



27 giugno 2019

Alberto Montanari

Dipartimento DICAM – Università di Bologna

www.albertomontanari.it

alberto.montanari@unibo.it

Integrazione di soluzioni "nature based" e interventi strutturali per l'adattamento ai cambiamenti climatici dei piani di difesa alluvionale

METTIAMOCI IN RIGA



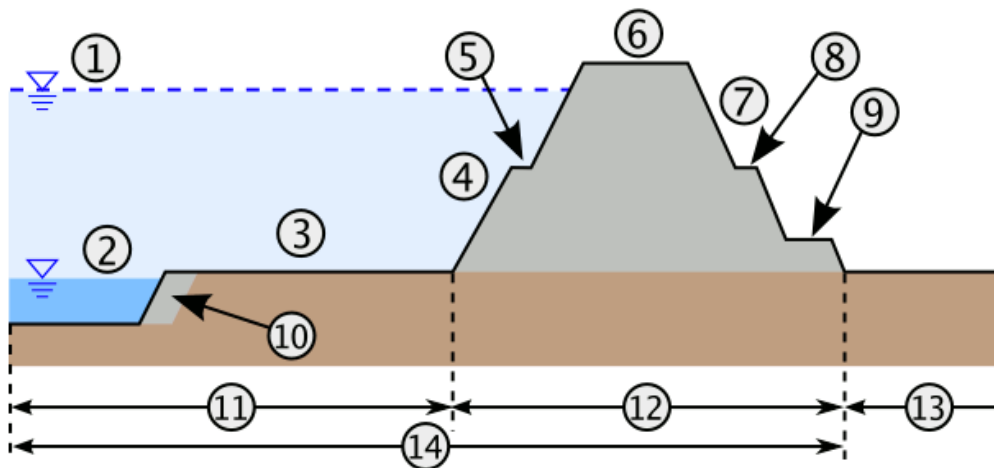


Gli interrogativi ai quali vorrei contribuire

- In quali situazioni gli interventi strutturali sono necessari?
- E' possibile risolvere situazioni di criticità con l'utilizzo di soluzioni "nature based"?
- Quali metodologie progettuali possono essere adottate per le soluzioni "nature based"?

L'ambito di riferimento ed il rischio sono del tutto generici: sia reti idrografiche naturali, sia sistemi di drenaggio urbano; sia piene sia magre.

E' necessario un approccio integrato e del tutto generale. **Non c'è tempo da perdere!**



By User:たまなるたみ -
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:River_Levee_Cross_Section_Figure.png, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=6309278>

Mappa concettuale 1/2



- Il rischio **R** legato ad un evento assegnato è determinato dalla combinazione della **pericolosità P**, dell'**esposizione E** e della **vulnerabilità V**.
- **R** Indica la **misura dei danni attesi** in un dato intervallo di tempo, in base al tipo di evento, alla vulnerabilità del territorio nonché dal danno potenziale a cui il territorio stesso è soggetto (natura, qualità e quantità dei beni esposti).
- La **pericolosità P** è la probabilità che si verifichi un evento di elevata intensità, a parità di intervallo di tempo considerato.
- La **vulnerabilità V** è la probabilità che il tessuto sociale subisca danni di un determinato livello, a fronte di un evento di una determinata intensità.
- L'**esposizione E** riflette la maggiore o minore presenza sul territorio di beni esposti e può essere associato al danno economico causato da un evento assegnato.

$$R = P \cdot V \cdot E$$

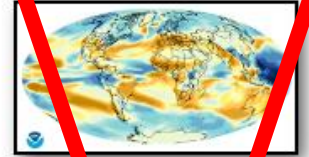
Mappa concettuale 2/2

- La valutazione delle strategie di adattamento climatico è spesso effettuata con il classico approccio “top-down”: si parte dagli scenari climatici e attraverso modelli di trasformazione si ricavano le variabili di progetto negli scenari futuri .
- Questa soluzione “a cascata” propaga pure “a cascata” le incertezze, inducendo atteggiamento eccessivamente precauzionale e dando spesso luogo a soluzioni onerose e sovradimensionate.
- Approccio **bottom-up**: separazione dell’analisi in due fasi:
 - 1) Individuazione delle criticità del sistema;
 - 2) Analisi dell’effetto dei cambiamenti climatici sulla frequenza degli eventi critici.

