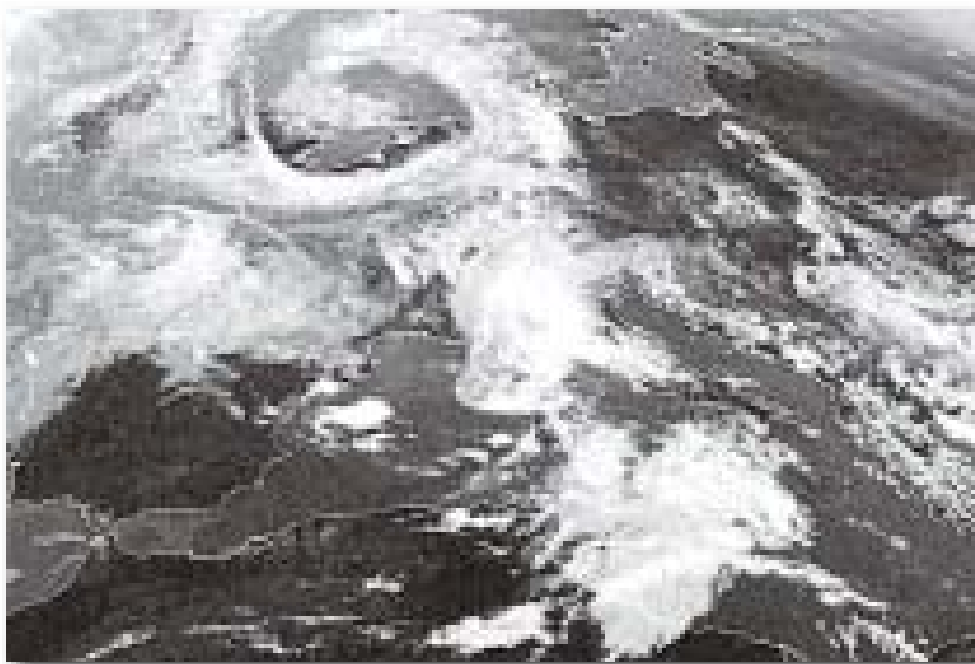
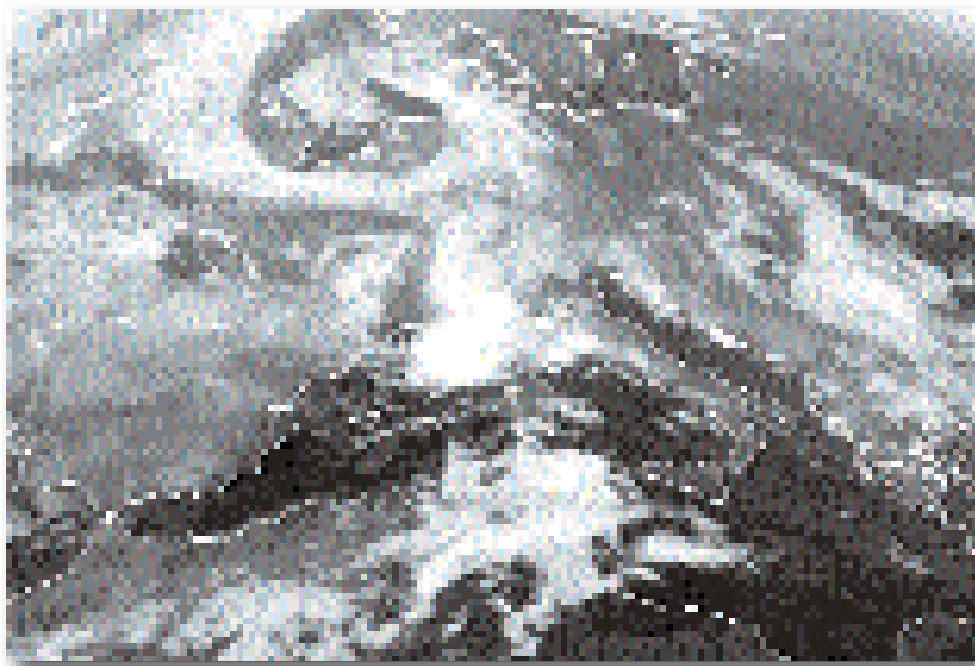


Figura 1.2.2: Campo barico al suolo e posizione delle aree frontali in Europa alle ore 00 UTC del 04/09/2002. Fra le Isole Baleari ed il Golfo del Leone è ben riconoscibile la linea temporalesca che 9 ore più tardi causerà l'evento alluvionale sull'Isola Elba. Sull'Italia il campo barico al suolo è livellato. Tratto da <http://www.wetterzentrale.de/topkarten>.



*Figura 1.2.3: Immagini METEOSAT delle ore 06:00 e 12:00 UTC del 04/09/2002. Nell'illustrazione in alto (ore 06:00), si nota la presenza di una cellula temporalesca di grandi dimensioni ad ovest della Corsica e di altre con minori dimensioni sul Tirreno settentrionale. Nell'illustrazione in basso (ore 12:00) tutto il Tirreno settentrionale è coinvolto, seppure con intensità molto variabile, nella situazione di maltempo.*

Con il passare delle ore il Tirreno settentrionale e l'Isola D'Elba (Figura 1.2.3 in basso) vengono coinvolti direttamente nella fase di maltempo che presenta, dal punto di vista della situazione meteorologica generale, il culmine nelle ore centrali della giornata. Nelle ore pomeridiane e serali le condizioni d'instabilità sull'isola si esauriscono e si trasferiscono nelle zone appenniniche e sull'Italia centrale.

## ANALISI PLUVIOMETRICA

I dati raccolti ed analizzati sono costituiti dal "Rapporto sull'evento del 4 Settembre 2002" a cura dell'Ufficio Idrografico e Mareografico di Pisa, da una relazione sul "Nubifragio del 4 Settembre '02 – attendibilità dei dati pluviometrici", a cura della Comunità Montana dell'Elba e Capraia – Zona L, e da numerose informazioni fornite agli scriventi da rappresentanti della Protezione Civile, dei Vigili del Fuoco e da residenti delle aree maggiormente colpite dai fenomeni.

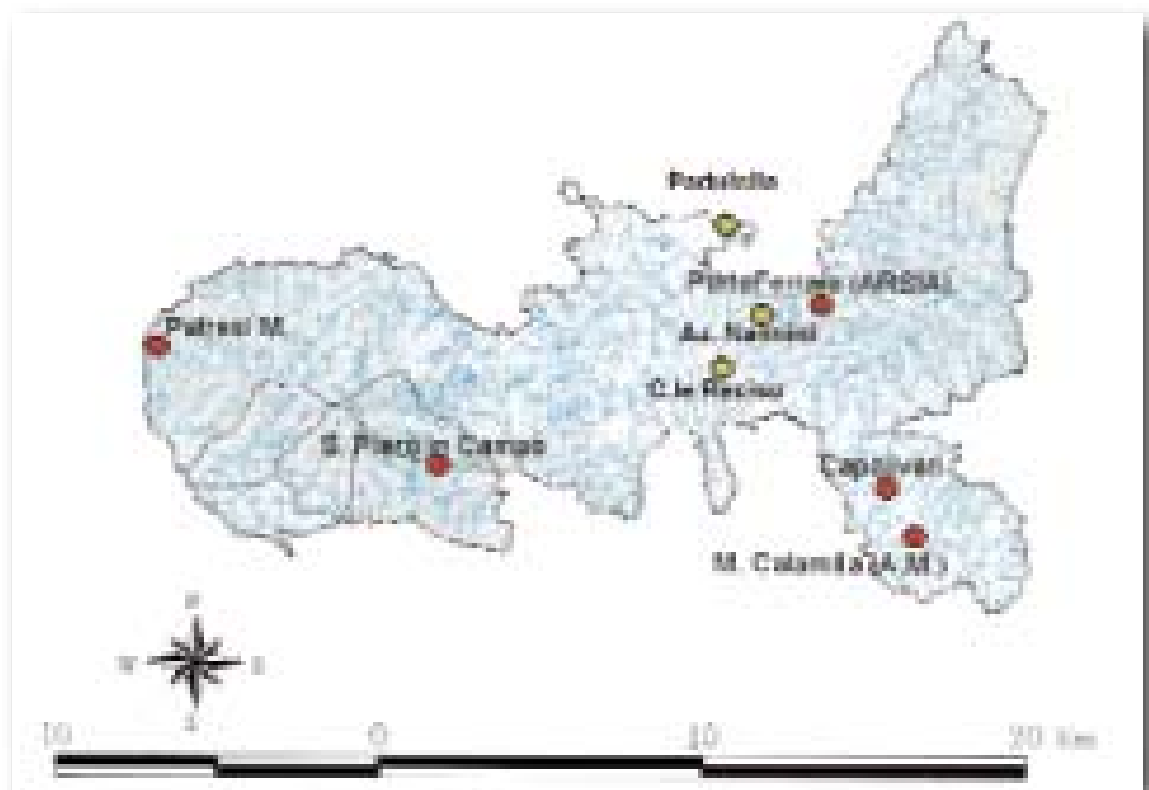


Figura 1.2.4: Ubicazione delle stazioni pluviometriche distribuite sull'Isola d'Elba. In rosso le stazioni riportate dall'Ufficio Idrografico e Mareografico di Pisa; in verde quelle citate dalla Comunità Montana dell'Elba e Capraia. Tratto e modificato dal "Rapporto sull'evento del 4 Settembre 2002" a cura dell'Ufficio Idrografico e Mareografico di Pisa.

