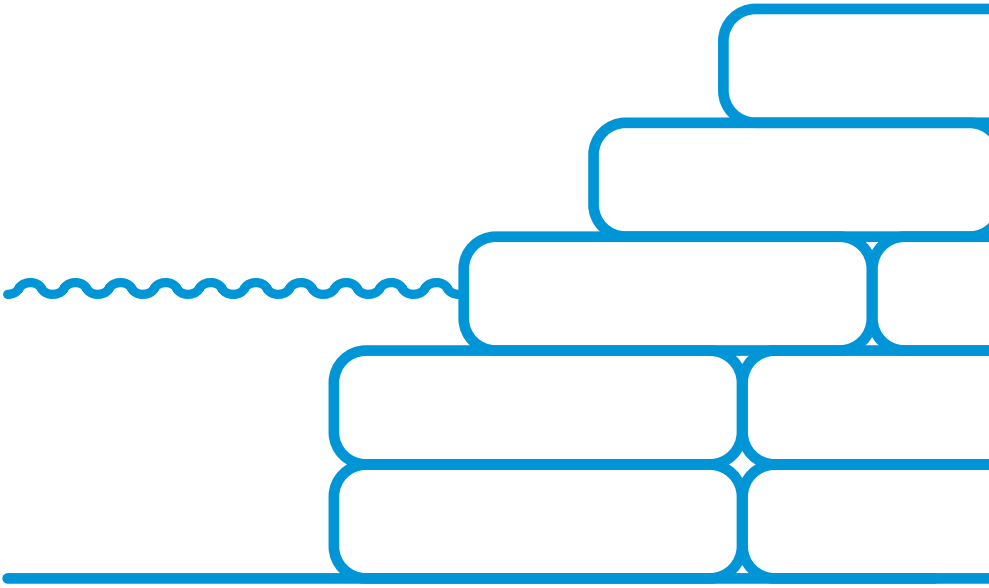
Manuale del Pioniere

Protezione contro le piene



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Ufficio federale della protezione della popolazione UFPP

Impressum
Edito da
Ufficio federale della protezione della popolazione (UFPP)
Divisione protezione civile e formazione
Versione 2025-07

Indice

5 Piene
5 Cause e decorsi delle piene
6 Processi nell'alveo e lungo l'alveo
6 Panoramica
7 Inondazione e alluvionamento da sedimento grossolano
10 Ostruzione dell'alveo
10 Colata detritica
12 Erosione / smottamento delle sponde
13 Legname galleggiante
14 Processi indipendenti dal corso d'acqua
14 Panoramica
14 Ruscellamento superficiale / Acqua di pendio
15 Innalzamento della falda freatica
16 Riflusso nelle canalizzazioni

17 Panoramica di un intervento in caso di piena
17 Obiettivo di un intervento in caso di piena
18 Tempo di preallerta e tempo d'intervento
19 Mezzi e addestramento
20 Tipici punti deboli nei corsi d'acqua
21 Sommario delle possibili misure in caso d'evento

23 Sicurezza durante un intervento in caso di piena
23 Pericoli e rischi
25 Principi tattici
26 Misure di sicurezza e d'emergenza
26 Prescrizioni di sicurezza
27 Lista di controllo: valutazione dei rischi di piena, associati all'intervento
28 Ulteriori misure di sicurezza e d'emergenza

30 Protezione mobile contro le piene
30 Sistemi di protezione fissi
30 Sistemi di protezione mobili
30 Sistemi pianificati
31 Sistemi d'emergenza
32 Processo d'intervento con protezioni mobili contro le piene
33 Sistemi di protezione contro le piene non vincolati al luogo
33 Principi tattici
35 Scenari d'intervento

42 Sistemi mobili di protezione contro le piene non vincolati al luogo
42 Sistemi commerciali o improvvisati
43 Sistemi di sacchi di sabbia
54 Sistemi di pannelli
57 Sistemi di paratie
61 Sistemi tubolari e sistemi con recipienti chiusi
63 Sistemi di barriere autoportanti
64 Sistemi di barriere con sacconi (big bag)
66 Sistemi di barriere con elementi in calcestruzzo
68 Panoramica delle condizioni poste dai sistemi
69 Ausilio per la scelta del sistema di protezione

70 Protezione degli argini
70 Misure d'emergenza sugli argini di protezione contro le piene
71 Sistema per la classificazione dei danni
72 Descrizione e classificazione degli scenari di dissesto
72 Infiltrazione o sifonamento dell'argine
74 Crepe e smottamenti sull'argine
76 Erosione dell'argine sul lato acqua
77 Sormonto dell'argine
78 Misure d'urgenza
78 Pattuglia di ricognizione / Guardiano dell'argine
78 Rinforzo dell'argine sul lato campagna
80 Consolidamento di smottamenti e crepe sul lato acqua
82 Pellicola impermeabile sul lato acqua
83 Innalzamento temporaneo dell'argine

84 Ulteriori misure di protezione contro le piene
84 Protezione spondale d'emergenza con alberi grezzi interi
84 Scopo e funzione
84 Principi per l'uso
85 Lavori d'emergenza di messa in sicurezza e di ripristino
85 Messa in sicurezza delle cisterne d'olio combustibile
86 Pompaggio dell'acqua dai piani interrati

88 Bibliografia

Piene

Cause e decorsi delle piene

La causa più frequente di piene e inondazioni sono le precipitazioni estreme (per es. forti piogge, temporali, piogge persistenti, precipitazioni combinate con scioglimento della neve).

I fattori decisivi che influiscono sulla gravità di una piena sono l'intensità e la durata delle precipitazioni, le proprietà del suolo, la configurazione del terreno (pendenza) e le caratteristiche (dimensioni) del bacino idrografico. La crescente impermeabilizzazione delle superfici, la mancanza di aree di ritenzione e la rettificazione dei corsi d'acqua favoriscono l'insorgenza di forti piene.

Piene e inondazioni possono verificarsi anche senza precipitazioni per i seguenti motivi:

- tracimazione di laghi glaciali o sacche d'acqua.
- Cedimento improvviso di accumuli di materiale, in prevalenza legname (serre o dighe di castoro).
- Ondate provocate da smottamenti, frane o valanghe in un lago (tsunami).
- Tempesta lacustre.
- Masse di ghiaccio o lastre di ghiaccio alla deriva.
- Rottura di dighe e di argini di protezione.
- Rottura di condotte idriche.

lento	medio	rapido
< 0,5 m/s	< 1,0 m/s	> 1,0 m/s

Tab. 1: Classi di velocità del flusso

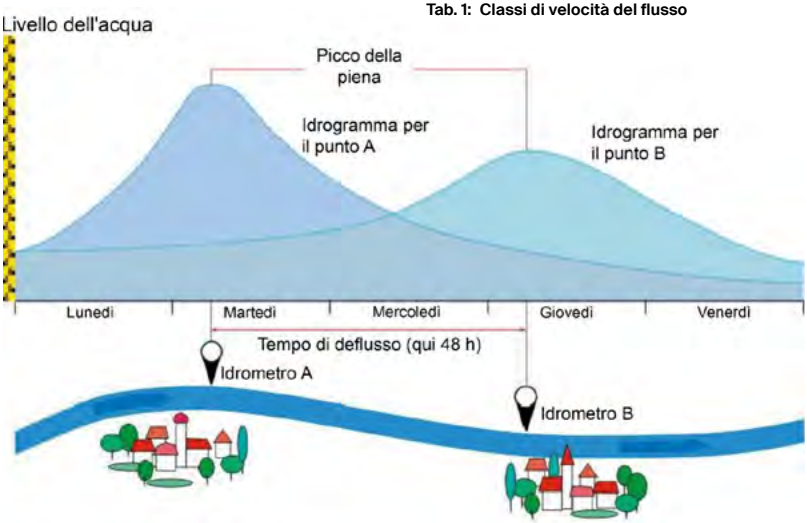


Fig. 1: Esempio di idrogramma per un fiume (Ufficio bavarese dell'ambiente)

L'idrometro segna il livello dell'acqua di piena in un determinato luogo (fig. 1). Ogni piena presenta un idrogramma caratteristico. Parametri importanti per i pericoli per le persone e i danni sono la velocità del flusso e la velocità d'innalzamento dell'acqua. Un'elevata velocità di flusso e un rapido aumento del livello dell'acqua si verificano spesso nei torrenti e possono diventare pericolosi. Un evento dinamico di questo genere non costituisce solo un forte pericolo, ma limita generalmente anche le possibilità d'intervento e i tempi di reazione delle forze d'intervento.

La velocità del flusso aumenta quando:

- la pendenza aumenta.
- La profondità di flusso o la portata aumentano.
- La rugosità dell'alveo diminuisce.

Processi nell'alveo e lungo l'alveo

Panoramica

Fig. 2: Processi nell'alveo e lungo l'alveo (Bruno Gerber, Ufficio tecnico del Canton Berna).

Inondazione e alluvionamento da sedimento grossolano

Per inondazione e alluvionamento da sedimento grossolano s'intendono condizioni o processi per cui l'acqua defluisce completamente o parzialmente al di fuori dell'alveo.

Inondazione statica

Il livello dell'acqua sale senza alcun deflusso rilevante (terreno pianeggiante, per es. piena di un lago). I danni sono dovuti alla profondità dell'acqua ed al relativo sovraccarico.

Danni tipici di un'inondazione statica:

- allagamento di edifici e assi viari.
- Sommersione e danneggiamento o distruzione di argini o di sistemi d'emergenza di protezione contro le piene.
- Riempimento e ostruzione di condotte idriche e riflusso nelle canalizzazioni.
- Deposizione del materiale in sospensione (fango) su un'area estesa.
- Propagazione di sostanze pericolose e/o agenti patogeni.
- Distruzione o danneggiamento di costruzioni nel suolo riconducibili all'innalzamento della falda freatica (spinta idrostatica / pressione dell'acqua).

Fig. 3: Inondazione statica a Schattdorf UR (Scheda informativa Piene e colate detritiche, UFAM)

Il livello della falda freatica può anche salire senza inondazione a causa di precipitazioni persistenti o di corsi d'acqua in piena nelle vicinanze, causando danni conseguenti.

Inondazione dinamica

Forti correnti (per es. nei torrenti, nei fiumi di montagna o nei punti stretti) provocano il trasporto di detriti e un forte impatto sugli ostacoli.

Fig. 4: Inondazione dinamica a Lütschental BE (Piattaforma nazionale Pericoli naturali PLANAT)

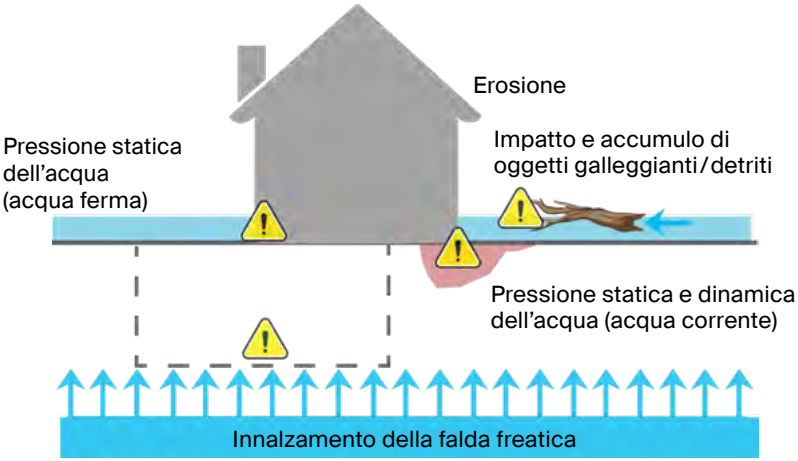


Fig. 5: Schema di un'inondazione statica / dinamica (Nils Hählen, Ufficio del genio civile del Canton Berna)

Alluvionamento da sedimento grossolano

L'inondazione dinamica è caratterizzata da un'elevata velocità di flusso. Trascina con sé grandi quantità di detriti e legname galleggiante, che aumentano notevolmente l'impatto sugli ostacoli. Se i detriti rimangono sul posto dopo il deflusso dell'acqua, si parla di alluvionamento da sedimento grossolano.

Fig. 6: Alluvionamento da sedimento grossolano a Fully VS (Raccomadazioni - La pianificazione del territorio e i pericoli naturali, UFAM)

Danni tipici di un'inondazione dinamica o di un alluvionamento da sedimento grossolano:

- lesioni corporee alle persone che non vengono protette o evacuate.
- Erosione dell'alveo o delle sponde.
- Ostruzione dei restringimenti del corso d'acqua (ponti, canali sotterranei, ecc.).
- Formazione di sbarramenti naturali (ostruzioni dell'alveo).
- Alluvionamento per sedimentazione del corso d'acqua nei punti piani.
- Sommersione e danneggiamento o distruzione di argini o sistemi mobili di protezione contro le piene.
- Danneggiamento o distruzione di costruzioni e assi viari.
- Riempimento di edifici con detriti.
- Deposito di detriti e legname galleggiante su un'area estesa.

Intensità	**debole**	**media**	**forte**
Valore limite	$h < 0{,}5$ m risp. $v \times h < 0{,}5$ m²/s	$0{,}5 < h < 2{,}0$ m risp. $0{,}5 < v \times h < 2{,}0$ m²/s	$h > 2{,}0$ m risp. $v \times h > 2{,}0$ m²/s
Effetto	Cantine riempite di detriti, autoveicoli trascinati via. Le persone negli edifici non sono in pericolo.	Porte e finestre scoppiano. Le persone all'aperto e nei veicoli sono in pericolo.	Pianterreni sott'acqua, edifici distrutti. Le persone sono in pericolo anche negli edifici.

Tab. 2: Valutazione dei pericoli in caso di piena e alluvionamento da sedimento grossolano (h = profondità del flusso, v = velocità del flusso)

Ostruzione dell'alveo

L'ostruzione dell'alveo (soprattutto di torrenti) è causata da legname, detriti, frane o valanghe. Ciò avviene spesso nei punti stretti o in presenza di ostacoli (per es. ponti, canali sotterranei). Comporta un accumulo di materiale nel corso d'acqua (innalzamento dell'alveo a causa dell'ostacolo). L'ostruzione costituisce un potenziale pericolo imprevedibile. Spesso le ostruzioni non vengono individuate per tempo, in quanto si formano nei luoghi più discosti ed inaccessibili di un corso d'acqua.

Fig. 7: Ostruzione dell'alveo di un torrente (Piattaforma nazionale Pericoli naturali PLANAT)

L'ostruzione di per sé non causa danni. Il sormonto dell'ostacolo, lo straripamento del corso d'acqua o, come variante più pericolosa, la rottura dell'ostruzione provocano tuttavia processi dinamici come inondazioni, alluvionamenti da sedimento grossolano o colate detritiche con danni corrispondenti.

Colata detritica

Una colata detritica è un insieme di acqua e materiale solido (percentuale di solidi 30 – 70 %) che fluisce molto in fretta. Può trascinare anche massi del peso di diverse centinaia di tonnellate. La causa risiede di solito nella rottura di un'ostruzione o nella liquefazione dell'alveo. Le colate detritiche si verificano generalmente nei torrenti scoscesi. Si arrestano invece nei tratti poco profondi di un corso d'acqua.

Le colate detritiche di versante non si formano nei corsi d'acqua, ma sono generate dalla liquefazione di pendii ripidi.

Le colate detritiche provocano ingenti danni a causa del forte impatto, dell'erosione e della deposizione di detriti (tracimazione della colata).

Danni tipici di una colata detritica:

- gravi lesioni corporee alle persone che non vengono protette o evacuate.
- Distruzione del corso d'acqua incluse le opere di protezione sottodimensionate.
- Distruzione di costruzioni e assi viari.
- Formazione di ostruzioni con il rischio di un'ulteriore colata detritica.
- Distruzione dei sistemi mobili di protezione contro le piene.
- Deposito massiccio di detriti, legname galleggiante oggetti trascinati.

Fig. 8: Conseguenze di una colata detritica a Bondo GR (UFAM)

Intensità	**debole**	**media**	**forte**
Valore limite	h < 0,5 m risp. v × h < 0,5 m²/s	h < 1,0 m risp. v < 1,0 m²/s	h > 1,0 m risp. v > 1,0 m²/s
Effetto	Riversamento liquido con pochi detriti (come in caso di inondazione)	Gli edifici possono subire gravi danni.	Distruzione improvvisa di edifici, deposizione massiccia di detriti, blocchi e legname.

Tab. 3: Valutazione dei pericoli in caso di colata detritica (h = profondità del flusso, v = velocità del flusso)

Erosione / smottamento delle sponde

Per erosione e smottamento delle sponde si intende lo sgretolamento o il cedimento delle scarpate delle sponde a causa della forte corrente. Le curve i restringimenti del corso d'acqua sono i punti più colpiti.

Fig. 9: Erosione delle sponde e in profondità a Rueun GR (Piattaforma nazionale Pericoli naturali PLANAT)

Danni tipici dell'erosione e dello smottamento delle sponde:

- danneggiamento di assi viari e costruzioni in prossimità del corso d'acqua a causa del cedimento delle fondazioni.
- Rottura di argini e allagamento dell'area circostante.
- Ostruzione del corso d'acqua e pericolo di un'ondata di piena; deposito di materiale eroso sotto forma di alluvionamento da sedimento grossolano o una colata detritica.