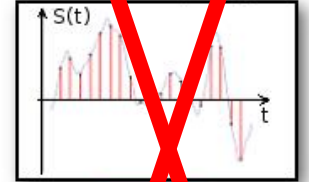


**Approccio
Top-down**

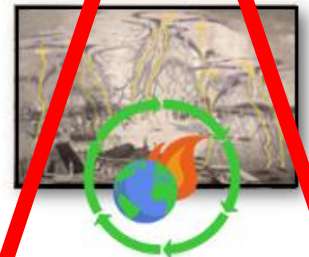
Scenari futuri



Variabili di progetto



Vulnerabilità del
sistema
e strategie



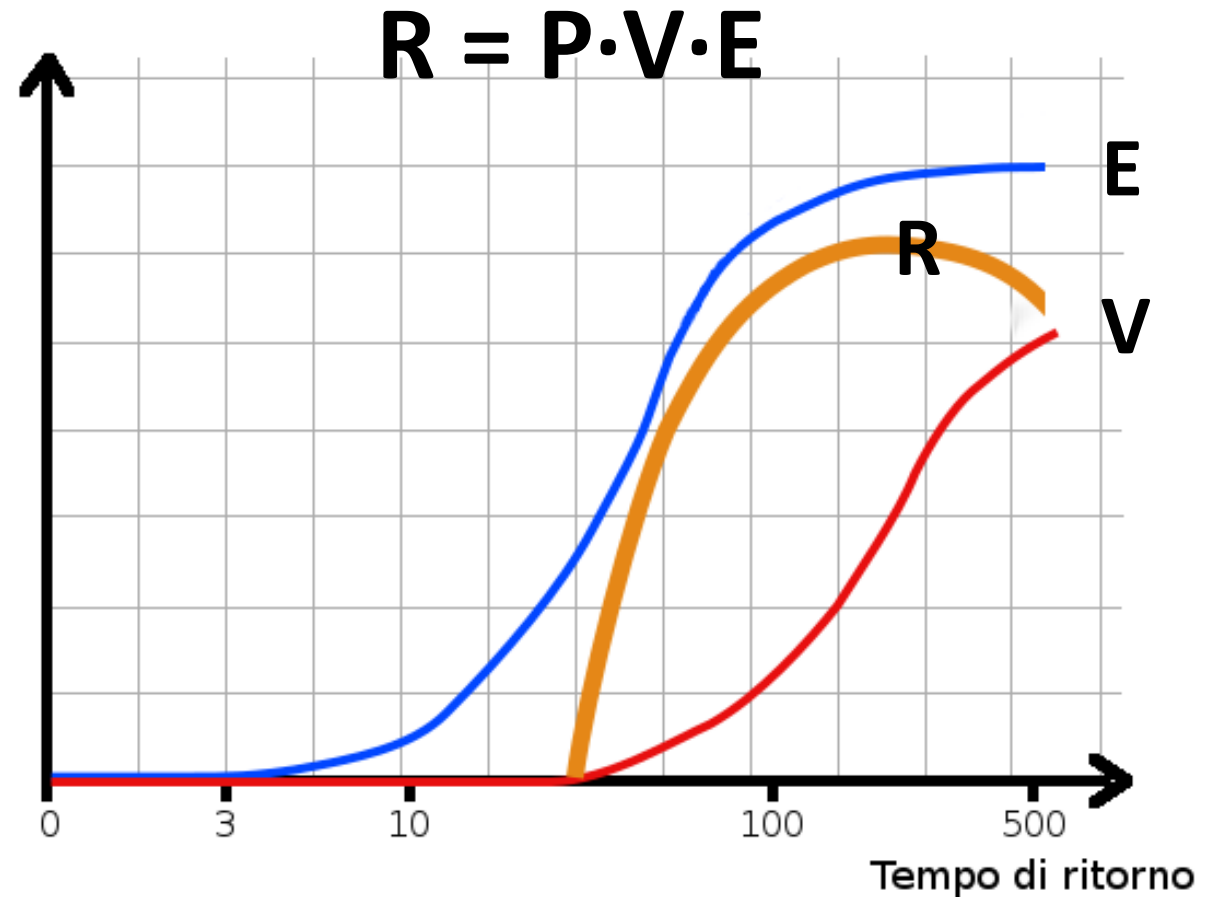
**METTIAMOCI
IN RIGA**

Fase 1: Pericolosità (TdR), esposizione, vulnerabilità e rischio (curve PEVR)



- La probabilità di superamento può essere espressa in termini di tempo di ritorno: $P = f(T)$.
- La vulnerabilità è generalmente espressa nel range 0-1 mediante analisi idrologica/idraulica.
- L'esposizione è generalmente espressa con una unità di misura di natura economica mediante analisi idrologica/idraulica/socio-economica.