All'incirca nello stesso intervallo temporale (Figura 1.2.5) dei dati pluviometrici forniti dall'Ufficio Idrografico, le tre stazioni pluviometriche citate dalla Comunità Montana (ubicazione in Figura 1.2.4) riportano i seguenti valori di precipitazione: Padulella, 215 mm; Azienda Nannini (S. Giovanni), 230 mm; C.le Reciso, 225 mm. Tutti i dati raccolti sembrano concordi nel fissare l'evento meteorologico all'interno dell'arco temporale delle ore 06:00-07:00 / 16:00-17:00, con un picco principale di precipitazione intorno alle ore 10:00, ed uno secondario alle 16:00. I maggiori danni sono stati prodotti nel corso della fase del primo picco, mentre il nubifragio del pomeriggio avrebbe interessato con maggior intensità solo il settore sud-orientale dell'isola (area di Capoliveri).

I valori delle precipitazioni, in accordo con le caratteristiche generali dell'evoluzione meteorologica, testimoniano una grande variabilità spaziale nell'intensità del fenomeno determinando, di conseguenza, una risposta molto differenziata dei bacini idrografici interessati, (anche per distanze di pochi chilometri), ed una notevole diversificazione nei danni prodotti da zona a zona.

Sulla base dei rilievi effettuati, come si vedrà nel seguito, si è potuto stabilire che l'area presumibilmente interessata dalle maggiori precipitazioni è quella situata lungo la linea di cresta Serra del Litterno-M. S.

Codice	Nome	Quota	E UTM	N UTM	Proprietà
0012	Portoferraio	8	611200	4739200	ARSIA
3250	Capoliveri	167	613100	4733510	Ufficio Idrografico
3240	M. Calamita	413	614306	47331893	Aeronautica Militare
3200	Patresi M.	120	591000	4737750	Ufficio Idrografico
3230	S. Pietro in Campo	226	599320	4734080	Ufficio Idrografico

Codice	Nome	Ora inizio	Ora fine	Prec. Cumulata [mm]
0012	Portoferraio	07:00	17:00	132.0
3250	Capoliveri	08:00	16:00	220.0
3240	M. Calamita	07:30	16:00	93.2
3200	Patresi M.	08:00	16:00	55.0
3230	S. Pietro in Campo	07:00	16:00	60.0

Figura 1.2.5: Dati generali relativi alle stazioni di misura prese in considerazione dall'Ufficio Idrografico e Mareografico di Pisa.

Martino-M. Barbatoia, che costituisce contemporaneamente lo spartiacque tra le aste vallive interessate dai maggiori dissesti. In questo settore non esistono pluviometri, ma è ragionevole supporre che la quantità di precipitazione verificatasi possa aver superato il dato di 220-230 mm in 8-10 ore, massimo valore misurato nelle zone di valle.

### 1.2.3. Lineamenti di geologia dell'isola d'Elba

Dal punto di vista geologico l'Isola d'Elba è costituita da un complesso edificio strutturale a scaglie dove, attraverso contatti tettonici a diversa geometria e cinematica, sono sovrapposte unità in cui formazioni sedimentarie d'età dal Carbonifero all'Eocene, in parte metamorfosate, sono accostate a frammenti di crosta oceanica cretacea o contengono intrusioni acide cenozoiche con giacitura in filoni, plutoni ed ammassi di varia forma ed estensione.

Il substrato dell'area maggiormente interessata dall'evento alluvionale, in particolare, è costituito da porfidi quarziferi e granodioriti generalmente massivi, affioranti prevalentemente lungo l'asta fluviale del F.so Litterno, del F.so Filetto e del F.so della Madonnina, e da alternanze terrigene di calcari marnosi, marne ed arenarie micacee lungo lo spartiacque M. S. Martino-Colle Reciso e nei bacini che sfociano nel golfo della Lacona. Nella zona di Capoliveri affiorano scisti, quarziti e gneiss, ascrivibili all'unità strutturale più profonda dell'Isola d'Elba. Il livello più superficiale di tali formazioni presenta quasi costantemente una coltre d'alterazione chimico-fisica, che tende ad ostacolare l'infiltrazione delle acque meteoriche negli strati più profondi. Da tale livello si originano depositi detritici ed eluvio-colluviali, in prevalenza con la granulometria delle sabbie e sabbie grossolane, che possono accumularsi con spessori sino a diversi metri nelle depressioni morfologiche, lungo le rotture di pendio e nelle linee d'impluvio inattive.

Lungo le aree pianeggianti di Marina di Campo, del Golfo Portoferraio e della Lacona, hanno notevole sviluppo depositi alluvionali prevalentemente costituiti da sabbie e sabbie grossolane con ridotte lenti di ghiaie, a luoghi passanti, verso costa, a limi con sporadiche intercalazioni di sedimenti palustri.



---

Le modeste elevazioni collinari dell'isola (la maggior quota è raggiunta dai 1019 m slm di M. Capanne) mostrano una morfologia caratterizzata dalla presenza di settori con bassa acclività, interrotti da aspre culminazioni di cresta e profonde incisioni vallive, che determinano brusche discontinuità nel paesaggio dei vari settori ed un locale incremento dell'energia del rilievo. In corrispondenza dei due bacini principali, Fosso della Madonnina e Fosso della Galea – Pila, si sviluppano aree pianeggianti poste pochi metri al di sopra del livello del mare. Lungo costa si alternano tratti di falesia vera e propria e settori di costa bassa sabbiosa.

#### **1.2.4. Sintesi dei dati rilevati**

L'evento ha avuto effetti diversi per il settore montano e quello di pianura. Nel primo caso i versanti sono stati interessati da intensi fenomeni di ruscellamento superficiale, da forti erosioni in alveo e dall'innescarsi di diversi movimenti gravitativi di modeste dimensioni (scivolamenti corticali e crolli), che hanno interessato particolarmente la rete viaria e che, in alcuni casi, hanno creato condizioni di potenziale instabilità di strutture abitative. Frane di maggior estensione lineare ed areale ed interessanti la copertura pedologica (colate rapide di fango/detrito) si sono innescate sul versante sud-orientale di Monte S. Martino (bacino del Fosso Stagnolo). In pianura si sono verificati estesi allagamenti con danni alla rete viaria, alle opere pubbliche e private ed alle attività produttive. In area costiera i vari fossi hanno ripreso il loro originario corso, generalmente ostruito dalla presenza di strutture legate ad attività balneari, mentre sulle coste acclivi si sono verificati numerosi piccoli crolli delle pareti rocciose o delle coltri detritiche.

### **GOLFO DI PROCCHIO**

Il bacino imbrifero drenante verso il Golfo di Procchio (comune di Marciana) si sviluppa nella porzione centro settentrionale dell'isola, con un'orientazione prevalente Est – Ovest e con un'estensione pari a circa 3,4 kmq. Il bacino è caratterizzato dal punto di vista litologico da porfidi e granodioriti nei settori collinari e montuosi, mentre nelle zone di valle predominano depositi alluvionali quaternari.

Le aste fluviali della Valle Gualdarone e della Val Grande (Figura 1.2.6, 1.2.7, Tavola 1) sono state interessate fino alla confluenza a mare da diffusa erosione lineare in alveo ed erosione laterale di sponda. A queste si sono aggiunte esondazioni con deposizione di materiale prevalentemente detritico. In particolare, le esondazioni sono state particolarmente intense in località Campo all'Aia (Valle Gualdarone) e in corrispondenza del centro turistico Hotel del Golfo (Val Grande) a piccola distanza del centro abitato di Procchio.

Nel primo caso un ponte stradale è stato ostruito dal materiale proveniente dalla piena, provocando un sovralluvionamento in un'area a monte occupata da abitazioni. Nel secondo caso le acque e il carico di sedimenti trasportato durante la piena, giunti in una zona molto pianeggiante a piccola distanza dal mare, non hanno trovato uno sbocco per la mancanza di una adeguata canalizzazione, invadendo di conseguenza il centro turistico Hotel del Golfo e aree contigue. Il centro ha subito lesioni a strutture murarie e pavimentazioni. Il materiale sedimentario giunto sulla costa, inoltre, controllato dal moto ondoso, è stato successivamente spinto verso terra, causando una parziale ostruzione delle canalette (raccolta e scolo acqua piovana) dell'hotel.



*Figura 1.2.6: Foce della Valle Gualdarone*



*Figura 1.2.7: Spiaggia di Procchio*

---

## GOLFO DELLA BIODOLA

Il bacino imbrifero drenante verso il Golfo della Biodola (comune di Portoferraio) si sviluppa nella porzione centro settentrionale dell'isola, con un'orientazione prevalente Nord Est – Sud Ovest e con un'estensione pari a circa 3 kmq. Il bacino è caratterizzato dal punto di vista litologico da porfidi e calcari marnosi nei settori collinari e montuosi, mentre nelle zone di valle predominano depositi alluvionali quaternari.

La località Scaglieri è stata duramente colpita (Tavola 2). Nel corso dell'evento di piena si sono verificate ostruzioni in corrispondenza dei tombini stradali e del Hotel Danila dove il fosso è intubato con un diametro 1000 mm fino alla sbocco a mare (Figura 1.2.8). Dalla foto si osserva come nel passato la sezione del fosso avesse dimensioni notevolmente più ampie.



