

3. TIPOLOGIA DEI PROCESSI

L'evento alluvionale del settembre-ottobre 1993 è stato caratterizzato essenzialmente da processi lungo la rete idrografica. I processi lungo i versanti sono stati, nel complesso, limitati e con scarsa diffusione areale, fatto salvo per una certa diffusione di fenomeni di fluidificazione delle coperture nei settori appenninici. I paragrafi seguenti (3.1 e 3.2) descrivono, brevemente e da un punto di vista generale, i principali processi sono tratti (con leggere modifiche) dall'*Atlante dei centri abitati instabili piemontesi* a cura della Regione Piemonte e del C.N.R. - I.R.P.I. (F. Luino, M. Ramasco, G. Susella, 1993, pag. 16-25).

3.1. Processi lungo i corsi d'acqua.

Nel trattare la vasta gamma dei processi idrodinamici che si manifestano lungo la rete idrografica in tempo di piena, è importante distinguere quelle fenomenologie caratterizzate da violenta attività torrentizia che si esplicano nei bacini montani con forti processi erosionali e deposizionali, da quelle che contraddistinguono i corsi d'acqua di pianura e di fondovalle i cui processi principali di inondazione e allagamento, pur investendo maggiori estensioni di territorio, determinano effetti generalmente meno gravi e consentono maggiori opportunità previsionali e di difesa.

La rete idrografica secondaria che solca i rilievi collinari e montuosi è caratterizzata, come accennato in precedenza, in regime di forti precipitazioni piovose, dallo sviluppo di fenomeni di violenta attività torrentizia. I fattori che determinano l'insorgenza di questi fenomeni sono essenzialmente:

- il regime delle precipitazioni, sovente caratterizzato, a quote elevate, da forti intensità e concentrazione;
- le ridotte dimensioni del bacino di alimentazione che comportano una risposta immediata agli apporti meteorici;
- le condizioni di forte pendenza dei tributari e dei collettori principali con conseguenti brevi tempi di corrivazione;
- la predisposizione dei versanti a fornire ingenti quantità di materiale solido.

L'attività torrentizia si caratterizza soprattutto per l'elevatissima capacità di trasporto solido alimentata essenzialmente dall'instaurarsi da fenomeni franosi nel bacino. La massa d'acqua in movimento prende in carico i materiali franati in alveo, aumentando ulteriormente il volume e la capacità erosiva durante la discesa sia per il sostanziale apporto di alberi sradicati, sia e soprattutto per i materiali alluvionali presenti in alveo che vengono facilmente rimobilizzati, fino talvolta al totale svuotamento dell'asta torrentizia. La miscela solido-liquida può raggiungere densità elevatissime (fino a 2 t/m³ nelle colate di detrito o lave torrentizie) (Govi, 1979), ed altezze notevoli, soprattutto nella parte frontale, anche di molto superiori a quelle ipotizzabili in base alle procedure di calcolo per le massime piene caratterizzate da soli deflussi liquidi. Il fenomeno, che può manifestarsi con più pulsazioni causate dalla formazione di temporanei sbarramenti in alveo successivamente sfondati o aggirati, generalmente si esaurisce nell'arco di qualche decina di minuti, lasciando tuttavia profonde trasformazioni nell'ambiente circostan-

te a causa delle grandi capacità erosive e deposizionali.

Come accennato in precedenza i problemi maggiori si manifestano sui coni di deiezione, sia perchè questi apparati rappresentano l'area naturale sulla quale vengono violentemente scaricati e deposti i materiali alluvionali trasportati durante la piena, sia perchè essi offrono da sempre favorevoli condizioni morfologiche allo sviluppo di insediamenti con un conseguente forte impatto modificatorio sull'andamento e dimensionamento dell'alveo per ragioni logistiche e di difesa.

Problemi molto gravi si manifestano anche lungo l'asta torrentizia che generalmente si sviluppa in fondovalle stretti, soprattutto là dove viabilità e piccoli centri abitati sono localizzati, per motivi di spazio, in condizioni di competizione con l'alveo del torrente.

Questi fenomeni sono molto frequenti nell'arco alpino e caratterizzati da tempi di sviluppo molto rapidi, direttamente proporzionali all'intensità e concentrazione delle precipitazioni. Possono coinvolgere numerosi bacini contigui durante grandi eventi alluvionali (Ossola, agosto 1978), oppure localizzarsi in singoli piccoli bacini durante precipitazioni brevi ed intense tipiche di temporali estivi (Quassolo, giugno 1942). Se da una parte frane e violenta attività torrentizia sono sovente responsabili di gravi disastri contraddistinti anche da un elevato numero di vittime, non si devono dall'altra dimenticare gli effetti prodotti dalle piene lungo la rete idrografica principale. Va infatti tenuto presente che in Piemonte piene eccezionali in diverse occasioni (1926, 1948, 1951, 1957, 1968, 1977, 1978, 1981 e 1987 solo per elencare le più importanti del nostro secolo) distrussero argini e ponti, allagarono campagne e paesi ed arrecarono danni economici gravissimi.