Esposizione
Vulnerabilità
Rischio

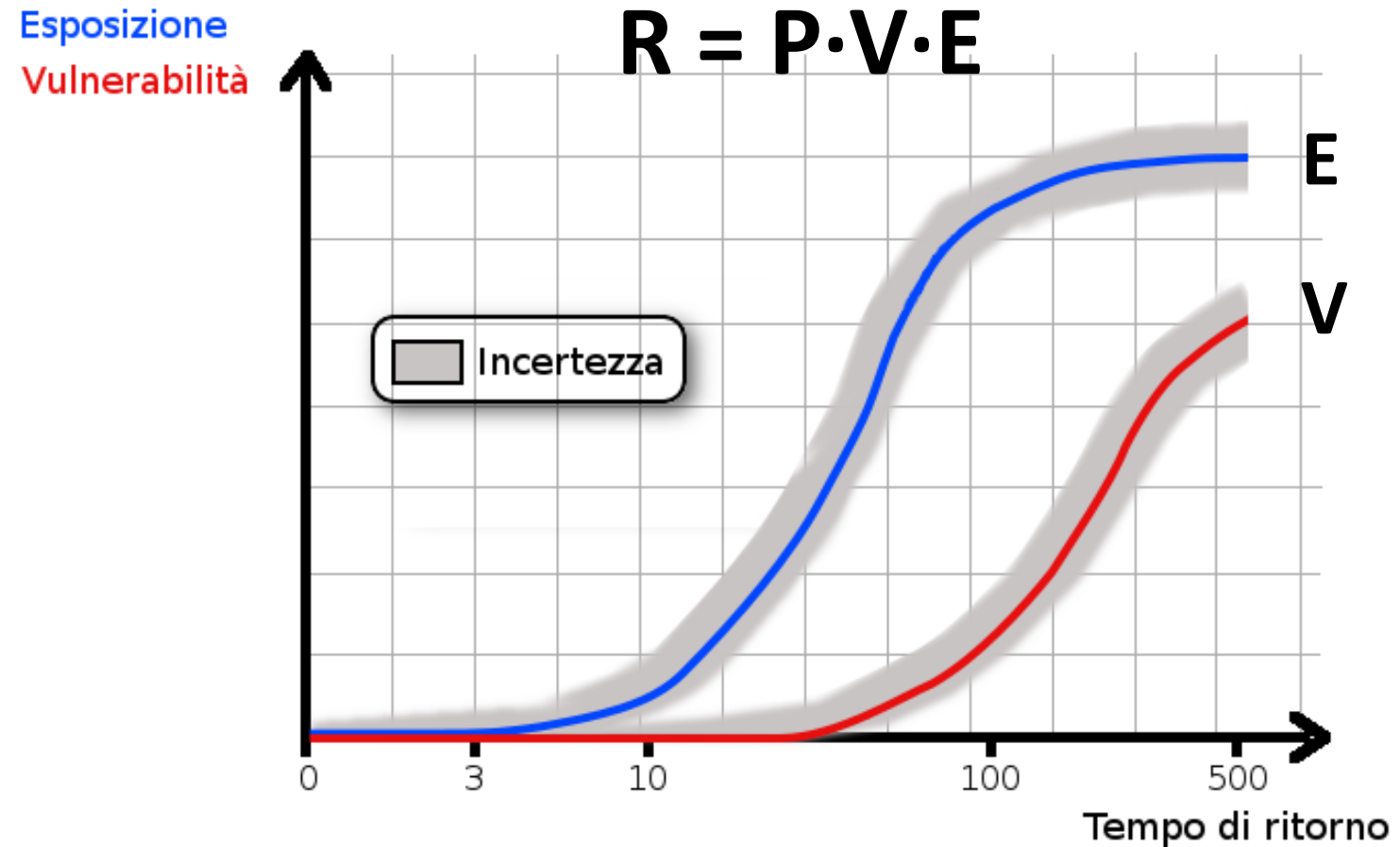


NB: il concetto di tempo di ritorno
NON è superato

Incertezza idrologica/idraulica/socio-economica



- Vulnerabilità e esposizione sono determinate a meno di incertezza.
- Lo stato attuale delle conoscenze permette di quantificare le incertezze in ambito idrologico e socio-economico con attendibilità sufficiente a supportare la progettazione tecnica.
- Non altrettanto si può dire per le incertezze delle proiezioni climatiche.

