

# La golena

## Dia 2

Il termine "golena" si riferisce a una fascia di terreno pianeggiante, posta lungo le rive di un fiume, che viene periodicamente allagata durante le piene del fiume stesso. Le golene sono aree di espansione naturale del fiume che vengono sommerse d'acqua quando il livello del fiume aumenta a causa di piogge intense o dello scioglimento della neve. Queste zone svolgono un ruolo importante nel mitigare gli effetti delle inondazioni, in quanto consentono al fiume di espandersi lateralmente, riducendo così la pressione sull'acqua e proteggendo le aree abitate.

Le golene sono spesso caratterizzate da terreni fertili a causa del deposito di sedimenti portati dal fiume durante le inondazioni. Questo rende le golene ideali per l'agricoltura e molte comunità hanno tradizionalmente utilizzato queste aree per coltivare colture.

Nel contesto della gestione delle risorse idriche e della prevenzione delle inondazioni, le golene possono essere mantenute e gestite come risorse naturali per garantire la sicurezza delle comunità e conservare l'habitat fluviale. L'uso appropriato delle golene può contribuire a ridurre i rischi di inondazioni e ad aumentare la resilienza delle aree adiacenti ai fiumi.

Se il corso d'acqua è provvisto di argini maestri e argini secondari, si definisce golena sia la zona compresa tra l'alveo di magra e l'argine secondario (golena indifesa), che la fascia delimitata dall'argine secondario e l'argine maestro (golena difesa).

## Dia 3

Disegno: Tracciato golenale del Po in Provincia di Lodi

## Dia 4

Disegno: Cartografia delle variazioni planimetriche del fiume Po. Alveo del fiume in diversi periodi storici

## Dia 5

Fotografia: veduta aerea di una golena lungo il fiume Po

la golena può cambiare nel tempo a causa di diversi fattori naturali e antropici. Alcuni dei principali fattori che possono influenzare e modificare la golena nel corso del tempo includono:

La forma e le dimensioni delle golene possono cambiare a causa della dinamica fluviale. Variazioni nella portata del fiume, nell'erosione e nella sedimentazione possono portare a modifiche nella morfologia della golena.

Inondazioni intense possono depositare nuovi sedimenti o rimuovere parte del terreno esistente. Questi eventi possono alterare la topografia e la composizione del suolo nella golena.

Attività umane come la costruzione di argini, progetti di controllo delle inondazioni, estrazione di materiali dalla golena o altri interventi possono alterare la morfologia e la funzione della golena nel tempo.

Variazioni nei regimi di pioggia, nell'innalzamento del livello del mare o in altri parametri climatici possono influire sul comportamento del fiume e sulla dinamica della golena.

Cambiamenti nell'uso del suolo, come la conversione di golene agricole in aree residenziali o industriali, possono avere un impatto significativo sulla natura e sulla funzione della golena.

La vegetazione presente sulla golena può variare nel tempo a causa di fattori come incendi, malattie di alcuni tipi di alberi, interventi umani o cambiamenti ambientali. La presenza o l'assenza di specie vegetali può influire sulla stabilità del suolo e sulla capacità della golena di mitigare gli effetti delle inondazioni.

È importante monitorare e gestire attentamente le golene per preservarne la funzione ecologica e la capacità di mitigare le inondazioni. Le pratiche di gestione sostenibile possono includere la pianificazione del territorio, la conservazione delle aree umide, la promozione della vegetazione nativa e la prevenzione dell'erosione per mantenere la resilienza delle golene nel tempo.

## **Dia 6**

La golena si trova nella fascia B prevista dal PAI e comprende la zona inondabile adiacente al fiume durante le piene. Le espressioni "golena chiusa" e "golena aperta" si riferiscono a due tipi differenti di gestione delle golene lungo i fiumi. La gestione di queste aree può influire significativamente sulla prevenzione delle inondazioni e sulla conservazione degli habitat naturali. Ecco cosa intendono generalmente questi termini:

### **Golena chiusa:**

**Definizione:** Una golena chiusa si riferisce a una zona di terreno lungo le rive di un fiume che è stata protetta da argini o dighe per impedire all'acqua di fuoriuscire durante le piene medie del fiume.