I più importanti corsi d'acqua che solcano l'alta pianura padana ed i principali fondovalle alpini ad essa associati manifestano la loro attività in due ambienti fisiografici distinti: il letto del corso d'acqua e la piana alluvionale ad esso pertinente.

Nel primo ambiente, tipologicamente definibile in base al modello planimetrico del canale di deflusso, si esplicano i processi idrodinamici più importanti, sia in regime normale sia di piena.

Il secondo ambiente, morfologicamente contraddistinto da forme fluviali relitte disposte a guisa di fascia più o meno ampia lungo l'asta fluviale, è generalmente sede di fenomeni di esondazione ed allagamento durante le piene più importanti. In quest'area i processi idrodinamici di deflusso delle acque sono sovente condizionati oltre che dalla topografia delle forme fluviali relitte, anche dai numerosi interventi antropici ivi realizzati.

Questi processi sono meno pericolosi di quelli torrentizi in quanto si manifestano con un certo ritardo a partire dall'evento meteorologico che li ha causati. Si esplicano generalmente con minore rapidità e violenza date le diminuite pendenze in cui si sviluppano, determinando tuttavia, anch'essi, gravi conseguenze per la collettività. Ciò anche in virtù di una sempre crescente occupazione da parte dell'uomo delle aree di pertinenza del corso d'acqua.

L'evento di piena fluviale si manifesta come un deflusso di molto superiore a quello che «normalmente» scorre nell'alveo.

Durante la fase parossistica gli effetti della piena sono rilevanti: la geometria dell'alveo subisce profonde modificazioni secondo un determinato modello evolutivo in base al quale è anche possibile prevedere il comportamento del corso d'acqua nel tempo. I processi erosivi e deposizionali che si instaurano a carico dei depositi alluvionali dell'alveo, apportando consistenti variazioni plano-altimetriche al suo profilo longitudinale e trasversale, determinano gravi ripercussioni sulle fondazioni delle opere di attraversamento, di derivazione e di difesa fluviale pregiudicandone la stabilità.

Quando la portata del corso d'acqua raggiunge valori superiori a quelli che l'alveo di massima piena o alveo contenuto entro le rive incise è in grado di contenere, avviene la tracimazione e l'esondazione per cui l'ac-

qua si espande su ampi settori delle zone circostanti.

La massa fluida trasporta con sé una parte del materiale mobilizzato all'interno dell'alveo: la quantità di tale materiale e la granulometria dipendono dall'energia della corrente.

Diminuendo di velocità lungo il percorso, inizia la deposizione progressiva della frazione solida e si genera così il fenomeno dell'«alluvionamento».

Molto più ampia è invece l'area che può essere occupata dall'acqua con allagamenti che si estendono, talora, per diversi km².

Come accennato in precedenza l'espansione e il deflusso delle acque nella piana alluvionale sono condizionate oltre che da fattori naturali (alvei abbandonati, scarpate erosionali relitte, ecc...), anche e soprattutto dalle interazioni che si manifestano con gli interventi eseguiti dall'uomo, sia che si tratti di opere di difesa quali arginature di vario tipo, sia di interventi di altra natura quali rilevati stradali e ferroviari, opere di derivazione, occupazioni urbane industriali e residenziali, attività agricole e di forestazione, ecc..., potendo tutti questi determinare ora fenomeni di riduzione della piena, ora fenomeni di forte amplificazione della stessa.

Una parte della rete idrografica piemontese affluente del Po a pertinenza alpina ha manifestato, per tratti più o meno estesi a partire dallo sbocco in pianura, l'instaurarsi di sensibili processi di modificazione tipologica dell'alveo (Maraga, 1991). Questo fenomeno, consistente nel passaggio da un alveotipo a modellamento pluricursale, ossia caratterizzato da sezioni larghe e piatte con più ramificazioni dell'alveo, a forme a modellamento monocursale in cui le sezioni di deflusso si restringono e approfondiscono fino a formare un canale unico, si è manifestato in modo sensibile a partire dagli anni '50. Ciò come conseguenza dello sviluppo di consistenti attività antropiche di controllo e difesa delle aree golenali e di estrazione di inerti dagli alvei attivi (Ramasco & Rossanigo, 1988; Maraga, 1989), che hanno indotto fenomeni di accelerazione di un proces-

so naturale già in atto per ragioni legate a variazioni naturali nel regime delle portate.

L'insieme di queste modificazioni, conosciuta come metamorfosi fluviale, ha comportato sostanzialmente vistosi fenomeni di abbassamento degli alvei per erosione del fondo e di riduzione delle sezioni trasversali con tassi del 50% (questa riduzione è stata osservata per almeno 6 corsi su 15 misurati) (Maraga, 1989). Tali fenomeni di metamorfosi fluviale, in alcuni casi anche molto evoluta, ha portato necessariamente a forme di maggiore instabilità dell'alveo stesso (Govi, 1979).

Ciò ha infatti determinato aumenti considerevoli nelle velocità di deflusso delle piene e quindi maggiori capacità erosive con ripercussioni estremamente gravi sulla statica delle difese fluviali e delle opere di attraversamento.

