

---

### **1.3 Sopralluoghi nel territorio compreso tra il Lambro lodigiano e l'Adda a seguito della esondazione del novembre 2002**

*F. ARANEO, D. BERTI, R. FIORENTINO, F. MISCIONE, B. PORFIDIA E W. ROVINELLI*

#### **1.3.1 Introduzione**

In relazione alla eccezionale piovosità avutasi a partire dalla metà del novembre 2002 sul territorio della regione Lombardia, si sono verificate esondazioni nei tratti pedemontani e di pianura delle reti primaria e secondaria di diverse aste fluviali. In particolare, i fenomeni hanno interessato vaste aree limitrofe al corso del fiume Adda e alcune zone nel bacino del fiume Lambro.

D'intesa con l'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Lombardia e con i Dipartimenti sub-provinciale di Milano - Melegnano e provinciale di Lodi, un gruppo di tecnici APAT si è attivato al fine di verificare gli effetti delle esondazioni su alcuni impianti tecnologici particolarmente sensibili dal punto di vista ambientale.

Nel presente documento vengono pertanto descritti, dopo una breve disamina delle condizioni meteorologiche e pluviometriche che hanno caratterizzato l'evento, i risultati dei sopralluoghi effettuati tra il 2 e il 16 dicembre nel territorio compreso tra il Lambro e l'Adda (territorio comprendente la provincia di Lodi e l'estrema porzione meridionale di quella milanese). I sopralluoghi hanno riguardato in particolare aziende con processi produttivi critici, impianti di depurazione, discariche controllate di R.S.U. e discariche abusive di rifiuti tossici e nocivi dove sono in atto, ovvero programmati, interventi di bonifica e messa in sicurezza.

#### **1.3.2 Analisi meteorologica e pluviometrica**

L'evento di fine novembre '02 presenta, sia per quanto riguarda l'evoluzione meteorologica che per i quantitativi di precipitazioni cumulate, caratteri analoghi a diversi altri verificatisi nel corso degli ultimi anni, che hanno interessato il settore alpino e padano centro-occidentale (1993, 1994, 2000 solo per citare i più recenti).

Sulla base dei dati forniti dal Servizio Idrografico, dal Dipartimento di Protezione Civile, dall'ARPA Lombardia e di quelli disponibili nell'archivio dei principali centri europei di calcolo e previsione del tempo, è possibile definire i caratteri essenziali dell'evoluzione meteorologica generale, l'entità e la localizzazione delle precipitazioni verificatesi. Dall'esame di tali informazioni si evince che i fenomeni mostrano una distribuzione su un arco di tempo relativamente lungo, di circa 15 giorni, a partire dalla prima decade di novembre e sino a fine mese. All'interno di tale periodo si verificano più fasi con elevata intensità e persistenza delle piogge, separate da periodi in cui brevi episodi di maltempo si alternano ad un rapido ed effimero ristabilimento delle condizioni generali. Il fenomeno alluvionale si chiude con l'abbassamento di quota dello zero termico e del limite delle nevicate, con la contemporanea definitiva cessazione delle precipitazioni nelle giornate del 29 e del 30 novembre.

#### **EVOLUZIONE METEOROLOGICA**

L'evento è stato originato, nei giorni dal 10 al 12 novembre, dallo sviluppo e dalla seguente attività di una profonda circolazione depressionaria con minimo posizionato a nordovest dell'Irlanda, cui si è associata un'azione di blocco esercitata da una cellula anticiclonica estesa dalla Tunisia alla regione balcanica (Figura 1.3.1a, b). Tale configurazione generale ha presentato nel tempo caratteri di persistenza, originando precipitazioni di intensità e durata medio-elevate, insistenti per più giorni all'incirca nelle stesse aree geografi-

che, sotto forma di pioggia sulla buona parte dei bacini interessati, al di sotto dei 2000-2200 m s.l.m., stanno le temperature nettamente al di sopra della norma.

Nell'intero periodo si evidenziano due fasi principali di maltempo, rispettivamente dal 14 al 17 novembre e dal 25 al 29 novembre, caratterizzate dal formarsi di circolazioni depressionarie secondarie nell'area mediterranea, segnatamente in corrispondenza dei mari occidentali italiani, che determinano la persistenza di fenomeni sulle regioni settentrionali italiane e nei versanti esposti ai venti meridionali (Figura 1.3.2a, b). Nell'intervallo compreso tra il 17 ed il 25 novembre, veloci onde perturbate si susseguono sulle stesse aree, nel seno di correnti medianti sud-occidentali, separate da fasi evolutive con aumento della pressione atmosferica. La cessazione dell'azione di blocco esercitata dalla cellula anticiclonica presente sui balcani, negli ultimi giorni del mese, permette il definitivo spostamento della zona perturbata verso est (Figura 1.3.3a, b).

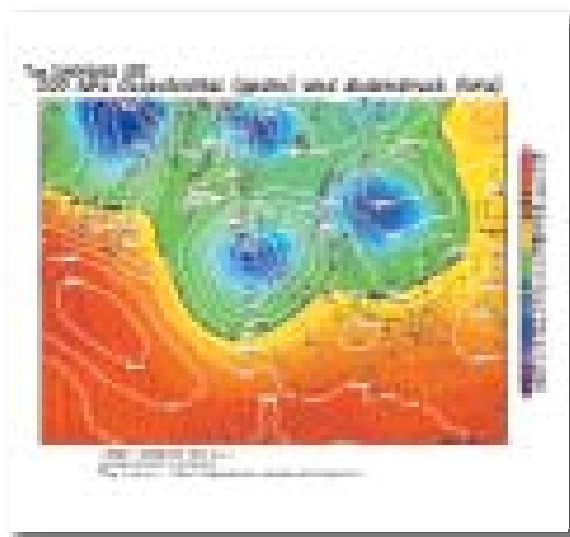


Figura 1.3.1a: 12.11.02 - Condizione meteo a 500 hPa



Figura 1.3.1b: 12.11.02 - Condizione meteo al suolo

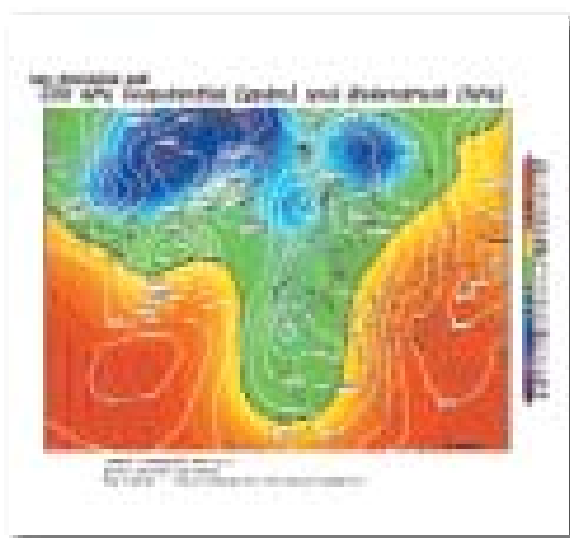


Figura 1.3.2a: 16.11.02 - Condizione meteo a 500 hPa

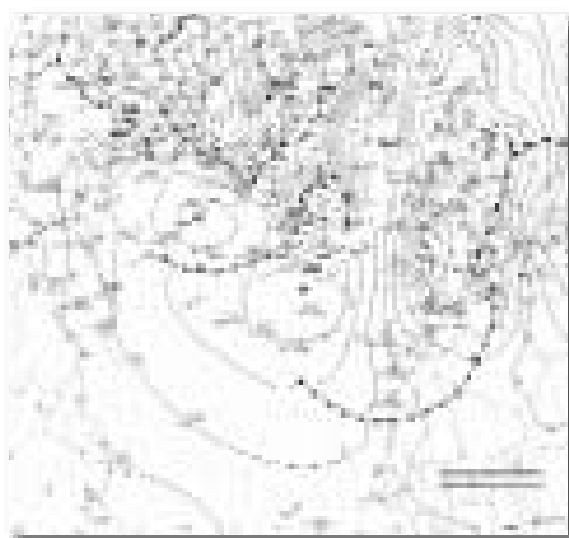


Figura 1.3.2b: 16.11.02 - Condizione meteo al suolo

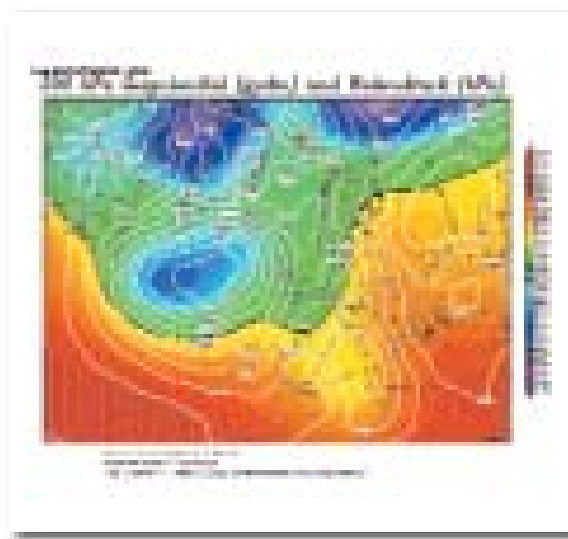


Figura 1.3.3a: 26.11.02 - Condizione meteo a 500 hPa

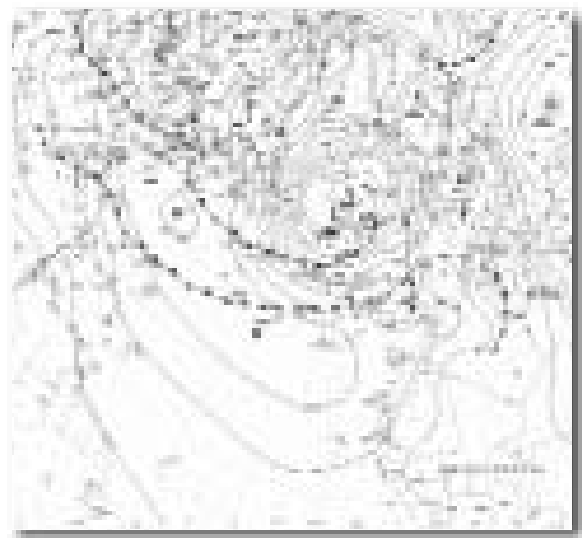


Figura 1.3.3 b: 26.11.02 - Condizione meteo al suolo

### ANALISI PLUVIOMETRICA

I dati raccolti ed analizzati sono costituiti dal rapporto redatto da ARPA Lombardia - Settore Suolo e Bonifiche, "Consuntivo delle attività in relazione ai fenomeni di dissesto idrogeologico ed esondazione verificatisi nei mesi di novembre e di dicembre 2002" e dai report emanati durante la fase dell'emergenza dalla Unità Organizzativa Protezione Civile della Regione Lombardia. Sulla base di tali documenti si è potuto stabilire che l'area presumibilmente interessata dai maggiori fenomeni è quella situata lungo la fascia prealpina delle province di Bergamo, Como, Lecco e Varese, con punte di precipitazioni cumulate nell'arco di 14 gg sino a 650 mm (Tabella 1).

I bacini più colpiti dalla crisi idrogeologica sono costituiti dai fiumi Adda, Brembo, e Lambro, mentre il Lago di Como ha superato i valori massimi di altezza idrometrica registrati a partire dal 1946. Tutti i dati raccolti sembrano confermare l'evoluzione meteorologica sopra descritta, con un picco principale di precipitazioni nei giorni 25-27 ed uno secondario nei giorni 15-17. I maggiori danni sono stati prodotti nel corso della fase del picco maggiore, anche per la sovrapposizione di effetti con i fenomeni verificatisi nella fase precedente.

PR.	STAZIONE	TEMPERATURA ARIA (°C)						PIOGGIA (mm)		
		valori medi settimana 21/29/11		valori estremi settimana 21/29/11				totale	Totale settimana precedente	Totale periodo
		max	min	max	gg	min	gg	21-29/11	14-20/11	14-29/11
BG	BERGAMO	12.7	8.2	16.0	27	2.4	23	216,6	94,6	311,2
BG	CAVRNAGO	12.8	8.1	16.8	27	2.3	23	146,4	82,4	228,8
BG	CORNALITA	9.8	6.2	13.2	25	1.2	23	336,2	313,4	649,6
BG	TREVEGLIO	12.4	7.6	15.3	27	1.1	23	186,9	63,5	250,4
BS	BARGNANO	13.2	7.8	15.9	25	1.6	23	93,0	53,8	146,8
BS	BRESCIA (*)	<b>15.5</b>	9.3	<b>18.0</b>	25	2.1	23	63,2	58,6	121,8
BS	CALVAGESE	13.1	8.6	14.7	26	3.2	23	71,8	N	N
BS	CAPODIPONTE	11.3	6.2	14.6	27	2.0	23	88,8	136,4	225,2
BS	CAPRIOLO	13.6	8.1	15.3	27	2.0	23	165,6	N	N
BS	CASTENEDOLO	13.7	9.0	15.3	26	2.9	23	51,9	56,7	108,6
BS	CHIARI	13.1	8.4	15.9	25	2.2	23	130,4	N	N
BS	LENO	13.9	8.5	15.8	26	1.5	23	97,4	N	N
BS	ORZINUOVI	13.3	8.2	15.7	25	1.6	23	179,6	N	N
BS	PONCARALE	14.6	8.0	17.0	25	1.0	23	111,6	N	N
CO	MINOPRIO	11.0	<b>6.4</b>	14.4	23	0.4	23	<b>293,0</b>	N	N
CR	PERSICO DOSIMO	12.4	7.4	14.4	26	1.1	23	65,8	53,2	119
CR	RIVOLTA D'ADDA	12.3	7.6	15.5	27	<b>0.6</b>	23	206,2	50,2	256,4
LC	CASATENOVO	10.2	7.1	11.9	27	4.0	23	250,6	151,4	402
LO	SANT'ANGELO LOD.	10.5	7.3	12.6	27	2.2	23	159,6	46,6	206,2
MI	BOFFALORA TIC.	11.5	7.5	13.3	22	1.1	23	180,2	116,0	296,2
MI	MILANO (*)	12.4	9.6	15.1	27	7.1	23	181,4	74,0	255,4
MI	MILANO 2 (*)	11.9	8.4	15.3	27	4.5	23	207,8	78,4	286,2
MN	MANTOVA (*)	13.4	10.0	16.2	25	5.0	23	12,8	23,4	36,2
MN	MONZAMBANO	14.4	10.3	16.2	25	6.4	23	43,0	N	N
MN	PALIDANO	14.0	8.7	17.4	25	2.9	23	9,4	16,0	25,4
PV	CASTELLO D'AGO	11.2	7.1	14.7	22	1.2	23	121,4	83,6	205
PV	LANDRIANO	10.7	6.9	13.4	27	0.3	23	196,5	62,4	258,9
PV	SPESSA PO	10.7	7.9	12.0	27	3.0	23	166,6	50,7	217,3
SO	BEMA	7.2	3.6	9.0	27	1.5	22	195,5	268,1	463,6
SO	SAMOLACO	10.1	5.6	12.7	23	<b>-0.7</b>	23	194,8	204,8	399,6
SO	SONDRIO	8.9	4.4	11.4	23	<b>-1.2</b>	23	186,7	245,8	432,5
VA	ISPRA	9.8	<b>5.5</b>	13.2	23	1.0	23	<b>267,0</b>	<b>296,4</b>	<b>563,4</b>

Tabella 1 - Precipitazioni cumulate e temperature nel periodo 14-29/11/02. Fonte ERSAF

Rispetto ad analoghi eventi di crisi idrogeologica del recente passato (anni 1993, 1994, 2000), i quantitativi di pioggia sono confrontabili solo per i valori cumulati, mentre presentano una distribuzione su un arco di tempo significativamente più lungo.

---

### **1.3.3 Fase emergenziale e principali livelli idrometrici**

Come accennato nei precedenti paragrafi, a seguito delle intense precipitazioni avvenute nel mese di novembre 2002 su tutto l'arco alpino e in diverse regioni prealpine e della pianura padana, si sono verificate numerose situazioni di emergenza, dovute all'innesco di fenomeni franosi nella fascia alpina e all'esondazione di diversi corsi d'acqua in pianura a causa principalmente di rotture o sormonti arginali.

In particolare, nelle province di Lodi e di Milano la fase emergenziale ha riguardato i giorni dal 25 al 30 novembre 2002 per l'esondazione del fiume Lambro, dei canali ad esso correlati, e dell'Adda. In particolare nel bacino di quest'ultimo, si sono registrati livelli idrometrici record per il lago di Como, e portate di piena molto rilevanti per i fiumi Brembo e Adda.

La Tabella 2 riporta i dati idrometrici registrati da APAT (ex Servizio Idrografico e Mareografico nazionale) (blu) e le previsioni sui livelli idrometrici contenuti nei report emanati dalla Unità Organizzativa per la Protezione Civile regionale durante la fase dell'emergenza della Protezione Civile (rosso); è ovvio che il dato registrato e quello previsto possono talvolta non risultare coincidenti. I dati si riferiscono al fiume Adda (stazione idrometrica di Lodi), al Brembo (stazione idrometrica di Ponte Briolo), al lago di Como (stazione idrometrica di Como Villa Geno) e al Lambro (stazione idrometrica di Milano Parco Feltre).