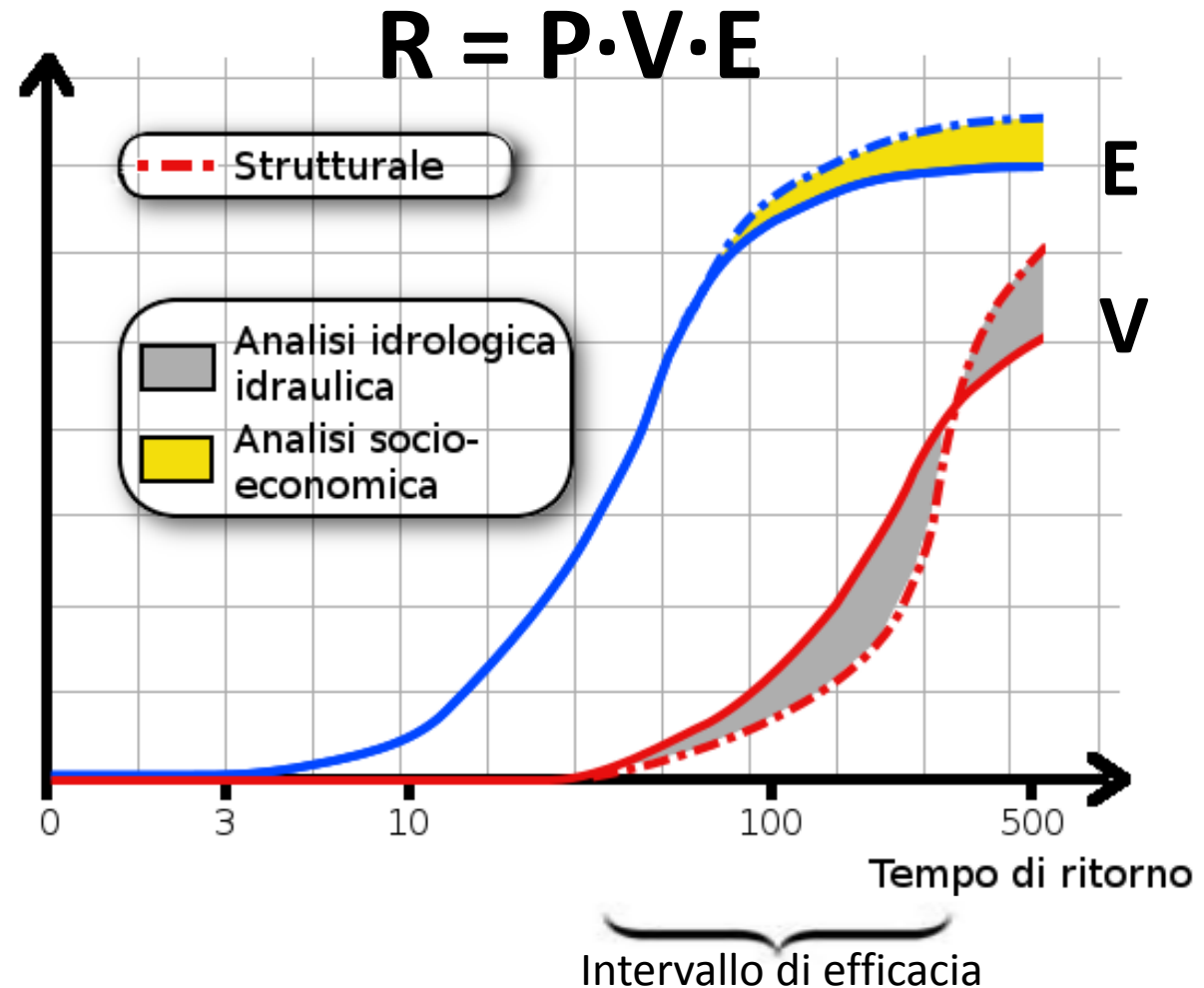


Interventi strutturali



- Gli interventi strutturali riducono in prima istanza la vulnerabilità in un intervallo di tempi di ritorno che è necessario definire.
- Oltre detto intervallo la vulnerabilità potrebbe aumentare (es. dam breaking).
- L'intervento strutturale potrebbe causare una crescita dell'esposizione ("levee effect").

