



<http://www.protezionecivile.fvg.it>



<http://www.centrometeo.com>

Rischio idrogeologico

DEFINIZIONI FONDAMENTALI



Dr. Chiara Calligaris

A.A. 2020-2021

calligar@units.it



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI TRIESTE

www.aedilizia.com



I fattori antropici dei dissesti

1. Rilevanti trasformazioni del territorio, concentrate o sparse e loro conseguenze

2. Effetti indotti dalle infrastrutture e dagli insediamenti sul regime idraulico e idrogeologico

2.1. Gli effetti degli interventi antropici nelle fasce costiere

2.2. L'attività estrattiva

3. Effetti indotti dalle modifiche dirette del regime idraulico

4. Effetti indotti dall'abbandono delle opere di stabilizzazione dei pendii, dalle tecniche agricole improprie e dalle modifiche della copertura vegetale

5. Effetti degli incendi della vegetazione

1. Rilevanti trasformazioni del territorio, concentrate o sparse e loro conseguenze

Solitamente i dissesti sono determinati da cause naturali, ma possono essere anche accelerati, se non provocati da interventi errati realizzati dall'uomo sul territorio.

Alcuni esempi:

- 1) Costruzione di insediamenti e infrastrutture senza tener conto delle reali condizioni idrologiche, idrauliche, geomorfologiche (es. di Rigopiano, <https://www.tgmax.it/mario-tozzi-lhotel-di-rigopiano-stava-nel-posto-sbagliato/>), geotecniche, ambientali
- 2) Irrigidimento del sistema idrografico che è un dei maggiori responsabili delle inondazioni;
- 3) Ricorso massiccio alla meccanizzazione agricola in terreni che per pendenza eccessiva e caratteristiche pedologiche non si prestano a tali lavorazioni che forzosamente sono profonde, in direzione della massima pendenza e provocano effetti di erosione accelerata e frane;
- 4) Abbandono di terreni agricoli collinari e montani;
- 5) Disboscamento o eliminazione delle associazioni vegetali spontanee e in generale distruzione della copertura vegetale efficace per la protezione del suolo.



2. Effetti indotti dalle infrastrutture e dagli insediamenti sul regime idraulico e idrogeologico

Qualsiasi intervento destinato a mutare le caratteristiche naturali del terreno può provocare effetti più o meno palesi sui meccanismi di formazione delle piene.

Un ruolo importante in questo lo gioca il **TEMPO DI CORRIVAZIONE**, cioè il tempo che le acque di afflusso meteorico impiegano per raggiungere una data sezione fluviale, che sottende un bacino idrografico, partendo dai punti più lontani dello stesso.

MINORE è il tempo di corrivazione, MAGGIORE è la probabilità che si formino delle onde di piena.

Il tempo di corrivazione a sua volta è funzione del **COEFFICIENTE DI DEFLUSSO** che è dato dal rapporto tra l'altezza di deflusso (volume delle acque che scorrono sulla superficie del terreno) e l'altezza di afflusso (volume delle precipitazioni) riferiti ad un dato intervallo di tempo e a una superficie unitaria.

Il coefficiente di deflusso è **sempre <1**.

Quanto citato va tenuto in debito conto in caso di progetti per infrastrutture, centri abitati, zone industriali....cioè quando si parla di PIANIFICAZIONE TERRITORIALE

Una delle prime conseguenze dell'urbanizzazione è la **MODIFICA DELLA PERMEABILITA'** dello strato superficiale del suolo, cioè l'**impermeabilizzazione** dovuta alla crescente urbanizzazione **fa aumentare il valore del deflusso superficiale e fa diminuire l'infiltrazione.** Poiché le pavimentazioni e le coperture hanno in genere minore scabrezza del terreno naturale, il moto dell'acqua di pioggia risulta facilitato e cospicue masse d'acqua possono muoversi con notevole velocità da un punto all'alto, ma soprattutto in maniera del tutto diversa da quanto avveniva sul terreno prima della realizzazione di siffatte opere. Tutto ciò porta a maggiori probabilità di piene elevate ma soprattutto improvvise.

Esempi possono essere rappresentati dalla presenza di strade e ferrovie, delle reti fognanti «bianche» che, se pur correttamente dimensionate, recapitano cospicue portate in tratti fluviali che naturalmente sarebbero interessati da apporti ben più modesti.