*Figura 1.2.8: Sbocco a mare del fosso di Scaglieri.*

Le ostruzioni hanno determinato fenomeni di rigurgito con inondazione delle aree prossime alla foce. La piena è stata caratterizzata da un elevato trasporto solido e di materiale vegetale, com'è stato osservato nei cumuli detritici a valle. L'edificio dell'Hotel Danila ubicato sopra la tombatura è stato invaso da fango e acqua con tiranti idrici superiori al metro (Figura 1.2.9). Le acque del fosso in piena hanno continuato il loro corso invadendo un parcheggio e la strada d'accesso alla struttura turistica, provocando alla foce evidenti fenomeni erosivi e di deposizione (Figura 1.2.10 e 1.2.11).

I settori dei fossi, a monte del comprensorio turistico, risultano ostruiti da costruzioni e in buona parte invasi dalla vegetazione (canneti) con una riduzione della sezione idraulica.

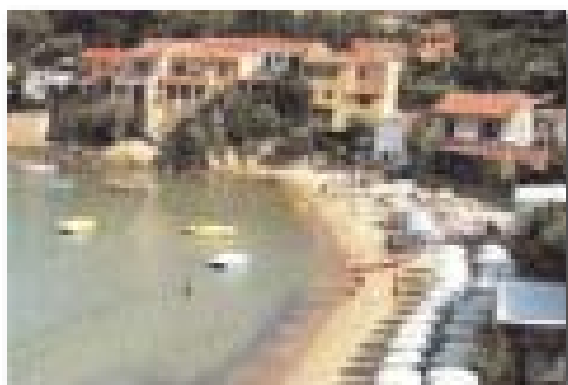
La scarpata di un ripiano morfologico su cui è ubicato il campeggio di Scaglieri è stata interessata da una riattivazione di un dissesto gravitativo già presente prima dell'evento pluviometrico che è stato oggetto di un intervento di consolidamento nel corso dell'anno 2001. Attualmente parte del campeggio è recintato e non agibile. L'intervento sembra non aver risolto il problema di stabilità della scarpata soggetta a fenomeni erosivi accelerati e a smottamenti.



*Figura 1.2.9: Scaglieri, imbocco del tratto di fosso tombato*



*Figura 1.2.10: Scaglieri, l'onda di piena interessa una strada interna che arriva alla spiaggia producendo notevoli fenomeni erosivi*



*Figura 1.2.11: Spiaggia di Scaglieri prima e dopo l'evento*

Più a Sud, nel Golfo della Biodola, un altro fosso anch'esso tombato si è ostruito investendo un villaggio turistico (Villaggio 2) con danni al pianterreno d'alcune abitazioni. Anche in questo caso la sezione del tratto tombato Ø 800 mm si è dimostrata del tutto insufficiente.

Nel tratto a monte del villaggio il fosso è stato fortemente eroso dalle acque di ruscellamento concentrato che hanno trasportato a valle ingenti quantitativi di materiale sabbioso.

Il settore sud-occidentale del golfo della Biodola (Tavola 2) dove è ubicata la struttura turistica dell'Hermitage, è stato interessato prevalentemente da allagamenti dovuti al rigurgito del fosso principale proveniente dal rilievo Serrone delle Cime (Figura 1.2.12 e 1.2.13) e da ruscellamento diffuso e concentrato prodottosi lungo il rilievo alle spalle della struttura sopraccitata con danni ad alcune stanze, ai campi sportivi e alla spiaggia (Figura 1.2.13 e 1.2.14).



*Figura 1.2.12: Biodola - fosso scatolare ostruito parzialmente da materiale vegetale*



*Figura 1.2.13: Spiaggia della Biodola durante l'evento (Foto Hotel Hermitage)*



*Figura 1.2.14: Spiaggia della Biodola ruscellamento concentrato (Foto Hotel Hermitage)*

---

## FOSSO DELLA MADONNINA

Il Fosso della Madonnina si sviluppa nella porzione centro settentrionale dell'Isola d'Elba, con una direzione prevalente Est Nord-Est – Ovest Sud-Ovest e con un bacino imbrifero pari a circa 10 kmq (Tavola 3). Il bacino è caratterizzato dal punto di vista litologico da porfidi e calcari marnosi nei settori collinari e montuosi, mentre nelle zone di valle predominano depositi alluvionali quaternari.

Molti versanti del bacino, quando caratterizzati da un'elevata pendenza e da un forte sviluppo dei suoli, sono stati interessati da erosione per ruscellamento diffuso e scivolamenti corticali (una delle valli maggiormente colpite è stata quella di Capene). Il fenomeno ha comportato un notevole trasporto di materiale detritico e vegetale (materia del sottobosco e arbusti di diverse dimensioni) verso valle, coinvolgendo localmente anche la rete viaria.

Gran parte delle aste fluviali sono state interessate da erosione lineare in alveo, prevalente nei settori di monte, e da erosione laterale di sponda, nei tratti vallivi. L'ultima ha compromesso argini in terra (lungo quasi tutta l'asta della Madonnina e dei suoi principali affluenti Val Capene, Valle di Lazzaro, Fosso delle Tre Acque e Fosso Ceppate), argini in muratura (lungo il Fosso della Madonnina in corrispondenza della località "Le Foci") e gabbionate di protezione (lungo il Fosso della Madonnina, in corrispondenza della zona di foce).

Nella porzione più a monte del Fosso della Madonnina, in località San Martino, si sono verificati rilevanti fenomeni d'erosione di fondo e di sponda e locali scivolamenti corticali. Tali dissesti hanno mobilitato grandi quantità di materiale lapideo, con granulometria variabile fino ai blocchi con dimensioni di circa un mc, e materiale vegetale con arbusti e alberi di alto fusto. Tali dissesti hanno danneggiato molte opere di sistemazione idraulica quali briglie e muretti a secco.

Nei tratti vallivi di quasi tutto il bacino della Madonnina sono stati rilevati effetti legati a esondazioni che hanno prodotto allagamenti (raggiungendo spesso i 100 cm di altezza) e deposizione di materiale terrigeno (a granulometria prevalentemente sabbioso-limosa, localmente fino a blocchi), resti vegetali (prevalentemente canne e fusti) e antropici (di varia natura). L'inondazione ha provocato danni all'agricoltura (coltivazioni sommerse da sedimenti a diversa granulometria), all'allevamento (bestiame disperso), a numerosi fabbricati (uso abitativo e commerciale), allo stabilimento termale di S. Giovanni (invaso l'edificio e il bacino dei fanghi), ad alcuni alberghi (uno dei maggiormente colpiti è stato l'Hotel Napoleon, in località Scuderia), alla viabilità di numerose strade (deposizione di fango e detriti e localmente crollo parziale d'alcune spalle in muratura, come in località Le Foci), tra cui la provinciale Bivio – Boni (sollevamento e rottura del manto stradale con conseguente interruzione della viabilità).

La distribuzione e la frequenza dei fenomeni gravitativi e alluvionali, avvenuti all'interno del bacino durante l'evento estremo del settembre 2002, mettono in risalto una diffusa instabilità dei versanti e un generale sottodimensionamento delle opere drenanti realizzate lungo le aste fluviali. A tale situazione si sono aggiunti fattori locali legati essenzialmente a drastici restringimenti di sezione, come per i casi più eclatanti rilevati nelle località S. Giovanni e Scuderia. Per quello che riguarda la prima località, durante l'evento alluvionale numerosi fossi minori sono entrati in crisi in corrispondenza della provinciale Bivio – Boni. I diversi impluvi, che fino a qualche decina d'anni fa scorrevano direttamente a mare, non hanno trovato un adeguato deflusso per la presenza di canali sottostradali sottodimensionati (completamente ostruiti da sedimenti e frammenti di vegetazione durante l'evento) e lo sviluppo di nuovi insediamenti nel tratto tra la provinciale e la costa (tra cui lo stabilimento termale di S. Giovanni). In località Scuderia, l'alveo di un affluente sinistro della Madonnina è stato drasticamente modificato da canale a cielo aperto a tubo con diametro ridotto. La rapida ostruzione del tubo durante l'evento a causa del materiale sedimentario proveniente dalle zone di monte ha senza dubbio amplificato il fenomeno alluvionale, causando numerosi danni all'Hotel Napoleon (Figura 1.2.15).



*Figura 1.2.15: Panoramica dei dissesti avvenuti presso l'Hotel Napoleon*

### **GOLFO DI MARINA DI CAMPO E BACINI CONNESSI**

Questo settore è stato tra i più colpiti dall'evento alluvionale e di conseguenza è quello che ha registrato anche i maggiori danni. Esso è situato nella parte centro-occidentale dell'isola (comune di Campo dell'Elba) e coincide approssimativamente con la porzione di pianura del bacino del F.so della Galea - F.so della Pila e con i sub-bacini del F.so Literno e del F.so Filetto, entrambi affluenti di sinistra del corso d'acqua principale. La superficie totale del bacino idrografico si approssima ai 15 Km<sup>2</sup>, mentre quella interessata dai fenomeni di dissesto è di circa 10 km<sup>2</sup>.

Mentre nel settore di monte dell'asta fluviale affiorano in prevalenza porfidi quarziferi, il settore di pianura, compreso tra il F.so della Galea ed il F.so della Pila, è costituito da depositi alluvionali sabbioso-limosi, passanti, nell'ultimo chilometro dell'asta fluviale e nei pressi della foce ad est di Marina di Campo, a limi ed argille fluvio-palustri.

