



**POLITECNICO**  
MILANO 1863

27 giugno 2019

Francesco Ballio

# La valutazione del danno alluvionale

non c'è rischio senza danno

# METTIAMOCI IN RIGA



# il gruppo di lavoro PoliMI



Francesco Ballio



# indice della presentazione

1. non c'è rischio senza danno
2. prevedere (modellare) i danni alluvionali
3. un esempio applicativo



Francesco Ballio



# 1. non c'è rischio senza danno



Francesco Ballio



alluvione in Arabia Saudita



4

alluvione a Genova



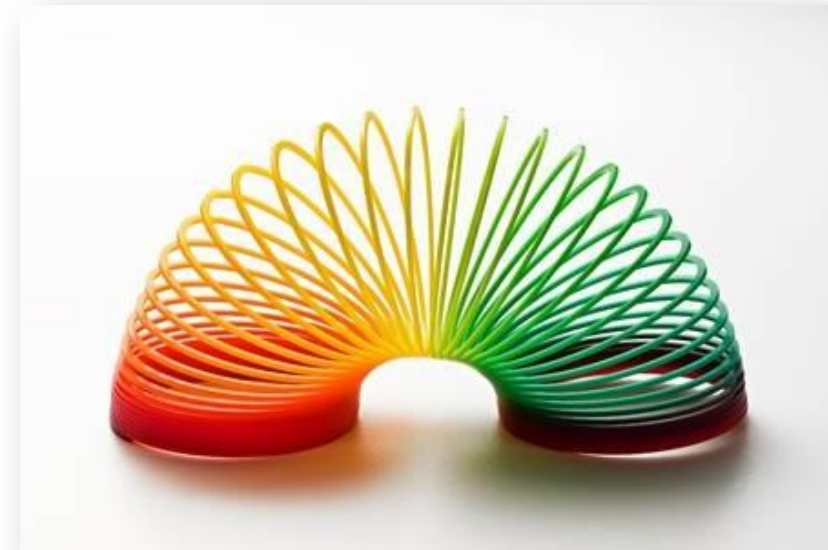
**METTIAMOCI  
IN RIGA**

# 1. non c'è rischio senza danno

varietà e flessibilità delle strategie di mitigazione del rischio