Intensità	**debole**	**media**	**forte**
Valore limite	d < 0,5 m	0,5 < d < 2,0 m	d > 2,0 m
Effetto	Rimozione dello strato di humus e danni da affossamento nei punti stretti e alle sponde concave.	Danneggiamento di edifici dotati di fondamenta normali o di scantinati in caso di un flusso fino a 20 m³/s (senza deviazione del corso d'acqua).	Possibile crollo improvviso di edifici. Le persone che si trovano negli edifici corrono un forte pericolo. Deviazione del corso d'acqua.

Tab. 4: Valutazione dei pericoli in caso di erosione e smottamento delle sponde (d = spessore medio dell'erosione; misurato perpendicolarmente alla scarpata della sponda).

Legname galleggiante

Il legname galleggiante è costituito da tronchi d'albero, rami e radici che durante una piena finiscono nel orso d'acqua trascinati dalla corrente e a causa di smottamenti, colate detritiche o erosione delle sponde. Può trattarsi non solo di legname proveniente dal bosco o sradicato, ma anche da legname proveniente da segherie o depositi di legname da costruzione. Causa ingenti danni a tutte le costruzioni con le quali viene in contatto e ostruisce il corretto deflusso delle acque.

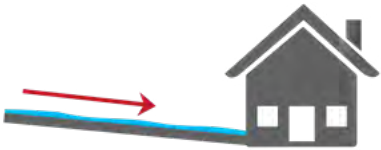
Danni tipici causati dal legname galleggiante:

- gravi lesioni corporee alle persone che non vengono protette o evacuate.
- Distruzione di costruzioni e assi viari.
- Formazione di sbarramenti con pericolo di un'ondata di piena o di una colate detritiche.
- Distruzione di sistemi mobili di protezione contro le piene.
- Pericolosi depositi nell'alveo o sulle sponde.

Fig. 10: Legname galleggiante nella Emme LU (energisch.ch)

Processi indipendenti dal corso d'acqua

Panoramica



Ruscellamento superficiale / Acqua di pendio

Innalzamento della falda freatica

Riflusso nelle canalizzazioni

Fig. 11: Processi indipendenti dal corso d'acqua (Bruno Gerber, Ufficio del genio civile del Canton Berna)

Ruscellamento superficiale / Acqua di pendio

In caso di forti precipitazioni, una parte dell'acqua piovana scorre direttamente sulla superficie del terreno verso un canale o una depressione. Un terreno impermeabile (per es. assi viari, piazze e aree coltivate compatte, sature d'acqua o molto secche) favorisce il ruscellamento.

Il ruscellamento superficiale è caratterizzato da brevi tempi di preallerta, velocità di flusso elevate e una bassa profondità dell'acqua (pochi centimetri). A differenza dei processi dei corsi d'acqua, è solitamente difficile individuare direttamente sul posto i potenziali punti deboli e le aree inondabili. La carta dei pericoli per il ruscellamento superficiale dell'Ufficio federale dell'ambiente costituisce una buona base di valutazione.

Fig. 12: Ruscellamento superficiale (Associazione degli istituti cantonali di assicurazione antincendio AICAA)

Danni tipici del ruscellamento:

– danneggiamento di assi viari.
– Danni alle persone e materiali in caso di allagamento dei piani interrati degli edifici.

Il 30 – 50 % di tutti i danni dinamici delle piene non sono causati dallo straripamento di corsi d'acqua o laghi, bensì dal ruscellamento superficiale.

Innalzamento della falda freatica

Le precipitazioni e le inondazioni provocano con un certo ritardo anche un innalzamento della falda freatica. La velocità dell'innalzamento dipende essenzialmente dalla natura del sottosuolo.

Danni tipici causati dall'innalzamentodella falda freatica:

– danni materiali causati dall'allagamento dei piani interrati degli edifici.
– Danneggiamento o distruzione di pareti o fondamenta a causa della pressione statica dell'acqua nei piani interrati.
– Sollevamento per spinta di galleggiamento o inclinazione di interi edifici a causa della spinta idrostatica (spinta di Archimede).

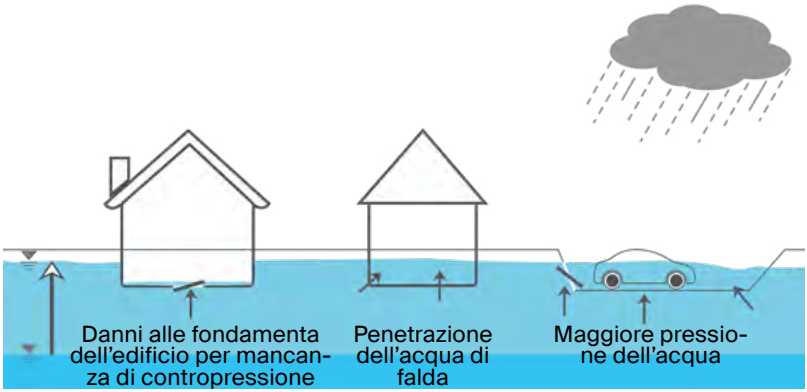


Fig. 13: Allagamento e danni causati dall'innalzamento della falda freatica (Marc Schürch, UFAM)

Riflusso nelle canalizzazioni

In caso di allagamento, l'acqua che scorre nella canalizzazione rifluisce negli edifici. Se questi non sono dotati di clappe antiriflusso, i piani interrati vengono allagati dall'interno.

Danni tipici del riflusso nelle canalizzazioni:

- lesioni corporee alle persone che si trovano nei piani interrati.
- Danni materiali e agli edifici.

I processi provocati dalle piene possono sovrapporsi e quindi. rafforzarsi a vicenda.

Fig. 14: Riflusso nelle canalizzazioni (Bruno Gerber, Ufficio del genio civile del Canton Berna)

Panoramica di un intervento in caso di piena

Obiettivo di un intervento in caso di piena

L'obiettivo di un intervento in caso di piena è quello di prevenire o limitare i danni alle persone, ai beni materiali e all'ambiente. Al contrario delle misure di protezione preventive permanenti (opere di protezione contro le piene, rimboschimenti, ecc.), si tratta di misure d'emergenza volte a coprire i rischi residui. Si adottano solo poco prima di un evento o durante l'evento. Nel caso ideale, queste misure d'emergenza vengono pianificate, preparate e addestrate in anticipo nell'ambito della pianificazione e della preparazione dell'intervento.

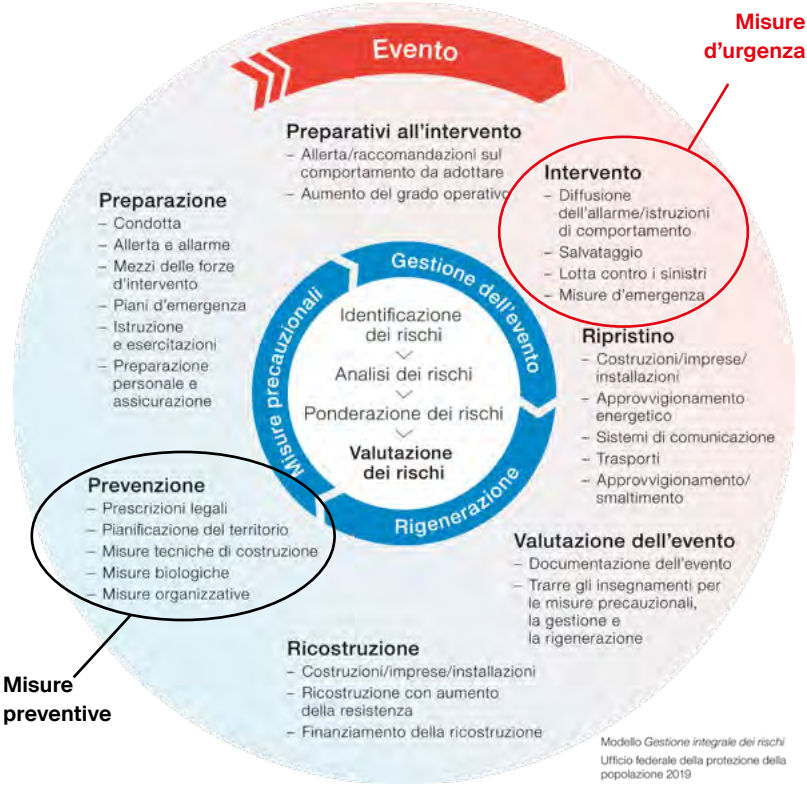


Fig. 15: Ciclo di gestione integrale dei rischi (UFPP)

Tempo di preallerta e tempo d'intervento

Le possibilità e i limiti di un intervento in caso di piena dipendono dal tempo di preallerta e dal processo innescato dalla piena. Il tempo di preallerta è il tempo che intercorre tra la previsione o l'individuazione della piena ed il suo arrivo. Quanto prima si prevede una piena, più tempo rimane per adottare le contromisure. Per definire queste misure, dobbiamo quindi poter stimare a che punto ci troviamo sull'idrogramma. Il tempo d'intervento necessario per adottare una misura deve essere più breve del tempo di preallerta.

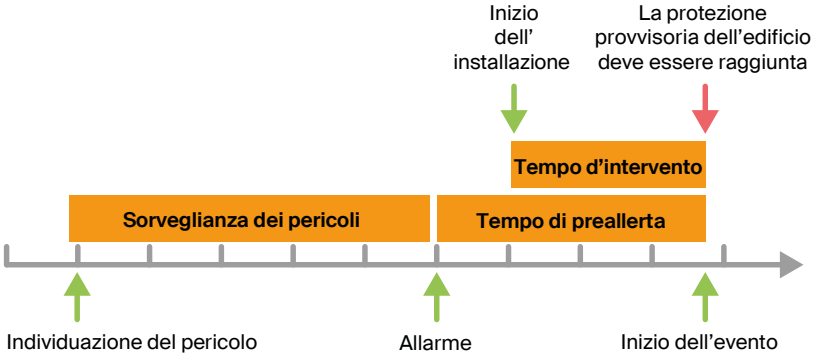


Fig. 16: Decorso cronologico di un evento (Thomas Egli, Egli Engineering SA)

Individuazione del pericolo	Momento in cui si individua un pericolo.
Sorveglianza dei pericoli	Tempo che intercorre tra la consultazione delle misurazioni e la decisione sull'esecuzione dell'intervento.
Allarme	Trasmissione dell'allarme al personale d'intervento necessario.
Inizio dell'installazione	Inizio del tempo d'intervento.
Tempo di preallerta	Tempo che intercorre tra l'allarme e l'inizio dell'evento.
Tempo d'intervento	Tempo necessario per l'installazione del sistema di protezione.

Tab. 5: Fasi di un evento

Affinché ci sia tempo sufficiente per adottare ulteriori misure, è importante adottare il più presto possibile le prime misure (per es. valutazione costante della situazione attraverso la sorveglianza del livello dell'acqua o dei punti critici); questo deve avvenire da subito, ai primi segnali di una possibile piena (per es. previsioni meteo, bollettino delle precipitazioni, piena nell'area superiore di un bacino idrografico, ecc.).

Nei bacini idrografici e nei corsi d'acqua con forti pendenze, il tempo di preallerta è solitamente molto breve (da 30 a 60 minuti ca. per i torrenti). Si tratta di un evento dinamico con un alto potenziale di distruzione (alta velocità di flusso, ondate di piena, colate detritiche, trascinamento di detriti, ecc.) e di breve durata (l'idrogramma sale e scende bruscamente). Di regola non c'è sufficiente tempo per adottare contromisure prima dell'evento. Durante l'evento (picco), per motivi di sicurezza è generalmente proibito adottare misure nella zona di pericolo, anche da parte delle squadre d'intervento. Inoltre, a causa delle forti correnti, le misure tecniche richiederebbero mezzi pesanti (grandi escavatori, sistemi mobili di protezione contro le piene costruiti con elementi di calcestruzzo massicci, ecc.).

Nell'area inferiore dei bacini idrografici e dei grandi corsi d'acqua, il tempo di preallerta può durare anche diversi giorni (per es. nel caso dei laghi). L'evento è generalmente meno dinamico, ma dura più a lungo (l'idrogramma sale e scende lentamente). C'è quindi sufficiente tempo per adottare contromisure. Anche in questi casi non bisogna tuttavia sottovalutare i pericoli (per es. smottamenti inattesi delle sponde, malfunzionamento dei sistemi di protezione o tracimazioni). Grazie alla minore dinamica e al tempo a disposizione, si possono prevenire o limitare i danni anche con semplici misure tecniche (sacchi di sabbia, sistemi improvvisati con palette e pannelli per casseforme, ecc.).

Mezzi e addestramento

Con mezzi tecnici rapidamente disponibili che possono essere impiegati o messi in funzione in breve tempo, è possibile adottare misure di protezione efficaci anche quando il tempo di preallerta è breve. Se questi mezzi vengono acquistati e dimensionati in modo mirato nell'ambito di un piano d'intervento preventivo, è possibile ottimizzarne l'impiego e la loro resa. Mezzi pesanti o massicci, in certi casi possono essere utilizzati anche in caso di eventi dinamici. Con equipaggiamenti leggeri, tali misure tecniche sono attuabili solo in misura limitata.

Se le misure stabilite sulla base del piano d'intervento vengono regolarmente praticate e addestrate dalle squadre d'intervento, si accorcia il tempo d'intervento necessario in caso d'evento. Per la sua pianificazione il capo intervento non si basa solo su stime approssimative, ma anche su tempistiche affidabili.

Tipici punti deboli nei corsi d'acqua

I tipici punti deboli in un corso d'acqua sono punti o tratti nei quali la sezione trasversale di scorrimento, la velocità di flusso o la direzione del flusso subiscono un cambiamento.

I punti deboli di un corso d'acqua devono essere già noti prima che si verifichi un evento ed essere rigorosamente sorvegliati durante l'evento.

Fig. 17: Punti deboli nei corsi d'acqua (Nils Hählen, Ufficio del genio civile del Canton Berna)

Sommario delle possibili misure in caso d'evento

A seconda del processo di piena e del livello di intensità delle precipitazioni, si possono adottare le seguenti misure (vedi tabella sottostante).

La protezione civile viene sempre impiegata su incarico della direzione dell'intervento.

Misura	Intervento PCi
Allertare e dare istruzioni di comportamento alla popolazione: – stare lontani dai corsi d'acqua. – Evacuare i beni materiali dai luoghi più bassi (le automobili dai parcheggi sotterranei). – Chiudere le aperture degli edifici. – Non soffermarsi nei piani interrati degli edifici.	Sostenere eventualmente la popolazione nella messa in sicurezza dei beni materiali.
Sorvegliare / Controllare: – i livelli dell'acqua (idrometri). – I punti sensibili nel corso d'acqua. – Le opere di protezione (argini, barriere, collettori di detriti, ecc.). – Gli edifici e le infrastrutture importanti nell'area potenzialmente inondabile.	Possibile I mil PCi devono essere rapidamente disponibili sul posto dopo la chiamata in servizio.
Sbarrare / Limitare l'accesso alle zone minacciate: – le zone a rischio di inondazione. – Gli assi viari, i ponti ed i sottopassaggi.	Possibile
Tenere libera la sezione trasversale del corso d'acqua e prevenire le ostruzioni rimuovendo continuamente i detriti ed il legname galleggiante nei punti critici con macchinari da cantiere pesanti.	Improbabile Richiede mezzi pesanti.
Mettere in sicurezza edifici, beni materiali, cisterne dell'olio combustibile, ecc.	Possibile

Misura	Intervento PCi
Sbarrare/limitare l'accesso alle zone minacciate: – zone a rischio di inondazione. – Assi viari, ponti, sottopassaggi.	**Compito chiave della PCi**
Rinforzare/mettere in sicurezza gli argini di protezione sovraccarichi o danneggiati.	Possibile Richiede capacità di trasporto corrispondenti (solo sotto la guida di una / o specialista).
Attuare misure di protezione d'emergenza delle sponde nei punti vulnerabili.	**Compito chiave della PCi**
Evacuare persone, animali e beni materiali dalle aree fortemente minacciate.	Possibile
Trarre in salvo le persone e gli animali intrappolati.	Possibile Solo in collaborazione con squadre di soccorso specializzate.
Costruire passerelle per la popolazione nelle zone urbane inondate staticamente.	**Compito chiave della PCi**
Pompare l'acqua e ripulire zone o edifici allagati: – cantine. – Canali sotterranei / sottopassaggi. – Ecc.	**Compito chiave della PCi** Si esegue generalmente solo dopo l'evento durante i lavori di ripristino.

Tab. 6: Misure in caso di piena

Sicurezza durante un intervento in caso di piena

Pericoli e rischi

Chi lavora nei corsi d'acqua in piena corre il pericolo di essere trascinato via dalla corrente. La forza dell'acqua viene spesso sottovalutata. Se la corrente è forte, anche le persone addestrate faticano a rimanere stabilmente in piedi già quando la profondità dell'acqua è bassa.