Nell'area in oggetto, in generale, è possibile distinguere un settore collinare, costituito dal F.so Literno e dal F.so Filetto, caratterizzato da maggiori pendenze ed energia del rilievo medio-alta, ed un settore di valle, costituito dal F.so della Galea ed il F.so della Pila, sub-pianeggiante o pianeggiante. Nel primo, durante l'evento alluvionale, sono prevalsi fenomeni erosivi e di trasporto verso valle di sedimenti, detriti vari e abbondanti resti di vegetazione (canne, arbusti e tronchi di modeste dimensioni), mentre il secondo è stato essenzialmente interessato da esondazione e/o deposito di materiali vari al passaggio dell'onda di piena (Tavola 4).



## FOSSO LITERNO

E' delimitato a monte dal rilievo di M. S. Martino e confluisce nel Fosso della Galea all'altezza di Colle Consummello. La gran parte del bacino è stata interessata da fenomeni erosivi che hanno determinato l'approfondimento dell'alveo principale e dei suoi affluenti (Tavola 4). Al momento dei sopralluoghi, la maggior parte delle linee d'impluvio si presentava incisa e svuotata di sedimenti di copertura recente, mentre fenomeni d'erosione laterale delle sponde erano rilevabili solo in settori ristretti e con dimensioni di pochi metri.

La parte sommitale della valle presenta rilevanti fenomeni d'erosione lineare ed areale, anche a pochi metri dalla cresta, a testimonianza di un'elevata intensità raggiunta dalle precipitazioni durante la fase parossistica dell'evento meteorico. In questo settore non sono presenti infrastrutture o rilevati antropici di rilievo.



*Figura 1.2.16: Ponte sul Fosso Litterno situato tra C. Verna e C. Miliani. Le protezioni della sede stradale sono state divelte dal passaggio dell'onda di piena, mentre parte dell'asfalto è stata asportata. Durante l'evento, la sezione di deflusso è stata completamente ostruita.*

Nella zona compresa tra Colle Miliani e la confluenza sul Fosso Galea, dove la pendenza dell'alveo tende a diminuire e il corso d'acqua presenta una naturale tendenza alla deposizione ed all'allargamento (zona di deiezione), l'interferenza della piena con alcuni ponti con insufficiente sezione di deflusso (si veda la Figura 1.2.16), ha esaltato gli effetti della piena e determinato esondazione a monte degli ostacoli strutturali ed erosione di sponda e di fondo a valle. L'esame della zona nei pressi del depuratore costruito ad est di Colle Miliani ha evidenziato la rottura del tubo di scarico dalla struttura con dispersione delle acque nel torrente.

I rilievi compiuti nell'area della discarica di Litterno (ad est di Poggio Zuffale) hanno rivelato che la zona di valle dell'impianto, posta in uno degli affluenti di sinistra del F.so principale, è stata interessata da fenomeni erosivi di limitata entità, con il parziale coinvolgimento di una ridotta quantità di rifiuti vari ed il loro tra-

sporto nell'alveo. La presenza di percolato nelle acque a valle della discarica è stata segnalata durante l'evento alluvionale, ma non è stata rinvenuta durante il sopralluogo.

### FOSSO FILETTO

E' delimitato a monte dal rilievo di Serra del Literno – M. Tambone e confluisce nel F.so della Galea pochi metri a monte del ponte della S. P. Marina di Campo-Lacona. La parte intermedia e sommitale dell'asta fluviale è stata interessata da intensa erosione in alveo, sia per quanto riguarda il corso d'acqua principale che per i suoi affluenti (Tavola 4), ed areale, secondo modalità analoghe a quanto già visto per il F.so Literno. Nello stesso settore intermedio, ad est dell'abitato di Filetto, le sponde del Fosso hanno subito ingenti fenomeni erosivi che in alcuni casi hanno posto in serio pericolo private abitazioni costruite nei pressi dell'alveo.

In corrispondenza di due ponti sul F.so Filetto, situati rispettivamente ad est dell'omonimo abitato, e a SSE di Bonalaccia (Figura 1.2.17) la sezione di deflusso è risultata insufficiente a permettere il passaggio dell'onda di piena e del carico solido, costituito da depositi sabbiosi, rari ciottoli e abbondanti resti vegetali (in prevalenza canne e piccoli tronchi). L'area a monte dei due rilevati è stata inondata e coperta da un battente idrico non inferiore al metro d'altezza.



Figura 1.2.17: Ponte sul F.so Filetto a SSE est dell'abitato di Bonalaccia. La sezione di deflusso è risultata insufficiente a permettere il deflusso delle acque di piena ed ha determinato l'esondazione del fosso a monte del rilevato.

### FOSSO DELLA GALEA – FOSSO DELLA PILA - LA FOCE (MARINA DI CAMPO)

Il Fosso della Galea ed il Fosso della Pila occupano l'area valliva subpianeggiante compresa tra Monte Castello e Marina di Campo (Tavola 4). La loro confluenza è localizzata immediatamente a monte della S.P. Marina di Campo-Lacona, dove convergono anche le acque del Fosso Filetto, posta poche centinaia di metri a monte dello sbocco a mare (La Foce). Mentre il Fosso La Pila ha generato problemi, per rigurgito e tracimazione, solo nell'area di confluenza, il Fosso della Galea è stato interessato, per tutta la sua lunghezza, da violente esondazioni. Tale dato dimostra ulteriormente la forte variabilità delle quantità di precipitazioni anche tra località poste a poca distanza tra loro, fatto confermato sia dai dati pluviometrici sia dalle numerose testimonianze raccolte in loco. Il Fosso della Galea ha pertanto raccolto, essenzialmente, le abbondanti acque provenienti dai suoi tributari di sinistra che hanno provocato estese inondazioni nella piana già a partire dalla confluenza con il Fosso Litterno con livelli idrometrici sul piano campagna che hanno raggiunto, al culmine, valori superiori a 150 cm (pista di go-kart) e con violenti disallineamenti nell'ampia ansa compresa tra Poggio Zuffale e Monte Castello. Più a valle la zona dell'aeroporto, protetta da argini più elevati, è stata interessata, limitatamente al settore settentrionale da una sottile lama d'acqua, mentre risultano allagate estese aree in sinistra, anche per il notevole contributo delle acque provenienti dal versante di M. Bacile sede di intensi fenomeni di erosione concentrata.



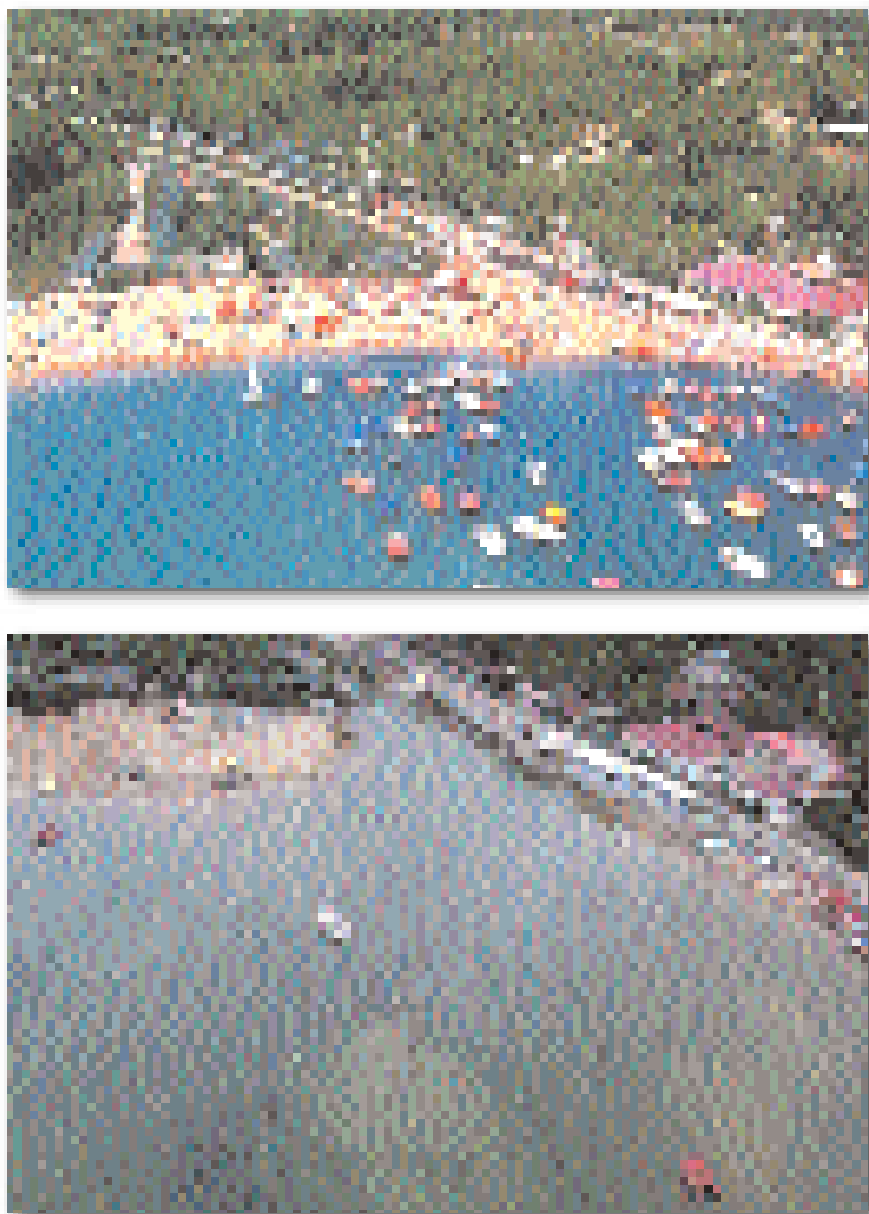
Figura 1.2.18: L'area de La Foce il giorno dopo l'evento (Foto VV.FF.)