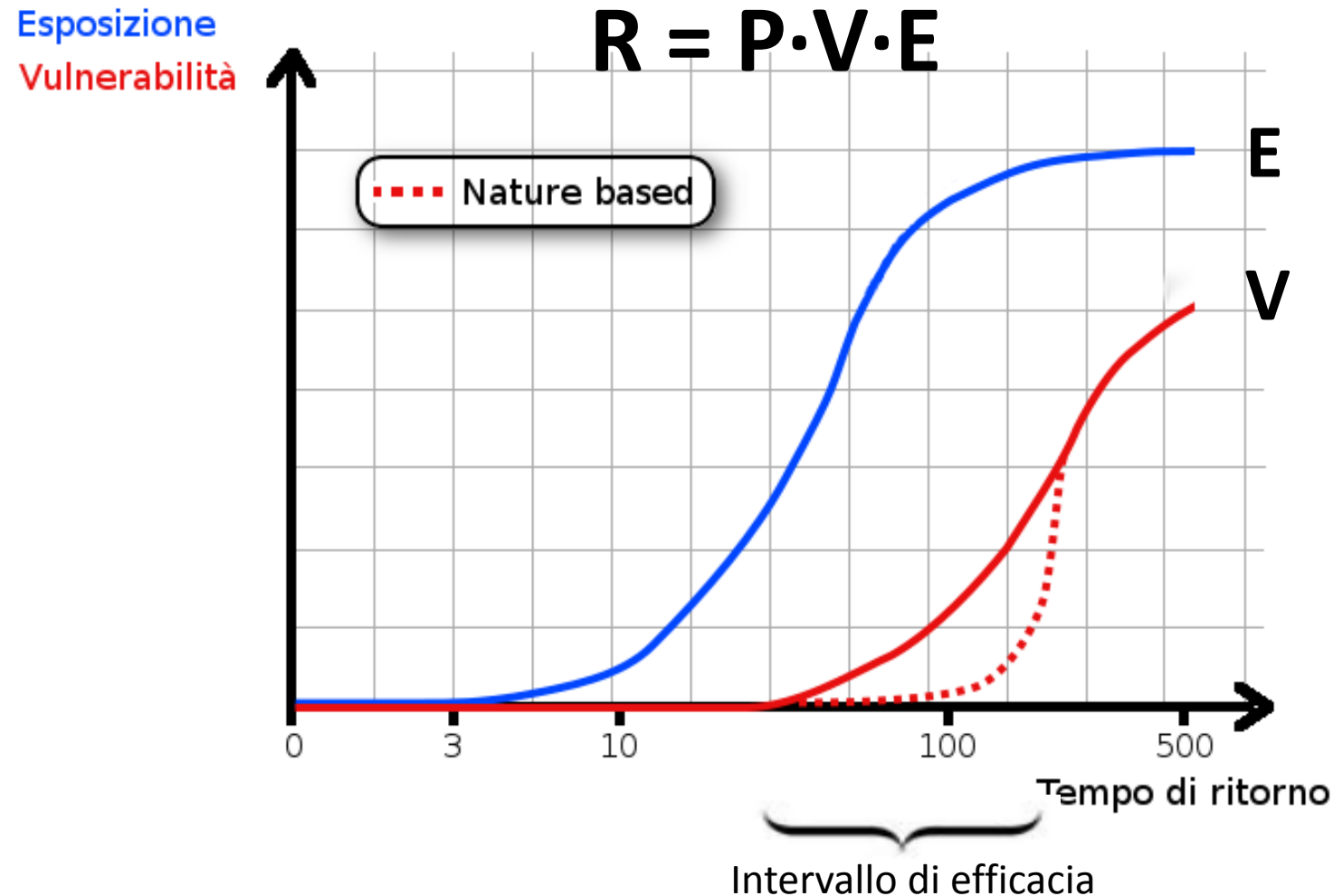
Esposizione
Vulnerabilità



Interventi “nature based”



- Gli interventi “nature based” possono influire sull’esposizione (es: delocalizzazione).
- Più frequentemente influiscono sulla vulnerabilità.
- Generalmente non incrementano la vulnerabilità. L’intervallo di efficacia dipende dalla soluzione adottata e viene valutato con analisi idrologica/idraulica.