Regola empirica per valutare il pericolo che corrono persone adulte: **velocità del flusso × profondità dell'acqua > 0,5.**

A partire da un'altezza dell'acqua di 50–60 cm, anche le automobili iniziano a galleggiare. Con una velocità del flusso di 3 m/s bastano da 20 a 30 cm per trascinare via un autoveicolo. Si corre il pericolo di cadere in cantine allagate, fossi, pozzi o nella canalizzazione. Disostruire scoli intasati provoca un forte risucchio che può trascinare con sé le persone. Inoltre, le persone legate a una corda o con stivali a scafandro (modello da pesca) pieni d'acqua corrono il pericolo di annegare nell'acqua corrente.

Chi lavora nell'acqua torbida corre il pericolo di cadere in aperture e buchi allagati poiché non riesce a vedere ciò che si nasconde sott'acqua già a basse profondità. Questo pericolo sussiste non solo per le persone, ma in particolare anche per i veicoli d'intervento.

	senza corrente	**in presenza di corrente**
Intervento possibile	h dello stivale (ca. 30 cm)	h della caviglia (ca. 10 cm)
Limiti della possibilità d'intervento	h dell'anca (ca. 100 cm)	h dello stivale (ca. 30 cm)

Fig. 18: Direttive da osservare in caso di interventi nell'acqua; h = altezza (Nils Hählen, Ufficio tecnico del Canton Berna)

Fig. 19: Veicolo caduto in una buca stradale scavata dall'acqua (Luxemburger Wort)

Altri pericoli:

- crollo di elementi costruttivi, edifici, strade o ponti (per es. a causa dell'erosione delle sponde).
- Essere sorpresi da ondate di piena o colate detritiche improvvise (per es. per la rottura di ostruzioni dell'alveo).
- Cedimento di strutture di protezione o di sistemi mobili di protezione contro le piene con conseguente ondata di piena.
- Impatto di materiale fluttuante (per es. legname, container, detriti, ecc.).
- Scossa elettrica (per es. negli edifici).
- Via di fuga (ripiego) interrotta (a causa del livello d'acqua o dal deposito di detriti nei pressi dell'edificio o della zona d'intervento.
- Scoperchiamento improvviso di tombini.
- Apertura violenta di porte seguita da un'ondata quando si tenta di accedere a locali allagati (per es. cantine, rifugi). La pressione dell'acqua su una porta è di circa 2 t per un'altezza dell'acqua di 2 m.
- Affioramento di cadaveri di animali domestici o da reddito e diffusione di sostanze infettive (per es. contenuto di fosse settiche e fognature).
- Affioramento di liquidi infiammabili e altre sostanze pericolose.
- Reazione chimica tra diverse sostanze stoccate in impianti industriali a causa della penetrazione di acqua.
- Disidratazione e ipertermia o colpo di calore in caso di forte canicola estiva.
- Ipotermia e sfinimento.

Principi tattici

Nella misura del possibile, si esegue un intervento solo dopo aver consultato uno specialista (ingegnere idraulico, consulente locale per i pericoli naturali, ecc.). L'intervento in caso di piena è un'attività che comporta pericoli particolari. I superiori sono fondamentalmente tenuti ad elaborare e attuare un piano di sicurezza. Vi rientrano:

- un'analisi dei pericoli e dei rischi.
- La definizione e l'imposizione di misure di sicurezza.
- Il controllo del rispetto e dell'efficacia delle misure di protezione.
- Un piano d'emergenza e di salvataggio.

Per l'analisi dei pericoli e dei rischi occorre valutare non solo la piazza sinistrata o il luogo d'intervento e la situazione attuale, ma anche l'intero processo o l'area del processo e i potenziali pericoli esistenti:

- tipo di processo (dinamica, innalzamento dell'acqua, durata, velocità del flusso, ecc.).
- Cosa potrebbe (ancora) succedere?
- Pericolo di ondate di piena, smottamenti o colate detritiche
- Meteo.
- Ecc.

Approccio difensivo	Eseguire le operazioni di salvataggio solo nelle aree già allagate, ma non adottare alcuna misura per proteggere i beni materiali.
Tenere una distanza di sicurezza	Posizionare i veicoli e il materiale a una distanza sufficiente dall'acqua.
Stabilità	In caso di sistemi d'emergenza di protezione contro le piene senza verifica di stabilità, aspettarsi sempre che potrebbero rompersi in qualsiasi momento e senza preavviso.
Zone a rischio	Definire le zone a rischio con autorizzazioni di permanenza, per esempio: Zona rossa = pericolo di morte acuto Zona arancione = pericolo (sono autorizzate solo le forze d'intervento). Zona verde = nessun pericolo

Tab. 7: Principi tattici per il modo di procedere in caso di piena

Misure di sicurezza e d'emergenza

Prescrizioni di sicurezza

Estratto delle «Istruzioni dell'UFPP sulle prescrizioni di sicurezza nella protezione civile» del 1° marzo 2020.

Art. 20

[1] Per eseguire lavori in prossimità o al di sopra dell'acqua i militi della protezione civile indossano giubbotti di salvataggio:
a. in caso di pericolo di annegamento;
b. durante traghettamenti.

[2] Vi è pericolo di annegamento se:
a. la profondità dell'acqua supera un metro; oppure
b. la velocità della corrente dell'acqua supera un metro al secondo e la profondità dell'acqua supera 50 cm.

In caso di pericolo di annegamento, ai militi non è consentito di rimanere in acqua.

[3] Le persone assicurate con una corda in prossimità o al di sopra di un corso d'acqua devono essere assicurate in modo tale da non poter cadere in acqua.

Lista di controllo: valutazione dei rischi di piena, associati all'intervento

Rischio di piena

	P	D	P	S	Rischio di piena (livello max. di tutti i criteri a sinistra)
Criterio	Intensità della pioggia	Deflusso	Processi soglia	Stato delle opere di protezione	
Stato	↘	↘	Impossibile	Leggermente sollecitato	Moderato
	→	→	Possibile	Molto sollecitato	Elevato
	↗	↗	Probabile	Sovraccarico	Molto elevato
	?	?	Sconosciuto	Sconosciuto	Imprevedibile
Nota	– Osservazione – Punti di misurazione – Radar	– Osservazione – Posti di misurazione	– Ostruzione del corso superiore – Smottamento	– Francobordo del corso d'acqua – Volume di ritenzione disponibile – Collettore	

Rischio associato all'intervento

	Pr	Flu	Vi	Rischio associato all'intervento (livello max. di tutti i criteri a sinistra)
Criterio	Profondità dell'acqua	Velocità del flusso	Vicinanza all'acqua	
Stato	Secco	Nessuna	Lontano dall'acqua	Moderato
	Fino a 0,3 m	Bassa < 1,0 m/s	Vicino all'acqua $\Delta h > 5\,m$, $\Delta L > 20°$ larghezza del corso d'acqua	Elevato
	Superiore a 0,3 m	Elevata > 1,0 m/s	Sull'acqua / presso l'acqua $\Delta h < 5\,m$, $\Delta L < 20°$ larghezza del corso d'acqua	Molto elevato

Fig. 20: Lista di controllo per la sicurezza durante gli interventi in caso di piena (Niels Hählen, Ufficio tecnico del genio civile del Canton Berna)

Ulteriori misure di sicurezza e d'emergenza

La propria sicurezza	Viene sempre al primo posto e deve sempre essere presa in considerazione. Aspettarsi anche l'impensabile. Utilizzare dispositivi di protezione individuale.
Sorveglianza/ Osservazione	Non lavorare mai da soli. Luogo d'intervento e potenziali fonti di pericolo.
Posti d'allarme	Posizionarli a una distanza sufficiente dal luogo d'intervento e dotarli di mezzi di comunicazione (sempre due dispositivi indipendenti, per es. ricetrasmittente e telefono cellulare).
Criteri di allarme / ripiego	Definire linee guida chiare (per es. livello dell'acqua, legname galleggiante, indizi di straripamento, improvvisa riduzione del deflusso, fragore nel tratto superiore del corso d'acqua, ecc.).
Allarme	Organizzarsi sul luogo d'intervento e comunicare a tutti il comportamento da assumere in caso di allarme.
Vie di fuga / Punto di raccolta	Definire, contrassegnare e tenere libero l'accesso.
Salvataggio	Garantire il salvataggio interno/esterno (materiale di salvataggio, ubicazione, collegamento, asse di salvataggio) e il servizio sanitario.
Collegamento	Garantire il collegamento con le altre formazioni d'intervento sia a monte che a valle del luogo d'intervento.
Assicurazione con corda	Se necessario, assicurare il personale delle forze d'intervento con corde (se possibile solo verticalmente dall'alto, deve essere possibile issare la persona in qualsiasi momento). Una persona che cade nella corrente potrebbe essere trascinata sott'acqua e annegare a causa della corda a cui è legato. Non indossare stivali a scafandro (modello da pesca).
Non nuotatori	I non nuotatori devono essere contrassegnati e tenuti sotto vigilanza. Il personale d'intervento che lavora nell'acqua, sull'acqua o sulle sponde deve essere capace di nuotare.

Stivali a scafandro (modello da pesca)	L'uso degli stivali a scafandro è consentito solo in acque ferme fino ad una profondità massima di 50 cm. Non utilizzarli mai nella corrente o su barche.
Non accedere alle zone allagate	Non camminare nell'acqua torbida o nella corrente (se è proprio necessario, sondare continuamente il percorso con una pertica).
Evitare possibilmente di circolare nelle zone allagate	Eccezione: si può avanzare a passo d'uomo con veicoli pesanti in acque profonde fino a 30 cm dopo una ricognizione effettuata da una persona che precede il veicolo sondando il fondo con un bastone.
Area delle sponde	Non accedervi in caso di erosione.
Illuminazione	In caso di lavori notturni: illuminare sempre bene i luoghi d'intervento e d'osservazione.
Senza incarico	Tenersi a distanza dall'acqua.
Condizioni ambientali	Bere molto e usare la protezione solare.
Igiene	Quando si lascia il luogo di lavoro, lavare o disinfettare prima le mani e pulire o cambiare gli indumenti molto sporchi. Lavorare «in modo pulito», non toccare le mucose durante il lavoro (pericolo d'infezione con agenti patogeni pericolosi). Separare chiaramente la sala di riposo e il refettorio dal luogo di lavoro.

Tab. 8: Panoramica delle diverse misure di sicurezza e d'emergenza

Protezione mobile contro le piene

Sistemi di protezione fissi

I sistemi di protezione stazionari sono misure di protezione strutturali permanenti in gran parte operativi senza azioni esterne e che garantiscono in permanenza l'effetto protettivo previsto (argini/muri di protezione, sbarramenti di ritenzione per detriti, briglie torrentizie, ecc.)

Sistemi di protezione mobili

I sistemi di protezione mobili vengono trasportati e installati sul posto solo in caso d'intervento. Si distinguono sistemi pianificati e sistemi d'emergenza.

Sistemi pianificati

I sistemi pianificati sono quelli progettati e dimensionati in anticipo per un sito. Possono essere sistemi vincolati o non vincolati al luogo.
I primi richiedono l'adozione di misure di costruzione preliminari sul luogo d'intervento (per es. sistemi di panconi di sbarramento).

Fig. 21: Sistema a panconi (sistemi Weber di protezione contro le piene)

Sistemi d'emergenza

I sistemi d'emergenza non sono vincolati al luogo e non devono essere pianificati e dimensionati in anticipo. Possono essere impiegati in modo flessibile (per es. sistemi con sacchi di sabbia, sistemi di pannelli, sistemi di barriere tubolari).

Se pianificati e dimensionati in anticipo (per es. nell'ambito della pianificazione degli interventi), i sistemi d'emergenza possono essere equiparati ai sistemi pianificati.

Fig. 22: Sistema con sacchi di sabbia (UFPP)

Il montaggio dei sistemi mobili di protezione contro le piene che non sono vincolati a un luogo specifico è un compito chiave della protezione civile. Le seguenti spiegazioni si focalizzano quindi su questo tipo di sistema di protezione.

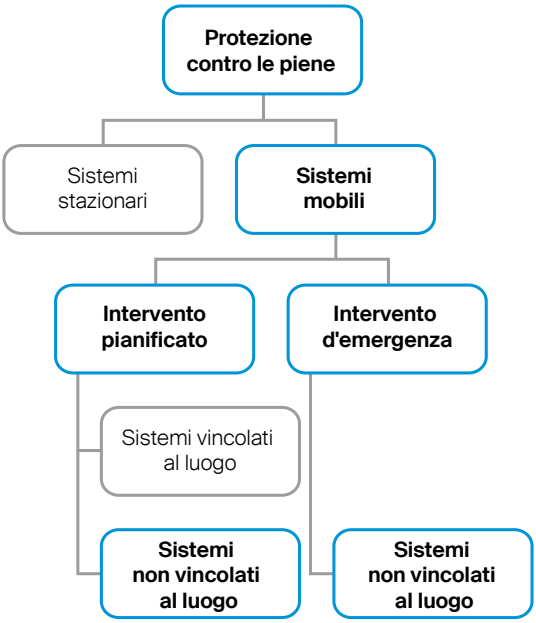


Fig. 23: Organizzazione dei sistemi di protezione contro le piene

Processo d'intervento con protezioni mobili contro le piene

Individuare i pericoli
Tempo fino all'insorgenza del pericolo

Sorvegliare i pericoli
Tempo che intercorre tra la consultazione delle misurazioni e delle previsioni fino alla decisione

Dare l'allarme
Tempo necessario per dare l'allarme al personale d'intervento

Personale
Tempo necessario per l'arrivo del personale al deposito del sistema mobile

Caricare
Tempo necessario per caricare il sistema mobile

Trasportare
Tempo necessario per trasportare il sistema sul luogo d'intervento

Scaricare
Tempo necessario per scaricare il sistema sul luogo d'intervento

Posizionare
Tempo necessario per posizionare gli elementi del sistema sul luogo d'intervento (ev. accessibile solo a piedi)

Materiale ausiliario
Tempo necessario per procurare il materiale ausiliario necessario (acqua, sabbia) nei dintorni del luogo d'intervento (ev. mentre si scarica e posiziona il sistema)

Montare
Tempo necessario per montare il sistema fino all'altezza di protezione necessaria

Evento
Presupposto:
tempo di preallerta > tempo necessario per queste operazioni

Rientrare
Tempo necessario per smontare, caricare, trasportare, scaricare e riordinare il materiale fino a raggiungere di nuovo la prontezza operativa

Fig. 24: Processo d'intervento per la protezione contro le piene (Associazione degli istituti cantonali di assicurazione antincendio AICAA)

Sistemi di protezione contro le piene non vincolati al luogo

Principi tattici

I sistemi mobili di protezione contro le piene che non sono vincolati a un luogo specifico sono sempre associati a un certo grado di rischio. Oltre a proteggere, possono anche costituire un pericolo supplementare se utilizzati senza la dovuta prudenza. Un'eventuale rottura non deve comportare un ulteriore pericolo per le persone. A tal fine occorre osservare le seguenti misure di sicurezza:

I sistemi mobili di protezione contro le piene non vincolati al luogo servono solo a prevenire danni materiali, non a proteggere le persone.

I sistemi mobili di protezione contro le piene non sono vincolati a un luogo e sono fondamentalmente adatti solo per inondazioni deboli. In caso di medie profondità d'inondazione (0,5–2,0 m) e brevi tempi di preallerta, questi sistemi possono essere utilizzati solo in misura molto limitata.

Altezza di protezione massima raccomandata:
- 0,6 m Intervento d'emergenza
- 1,2 m Intervento pianificato

Occorre definire le zone di rischio nell'area del sistema di protezione e sbarrarle per i passanti:

- Altezza di protezione fino a 0,6 m
  → Larghezza della zona di rischio 5–10 m
- Altezza di protezione 0,6–1,2 m
  → Larghezza della zona di rischio 10–20 m
- Altezza di protezione 1,2–2,0 m
  → Larghezza della zona di rischio 20–50 m

Regola empirica:
zona di rischio = 20 × altezza del sistema

La zona di rischio serve per ritenere o attenuare eventuali ondate di piena (riduzione dell'intensità). Vi possono accedere solo le squadre d'intervento per i loro giri d'ispezione. Lo stato dei sistemi di protezione deve essere infatti controllato tramite regolari giri d'ispezione. Non sono consentiti depositi di materiale o installazioni nella zona di rischio.

Criterio	Intervento d'emergenza	Intervento pianificato
Luogo d'intervento	Sconosciuto	Noto
Tempo di preallerta	Messa a disposizione in caso d'allarme	Preallerta o allarme
Scelta del sistema	Disponibilità in caso d'evento	Scelta del sistema prima dell'intervento
Dimensionamento / Casi prevedibili di carico	Nessun dimensionamento	Dimensionamento eseguito da specialisti
Altezza max. di protezione raccomandata	0.6 m	1.2 m
Montaggio del sistema	Secondo le istruzioni del capo intervento sul posto	Secondo il piano d'emergenza
Controllo del montaggio	Raccomandato	Indispensabile
Zone di rischio	Raccomandate	Indispensabili
Giri d'ispezione	Indispensabili	Indispensabili
Smontaggio del sistema	Secondo le istruzioni del capo intervento	Secondo il piano d'emergenza

Tab. 9: Confronto tra i diversi tipi d'impiego dei sistemi di protezione contro le piene.