**Caratteristiche:** Le opere di difesa, come gli argini, vengono costruite lungo le rive del fiume per contenere l'acqua all'interno del canale principale. Questo tipo di gestione può proteggere le aree circostanti dalle inondazioni, ma può anche alterare l'ecosistema naturale e influire sulla dinamica del fiume.

### **Golena aperta:**

**Definizione:** Una golena aperta si riferisce a una zona lungo le rive di un fiume dove l'acqua può fuoriuscire liberamente durante le piene. In altre parole, non ci sono opere di difesa, e la golena è progettata per permettere all'acqua di espandersi lateralmente durante i periodi di maggiore portata.

**Caratteristiche:** Questo approccio mira a gestire le piene in modo più naturale, permettendo al fiume di espandersi in modo controllato nelle aree di golena durante le piene. Ciò può contribuire a ridurre la pressione sull'argine principale e a mantenere gli habitat naturali, ma potrebbe aumentare il rischio di inondazioni localizzate nelle golene.

La scelta tra golena chiusa e aperta dipende da vari fattori, tra cui la densità della popolazione nelle aree adiacenti, la necessità di protezione contro le inondazioni, la conservazione degli habitat naturali e la gestione sostenibile delle risorse idriche. La pianificazione del territorio e la gestione integrata delle risorse idriche sono cruciali per bilanciare la protezione contro le inondazioni con la conservazione degli ecosistemi fluviali.

## **Dia 7**

### **Argine di froldo**

Tra l'argine e il letto del fiume può non esserci un'area golenale, in questo caso siamo in presenza di un argine di froldo. Un argine di "Froldo" si tratta di un argine che è a diretto contatto con l'alveo del fiume e non presenta una zona golenale, ovvero una zona pianeggiante a fianco del corso d'acqua.

L'utilizzo di termini specifici come "Froldo" può variare in base alle regioni o alle pratiche locali e potrebbe non essere comunemente riconosciuto in ambito più generale. Si tratta di un argine posizionato direttamente lungo l'alveo del fiume senza la presenza di una zona golenale.

Questo tipo di configurazione può influenzare la gestione delle inondazioni e la dinamica fluviale. Gli argini di Froldo possono essere progettati per contenere il flusso d'acqua più vicino all'alveo, riducendo così il rischio di inondazioni nelle aree circostanti. Tuttavia, è importante considerare le implicazioni ambientali e idrologiche di tale configurazione e valutare attentamente come influenzi la sicurezza idraulica e la salute degli ecosistemi fluviali.

#### **Dia 8**

Foto satellitare di una golena chiusa lungo il corso del Po in località San Rocco al Porto.

#### **Dia 9**

Disegno di golena chiusa. Nel sistema Po si usano golene chiuse che vengono allagate solo in occasione di piene di portata media o di massima piena.

#### **Dia 10**

Cartina con il corso medio del fiume PO con indicate le fasce di esondazione.

- ✓ Area gialla: prima esondazione (fascia B)
- ✓ Area blu: seconda esondazione (Fascia C)
- ✓ Tra l'area gialla e quella blu, è posizionato l'argine

#### **Dia 11**

##### **Fasce inondabili.**

Nel disegno sono indicate le fasce inondabili lungo il corso del fiume Po.

La fascia B indica la golena, la fascia A comprende le zone antropizzate in quello che viene definito Piano di campagna. La fascia A è costituita dal letto del fiume.

#### **Dia 12**

##### **Meandri lungo il fiume Po**

La formazione dei meandri lungo i fiumi in aree pianeggianti è un processo naturale che coinvolge l'erosione, il trasporto di sedimenti e la deposizione. I meandri sono curve sinuose che un fiume forma lungo il suo corso mentre scorre attraverso una pianura. Questo fenomeno è il risultato di una combinazione di forze e processi idrologici. Il ciclo di erosione, trasporto e deposizione contribuisce alla formazione dei meandri nei fiumi che attraversano aree pianeggianti. È un processo dinamico che può essere influenzato da vari fattori, tra cui la geologia locale, la vegetazione lungo le sponde, il regime idrologico e le attività umane che possono alterare la dinamica fluviale.