In prossimità della zona di confluenza dei tre fossi (Galea, Pila e Filetto) le loro onde di piena, unite alle acque provenienti dai collettori minori, hanno determinato l'inondazione di una ampia area compresa tra Fosso la Pila e Marina di Campo (Figura 1.2.18), coinvolgendo anche parte dell'abitato (zona di Via degli Etruschi). Anche in questo caso gli effetti della piena sono stati amplificati dal sottodimensionamento della sezione degli alvei, delle tubazioni delle canalizzazioni minori e delle luci delle opere d'attraversamento stradale, che sono state rapidamente occluse dal materiale di fondo e flottante. Nella zona a valle della pro-

---

vinciale Marina di Campo – Lacona, le acque hanno invaso il campeggio con tiranti idrici di 150 cm, mentre allo sbocco a mare (La Foce) è stato asportata un'ampia area di spiaggia (normalmente adibita a parcheggio) (Figura 1.2.19) e parte delle strutture poste in sinistra idrografica.

Secondo le notizie raccolte sul luogo attraverso interviste speditive e riportate anche dalla stampa locale (da confermarsi con fonti ufficiali), la zona de La Foce è stata oggetto di numerosi interventi. Nel 1948 il Genio Civile, per evitare la risalita delle acque e l'impaludamento delle aree a monte durante lo scirocco, spostò l'originario sbocco a mare verso est in zona maggiormente protetta dai venti. A seguito della piena del 1994 furono costruite protezioni spondali che restrinsero di circa 4 metri l'alveo, ulteriori lavori furono effettuati nel Luglio 2001, posteriormente, quindi all'approvazione del piano straordinario (DGR 1212 del 02/11/1999).



*Figura 1.2.19: La Foce prima (sopra) e dopo (sotto) l'evento. La prima immagine è presa da una cartolina senza data, ma secondo quanto raccolto attraverso interviste in loco, rappresenta la situazione della costa molto simile a quella immediatamente prima dell'evento.*



Figura 1.2.20: La Foce, sequenza fotografica dell'evento. Dall'alto a sx in senso orario: ore 9 circa, a causa della pioggia molto intensa iniziano i primi allagamenti; ore 10:47 l'onda di piena travolge la spiaggia e le imbarcazioni trasportando una gran quantità di materiale; ore 12 circa, iniziano ad abbassarsi i livelli idrometrici (foto gentilmente concesse dal Sig. Christian Martorella).

## GOLFO DELLA LACONA E BACINI CONNESSI

I bacini dei fossi con sezione di chiusura alla Spiaggia Grande del Golfo della Lacona, compreso nel comune di Capoliveri, (Fosso Stagnolo, Fosso S. Maria e fossi minori) sono tra quelli maggiormente interessati dai vari fenomeni di dissesto geologico-idraulico che hanno provocato, in quest'area, ingenti danni alle infrastrutture lineari, al patrimonio privato ed alle attività di ricezione turistica (Tavola 5).

### FOSSO STAGNOLO

Il bacino del Fosso Stagnolo ha una dimensione di circa 4 kmq ed una lunghezza dell'asta principale di circa 3 km.

Nella parte montana del bacino, sul versante orientale della dorsale M. Tambone-M. San Martino, in destra idrografica rispetto all'asta principale, si sono innescati 3 movimenti franosi riferibili a scivolamenti della coltre di alterazione dei porfidi (*debris slides*) evolventi, in un caso, a colata rapida di fango/detriti (*debris flow*) (Tavola 5).

Quest'ultima si è sviluppata in uno degli impluvi minori del bacino ed ha raggiunto, dopo un percorso di circa 500 metri ed un dislivello di circa 170 metri, l'alveo del Fosso Tombino, tributario di destra dell'asta principale, incrementandone notevolmente la portata solida.

Durante lo scorrimento il volume della massa detritica è, infatti, progressivamente aumentato, come evidenziato dalla forte erosione di sponda ed in alveo dove i preesistenti depositi alluvionali/colluviali sono stati completamente asportati. Considerando, inoltre, che, da quanto rilevabile, il fenomeno si è innescato durante l'evento meteorico, la massa detritica deve aver subito forti processi di fluidificazione per il contributo in acqua dagli impluvi laterali, che l'hanno trasformata in un flusso iperconcentrato in grado di incanalarsi nel Fosso Tombino e di percorrere poi, come onda di piena ad elevato trasporto solido, l'intera lunghezza del Fosso Stagnolo.

Al momento del sopralluogo la zona di confluenza tra i due impluvi era ancora irraggiungibile, non è stato quindi possibile determinare se l'ammasso detritico possa aver occluso l'alveo creando un invaso temporaneo. Da quanto osservato dall'elicottero e considerando sia la notevole quantità di materiale mobilizzato sia la presenza in più punti del tratto d'alveo investigato di tronchi posti a sbarramento del deflusso, tale ipotesi sembra, in ogni modo, assai probabile.

Significativo appare il fatto che la zona d'insacco sia localizzata immediatamente a valle della strada forestale (Figura 1.2.21) che da Il Monumento conduce a M. San Martino confermando ulteriormente quanto ampiamente noto in letteratura circa il rapporto tra tagli stradali e movimenti franosi. Tale strada presenta un lastricato in pietra ed una totale occlusione degli originari sistemi di regimazione delle acque, attualmente individuabili solo dalla presenza di cippi indicanti le tombinature. Tale situazione ha reso, durante l'evento meteorico, l'intera strada una via preferenziale delle acque di scorrimento superficiale che sono state violentemente riversate nel versante sottostante in corrispondenza di curve o leggeri cambiamenti di pendenza. Alcuni dei maggiori punti di recapito, ancora ben visibili durante il sopralluogo, confluiscono nella zona di distacco del fenomeno franoso più imponente.

Nella zona valliva il flusso iperconcentrato ha continuato il suo corso investendo alcune abitazioni costruite immediatamente a ridosso dell'alveo di magra, distruggendo parzialmente le protezioni spondali e raggiungendo altezze idrometriche di circa 4,5 metri (Figura 1.2.22).



Figura 1.2.21: Area d'insacco del debris flow a valle della strada che da Il Monumento conduce a M. San Martino.

In corrispondenza della S.P. di Lacona (n. 30) il ponte a sezione rettangolare (Figura 1.2.23) ha costituito un evidente ostacolo al deflusso evidenziando l'insufficienza della sua luce in occasione di piene ad elevato trasporto solido. Il materiale trasportato in fluitazione ne ha parzialmente ostruito la luce provocando il sormonto della struttura in sinistra idrografica, con svellamento dei *guard-rail* ed invasione, con effetti distruttivi, della campagna circostante e di un campeggio. Alla foce è stata completamente asportato un ampio tratto di spiaggia, normalmente adibita ad attività balneari, e si è creato un vasto ventaglio detritico a mare (Figura 1.2.24).



Figura 1.2.22: Abitazione costruita a ridosso dell'alveo di magra del Fosso Stagnolo. La linea rossa indica l'altezza raggiunta dall'onda di piena.



Figura 1.2.23: La S.P. di Lacona in corrispondenza del ponte sul Fosso Stagnolo il giorno dopo l'evento (foto VV.FF.).



Figura 1.2.24: La foce del Fosso Stagnolo prima e dopo l'evento del 4 Settembre. La foto a sx è tratta dal sito web del campeggio (senza data).

### FOSSO S. MARIA

Il bacino del fosso S. Maria ha una estensione areale ed una gerarchizzazione del reticolo idrografico decisamente inferiore a quella di Fosso Stagnolo dal quale è diviso, ad ovest, dallo spartiacque di Serra del Pero. Anche in questo caso l'intero bacino è stato interessato da un intenso ruscellamento superficiale e il reticolo ha mostrato caratteri di spiccata torrenzialità, con forti erosioni di fondo e spondali sia dell'asta principale sia dei corsi tributari, che hanno accresciuto notevolmente il carico solido del torrente. Nel tratto di pianura il fosso è attraversato da tre strade circa parallele. In quella più a monte il torrente era forzato in un tubo di diametro 80 cm che durante la piena è stato occluso, l'attraversamento, costituito da una semplice struttura in calcestruzzo priva di fondazioni, è stato demolito dalla piena che ha sormontato gli argini, allagando le aree circostanti (Figura 1.2.25).



Figura 1.2.25: Attraversamento del Fosso S. Maria demolito dalla piena.



---

In corrispondenza della seconda strada era stato realizzato un ponte con una luce di sezione rettangolare insufficiente che è stato occluso completamente dai sedimenti e dalla vegetazione trasportati dalla piena. Il materiale trasportato ha, quindi, sormontato la strada e allagato la campagna e le abitazioni circostanti.

Situazioni analoghe si sono verificate in corrispondenza delle strade poste a valle. In particolare nella S.P. di Lacona (n.30) l'attraversamento era caratterizzato da un piccolo ponte a sezione rettangolare, la cui luce era ulteriormente ridotta da varie tubazioni contenenti cavi elettrici e telefonici e dallo scatolare di una fogna privata disposto trasversalmente al fosso. Anche in questo caso la luce è stata repentinamente occlusa dal materiale trasportato (di fondo e flottante) con sormonto della struttura, sovralluvionamento a monte della stessa e violento disalveamento a valle con inondazione del campeggio sottostante.