I sistemi di protezione non dovrebbero mai essere installati perpendicolarmente, ma se possibile parallelamente o diagonalmente alla corrente. L'area vicina al corso d'acqua è sottoposta alle maggiori forze.
Se l'area inondabile è sufficiente, i sistemi di protezione non dovrebbero mai essere installati direttamente presso il corso d'acqua, ma a una distanza adeguata. I motivi sono i seguenti:

- l'acqua si ripartisce su un'ampia superficie così che l'altezza e l'energia del flusso diminuiscono.
- La stabilità e la funzionalità del sistema di protezione sono meglio garantite.
- Se necessario, si possono utilizzare anche sistemi di protezione più semplici e meno resistenti. Ciò permette di installare più sistemi contemporaneamente.
- Le squadre d'intervento corrono meno pericoli durante i lavori d'installazione.

Se sono troppo sollecitati dalla corrente, i sistemi mobili di protezione d'emergenza contro le piene potrebbero collassare in qualsiasi momento.

Altri motivi che possono portare ad un'inefficienza del sistema di protezione contro le piene sono i seguenti: scivolamento, rovesciamento, cedimento della stabilità interna, tenuta stagna insufficiente, sifonamento, deflusso di acque sotterranee o innalzamento della falda freatica. Se l'inefficienza del sistema può cagionare gravi danni, si può costruire un secondo sistema dietro il primo (a una distanza sufficiente) come ridondanza, a condizione che ci siano materiale e tempo a sufficienza.

Se i dislivelli topografici non sono chiaramente riconoscibili sul terreno (terreno leggermente irregolare o pianeggiante), si consiglia di utilizzare semplici strumenti di misurazione (ad es. livello, stadia, laser da cantiere, ecc.) per posizionare tatticamente i sistemi di protezione contro le piene nei punti ottimali.

Scenari d'intervento

Delimitazione

Nella protezione contro le piene si può fare una distinzione generale tra protezione di edifici singoli (protezione di edifici) e misure di protezione collettiva (più edifici, paesi / frazioni, quartieri, ecc.).

Di principio, il proprietario è responsabile della protezione del suo edificio. Ne assume la responsabilità personale, con il supporto delle forze d'intervento, ove possibile. L'esperienza dimostra tuttavia che le forze d'intervento raggiungono molto rapidamente i loro limiti, soprattutto nelle zone urbane. Esse devono fissare delle priorità e quindi concentrarsi soprattutto su misure di protezione collettiva e/o sulla messa in sicurezza di singole infrastrutture importanti.

Evacuazione dell'acqua su pendii

Questa tecnica viene applicata nelle zone di montagna, nelle regioni più pianeggianti e nelle aree urbane per evacuare l'acqua. Si crea un corridoio di deflusso verso un corso d'acqua. Il sistema deve essere in grado di superare le irregolarità del terreno, le pendenze, i cordoli e le curvature nella pendenza longitudinale;
in questi casi l'altezza di ritenuta necessaria è piuttosto bassa.

All'esterno delle curve della conduttura va prevista una sopraelevazione. La pressione statica e dinamica dell'acqua agisce in modo parallelo o angolato sul sistema. La velocità del deflusso d'acqua varia da 0,5 a 3 m/s. Inoltre, è molto probabile che l'acqua trasporti terra e ghiaia.

Prestare attenzione alla stabilità del pendio: la deviazione non deve causare colate detritiche di versante.

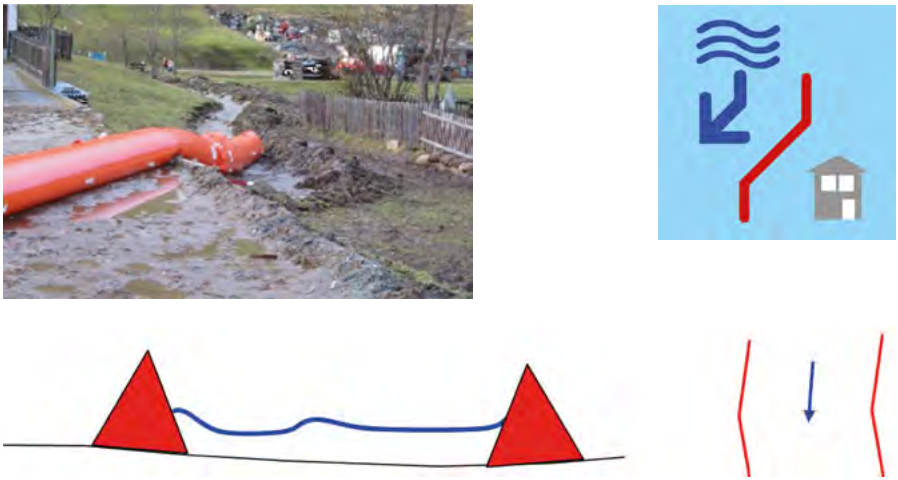


Fig. 25: Esempio di evacuazione dell'acqua sui pendii
(Associazione degli istituti cantonali di assicurazione antincendio AICAA)

Protezione anulare in presenza di una conca

Questo sistema viene impiegato nelle pianure alluvionali e nelle conche. L'edificio è protetto contro la piena da un anello. Perdite, ristagni di acqua della canalizzazione, falde freatiche e fontanazzi (sorgenti che si formano per infiltrazione d'acqua), possono tuttavia provocare inondazioni interne.

L'acqua penetrata nell'anello può essere continuamente pompata all'esterno con l'ausilio di pompe. La pressione statica dell'acqua agisce sul sistema. L'afflusso è di bassa intensità e di solito agisce frontalmente sul sistema. In presenza di grandi superfici d'acqua circostanti, ci si deve aspettare delle ondate.

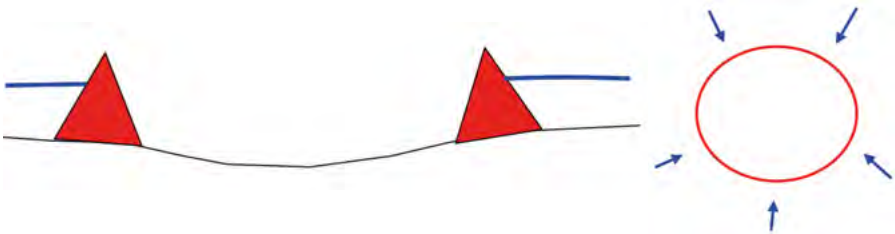


Fig. 26: Esempio di sistema di protezione anulare contro le piene (Associazione degli istituti cantonali di assicurazione antincendio AICAA)

Sbarramento di deflussi su strade

Con questo sistema si crea uno sbarramento trasversale alla strada. Un requisito principale del sistema è un collegamento a tenuta stagna con il limite laterale superiore (muro, facciata, scarpata, ecc.). A tal fine, il sistema deve essere adattabile in modo flessibile nella sua lunghezza.

Sul sistema agisce la pressione statica e dinamica dell'acqua. Si deve inoltre tenere conto dell'impatto del legname galleggiante e dei detriti. Il flusso raggiunge una velocità di 0,53 m/s.

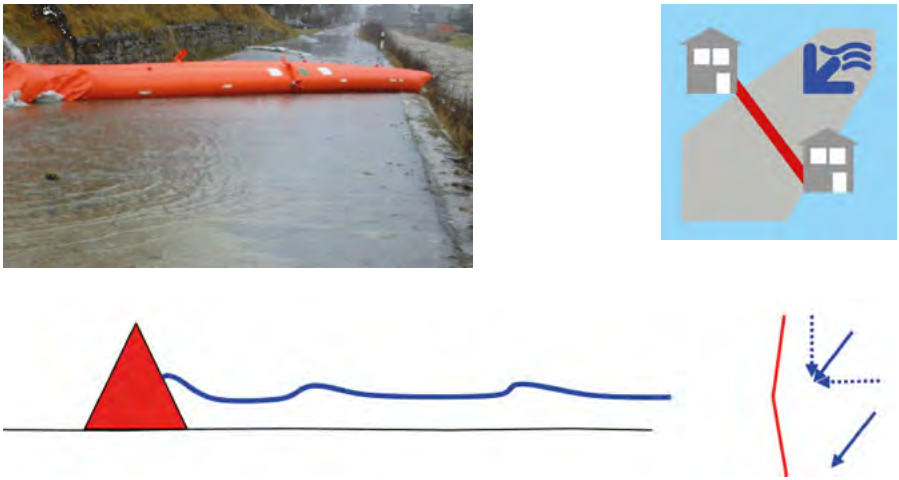


Fig. 27: Esempio di sbarramento di un deflusso per evitare che l'acqua scorra sulla strada (Associazione degli istituti cantonali di assicurazione antincendio AICAA)

Protezione lineare sulle sponde di laghi

Questo sistema costituisce una protezione lineare lungo la sponda da proteggere. È indispensabile che sia impermeabile con condizioni del terreno diverse e anche in presenza di variazioni di livello del terreno. L'acqua può penetrare lo stesso a causa di perdite, riflussi nella canalizzazione e falde freatiche e fontanazzi. Ma può essere continuamente ripompata nel lago con l'ausilio di pompe.

Per il montaggio c'è generalmente più tempo a disposizione rispetto ai sistemi destinati ai fiumi. Il tempo d'utilizzo fino allo smontaggio è di giorni o settimane. Occorre prestare attenzione agli atti vandalici e alla sorveglianza del sistema. La pressione statica dell'acqua agisce sul sistema. In caso di tempeste, frangenti e onde di notevole dimensione, il sistema deve essere sorvegliato con la massima attenzione.

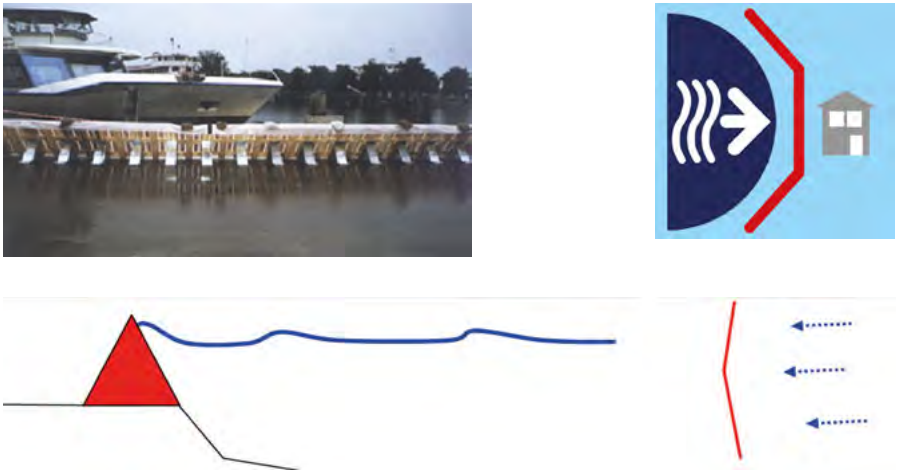


Fig. 28: Esempio di sistema di protezione lineare di una sponda (Associazione degli istituti cantonali di assicurazione antincendio AICAA)

Protezione lineare lungo fiumi (pendenza < 5 %)

– Questo sistema protegge gli insediamenti lungo ruscelli e fiumi. Considerato il (solitamente) breve tempo di preallarme, deve essere possibile montarlo nel giro di poche ore (spesso su entrambe le sponde). È fondamentale che sia impermeabile con condizioni del terreno diverse e anche in presenza di variazioni di livello del terreno. L'altezza di ritenuta è notevolmente più alta rispetto allo scenario «Evacuazione dell'acqua su pendii» (vedi pagina 36). La pressione statica e dinamica dell'acqua agisce sul sistema. La velocità del flusso è di 0,5 – 3 m/s. Occorre prestare attenzione agli atti vandalici, all'impatto del legname galleggiante e nel caso di fiumi larghi, all'impatto delle onde.

Fig. 29: Esempio di un sistema parrallelo al corso d'acqua (Associazione degli istituti cantonali di assicurazione antincendio AICAA)

Protezione lineare lungo torrenti (pendenza > 5 %)

Questo scenario pone esigenze più difficili al sistema e alle forze d'intervento. A causa della dinamica, gli impatti sul sistema sono considerevolmente maggiori (legname galleggiante, detriti, getti di colate detritiche). Considerato il (solitamente) breve tempo di preallerta, il sistema deve essere montato in poco tempo. L'obiettivo non è tanto la tenuta stagna, ma piuttosto la resistenza alle forti sollecitazioni dinamiche finché la piena non si placa.
Sia la pressione statica che quella dinamica dell'acqua agiscono sul sistema.

La velocità del flusso varia da 2 a 4 m/s. Oltre all'impatto del legname galleggiante, ci si deve attendere una sollecitazione causata dai detriti e l'insorgenza di ondate.

Il sistema deve essere montato in modo che l'angolo d'incidenza della corrente non superi i 45°.

Le forze d'intervento corrono un grande pericolo se rimangono nelle vicinanze del sistema durante la piena.

Fig. 30: Esempio di un sistema di protezione lineare lungo un torrente. Il sistema è ulteriormente sollecitato dal materiale e dai detriti trascinati dalla corrente (Associazione degli istituti cantonali di assicurazione antincendio AICAA)

Sistemi mobili di protezione contro le piene non vincolati al luogo

Sistemi commerciali o improvvisati

I sistemi commerciali sono specificamente concepiti per la protezione contro le piene. Il fabbricante definisce con precisione le possibilità d'uso, le norme di sicurezza, l'installazione e la manutenzione. I sistemi sono dimensionati per l'impiego previsto e si applica la responsabilità del fabbricante. L'utente deve solo valutare la capacità portante del terreno sul posto. Solitamente, i sistemi commerciali si montano più velocemente, motivo per cui sono menzionati in questo documento tecnico senza essere trattati in dettaglio.

I sistemi improvvisati vengono assemblati con materiali da costruzione semplici e facilmente reperibili (per es. pannelli per casseforme, palette, pellicole di plastica, sacchi di sabbia, ferri d'armatura, legname da costruzione). Le costruzioni si basano sull'esperienza e sulle idee delle squadre d'intervento. A seconda della nazione, della regione o dell'organizzazione, esistono varie costruzioni e soluzioni. Di conseguenza, non valgono norme o istruzioni di montaggio vincolanti.

Ci si basa su valori empirici e su calcoli puntuali o documentazioni di montaggio delle organizzazioni d'intervento. È quindi il costruttore stesso ad essere responsabile dell'idoneità all'uso e della sicurezza portante della costruzione.

I sistemi improvvisati richiedono più tempo per l'installazione, ma sono più flessibili e possono essere praticamente adattati a qualsiasi situazione. Sono quindi trattati in modo più dettagliato in questo documento tecnico. Le indicazioni fornite devono servire all'utente come linee guida e aiutarlo ad evitare errori. Si basano su documenti tecnici e analisi di organizzazioni d'intervento e organi specializzati riconosciuti. Considerate la grande flessibilità e le possibilità praticamente illimitate, le organizzazioni d'intervento devono in definitiva decidere da sole come intendono sfruttare al meglio le risorse disponibili.

Sistemi di sacchi di sabbia

I sistemi di sacchi di sabbia sono conosciuti in tutto il mondo e per la loro semplicità sono i più usati contro le piene. Anche i profani sono in grado di utilizzarli.

Vantaggi

- Elevata flessibilità: il sistema può essere praticamente adattato a qualsiasi terreno.
- Stabilità relativamente elevata (il sistema agisce per gravità).
- Elevata disponibilità del materiale (sacchi, sabbia).
- Semplice e idoneo alla milizia
- Gli elementi possono essere portati da una sola persona.
- Non richiede attrezzature speciali.

Svantaggi

- L'installazione richiede molto tempo.
- La messa in opera richiede molto personale.
- Per sbarramenti importanti (lunghezza/ altezza) è da prevedere una struttura logistica debitamente dimensionata.

Opzioni d'uso

- Protezione di piccole parti degli edifici (finestre di seminterrati, porte, aperture sul pavimento, cancelli d'ingresso, ecc.).
- Dighe di protezione di qualsiasi lunghezza per proteggere zone più ampie.
- Innalzamento di argini, dighe o muri esistenti.
- Consolidamento di argini contro la rottura oppure chiusura di fessure.
- Chiusura stagna, appesantimento o collegamento con altri sistemi mobili di protezione contro le piene.

Impiego di sacchi di sabbia

Sacco di sabbia:

- iuta o plastica. La iuta scivola meno della plastica e si adatta meglio al terreno. Sul mercato esistono anche sacchi doppi collegati tra loro che permettono di costruire dighe più stabili.
- Dimensioni usuali L × l (vuoto): 70 × 35 cm, 80 × 40 cm.
- Altezza del sacco di sabbia posato orizzontalmente: ca. 10 cm.

Materiale di riempimento:

- sabbia 0 – 8 mm.
- Miscela di sabbia e ghiaia 0 – 16 mm.
- Sabbia frantumata, brecciolino (pietrisco minuto), vetro sminuzzato.

Riempimento:

- riempire il sacco per ⅔ fino a max. ¾. Solo sacchi di sabbia deformabili e flessibili permettono di costruire dighe stabili e stagne. I sacchi di sabbia riempiti fino all'orlo sono inutili.
- Suggerimento: riempire il sacco aperto fino a circa il 50%. Dopo averlo legato risulterà un livello di riempimento di circa ⅔.