1. **Erosione laterale:** L'acqua del fiume scorre lungo il letto e le sponde del fiume. Le forze idrauliche e le particelle trasportate dall'acqua causano l'erosione delle sponde.
2. **Curvatura naturale:** Anche in una pianura relativamente piatta, ci sono spesso lievi dislivelli nel letto del fiume. L'acqua tende a seguire la linea di minore resistenza, causando una curvatura naturale nel corso del fiume.
3. **Erosione differenziale:** L'erosione avviene in modo differenziale lungo il lato esterno (concavo) della curva e la deposizione di sedimenti avviene lungo il lato interno (convesso). Ciò crea una curva sempre più pronunciata nel corso del tempo.
4. **Trasporto di sedimenti:** I sedimenti erosi dalle sponde vengono trasportati lungo il corso del fiume. La velocità dell'acqua è maggiore sul lato esterno della curva, consentendo al fiume di trasportare particelle più grosse.

5. **Deposizione:** Quando la velocità dell'acqua diminuisce sul lato interno della curva, il fiume deposita i sedimenti. Questo processo di deposizione contribuisce a costruire una barra di sedimenti nota come "punta di barra".
6. **Continua evoluzione:** Nel tempo, il fiume può continuare a sviluppare nuovi meandri e ad adattarsi alle variazioni delle condizioni del letto, del carico di sedimenti e delle forze idrauliche.

### **Dia 13**

I "**corni di bue**" sono una particolare forma di meandri chiusi che si sviluppano nei fiumi in pianura. Possono essere definiti anche "fiume morto" che nel caso del Po diventa "Po morto". Queste caratteristiche geomorfologiche sono spesso osservate in fiumi con bassa pendenza e possono assumere la forma di lacci di fiume che sembrano simili a corna di bue o curve a forma di ansa. La formazione di meandri chiusi come i "corni di bue" coinvolge una serie di processi geologici e idrologici. Ecco come solitamente si sviluppano:

#### **Processo di erosione e sedimentazione**

Nella sezione iniziale, il fiume può avere una leggera curvatura a forma di ansa. Lungo il lato esterno (concavo) della curva, l'acqua scorre più velocemente, causando erosione. Lungo il lato interno (convesso) della curva, la velocità dell'acqua è minore, favorendo la deposizione di sedimenti.

#### **Progressiva curvatura del meandro**

Nel tempo, il processo di erosione e deposizione porta alla progressiva curvatura della curva del fiume, creando una caratteristica ad ansa. La forza centrifuga dovuta alla curvatura può ulteriormente accelerare l'erosione del lato esterno della curva.

#### **Cut-off e formazione del meandro chiuso**

Nel corso del tempo, la curva può diventare così pronunciata da avvicinarsi a un semicerchio, formando una "ansa di meandro". Il fiume può tagliare una porzione del meandro, creando un canale più diretto. Questo processo è noto come "cut-off" o "taglio di meandro". La porzione di fiume tagliata può rimanere isolata, formando un lago o un bacino chiamato "laghetto di meandro". La forma del meandro chiuso assomiglia a corni di bue, da cui deriva il termine "corni di bue".

#### **Evoluzione continua**

Nel corso del tempo, i meandri possono continuare a evolvere, con la formazione di nuovi meandri, tagli di meandri e la crescita di nuovi "corni di bue".

La formazione di meandri chiusi come i "corni di bue" è influenzata da fattori come la geologia, la vegetazione lungo le sponde, il regime idrologico e altri processi naturali. Queste caratteristiche geomorfologiche possono avere impatti significativi sull'ecosistema fluviale e sulla dinamica delle acque.

### **Dia 14**

Meandro isolato (lanca) dal corso del fiume a forma di corno di bue.

### **Dia 15**

Il materiale litico (sabbie e ghiaie) trasportato dalla corrente si può depositare anche in mezzo al fiume. In questo caso si formano delle isole fantasma lungo il corso di un fiume. Queste isole possono apparire e scomparire nel tempo a causa della dinamica fluviale e dei processi di sedimentazione.

La formazione di isole fantasma è un processo dinamico e può variare notevolmente da fiume a fiume, a seconda delle condizioni locali. Queste isole possono rappresentare un habitat temporaneo per la fauna locale e sono importanti componenti dell'ecosistema fluviale.

### **Dia 16**

Foto satellitare di un antico meandro del fiume Po ora completamente chiuso

### **Dia 17**

Antica e nuova golena lungo il fiume Po nei pressi di Somaglia. L'antica golena è protetta dalle esondazioni dall'argine maestro.

### **Dia 18**

L'alveo dei fiumi nelle pianure non è stabile nel tempo.