Altra possibile causa di dissesto è inoltre rappresentata dal **DISBOSCAMENTO** che crea così le condizioni favorevoli per un'erosione accelerata.

<https://www.ilfattoquotidiano.it/2020/10/06/genova-sono-passati-cinquantanni-dalla-peggiore-alluvione-del-ventesimo-secolo/5955265/>



2.1. GLI EFFETTI DEGLI INTERVENTI ANTROPICI NELLE FASCE COSTIERE

Una delle aree costiere più fragili è rappresentata dalle spiagge e dai retrostanti sistemi di dune litoranee o recenti (ove presenti), subparallele alla linea di riva. Il litorale italiano, soprattutto negli ultimi decenni, è stato sfruttato a scopo turistico: stabilimenti balneari, seconde case, alberghi.....porti turistici... Gli effetti più evidenti dell'antropizzazione sono:

- 1) Arretramento delle spiagge e dei cordoni dunari dovuti al diminuito apporto solido fluviale;
- 2) Demolizione del sistema di dune litoranee, che risulta essere un processo praticamente irreversibile



2.2. L'ATTIVITA' ESTRATTIVA

Sono state frequenti le conseguenze negative delle eccessive ed incontrollate estrazioni di inerti dagli alvei fluviali, quando hanno alterato il «profilo d'equilibrio» dei corsi d'acqua.



3. Effetti indotti dalle modifiche dirette del regime idraulico

La costruzione di opere di captazione e di utilizzo delle acque avviene generalmente dopo che sono stati presi in considerazione e attentamente esaminati tutti gli effetti collaterali che le opere stesse possono determinare, direttamente o indirettamente sul regime delle acque di superficie o sotterranee.

Ciò nonostante, ancora oggi, si assiste a numerosi interventi che palesemente rappresentano una vera e propria violazione del regime delle acque.

Alcuni di questi sono:

- LAGHETTI COLLINARI
- SERBATOI (laghi artificiali)
- TRAVERSE FLUVIALI
- OPERE DI PRESA
- OPERE DI RESTITUZIONE
- GRANDI TRASPORTI D'ACQUA
- INTERVENTI SULLE ACQUE SOTTERRANEE
- IRRIGIDIMENTO DEL SISTEMA IDROGRAFICO

LAGHETTI COLLINARI

Sono quei piccoli serbatoi della capacità utile di poche migliaia o poche decine di migliaia di m³, realizzati nelle zone collinari al fine di raccogliere acqua per uso irriguo e/o zootecnico.

I laghetti esercitano un benefico effetto nel ritardare la formazione del deflusso superficiale e nel rallentare la corrente fino a quando non si interrano....

SERBATOI (laghi artificiali)

Sono qualitativamente analoghi ai laghetti collinari, ma di dimensioni ben più rilevanti.

Questi serbatoi sono realizzati con dighe di sbarramento; la fase di realizzazione della diga vede una prima modifica dei deflussi naturali. La «restituzione» dell'acqua deviata nell'alveo originale comporta l'immissione di una portata cospicua, concentrata, in un breve tratto dell'alveo stesso. Di conseguenza, si riscontrano modifiche, anche rilevanti, sulle modalità di trasporto solido e sulla stabilità delle sponde. Molti serbatoi italiani costruiti negli anni venti sono ormai interrati....

I serbatoi sono dotati di scarichi di fondo che permettono il parziale sghiaimento dell'opera....con conseguenze non sempre positive per chi sta a valle....

TRAVERSE FLUVIALI

Vengono realizzate per mantenere il livello dell'acqua costante in modo da renderne possibile l'utilizzo. Hanno una funzione diversa da quelle destinate alla «correzione dei torrenti» dal punto di vista della pendenza. La traversa provoca un rallentamento della corrente e quindi un progressivo interrimento delle zone di alveo a monte. A lungo andare vi è ovviamente un pericolo di inondazione a causa del ridotto volume di immagazzinamento per l'acqua. La traversa può essere anche «mobile», si parla allora di **PARATOIE**. La diminuita capacità di trasporto solido conseguente alla costruzione delle traverse fluviali si manifesta alla fine anche nelle zone di foce ove diminuisce la formazione delle barre e il mare non ha più la capacità di ripartire sulle spiagge il poco materiale solido recapitato dai fiumi. Si ha pertanto un mancato ripascimento dei litorali.