*Figura 1.2.26: Elevato trasporto solido lungo il Fosso Pontimento*

### **FOSSO S. RITA, FOSSO DEL PINO E FOSSI MINORI**

Tali corsi d'acqua attraversano la parte centro-orientale della Piana di Lacona. Sono caratterizzati da piccoli bacini in cui il tratto montano è particolarmente ridotto. I fenomeni registrati appaiono analoghi a quelli del Fosso S. Maria, ma con effetti minori legati sia alle dimensioni del bacino sia ad una probabile minore piovosità. Anche in questo caso i fossi sono stati interessati da intensi fenomeni erosivi e tutti gli attraversamenti sono stati occlusi dal materiale trasportato, con sormonto delle strutture, disallineamento ed allagamento delle aree circostanti.

### **SETTORE SUD ORIENTALE**

#### **MORCONE E PARETI**

I piccoli bacini del Fosso Pontimento (abitato di Morcone) e del Fosso Fosco (abitato di Pareti), ambedue compresi nel comune di Capoliveri, sono stati interessati da eventi di piena con elevato trasporto solido (Figura 1.2.26, Tavola 6). I torrenti hanno trasportato ingenti volumi di detriti con massi di notevoli dimensioni che nel caso del torrente Pontimento sono stati depositati in parte in un'area subpianeggiante a monte di Morcone con una riduzione notevole dei danni potenziali al centro abitato. Nell'area di foce, la spiaggia è stata interessata dalla deposizione di sedimenti alluvionali grossolani e dall'erosione di parte dei depositi sabbiosi (Tavola 6).

Nei due piccoli bacini, il settore montano, caratterizzato da pendenze elevate, è stato interessato da rilevanti processi erosivi lungo le aste principali con associati modesti scivolamenti delle coltri detritiche (Figura 1.2.27).



*Figura 1.2.27: Fosso Pontimento, scivolamento corticale a monte dell'abitato di Morcone.*



*Figura 1.2.28: Panoramica del settore costiero in località Pareti*

Le canalizzazioni dei due torrenti nei tratti di valle, che risultano urbanizzati, hanno contenuto in buona parte l'onda di piena (Figura 1.2.28).



*Figura 1.2.29: Capoliveri – frana.*

### **L'ABITATO DI CAPOLIVERI E MONTE CALAMITA**

Diversi sono i dissesti gravitativi che si sono innescati nel territorio comunale. Alcuni scivolamenti corticali, che evolvendo potrebbero compromettere la stabilità di un'abitazione e di una strada asfaltata, sono stati cartografati lungo il fosso delle Concie, ad est del centro abitato di Capoliveri (Figura 1.2.29).

La strada sterrata che conduce da Capoliveri a Monte Calamita fino al Residence Costa dei Gabbiani risulta danneggiata dallo scorrimento delle acque di ruscellamento che hanno provocato profondi solchi d'erosione e piccoli smottamenti. Diversi sono gli attraversamenti dei fossi distrutti lungo la strada che costeggia la costa dalla spiaggia del Ramaiolo alla spiaggia del Malpasso (Residence Costa dei Gabbiani).

### **PORTO AZZURRO**

Nell'area di Porto Azzurro i fenomeni di dissesto sono stati, quasi ovunque, di lieve entità; lungo tutti i fossi si osservano tracce del passaggio della piena con deboli fenomeni di erosione e di trasporto (Tavola 7).

Segnaliamo nella zona orientale in corrispondenza dell'attraversamento della S.P. Bivio Boni sul fosso più orientale che sfocia nella spiaggia di Barbarossa, l'occlusione del ponticello a sezione rettangolare insufficiente a consentire il deflusso della piena; il materiale trasportato ha superato, quindi, la strada e gli argini deponendo materiale terrigeno e resti vegetali sia a monte sia a valle della strada stessa.



*Figura 1.2.30: Area di innesco dello scivolamento corticale all'interno del bacino del Rio Ortano.*

## **RIO ORTANO**

Il bacino del Rio Ortano (Tavola 8) è stato colpito da due eventi pluviometrici nel corso della crisi idrogeologica, rispettivamente il 4 e il 10 di settembre. Nel corso del secondo evento caratterizzato da precipitazioni più intense, il bacino dal punto di vista idraulico ha tenuto bene, infatti, non si è avuta una tracimazione del fosso principale.

In alcuni impluvi secondari e lungo le strade si è prodotto un notevole ruscellamento che ha determinato l'allagamento parziale delle aree pianeggianti dove sono ubicati gli impianti sportivi. In particolare, un impluvio nella porzione terminale dell'asta del Rio Ortano, è stato interessato da un dissesto geologico-idraulico.

Tale dissesto, innescatosi con il nubifragio delle prime ore della mattina del giorno 10 settembre, è riferibile ad uno scivolamento corticale evolvente a colata che si è prodotto lungo una scarpata costituita da depositi detritici eterometrici e poco cementati legata probabilmente all'attività estrattiva (Figura 1.2.30).



*Figura 1.2.31: Canaletta in calcestruzzo allo sbocco del fosso per l'allontanamento delle acque di scorrimento superficiale, con sezione insufficiente di deflusso*

La colata di fango e detrito si è incanalata nell'impluvio e ha raggiunto il corpo centrale del villaggio turistico posto allo sbocco dello stesso invadendo alcune stanze del piano terreno e seminterrato con un livello di acqua e fango di circa 60 cm di altezza.

I versanti dell'impluvio sono costituiti prevalentemente da rocce scistose con giacitura a franapoggio e caratterizzati da pendenze elevate. Nel 2001 si è verificato un incendio che, distruggendo la vegetazione, ha determinato un incremento dei processi erosivi e del ruscellamento diffuso con un aggravio della situazione idraulica e di stabilità.

Al momento del sopralluogo si è osservato un rischio residuo per la struttura turistica sopraccitata, dovuto alla presenza di coltri detritiche instabili che potrebbero essere riattivate nel caso d'ulteriori eventi pluviometrici intensi. Nel passato erano state eseguite delle sistemazioni idrauliche che risultano danneggiate, e una canaletta in cls con lo scopo di allontanare le acque dall'impluvio che si è dimostrata, durante l'evento, insufficiente per lo smaltimento delle acque di ruscellamento (Figura 1.2.31).

---

Attualmente sono in corso i lavori in somma urgenza effettuati dalla Comunità montana dell'Elba e Capraia consistenti nella rimozione dei detriti che occupano il piazzale, nel taglio selettivo della vegetazione nell'impiuvio, e nella realizzazione di una difesa passiva con barriera "new jersey" e di una canaletta sul versante, a mezza costa, per la raccolta delle acque di ruscellamento.

## RIO MARINA

L'area di Rio Marina è stata interessata solo marginalmente dall'evento del 4 settembre, mentre i fenomeni più intensi rispetto al resto dell'isola si sono avuti il giorno 10.

I sopralluoghi condotti nell'area hanno evidenziato che, in accordo con le segnalazioni prevenute dai Vigili del Fuoco e dalla Protezione Civile, nel corso dei due eventi non si sono registrati danni di rilievo alle infrastrutture ed alla viabilità. Il giorno 10 settembre il Fosso Canali, il cui alveo presentava il fondo cementato nel tratto comunale, è stato interessato da un'onda di piena che ha danneggiato alcune vetture. Episodi simili si sono verificati anche nel 1951 e 1992, provocando nel primo caso la morte di una persona e nel secondo ingenti danni alle abitazioni adiacenti al canale. A monte dell'abitato, lungo lo stesso corso d'acqua, erano visibili restringimenti di sezione che, unitamente alla presenza di folta vegetazione in alveo, hanno costituito un ostacolo al deflusso delle acque.

A N e NE dell'abitato sono presenti numerose zone minerarie inattive dal 1992, dove si sono rilevati estesi depositi di risulta delle attività effettuate, incoerenti ed a luoghi in precario stato di equilibrio lungo il versante. Tali terreni costituivano alcune delle scarpate dei piani di coltivazione e si presentano denudati e facilmente aggredibili dagli agenti esogeni (Figura 1.2.32 e 1.2.33). Le recenti precipitazioni hanno determinato la formazione di due laghetti di modeste dimensioni, del volume complessivo di 2.500 mc circa, nelle depressioni rese impermeabili dalla frazione più fina del terreno di risulta (Figura 1.2.34). L'eventualità che



Figura 1.2.32: Rio Marina, fenomeni d'erosione lineare in corrispondenza di riporti antropici nelle aree di miniera



*Figura 1.2.33: Rio Marina, fenomeni d'erosione sulle scarpate che delimitano i piani di coltivazione delle miniere.*



*Figura 1.2.34: Rio Marina, particolare di uno dei laghetti formato dall'accumulo d'acqua piovana nel piazzale di coltivazione della miniera.*



---

fenomeni d'instabilità possano interessare questo settore ha già spinto l'Amministrazione Provinciale di Livorno a redigere un progetto per la sistemazione dell'area Rione Sasso, finanziato ai sensi del D.L. 180/98 e s.m.i. I rilevamenti eseguiti hanno evidenziato l'esigenza di procedere al completamento della messa in sicurezza e al recupero dell'intero versante, al fine di ridurre il rischio geomorfologico già individuato nel "Piano di Assetto Idrogeologico Costa Toscana" che classifica parte dell'area ad elevato rischio idrogeologico.