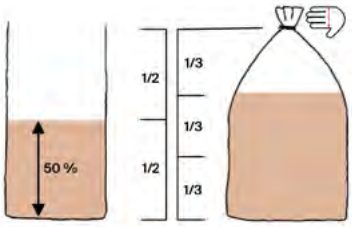


Fig. 31: Riempimento dei sacchi di sabbia (Technisches Hilfwerk – THW)

Materiale necessario:

- 1 m³ di sabbia ≈ 70 sacchi
- 1 t di sabbia ≈ 50 sacchi

Peso di un sacco:
- 12 – 20 kg.
- I sacchi non dovrebbero pesare più di 15 kg poiché devono essere solitamente trasportati e impilati a mano alla fine del percorso (catena umana). Se sono troppo pesanti, il personale d'intervento si stanca molto rapidamente e deve essere rimpiazzato dopo poco tempo. Aumenta inoltre il pericolo di incidenti.

Metodi di riempimento:

- Con badile, scivoli, semplici ausili di riempimento manuali come tramogge metalliche, coni segnaletici tagliati e una scala, tramogge di riempimento speciali, ecc. (fig. 32 – 35).
- Con riempitrici speciali. Alcune sono addirittura dotate di macchine da cucire per la chiusura dei sacchi. Simili attrezzature speciali permettono di raggiungere prestazioni molto più elevate. Devono però essere disponibili e talvolta richiedono una piccola macchina da cantiere per il riempimento (fig. 36)
- Con un silo da trasbordo o un'autobetoniera (mobile) dell'edilizia (fig. 37/38).

Fig. 32: Scivolo per la sabbia (UFPP)

Fig. 33: Imbuto manuale
(Seidel-Hochwasserschutz.de)

Fig. 36: Riempitrice con quattro postazioni
(UFPP)

Fig. 34: Tramoggia di riempimento (SAQUICK)
(Technisches Hilfwerk – THW)

Fig. 37: Autobetoniera (Wikipedia)

(Technisches Hilfwerk – THW)

Fig. 38: Silo da trasbordo (BAKO SA)

Prestazione di riempimento manuale (senza riempitrice):

2 persone
→ da 50 a 100 sacchi/h

10 persone
→ da 500 a 800 sacchi/h

50 persone
→ da 2'500 a 4000 sacchi/h

Legatura dei sacchi:

- legare sempre i sacchi di sabbia (corda integrata, spago, fascette, filo di ferro cotto per ferri di armatura, macchina per cucire i sacchi di sabbia, ecc.).
- La dimensione dell'estremità del sacco sopra il nodo deve essere di circa un palmo.
- In caso d'urgenza, l'apertura del sacco di sabbia può anche essere solo ripiegata senza legarla.

Trasporto tramite catena umana:

- sul posto, i sacchi di sabbia devono essere solitamente trasportati a mano fino al luogo di posa. A tal fine è ideale una catena umana (fig. 39).
- Regola empirica: una persona ogni metro. Non lanciare i sacchi di sabbia, ma passarli da una persona all'altra.

Eliminazione:

- dopo l'uso, i sacchi di sabbia sono generalmente così sporchi o contaminati da non poter più essere utilizzati e devono quindi essere eliminati correttamente.

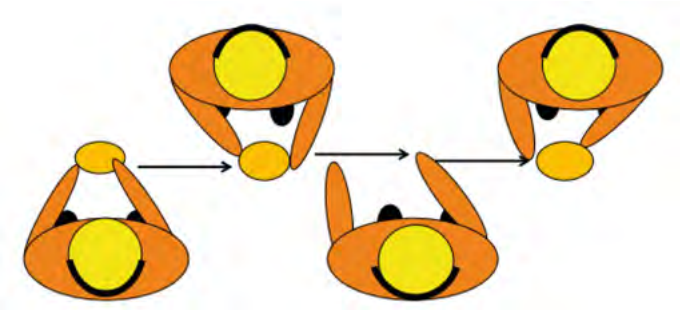


Fig. 39: Rappresentazione schematica di una catena umana per trasportare sacchi di sabbia (Scuola dei pompieri del Baden-Württemberg)

Fig. 40: Forma base di una diga di sacchi di sabbia

Costruzione di dighe con sacchi di sabbia

Principi generali:

- disporre i sacchi di sabbia in modo alternato sia in orizzontale che in verticale. Non formare giunti continui.
- Disporre i sacchi in piano senza sovrapporli.
- Disporre i sacchi sempre con l'estremità annodata rivolta verso l'interno (sul lato opposto dell'acqua). Eccezione: i sacchi di sabbia che sono stati solo ripiegati e non legati devono essere posati con l'apertura rivolta verso il lato acqua.
- Posare i sacchi con slancio (senza però lanciarli) e schiacciarli l'uno contro l'altro con cautela.
- Per migliorare la stabilità e la tenuta stagna, si può posare una pellicola di plastica direttamente all'esterno sul lato acqua.

In caso di tracimazione di una diga di sacchi di sabbia, quelli superiori potrebbero essere trascinati via. Se la breccia si ingrandisce, la corrente aumenta e la diga rischia di essere distrutta molto rapidamente.

Fig. 41: Diga di sacchi di sabbia tracimata (UFPP)

Diga normale:

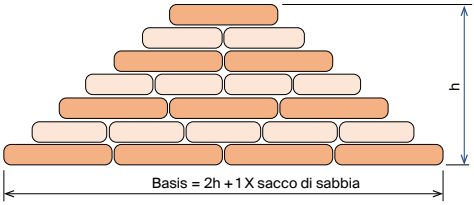


Fig. 42: Costruzione di una diga normale di sacchi di sabbia

- Per una sollecitazione normale e una tecnica di posa semplice.
- Il fondo del sacco di sabbia (la parte inferiore) viene rivolto verso l'acqua alla base della diga e su qualsiasi altro strato irregolare.
- I sacchi di sabbia vengono girati di 90° sugli strati piani.

Diga regolamentare:

- in caso di forte sollecitazione. Richiede una tecnica di posa speciale (assemblaggio longitudinale e trasversale).
- Con questo sistema a strati si possono costruire dighe molto stabili con poco materiale e in poco tempo.
- È fondamentale impilare con precisione i sacchi di sabbia secondo l'assemblaggio longitudinale e trasversale rappresentato nella figura.
- B ≥ 2 × H

Diga a base tripla: 60 cm (ca. 60 sacchi / m)

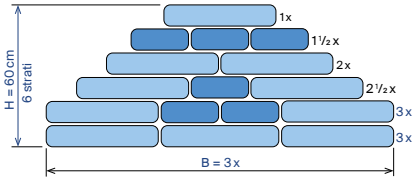


Fig. 43: Costruzione di una diga regolamentare con una base tripla (Technisches Hilfwerk – THW)

La parte superiore di una diga con base quadrupla o quintupla è sempre costituita da dighe più piccole:

Diga a base quadrupla: 80 cm (ca. 90 sacchi / m)

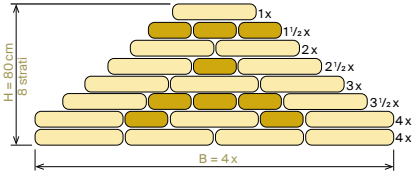


Fig. 44: Realizzazione di una diga regolamentare con base quadrupla (Technisches Hilfwerk – THW)

Diga a base quintupla: 100 cm (ca. 130 sacchi / m)

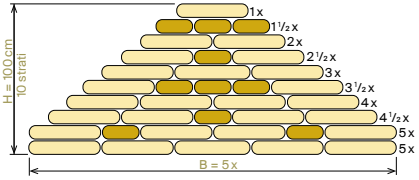


Fig. 45: Costruzione di una diga regolamentare con base quintupla (Technisches Hilfwerk – THW)

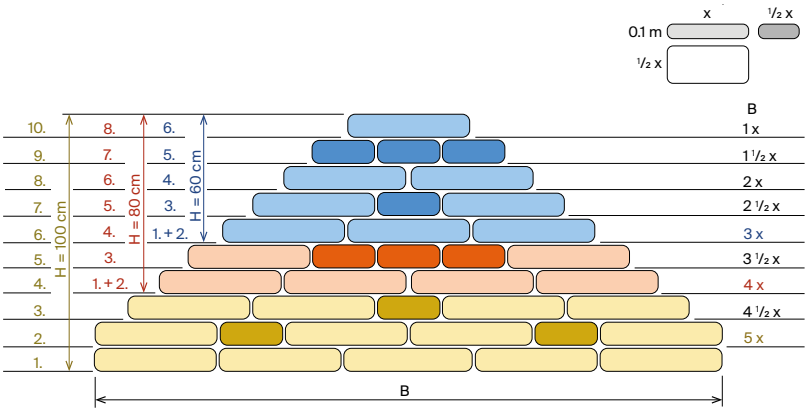


Fig. 46: Costruzione di una diga regolamentare (Technisches Hilfwerk – THW)

Fig. 47: Esempio di una diga normale (UFPP)

Fig. 48: Esempio di una diga regolamentare (UFPP)

Diga d'emergenza:

- se manca il tempo, si può costruire una diga d'emergenza.
- La prima metà della diga viene dapprima costruita con un rapporto.
- h : b = 1:1 a 45 ° sul lato acqua, verticale sul lato campagna (fig. 45). Essa offre così una prima protezione contro la piena.
- Il versante inclinato è sempre rivolto verso l'acqua e mai al contrario. La pressione verticale dell'acqua stabilizza ulteriormente la diga d'emergenza.
- Per migliorare la stabilità allo scivolamento, si dovrebbero possibilmente utilizzare solo sacchi di iuta.
- Siccome una mezza diga è meno stagna, è necessario posare una pellicola di plastica sul lato acqua.
- In una seconda fase, la seconda metà della diga viene costruita sul lato campagna nello stesso modo.

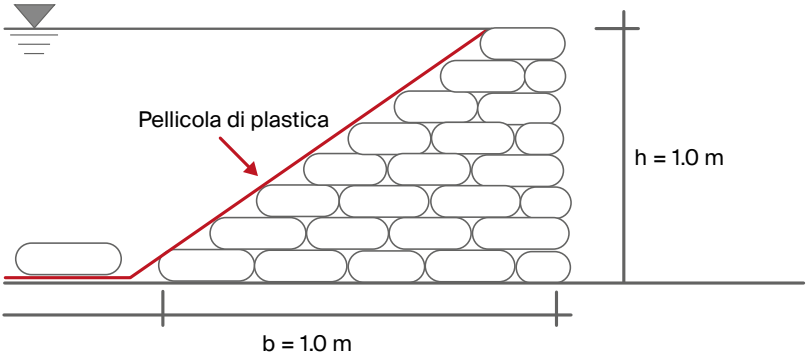


Fig. 49: Costruzione di una diga d'emergenza (Manuale di costruzione dell'Esercito svizzero)

Fig. 50: Protezione di una finestra di seminterrato e di un passaggio (Assicurazione immobiliare del Canton Berna AIB)

Erezione di semplici muri di sacchi di sabbia

Per misure di protezione limitate negli edifici (finestre di seminterrati, varchi di porte, ecc.) è possibile ottenere un buon effetto protettivo anche con semplici «muri di sacchi di sabbia».

Vantaggi:
- facile da erigere, anche dagli inquilini stessi dopo una breve istruzione.
- Richiede poco tempo, materiale e spazio.

Principi per l'uso:
- larghezza ≥ lunghezza di un sacco di sabbia.
- Altezza ≤ 50 cm.
- Lunghezza massima del muro di sacchi ≈ 1–2 m. Non utilizzare per edifici lunghi.
- Impilare i sacchi di sabbia sempre a strati alternati (fig. 50).
- Utilizzare eventualmente anche pellicole di plastica e pannelli per casseforme (davanti alle aperture).

Il sistema non è in grado di resistere a forti sollecitazioni dinamiche. Può quindi essere utilizzato solo in caso di inondazioni statiche.

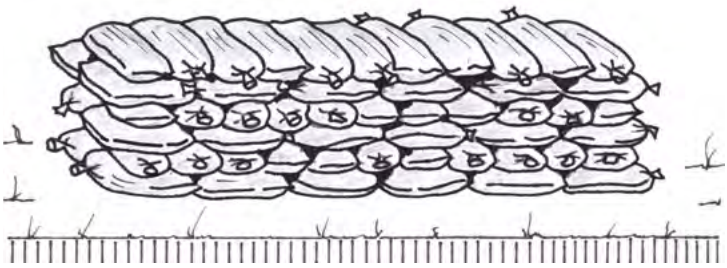


Fig. 51: Pila di sacchi di sabbia alternati (Manuale di costruzione dell'Esercito svizzero)

Logistica

Un fattore di successo decisivo per costruire grandi sistemi di protezione contro le piene con sacchi di sabbia risiede in una logistica del personale, del materiale e dei trasporti ben ponderata e funzionante. Per la pianificazione si pongono diverse domande.

Riempimento: dove e con quali mezzi si possono riempire i sacchi di sabbia?

- In modo centralizzato all'esterno della zona d'intervento (per es. in una cava o un deposito di ghiaia).
- In una postazione avanzata nella zona d'intervento.
- Direttamente sul luogo di costruzione della diga.

Preparazione: come si devono preparare i sacchi di sabbia per il trasporto (per es. su palette 120 × 80 cm, ev. con telaio)?

- 9 sacchi per strato.
- 9 – 10 strati.
- Girare ogni strato di 180 °.
- Su una paletta si possono impilare 50 – 80 sacchi di sabbia, per un peso totale di 1,2 – 1,5 t.

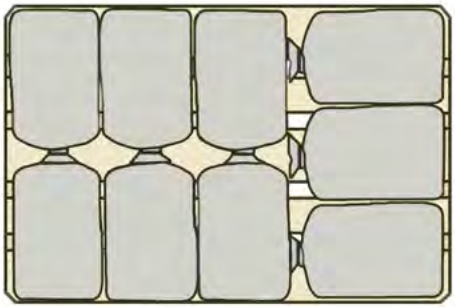


Fig. 52: Disposizione dei sacchi sabbia su di una paletta Eu. (THW & UFPP)

Trasporto: come possono essere trasbordati i sacchi di sabbia e trasportati sul luogo di costruzione della diga?

- Carrello elevatore, sollevatore telescopico.
- Trasporto su strada con autocarro.
- Trasporto fuoristrada con sollevatore telescopico, transporter agricolo, dumper cingolato (con benna ribaltabile).
- Carretto a mano, motocarriola.
- Catena umana.

La sabbia è pesante. Senza veicoli idonei per il trasbordo e trasporto efficiente dei sacchi di sabbia non è possibile costruire grandi dighe.

Personale: Quante persone delle forze d'intervento sono necessarie e a quali intervalli devono essere rimpiazzate?

10 persone sono in grado in un'ora (pause incluse) di:

- riempire 500 sacchi di sabbia o
- scaricare e trasportare 800 sacchi di sabbia (per 10 m al max.) o
- impilare 800 sacchi di sabbia.

Prestazioni necessarie	Diga di sacchi di sabbia lunga 100 m	
	Altezza 0,5 m	Altezza 1,0 m
Sacchi di sabbia di 16 kg ciascuno	3500	14 000
Autocarro (5 t di carico utile)	12	48
Silo di trasbordo	4	8
Persone necessarie per la costruzione	40 per 1 h	50 per 3 h

Tab. 10: Prestazioni approssimative necessarie per costruire una diga di sacchi di sabbia

Sistemi di pannelli

I sistemi di pannelli rientrano nella categoria dei sistemi improvvisati. Di regola sono assemblati con pannelli per casseforme, ferri d'armatura, pali di legno, pellicole di plastica e sacchi di sabbia.

Vantaggi

- Semplice e idoneo alla milizia.
- Richiede solo poco personale.
- Prestazioni elevate (a seconda del terreno).
- Elevata disponibilità del materiale (cantieri, negozi di materiale edile).
- Piccoli elementi che possono essere trasportati da un'unica persona.
- Non richiede attrezzature speciali.

Svantaggi

- Non adatto a terreni molto irregolari o duri (roccia, calcestruzzo).
- Altezza di montaggio limitata (50 cm).
- Stabilità limitata.

Opzioni d'uso

- Evacuazione dell'acqua di piena lungo strade o nei prati.
- Protezione di ingressi di autorimesse o di accessi agli edifici.
- Impedire che la piena tracimi da un corso d'acqua.
- Protezione lineare su terreni in leggera pendenza.
- L'obiettivo non è tanto la tenuta stagna, ma l'evacuazione o la deviazione dell'acqua.

Principi per l'uso

Costruzione:

- il sistema è adatto solo per altezze d'acqua fino a ca. 40 cm.
- Disporre i pannelli con i bordi sovrapposti (prestare attenzione alla direzione del flusso).
- Stabilizzare i pannelli piantando ferri da armatura nel terreno su ambo i lati (o pali di legno nel caso di terreni molli).
- A seconda del terreno, la stabilità contro le sollecitazioni dinamiche potrebbe essere scarsa a causa dell'effetto leva. Se si prevedono sollecitazioni maggiori, il sistema deve essere ulteriormente consolidato con supporti obliqui.
- È possibile migliorare la tenuta stagna e la stabilità con l'ausilio di pellicole di plastica e di una fila di sacchi di sabbia sul lato acqua.