OPERE DI PRESA

A monte delle dighe e/o delle traverse, appositi manufatti consentono di prelevare le portate volute nelle più opportune condizioni evitando soprattutto l'ingresso di materiale solido.

OPERE DI RESTITUZIONE

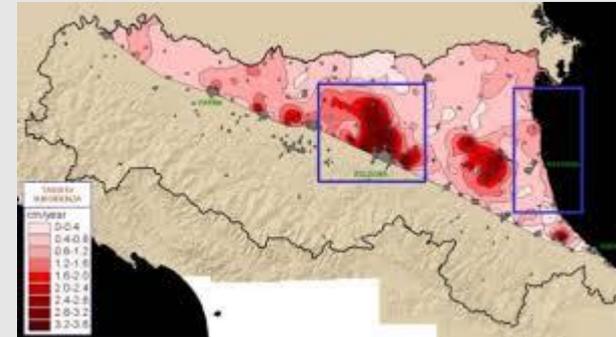
Usi «non di consumo» come quello idroelettrico, obbligano a realizzare particolari manufatti attraverso i quali reimmettere l'acqua in alveo. La corrente reimpressa, priva di materiale solido, esercita un'azione erosiva forte che può provocare problemi di instabilità delle sponde. Inoltre, l'acqua immessa ha caratteristiche diverse di temperatura rispetto a quella originale.

GRANDI TRASPORTI D'ACQUA

Per trasportare grandi masse d'acqua da una località ad un'altra, sono necessarie opere quali canali o condotte realizzate in galleria o a cielo aperto. Lo scavo di gallerie può talora avere ripercussioni sull'andamento delle falde che possono abbassarsi creando non pochi problemi alle coltivazioni. Il franco di coltivazione può infatti abbassarsi facendo scomparire alcune specie vegetali specifiche.

INTERVENTI SULLE ACQUE SOTTERRANEE

Innumerevoli possono essere gli effetti sulle acque sotterranee e sul territorio. Uno di questi, spesso sottovalutato, dovuto all'eccessivo prelievo delle acque, porta alla variazione dei livelli idrici nel sottosuolo e alla **subsidenza dei territori**. Un tipico esempio è dato dalla zona della Pianura Padana.



IRRIGIDIMENTO DEL SISTEMA IDROGRAFICO

Il sistema idrografico italiano è quello di un paese geologicamente giovane dove i corsi d'acqua non hanno raggiunto (se non in alcuni casi) lo stadio di maturità. Spesso hanno un carattere torrentizio e avrebbero bisogno di elasticità di regolazione mediante varici naturali che permettano di regolare le piene. **Are di laminazione delle piene.**



4. Effetti indotti dall'abbandono delle opere di stabilizzazione dei pendii, dalle tecniche agricole improprie e dalle modifiche della copertura vegetale

4.1. Abbandono delle opere di stabilizzazione dei pendii

In Italia il rapporto uomo-territorio è sempre stato caratterizzato da un'ampia utilizzazione del suolo sino alla coltivazione delle *TERRE MARGINALI*, cioè di quei terreni sfavoriti da un punto di vista fisico. Dai primi del 1900 in poi vi fu la «fame di terre da coltivare» a causa del boom demografico e del conseguente crescente fabbisogno di derrate alimentari. Dagli anni 50 in poi, a causa della bassissima redditività di queste aree e in presenza di un'agricoltura caratterizzata dalla conduzione arretrata delle terre, si verificò un forte richiamo della forza lavoro esercitato dalle attività industriali e terziarie.

Si verificò pertanto un esodo rurale con il conseguente abbandono delle terre acclivi di collina e di bassa montagna. Le opere di presidio contro l'erosione create in secoli di esperienza, quali muretti di sostegno, terrazzamenti, gradonamenti, canalizzazioni delle acque selvagge (cioè le sistemazioni idraulico-agrarie) sono state bruscamente abbandonate a se stesse e sono andate via via degradando.

4.2. Errata lavorazione dei terreni acclivi con mezzi attuali

L'avvento del trattore ha sconvolto gli equilibri naturali. Il vomere trainato dai cavalli arava fino ad una profondità di 15cm, quello trainato da un trattore ara fino ad una profondità di 55-60cm. Durante l'aratura, il vomere taglia orizzontalmente la fetta di terra esercitando una pressione sul sottosuolo che crea sotto lo strato di terra lavorato una pellicola a bassa permeabilità chiamata *SOLETTA DI LAVORAZIONE*. In corrispondenza di questa si crea un ristagno d'acqua che favorisce lo scivolamento dello strato sovrastante.