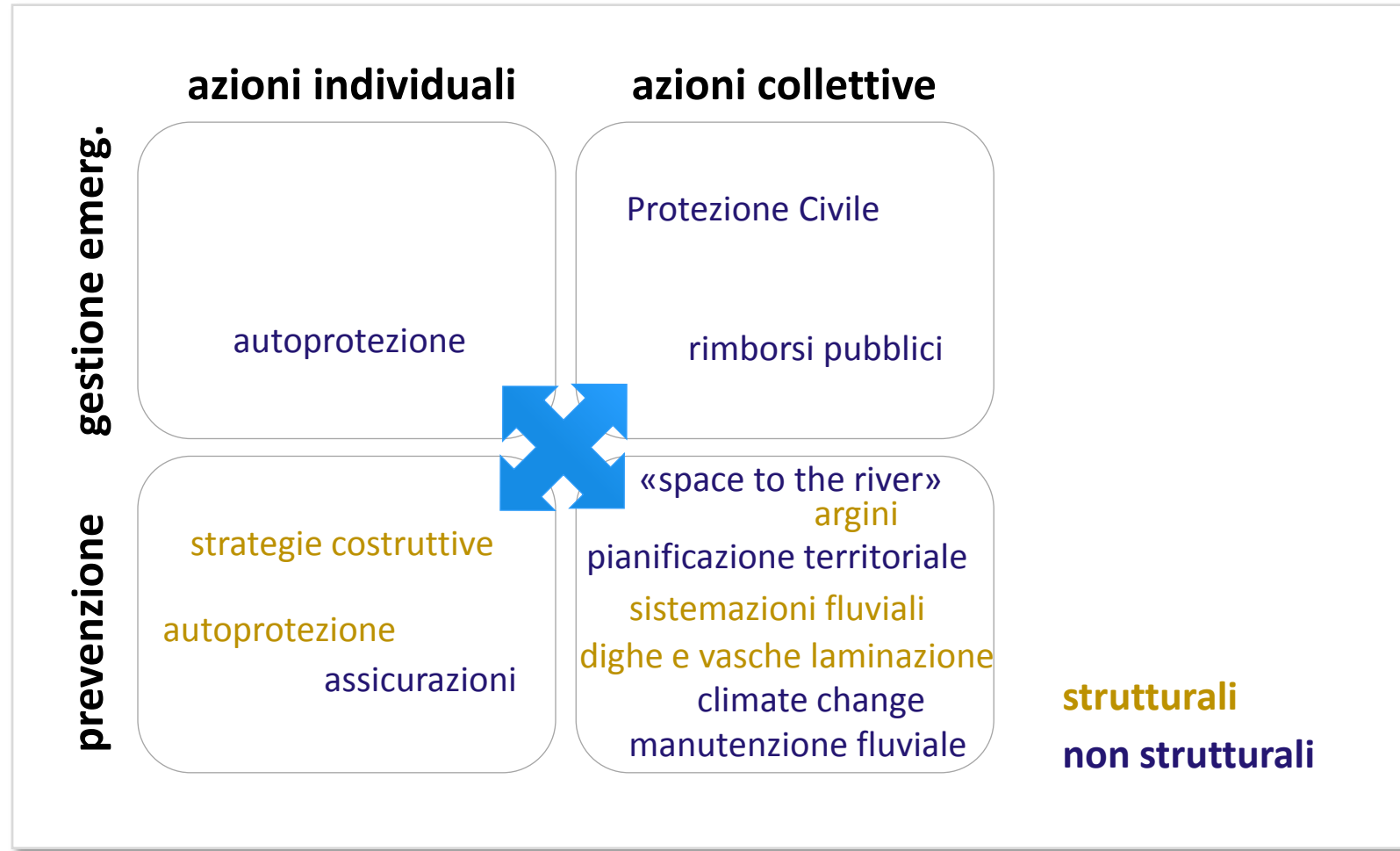


Francesco Ballio



# 1. non c'è rischio senza danno

varietà e flessibilità delle strategie di mitigazione del rischio



Francesco Ballio



# 1. non c'è rischio senza danno

la Direttiva Alluvioni

*la gestione del rischio deve avvenire sulla base di affidabili **analisi costi-benefici** delle possibili strategie di intervento*



***valutazione quantitativa e laddove possibile monetaria dei benefici** in termini di «danno evitato»*



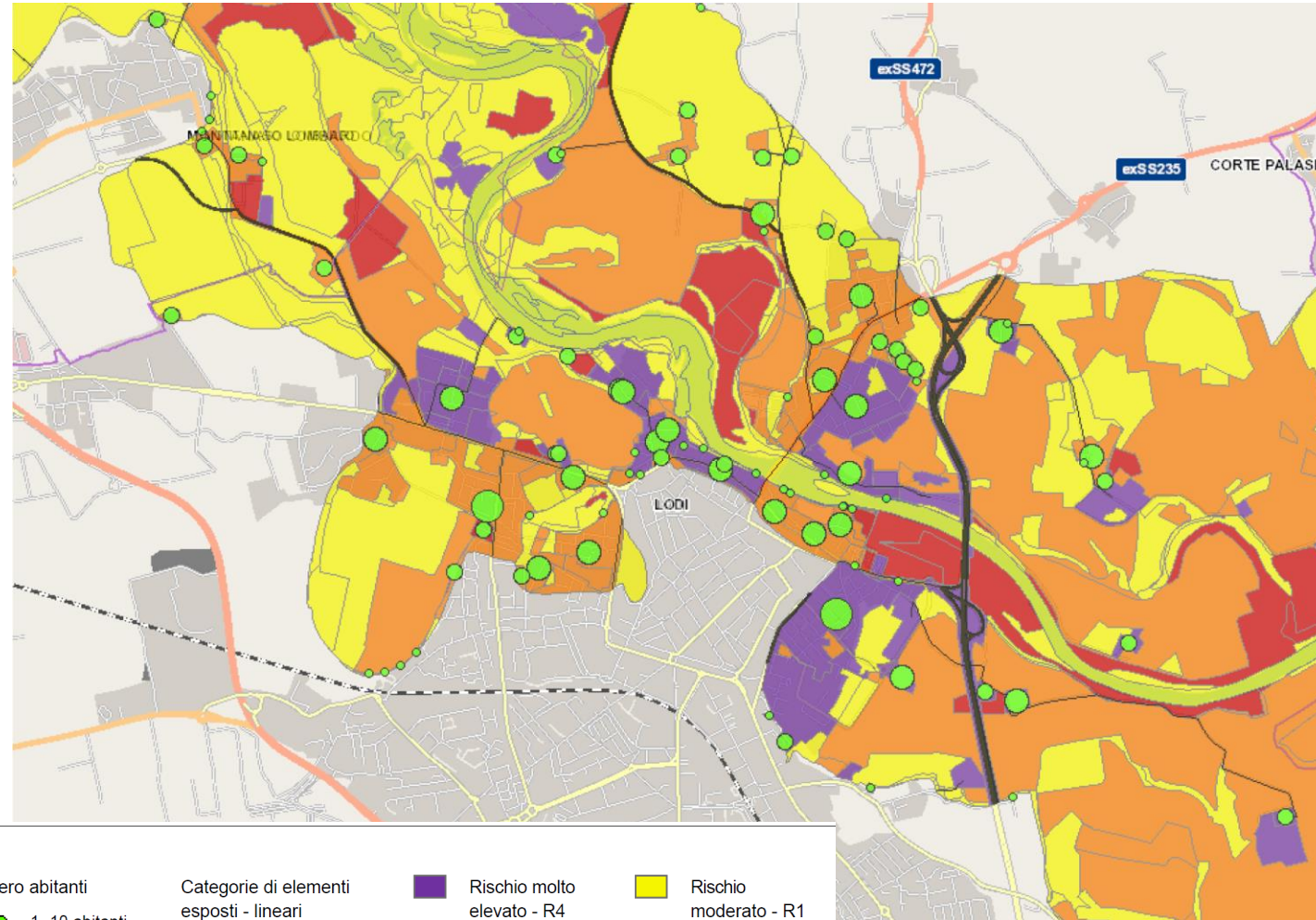
Francesco Ballio



# 1. non c'è rischio senza danno

mappa di rischio per la città di Lodi (PGRA)