Data	Ora	Condizioni meteo attuali	Previsioni meteo	Altezze idrometriche registrate (blu) e previste (rosso)				Danni
				Lago di Como (cm)	Lambro (cm)	Brembo (cm)	Adda (cm)	
15-nov-02	-			+74	+173 il 14.11 era +222	+442	+37	
17-nov-02	-	perturbazione in esaurimento		-188 esondato	+148 il 16.11 era +207	+338 in diminuzione il 16.11 era +600	+134 stabilizzato	
25-nov-02	-		atteso peggioramento nel pomeriggio con precipitazioni fino a 70 mm nel Varesotto	+182	+266 esondato a Brugheno, Sesto San Giovanni e Cologno Monzese	+445	+131	
26-nov-02	9,00	permane fronte perturbato		+217 in crescita già esondato	+259	+470 in crescita interruzioni stradali	+168 previsto notevole incremento	
26-nov-02	18,00	perturbazione in esaurimento	instabilità residua	+252 previsti valori record	+277 ancora in crescita varie interruzioni tra Monza e Peschiera Borromeo	+627 stazionario	+281 in forte crescita nel tratto a valle del lago di Como e a monte della confluenza col Brembo	evacuazione ospedale di Lodi e di alcune cresine
27-nov-02	11,00	deboli precipitazioni	atteso peggioramento nel pomeriggio del 28 con deboli precipitazioni abbassamento del limite della neve dagli attuali 2000 1300-1500 per il 29	+282 previsti valori record	+282 in diminuzione a nord di Milano	+413 in diminuzione	+340 stabilizzato	evacuazioni nei comuni di: Abbiategrasso, Monza (1 disperso), Verano Brianza, Nerviano, Giovanni, Gessate, Cologno Monzese, Lesmo, Lainate, Rho, Melognano, Brughiero, Sovico, Peschiera Borromeo, a Vaprio d'Adda 10 persone salvate dai VVF. Totale evacuati nella provincia di Milano: 630 evacuazione nella notte della parte sud della città di Lodi a titolo precauzionale di 3200 persone
27-nov-02	18,00	deboli precipitazioni	29/11: veloce perturbazione con abbassamento limite neve	raggiunti livelli massimi dal 1946: 2,91 m	+254 livelli scesi di 1 metro rispetto ai massimi	+324 in diminuzione	+221 in diminuzione per l'esaurimento dell'onda di piena del Brembo	
28-nov-02	12,00	nessuna precipitazione	29/11: veloce perturbazione con precipitazioni fino a 90 mm	+288 stazionario	+238 in diminuzione di 50 cm/g	+289 in diminuzione 80 cm/g	+171 in diminuzione, 120 cm/g	Allagamenti a Bertonico
28-nov-02	19,00	nessuna precipitazione	29/11: veloce perturbazione con precipitazioni fino a 90 mm	+280 stazionario	+225 in diminuzione	+259 in diminuzione	+151 in diminuzione 200 cm/g	rischio rottura arginale ad Abbazia Cerreto
29-nov-02	11,30	precipitazioni da deboli a moderate	in attenuazione	+282 in leggera crescita	+240 in crescita	+356 in crescita	+131 leggero aumento, previsto alle 16 livello tra 2,20 e 2,50	Esondazione del Lambro a Cologno Monzese
29-nov-02	18,00	deboli precipitazioni	deboli precipitazioni limite neve, ora a 1500, scenderà a 1000	+294 stazionario	+250 stazionario	+399 nuova onda di piena	+162 previsto innalzamento per l'aumento del Brembo, comunque sotto i 2 metri	
30-nov-02	18,00	nessuna precipitazione	Nessuna precipitazione	+289 in diminuzione	+200 in diminuzione	+251 in diminuzione	+143 in diminuzione	

Tabella 2: dati idrometrici registrati da APAT (ex Servizio Idrografico e Mareografico nazionale) (blu) e previsioni sui livelli idrometrici della Unità Organizzativa per la Protezione Civile regionale (rosso)

---

### **1.3.4 Segnalazione danni**

Una delle prime attività svolte durante la fase post-emergenziale ha riguardato l'individuazione dei comuni, nell'ambito del territorio oggetto di indagine, interessati da danni per effetto dell'esondazione dei fiumi Lambro e Adda.

Sono state pertanto avviate inchieste presso gli enti preposti a ricevere le segnalazioni di danni (Protezione civile, Prefettura, Provincia, ecc.) da parte dei comuni, operando anche un primo tentativo di verifica sulla tipologia del danno e su eventuali disposizioni di evacuazione e/o di richiesta dello stato di calamità.

Le segnalazioni riguardanti i comuni ricadenti nel territorio provinciale di Lodi sono state fornite dalla Protezione Civile di Lodi nel corso della fase emergenziale. In particolare le notizie raccolte sono riassunte nella seguente Tabella 3.

Relativamente ai comuni della provincia di Milano che lambiscono il corso del F. Lambro, le inchieste effettuate durante i sopralluoghi hanno permesso una ricostruzione dei danni solo frammentaria. Ciononostante le ispezioni effettuate presso gli impianti tecnologici e le aree interessate da interventi di bonifica ubicate lungo l'asta fluviale, hanno consentito di accertarne l'esigua entità nel territorio oggetto di studio.

Nella Figura 1.3.4 vengono rappresentati il territorio indagato e l'ubicazione delle aree caratterizzate da impianti tecnologici e/o da interventi di bonifica, in corso o programmati, nelle quali sono stati effettuati i sopralluoghi finalizzati alla verifica degli effetti delle esondazioni.

Comune	Danni	Evacuazione	
Abbadia Cerreto	Depuratore comunale Parco giochi Attività commerciali	b SI	e NO
Bertonico	Rottura argine	b SI	e NO
Boffalora d'Adda	Generici	b SI	e NO
Castiglione d'Adda	Cascine Rotta, Pellicano – Villa Ivana Strada vicinale Rotta e Vinzanschina Plesso scolastico "Romeo Fusari"	b SI	e NO
Camairago	Cascine Bosco Rotondo e Tenuta del Boscone Allevamento (6000/7000 suini) Impianto tecnologico Mangimificio Strade vicinali	b SI	e NO
Cornovecchio	Località Moriane Basse, Goretti, Lardera e campagnola: debolezza strutturale viabilità	e SI	b NO
Cavacurta	Rotture e crollo collettore fognario Scuola elementare	e SI	b NO
Cavenago d'Adda	Cascine, immobili pubblici e privati Rete viaria e fognatura Rottura di argini Colture ed animali	b SI	e NO
Comazzo	Rottura argini Demolizione paratoie	e SI	b NO
Corte Palasio	Strutture pubbliche e private Attività produttive	b SI	e NO
Galgagnano	Rete viaria e pista ciclabile lungo il fiume Adda	e SI	b NO
Lodi	Rete viaria Cascina Valgrassa Argine fiume Adda Parco Adda sud Perdita di piantonai	b SI	e NO
Maleo	Centrale idroelettrica di proprietà privata Piantagioni	e SI	b NO
Merlino	Strutture pubbliche (municipio e sala polifunzionale) Sponde fiume Adda Aziende agricola e faunistica Attività commerciali (bar gelateria Adda lido)	b SI	e NO
Montanaso Lombardo	Rete viaria Stabili pubblici e privati (stabilimento Inox Cucine) Cabine a gas Parco Adda Nostra	e SI	b NO
San Martino in Strada	Cascina Mairana e Mairanina in area golenale	b SI	e NO
Turano Lodigiano	Cascine in località Dosso della Rovere, Vittoria e Madonnina Smottamenti cascina delle Donne	b SI	e NO
Zelo Buon Persico	Colture private Opere idrauliche	e SI	b NO

Tabella 3 -Segnalazioni danni da parte dei Comuni del territorio provinciale di Lodi



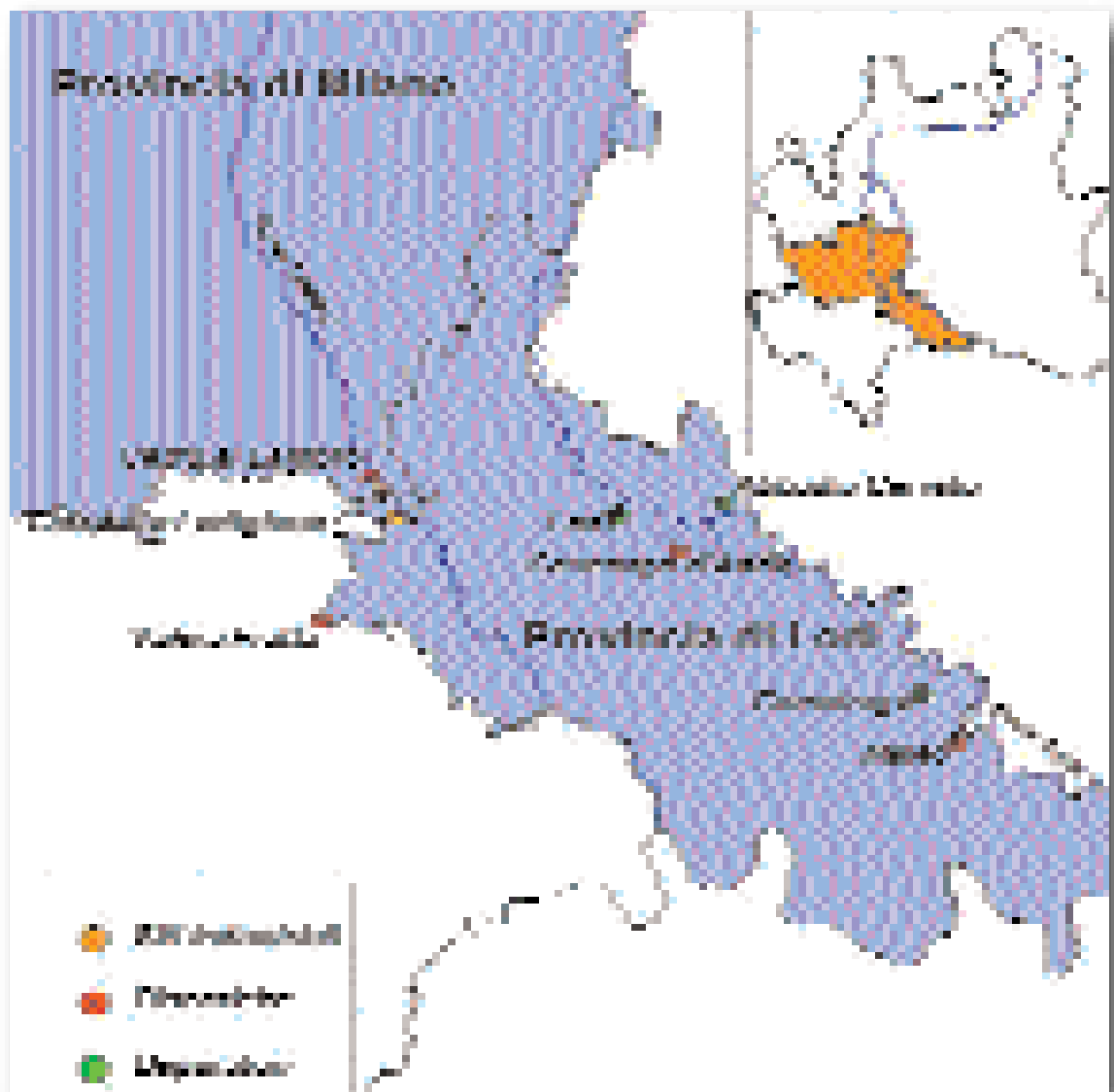


Figura 1.3.4: Territorio di studio: ubicazione degli impianti tecnologici e delle aree con interventi di bonifica in corso o programmati.

### 1.3.5 Impianti di depurazione

D'intesa con il Dipartimento Provinciale di Lodi dell'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Lombardia, e con l'Unità Suolo, Bonifiche e Rifiuti dello stesso Dipartimento, sono stati effettuati sopralluoghi presso tre impianti di depurazione situati in territorio lodigiano.

L'obiettivo degli accertamenti è stato la verifica di eventuali coinvolgimenti degli impianti da parte delle esondazioni del F. Adda e l'eventuale valutazione dei danni causati agli stessi ed all'ambiente circostante.

## DEPURATORE DI LODI

L'impianto è situato in sponda destra del F. Adda, nella periferia sud-orientale della città di Lodi, invasa in più settori dalle acque di esondazione del F. Adda (Figura 1.3.5).

Dai rilievi effettuati e dalle informazioni raccolte in loco, si è potuto accertare che il sito è stato solo in parte interessato dal fenomeno; in particolare i lavori in corso nel cantiere allestito per l'ampliamento dell'impianto, sono stati interrotti a seguito dell'allagamento dell'area da parte delle acque fuoriuscite dalla vicina roggia Molina, rigurgitate dalla piena dell'Adda (Figura 1.3.6). Lo stesso F. Adda ha invece trovato nel rilevato del raccordo di Lodi una barriera che ha protetto il sito dalle sue acque, tracimate poco più a nord nei pressi di Cascina Barbina.

Gli accertamenti non hanno evidenziato danni strutturali all'impianto attualmente in esercizio.



Figura 1.3.5: Ubicazione dell'impianto di depurazione di Lodi (Ortofoto volo TERRA ITALY 2000 rielaborata con CTR della Lombardia)



*Figura 1.3.6: Depuratore di Lodi: cantiere per l'esecuzione di una nuova vasca.*

### **DEPURATORE COMUNALE DI ABBADIA CERRETO**

Il sito è situato in sponda sinistra dell'Adda, a circa 70 m dalle abitazioni più vicine del comune di Abbazia Cerreto (LO) (Figura 1.3.7). L'impianto è costituito da una fossa Imhoff, ubicata a valle di tre tronchi di fognatura, costituita da una vasca di aerazione che emerge di circa 1,5 m dal piano campagna. Al momento del sopralluogo sono risultate evidenti le tracce di alluvionamento lasciate dalle acque rigurgitate dalla vicina roggia, in quanto il F. Adda in piena non ne permetteva il deflusso (Figura 1.3.8). L'esondazione ha coinvolto alcune abitazioni limitrofe e il depuratore, ma il livello delle acque non ha raggiunto la sommità dell'impianto che, pertanto, ha contenuto al suo interno i reflui. Vanno comunque evidenziate due rotture di argini dell'Adda nel territorio comunale:

- la prima, piuttosto limitata, in corrispondenza dell'abitato di Abbazia Cerreto, a circa 700 metri dal sito;
- la seconda, di maggiore entità, si è verificata a circa 2 km dal sito, nei pressi della località Casellario, ed ha interessato un tratto di circa 350 metri; la conseguente tracimazione ha allagato una vasta area adiacente il corso del fiume ma non ha raggiunto l'abitato di Abbazia Cerreto.

Si raccomanda un rafforzamento delle arginature in questi tratti.



Figura 1.3.7: Ubicazione dell'impianto di depurazione di Abbazia Cerreto (Ortofoto volo TERRA ITALY 2000 rielaborata con CTR della Lombardia)



Figura 1.3.8: Depuratore di Abbazia Cerreto: impianto e roggia nella zona in cui si è verificato l'allagamento.

---

## DEPURATORE COMUNALE DI CAMAIRAGO

L'impianto è situato, in sponda destra del F. Adda, a circa 1,4 km dal suo alveo ed alla base della scarpata che delimita il terrazzo su cui si trova l'abitato di Camairago (Figura 1.3.10). L'area, che costituisce la piana alluvionale del corso d'acqua è subpianeggiante e morfologicamente caratterizzata dalla presenza di paleoforme fluviali lasciate dall'antico percorso dell'Adda.

Il sopralluogo ha permesso di verificare che la piena non ha interessato l'area dell'impianto ma solo quelle attigue, poste a quote inferiori. In particolare è stata allagata la zona compresa tra Cascina Vincere, Cascina Rotta e Cascina Bosco Rotondo, dove si sono registrati danni ai terrapieni, alle strutture e ad un allevamento di suini.

Il fiume, che in questo settore è caratterizzato da due pronunciate anse, ha la disponibilità di ampie aree di espansione dove le acque in piena possono esondare senza arrecare particolari danni, se si eccettuano alcune cascine, abitazioni e infrastrutture poste comunque a distanza di relativa sicurezza.



Figura 1.3.9: Vasca di aerazione dell'impianto di depurazione di Camairago.



Figura 1.3.10: Ubicazione dell'impianto di depurazione di Camairago (Ortofoto volo TERRA ITALY 2000 rielaborata con CTR della Lombardia).

### **1.3.6 Discariche R.S.U.**

Sono stati effettuati sopralluoghi presso tre impianti di deposito di rifiuti solidi urbani dei quali uno, ancora in attività, situato nel territorio comunale di Cavenago d'Adda, e gli altri due, dimessi, in quelli di Maleo e di Valera Fratta.

#### **DISCARICA DI CAVENAGO D'ADDA**

L'impianto è ubicato in prossimità della frazione di Soltarico nel comune di Cavenago d'Adda, a sud-est di Lodi (Figura 1.3.12). Si tratta di un impianto di deposito e trattamento di rifiuti solidi urbani attualmente in attività, situato su una superficie pianeggiante, al margine di una scarpata alla cui base si estende la pianura attuale del corso d'acqua.

L'accertamento ha avuto come scopo quello di verificare lo stato attuale dei luoghi, con particolare riferimento alle condizioni di pericolosità geomorfologica ed al possibile rischio di inquinamento ambientale indotto dai recenti eventi alluvionali.