Per quanto concerne le esondazioni, pur diminuendo nei tratti d'alveo interessati dai fenomeni descritti, esse, a parità di deflussi integrali, diventano invece più gravi e frequenti per esaltazione dei livelli idrometrici, là dove si determinano restringimenti delle sezioni di deflusso sia antropici (ponti e relative opere di difesa) che naturali.

3.2. Processi d'instabilità dei versanti: evoluzione e cinematisimo.

Recenti studi compiuti sul territorio regionale hanno disegnato una realtà completamente diversa per quanto attiene i movimenti gravitativi di versante, rispetto a quelle che erano le conoscenze sul finire degli anni '70. Vasti settori dell'area alpina, che sui vecchi fogli geologici erano distinti come aree detritiche o depositi morenici, si sono rivelati in effetti come zone che, in epoca postglaciale, erano state coinvolte in grandi movimenti franosi. Lo studio fotointerpretativo condotto a tappeto sul territorio regionale ha permesso inoltre di riconoscere come legata alle fenomenologie delle frane tutta una

serie di particolarità morfologiche fino ad allora non evidenziate.

L'alto numero di processi individuati, la loro distinzione tipologica, l'individuazione per gruppi di caratteristiche comuni inerenti dimensioni, geometrie e localizzazioni hanno consentito delle interessanti correlazioni tra ambiente geomorfologico, caratteristiche litologico-strutturali dell'area e tipologie dei fenomeni. Si può in sintesi parlare di una zonizzazione delle fenomenologie in quanto si possono individuare settori di territorio caratterizzati dalla presenza di specifiche tipologie di frana (Regione Piemonte, CNR-IRPI & CSI Piemonte, 1990).

Nell'ambito di questo studio è stata utilizzata la classificazione di Varnes (1978) che suddivide i fenomeni franosi in sei classi principali in base al tipo di movimento (crolli, ribaltamenti, scorrimenti, espansioni laterali, colamenti e frane complesse) e, considerando anche il tipo di materiale coinvolto («roccia», «detrito» e «terra») ottiene un totale di 18 sottoclassi. Fornisce inoltre specifiche indicazioni sulle velocità dei movimenti, da estremamente rapidi (> 3 m/s) ad estremamente lenti (< 1 mm/anno). Si noti come, in fenomeni quali la caduta massi, si possano raggiungere velocità nell'ordine dei 35 m/s.

Essa ha consentito di distinguere 5 gruppi principali di fenomenologie franose presenti sul territorio regionale. Stabilendo una priorità in funzione della loro pericolosità, essi vengono qui di seguito elencate e descritte:

- a) crolli (*fall*) e valanghe di roccia (*rock avalanche*);
- b) frane per saturazione e fluidificazione dei terreni sciolti superficiali (Varnes le definisce *earth flow*, ma pare più corretta la definizione di Campbell (1975) *soil slip*);
- c) scorrimenti traslativi o rotazionali (*rock block slide* o *rock slump*);
- d) colamenti (*flow*).
- e) deformazioni gravitative profonde (*deep reaching gravitational deformation*)

Fra i fenomeni franosi ad azione

istantanea sono da annoverare anche le frane per saturazione e fluidificazione dei terreni sciolti superficiali (coperture detritiche eluviali, depositi morenici, ecc...) che si sviluppano in concomitanza a precipitazioni intense, conseguenti a lunghi periodi piovosi; in una area non estesa, se ne possono contare diverse centinaia anche durante un solo evento idrologico (Biellesse, novembre 1968, Alessandrino meridionale, ottobre 1977 e Val d'Ossola, agosto 1978). Questa tipologia di frana si sviluppa con maggior frequenza in ambiente prealpino e in zone collinari, seppure con connotazioni leggermente diverse, e coinvolge limitate porzioni di terreni incoerenti della copertura superficiale che le acque di infiltrazione hanno portato alla saturazione. Il dissesto si manifesta inizialmente come uno scivolamento di suolo che si evolve quasi subito in un colamento molto rapido, sovente incanalato nelle ripide incisioni torrentizie d'ordine inferiore. Questa possibilità, collegata al fatto che l'attivazione del fenomeno si verifica durante periodi di piogge intense, crea le condizioni perché una frana si trasformi in un processo di trasporto solido, rientrando così nelle fenomenologie d'instabilità che si sviluppano a carico della rete idrografica minore.

La velocità della massa franata, che dipende essenzialmente dal volume idrico immagazzinato e dalle resistenze d'attrito che si oppongono al movimento, può raggiungere valori compresi fra 2 e 9 m/s (Govi *et alii*, 1985), acquistando così una notevole forza d'urto. Questo tipo di frana si origina più frequentemente in zone a pascolo, prato o coltivi, su versanti con pendenze comprese fra 30° e 45°. La particolare pericolosità determinata da questi fenomeni è da mettere in relazione con la loro rapidità di sviluppo, la difficoltà di prevederne l'ubicazione, ma anche con l'elevata densità di distribuzione delle singole frane le cui traiettorie di discesa sul versante hanno così una notevole probabilità d'intercettare aree antropizzate.