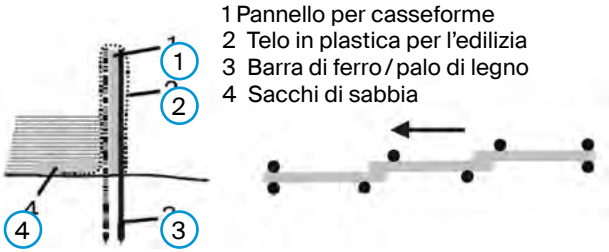


Fig. 53: Sezione trasversale e vista di un sistema di pannelli (Associazione degli istituti cantonali di assicurazione antincendio AICAA)

Logistica

Prestazioni approssimative necessarie	**Sistema di pannelli lungo 100 m e alto 50 cm**
Sacchi di sabbia di 16 kg	150
Autocarro (5 t di carico utile)	1
Pannelli per casseforme	50
Ferri d'armatura / Pali di legno (lunghezza ca. 1 m)	100
Pellicola di plastica	250 m^2
Sili di trasbordo	1
Persone necessarie per la costruzione	4 – 8 per 1 h

Tab. 11: Prestazioni approssimative richieste per costruire un sistema di pannelli

Struttura di base

Fissaggio dei ferri d'armatura con filo di ferro cotto

Supporto con travi di legno

Supporto con puntelli regolabili per casseforme

Fig. 54: Costruzione di vari sistemi di pannelli ((UFPP)

Sistemi di paratie

I sistemi di paratie sono costituiti da un elemento di supporto, una parete, una pellicola impermeabile e materiale di fissaggio. Si utilizzano sia sistemi commerciali che improvvisati.

Vantaggi

- Di regola facile da montare.
- Richiede poco personale.
- Elevate prestazioni (a seconda del terreno) con poco personale.
- Elevata disponibilità di materiale (sistemi improvvisati).
- Permette di raggiungere altezze di ritenuta elevate (sistemi commerciali).
- Pezzi separati portatili.

Svantaggi

- Non adatto per terreni irregolari.
- Se si utilizzano palette, non adatto a sopportare l'impatto del materiale galleggiante.
- Nei sistemi improvvisati, i cambi di direzione sono difficili da realizzare.

Opzioni d'uso

- Paratie di protezione lineari di qualsiasi lunghezza.
- Protezione anulare di edifici.

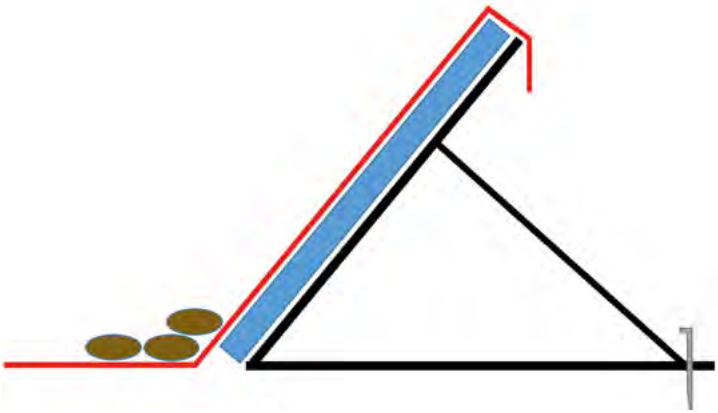


Fig. 55: Costruzione di un sistema di paratie (UFPP)

Fig. 56: Paratia con piastre di metallo senza pellicola (Flood Control International)

Sistemi commerciali

Sul mercato sono disponibili sistemi diversi. Alcuni permettono di raggiungere un'altezza di ritenuta fino a 3 m. I supporti sono solitamente in acciaio e pieghevoli, mentre gli elementi della paratia sono in legno, plastica o acciaio. Speciali elementi angolari permettono di cambiare la direzione della paratia. Sul mercato vengono offerte anche costruzioni triangolari stabili con il termine «paratie amovibili». Per tutti i sistemi valgono le istruzioni del fabbricante.

Sistemi improvvisati

I sistemi di paratie improvvisati sono costituiti quasi esclusivamente da palette (dimensioni di base 120 × 80 cm). Queste sono disponibili in grandi quantità praticamente ovunque, possono essere trasportate da un'unica persona e sono facili da montare. Gli svantaggi sono le dimensioni fisse e la mancanza di flessibilità quando si deve cambiare direzione.

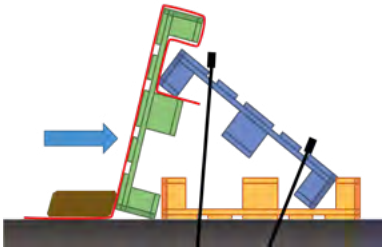


Fig. 57: Principio di costruzione di una paratia con tre palette (UFPP)

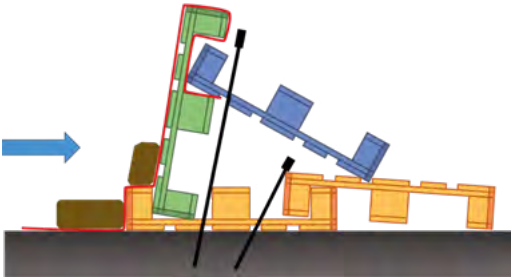


Fig. 58: Principio di costruzione di una paratia con quattro palette (UFPP)

Principi per l'uso:

- il sistema con tre palette è più semplice e richiede meno materiale.
- Le palette devono sempre essere disposte in modo alternato senza formare giunti continui.
- Visto che il legno galleggia, le palette devono sempre essere fissate con picchetti o sacchi di sabbia.
- A causa delle fessure nelle palette, la pellicola impermeabile risulta l'anello più debole del sistema. Si devono coprire le palette con una pellicola resistente alla pressione diretta dell'acqua e agli strappi.
- Per questo motivo, il sistema non è adatto a sopportare l'impatto di detriti ed altro materiale trascinato dalla corrente.
- Cambi di direzione e collegamenti con altri sistemi sono realizzabili con difficoltà e solo in determinate condizioni.

Fig. 59: Paratia con palette trascinata via dalla corrente (UFPP)

Con un'altezza di ritenuta di circa 80 cm, questo sistema supera l'altezza massima di 60 cm raccomandata per i sistemi d'emergenza. I rischi in caso di rottura devono quindi essere accertati in dettaglio. Le palette usate per costruire paratie non devono mai essere utilizzate in posizione verticale (altezza di ritenuta 120 cm).

Esempi pratici:

Fig. 60: Paratia realizzata con tre palette (Assicurazione immobiliare del Canton Berna AIB) e con quattro palette (UFPP)

Logistica

Prestazioni necessarie	**Sistema di paratie lungo 100 m**	
	Lamiera d'acciaio spessore 1.5 mm e altezza con spessore 0.6 m	**Lamiera d'acciaio spessore 3 mm e altezza con spessore 1.5 m**
Autocarro per il trasporto	1	1
Supporti	85 di 8 kg ciascuno	85 di 60 kg ciascuno
Piastre	85 di 10 kg ciascuna	255 di 30 kg ciascuna
Pellicola impermeabile	250 m^2	400 m^2
Sacchi di sabbia di 16 kg	150	150
Picchetti d'ancoraggio	100	100
Persone necessarie per la costruzione	4 per 1 h	4 per 1 h

Tab. 12: Prestazioni indicative necessarie per costruire un sistema commerciale di lamiere d'acciaio (esempio)

Sistemi tubolari e sistemi con recipienti chiusi

I sistemi tubolari e quelli con recipienti sono sistemi di protezione commerciali contro le piene. Si applicano quindi le istruzioni del fabbricante. Sul mercato sono disponibili diverse varianti. L'involucro del recipiente è di plastica e viene riempito con acqua, sabbia o aria.

Vantaggi

- Facile e rapido da montare.
- Richiede poco personale.
- Prestazioni elevate.
- Molto flessibile, il terreno irregolare o i cambi di direzione non costituiscono un problema (sistemi tubolari).
- Si possono raggiungere altezze di ritenuta elevate.
- Molto stabile (il sistema agisce per gravità).

Svantaggi

- Non trasportatile su medie distanze poiché richiede mezzi meccanici.
- Non adatto per sopportare l'impatto del materiale trascinato dalla corrente.
- I sistemi riempiti con acqua sono problematici in caso di gelo.
- Pericolo di atti vandalici.

I sistemi tubolari da riempire con acqua sono i più diffusi in Svizzera. Si devono sempre posare parallelamente due tubi flessibili l'uno accanto all'altro, poiché un unico tubo flessibile rotolerebbe via. Per raggiungere un'altezza di ritenuta superiore, si può aggiungere un terzo tubo.

I tubi flessibili pieni d'acqua sono molto pesanti. Possono scivolare via su superfici lisce (per es. sull'erba bagnata) anche con poca inclinazione laterale. A causa del loro peso elevato possono mettere in pericolo le persone.

Montaggio standard:

- srotolare i tubi.
- Riempire i tubi con aria.
- Posizionare e collegare i tubi.
- Riempire i tubi con acqua (facendo uscire contemporaneamente l'aria).

Opzioni d'uso:

- protezione lineare di qualsiasi lunghezza.
- Protezione anulare di edifici.
- Evacuazione o canalizzazione dell'acqua.
- Innalzamento di dighe di protezione.
- Realizzazione di bacini di ritenzione per l'acqua.

Esempi pratici

Fig. 61: Sistema di tubi flessibili riempiti d'acqua (Beaver) ed elementi di plastica riempiti d'acqua con congiunzione ad innesto (Aeschlimann Protezione contro le piene SA)

Logistica

Prestazioni indicative necessarie	**Sistema di tubi lungo 100 m e alto 60 cm**
Autocarro (5 t di carico utile)	1
Tubi doppi di 10 m (50 kg ciascuno)	10
Compressori per riempire i tubi con aria	1–2
Pompe incl. tubi per riempire i tubi con acqua	1
Acqua	60 m^3
Persone necessarie per il montaggio	4 per 1 h

Tab. 13: Prestazioni indicative necessarie per il montaggio di un sistema di tubi flessibili

Sistemi di barriere autoportanti

Le barriere autoportanti sono sistemi commerciali. Sono costituiti da una pellicola di plastica e funzionano come un sacco arrotolato con l'apertura rivolta verso l'acqua. Quando l'acqua entra, i sacchi si riempiono e la barriera si erige da sola.

Vantaggi

- Semplice e molto rapido da montare.
- Richiede poco personale.
- Si può attraversare quando è ancora chiusa e non caricata (in certi casi anche con i veicoli).
- Non richiede installazioni supplementari.

Svantaggi

- Non adeguato per terreni molto irregolari.
- Pericolo di atti vandalici.

Opzioni d'uso

Le barriere autoportanti servono a sbarrare i flussi d'acqua frontali.

Esempio pratico:

Fig. 62: Impiego di una barriera autoportante (MegaSecur Europe)

Logistica

Prestazioni indicative necessarie	**Barriera autoportante lunga 100 m e alta 50 cm**
Autocarro per il trasporto	1
Elementi autoportanti di 15 m (34 kg ciascuno)	10
Picchetti d'ancoraggio (a seconda del terreno)	200
Persone necessarie per il montaggio	2 – 4 per 30 min

Tab. 14: Prestazioni indicative necessarie per il montaggio di una barriera autoportante

Sistemi di barriere con sacconi (big bag)

I sistemi con sacconi sono costituiti da una struttura a telaio e da un involucro esterno. I sacconi vengono riempiti con acqua, sabbia o terra. La tenuta stagna dei giunti verticali tra i singoli sacconi è garantita dalla pressione del contatto. Si utilizzano sia sistemi commerciali che improvvisati, anche se in Svizzera non esistono praticamente sistemi commerciali.

Vantaggi

- Facile da montare.
- Barriera di qualsiasi lunghezza.
- Possibilità di cambiare direzione.
- Molto stabile (sistema che agisce per gravità).

Svantaggi

- Non adeguato per terreni molto irregolari.
- Pericolo di atti vandalici.
- I sistemi da riempire con sabbia o terra richiedono l'uso di macchine da cantiere leggere.

Opzioni d'uso

Fig. 63: Barriera improvvisata con sacconi industriali (Technisches Hilfwerk – THW)

- Le barriere con sacconi vengono utilizzate per la protezione lineare o anulare di terreni piani.

Sistemi improvvisati

- Con sacconi industriali o sacconi per carichi pesanti (big bag) e sabbia si possono facilmente realizzare barriere funzionali.

Principi per l'uso di big bag (sacconi industriali):

- il presupposto per l'uso è un terreno portante. I big bag non devono rovesciarsi.
- Riempire i big bag direttamente sul posto con una pala caricatrice gommata o un'autobetoniera oppure riempirli in anticipo e trasportarli tramite gli appositi passanti sul luogo di montaggio con una macchina da cantiere o un carrello elevatore.
- Accostare i big bag strettamente l'uno contro l'altro
- I big bag non hanno alcun rinforzo e rischiano quindi di deformarsi con il tempo. Per evitare che ciò avvenga, si possono inserire semplici telai di legno come rinforzo prima di riempirli.

Fig. 64: Riempimento di big bag con un'autobetoniera (INN-PACK)

- 2 o 4 big bag possono essere collegati tra loro a fisarmonica avvitando i telai di legno per stabilizzare il sistema (simili sistemi vengono offerti anche sul mercato).

Logistica

Prestazioni indicative necessarie	**Barriera con sacconi lunga 100 m e alta 100 cm**
Autocarri (5 t di carico utile) per trasportare la sabbia	26
Autocarro per trasportare i sacconi	1
Sacconi di 2 m (40 kg ciascuno)	50
Pale caricatrici gommate per riempire i sacconi con la sabbia	2
Sabbia	80 m^3
Persone necessarie per il montaggio	4 per 1 h

Tab. 15: Prestazioni indicative necessarie per montare una barriera di sacconi commerciale (riempiti con sabbia)

Sistemi di barriere con elementi in calcestruzzo

Si tratta fondamentalmente di sistemi improvvisati. Si utilizzano elementi mobili in calcestruzzo del settore edile (per es. per barriere stradali provvisorie). Questi sono lunghi circa 2 m e sopportano sollecitazioni dinamiche elevate.

La barriera deve essere installata in modo che l'angolo d'afflusso non sia superiore a 45°.

Vantaggi

- Elevata resistenza alle sollecitazioni dinamiche.
- Molto stabile (sistema che agisce per gravità).
- Possibili cambiamenti di direzione
- Disponibili presso i centri edili e i cantieri.

Svantaggi

- Richiede mezzi pesanti per il trasporto e il montaggio.
- Non può essere considerato elemento ermetico.

Opzioni d'uso

- Utilizzare in caso di forti sollecitazioni dinamiche dell'acqua.
- Impedire lo straripamento locale di torrenti (sulla sponda esterna delle curve, presso ponti, presso muri d'argine a rischio di crollo, ecc.).
- In riva ai laghi per proteggere le sponde contro le onde alte.