Nel territorio indagato si distinguono due zone morfologicamente ben differenziate:

la prima, più depressa, costituita dalla pianura di base del F. Adda, è caratterizzata dalle variazioni di posizione dell'alveo nella sua evoluzione storica (in particolare, in corrispondenza dell'area adibita a discarica è presente un meandro abbandonato);

---

la seconda, topograficamente più elevata, nella quale è ubicata la discarica, costituisce il terrazzo del 1° ordine del corso d'acqua e si presenta uniformemente pianeggiante, con gradiente topografico di circa l'uno per mille ed orientamento nord-ovest (Figura 1.3.11 e 1.3.13).

Il dislivello medio tra i due ripiani è dell'ordine dei 10-13 m ed è corrispondente ad una scarpata morfologica, molto evidente.

Dal punto di vista litologico, nell'area in questione sono presenti prevalentemente sabbie più o meno limose con intercalazioni di livelli argillosi e ghiaiosi.

L'area della discarica non è stata interessata dalla piena del F. Adda, in quanto è ubicata sul terrazzo ad una quota di circa 73,8 m s.l.m., a circa +12 metri dall'attuale livello di scorrimento delle acque dell'asta fluviale.

Occorre però osservare, come testimoniato dai meandri abbandonati rilevabili a valle del gomito nei pressi della località Cascina Mairana, che in origine il tracciato del fiume si sviluppava più ad ovest dell'attuale, arrivando a lambire la base della scarpata morfologica del terrazzo.

Per impedire tracimazioni del corso d'acqua in occasione di eventi meteorologici estremi, in questo tratto si ritiene necessario operare il rafforzamento delle arginature.



*Figura 1.3.11: Discarica R.S.U. di Cavenago d'Adda: l'impianto visto dalla frazione di Soltarico, ad est del sito.*



Figura 1.3.12: Ubicazione della discarica di Cavenago d'Adda (Ortofoto volo TERRA ITALY 2000 rielaborata con CTR della Lombardia)

### EX DISCARICA DI MALEO

L'area occupata dalla ex discarica R.S.U. è situata in località Cascina Sessa, nel comune di Maleo, a sud-est di Lodi. Essa è inserita in un ambito agricolo, caratterizzato da seminativi e zone a prato (Figura 1.3.14).

Il sito è collocato in un tipico ambiente di piana alluvionale, al margine di un terrazzo costituito da alluvioni prevalentemente sabbiose, che degrada con un dislivello di circa 14 m verso la pianura alluvionale attuale dell'Adda. La base della scarpata del terrazzo è solcata da un ramo inattivo del fiume, denominato Adda morta.

L'area della ex discarica, che raccoglie circa 415.000 t di R.S.U. conferiti su una superficie di oltre 65.000 mq, presenta quote comprese tra i 70 m s.l.m., nella zona centrale, e i 52 m s.l.m., in quella settentrionale adiacente al corso del ramo morto dell'Adda.

Il sito, originariamente sede di attività estrattiva di inerti, è stato utilizzato, a partire dal 1980, come discarica di R.S.U. L'impianto è caratterizzato da pendenze variabili: il fronte nord-ovest, essendo elevato il dislivello tra il piano dell'Adda morta e la massa dei rifiuti, è sostenuto da tre ordini di gabbionate in pietra-me, mentre, sugli altri lati, i fianchi della discarica si raccordano al ripiano del terrazzo.

All'estremità nord-est si trova la vasca di accumulo del percolato, realizzata in cls con rivestimento in telo impermeabile, della capacità di 100 mc.



---

Dal punto di vista idrogeologico le indagini effettuate in passato hanno individuato due falde poste a livelli diversi, separate da uno strato limoso-argilloso a bassa permeabilità. La più profonda alimenta l'Adda morta e l'attuale alveo.

Il sopralluogo ha evidenziato che l'impianto, distante circa 1,6 km dall'Adda, non è stato interessato dalla piena del corso d'acqua proprio in quanto ubicato su un terrazzo la cui quota è di oltre 14 metri superiore alla piana.

Come già osservato per il sito di Cavenago d'Adda, la presenza di un ramo morto del fiume testimonia un originario tracciato molto vicino alla base della scarpata del terrazzo alla cui sommità sorge la discarica. Anche in questo caso, quindi, si suggerisce un rafforzamento dell'arginatura nel tratto a monte, anche per impedire l'eventuale recupero da parte del corso d'acqua del suo vecchio percorso o comunque di un percorso parallelo all'originario, con conseguente innesco di fenomeni erosivi alla base della scarpata del terrazzo tali da mettere in serio pericolo la stabilità del sito.



*Figura 1.3.13: Discarica R.S.U. di Cavenago d'Adda: Scarpata morfologica che separa la pianura alluvionale attuale del F. Adda (in primo piano) dal terrazzo sul quale è posta la discarica.*



Figura 1.3.14: Ubicazione della ex discarica di Maleo (Ortofoto volo TERRA ITALY 2000 rielaborata con CTR della Lombardia)

### EX DISCARICA DI VALERA FRATTA

L'impianto, da tempo inattivo, è situato in sinistra idrografica del F. Lambro, all'altezza della confluenza con l'affluente Roggiolo (Figura 1.3.17).

L'area, caratterizzata dalla presenza di meandri abbandonati, è di morfologia sub-pianeggiante e degradante verso l'alveo del Fiume Lambro. La discarica è stata realizzata in seguito al riempimento di un'area più depressa delimitata dai margini di un terrazzo con un dislivello medio di 6/7 metri rispetto all'alveo del fiume.

Litostratigraficamente l'area è caratterizzata da sabbie ghiaiose talora limose intervallate da livelli argillosi. Dal punto di vista idrogeologico, il comportamento drenante del fiume Lambro verso la falda freatica comporta significative variazioni nell'acquifero, sia di tipo piezometrico che di tipo idrochimico.

Un livello argilloso probabilmente continuo separa la falda freatica da una seconda falda a carattere artesian.

Dal punto di vista ambientale uno studio eseguito nel 1995 dalla GEOINVEST finalizzato alla bonifica dell'area, sembra indicare una probabile interconnessione del fondo della discarica con l'acquifero freatico.

In seguito a quanto riscontrato nel sopralluogo svolto, la sponda che delimita il rilevato della discarica dal corso d'acqua, non presenta processi visibili d'erosione riconducibili all'evento alluvionale. Indagini ambientali pregresse, sempre inerenti il sito considerato, hanno evidenziato una pronunciata attività erosiva ope-

---

rata dalle acque del fiume Lambro sul margine della discarica e quindi la necessità di un intervento urgente di salvaguardia che è stato successivamente realizzato. Gli interventi di difesa spondale, eseguiti per la messa in sicurezza della discarica, hanno rappresentato una valida protezione nei confronti dell'azione erosiva esercitata dal corso d'acqua anche nella sua fase di piena.

Infatti si è potuto constatare la tenuta delle scogliere di protezione che delimitano la base del terrazzo alluvionale (Figura 1.3.15 e 1.3.16). La stabilità della scarpata è favorita anche dalla pendenza che le opere di difesa spondale conferiscono al versante. Gli effetti dell'esondazione sono invece visibili in destra idrografica che si trova a quota inferiore al livello del rilevato su cui è ubicata la discarica. Quest'area infatti, come illustrato nelle foto di seguito riprodotte, rappresenta una zona più depressa dove le acque in piena possono esondare senza però arrecare consistenti danni ai luoghi e alle abitazioni situate in posizione di sicurezza.



*Figura 1.3.15: Ex discarica di Valera Fratta: scogliera di protezione in sponda idrografica sinistra del fiume Lambro che non mostra segni di danneggiamento.*



Figura 1.3.16:- Ex discarica di Valera Fratta: scogliera di difesa sponale situata alla base del rilevato della discarica ripresa da altra angolazione.



Figura 1.3.17: Ubicazione della ex discarica di Valera Fratta (Ortofoto volo TERRA ITALY 2000 rielaborata con CTR della Lombardia)

---

### 1.3.7 Aziende con processi produttivi critici

Tra le attività svolte in collaborazione con il dipartimento provinciale dell'ARPA di Lodi, il giorno 11 dicembre 2002 è stato eseguito dai tecnici APAT, in presenza di due membri della Polizia Provinciale, un sopralluogo in località Mairano nella parte orientale del comune di Casaleto Lodigiano. In quest'area si trovano, a circa un chilometro di distanza l'uno dall'altro, due aziende farmaceutiche: la Prochisa s.p.a. e la Sifavitor s.p.a. considerate a rischio di incidente rilevante in base al D.Lgs. 334/99.

Entrambi gli stabilimenti, che si trovano in prossimità del fiume Lambro sulla sponda idrografica destra, sono stati oggetto di accertamenti al fine di verificare lo stato dei luoghi nei riguardi di eventuali situazioni di pericolo di inquinamento ambientale determinate dall'evento di piena del corso d'acqua (Figura 1.3.18).

L'area sulla quale sono ubicati i due insediamenti industriali, è caratterizzata da una morfologia perlopiù pianeggiante. Il principale elemento idrografico è rappresentato dal fiume Lambro il cui alveo scorre in incisione ad un'altezza di circa 4-5 metri inferiore rispetto il livello delle due sponde sub-verticali che ne delimitano il corso (Figura 1.3.19). Numerose rogge e canali irrigui che si immettono nel fiume, attraversano la zona adibita prevalentemente ad uso agricolo e con estese aree a seminativi e prati.

Lo studio idrogeotecnico eseguito del Dott. Grezzi Efrem & C. finalizzato alla bonifica del sito sul quale è ubicato lo stabilimento della Prochisa, ha rilevato depositi alluvionali di tipo ghiaioso-sabbioso-limoso di origine prettamente fluviale e depositi ghiaioso-sabbiosi di origine fluvioglaciale.

Dal punto di vista idrogeologico nello studio vengono distinte due unità idrogeologiche di sottosuolo: l'unità costituita da ghiaie e sabbie prevalenti, che raggiunge una profondità di 70 metri ed è sede di acquiferi da liberi a localmente confinati, e la sottostante unità delle alternanze sabbioso-argillose, con predominanza di litotipi fini, dove si trovano falde idriche di tipo confinato e semiconfinato. La ricostruzione della superficie piezometrica della falda superiore evidenzia il ruolo drenante esercitato dal fiume Lambro.

In seguito a quanto riscontrato nel sopralluogo, il tratto di scarpata a contatto con la superficie di scorrimento dell'acqua non presenta particolari segni di erosione determinati dagli eventi di piena.

Ø da sottolineare, comunque, come la mancanza di elementi di difesa spondale rende questo settore di scarpata particolarmente vulnerabile nei confronti dei processi legati alle dinamiche fluviali. Questo aspetto è particolarmente evidente in prossimità della sponda dove si trova lo stabilimento della Sifavitor; al ciglio della scarpata, infatti, il muro di contenimento che funge da appoggio alla struttura del fabbricato, presenta evidenti segni di cedimento. L'assenza di strutture di contenimento della scarpata ha favorito l'abbassamento di circa un centimetro di un lastrone di cemento armato rispetto a quello adiacente e la sconnessione del terrapieno naturale rispetto al perimetro esterno della piattaforma in cemento.

Presso lo stabilimento della Prochisa, infine, non sono stati rilevati fenomeni di cedimento lungo la sponda che costeggia il corso d'acqua. L'inclinazione della scarpata in questo tratto è infatti inferiore rispetto a quella riscontrata presso la Sifavitor. Ø da sottolineare comunque che il consistente grado di copertura vegetazionale, in entrambi i tratti di sponda, ha un ruolo sicuramente positivo nel migliorare la stabilità del versante.

Al fine di rendere minimo il rischio di cedimento degli stabilimenti attigui si consiglia, anche sulla base di quanto rilevato in un precedente sopralluogo eseguito nella Sifavitor dai tecnici dell'ARPA Lombardia della provincia di Lodi, una verifica accurata della stabilità dei pendii e della condizione di equilibrio fra manufatti e strutture naturali. Lo studio sarà utile al fine di predisporre un adeguato progetto d'intervento di consolidamento e difesa spondale dell'intera scarpata sottostante le piattaforme aziendali.



*Figura 1.3.18: Ubicazione delle aziende farmaceutiche Prochisa, in basso, e Sifavitor, in alto (Ortofoto volo TERRA ITALY 2000 rielaborata con CTR della Lombardia)*



*Figura 1.3.19: Stabilimento Prochisa situato in sponda idrografica destra a circa 100 metri dalla sponda del fiume Lambro.*

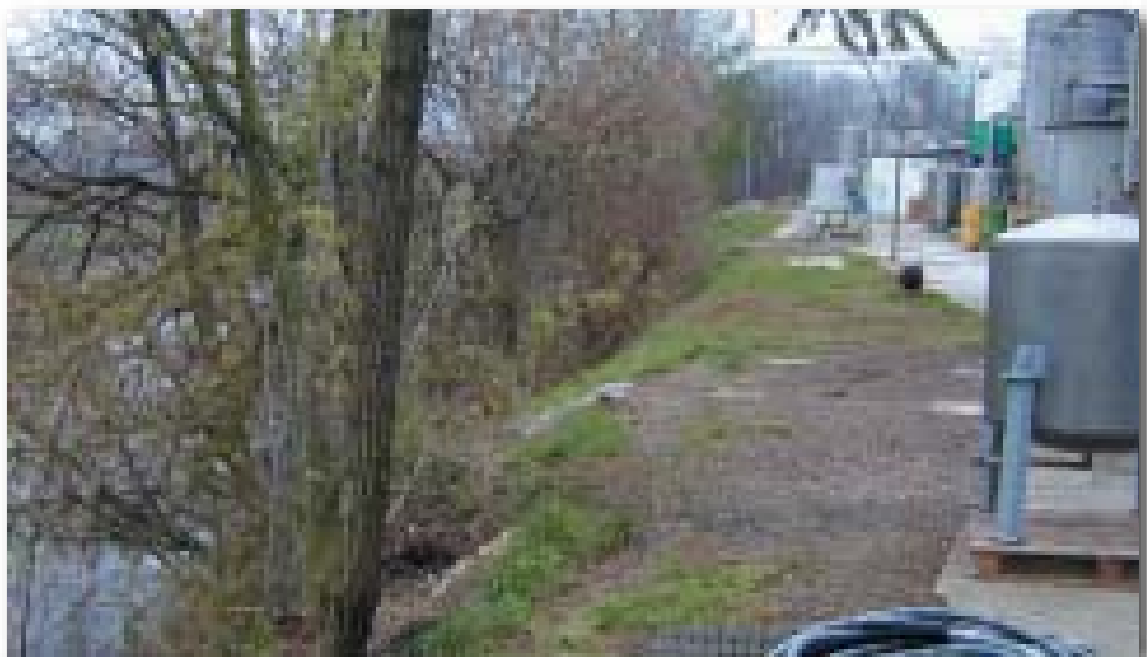


Figura 1.3.20: Sponda in destra idrografica del fiume Lambro dove a pochi metri di distanza si trovano gli impianti dello stabilimento Sifavitor.

### 1.3.8 Aree contaminate

In data 6 dicembre 2002 è stato effettuato un sopralluogo nel cantiere sito in località Cascina Gazzera nel Comune di Cerro al Lambro (MI), presso il quale sono in corso gli interventi per la messa in sicurezza e bonifica dei rifiuti (melme acide, terre decoloranti e terreni misti a melme) abusivamente sversati nelle aree gole-nali presenti in destra orografica del fiume Lambro, in corrispondenza del tratto sud-orientale del territorio comunale di Cerro al Lambro.

Il progetto esecutivo dell'intervento è stato elaborato dallo Studio Tedesi – Ingegneria Ambientale di Milano e prevede lavori per un importo complessivo di L. 66.109.930.000 (€ 34.142.929,45), dei quali L. 44.779.000.000 (€ 23.126.423,48) riguardano una prima fase attualmente in corso.

L'esecuzione dei lavori di messa in sicurezza e bonifica è stata affidata all'associazione temporanea di imprese composta da "Servizi Industriali S.r.l." di Torino (mandataria) e Ambiente S.p.A. (mandante) di San Donato Milanese (MI).

Il coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione e la direzione dei lavori sono svolti dall'ing. C. Tedesi del citato Studio Tedesi – Ingegneria Ambientale di Milano.

Il Piano degli Smaltimenti/Recupero dei rifiuti prevede una fase di pretrattamento e condizionamento in loco dei rifiuti, e il conferimento in idonei impianti finali in funzione della loro tipologia (melme acide, terre decoloranti e terreni misti a melme), ed in particolare:

- smaltimenti diretti in discariche di II categoria tipo B o C;
- termodistruzione con recupero di materia (acido solforico) o di energia (vapore per riscaldamento, energia elettrica, combustibile alternativo per cementifici);
- recupero in specifici impianti di materiali/rifiuti a minor carico inquinante.