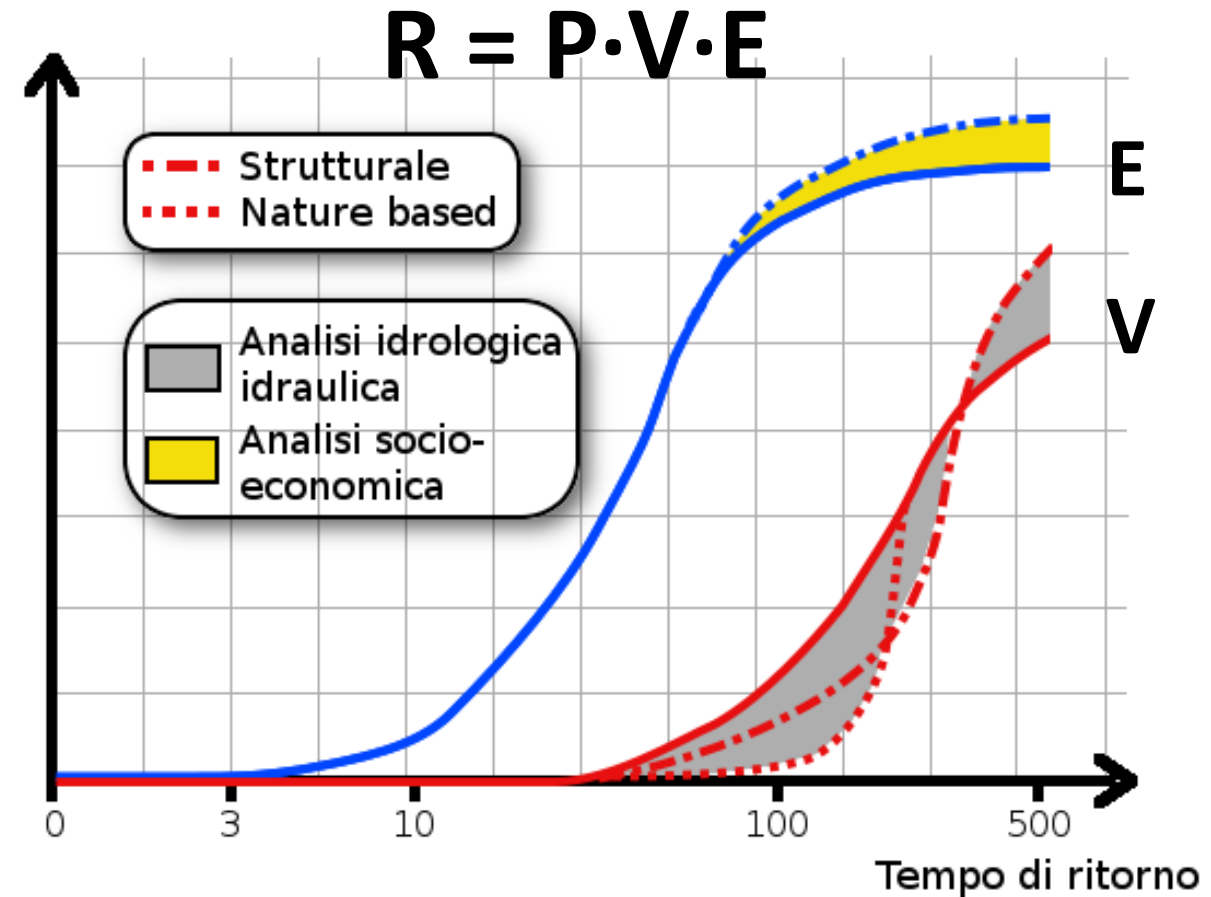


Integrazione di interventi strutturali ed interventi “nature based”



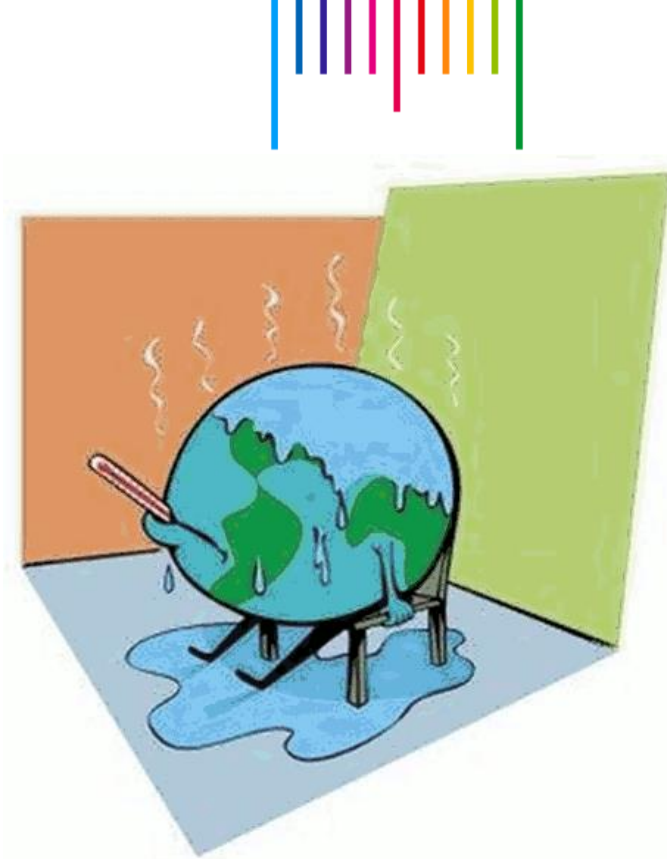
- L'integrazione dei due tipi di intervento può dare luogo a diverse combinazioni di effetto che devono essere esplorate mediante analisi idrologica/idraulica.
- La combinazione ottimale darà luogo alla massima riduzione di vulnerabilità per intervallo di efficienza il più esteso possibile.
- Occorre considerare la riduzione sia della vulnerabilità sia dell'esposizione.

Esposizione
Vulnerabilità



Fase 2: cambiamenti climatici

- Tempo di ritorno, vulnerabilità ed esposizione sono soggetti a variazioni dovute ai cambiamenti climatici.
- La progettazione delle strategie di adattamento deve partire proprio dall'analisi della vulnerabilità e dell'esposizione nelle condizioni attuali.
- Il primo passo della progettazione è l'individuazione degli eventi che possono dare luogo a situazioni critiche.
- Successivamente, informazioni di diversa natura debbono essere utilizzate per decifrare la probabilità che detti eventi si presentino nel futuro.



Images from:
Baluchi5 - Own work, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=22913585>
Luis Prado, from The Noun Project [CC BY 3.0
(<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>)]
Jacki - Jacki, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2941245>
Vincshekhan - Own work, Public Domain,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=8489443>
Frits Ahlefeldt - HikingArtist.com - Own work, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=17001595>
Bert Kaufmann from Roermond, Netherlands - Drought, CC BY 2.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=24300268>

Adattamento ai cambiamenti climatici

- Occorre emanciparsi dal classico approccio top-down che è inadeguato per la progettazione.
- I modelli climatici non sono concepiti per supportare la progettazione ingegneristica.
- Gli scenari da essi prodotti sono eccessivamente cautelativi e conducono quindi a sovrastime, che si traducono spesso in soluzioni non praticabili.
- L'incertezza dei modelli climatici non può essere stimata con precisione.
- La cosiddetta "bias correction" non è una soluzione soddisfacente dal punto di vista tecnico.