## **SETTORE SUD OCCIDENTALE**

I sopralluoghi effettuati nel settore sud occidentale dell'isola hanno riguardato, procedendo da ovest verso est, il Fosso di Pomonte, il Fosso di Fetovaia e i Fossi di Seccheto, che nella zona in esame rappresentano gli impluvi più significativi in termini d'estensione di bacino idrografico e di presenza di centri abitati presso la foce.

I rilievi sono stati concentrati nella parte inferiore dei bacini, perché queste zone rappresentano la parte a rischio più elevato per la presenza di centri abitati e di infrastrutture legate al turismo. Durante i rilievi nel settore da Seccheto a Pomonte non sono stati osservati rilevanti danni alle infrastrutture.

Il Fosso di Pomonte (comune di Marciana) deriva dalla congiunzione di due impluvi che prendono origine dalle pendici più elevate del Monte Capanne. Il Fosso sfocia lambendo la parte meridionale dell'omonimo abitato che si sviluppa principalmente sul versante destro del bacino. L'alveo, nella parte terminale del fosso, presenta una fitta presenza di vegetazione che limita la sezione idraulica specie in corrispondenza del ponte della S.P. 25 anello occidentale. Nel tratto di fosso in corrispondenza del centro abitato, non è stata rilevata la presenza di significativi fenomeni erosivi in alveo, né d'erosione di sponda, né di fenomeni d'inondazione e/o sovralluvionamento. Da rilevare la presenza di un centro polifunzionale, di recente costruzione, posto nella parte più a monte del centro abitato a pochi metri (3-6) dal fosso.

Il Fosso Fetovaia (comune di Campo dell'Elba) ha un bacino meno esteso degli altri fossi in questione. L'impluvio termina sulla spiaggia omonima alle cui spalle sono sorte numerose infrastrutture turistiche (parcheggi, bar, alberghi, ristoranti, etc.). Anche in questo caso il fosso presenta una fitta vegetazione in alveo, che è delimitato nel tratto terminale da alcuni muretti a secco. Durante il sopralluogo sono stati rilevati nel tratto compreso tra la S.P. 25, limitati fenomeni di erosione in alveo; in prossimità della spiaggia di Fetovaia si sono verificati piccoli alluvionamenti che hanno interessato alcune strutture (Figura 1.2.35).



*Figura 1.2.35: Fosso Fetovaia, piccolo fenomeno di alluvionamento in prossimità della spiaggia.*

Il Fosso Seccheto (comune di Campo dell'Elba) è costituito da due fossi che prendono origine sul versante meridionale del monte Le Calanche riunendosi in un unico fosso che sfocia a valle dell'abitato omonimo. Il tratto terminale del fosso è attraversato dal ponte della S.P. 25 a valle del quale sono stati rilevati limitati fenomeni di alluvionamento. L'alveo è caratterizzato, specie nel tratto a valle del ponte dalla fitta presenza di vegetazione.

Le condizioni degli alvei dei fossi rilevate durante il sopralluogo denotano la mancanza di manutenzione degli stessi, almeno per quanto riguarda il tratto terminale.

## **SETTORE COSTIERO**

Da quanto esposto nei paragrafi precedenti è evidente come il settore costiero abbia pesantemente risentito dei dissesti geologico-idraulici indotti dagli eventi meteorici del settembre 2002 (Figura 1.2.36, 1.2.37 e 1.2.38).

Intensi fenomeni erosivi si sono registrati nei pressi delle sezioni di chiusura dei bacini idrografici, dove i torrenti in piena hanno riguadagnato il loro naturale sbocco a mare asportando porzioni di spiaggia, relativamente ampie, normalmente adibite ad attività legate all'industria balneare. Fenomeni analoghi, ma di minore entità, si sono verificati anche allo sbocco dei corsi d'acqua tombati.



*Figura 1.2.36: Materiale in sospensione presente lungo la costa*

Al tempo stesso, l'abbondante materiale solido in carico ai torrenti ha determinato fenomeni deposizionali a mare con creazione di nuovi delta e trasporto del materiale flottante verso il largo. In quest'ultimo caso gli elementi volumetricamente maggiori, che potevano creare problemi alla navigazione, sono stati rapidamente rimossi da una ditta specializzata, mentre la porzione non asportabile si è, in parte, depositata lungo la costa creando problemi alle attività balneari.

Numerosi movimenti gravitativi, generalmente di modesta entità, si sono innescati nei tratti di costa alta interessando le piccole spiagge sottostanti, in genere non attrezzate ma comunque sede di una più o meno intensa frequentazione turistica.

### **1.2.5. Conclusioni**

Nei capitoli precedenti sono stati descritti nel dettaglio i fenomeni di dissesto e i loro effetti sul territorio. Su tale base, vengono di seguito riportate alcune considerazioni di carattere generale in merito alle cause e alla dinamica dell'evento stesso.

La crisi idrogeologica dell'Isola d'Elba, dovuta alle intense precipitazioni del 4 e 10 Settembre, si è manifestata con estesi fenomeni d'esondazione dei torrenti e con l'innescarsi di numerosi movimenti franosi, comportando danni alle infrastrutture, agli edifici, alle strutture di ricezione turistica e all'agricoltura.

L'evento pluviometrico principale (4 Settembre) si è manifestato con particolare intensità nella zona centrale dell'isola (Serra del Litrino – M. S. Martino – M. Barbatoia) dove ha probabilmente superato i 250 mm in 8 ore. Tale territorio, caratterizzato da piccoli bacini con versanti ad elevata acclività e aste fluviali di limi-



*Figura 1.2.37: Materiale in sospensione in località Enfola*



*Figura 1.2.38: Fenomeni erosivi e deposizionali presso la foce del Fosso S. Rita*

---

tato sviluppo lineare con ridotti tempi di corrivazione, è portato a smaltire in maniera violenta e repentina le precipitazioni notevolmente superiori alla media.

Quanto accaduto sull'isola sottolinea l'attuale difficoltà del territorio elbano di sopportare l'impatto con eventi meteorici particolarmente violenti. Se è indubbio, infatti, che le tipologie di fenomeni registrati sono legate all'intensità delle precipitazioni, è altrettanto indubbio che una più oculata pianificazione del territorio avrebbe ridotto notevolmente i danneggiamenti alle strutture pubbliche e private. Gli ostacoli artificiali posti all'interno delle aree di naturale deflusso delle acque hanno infatti avuto un ruolo importante nell'amplificare gli effetti di repentine onde di piena. Nelle aree di pianura lo stato di abbandono delle canalizzazioni minori (es. Lacona, S. Giovanni, Marina di Campo), spesso occluse nelle terminazioni a mare, ha impedito a tale rete idraulica di svolgere un'azione di deflusso delle acque dilavanti, contribuendo all'allagamento di vaste aree.

In generale, le opere idrauliche, legate ad attraversamenti viari quali sezioni dei ponti e tombature dei fossi minori (es. Lacona, Litterno, Filetto) oppure alla modifica della geometria degli originari alvei in termini di sezioni e argini (es. Fosso della Galea, La Foce), sono risultate significativamente sottodimensionate. A questo si è spesso aggiunta, inoltre, una manutenzione carente.

I movimenti gravitativi si sono innescati, generalmente, in corrispondenza di tagli stradali o edifici privati. Anche nell'innescio di quello più importante (Fosso Tombino - Stagnolo) lo stato di completo abbandono delle opere di regimazione della strada a monte della frana ha svolto un ruolo significativo.

La crisi idro-geologica, verificatasi con la mobilitazione di grandi quantità di acqua e detriti in fossi normalmente a portata molto modesta, offre lo spunto, estendibile all'intero territorio nazionale, per ribadire l'intrinseca pericolosità di tali impluvi. Paradossalmente, infatti, la fortunata scarsità d'eventi meteorici intensi o estremi porta alla progressiva perdita della memoria storica, conducendo ad un incremento del rischio poiché, con superficialità, la rete idraulica è spesso occupata sottostimando la possibilità di fenomeni di dissesto. Inoltre, tali impluvi sono attraversati da opere antropiche il più delle volte progettate non considerando adeguatamente la portata solida dell'onda di piena. Questo, come già più volte ribadito, ha amplificato significativamente l'entità del danno.

Gran parte delle aree dissestate risultano, correttamente perimetrate nel "PAI Toscana Costa" come aree a Pericolosità Idraulica o Geomorfologica da elevata a molto elevata ed in diverse di esse sono previsti interventi atti alla mitigazione del rischio geologico-idraulico. Alla luce di quanto accaduto è però auspicabile una integrazione e riadattamento del PAI, con le nuove conoscenze acquisibili dall'analisi degli eventi del 4 e del 10 Settembre e un rigoroso controllo su eventuali opere eseguite posteriormente all'adozione del Piano Straordinario e delle relativa perimetrazione (ad es. nella zona di La Foce a Marina di Campo).

Partendo dal presupposto che quanto accaduto in passato rappresenti un ausilio fondamentale nell'azione di riordino e adeguamento della rete idraulica, sarebbe oltremodo auspicabile un'accurata analisi documentaria degli eventi di dissesto geologico-idraulico, che hanno interessato l'isola in tempi storici (estesa perlomeno agli ultimi tre secoli). In particolare andrebbero attentamente valutati gli eventi del 1857, del 1899 e del 1951 dei quali è ragionevolmente possibile ottenere notizie dettagliate presso gli Archivi Comunali e di Stato.