---

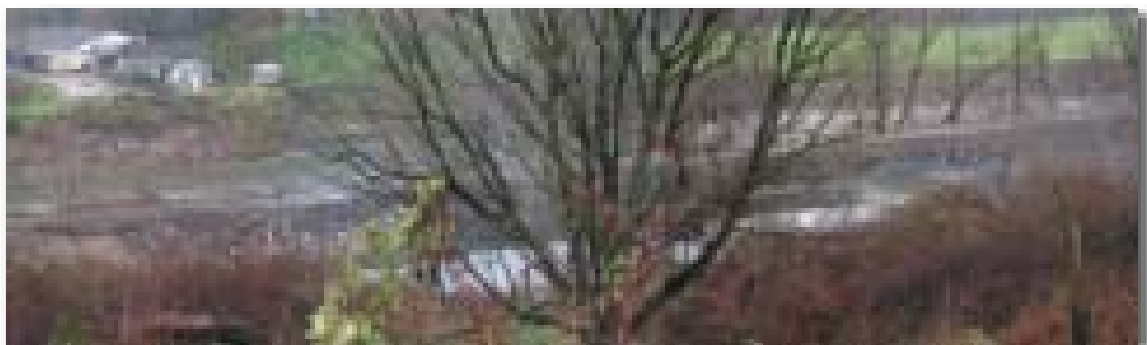
Le aree nelle quali è stata accertata la presenza dei rifiuti sono due:

- la prima, più settentrionale, denominata "Canneto" ed ubicata nell'area golenale antistante C.na Sabbiona, nel comune di San Zenone al Lambro, dove sono in corso i lavori;
- la seconda, ubicata in un'altra area golenale disposta a sud-est dalla precedente a circa 500 metri, oggetto di una successiva fase di interventi.

Il settore nel quale sono in corso gli interventi di messa in sicurezza e bonifica dei rifiuti è caratterizzata dalla presenza di tre serie di palancole delle quali:

- una a ridosso della scarpata che delimita l'area golenale, che ha la funzione di intercettare le venute d'acqua di prima falda che impediscono le attività di asportazione dei rifiuti in sicurezza, determinando una situazione di aggravio ambientale per il dilavamento dei contaminanti verso il fiume Lambro;
- due trasversali all'interno del "canneto", che permettono di suddividere l'area oggetto degli interventi in tre distinti settori di lavorazione.

In occasione dell'eccezionale evento piovoso verificatosi nel novembre 2002, le acque del F. Lambro hanno interamente sommerso il settore più depresso dell'area del Canneto, dove fortunatamente era stata già completata l'asportazione dei rifiuti, raggiungendo un livello di poco inferiore alla sommità della prima serie di palancole trasversali delimitante il settore attualmente in fase di bonifica. Le palancole trasversali hanno pertanto svolto in questa circostanza un ruolo rilevante nei riguardi della possibile contaminazione delle acque del fiume Lambro da parte di una vasta area caratterizzata da rifiuti tossici e nocivi frammisti a terreni contaminati.



*Figura 1.3.21: Panoramica del settore nel quale sono in corso gli interventi di messa in sicurezza e bonifica*





Figura 1.3.22: Ubicazione delle due aree interessate dagli interventi di bonifica e messa in sicurezza. (Ortofoto volo TERRA ITALY 2000 rielaborata con CTR della Lombardia)



Figura 1.3.23: Palancolata divisoria tra l'area bonificata (a sinistra) e l'area in corso di bonifica (a destra)

---

Per quanto riguarda la seconda area, le notizie raccolte in loco hanno confermato la sua completa immersione durante l'evento piovoso; nel corso del sopralluogo, i rifiuti melmosi, distribuiti su di un'area più ampia rispetto alla precedente, erano facilmente distinguibili sul terreno e, presumibilmente, buona parte di quelli disposti più in superficie sono stati asportati dalle acque del corso d'acqua.



*Figura 1.3.24: Particolare dell'accumulo di melme acide nell'area di sud-est da bonificare con successivo lotto.*



Figura 1.3.25: Area a sud-est da bonificare con successivo lotto di lavori

### 1.3.9 Conclusioni

Le forti precipitazioni del novembre 2002 hanno investito varie Regioni, ma in modo particolare la Lombardia, causando frane e smottamenti in Valtellina, Valsassina, Valbrembana, Valle Imagna e forti esondazioni nei Comuni della provincia di Milano dallo straripamento del Seveso, dell'Adda, del Lambro, dell'Olna, del Po ed altri fiumi e torrenti.

Oltre alla particolare evoluzione meteorologica, principale causa delle esondazioni dei corsi d'acqua, si deve considerare anche l'aggravante rappresentata dalle continue modificazioni del territorio, indotte dalle attività umana, ed in particolare la crescente urbanizzazione che ha provocato una riduzione sostanziale dei tempi di corrivazione delle acque meteoriche, favorendo il rapido accrescimento delle portate e l'aumento del valore di picco delle stesse nelle fasi di piena.

La presenza di aree ed impianti ad alta criticità ambientale nelle immediate vicinanze di corsi d'acqua in piena ha destato senza dubbio motivo di grande preoccupazione. Al fine di verificare gli effetti delle esondazioni sugli impianti tecnologici e nelle aree oggetto di bonifica distribuite nel territorio compreso tra il Lambro lodigiano e l'Adda, l'APAT, d'intesa con l'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente ed in particolare con il Dipartimento sub-provinciale di Milano Melegnano ed il Dipartimento provinciale di Lodi, si è attivata nei giorni successivi alla fase emergenziale con un gruppo di tecnici che hanno effettuato dettagliate campagne di rilevazione dei danni ai menzionati impianti tecnologici, successivamente circostanziate nel presente documento.

Il risultato delle indagini effettuate permette di affermare che le esondazioni dei fiumi Adda e Lambro, in occasione dell'evento del novembre 2002, non hanno comportato situazioni di pericolo per gli impianti tecnologici distribuiti nel territorio indagato né, conseguentemente, si sono generate condizioni di rischio ambientale; costituiscono eccezione le aree golenali in destra orografica del fiume Lambro, in corrispondenza del tratto sud-orientale del territorio comunale di Cerro al Lambro, interessate dallo sversamento abusivo di melme acide e terre decoloranti.

In questo caso, laddove gli interventi di bonifica e messa in sicurezza sono stati già avviati, non risulta esserci stato un contatto diretto tra la massa dei rifiuti in corso di movimentazione e le acque del F. Lambro, anche grazie ad opere provvisorie che hanno permesso di suddividere le aree di lavorazione in tre settori idraulicamente separati. Nell'altra area, invece, dove gli interventi devono ancora essere avviati, si è verificata una situazione di contaminazione del corso d'acqua che, esondando, ha asportato in parte i depositi melmosi sparsi sull'intera area golenale.

---

Nell'auspicare una rapida conclusione degli interventi di bonifica e messa in sicurezza dei rifiuti nelle due aree golenali si coglie ancora una volta l'occasione per ribadire quanto sia indispensabile eseguire con regolarità la verifica dell'efficacia delle opere idrauliche ed in particolare delle arginature e delle canalizzazioni.

Si raccomanda infine di effettuare nel breve il ripristino della sezione d'alveo, che in molti luoghi risulterà ridotta per la presenza di sedimenti, tronchi d'albero e rifiuti lasciati dalla piena.

## **RINGRAZIAMENTI**

Tutte le attività sono state svolte in coordinamento con il Settore Suolo, Rifiuti e Bonifiche dell'ARPA Lombardia ed i relativi Dipartimenti sub-provinciale di Milano Melegnano e provinciale di Lodi, che si ringraziano per aver permesso di continuare ad approfondire l'esperienza già maturata nel corso delle varie crisi idrogeologiche succedutesi nel corso degli ultimi anni, ricavando conferme a idee già maturate e nuovi spunti di riflessione.

Si ringraziano inoltre i responsabili della Protezione Civile, con particolare riferimento a quella di Lodi che, per la disponibilità fornita, ha permesso di indirizzare immediatamente le indagini sul territorio.

Si vuole infine rendere un particolare ringraziamento alla Polizia Provinciale di Lodi che ha messo a disposizione mezzi e personale nel corso degli accertamenti effettuati.

---

## 1.4. L'evento alluvionale del 23-27 gennaio 2003 nella Regione Molise

*D. BERTI, E. M. GUARNERI, S. SILVESTRI*

### 1.4.1 Premessa

Tra il 23 ed il 27 gennaio 2003, nel corso di una stagione invernale già in precedenza caratterizzata da precipitazioni costanti e relativamente abbondanti, l'area geografica compresa tra l'Abruzzo meridionale, il Molise e la Puglia settentrionale è stata interessata da un evento meteorologico di particolare intensità che ha prodotto numerosi ed estesi fenomeni di dissesto, sia di tipo idraulico che geomorfologico che hanno causato danni di rilevante entità alle arterie di comunicazione primarie e secondarie, alle abitazioni private ed alle attività produttive.

A seguito dell'evento, l'Assessorato all'Ambiente della Regione Molise attraverso l'ARPA, ha richiesto all'APAT il supporto tecnico per un'analisi preliminare di quanto verificatosi e il rilevamento delle situazioni più critiche per gli abitati, la viabilità e le attività produttive, al fine di poter predisporre efficaci piani di risanamento dei dissesti e/o di mitigazione del rischio residuo.

Secondo tale finalità, di comune accordo con l'Ente sopra citati e secondo anche le indicazioni provenienti dalla locale Protezione Civile, sono stati effettuati sopralluoghi in 16 comuni della provincia di Campobasso, in tre della provincia di Isernia e nell'area industriale di Termoli (CB) (Figura 1.4.1). Nel corso dei rilievi sono state effettuate indagini speditive che hanno permesso di definire causa, tipologia, stato di evoluzione del dissesto, entità e caratteristiche dei beni esposti, tipologia di massima dei necessari interventi di ripristino ambientale.

A corredo di tale analisi, sono stati compiuti rilievi anche in ulteriori comuni della provincia di Isernia ad elevato rischio, al fine di verificare la presenza di segni di riattivazione incipiente dei fenomeni a seguito dell'alluvione.

Di seguito viene presentata una sintesi di tutto lo studio effettuato, corredata da esempi di schede informative rappresentative delle principali problematiche emerse nei comuni esaminati. Per una completa trattazione di tutti i casi studiati (si veda la già citata Figura 1.4.1), si rimanda alla relazione tecnica (RT/TEC-DIF 043/2003) redatta a termine dei sopralluoghi.

Oltre alle situazioni ritenute meno significative in termini di rischio idrogeologico, nel presente documento si tralascia di affrontare anche le problematiche della frana di Salcito (CB), oggetto di indagini geognostiche e geomorfologiche da parte della stessa APAT, e del comune di Castellino sul Biferno, già inserito negli studi effettuati a seguito dell'evento sismico dell'autunno 2002.



Figura 1.4.1: Ubicazione dei comuni oggetto di sopralluoghi.

### 1.4.2. Caratteri meteorologici e idrologici dell'evento

L'evento meteorologico è stato prodotto dall'attività di una circolazione depressionaria formatasi sulle regioni centro-meridionali italiane a partire dalla sera del 23 gennaio, che ha presentato caratteri di stazionarietà per circa 72-96 ore, producendo fenomeni intensi e persistenti sulle stesse aree, che hanno raggiunto il loro acme nella giornata del 25 (Figura 1.4.2 a,b).

La presenza di correnti al suolo ed in quota inizialmente da ESE e successivamente da ENE, ha esaltato l'entità delle precipitazioni sui versanti appenninici orientali, maggiormente esposti a tali fenomenologie a causa dell'assetto orografico.

Una situazione evolutiva come quella descritta si presenta con una certa frequenza nelle regioni centro-meridionali durante la stagione invernale, anche se solitamente si associa ad irruzioni di aria fredda di origine balcanica, producendo precipitazioni nevose sino quasi al livello del mare.

Nel caso presente, invece, le temperature relativamente alte hanno favorito la persistenza dello zero termico a quote oltre gli 800-900 m, in modo che i fenomeni si sono presentati sotto forma di pioggia su buona parte del territorio interessato (esclusi solo i rilievi maggiori e le dorsali carbonatiche del Matese, dove si sono registrate precipitazioni nevose), incentivando gravità ed estensione dei dissesti.

I dati sinora disponibili (Regione Abruzzo, Direzione OO.PP e Protezione Civile-Servizio idrografico e Mareografico di Pescara) segnalano i massimi valori di precipitazione per il giorno 25, con picchi prossimi ai 150 mm nelle 24 ore, o lievemente superiori per le stazioni di Bomba (CH; Bacino del Sangro) e di Bonefro (CB; Bacino del Biferno). I valori cumulati per l'intero evento hanno sfiorato i massimi storici registrati.

Le altezze idrometriche misurate per il fiume Trigno (bacino interregionale Abruzzo-Molise) a Caprafica (CB) e per il fiume Biferno (bacino interamente molisano) ad Altopantano (CB) hanno superato i valori di scala, rendendo gli strumenti inutilizzabili, rispettivamente a 4,7 m e 9,05 m oltre il livello ordinario. Il valore di 9.97 m, vicino al limite di fuori scala, è stato raggiunto anche dal fiume Fortore (bacino interregionale Molise-Puglia) a Ripalta (CB).

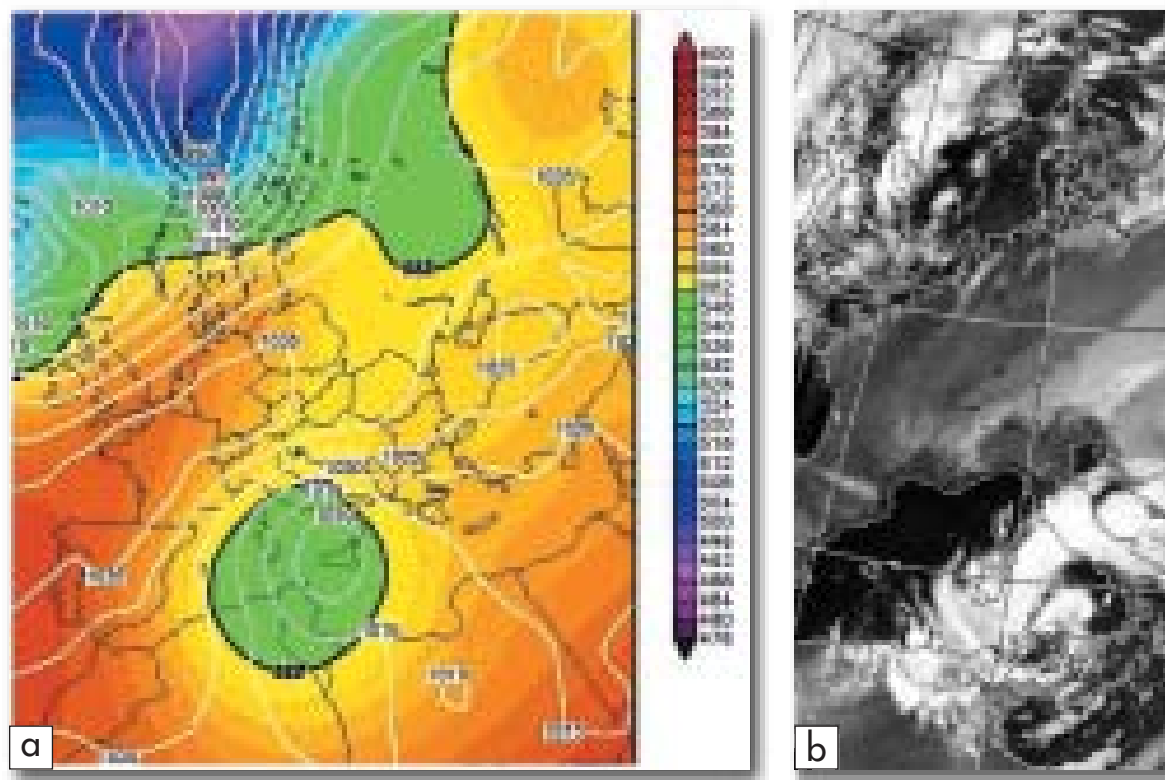


Figura 1.4.2 a: Valori del geopotenziale (in hpa) alla quota approssimativa di 5000 m, delle ore 00,00 del 25 gennaio 2003;  
Figura 1.4.2 b: Immagine AVHRR delle ore 21,40 del 24 gennaio 2003 trasmessa dal satellite polare NOAA. La foto è stata scattata a poche ore di distanza dalla carta elaborata di Figura 2 a.

### 1.4.3 Risultati dei sopralluoghi effettuati

Come definito nel capitolo precedente, al di sopra dei 900-1000 m s.l.m. le precipitazioni hanno assunto forma nevosa, mentre altrove si è avuta esclusivamente pioggia. Per tale motivo i settori dei tre bacini maggiormente colpiti (Trigno, Biferno e Fortore) maggiormente interessati da dissesti geomorfologici sono stati quelli intermedi, in prevalenza compresi fra i 400 e gli 800-900 m s.l.m., anche in considerazione della presenza, nelle stesse aree, di litotipi dotati di scadenti proprietà meccaniche e di versanti acclivi, con notevole energia del rilievo. In queste aree, le tipologie di dissesto rilevate sono costituite sia da riattivazione e da ampliamento di movimenti gravitativi già preesistenti, sia da neoformazione di frane per le quali precedentemente si avevano solo indizi superficiali non significativi. Fra questi ultimi, particolarmente nei settori interessati da intensa erosione lineare e diffusa, spiccano notevolmente, per numero e distribuzione areale, fenomeni di dissesto di modeste dimensioni, classificabili nel campo dei "soil-slip" o delle colate superficiali (Figura 1.4.3).



Figura 1.4.3: Fenomeni diffusi di dissesto, con piani di scivolamento superficiale e fenomeni di erosione concentrata, su terreni argillosi in aree destinate a coltura di cereali.

Le zone situate nel basso corso del fiume Biferno e del fiume Trigno, sono invece state interessate da fenomeni di esondazione e di erosione di sponda e di argine, che hanno determinato danni all'agricoltura o alle infrastrutture e la parziale interruzione delle attività produttive (segnatamente nella zona industriale di Termoli e alla foce del Biferno).