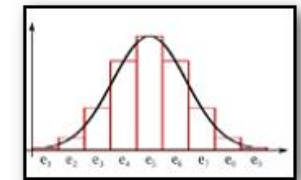
Adattamento ai cambiamenti climatici “Decision Scaling”

- **Decision scaling** (Brown et al., 2012):
 - Primo step: valutazione della vulnerabilità del sistema (curve PEVR).
 - Secondo step: si utilizzano scenari futuri per stimare la probabilità degli eventi che possono causare vulnerabilità.
 - Terzo step: si utilizzano informazioni addizionali (inclusa la “expert knowledge”) per affinare la stima delle probabilità di cui sopra.
 - Quarto step: progettazione degli interventi atti a ridurre la vulnerabilità.
 - La metodologia è generale ma l’effetto del cambiamento climatico è **LOCALE**: l’adattamento richiede misure **targate sul caso in esame**.

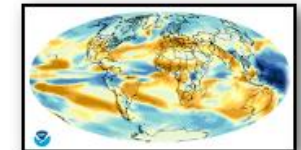
Approccio DS
bottom-up



Progettazione delle
strategie per la
minimizzazione di rischio



Informazione addizionale
per la stima della
probabilità



Scenari futuri per
la stima della probabilità
di vulnerabilità



Stima vulnerabilità

Stima della probabilità di eventi futuri

Simulazione stocastica

(<https://www.albertomontanari.it/?q=climatechange>)

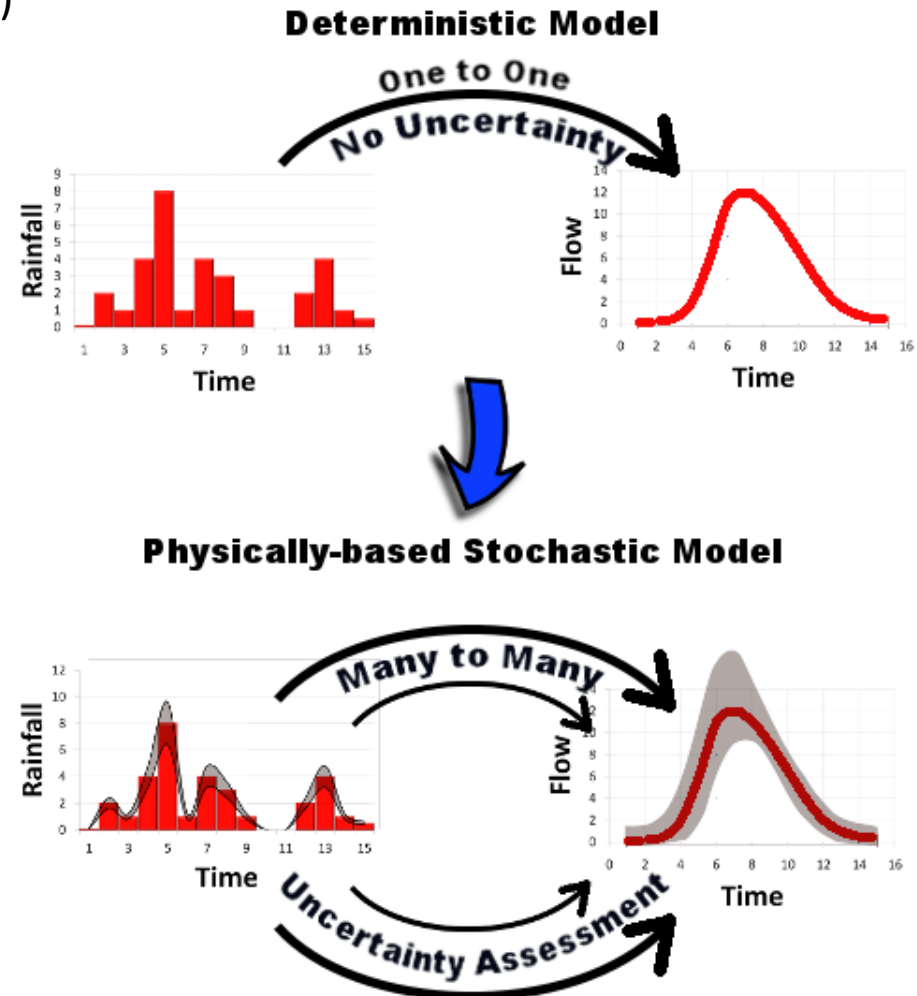
- L'idea è quella di rappresentare le basi concettuali (fisiche) del sistema di interesse considerando anche l'incertezza e quindi le componenti casuali ([Montanari and Koutsoyiannis, 2012](#)).
- La situazione attuale è il risultato della dinamica interna del sistema e quindi fornisce informazioni essenziali su come il sistema stesso potrà reagire al cambiamento.
- "Physically-Based-Stochastic (PBS) change simulation".