Appare quindi necessario un generale adeguamento della rete idrografica che, tenendo conto dell'elevato valore naturalistico dell'isola e della sua vocazione turistica, trovi un corretto compromesso tra opere d'ingegneria civile e naturalistica. Per garantire l'efficacia delle opere, come appena detto, i calcoli idraulici dovranno tenere conto del rilevante trasporto solido e flottante e prevedere una manutenzione delle stesse, inserita in un più generale piano dell'intera rete.

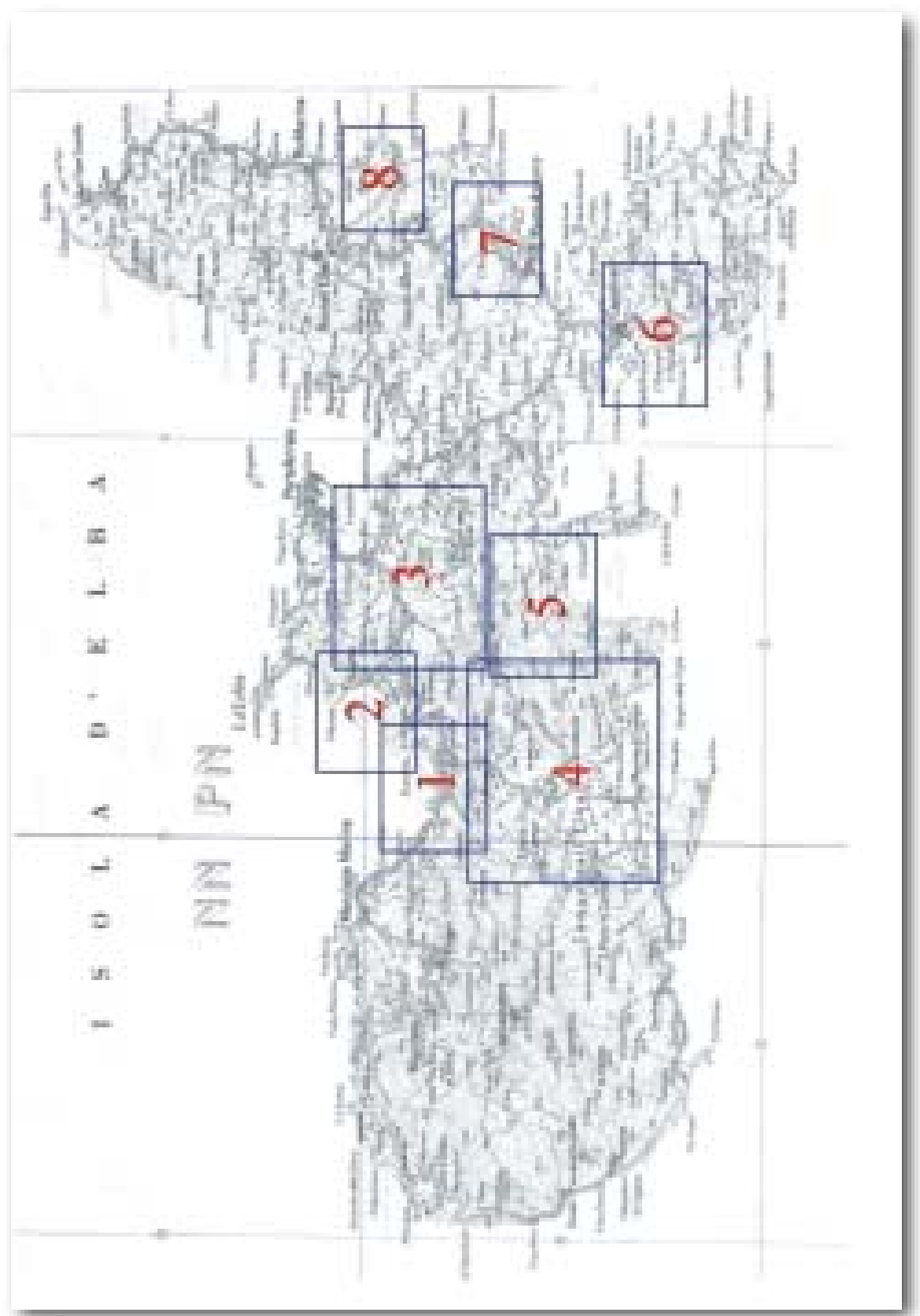
Infine, i numerosi dissesti avvenuti lungo le coste in occasione della crisi idro-geologica suggeriscono quanto sia importante, in fase di progettazione di nuove opere a protezione dei versanti e delle aste fluviali, considerare i delicati equilibri che regolano il trasporto solido verso il mare. Il futuro di molte spiagge dell'Isola

---

d'Elba, a elevatissima vocazione turistica, risulterà condizionato proprio da tale trasporto solido e da eventuali altre opere realizzate lungo la costa. L'APAT, qualora richiesto, potrà mettere a disposizione le proprie professionalità per definire le possibili strategie mirate alla risoluzione di questi problemi.

## **RINGRAZIAMENTI**

Si ringrazia il Prefetto di Livorno Dott. Vincenzo Gallitto, il Comandante dei VV.FF. di Portoferraio, il Presidente ed i tecnici della Comunità Montana dell'Elba e Capraia, il coordinatore della Protezione Civile di La Pila per il supporto tecnico e logistico fornitoci. Si ringrazia inoltre l'Ufficio di Coordinamento dell'Area Idrologica SIMN per la concessione dei dati pluviometrici sull'evento, la redazione di Tele Elba ed il Sig. Christian Martorella che hanno gentilmente fornito foto e filmati dell'evento.



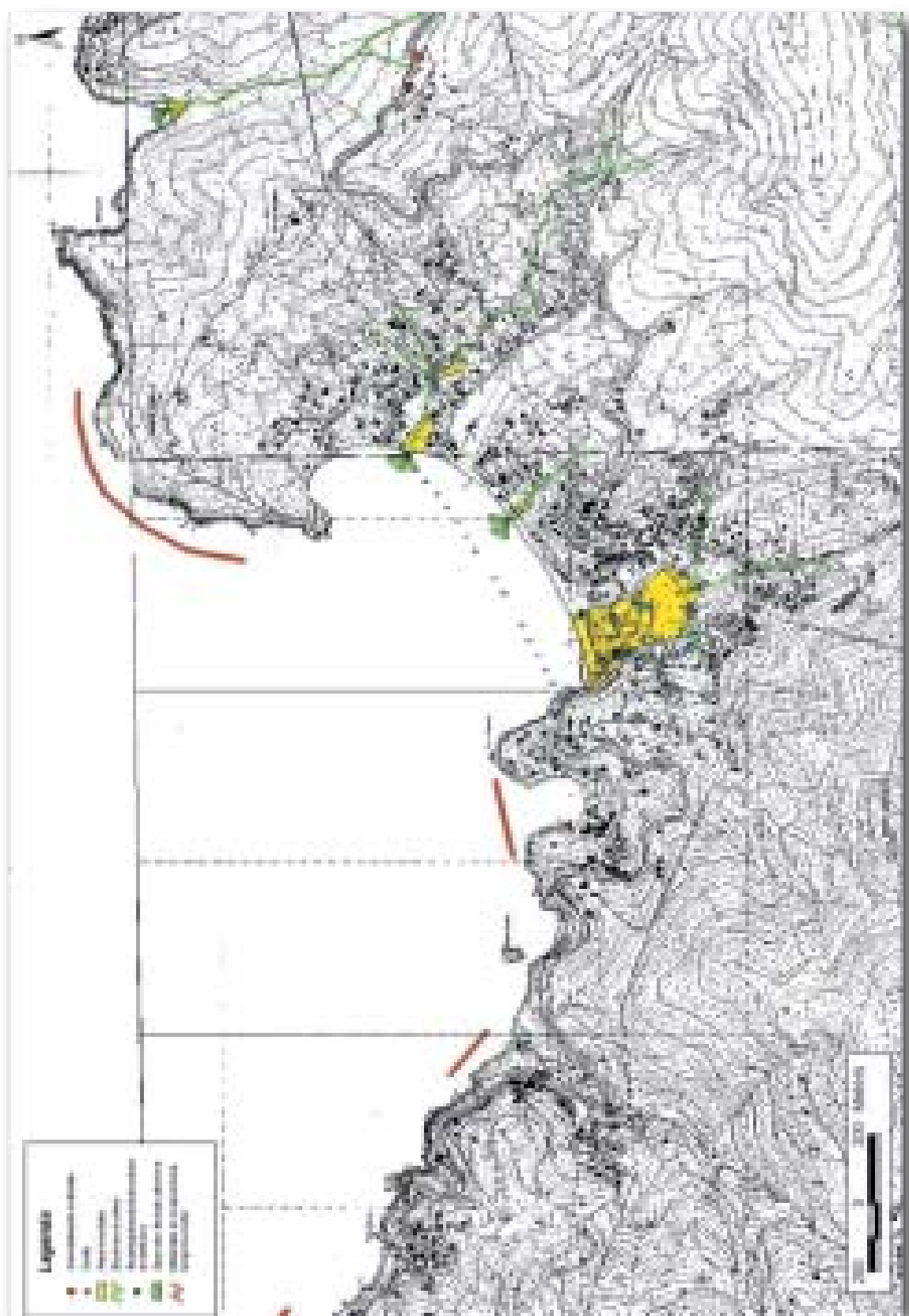


Tavola 1: Carta dei dissesti - Golfo di Procchio