I risultati dell'indagine speditiva condotta sono presentati, caso per caso, in forma di scheda analitica e forniscono una sintesi delle problematiche rilevate, corredata da indicazioni, dove possibile o già evidente in prima analisi, per la realizzazione di opere atte alla mitigazione del rischio.



---

## **COMUNE DI AGNONE (IS)**

### **DESCRIZIONE DEI LUOGHI E GEOLOGIA**

Il comune di Agnone è costituito da un centro abitato principale e da numerosi piccoli insediamenti rurali, distribuiti su un territorio molto vasto, dove si stima che viva circa la metà della popolazione, dedicata alle attività agricole e di allevamento.

Nell'area in esame affiorano depositi torbiditici alto miocenici riferibili alla porzione inferiore della formazione del Flysch di Agnone, costituiti da marne e marne argillose, contenenti sporadiche intercalazioni arenacee, in strati sottili e più raramente medi. La stratificazione, disposta con grande regolarità ad immersione verso sud e inclinazione di 20-30°, individua una struttura con assetto monoclinale.

I rilievi collinari e montuosi della zona culminano con i 1746 m s.l.m. di M. Campo, a settentrione dell'abitato principale, e presentano forme molto articolate, con versanti di media e alta acclività, incisi dal Torrente Verrino, affluente in sinistra idrografica del F. Trigno, e dai suoi tributari.

### **TIPOLOGIA DEL DISSESTO E CAUSE**

I caratteri litologici e l'assetto strutturale costituiscono la principale causa predisponente dei numerosi e imponenti fenomeni di dissesto presenti nel territorio indagato, che possono essere classificati come scivolamenti traslativi e scorrimenti rotazionali, evolventi frequentemente in colate s.l..

Un ruolo importante nell'evoluzione morfologica dell'area è svolto anche dall'azione delle acque di precipitazione e di circolazione superficiale, che, a causa di un reticolo idrografico non regimato, determinano fenomeni di ruscellamento diffuso sui pendii e concentrato lungo i corsi d'acqua. In conseguenza di ciò si generano intensi processi erosivi di fondo e di sponda, con ulteriore approfondimento dell'alveo ed instabilità dei versanti con esteso coinvolgimento dei terreni agricoli prospicienti.

Negli ultimi decenni, l'uso del suolo a fini agricoli e pastorali non è stato affiancato da una continua e puntuale opera di manutenzione del territorio. Tale attività in passato era svolta dai contadini attraverso le tradizionali pratiche agricole, che riguardavano anche le modalità di coltivazione e di regimazione capillare delle acque ed esercitavano un'azione di prevenzione e presidio dai fenomeni di dissesto.

Gli eventi atmosferici del gennaio 2003 hanno riattivato molteplici aree in dissesto nella zona occidentale del territorio comunale, aggravando ulteriormente una preesistente situazione di elevato rischio idrogeologico e determinando rilevanti danni a numerosi manufatti ed infrastrutture.



*Figura 1.4.4: Ortofotocarta dell'area di Colle Lapponi e vallone S. Nicola; in rosso è evidenziato il settore interessato dai fenomeni franosi.*

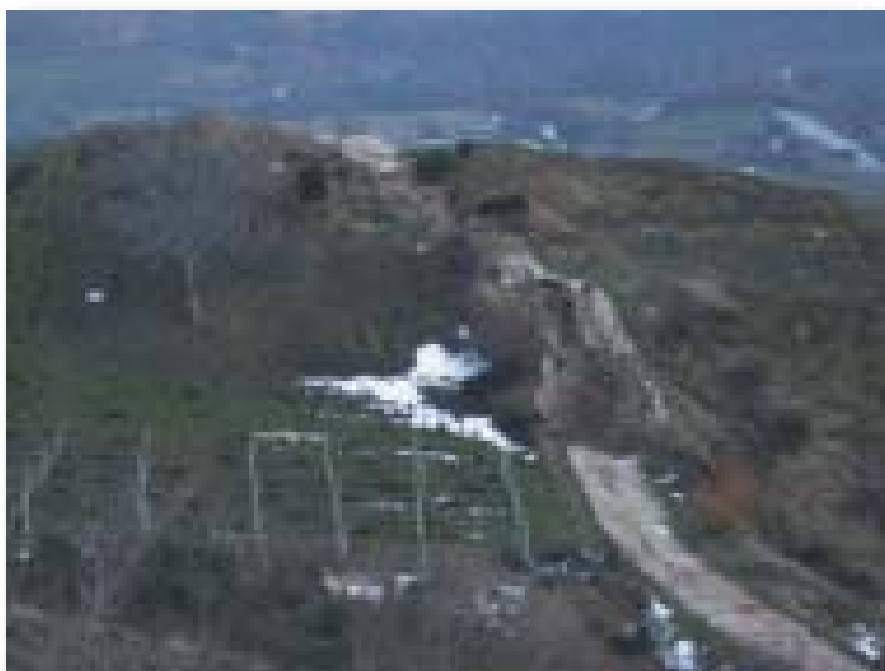
Vallone San Nicola, Colle Lapponi: nell'area indicata (Figura 1.4.4) sono rilevabili numerosi e imponenti fenomeni franosi classificabili come scorrimenti rotazionali e traslazionali disposti ad ampio ventaglio nella parte alta del Vallone S. Nicola, che evolvono verso valle in estese colate di terra, fango e detriti (Figura 1.4.5). Tali dissesti hanno lesionato un'abitazione situata a Colle Lapponi e causato una generalizzata condizione di elevato rischio in tutta la contrada, che ha indotto il Sindaco ad emettere otto ordinanze di sgombero. A protezione dell'edificio maggiormente interessato è già stata realizzata una corona di pali, avente una lunghezza di circa 10 m e profondità di 12 m, che è stata coinvolta dai movimenti recenti (Figura 1.4.6).



*Figura 1.4.5: Vallone San Nicola visto dal ponte sulla ex S.S. N. 86 dismessa; è visibile la colata che minaccia la sede stradale*



*Figura 1.4.6: Paratia di pali realizzata per il consolidamento di una abitazione presso Colle Lapponi, sono visibili le fessurazioni prodotte dai movimenti franosi.*



*Figura 1.4.7: Vallone San Nicola, strada interpoderale interrotta dai movimenti gravitativi.*

La viabilità interpoderale è stata pesantemente danneggiata, creando notevoli disagi alle attività produttive agricole (Figura 1.4.7). La colata nel Vallone San Nicola ha raggiunto un ponte sulla ex S.S. N. 86 Istonia, dismessa dall'ANAS, che potrebbe essere danneggiato da un'ulteriore evoluzione dei movimenti. I fenomeni di dissesto hanno modificato l'assetto morfologico dell'area, generando deformazioni nel profilo del versante e perdite di superficie coltivabile.

---

Vallone Sant'Onofrio e Contrada Mucciafera: entrambi i versanti del Vallone Sant'Onofrio, nell'area circostante la contrada Mucciafera (Figura 1.4.8), sono diffusamente interessati da fenomeni franosi riconducibili a soil-slip e scorrimenti traslativi e rotazionali. Tali dissesti hanno originato una situazione di elevata pericolosità intorno alle abitazioni della contrada e prodotto lesioni ad uno degli edifici, per il quale è stata emessa ordinanza di sgombero.



*Figura 1.4.8: Ortofotocarta dell'area di Contrada Mucciafera; in rosso è evidenziato il settore interessato dai fenomeni franosi.*



*Figura 1.4.9: Ortofotocarta dell'area di Contrada Zarlenga; in rosso è evidenziato il settore interessato dai fenomeni franosi.*

---

Vallone del Cerro, Contrada Zarlenga (Figura 1.4.9): il vallone ad est della contrada Zarlenga è interessato da estesi movimenti franosi, riferibili a soil-slip e scorrimenti rotazionali e traslativi, con accentuati fenomeni di arretramento della zona di corona in prossimità delle abitazioni.

Tali dissesti hanno causato profonde lesioni ad alcune abitazioni dove vivono diverse famiglie; tale situazione ha indotto il Sindaco ad emettere 4 ordinanze di sgombero. I movimenti di versante hanno determinato anche la perdita di terreni coltivati.

Vie di comunicazione: la ex S.S. N. 86 Istonia, dismessa dall'ANAS, ancora attualmente principale via di collegamento di tutta la zona rurale, è stata interessata in diversi tratti da fenomeni franosi che hanno prodotto numerosi restringimenti della sede stradale e situazioni di pericolosità per la viabilità (Figura 1.4.10).

Gli stessi fenomeni hanno coinvolto anche numerose strade comunali e interpoderali. In particolare la strada comunale in località Difesa di Lama, unica via di accesso ad alcune abitazioni della frazione "Mulino Casciano", è stata interrotta diverse volte da movimenti franosi, impegnando l'Amministrazione comunale a continui interventi per il ripristino della viabilità. Nelle giornate del 24 e 25 marzo, secondo quanto riferito da funzionari della Regione Molise, uno di tali fenomeni si è ulteriormente riattivato con lo sviluppo di una colata in terra e detriti che ha raggiunto, a valle, l'alveo del torrente Verrino, interrompendo una strada di accesso ad alcune abitazioni.

Un tratto della strada interpoderale "Casalcielo" è stato interrotto da fenomeni franosi prodottisi sulla scarpata di valle, che hanno ridotto e deformato la sede viaria.

Ulteriori aree interessate dai dissesti sono situate in prossimità dei seguenti toponimi: Acquevive (acquedotto e strada comunale), Marzovecchio, Tomasso, Macchie-Macchiellunghe, Castelnuovo-Secchiara, Ponte Ripa (acquedotto), Marella, Petronero, Rigaini, Maravecchia, S. Martino, Colle Carbone e S. Quirico.

---

## PROPOSTE D'INTERVENTO

Per la programmazione e progettazione dei futuri interventi finalizzati alla mitigazione del livello di rischio idrogeologico che interessa le aree segnalate nel territorio di Agnone, sarà necessario considerare il notevole pregio paesaggistico dell'area e la sua importanza in termini di risorse economiche per la comunità locale, che pratica diffusamente attività agricole e di allevamento. Le future soluzioni progettuali dovranno garantire, oltre che l'efficacia tecnico-funzionale degli interventi, anche gli aspetti ecologici, estetico-paesaggistici e naturalistici ad esso connessi.



*Figura 1.4.10: Tratto di ex S.S. N. 86 dismessa dall'ANAS, danneggiato dai fenomeni franosi.*

Gli interventi rivolti alla mitigazione del rischio idrogeologico del territorio dovranno tener conto della tendenza evolutiva dei processi in atto, per la definizione della quale occorrerà effettuare un'attenta analisi di tutti i fenomeni naturali in gioco e della loro interazione con le attività antropiche. A supporto della progettazione, dovranno essere eseguite delle dettagliate indagini geologico - geomorfologiche e idrogeologiche. Tali studi dovrebbero essere corredati da una quantificazione del ruolo giocato dalla componente antropica nell'evoluzione del paesaggio, in particolare per quanto riguarda le attività agricole e pastorali, la realizzazione di vie di collegamento e delle relative opere accessorie e l'edificazione di abitati in punti critici della dinamica locale e dei processi in atto.

Occorre anche sottolineare come le moderne pratiche agricole condizionano negativamente i precari equilibri geologico-idraulici del territorio in esame. Ad esempio l'utilizzo di tecniche produttive estensive e poco rispettose degli equilibri idrogeologici, l'uso di mezzi meccanici non idonei in aree di grande sensibilità, l'in-

---

sufficiente regimazione delle acque di deflusso superficiale, comportano necessariamente una maggiore propensione al dissesto.

In conseguenza di quanto esposto, per la sistemazione idrogeologica della zona rurale del comune di Agnone si ritiene opportuno suggerire i seguenti interventi:

*Interventi strutturali:*

- realizzazione di opere idrauliche di regimazione delle acque di deflusso superficiale e di drenaggio di quelle profonde, al fine di un loro efficace allontanamento dalle aree in dissesto;
- realizzazione di opere per la difesa dai processi di erosione di fondo e si sponda nei punti critici dei principali corsi d'acqua;
- consolidamento dei versanti, soprattutto rivolto alla difesa dei nuclei abitativi;
- rimodellamento delle aree in frana, in particolare finalizzato alla riduzione dell'energia di rilievo;
- ricostituzione della copertura vegetale, con impianto di specie autoctone arboree e arbustive, nelle aree idonee.

*Interventi non strutturali:*

- regolamentazione dell'uso del territorio nelle zone vulnerabili tramite l'emanazione di vincoli urbanistici, di regolamentazioni edilizie e di prescrizioni agro-forestali. In riferimento a queste ultime sarebbe opportuno, come detto in precedenza, recuperare la tradizionale cultura contadina del corretto uso del suolo, dalla quale derivano una serie di attività di prevenzione e presidio dai fenomeni di dissesto;
- previsione di continue attività di manutenzione ordinaria e straordinaria di tutte le opere realizzate, finalizzate a garantirne e verificarne l'efficacia nel tempo, evitando così di vanificare le risorse economiche e umane in precedenza spese. Fondamentali dovrebbero essere anche le attività di monitoraggio, rivolte a controllare i meccanismi evolutivi che concorrono ad innescare i movimenti di versante.

---

## COMUNE DI SESTO CAMPANO (IS)

### DESCRIZIONE DEI LUOGHI E GEOLOGIA

L'abitato di Sesto Campano si sviluppa, alla quota media di 280 m. s.l.m., sulle pendici di un rilievo carbonatico posto in sinistra idrografica del F. Volturno (Figura 1.4.11).



Figura 1.4.11: Ortofotocarta dell'abitato di Sesto Campano; in rosso sono evidenziate le aree interessate dai fenomeni franosi.

I depositi in affioramento sono costituiti da calcari meso-cenozoici, sui quali poggia una coltre detritica con variabile grado di cementazione costituita dall'accumulo dei prodotti di disaggregazione delle sovrastanti pareti rocciose, avente scadenti caratteristiche lito-tecniche e spessori variabili, tendenzialmente più elevati nella parte inferiore del versante.

### TIPOLOGIA DEL DISSESTO E CAUSE

Il substrato è in uno stato particolarmente fessurato e disarticolato, per la presenza di molteplici famiglie di discontinuità costituite dai piani di stratificazione, dalla fratturazione indotta dalla tettonica e dall'azione fisico-meccanica degli agenti esogeni (crioclastismo, termoclastismo, precipitazioni). Dall'intersezione di tali discontinuità hanno origine cunei rocciosi, blocchi e speroni, anche di notevoli dimensioni, che si trovano in condizioni di equilibrio instabile.

L'assetto strutturale del rilievo soprastante l'abitato costituisce la principale causa predisponente dei fenomeni di dissesto presenti nell'area analizzata, che possono essere classificati come ribaltamenti e crolli di elementi lapidei.

L'evoluzione morfologica dell'area determina il lento e progressivo arretramento delle scarpate, con frequenti e diffusi distacchi di roccia, testimoniati anche dalla presenza di numerosi massi e blocchi lapidei adagiati sul pendio. Alcuni di questi, in condizioni di equilibrio instabile, potrebbero subire una rimobilizzazione in occasione di un evento sismico o per l'azione di scalzamento delle acque di ruscellamento superficiale.



---

La coltre detritica sciolta è interessata da movimenti superficiali, là dove presenta modesto spessore, e da scivolamenti alla base del versante dove lo spessore è più elevato.

I fenomeni di dissesto descritti si manifestano con una frequenza ricorrente sul territorio comunale, in particolare durante le intense precipitazioni occorse nel mese di ottobre 2002, si sono verificati in diverse aree. Alcuni settori sono stati oggetto di perimetrazione nel Piano Straordinario redatto dall'Autorità di Bacino del Fiume Volturno, ai sensi del DL. 180/98.

### **STRUTTURE E MANUFATTI COINVOLTI E/O IN CONDIZIONI DI RISCHIO IDROGEOLOGICO**

Nel corso del sopralluogo è stato possibile individuare delle aree la cui sicurezza è messa in pericolo da fenomeni di dissesto idrogeologico, descritte in seguito:

Contrada Cava: Tale contrada, dove è stata riconosciuta la situazione più critica, è formata da diverse strutture abitative dove vivono circa otto famiglie e da una casa di riposo per anziani (Villa delle Rose) nella quale sono presenti mediamente 30 persone. Essa si sviluppa alla base di un costone roccioso dove si riconoscono diversi elementi instabili (Figura 1.4.12), e quindi una condizioni di elevato rischio per l'abitato e l'incolumità pubblica, che verrebbero coinvolti da eventuali fenomeni di distacco e caduta massi.



*Figura 1.4.12: Contrada Cava. Gli eventuali distacchi dal costone roccioso potrebbero coinvolgere le abitazioni sottostanti.*

Cimitero: Nell'area del cimitero la coltre di alterazione detritica ed eluvio-colluviale è interessata da movimenti gravitativi superficiali, che hanno prodotto numerose lesioni alle strutture (muro di cinta, muri di contenimento, stradine interne, tombe). La condizione di pericolosità è aggravata da un'insufficiente regimazione delle acque di scorrimento superficiale e dalla scarsa profondità delle opere di fondazione di tutti i manufatti.