Fig. 65: Elementi di una barriera di protezione in calcestruzzo (Wikipedia)

Logistica

Prestazioni indicative necessarie	**Barriera di elementi in calcestruzzo lunga 100 m e alta 100 cm**
Autocarri (6.5 t di carico utile) per il trasporto	13
Elementi in calcestruzzo di 2 m (1600 kg ciascuno)	50
Macchine da cantiere per sollevare e spostare gli elementi	2
Persone necessarie per il montaggio	4 per 1 h

Tab. 16: Prestazioni indicative necessarie per il montaggio di una barriera di elementi in calcestruzzo

Panoramica delle condizioni poste dai sistemi

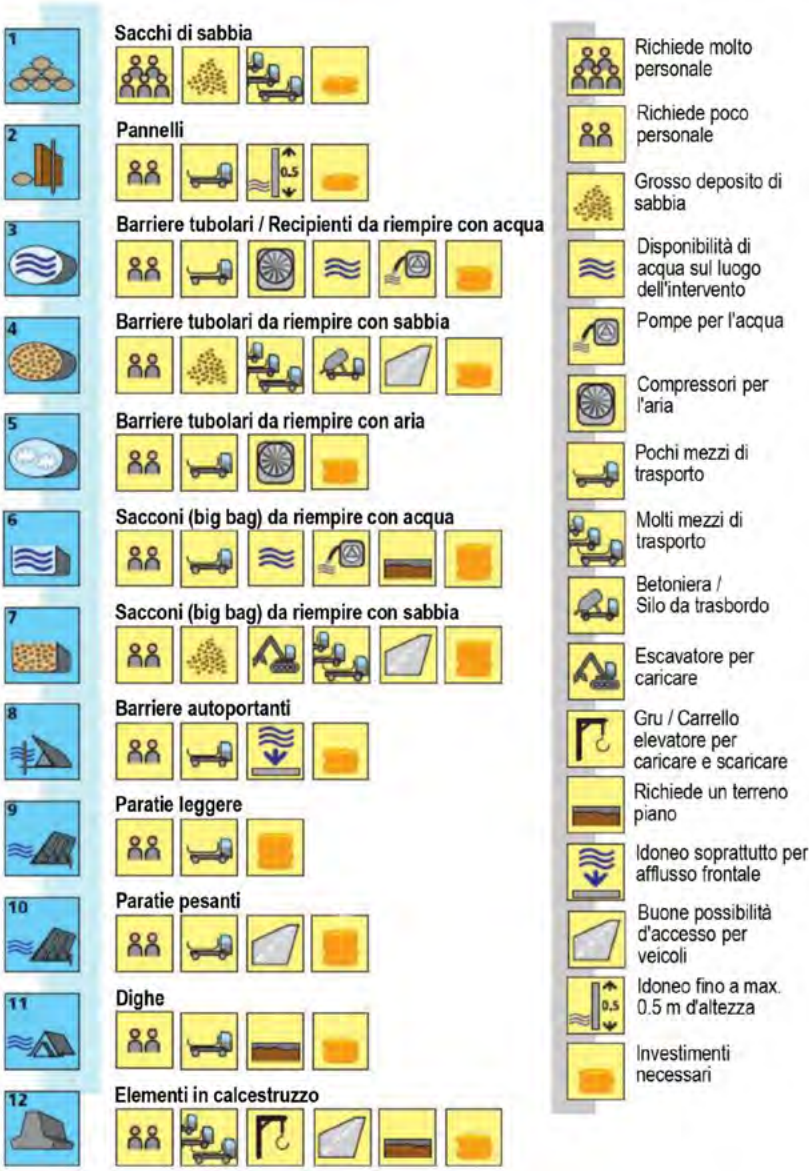


Fig. 66: Ricapitolazione dei diversi sistemi
(Associazione degli istituti cantonali di assicurazione antincendio AICAA)

Ausilio per la scelta del sistema di protezione

Symbol	Tipo di sistema / Specifiche	1. Evacuazione dell'acqua sui pendii	2. Protezione anulare di conche	3. Sbarramento del deflusso su strade	4. Protezione lineare di rive lacustri	5. Protezione lineare di sponde fluviali	6. Protezione lineare di sponde di torrenti	7. Sbarramento di corsi d'acqua	8. Ritenzione di liquidi
	Sacco Sacco di sabbia	■	■	■	▲	▲	▲	▲	▲
	Sacco Sacco doppio	■	■	■	▲	■	▲	▲	▲
	Pannello Pannello per casseforme	■	●	■		■	▲	●	●
	Barriera tubolare Riempire con acqua	■	■	■	■	■	▲	●	■
	Barriera tubolare Riempire con sabbia	●	▲	■	■	■	▲	●	●
	Barriera tubolare Riempire con aria	■	■	■	■	■	▲	●	■
	Big Bag Riempire con acqua	●	■	■	■	■	▲	●	▲
	Big Bag Riempire con sabbia	●	■	■	■	■	▲	▲	▲
	Barriere autoportanti	●	▲	■	▲	▲	●	■	▲
	Paratie Variante leggera	▲	■	■	■	■	▲	■	▲
	Paratie Variante pesante	●	■	■	■	■	▲	●	▲
	Dighe Elementi in materiale plastico	●	▲	■	■	■	●	●	▲
	Barriere Elemento in calcestruzzo	●	●	▲	●	●	■	▲	●

Fig. 67: Ausilio per la scelta del sistema di protezione in funzione dell'impiego, parte 1
Coordinazione svizzera dei pompieri (CSP)

Protezione degli argini

Misure d'emergenza sugli argini di protezione contro le piene

Gli argini possono essere disposti in froldo, ovvero a diretto contatto con il flusso idrico, oppure posti a una certa distanza da questo (argine maestro). In questo secondo caso, la fascia di terreno compresa tra l'alveo attivo e l'argine prende il nome di golena.

Gli argini possono rompersi all'improvviso senza un motivo apparente per i profani. Gli interventi di protezione contro le piene sugli argini devono essere effettuati solo sotto la guida di uno specialista.

Fig. 68: Rottura di un argine
(Robert Jüpner, Università tecnica di Kaiserslautern)

Valutare la stabilità di un argine basandosi su impressioni puramente visive è spesso difficile e insufficiente. Per una valutazione obiettiva e per dedurre contromisure efficaci è necessario conoscere anche la struttura e la storia della diga.

Regole di base:

- elaborare e attuare sempre un piano di sicurezza.
- Non caricare inutilmente con veicoli o altro la cresta, le scarpate (lati inclinati) e la campagna (entroterra) dell'argine. Evitare scosse e urti.
- Non impedire o ostacolare il deflusso dell'acqua d'infiltrazione.
- Non mettersi a scavare negli scoli dell'acqua d'infiltrazione
- Non rimuovere il materiale dell'argine franato.
- Non piantare pali o altri oggetti nell'argine.
- Applicare rivestimenti impermeabili (per es. pellicola) solo sul lato acqua, mai sul lato campagna.
- Adottare sempre provvedimenti permeabili all'acqua sul lato campagna.

Fig. 69: Geometria di un argine di protezione contro le piene (Ufficio bavarese dell'ambiente).

Sistema per la classificazione dei danni

Classificazione		Reazione
Problematico	Stabilità ridotta Stabilità non ancora minacciata	Osservazione o preparazione Difesa dell'argine
Pericoloso	Stabilità molto ridotta Possibile rottura dell'argine	Difesa dell'argine Valutare eventuali evacuazioni Tenere pronto il materiale di soccorso per le forze d'intervent
Molto pericoloso	Probabile rottura dell'argine a breve	Difesa immediata e massiccia dell'argine Badare alla sicurezza delle forze d'intervento Ripiego immediato In caso di dubbio

Tab. 17: Sistema per la classificazione dei danni e relative reazioni.

Descrizione e classificazione degli scenari di dissesto

Infiltrazione o sifonamento dell'argine

Per infiltrazione o sifonamento s'intende la fuoriuscita di acqua in diversi punti sul lato campagna dell'argine. In generale, un argine è considerato fragile e pericoloso se:

- l'acqua d'infiltrazione è molto torbida (erosione interna dell'argine).
- L'acqua fuoriesce dalla parte superiore dell'argine.
- La fuoriuscita aumenta fortemente.
- Il volume dell'acqua d'infiltrazione aumenta rapidamente.

Fig. 70: Linea di saturazione in un argine di protezione contro le piene (Bruno Gerber, Ufficio del genio civile del Canton Berna)

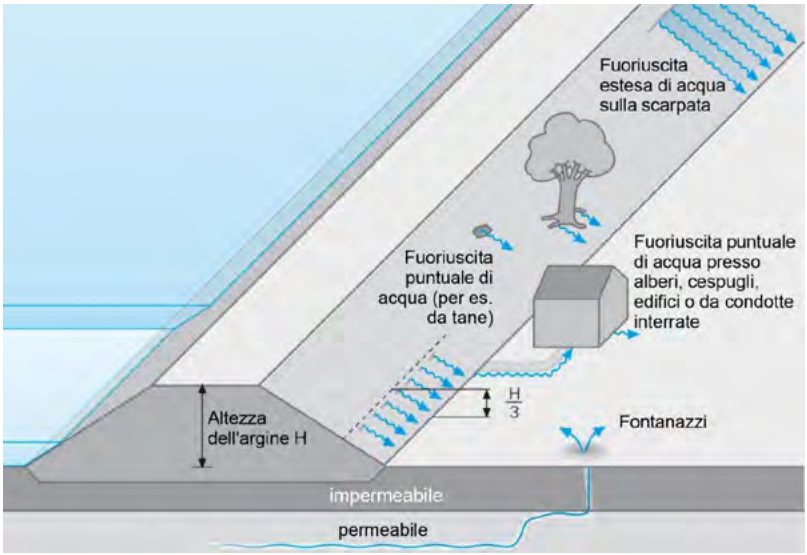


Fig. 71: Punti di fuoriuscita dell'acqua d'infiltrazione (Ufficio bavarese dell'ambiente)

Constatazioni	Classificazione
Acqua d'infiltrazione limpida nei ⅔ superiori dell'altezza dell'argine (H) Forte fuoriuscita di acqua limpida e pendenza della scarpata >1:2	■
Fuoriuscita estesa di acqua d'infiltrazione torbida Acqua d'infiltrazione torbida nella ½ inferiore H Rapido innalzamento dell'acqua d'infiltrazione nei ⅔ superiori H Fontanazzi sul lato campagna	▲
Punti di fuoriuscita dell'acqua d'infiltrazione con riversamento di materiale dell'argine Acqua d'infiltrazione torbida nella ½ superiore H Rapido innalzamento dell'acqua d'infiltrazione nel ⅓ inferiore H Fontanazzi sul lato campagna con riversamento di materiale dell'argine Deformazione dell'argine	●

Tab. 18: Classificazione degli scenari di dissesto in caso di infiltrazione o sifonamento degli argini (H = altezza dell'argine)

Crepe e smottamenti sull'argine

Deformazioni come crepe, frane e sollevamenti sul lato acqua o campagna dell'argine sono più pericolose delle fuoriuscite d'acqua d'infiltrazione. Tutti i tipi di deformazione sono pericolosi. Crepe e smottamenti rendono l'argine più fragile e pericoloso se:

– sono vicini all'acqua.
– Sono estesi, lunghi e profondi.
– Il corpo dell'argine intatto è ridotto.

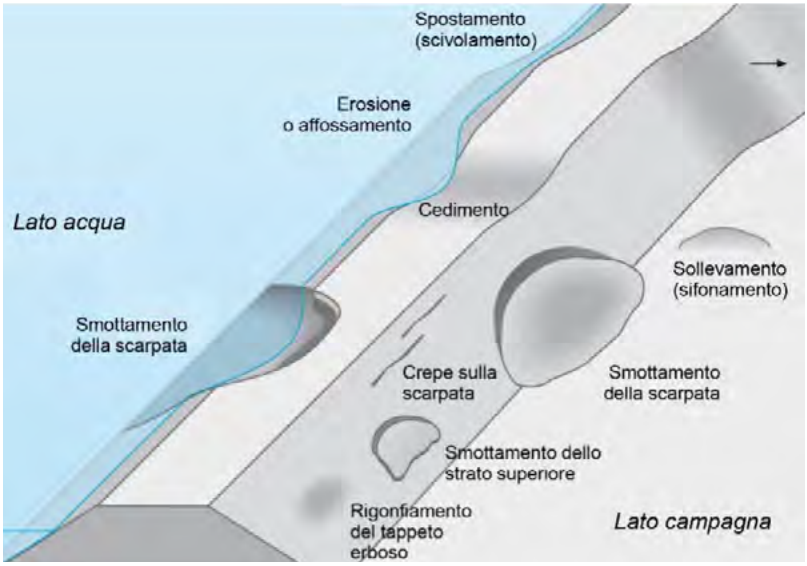


Fig. 72: Deformazioni e smottamenti sugli argini (Ufficio bavarese dell'ambiente)

Constatazioni	Classificazione
Crepe o smottamenti superficiali I danni sono presenti sopra il livello dell'acqua e il livello non sale più	
Crepe superficiali o smottamenti con larghezza della cresta < 3 m o argine più inclinato di 1 : 2 Maggiore penetrazione di acqua nell'argine Allargamento delle aree danneggiate Crepe nel ⅓ inferiore H	
Cedimento della cresta dell'argine e pericolo di sormonto Innalzamento del livello dell'acqua in caso di smottamenti Crepe profonde nella cresta o nelle scarpate dell'argine Deformazione della scarpata sul lato campagna	

Tab. 19: Classificazione degli scenari di dissesto in caso di crepe e smottamenti (H = altezza dell'argine)

Erosione dell’argine sul lato acqua

Un’erosione sul lato acqua può verificarsi soprattutto se la scarpata dell’argine è molto inclinata.

Constatazioni	Classificazione
Erosione sul lato acqua fino al piede dell’argine con inizio di affossamento e sottoscavazione	
Smottamento con pericolo di rottura dell’argine Pericolo per la stabilità dell’argine in caso di ulteriore erosione	

Tab. 20: Classificazione degli scenari di dissesto in caso d’erosione dell’argine sul lato acqua

Sormonto dell’argine

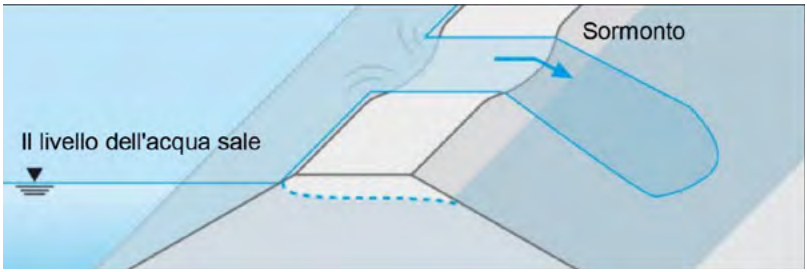


Fig. 73: Sormonto di un argine (Ufficio bavarese dell’ambiente)

Constatazioni	Classificazione
Lieve sottoscavazione, la scarpata sul lato campagna è consolidata (cemento, asfalto	▲
Sottoscavazione forte o in rapido aumento Pendenza della scarpata > 1:2 Scarpata non consolidata sul lato campagna Pericolo di rottura dell’argine, ripiego immediato	●●

Tab. 21: Classificazione degli scenari di dissesto in caso di sormonto dell’argine

Misure d'urgenza

Pattuglia di ricognizione / Guardiano dell'argine

Compiti e comportamenti:

- evitare di avvicinarsi all'argine e sorvegliarlo possibilmente da una distanza di sicurezza.
- Individuare i punti d'infiltrazione sulla scarpata, lato campagna e al piede dell'argine (quantità, torbidità, aumento o diminuzione).
- Individuare alterazioni nel corpo dell'argine (cedimenti, crepe, smottamenti, rigonfiamenti)
- Monitorare il livello della piena sull'idrometro.
- Osservare la superficie dell'acqua per individuare forti vortici (indicatori di possibili affossamenti o crepe sulle sponde).
- Controllare il livello dell'acqua e del francobordo.

Rinforzo dell'argine sul lato campagna

Lo scopo di un rinforzo dell'argine sul lato campagna è quello di zavorrare l'argine. Si inizia con il posare i sacchi di sabbia a partire dal piede dell'argine e quindi uniformemente sia lungo la scarpata che verso la campagna (fino a circa ⅔ della lunghezza della scarpata).

Se non si prolunga sufficientemente il rinforzo verso il lato campagna, la stabilità dell'argine non viene aumentata, bensì indebolita.

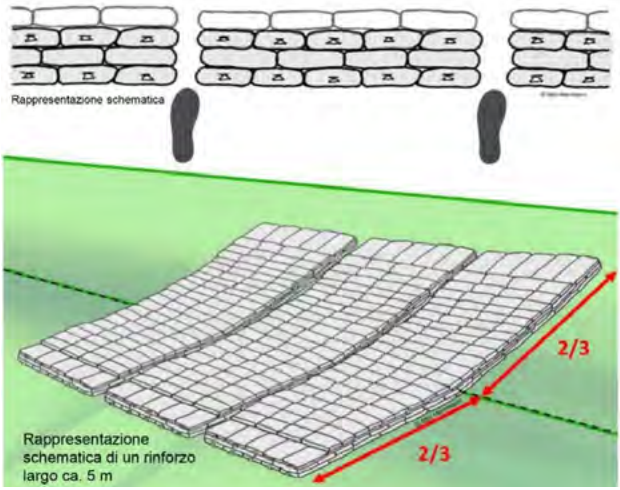


Fig. 74: Principio del rinforzo dell'argine con sacchi di sabbia (Technisches Hilfwerk – THW)

Il primo strato viene posato con il fondo dei sacchi rivolto longitudinalmente verso l'acqua. Ogni cinque sacchi si deve intercalare uno spazio largo quanto una scarpa (ca. 5 cm) come giunto di drenaggio. In alternativa, si può dapprima applicare uno strato filtrante che lascia passare l'acqua d'infiltrazione ma che allo stesso tempo trattiene le particelle del terreno (per es. geotessile, reti d'armatura in acciaio, pali di legno, ghiaia di drenaggio). Non si deve assolutamente ostacolare e men che meno arrestare la fuoriuscita dell'acqua d'infiltrazione.

Si possono quindi posare almeno quattro strati di sacchi. Ogni strato viene girato di 90 °. Occorre evitare sollecitazioni (non lanciare i sacchi). Al posto dei sacchi di sabbia si possono utilizzare anche barriere tubolari mobili, gettate di ghiaia o sabbia (nessun materiale coesivo) oppure sacconi industriali riempiti di sabbia (big bag).

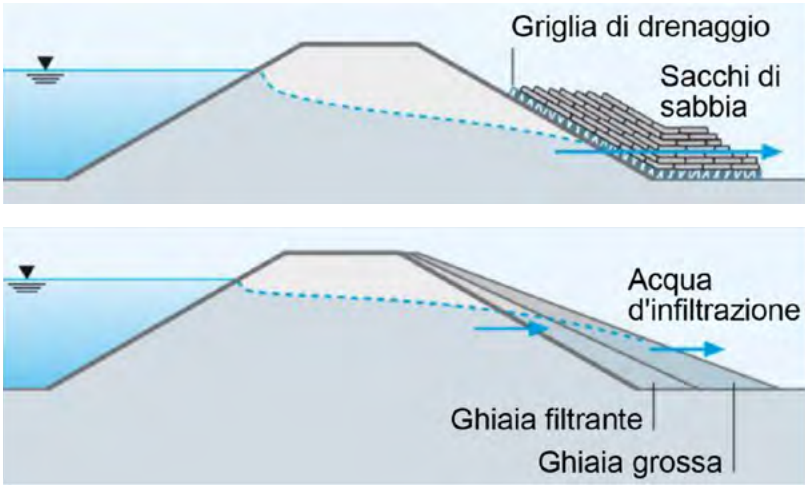


Fig. 75: Rinforzo di un argine con sacchi di sabbia o con una gettata di ghiaia (Ufficio bavarese dell'ambiente)

Consolidamento di smottamenti e crepe sul lato acqua

Lo scopo del consolidamento di smottamenti e crepe sul lato dell'acqua è mantenere la stabilità della diga e impedire ulteriori erosioni.