Gli alvei dei fiumi nelle pianure sono dinamici e non statici nel tempo. Il movimento e l'evoluzione degli alvei fluviali sono il risultato di un processo noto come dinamica fluviale, che coinvolge l'erosione, il trasporto e il deposito di sedimenti.

**Erosione:** I fiumi possono erodere il terreno circostante, portando via detriti e sedimenti lungo il loro corso. Questo può avvenire a causa di diversi fattori, tra cui la forza dell'acqua corrente, l'azione meccanica delle particelle trasportate dalla corrente e l'azione chimica dell'acqua stessa.

**Deposizione:** Quando la velocità dell'acqua diminuisce, il fiume perde la capacità di trasportare sedimenti e inizia a depositarli. Questo processo può portare alla formazione di nuove aree di deposito chiamate avanfiume o alluvioni.

**Meandrizzazione:** La forma dell'alveo può cambiare nel tempo attraverso un processo noto come meandrizzazione. I fiumi tendono a formare curve serpeggianti chiamate meandri. Nel corso del tempo, questi meandri possono spostarsi lateralmente, creando nuovi canali e modificando la forma dell'alveo.

**Avulsioni e cambiamenti di canale:** In determinate condizioni, un fiume può cambiare drasticamente il suo corso attraverso un processo noto come avulsione, creando un nuovo canale e lasciando indietro il vecchio.

Questi processi sono naturali e fanno parte del ciclo fluviale. Tuttavia, le attività umane, come la costruzione di dighe, canalizzazioni e altre modifiche del paesaggio, possono influenzare la dinamica fluviale e avere impatti significativi sugli alvei dei fiumi nelle pianure. La gestione sostenibile delle risorse idriche richiede una comprensione approfondita di questi processi per mitigare gli impatti negativi sulla vita umana e sull'ambiente.

### **Dia 19**

Video con animazione del processo di meandrificazione. Il processo che si vede in questa animazione avviene nell'arco di secoli se non di millenni.

La meandrificazione è un processo naturale che coinvolge la formazione e il cambiamento di meandri nei fiumi. I meandri sono curve serpeggianti che un fiume forma mentre scorre attraverso un terreno relativamente piatto. Questo processo è una parte fondamentale della dinamica fluviale e può influenzare la forma e la struttura dell'alveo del fiume nel tempo.

La meandrificazione è una parte normale della dinamica fluviale e contribuisce alla creazione di ecosistemi fluviali ricchi e diversificati. Tuttavia, è importante notare che le attività umane, come la canalizzazione e la costruzione di infrastrutture, possono alterare questo processo naturale e avere impatti significativi sull'ecosistema fluviale.

### **Dia 20**

Definizioni tecniche relative alla formazione dei meandri lungo un fiume.

**Dia 21**

Foto satellitare con esempi di andamento delle correnti di piena del Po a Caselle Landi

**Dia 22**

Nel territorio golenale di Santo Stefano e Caselle Landi, il maggior pericolo potrebbe derivare per rottura arginale dovuta all'erosione. Ci sono almeno due punti che hanno subito gravi sollecitazioni durante le piene del 1994 e del 2000 (Vedi mappe).

**Dia 23**

Foto a terra della foto satellitare precedente. Area di forte erosione sulla sponda sinistra del Po davanti a Caselle Landi.

**Dia 24**

Alluvione ottobre 2000 - Erosione dell'argine per abrasione in località Regona (Santo Stefano Lodigiano)

**Dia 25**

Zone di forte erosione superficiale in golena con formazione di stagni in prossimità della riva.

**Dia 26**

Per ridurre la forza e favorire il decorso delle piene, si possono prevedere interventi dell'uomo sull'andamento del fiume. In questo caso con il progetto «Nure» è previsto lo scavo di un canale e la formazione di un'isola in mezzo al fiume Po.

**Dia 27**

Area di erosione e di deposito del Po in località Castelnuovo Bocca d'Adda

**Dia 28**

Come appare la golena dopo una piena con zone di erosione e di deposito.

**Dia 29**

Descrizione dei fenomeni di erosione in funzione delle condizioni del terreno alluvionato. I corpi solidi sospesi rimbalzano sulla vegetazione che si comporta come un corpo elastico. Quando colpiscono il terreno nudo smuovono altro materiale che accresce la capacità erosiva della corrente di piena.