---

Abitazioni poste lungo la S.S. N. 85 Venefrana: lungo la strada statale sono presenti altri edifici in condizioni di rischio idrogeologico. Un nucleo di abitazioni, in località Taverna, è minacciato da uno sperone roccioso che potrebbe essere interessato da fenomeni di crollo e ribaltamento di blocchi lapidei, anche di notevoli dimensioni.

Un edificio, adibito a bar, è situato alla base di una scarpata, (Figura 1.4.13) dove affiorano depositi detritici e alluvionali di notevole spessore, che è stata interessata da un fenomeno franoso, attivatosi successivamente alla realizzazione del fabbricato stesso. L'attivazione di tale movimento gravitativo potrebbe essere stata originata da cause antropiche. Questa area ricade tra quelle a pericolosità e rischio frana molto elevato, ai sensi della D.L. 180/98.



*Figura 1.4.13: S.S. Venefrana. Sulla scarpata retrostante il bar affiorano terreni incoerenti ad elevata propensione al dissesto.*

### **INTERVENTI PRECEDENTI**

Sul versante sovrastante l'abitato di Sesto Campano sono stati realizzati diversi interventi per la protezione dai fenomeni di caduta massi, costituiti per la gran parte nella messa in opera di barriere paramassi.

---

## PROPOSTE D'INTERVENTO

La programmazione e progettazione dei futuri interventi finalizzati alla difesa idrogeologica dovranno tener conto della vocazione del territorio stesso, vale a dire della tendenza evolutiva dei processi in atto, per la definizione della quale occorrerà effettuare un'attenta analisi di tutti i fenomeni naturali attivi, e della loro interazione con le attività antropiche. In particolare, a supporto della progettazione di ogni intervento dovranno essere eseguite delle dettagliate indagini geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche.

Le future soluzioni progettuali dovranno garantire, oltre che l'efficacia tecnico-funzionale dell'intervento, anche la salvaguardia degli aspetti ecologici, estetico-paesaggistici e naturalistici ad esso connessi.

Nelle aree interessate dai dissesti si consiglia di realizzare le seguenti tipologie di opere:

### *Interventi strutturali*

- messa in sicurezza dei costoni rocciosi, che potrebbero essere interessati da fenomeni di crollo e ribaltamento, mediante: disgaggio o demolizione di elementi lapidei completamente disarticolati; consolidamento locale di blocchi rocciosi in condizioni di equilibrio instabile con ancoraggi e reti paramassi; messa in opera di barriere paramassi;
- sistemazione della scarpata sui depositi detritici a tergo del bar sulla S.S. N. 85 Venafrana, mediante opere di contenimento e rimodellamento del versante;
- regimazione delle acque di scorrimento superficiale;

### *Interventi non strutturali*

- regolamentazione dell'uso del territorio nelle zone vulnerabili tramite l'emanazione di vincoli urbanistici, di regolamentazioni edilizie e di prescrizioni agro-forestali;
- programmazione di continue attività di manutenzione ordinaria e straordinaria di tutte le opere realizzate, al fine di garantirne e verificarne l'efficacia nel tempo, evitando così di vanificare le risorse economiche e umane utilizzate in precedenza. Fondamentali dovrebbero essere le attività di monitoraggio dei fenomeni, rivolte a controllare i meccanismi evolutivi che concorrono ad innescare i movimenti di versante;

Relativamente alle barriere paramassi realizzate in interventi precedenti si consiglia di eseguire delle verifiche sul loro corretto dimensionamento, anche sulla base delle nuove metodologie di calcolo delle possibili traiettorie e delle cinematiche di rotolamento e rimbalzo dei massi. Per quanto già detto, si propone, inoltre, di programmare una continua opera di manutenzione delle stesse, al fine di individuare eventuali lesioni e/o punti di debolezza.

---

## COMUNE DI PIZZONE (IS)

### DESCRIZIONE DEI LUOGHI E GEOLOGIA

Il centro abitato di Pizzone è situato alla quota media di 730 m s.l.m., a nordovest del capoluogo di provincia, ai piedi del massiccio dei Monti della Meta e delle Mainarde, in corrispondenza di una stretta e ripida dorsale carbonatica che supera di poco i 1000 m di quota (Figura 1.4.14).



Figura 1.4.14: Ortofotocarta dell'abitato di Pizzone; in rosso sono evidenziate le aree interessate dai fenomeni franosi

Nell'area interessata dal dissesto, al di sopra dell'abitato, affiorano calcari in strati spessi riferibili a termini mesozoici della Piattaforma Laziale-Abruzzese s.l. Parte del centro storico e l'intera porzione di base del versante sono interessati da depositi pelitico-arenacei torbiditici di avanfossa del Miocene superiore, ricoperti da abbondante detrito calcareo ai piedi della scarpata principale.

---

### **TIPOLOGIA DEL DISSESTO E CAUSE**

La porzione più elevata del capoluogo comunale è interessata, già da tempi storici, da fenomeni di crollo e di ribaltamento di porzioni di strato e/o di successione della formazione carbonatica, causati dall'evoluzione della dorsale soprastante (Figure 1.4.14 e 1.4.15). I fattori predisponenti del fenomeno sono costituiti dall'elevato stato di fratturazione dell'ammasso roccioso e dalla notevole pendenza della scarpata. Una qualche influenza sull'evoluzione dei movimenti è esercitata anche dall'erosione al piede del pendio operata dai corsi d'acqua presenti, che contribuisce a mantenere elevata l'energia complessiva del rilievo.



*Figura 1.4.15: Panoramica del settore orientale dell'abitato.*

### **STRUTTURE E MANUFATTI COINVOLTI E/O A RISCHIO**

Recentemente una parte del versante orientale della rupe è stato interessato da un fenomeno di crollo che ha prodotto il lesionamento di un tratto di una barriera paramassi. I blocchi staccatisi non hanno raggiunto le abitazioni.

Il versante occidentale della dorsale presenta speroni di roccia interessati da grandi fessure a giacitura multipla, in precario stato di equilibrio (Figura 1.4.16) che minacciano un'estesa porzione del centro storico.

Entrambi i settori risultano perimetrati come aree ad elevato rischio di frana nel Piano Straordinario redatto dall'Autorità di Bacino del Fiume Volturno.

---

### **INTERVENTI PRECEDENTI**

Più volte si è intervenuto su entrambi i versanti dell'abitato, a partire dagli anni '50, essenzialmente con barriere paramassi in fune e muri in c.l.s., posizionati alla base o a metà della scarpata. Nessun intervento di consolidamento è, invece, mai stato realizzato direttamente sull'ammasso roccioso.



*Figura 1.4.16: Settore occidentale della scarpata sovrastante l'abitato. Si notano alcuni speroni disarticolati e in precario stato di equilibrio.*

### **PROPOSTE D'INTERVENTO**

La programmazione di futuri interventi finalizzati alla mitigazione del rischio prodotto dai fenomeni di crollo sull'abitato prevede un'accurata individuazione delle dinamiche evolutive dei due costoni rocciosi. A tale fine si consiglia di realizzare anche una campagna di indagini geomeccaniche, per definire in modo più efficace le caratteristiche tecniche della parete rocciosa ed individuare eventuali settori da consolidare. Gli stessi studi potrebbero anche fornire elementi per un'opera di rinforzo delle protezioni già esistenti o lesionate.

Le soluzioni progettuali previste dovranno garantire, oltre che l'efficacia tecnico-funzionale degli interventi, anche gli aspetti ecologici, paesaggistici e naturalistici ad esso connessi, visto il notevole pregio ambientale ed estetico dell'area.

Interventi di tipo strutturale: a conclusione dell'indagine conoscitiva sull'ammasso roccioso, si consiglia di intervenire con opere di consolidamento della porzione sommitale ed intermedia della scarpata, soprattutto sul versante occidentale. Eventuali punti di debolezza o usura delle barriere esistenti dovranno essere oggetto di manutenzione o rinforzo.

Interventi non strutturali: l'evoluzione del fenomeno dovrebbe essere oggetto di monitoraggio, al fine di poter verificare l'efficacia delle opere realizzate ed individuare eventuali tendenze evolutive dei movimenti o il parziale danneggiamento delle stesse strutture. Ciò anche al fine di non vanificare le risorse economiche precedentemente utilizzate.

---

In attesa di realizzare ulteriori interventi di tipo strutturale, viste anche le indicazioni provenienti dall'Autorità di Bacino del Volturno, si consiglia di mantenere le misure di salvaguardia preventiva già adottate (ad esempio vincoli urbanistici) e di procedere alla loro rimozione solo dopo attenta valutazione.

## **COMUNE DI CASTELMAURO (CB)**

### **DESCRIZIONE DEI LUOGHI E GEOLOGIA**

L'abitato di Castelmauro è situato alcune decine di chilometri a nord del capoluogo di regione, alla sommità dell'asta valliva del Fosso della Terra, affluente di sinistra idrografica del F. Biferno, a ca. 700 m s.l.m. di quota. Il centro storico è stato edificato sul versante sudest di M. Mauro, maggiore elevazione della zona, che presenta forti acclività, solo localmente interrotta da apprezzabili discontinuità nell'energia del rilievo.

Il substrato è costituito da un'alternanza di calcareniti e marne in strati sottili e medi riferibili alla Formazione di Serrapalazzo (Flysch della Daunia Auctt.). Lungo il pendio, al di sopra dell'abitato, sono localmente presenti depositi detritici ed eluvio-colluviali di alterazione e disgregazione dei litotipi in posto.



*Figura 1.4.17: Ortofotocarta dell'abitato di Castelmauro; in rosso è evidenziata l'area interessata dai fenomeni franosi.*

### **TIPOLOGIA DEL DISSESTO E CAUSE**

L'area in esame (Figura 1.4.17) è stata interessata, nel corso dell'evento alluvionale, dalla preoccupante riattivazione di un fenomeno gravitativo preesistente, per il monitoraggio del quale sono già stati realizzati sondaggi per la posa di inclinometri e piezometri. La zona di corona della frana dovrebbe coincidere con la scarpata ad ovest delle abitazioni lesionate. Fra le cause predisponenti del dissesto, oltre alla pendenza del

---

versante e alla presenza di depositi meccanicamente scadenti e fratturati, va considerata, a monte delle abitazioni coinvolte, la presenza di sorgenti effimere e di acque di circolazione superficiale non regimate, la cui portata diventa non trascurabile in concomitanza di forti precipitazioni.

#### **STRUTTURE E MANUFATTI COINVOLTI E/O IN CONDIZIONI DI RISCHIO IDROGEOLOGICO**

La riattivazione del movimento ha provocato lesioni diffuse nelle abitazioni del settore di abitato nei pressi della farmacia e di Via Annunziata (Figura 1.4.18) e in alcuni edifici posti nei pressi della presumibile corona di frana (Figura 1.4.19). L'amministrazione comunale ha già emesso un'ordinanza di sgombero di alcuni fabbricati, per la salvaguardia, in via cautelativa, della pubblica incolumità.



*Figura 1.4.18: Quadro fessurativo in una delle abitazioni di Via Annunziata, oggetto dell'ordinanza di sgombero*





*Figura 1.4.19: Fessure passanti all'interno di uno dei fabbricati rurali recentemente costruiti nei pressi della presumibile corona di frana*

### **PROPOSTE D'INTERVENTO**

La programmazione di futuri interventi finalizzati alla mitigazione del rischio idrogeologico deve tener conto della vocazione del territorio interessato, in termini di tendenza evolutiva dei processi attivi. Per la definizione di questa occorre effettuare un'attenta analisi di tutti i fenomeni naturali in atto, e della loro interazione con le attività e le strutture antropiche. Le soluzioni progettuali previste dovranno garantire, oltre che l'efficacia tecnico-funzionale dell'intervento, anche gli aspetti ecologici, estetico-paesaggistici e naturalistici ad esso connessi.

A tale fine si consiglia di realizzare anche una campagna di studi geognostici per la definizione della tipologia e della geometria del movimento, della profondità ed entità dell'acquifero di frana (per il quale sono già in corso indagini e campagne di monitoraggio), dell'assetto morfologico ed idraulico del versante soprastante la zona di corona.

Interventi di tipo strutturale: per la messa in sicurezza della porzione dell'abitato interessata, compatibilmente con i risultati delle indagini geognostiche, si consiglia di realizzare il drenaggio delle acque profonde, la raccolta e lo smaltimento di quelle superficiali, di origine meteorica e/o di ruscellamento del versante, per l'abbattimento della falda all'interno del corpo di frana. Dopo attenta valutazione, si potrà procedere anche all'eventuale consolidamento dei settori più a rischio dell'abitato e, se necessario, anche della scarpata soprastante la corona di frana.

Interventi non strutturali: l'evoluzione del fenomeno dovrebbe essere oggetto di costante monitoraggio, anche al fine di poter verificare l'efficacia delle opere realizzate. Si pone l'accento sull'importanza di prevedere una continua "programmata" manutenzione delle stesse e dell'area circostante, per poterne garantire l'efficacia nel tempo e non vanificare le risorse economiche utilizzate.

Per la messa in sicurezza dell'abitato, sia in attesa di realizzare interventi di tipo strutturale, ma anche per una futura programmazione territoriale deve essere valutata l'eventualità di adottare misure di salvaguardia preventiva, quali l'imposizione di vincoli urbanistici nelle nuove zone a rischio individuate, o, come già in parte effettuato, procedere allo sgombero delle abitazioni lesionate.

## **COMUNE DI TRIVENTO**

### **DESCRIZIONE DEI LUOGHI E GEOLOGIA**

L'abitato di Trivento è situato nella zona centro occidentale della Regione Molise, sulla destra idrografica del fiume Trigno, a circa 550 m s.l.m.

L'abitato si sviluppa su una dorsale delimitata da versanti acclivi, generati dai processi erosivi del torrente Rivo (Figura 1.4.20), affluente di destra del fiume Trigno. Il substrato è costituito da un complesso con alternanza di calcareniti e breccie contenente intercalazioni marnose, riferibile alla Formazione di Tufillo. Lungo la porzione del territorio comunale posta in destra orografica del Torrente Rivo (Figura 1.4.21), coinvolta in fenomeni franosi, affiorano argille marnose grigie, verdastre, con intercalazioni di calcari detritici fini, attribuibili al complesso delle Argille Varicolori Aucutt.



*Figura 1.4.20: Ortofotocarta dell'abitato di Trivento; in rosso è evidenziata l'area interessata dai fenomeni franosi.*

### **TIPOLOGIA DEL DISSESTO E CAUSE**

Le caratteristiche geologiche, morfologiche e idrogeologiche conferiscono all'area un'elevata propensione al dissesto (Figura 1.4.21), che si manifesta attraverso movimenti franosi classificabili come scorrimenti rotazionali, nell'area adiacente al centro abitato, e come colate superficiali che hanno asportato la copertura detritica ed il terreno vegetale nell'area rurale.



*Figura 1.4.21: Ortofotocarta di un'area rurale nel territorio Comunale di Trivento, posta in destra idrografica del Torrente Rivo; in rosso sono evidenziate le aree interessate dai fenomeni franosi.*

#### **STRUTTURE E MANUFATTI COINVOLTI E/O IN CONDIZIONI DI RISCHIO IDROGEOLOGICO**

Il movimento franoso sviluppatosi immediatamente a valle del centro abitato ha parzialmente coinvolto la strada provinciale n. 150 Trignina ed una strada comunale di accesso ad una discarica e ad alcuni poderi (Figura 1.4.22).

I fenomeni franosi rilevati, rappresentano la riattivazione ed evoluzione di movimenti preesistenti, che determinano, per la parte riguardante il centro abitato, un progressivo arretramento della corona di frana sino a minacciare alcune case.



*Figura 1.4.22: Panoramica del fenomeno franoso immediatamente a valle del centro abitato, che ha coinvolto una strada provinciale ed una comunale.*



*Figura 1.4.23: La frana riattivatasi a sudest dell'abitato ha reso inutilizzabile una strada di accesso ad una discarica e ad alcuni poderi.*

L'alveo del fosso del torrente Rivo era attraversato da un ponte che ha subito lesioni a seguito della piena ed è parzialmente crollato (Figura 1.4.24).



*Figura 1.4.24: La piena del Torrente Rivo ha determinato il crollo di parte di un ponte della strada comunale*

---

## **INTERVENTI PRECEDENTI**

Il territorio in esame è stato in passato interessato da molteplici interventi di sistemazione idrogeologica, principalmente volti alla protezione della sede stradale provinciale che sono risultati non del tutto efficaci in termini di mitigazione del rischio.

## **PROPOSTE D'INTERVENTO**

Solo un attento studio del territorio e delle dinamiche evolutive potrà determinare le scelte progettuali, vista anche la vastità e complessità dei fenomeni rilevati. A tale scopo si consiglia di preventivare, se non già realizzata, un'approfondita campagna di studi geomorfologici e geognostici.

Interventi di tipo strutturale: per la messa in sicurezza della porzione dell'abitato interessata, compatibilmente con i risultati delle indagini da effettuare, si consiglia di porre grande attenzione alla raccolta e allo smaltimento delle acque superficiali, di origine meteorica e/o di ruscellamento del versante, e di quelle profonde.

Interventi di tipo non strutturale: si sottolinea l'importanza di prevedere una continua attività di manutenzione e monitoraggio di tutte le opere già realizzate, finalizzata a garantirne la funzionalità nel tempo. Dovrà inoltre essere previsto un programma di rimboschimento attraverso la messa a dimora di essenze arboree ed arbustive appropriate, che garantiscano una protezione del suolo dai processi erosivi.