Per consolidare smottamenti e crepe sul lato acqua, occorre riempire le cavità, i buchi e le crepe con sacchi di sabbia. Per non indebolire ulteriormente la scarpata, è opportuno iniziare dal piede dell'argine e i sacchi possono essere lanciati solo da un'altezza ridotta. In alternativa, è possibile riempire le cavità e i buchi con gettate di pietre. Per proteggere le scarpate frananti da un'ulteriore erosione, si possono installare alberi grezzi interi (vedi pag. 84) o, se c'è abbastanza tempo, fascine.

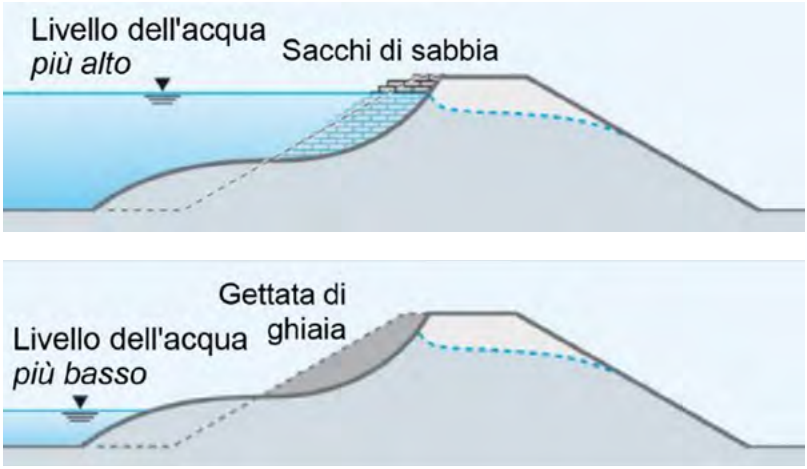


Fig. 76: Consolidamento di smottamenti sul lato acqua con sacchi di sabbia o ghiaia (Ufficio bavarese dell'ambiente)

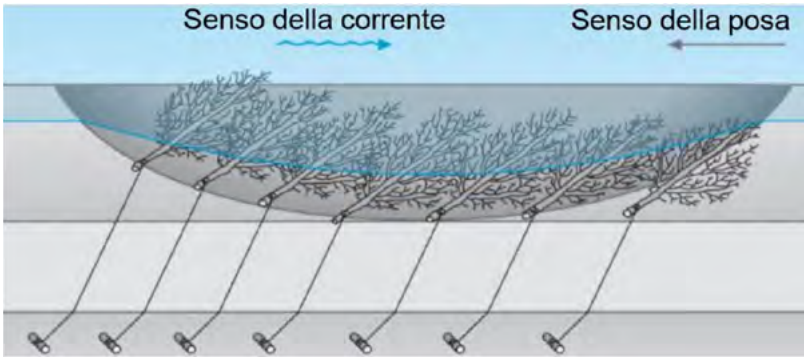


Fig. 77: Installazione di alberi grezzi interi (Ufficio bavarese dell'ambiente)

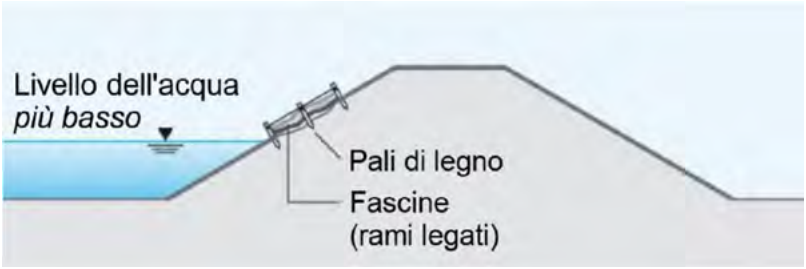


Fig. 78: Installazione di fascine nell'argine (Ufficio bavarese dell'ambiente)

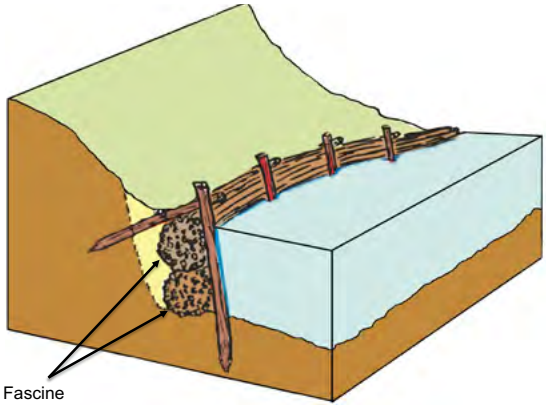


Fig. 79: Installazione di fascine sulla sponda (UFPP)

Pellicola impermeabile sul lato acqua

L'applicazione di una pellicola impermeabile serve a impedire che l'acqua penetri nell'argine. È possibile coprire con una pellicola i punti d'accesso dell'acqua o i danni sul lato acqua. La pellicola deve aderire saldamente alla scarpata (attaccare un tubo o una sbarra di ferro all'estremità inferiore della pellicola come peso e caricare la pellicola con sacchi di sabbia sui bordi).

La pellicola garantisce una buona tenuta stagna solo se è pressata sul punto permeabile per effetto dell'aspirazione del flusso d'acqua. Se non c'è aspirazione, la pellicola è inutile. Questa misura è sensata solo se la superficie della scarpata è relativamente liscia. Buchi di grandi dimensioni devono essere prima riempiti.

Fig. 80: Argine reso stagno con una pellicola (Ufficio bavarese dell'ambiente)

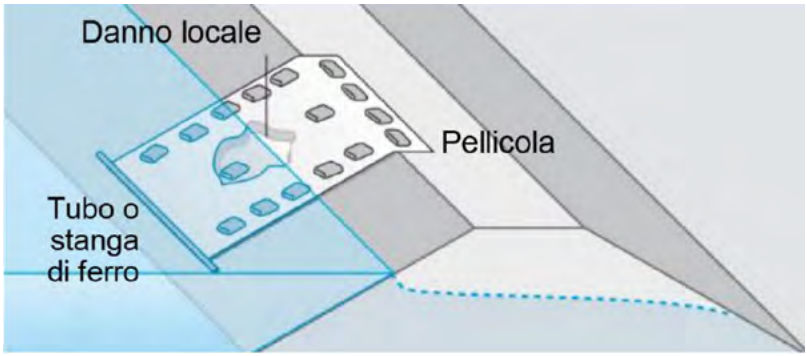


Fig. 81: Fissaggio di una pellicola impermeabile (Ufficio bavarese dell'ambiente)

Innalzamento temporaneo dell'argine

Lo scopo dell'innalzamento dell'argine è quello di aumentare il francobordo e quindi di impedire il sormonto dell'argine. Se il livello dell'acqua minaccia di superare la cresta dell'argine, è possibile innalzare l'argine con sacchi di sabbia o sistemi mobili di protezione contro le piene.

L'argine potrebbe rompersi all'improvviso per il pesante sovraccarico. Gli innalzamenti devono quindi essere eseguiti solo sotto la guida di specialisti.

Il personale eccedente deve essere allontanato dalla zona di pericolo. La rottura dell'argine va inoltre contemplata nella valutazione dei pericoli. Se la scarpata sul lato campagna è più ripida di 1:2 o se la larghezza della cresta è < 3 m, l'argine deve essere prima consolidato sul lato campagna (vedi pagina 78).

Ulteriori misure di protezione contro le piene

Protezione spondale d'emergenza con alberi grezzi interi

Scopo e funzione

Gli alberi grezzi interi possono essere utilizzati come misura di protezione contro le piene nelle seguenti situazioni:

- per proteggere le scarpate delle sponde contro l'erosione.
- Per limitare i danni agli argini di protezione contro le piene sul lato acqua.
- Per impedire la rottura dell'argine.
- Per chiudere una breccia nell'argine.

L'installazione di alberi grezzi interi riduce la velocità della corrente e protegge l'argine presso il punto d'erosione o la linea di rottura. Il vantaggio consiste nel fatto che si ottiene un grande effetto in poco tempo e con poco materiale.

Principi per l'uso

Scegliere un abete bianco o rosso, vigoroso e ramoso, che si trova il più vicino possibile al corso d'acqua e sramarlo alla base (per ca. 1 m) (1). Legare il piede del tronco a funi metalliche e fissarlo a un punto d'ancoraggio situato a monte della sponda da proteggere (2.) Abbattere possibilmente l'albero in modo che cada direttamente nel corso d'acqua (3). Trascinare l'albero nell'acqua fino al punto previsto (4). Ancorare saldamente l'albero a un punto d'ancoraggio sulla sponda (5). Fissare anche la cima dell'albero con una fune metallica se la situazione lo richiede (6). L'albero grezzo intero deve essere più lungo della zona da proteggere. Se un albero non è sufficiente, si possono installare più alberi uno dietro l'altro. In questo caso, si deve iniziare l'installazione a valle.

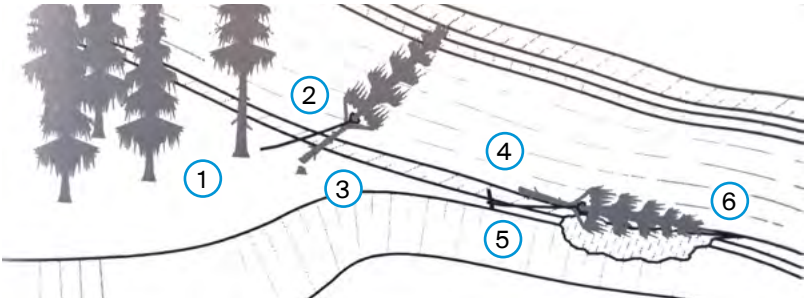


Fig. 82: Installazione di un albero grezzo intero (Rote Hefte 82, Kohlhammer Verlag)

Lavori d'emergenza di messa in sicurezza e di ripristino

Messa in sicurezza delle cisterne d'olio combustibile

Una cisterna d'olio combustibile non sufficientemente fissata a terra può iniziare a galleggiare in caso d'allagamento del locale in cui si trova. I tubi di raccordo vengono strappati e sussiste il pericolo che la cisterna si rovesci. Grandi quantità d'olio combustibile possono pertanto riversarsi nell'ambiente. Per evitare un grave inquinamento ambientale, vale la pena di mettere in sicurezza la cisterna contro il sollevamento con sufficiente tempo di preallerta. Su una cisterna quasi vuota agiscono enormi forze ascensionali (più tonnellate), motivo per cui la messa in sicurezza deve essere proporzionalmente solida. Se le pareti e il soffitto del locale dell'olio combustibile sono sufficientemente stabili, si raccomanda il seguente metodo improvvisato:

– bloccare la cisterna contro gli spostamenti laterali con puntelli edili.
– Fissare la cisterna con un puntello contro il soffitto.

Fig. 83: Messa in sicurezza di una cisterna d'olio combustibile (Assicurazione immobiliare del Canton Berna AIB)

Queste misure presuppongono che la cisterna sia sufficientemente solida e non venga schiacciata dalle forze che agiscono su di essa. Se è poco stabile, si raccomanda di bloccarla solo contro gli spostamenti laterali. In tal modo può galleggiare e premere contro il soffitto senza rovesciarsi. Occorre però fare attenzione che le condotte di raccordo non si strappino.

Sulla cisterna agiscono meno forze se il locale non è completamente allagato. In alternativa, può essere ancorata al pavimento con cinghie.

Pompaggio dell'acqua dai piani interrati

Nell'ambito degli interventi contro le piene, in genere si inizia molto rapidamente a pompare l'acqua dai piani interrati allagati. Occorre sempre garantire la sicurezza delle squadre d'intervento, degli inquilini e dell'edificio.

Pericolo di folgorazione: l'acqua potrebbe essere sotto tensione. Si possono iniziare i lavori solo dopo che la corrente elettrica è stata staccata da uno specialista dei pompieri o dal gestore della rete.

Sostanze pericolose: l'acqua potrebbe essere contaminata da sostanze pericolose (olio combustibile, prodotti chimici, ecc.). Si possono iniziare i lavori solo dopo aver consultato gli specialisti. Si devono inoltre indossare indumenti di protezione.

I diversi livelli dell'acqua (innalzamento della falda freatica, pompaggio dell'acqua da singoli locali) possono generare enormi forze di pressione. Ne conseguono nuovi pericoli e rischi, non sempre evidenti:

- le porte che si aprono verso l'interno di locali chiusi non possono più essere aperte da una sola persona già a partire da un'altezza dell'acqua di 30 cm. La via di fuga è quindi bloccata.
- Le porte che si aprono verso l'esterno possono spalancarsi in modo violento. Il pericolo di morte è elevato.

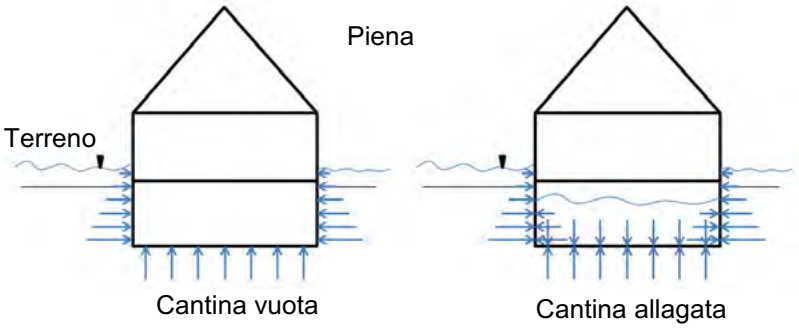
Non soffermarsi nei locali dove l'allagamento è ancora in corso. Non aprire le porte sottoposte a un'elevata pressione dell'acqua.

– Quando il piano interrato è completamente sommerso, si presume che anche il livello dell'acqua di falda sia aumentato e che sia alto almeno come il livello dell'acqua presente nell'edificio. Se il piano interrato viene svuotato troppo rapidamente con pompe, ne consegue una grande differenza tra i due livelli dell'acqua. Di conseguenza l'edificio subisce una spinta ascensionale di galleggiamento. I pavimenti e le pareti del piano interrato sono sottoposti a enormi forze. Le fondamenta potrebbero rompersi e le pareti crollare oppure l'intero edificio potrebbe essere sollevato verso l'alto.

Simili danni non sono prevedibili e le contromisure non sono più possibili. Potrebbero far crollare l'intero edificio.

Le squadre d'intervento e gli inquilini corrono un forte pericolo. Pompare l'acqua dall'edificio solo dopo una valutazione da parte di un perito edile.

Se il livello dell'acqua di falda è alto e la struttura dell'edificio è fragile (basso carico dell'edificio), può essere addirittura necessario allagare deliberatamente i piani interrati con acqua pulita per equilibrare la pressione e proteggere l'edificio da danni più gravi.



(Scuola dei pompieri professionisti del Baden-Württemberg)

Bibliografia

Ufficio federale dello sviluppo territoriale ARE; Ufficio federale dell'ambiente UFAM, Raccomandazioni concernenti la pianificazione del territorio e i pericoli naturali.

https://www.bafu.admin.ch/bafu/it/home/temi/pericoli-naturali/diritto/aiuti-esecuzione-pericoli-naturali.html.html

Ufficio federale dell'ambiente UFAM, Piene e colate detritiche, Schede informative.

https://www.bafu.admin.ch/bafu/it/home/temi/pericoli-naturali/documentazione-sui-pericoli-e-utilizzazione-del-territorio/processi-pericolosi-e-documentazione-sui-pericoli.html

Ufficio federale dell'ambiente UFAM, Riscaldamento climatico: l'instabilità del permafrost provoca frane più frequenti.

https://www.bafu.admin.ch/bafu/it/home/temi/pericoli-naturali/dossier/riscaldamento-climatico-e-frane.html

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Landesverband Sachsen/Thüringen (editore) (2011): Hochwasseralarmstufe 4 – Alles zu spät? Möglichkeiten und Grenzen des operativen Hochwasserschutzes, Dresda.

Jüpner, Robert; Weichel, Thilo (2013): Inundation caused by dike break – real-time forecast and monitoring during the Flood 2013, in: EVAN 2013, Proceedings of the 1st International Short Conference on Advances in Extreme Value Analysis and Application to Natural Hazards. pp. 105 – 114.

Canton Berna (editore) (2012), Kursunterlagen Wassergefahren, Bern.

Piattaforma nazionale Pericoli naturali PLANAT, Le piene sono all'origine dei danni maggiori.

https://www.planat.ch/it/rischi-naturali/piene

Associazione degli istituti cantonali di assicurazione antincendio AICAA, Ufficio federale delle acque e della geologia UFAEG (editore) (2004): Mobiler Hochwasserschutz. Systeme für den Notfall, Biel.