4.3. Il disboscamento come causa di dissesto idrogeologico

Il disboscamento provoca l'incremento dell'erosione del suolo e del sottosuolo, ma anche le valanghe e le alluvioni queste ultime determinate dal rapido aumento del deflusso superficiale derivante dall'eliminazione della copertura vegetale. Solo il bosco d'alto fusto adulto e denso rappresenta il tipo di «governo» efficace nei riguardi della difesa del suolo.

4.4. La distruzione della cotica erbosa

Il dissesto idrogeologico porta alla distruzione della praterie e dei pascoli con eccessi di pascolamento (OVERGRAZING). I meccanismi che concorrono a rendere efficace la difesa del suolo da parte della cotica sono:

Attività biologica specifica dell'associazione erbacea, aggrappamento e trattenuta del suolo da parte delle radici, aumento della porosità e permeabilità istantanea, intercettazione delle piogge, riduzione della velocità di scorrimento, traspirazione dell'acqua.

Anche la *copertura morta* ha un ruolo notevole per la protezione meccanica all'erosione che offre.

Il bosco: sistema integrato vegetazione-suolo

Azione regimante del bosco: intercettazione + azione frenante degli organi aerei della vegetazione

E' la sua capacità di ridurre la portata massime di piena nei corsi d'acqua. Gli strati di vegetazione da cui è formato un bosco (strato arboreo, strato arbustivo, strato erbaceo) intervengono nel limitare e rallentare lo scorrimento superficiale **intercettando** le precipitazioni attraverso l'apparato fogliare e **riducendo la velocità delle gocce di acqua** che li attraversano.

L'intercettazione

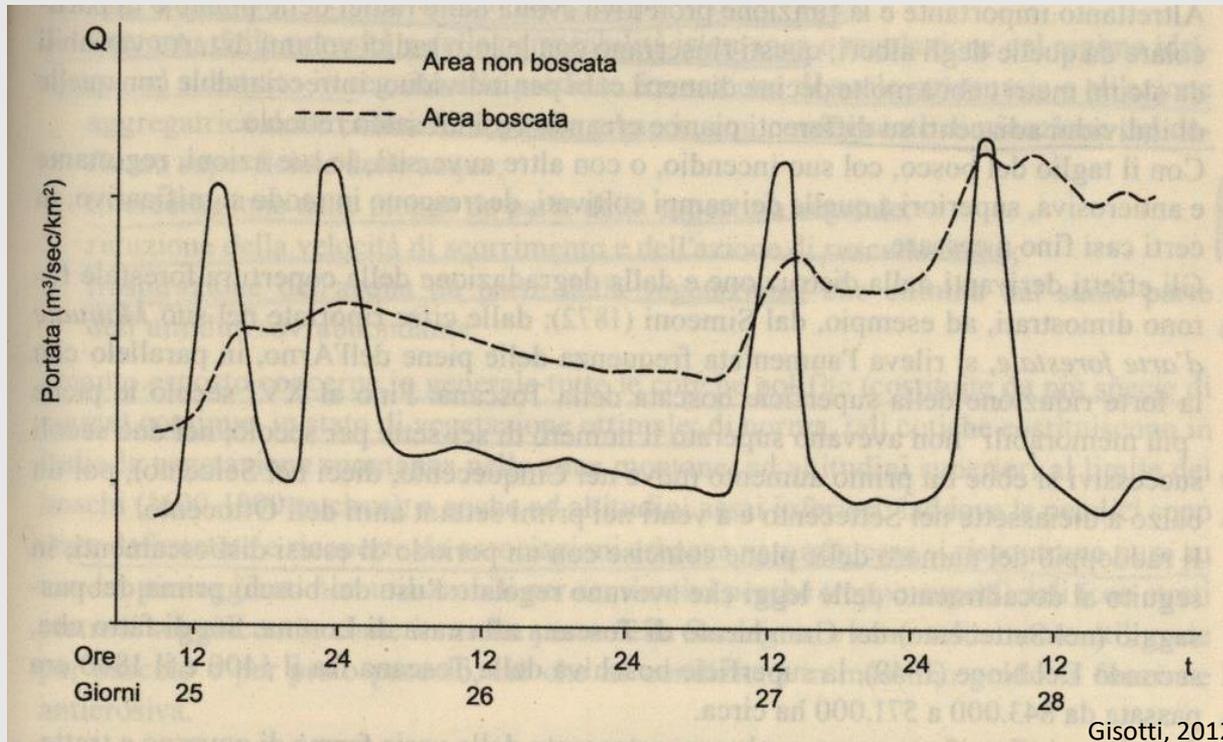
E' il fenomeno per cui l'acqua di pioggia viene trattenuta dalle foglie o scorre lungo i rami e/o i fusti delle piante, per poi ritornare per EVAPOTRASPIRAZIONE all'atmosfera. L'entità dell'intercettazione dipende dall'altezza della pioggia (durata ed intensità) e dai parametri del bosco quali densità della massa fogliare, specie arborea, età e statura delle piante, interventi culturali effettuati. A livello annuale, il **10-15%** di pioggia viene intercettato per boschi costituiti da specie che perdono le foglie nel periodo di massima piovosità fino a massimi di **30-40%** per boschi sempreverdi. Nel caso di singoli eventi eccezionali, l'intercettazione può anche essere trascurabile.