Nei settori che hanno mostrato nel tempo una instabilità diffusa dovrà essere valutata l'opportunità di adottare opportuni vincoli urbanistici e prescrizioni circa le modalità di uso agro-forestale del suolo.

## **COMUNE DI GUARDIALFIERA (CB)**

### **DESCRIZIONE DEI LUOGHI E GEOLOGIA**

L'abitato di Guardialfiera (Figura 1.4.25) è situato nella zona centro occidentale della Regione Molise, sulla sinistra idrografica del fiume Biferno, immediatamente a monte della diga del Liscione, a circa 250 m s.l.m. Il centro storico è stato edificato su di un complesso torbiditico costituito da alternanza di calcareniti e brecchie, con intercalazione di marne in strati sottili e medi, riferibile alla Formazione di Tufillo. Lateralmente ad essa, in probabile contatto tettonico, nel settore settentrionale ed orientale dell'abitato, sono presenti depositi prevalentemente argillo-marnosi alto-miocenici.

### **TIPOLOGIA DEL DISSESTO E CAUSE**

Le caratteristiche geologiche, morfologiche e idrogeologiche conferiscono all'area un'elevata propensione al dissesto, che si manifesta con l'attivazione ed evoluzione di scorrimenti superficiali s.l., rotazionali e colate.



Figura 1.4.25: Ortofotocarta dell'abitato di Guardialfiera; in rosso sono evidenziate le aree interessate dai fenomeni franosi.

### **STRUTTURE E MANUFATTI COINVOLTI E/O IN CONDIZIONI DI RISCHIO IDROGEOLOGICO**

I movimenti franosi attivatisi nel corso dell'evento alluvionale hanno coinvolto il cimitero e la strada provinciale di accesso al paese da valle (Figura 1.4.26). Inoltre nel settore settentrionale e centrale dell'abitato sono stati individuati segni di riattivazione di movimenti preesistenti, che attualmente minacciano di coinvolgere l'acquedotto e, nel settore delle case popolari e della caserma dei carabinieri, anche alcune abitazioni private.

### **PROPOSTE D'INTERVENTO**

Per la programmazione e progettazione dei futuri interventi di difesa idrogeologica dell'abitato di Guardialfiera sarà necessario considerare che il territorio comunale, anche se minacciato da rilevanti ed estesi fenomeni di dissesto, presenta notevoli valenze ambientali e rappresenta una risorsa economica per la comunità locale, dedita tuttora alle attività agricole. Le future soluzioni progettuali dovranno, quindi, garantire oltre che l'efficacia tecnico-funzionale dell'intervento, anche gli aspetti ecologici, estetico-paesaggistici e naturalistici ad esso connessi. Inoltre, a supporto della progettazione, dovranno essere eseguite dettagliate indagini geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche.



*Figura 1.4.26: Il fenomeno franoso sta coinvolgendo il cimitero e la strada provinciale di accesso al paese.*

Per la mitigazione del livello di rischio idrogeologico che riguarda l'abitato di Guardialfiera si ritiene opportuno suggerire la realizzazione dei seguenti interventi:

#### **INTERVENTI DI TIPO STRUTTURALE**

Per la messa in sicurezza dei versanti interessati dai fenomeni di dissesto si consiglia di realizzare opere di consolidamento e di regimazione delle acque di scorrimento superficiale, affinché esse possano essere allontanate in idonei recapiti.

#### **INTERVENTI DI TIPO NON STRUTTURALE**

Nelle porzioni di territorio coinvolte nei fenomeni franosi dovrà essere valutata l'opportunità di adottare adeguati vincoli urbanistici e prevedere misure prescrittive circa le modalità di uso agro forestale del suolo.

### **COMUNE DI CIVITACAMPOMARANO (CB)**

#### **DESCRIZIONE DEI LUOGHI E GEOLOGIA**

L'abitato di Civitacampomarano è situato nella zona centrale della Regione Molise, si estende alla quota media di 511 m s.l.m., su una stretta dorsale delimitata a nord dalla valle del Torrente Mordale a sud dalla valle del torrente Vallone Grande, principale corso torrentizio della zona ed affluente di sinistra idrografica del F. Biferno (Figura 1.4.27).



Figura 1.4.27: Ortofotocarta dell'abitato di Civitacampomarano; in rosso sono evidenziate le aree interessate dai fenomeni franosi.

Nell'area in esame affiorano depositi torbiditici oligo-miocenici, costituiti in prevalenza da alternanze di argille e marne con frequenti e, talora potenti, intercalazioni di arenarie, siltiti e calcari.

Tale substrato è ricoperto da una coltre di alterazione, in parte pedogenizzata, di spessore compreso tra 1 e 8 metri, le cui caratteristiche lito-tecniche sono nettamente più scadenti del substrato stesso e che presenta una circolazione idrica concentrata nei periodi più piovosi.

#### **TIPOLOGIA DEL DISSESTO E CAUSE**

Il territorio del comune di Civitacampomarano è caratterizzato da numerosi e imponenti fenomeni di dissesto, classificabili come scivolamenti traslativi e colate, dove i versanti sono impostati su rocce prevalentemente argillose, e come crolli di prismi rocciosi per erosione al piede, su versanti caratterizzati dall'affioramento di prevalenti depositi arenacei.

La dinamica evolutiva del versante settentrionale della dorsale, su cui è situato l'abitato di Civitacampomarano, è controllata dai processi erosivi del Torrente Mordale, che nel tratto in esame scorre incassato in una gola, con alte pareti che superano gli 80 m di altezza. Tali fenomeni hanno prodotto ripetuti scivolamenti, scorrimenti, crolli e l'arretramento dell'intero versante in destra idrografica del torrente Mordale, fin sotto il centro abitato (Figura 1.4.28).

Alla fine degli anni '90 alcuni movimenti gravitativi verificatisi in corrispondenza del cimitero avevano provocato l'interruzione della S.S. n. 157 al km 33,700, facendo arretrare il bordo della scarpata sino a pochi metri dal muro di cinta del cimitero stesso, determinando così una situazione critica per la sua stabilità. Le intense piogge occorse nel gennaio scorso hanno prodotto diffusi e rilevanti fenomeni di dissesto sui versanti prospicienti la valle del Torrente Mordale, aggravando una situazione già molto critica.





*Figura 1.4.28: Versante in destra idrografica del Torrente Mordale. I fenomeni di arretramento del versante stanno scalzando le fondazioni di alcune abitazioni.*

### **STRUTTURE E MANUFATTI COINVOLTI E/O IN CONDIZIONI DI RISCHIO IDROGEOLOGICO**

I fenomeni di dissesto, verificatisi nel corso dell'evento meteorico dello scorso gennaio, hanno elevato ulteriormente il livello di rischio idrogeologico che grava sulla porzione settentrionale del centro abitato e sulla S.S. 115, nel tratto prossimo all'abitato stesso.

Sulla scarpata a monte della S.S. n.115, si sono verificati diversi fenomeni di scivolamento della coltre superficiale, che hanno coinvolto alcune reti paramassi, messe in opera per la protezione della stessa. Fenomeni erosivi superficiali hanno interessato parte degli interventi realizzati con fondi del D.L. 180/98.

### **INTERVENTI PRECEDENTI**

Nel bacino del Torrente Mordale in passato sono stati realizzati diversi interventi di sistemazione idrogeologica. Con i fondi P.O.P., nell'area del cimitero, sono stati realizzati una paratia di pali e un sistema di drenaggi e canalizzazioni. Con i fondi della L. 74/96 della Protezione Civile sono stati stanziati circa €500.000,00, per il risanamento dell'area del Torrente Mordale (il progetto è in corso di redazione).

A sud del centro abitato sono stati realizzati diversi interventi di mitigazione del rischio idrogeologico, finalizzati sia al consolidamento del versante sia alla difesa dai fenomeni di erosione lungo il corso del torrente Vallone Grande, in parte finanziati con i fondi del D.L. 180/98.

### **PROPOSTE D'INTERVENTO**

Per la programmazione dei futuri interventi di difesa idrogeologica dell'abitato di Civitacampomariano sarà necessario considerare che il territorio circostante anche se minacciato da rilevanti ed estesi fenomeni di dissesto, presenta notevoli valenze ambientali e rappresenta una risorsa economica per la comunità locale, dedita tuttora, in prevalenza, alle attività agricole. Le future soluzioni progettuali dovranno, quindi, garantire oltre che l'efficacia tecnico-funzionale dell'intervento, anche gli aspetti ecologici, estetico-paesaggistici e naturalistici ad esso connessi.

---

Le opere dovranno tener conto della vocazione del territorio stesso, vale a dire della tendenza evolutiva dei processi in atto e della loro interazione con le attività antropiche. L'esecuzione di dettagliate indagini geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche potrà essere di notevole ausilio per la progettazione, mentre la componente antropica dovrà essere valutata soprattutto per quanto riguarda le attività di disboscamento e la realizzazione di vie di collegamento e delle relative opere accessorie.

Per la mitigazione del livello di rischio idrogeologico che grava sull'abitato di Civitacampomariano si ritiene opportuno suggerire la realizzazione dei seguenti interventi:

*Interventi strutturali:*

- realizzazione di opere per la difesa dai processi di erosione di fondo e di sponda, lungo il corso del Torrente Mordale;
- consolidamento dei versanti;
- realizzazione di opere idrauliche di regimazione delle acque di deflusso superficiale e profondo, al fine di un loro efficace allontanamento dalle aree in dissesto;
- ricostituzione della copertura vegetale, con specie autoctone arboree e arbustive.

*Interventi non strutturali:*

- regolamentazione dell'uso del territorio nelle zone vulnerabili tramite l'emanazione di vincoli urbanistici, di regolamentazioni edilizie e di prescrizioni agro-forestali;
- previsione di continue attività di manutenzione ordinaria e straordinaria di tutte le opere realizzate, finalizzate a garantirne e verificarne l'efficacia nel tempo, evitando così di vanificare le risorse economiche spese. Si consiglia anche di effettuare attività di monitoraggio del territorio, rivolte a controllare i meccanismi evolutivi dei fenomeni ed individuarne tempestivamente eventuali riattivazioni.

## **COMUNE DI TAVENNA**

### **DESCRIZIONE DEI LUOGHI E GEOLOGIA**

Il comune di Tavenna, situato nella parte orientale della Regione Molise, si estende su un territorio collinare con forme morbide e versanti di media acclività (Figura 1.4.29), in posizione vicina allo spartiacque Trigno-Biferno.

Dal punto di vista geologico, nell'area in esame affiorano litotipi con scadenti caratteristiche meccaniche ed elevata propensione al dissesto, costituiti da una successione torbiditica rappresentata in prevalenza da marne, calcari marnosi e argille sabbiose con intercalazione di calcareniti, attribuibili alla Formazione Serrapalazzo o alle Marne di Toccocapiano *Auct.*

### **TIPOLOGIA DEL DISSESTO E CAUSE**

Durante l'evento alluvionale, le zone rurali del territorio del comune di Tavenna sono state diffusamente colpite dai fenomeni di dissesto, classificabili come soil-slip, movimenti complessi del tipo scorrimenti rotazionali e scivolamenti traslativi evoluti in colate di terra, fango e detriti.

Le cause dei dissesti sono da ricercarsi principalmente nelle scadenti caratteristiche litotecniche delle rocce affioranti e nella insufficiente regimazione delle acque di circolazione superficiale.



*Figura 1.4.29: Ortofotocarta dell'abitato di Tavenna; in rosso è evidenziata l'area interessata dai movimenti di versante.*

#### **STRUTTURE E MANUFATTI COINVOLTI E/O IN CONDIZIONI DI RISCHIO IDROGEOLOGICO**

I suddetti dissesti hanno coinvolto estese aree coltivate a seminativi e alberi da frutto, danneggiato in modo rilevante diverse strade interpoderali e comunali (Figura 1.4.30) e lesionato alcuni edifici rurali.



*Figura 1.4.30: Tratto di strada comunale disarticolato dai movimenti di versante.*



Figura 1.4.31: Deformazioni di un tratto di strada e di un cordolo in c.l.s., di recente sistemazione.

### **INTERVENTI PRECEDENTI**

Alcuni dei tratti delle strade interpoderali e comunali coinvolti dai movimenti franosi erano stati risistemati recentemente, mediante il rifacimento del manto stradale e la realizzazione di opere di consolidamento per la protezione delle scarpate laterali, con muri di contenimento e gabbionate (Figura 1.4.31).

### **PROPOSTE D'INTERVENTO**

La programmazione di futuri interventi finalizzati alla riduzione del rischio idrogeologico deve tener conto della vocazione del territorio interessato, in termini di tendenza evolutiva dei processi in atto. Sarà opportuno effettuare un'attenta analisi di tutti i fenomeni naturali e della loro interazione con le attività antropiche. A tale fine si consiglia di realizzare anche una dettagliata campagna di indagini geomorfologiche, idrogeologiche e geognostiche per l'acquisizione di conoscenze relative principalmente alla tipologia e geometria dei fenomeni di dissesto presenti, alla profondità ed entità dell'acquifero e alle caratteristiche idrauliche dei versanti.

Le soluzioni progettuali previste dovranno garantire, oltre che l'efficacia tecnico-funzionale dell'intervento, anche gli aspetti ecologici, estetico-paesaggistici e naturalistici ad esso connessi.

*Interventi di tipo strutturale:* per la messa in sicurezza delle aree in dissesto si consiglia la realizzazione di interventi finalizzati alla regimazione delle acque di deflusso superficiale e profondo e al consolidamento dei versanti.

*Interventi non strutturali:* si pone l'accento sull'importanza di prevedere continue attività di manutenzione ordinaria e straordinaria di tutte le opere realizzate, finalizzate a garantirne e verificarne l'efficacia nel tempo, evitando così di vanificare le risorse economiche precedentemente utilizzate. Fondamentali dovrebbero essere le attività di monitoraggio del territorio, rivolte a controllare i meccanismi evolutivi che concorrono ad innescare i movimenti di versante.

---

Si consiglia anche di valutare l'opportunità di applicare dei vincoli agro-forestali, in un'area dove sono diffuse le attività agricole.

### **BASSO CORSO DEL FIUME BIFERNO**

Le intense precipitazioni verificatesi nei giorni tra il 23 ed il 27 gennaio 2003 hanno provocato la piena del fiume Biferno che ha tracimato in più punti causando l'allagamento della zona industriale di Termoli e il cedimento di alcuni tratti di argine e di sponda (Figure 1.4.32 e 1.4.33).



*Figura 1.4.32: Ortofotocarta dell'area industriale di Termoli; in verde sono evidenziati i punti in cui hanno ceduto argini o sponde del fiume Biferno, con le frecce azzurre sono indicate le aree inondate e la direzione di flusso della piena.*

#### **A) AREA INDUSTRIALE DI TERMOLI**

La piena del fiume Biferno ha causato, a monte dell'area industriale, l'esondazione dalle sponde e la rottura in più punti degli argini, laddove esistenti. In particolare tali fenomeni si sono verificati sul lato concavo dei meandri, in corrispondenza del quale è maggiore l'attività erosiva.

L'acqua esondata ha allagato dapprima le aree agricole adiacenti il fiume (Figura 1.4.34) e successivamente è defluita verso valle causando ingenti danni alle industrie locali e la sospensione delle attività lavorative per numerosi giorni. Un'ulteriore rottura di argine si è verificata nel tratto d'alveo di fronte al depuratore del consorzio industriale (Figura 1.4.35). Non sono stati segnalati danni alle discariche presenti in zona.

Proposte d'intervento: per la programmazione e progettazione dei futuri interventi finalizzati al contenimento degli effetti idraulici del corso del fiume Biferno, nel tratto compreso tra la diga del Liscione e l'area industriale di Termoli, dovranno essere valutati la vocazione naturale ed i limiti del territorio. Per la definizione dei quali occorrerà effettuare un'attenta analisi di tutti i fenomeni naturali in gioco e della loro interazione con le attività antropiche.



*Figura 1.4.33: Ortofotocarta della foce del fiume Biferno; in giallo sono evidenziati i tratti in cui si è verificato il cedimento dell'argine, tratteggiato in azzurro le aree dove gli intensi fenomeni erosivi hanno provocato l'avanzamento del mare.*



*Figura 1.4.34: La piena del Biferno ha provocato l'allagamento delle aree agricole adiacenti il fiume, che hanno svolto la funzione di bacini di laminazione.*



*Figura 1.4.35: Nell'area industriale di fronte al depuratore si è verificata una delle rotte dell'argine fluviale.*

In un'area fortemente antropizzata come quella in esame, i fenomeni naturali non sono più liberi di evolvere secondo le proprie dinamiche, ma sono condizionati dalle necessità dell'uomo, che ha occupato la piana alluvionale del F. Biferno, con strutture e infrastrutture industriali, linee di comunicazione primarie e secondarie, aree coltivate, argini e canali. Tutto ciò ha incrementato significativamente il rischio idraulico, che dovrà essere contrastato adottando una politica del territorio che tenda a bilanciare i precari equilibri geologico-idraulici con le necessità di sviluppo economico, effettuando interventi di messa in sicurezza delle aree più a rischio.

Interventi di tipo strutturale: in particolare, si suggerisce di effettuare, se non già esistente, un approfondito studio idraulico al fine verificare quali tratti di argine e di sponde debbano essere consolidati o rinforzati, in considerazione delle numerose aree vulnerabili messe in evidenza dall'evento idraulico eccezionale.