**Dia 30**

Foto: stagni formati dall'erosione della piena del Po nell'ottobre 2000 in località Caselle Landi

**Dia 31**

Depressioni della golena, derivanti da antiche erosioni, che si riempiono di acqua durante una "morbida" e, nel tempo, si chiudono.

**Dia 32**

Nella Pianura Padana le golene dei grandi fiumi, generalmente, sono coltivate a pioppeto. Questi alberi hanno radici superficiali a raggiera. Durante una piena, il loro sradicamento può diventare un problema.

**Dia 33**

Pioppi sradicati durante una piena.

Le piante e altri detriti portati dalle inondazioni possono accumularsi intorno ai piloni dei ponti, creando ostruzioni e aumentando il rischio di danni strutturali. Questo può portare a vari problemi:

**Ostruzioni:** Il deposito di piante, rami, tronchi d'albero e altri detriti intorno ai piloni può ostruire il flusso d'acqua, aumentando la pressione sulle strutture del ponte durante una piena. Questo può causare erosione del terreno intorno ai piloni e mettere a rischio la stabilità del ponte.

**Carico aggiuntivo:** Il peso dei detriti accumulati può aumentare il carico sulle strutture del ponte, esercitando pressioni extra su piloni e travi. Questo carico aggiuntivo può portare a un aumento dello stress strutturale.

**Formazione di gravi blocchi:** In alcuni casi, la massa di piante può accumularsi in modo significativo, formando blocchi di detriti che possono esercitare forze considerevoli sui piloni del ponte. Questo può portare a un aumento della resistenza dell'acqua contro il ponte durante la piena.

**Rischio di crollo:** Se l'accumulo di detriti è sufficientemente grande e le forze idrauliche associate sono abbastanza forti, c'è il rischio che il ponte possa crollare a causa della combinazione di pressione idraulica e carico dei detriti.

Per mitigare questi rischi, è importante progettare i ponti considerando la potenziale interazione con detriti durante le piene e adottare misure di progettazione e manutenzione che riducano al minimo il rischio di ostruzioni. Inoltre, le autorità locali e i gestori delle infrastrutture spesso implementano procedure di monitoraggio e manutenzione per ridurre il rischio di accumulo di detriti intorno ai ponti durante eventi di piena.

#### **Dia 34**

Diga costituita da pioppi sradicati. I pioppi sradicati possono accumularsi contro altri alberi non sradicati e formare una barriera che ostacola il flusso della piena.

#### **Dia 35**

Le piante sradicate dalla gola possono incastrarsi tra i piloni dei ponti generando ostruzioni che possono causare gravi danni; in alcuni casi, anche la caduta dei ponti.

#### **Dia36**

Durante un'alluvione alberi sradicati, tronchi, ramaglie e altri detriti possono accumularsi sotto un ponte. Questo fenomeno è particolarmente comune quando un fiume esonda e il flusso d'acqua porta con sé materiali detritici lungo il corso del fiume. La presenza di detriti sotto un ponte durante un'alluvione è un aspetto da considerare nella gestione del rischio di inondazioni e nella progettazione delle infrastrutture idrauliche. Le autorità locali dovrebbero prevedere piani di gestione delle inondazioni e misure preventive per ridurre i rischi associati agli accumuli di detriti sotto i ponti.

#### **Dia 37**

Altri materiali che si possono accumulare sotto un ponte durante un'alluvione. In questo caso si tratta di una cisterna di gasolio.

#### **Dia 38**

Video: Crollo del ponte pedonale durante la piena dell'Adda a causa dell'accumulo di detriti galleggianti contro le pile del ponte visto da monte. Pizzighettone (Cremona)

**Dia 39**

Video: Crollo del ponte pedonale durante la piena dell'Adda visto da valle. Pizzighettone (Cremona)

**Dia 40**

Video: Fiume Serchio – Rimozione di tronchi e rami dalle pile del ponte del Diavolo

**Dia 41**

Situazione favorevole all'accumulo di detriti durante una piena. Piacenza – Ponte ferroviario.

**Dia 42**

Impatto delle pile dei ponti sul livello di piena del Po dell'ottobre 2000

**Dia 43**

Come deve essere gestita la golena per ridurre l'impatto delle piene.

**Dia 44**

Costruzione di arginelle per ridurre le zone allagate e di pennelli golenali per deviare la corrente nei punti di massima erosione.