A blueprint for process-based modeling of uncertain hydrological systems

Alberto Montanari¹ and Demetris Koutsoyiannis²

Received 16 September 2011; revised 19 August 2012; accepted 20 August 2012; published 29 September 2012.

PBS Change Simulation



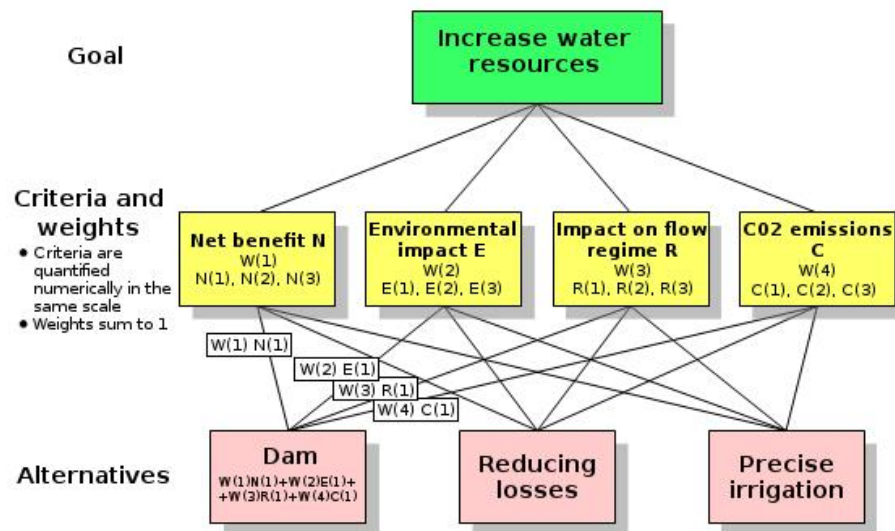
Non solo vulnerabilità Analytic hierarchy process e pairwise comparison

(<https://www.albertomontanari.it/?q=decisiontheory>)

AHP: choosing a solution for increasing water resources availability



Building a dam (1) Reducing losses (2) Precise irrigation (3)



The Fundamental Scale for Pairwise Comparisons		
Intensity of Importance	Definition	Explanation
1	Equal importance	Two elements contribute equally to the objective
3	Moderate importance	Experience and judgment moderately favor one element over another
5	Strong importance	Experience and judgment strongly favor one element over another
7	Very strong importance	One element is favored very strongly over another; its dominance is demonstrated in practice
9	Extreme importance	The evidence favoring one element over another is of the highest possible order of affirmation

Intensities of 2, 4, 6, and 8 can be used to express intermediate values. Intensities of 1.1, 1.2, 1.3, etc. can be used for elements that are very close in importance.

Example of a decision articulated according to the analytic hierarchy process – Adapted from Lou Sander - Own work, Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=12123183>. Images are taken from the following sources: Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=687414>; Nigel Cox / Grand Union Canal (Wendover Arm) / CC BY-SA 2.0, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Grand_Union_Canal_\(Wendover_Arm\)_-_geograph.org.uk_-_148356.jpg#file](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Grand_Union_Canal_(Wendover_Arm)_-_geograph.org.uk_-_148356.jpg#file).

Si veda Alberti et al., 2004



Conclusioni

- L'integrazione ottimale di strategie di mitigazione del rischio deve essere condotta mediante analisi idrologiche, idrauliche e socio-economiche per valutare la mitigazione di vulnerabilità e l'incertezza.
- L'approccio di valutazione dell'integrazione ottimale deve essere di tipo bottom-up.
- Il passaggio chiave è la stima della probabilità di eventi che possono dare luogo a vulnerabilità. Occorre integrare diversi tipi di informazione con approccio ingegneristico.
- Per affrontare le criticità del Paese occorre innanzitutto una presa di coscienza istituzionale. Risolvere velocemente le criticità è possibile. Non è necessario attendere maggiori conoscenze, occorre innanzitutto mettere a sistema le conoscenze e le risorse coinvolgendo gli attori con una strategie condivise.



UNIONE EUROPEA
Fondo Sociale Europeo
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



*Agenzia per la
Coesione Territoriale*



MINISTERO DELL'AMBIENTE
E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE



**GOVERNANCE
E CAPACITÀ
ISTITUZIONALE
2014-2020**

SOGESID SPA
INGEGNERIA TERRITORIO AMBIENTE