L'azione frenante degli organi aerei della vegetazione

Ha il potere di ridurre la velocità e quindi la forza viva delle gocce di pioggia impedendo così che la maggior parte di esse percuota direttamente e violentemente la superficie del suolo moderando le punte delle piene e contenendo l'erosione del suolo.

La ritardata confluenza dei rivoli d'acqua in rigagnoli fa sì che i tempi di corrivazione si prolunghino facendo aumentare l'infiltrazione e diminuire il deflusso.

L'azione di «DECAPITAZIONE» del bosco



L'azione regimante del bosco in occasione di piogge temporalesche. Idrogrammi inerenti 2 corsi d'acqua di uno stesso bacino parzialmente boscato. Evidente azione di decapitazione dei picchi di piena svolta dal bosco.

Bacini <8000 km² alta incidenza del bosco

8000 km² < Bacini < 40000 km² minore dipendenza dal bosco e maggiore dipendenza dall' altezze di precipitazione e dalla sua durata.

5. Effetti degli incendi della vegetazione

La riduzione della copertura vegetale comporta una notevole diminuzione della protezione del suolo nei confronti del dissesto idrogeologico come sistema integrato vegetazione-suolo-roccia. Il FUOCO è quindi un evidente fattore di degradazione del suolo contribuendo ad **incrementare la compattezza del terreno, ridurre l'aliquota di acqua che si infiltra ed incrementare il deflusso superficiale.**

Gli effetti di un incendio si estrinsecano nell'immediato (bruciatura della vegetazione) e nel lungo periodo (diminuzione della capacità di infiltrazione, alterazione delle caratteristiche chimiche...)

Gli effetti del fuoco, comunque dipendono da una serie di fattori:

Intensità, periodo, tempo di ritorno, stato fenologico della vegetazione, velocità di propagazione, tempo di residenza, stato idrico del terreno

Essi governano la trasmissione del calore all'interno del suolo. La velocità di propagazione può variare da pochi metri per settimana (nel caso degli incendi sotterranei che consumano torba) a 5-6 km/h negli incendi di chioma di estrema violenza fino a circa 20 km/h per incendi di pascolo. La velocità condiziona fortemente gli effetti sulla vegetazione ed il passaggio dell'onda termica al di sotto della superficie del terreno.

Gli effetti del fuoco già a circa 5-8 cm al di sotto del piano campagna, possono apparire contenuti. Con l'aumento della profondità, il rialzo termico è molto attenuato, lento e sfasato temporalmente rispetto all'onda di calore, fino ad attenuarsi del tutto oltre i 30 cm di profondità, quindi a livello dell'apparato radicale di numerose specie arboree.

Tabella 3.1. Erosione del suolo misurata in diverse parcelle

	Parcelle	Erosione (g/m ² /anno)
A	Parcelle ricoperta da vegetazione originaria	3
B	Parcelle percorsa da fuoco leggero	14
C	Parcelle percorsa da fuoco forte	148
D	Parcelle con vegetazione tagliata	9

Gisotti, 2012