Dia 45

**Pennello**

Opera idraulica a diversa tipologia costruttiva, con andamento ortogonale all'asse della corrente, che si estende dalla sponda verso l'asse dell'alveo inciso occupandone solo parzialmente la sezione. Ha la funzione di allontanare la corrente dalla sponda dell'alveo.

**Dia 46**

Il pennello golenale è una struttura specifica progettata per deviare la corrente lungo un fiume. Essi partono dall'argine maestro e si dirigono verso la riva del fiume, diminuendo in altezza lungo il percorso e possono essere definiti come una barriera a gradiente. Il design specifico e l'implementazione di tali strutture possono variare notevolmente in base al contesto locale, agli obiettivi di gestione fluviale e alle caratteristiche specifiche del fiume in questione. Essi possono avere forme diverse. Le principali sono di tre tipi: pennelli ad asta semplice, pennelli a baionetta, pennelli hokey.

**Dia 47**

Foto satellitare di pennelli posti a protezione dell'argine maestro.

**Dia 48**

Foto satellitare con alcuni esempi di pennelli.

**Dia 49**

Foto satellitare di pennello golenale con il tratto a sormonto.

**Dia 50**

Pennello in cemento a sormonto in sezione con piede di cemento armato antierosione e pennello filtrante costruito con sassi per attenuare la velocità della corrente attraverso il quale parte dell'acqua di piena può filtrare.



**Dia 51**

Esempio di pennello a sormonto in cemento armato.

**Dia 52**

Pennello filtrante coperto dalla vegetazione

**Dia 53**

Pennello visto dal punto di distacco dall'argine maestro

**Dia 54**

Pennello che attraversa la golena

**Dia 55**

Pennello con blocchi di cemento sul Fiume Trebbia - Gossolengo (Piacenza)

**Dia 56**

Argini golenali e argini fusibili

**Dia 57**

Gli argini fusibili sono una strategia di gestione delle inondazioni in golena che prevede la progettazione di una sezione di argine che, in determinate condizioni, possa cedere in modo controllato per inondare le aree da salvaguardare e prevenire danni più gravi o catastrofici.

Gli argini fusibili sono progettati appositamente per cedere in modo controllato quando le acque di piena superano il livello critico. Questo comporta la creazione di sezioni vulnerabili negli argini che possono essere aperte quando è necessario creare l'inondazione controllata di un territorio. Inondazione che, altrimenti, avrebbe un carattere disastroso.

La creazione di argini fusibili mira a ridurre il rischio di inondazioni gravi della golena, consentendo all'acqua di defluire in modo controllato. L'apertura degli argini fusibili riduce così il potenziale danno alle proprietà e alle infrastrutture presenti nell'area che viene inondata.

L'apertura controllata degli argini fusibili è una misura preventiva che mira a prevenire danni più gravi e a proteggere proprietà e infrastrutture nella zona. Questa pratica è particolarmente importante nelle aree golenali dove le inondazioni possono causare danni significativi.

**Dia 58**

Rottura guidata di un argine fusibile.

La rottura guidata di un argine fusibile è progettata per avvenire a valle dell'area che si intende inondare in modo controllato. L'idea è permettere all'acqua di defluire attraverso l'apertura nell'argine e invadere l'area di allagamento con una corrente rallentata. Questo approccio contribuisce a minimizzare i danni alle proprietà e alle infrastrutture nelle zone circostanti.

Il punto chiave è garantire che la rottura degli argini fusibili avvenga in modo controllato e pianificato, in modo da gestire la quantità e la velocità dell'acqua che entra nell'area da allagare. Questo aiuta a evitare inondazioni improvvise e danni eccessivi. La gestione delle inondazioni attraverso argini fusibili è una pratica che richiede una valutazione attenta e una pianificazione adeguata.

**Dia 59**

Area inondata che ha richiesto la rottura di un argine fusibile

**Dia 60**

Arginella golenale che trattiene la piena fino ad una certa altezza e che richiede la rottura dell'argine fusibile quando si prevede il suo superamento da parte dell'onda di piena.

**Dia 61**

Taglio di un argine fusibile durante un evento di piena

**Dia 62**

Formazione di un budrio (lago) a causa dell'erosione non controllata di un'area inondata.