## **B) FOCE DEL FIUME BIFERNO**

La piena del fiume Biferno in concomitanza con forti venti di grecale che spingevano verso l'entroterra ha provocato la rottura degli argini lungo la foce e l'allagamento di una parte delle aree costiere.

Le future soluzioni progettuali dovranno garantire oltre all'efficacia tecnico-funzionale dell'intervento, anche gli aspetti ecologici, estetico-paesaggistici e naturalistici ad esso connessi. Inoltre, a supporto di ogni progettazione dovranno essere eseguite delle dettagliate indagini idrauliche, idrogeologiche e geomorfologiche.

### *Proposte d'intervento di tipo strutturale*

- Nel tratto della foce del fiume Biferno si propone:
- ricostruire i tratti di argini distrutti;
- effettuare la pulizia e l'eventuale riprofilatura dell'alveo.
- realizzare il ripascimento artificiale, con sedimenti idonei, dei tratti di costa interessati dai fenomeni erosivi.

---

## COMUNE DI RICCIA (CB)

### DESCRIZIONE DEI LUOGHI E GEOLOGIA

L'abitato di Riccia è situato nella zona centro orientale della Regione Molise, a circa 650 m s.l.m., sulla sinistra idrografica del T. Sùccida, affluente di sinistra del fiume Fortore. L'abitato si sviluppa su una dorsale delimitata da versanti piuttosto acclivi, generati dai processi erosivi del T. Sùccida e di un tributario.

La dorsale è costituita, in prevalenza, da alternanze di calcari, calcari marnosi, marne e arenarie, contenenti intercalazioni talora di notevole spessore, di brecce e calcareniti poligeniche, riferibili alla porzione superiore della formazione delle Argille Varicolori o alla formazione del Flysch Numidico Auctt.

### TIPOLOGIA DEL DISSESTO E CAUSE

Nella parte inferiore del versante inciso dal T. Sùccida si è manifestato uno scorrimento rotazionale e traslazionale.



Figura 1.4.36: Ortofotocarta dell'abitato di Riccia; in rosso è evidenziata l'area interessata dal movimento gravitativo.

### STRUTTURE E MANUFATTI COINVOLTI E/O IN CONDIZIONI DI RISCHIO IDROGEOLOGICO

Il movimento franoso ha coinvolto un tratto della strada di accesso all'abitato e un tratto dello svincolo di raccordo alla S.S. n. 212 (Figura 1.4.37).

Ulteriori riattivazioni del movimento potrebbero determinare un processo di arretramento del versante e il coinvolgimento del centro abitato sovrastante.





Figura 1.4.37: Il fenomeno franoso ha coinvolto lo svincolo di raccordo alla SS. N. 212.

### **INTERVENTI PRECEDENTI**

In passato sono stati realizzati alcuni interventi volti alla protezione della sede stradale, che sono stati coinvolti nel dissesto.

Lungo il tratto d'alveo del T. Sùccida, prospiciente l'area in esame, si osservano opere di protezione spondale che apparentemente non sembrano essere state interessate dai movimenti di versante.

### **PROPOSTE D'INTERVENTO**

La programmazione di futuri interventi finalizzati al ripristino della viabilità dovrà tener conto della tendenza evolutiva dei processi in atto sul territorio e della loro interazione con le attività antropiche.

A supporto della fase di progettazione, si consiglia di realizzare dettagliate indagini geomorfologiche, idrogeologiche e geognostiche, finalizzate all'individuazione dei meccanismi evolutivi che concorrono ad innescare i movimenti di versante.

#### *Interventi di tipo strutturale*

Per la messa in sicurezza della porzione dell'abitato interessata, compatibilmente con i risultati delle indagini geognostiche, si consiglia di realizzare:

- controllo di eventuali perdite della rete idrica e fognaria nella porzione di abitato sovrastante;
- drenaggio delle acque profonde;
- raccolta e smaltimento delle acque superficiali di origine meteorica e/o di ruscellamento;
- consolidamento dei settori più a rischio del versante in oggetto, se ritenuti necessari dopo attenta valutazione.

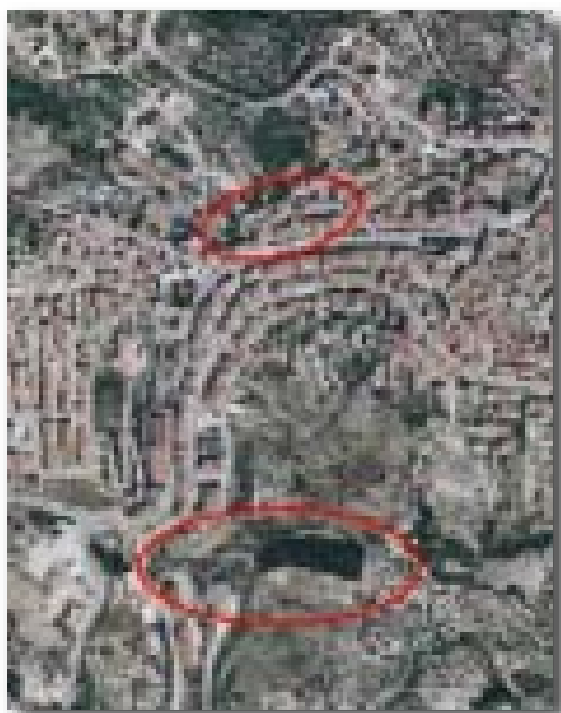
L'evoluzione del fenomeno dovrebbe essere oggetto di costante monitoraggio, al fine di poter verificare l'efficacia delle opere realizzate.

---

## COMUNE DI COLLETORTO (CB)

### DESCRIZIONE DEI LUOGHI E GEOLOGIA

Il centro abitato di Colletorto è situato alla quota media di 500 m s.l.m., ad est-nordest del Capoluogo di Regione, in sinistra idrografica del Fiume Fortore.



*Figura 1.4.38: Ortofotocarta dell'abitato di Colletorto; in rosso sono evidenziate le aree interessate dai fenomeni franosi.*

Nelle aree interessate dai dissesti (Figura 1.4.38), affiora un complesso costituito da brecce calcaree, calcari e calcareniti contenenti abbondanti intercalazioni marnose ed argillose, riferibile alla formazione del Flysch della Daunia Aucutt., localmente ricoperti da detriti, colluvi e terreni di riporto di modesto spessore. La morfologia, prevalentemente di tipo collinare morbido, presenta apprezzabili discontinuità nell'energia del rilievo in corrispondenza delle principali incisioni ad est e sud dell'abitato, rispettivamente costituite dal vallone S. Rocco e dal Fosso S. Maria (affluente di sinistra del Fiume Fortore). Lungo tali rotture di pendio tendono ad originarsi movimenti gravitativi con diversa tipologia ed entità.

### TIPOLOGIA DEL DISSESTO E CAUSE

La porzione sudorientale dell'abitato è interessata da due distinti fenomeni di dissesto, ubicati nella parte sommitale del versante:

Area nei pressi del Vallone S. Rocco

E' interessata da un fenomeno gravitativo classificabile nel campo degli scorrimenti s.l., connesso con l'attività erosiva esercitata dal corso d'acqua del Vallone S. Rocco nella porzione più elevata del bacino. L'evoluzione morfologica ha mostrato un netto aggravamento della situazione dopo l'evento alluvionale del

---

23-27 gennaio. A seguito di ciò si sono manifestati cedimenti del terreno nei pressi del settore in erosione e lesioni su alcuni fabbricati e sulla sede della Strada Provinciale (Figura 1.4.39).

*Area nei pressi di Corso Vittorio Emanuele*

Come in passato verificato e testimoniato a seguito di sopralluoghi e riunioni disposte dal GNDCI del C.N.R. nel 1994, dalla Protezione Civile e dall'Assessorato Regionale Protezione Civile nel 1998, l'area è interessata da fenomeni di dissesto di tipologia non ancora univocamente definita, che hanno mostrato una decisa riattivazione negli anni recenti e determinano lesioni, essenzialmente costituite da fessure passanti, sulla facciata e all'interno di numerose abitazioni.



*Figura 1.4.39: Forme di erosione concentrata sulla testata del vallone S. Rocco*

### **STRUTTURE E MANUFATTI COINVOLTI E/O A RISCHIO**

Come detto nel paragrafo precedente, sono coinvolte vie di comunicazione di importanza primaria e secondaria e numerosi fabbricati per abitazione civile.

### **INTERVENTI PRECEDENTI**

Non risulta che interventi significativi siano mai stati realizzati ai fini della mitigazione del rischio. Le aree in oggetto sono state in precedenza inserite in due programmi di finanziamento: a) Ordinanza 1° luglio 1997 da parte della Presidenza del Consiglio dei Ministri, pubblicata su G.U. n.159 del 10/07/1997; inserito in "fascia C", attualmente non finanziata; b) piani di previsione di finanziamento per il quadriennio 1998-2001, ai sensi della L. 183/89 e L. 253/90; finanziamento mai attivato.

### **PROPOSTE D'INTERVENTO**

In base ai documenti acquisiti ed alla situazione verificata sul sito di indagine, come prospettato in precedenti occasioni da altri Istituti, si evidenzia l'urgenza di realizzare di interventi di bonifica dei dissesti. La programmazione di efficaci opere per la mitigazione del rischio nei due settori dell'abitato sopra individuati richiede un'accurata conoscenza delle dinamiche evolutive dei fenomeni in atto. A tal fine, come già mani-

---

festato nelle intenzioni dall'Amministrazione Comunale, a corredo della fase progettuale di eventuali interventi, si consiglia di realizzare un'accurata campagna di indagini geognostiche e idrogeologiche, in modo da individuare esattamente la tipologia di dissesto (soprattutto per il settore di Corso Vittorio) e poter scegliere le tipologie d'opera più idonee. Particolare attenzione dovrà essere posta anche nel valutare l'interazione dei fenomeni con le strutture antropiche già esistenti.

Le soluzioni progettuali previste dovranno garantire, oltre che l'efficacia tecnico-funzionale degli interventi, anche gli aspetti paesaggistici e naturalistici ad esso connessi, visto il notevole pregio estetico ed ambientale dell'area interessata.

In attesa dei risultati delle indagini proposte, in via preliminare si può consigliare la realizzazione dei seguenti interventi:

*Interventi di tipo strutturale:*

- consolidamento delle aree e delle strutture interessate da dissesto;
- regimazione delle acque superficiali e meteoriche, drenaggio di quelle profonde e realizzazione di opere di smaltimento nella rete idraulica esistente; controllo ed eventuale ampliamento della rete fognaria (segnatamente per il settore di Corso Vittorio);
- costruzione di opere di contenimento del versante e di protezione nei confronti dei fenomeni erosivi superficiali (Vallone S. Rocco).

Interventi non strutturali: nel futuro, l'evoluzione del fenomeno dovrebbe essere oggetto di monitoraggio, al fine di poter verificare l'efficacia delle opere realizzate ed individuare eventuali tendenze evolutive dei movimenti o l'eventuale parziale danneggiamento delle stesse strutture. Oltre a ciò, al fine di non vanificare le risorse economiche precedentemente utilizzate, si ritiene necessario assicurare una costante manutenzione delle stesse.

In attesa di realizzare interventi di tipo strutturale, si consiglia di adottare, qualora non sia ancora stato fatto, misure di salvaguardia preventiva, come ad esempio vincoli urbanistici o limitazioni d'uso, e di procedere alla loro rimozione solo dopo attenta valutazione.

#### **1.4.4 Conclusioni e raccomandazioni**

I sopralluoghi speditivi effettuati da tecnici dell'APAT nel territorio della Regione Molise, a circa un mese dall'evento alluvionale, hanno permesso di fornire un quadro preliminare sufficientemente definito dei fenomeni verificatisi, dei conseguenti danni agli edifici ed alle infrastrutture e dei principali fattori che hanno controllato l'evoluzione dei dissesti più significativi. Sulla base delle analisi condotte è stato possibile anche fornire elementi utili per l'adozione di misure atte alla riduzione del rischio, sia attraverso opere di risanamento puntuale, sia attraverso l'intervento sulle dinamiche complessive e sulla loro interazione con le attività antropiche.

Per quanto si è potuto appurare, i maggiori danni si sono verificati nell'alta provincia di Isernia (Agnone) e nelle zone collinari del medio corso dei bacini dei fiumi Trigno, Biferno e Fortore; essi sono stati determinati in larga parte dalla riattivazione ed estensione di frane preesistenti, ma anche dalla formazione di nuovi fenomeni di dissesto. L'esame dei luoghi ha confermato che le aree più colpite, sia per le caratteristiche litotecnico e meccaniche dei terreni, sia per il contesto geomorfologico locale, mostrano una propensione al dissesto molto elevata. In molti centri abitati si sono verificati danni di rilevante entità alle infrastrutture e condizioni di elevato rischio per le persone, generalmente rilevabili in contesti di pregressa e ben nota pericolosità (fenomenologica) indotta da movimenti gravitativi di diversa tipologia. Situazioni ad elevato rischio sono state rilevate anche nella bassa provincia di Isernia, non coinvolta dall'alluvione di gennaio 2003, ma interessata da un analogo evento nell'ottobre 2002.

La tipologia di frana di neoformazione maggiormente diffusa è stata costituita da scorrimenti e colate super-

---

ficiali in terreni argillo-marnosi, che hanno prevalentemente coinvolto la coltre di copertura detritica e quella di alterazione del substrato. Tali fenomeni, tuttavia, hanno causato problemi solo per la viabilità e le attività agricole, mostrando un modesto sviluppo areale ed interessando zone di aperta campagna. I settori di bassa valle dei tre bacini citati sono stati interessati essenzialmente da fenomeni di erosione delle sponde fluviali e conseguente locale esondazione, particolarmente significativi nell'area industriale di Termoli, lungo il corso del Fiume Biferno a valle della Diga del Liscione. In tale area non sono stati segnalati danni ai siti con più elevata vulnerabilità ambientale.

Per quanto riguarda le cause dei maggiori fenomeni di dissesto, considerato quanto detto in merito alle caratteristiche meccaniche dei terreni, risulta assolutamente evidente che il principale elemento scatenante è rappresentato dalle caratteristiche dell'evento meteorologico, che ha, con ogni probabilità, presentato anche alcuni picchi di precipitazione oraria molto significativi, giungendo al culmine di una stagione invernale già caratterizzata da abbondanti precipitazioni. Fra gli elementi predisponenti, oltre alle caratteristiche litologiche, il contributo maggiore è da attribuirsi alle gravi carenze nella regimazione del reticolo idrografico o di smaltimento delle acque superficiali, con canalizzazioni improprie o assenti.

Come già osservato in occasione delle recenti crisi idrogeologiche verificatesi sul territorio nazionale (Piemonte 1994, Soverato e Piemonte – Valle d'Aosta 2000, Isola d'Elba 2002) anche nel presente evento alluvionale è possibile formulare le seguenti considerazioni:

- l'antropizzazione di alcune parti del territorio con vocazione naturale ed elevata propensione al dissesto, il non corretto uso del suolo, hanno, in qualche caso, amplificato gli effetti del fenomeno. A fronte di manufatti e infrastrutture realizzati in punti critici per ciò che concerne la dinamica dei versanti e dei corsi d'acqua, l'adozione di opportune misure di salvaguardia avrebbe potuto spesso limitare la portata dei danni materiali;
- alcune opere strutturali eseguite in precedenza sono state coinvolte dai dissesti, (ad esempio le bioreti realizzate a Roccapivara, CB) rivelandosi, pertanto, inadeguate. La dinamica dei dissesti è stata condizionata dalla cattiva manutenzione delle opere già esistenti. Una migliore conoscenza del territorio e dei suoi aspetti evolutivi avrebbe potuto fornire un significativo contributo per una migliore progettazione degli interventi.

Le proposte per la rimozione delle situazioni più critiche ed il recupero ambientale delle zone più colpite e degradate, riportate in questo documento, prevedono la realizzazione di interventi sia di tipo strutturale che non strutturale. Una definizione più puntuale delle opere potrà essere effettuata solo a valle di una migliore conoscenza dei fenomeni naturali in atto e delle loro tendenze evolutive, anche in relazione alla programmazione territoriale. Tutto ciò permetterà la progettazione di lavori più mirati ed efficaci, evitando errori di scelta commessi nel passato.

In generale, per quanto evidenziato a proposito delle cause dei dissesti, fra gli interventi strutturali più urgenti, si evidenzia la necessità di provvedere ad una più efficace regimazione delle acque meteoriche e di ruscellamento, al fine di migliorare l'assetto idraulico dei versanti e di proteggere gli impluvi dai fenomeni erosivi.

Nelle zone di pianura, sebbene un intervento di costruzione di argini completi sia attualmente improponibile in termini economici, sarebbe opportuno mettere in sicurezza almeno le aree a più elevata vulnerabilità individuate a seguito dell'esondazione.

Fra gli interventi non strutturali si segnala la necessità di adottare, dove necessario, opportune misure di vincolo, rimovibili solo quando potrà essere raggiunta un'effettiva e definitiva riduzione dei livelli di rischio. Si consiglia, inoltre, di porre attenzione alla manutenzione del territorio e delle opere, al fine di poter salvaguardare da fenomeni di danneggiamento interventi già realizzati che hanno richiesto la spesa di ingenti risorse economiche. Opportune disposizioni sull'uso del suolo, come ad esempio la limitazione delle colture erbacee e cerealicole in aree con elevata propensione al dissesto, potrebbero ridurre sensibilmente la probabilità di attivazione di fenomeni franosi superficiali.