**Dia 63**

Schema in sezione di un argine fusibile

A valle della rottura sono stati posizionati dei massi per evitare il fenomeno di erosione del terreno riducendo la probabilità di formazione di un budrio.

**Dia 64**

Costruzione di una sezione di argine da destinare ad argine fusibile. Il fondo in cemento armato evita i fenomeni di erosione.

**Dia 65**

La costruzione della sezione di argine fusibile è terminata. All'apparenza non si distingue da un argine normale.

**Dia 66**

Posizionamento dei massi anti erosione a valle del taglio dell'argine.

**Dia 67**

Un'altra fotografia che mostra la sezione di argine fusibile che è stata inserita nell'argine normale.

**Dia 68**

Costruzione dei canali di drenaggio in golena

I canali di drenaggio in golena sono progettati per gestire le acque di piena in modo controllato. La costruzione di questi canali evita che l'entrata disastrosa dell'onda di piena nel territorio golenale faccia danni gravosi e, al termine dell'evento, favorisce il deflusso dell'acqua evitando l'impaludamento del terreno.

**Dia 69**

Il posizionamento dei massi a ridosso dell'argine golenale evita l'erosione del manufatto verso il lato di caduta dell'onda di piena che scavalca il manufatto evitandone la rottura. Le frecce rosse indicano la direzione della corrente di piena.

**Dia 70**

La golena viene largamente sfruttata per uso agricolo; prevalentemente con piantagioni di pioppi. I pioppi hanno radici superficiali e possono essere scalzati dalla piena per erosione del terreno superficiale.

**Dia 71**

Pioppeto in golena.

#### **Dia 72**

Recentemente si sono affermate le coltivazioni di biomassa per usi industriali. Queste coltivazioni possono proteggere i terreni dalle erosioni durante le piene. Inoltre rallentano il flusso della corrente in golena favorendo il fenomeno di laminazione della piena.

#### **Dia 73**

Foto satellitare di una piantagione di biomassa

#### **Dia 74**

Coltivazione di biomassa in area soggetta a forte erosione da correnti di piena

#### **Dia 75**

Siepi e filari di alberi di salice possono ridurre i fenomeni di erosione delle rive del fiume durante una piena.

#### **Dia 76**

Foto di salici lungo le rive del Po

#### **Dia 77**

Il consolidamento delle rive può essere fatto anche con massi come illustrato dal disegno. Nonostante questo i fenomeni di erosione possono interessare il terreno retrostante la protezione (vedi foto).

#### **Dia 78**

Piena del Po presso il delta vista dal satellite. È visibile il trasporto a mare dei materiali erosi

#### **Dia 79**

I cavi della corrente elettrica o telefonici a pelo d'acqua nella golena allagata possono diventare un grave pericolo per i soccorritori soprattutto durante la notte quando non sono visibili. È necessario avere una mappatura di questi cavi in modo che i vigili del fuoco possano utilizzare durante gli interventi con i natanti di soccorso.

#### **Dia 80**

In questa foto aerea sono stati evidenziati in rosso i cavi della corrente elettrica.

#### **Dia 81**

Le squadre di controllo degli argini devono conoscere il territorio e memorizzare la geografia della golena inondata per poter valutare se sono in atto fenomeni di erosione. Per es.: file di alberi che prima c'erano poi sono spariti.

#### **Dia 82**

Filmato di un fenomeno di erosione in atto

#### **Dia 83**

Schema di possibile inquinamento della falda acquifera a causa dell'intrusione dell'acqua di piena attraverso i pozzi di irrigazione.

Le acque di piena possono penetrare nei pozzi di irrigazione non adeguatamente sigillati e contaminare la falda acquifera. Questi pozzi, se non costruiti o mantenuti correttamente, possono costituire un punto di ingresso per l'acqua contaminata durante le piene. Per prevenire la contaminazione della falda acquifera da acque di piena, è importante sigillare adeguatamente i pozzi tenendo chiuse le valvole di collegamento con le pompe. Essi dovrebbero essere costruiti e sigillati quando non sono in uso secondo le normative e le linee guida locali per prevenire l'intrusione di acque superficiali e contaminanti. Una gestione oculata e responsabile delle risorse idriche è fondamentale per prevenire la contaminazione delle falde acquifere e garantire l'accesso a fonti d'acqua sicure per le comunità.

#### **Dia 84**

Foto aerea della golena inondata.