R		pericolosità		
		P3	P2	P1
danno	D4	R4	R4	R2
	D3	R4	R3	R2
	D2	R3	R2	R1
	D1	R1	R1	R1



**Legenda**

<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px; vertical-align: middle;"></span> COMUNI 2015</li> <li><span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px; vertical-align: middle;"></span> PROVINCE 2015</li> <li><span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px; vertical-align: middle;"></span> REGIONE 2015</li> </ul>	<p>Numero abitanti</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: green; font-size: 10px;">●</span> 1 - 10 abitanti</li> <li><span style="color: green; font-size: 15px;">●</span> 11 - 100 abitanti</li> <li><span style="color: green; font-size: 25px;">●</span> 101 - 1000 abitanti</li> <li><span style="color: green; font-size: 35px;">●</span> &gt; 1000 abitanti</li> </ul>	<p>Categorie di elementi esposti - lineari</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ferrovie</li> <li>Strade principali</li> <li>Strade secondarie</li> <li>Metropolitane</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="background-color: purple; width: 15px; height: 10px; display: inline-block; vertical-align: middle;"></span> Rischio molto elevato - R4</li> <li><span style="background-color: red; width: 15px; height: 10px; display: inline-block; vertical-align: middle;"></span> Rischio elevato - R3</li> <li><span style="background-color: orange; width: 15px; height: 10px; display: inline-block; vertical-align: middle;"></span> Rischio medio - R2</li> <li><span style="background-color: yellow; width: 15px; height: 10px; display: inline-block; vertical-align: middle;"></span> Rischio moderato - R1</li> </ul>
---	--	--	--



Francesco Ballio





## 2. modellare i danni alluvionali residenziale ...



Francesco Ballio



# 2. modellare i danni alluvionali

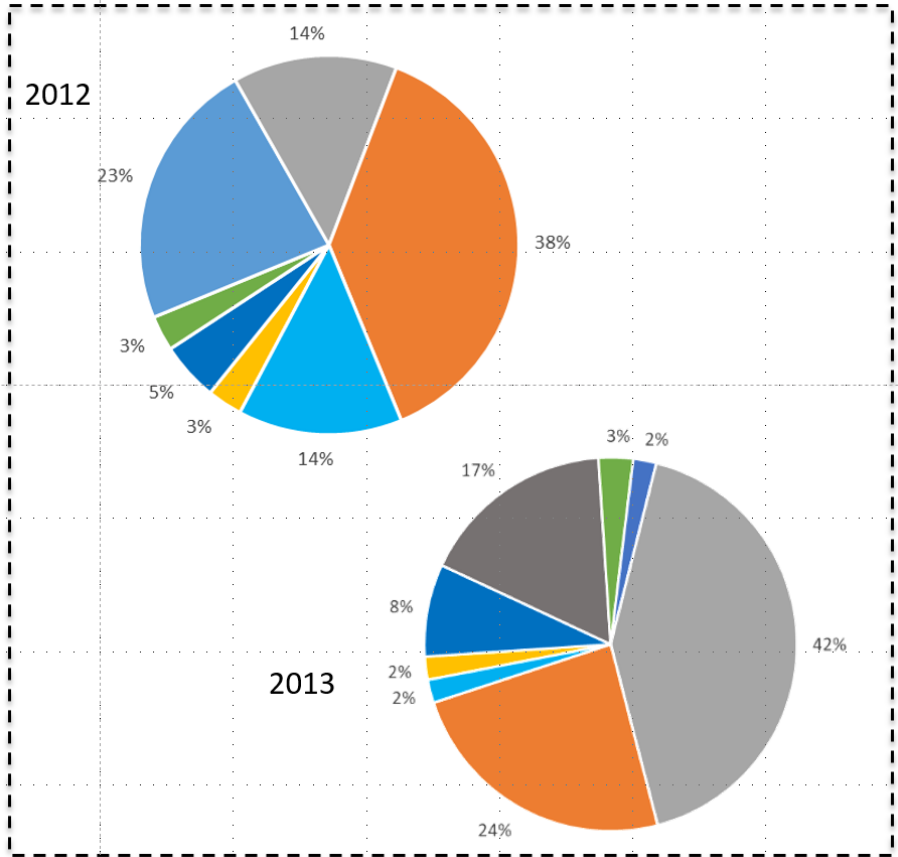
... ma non solo residenziale



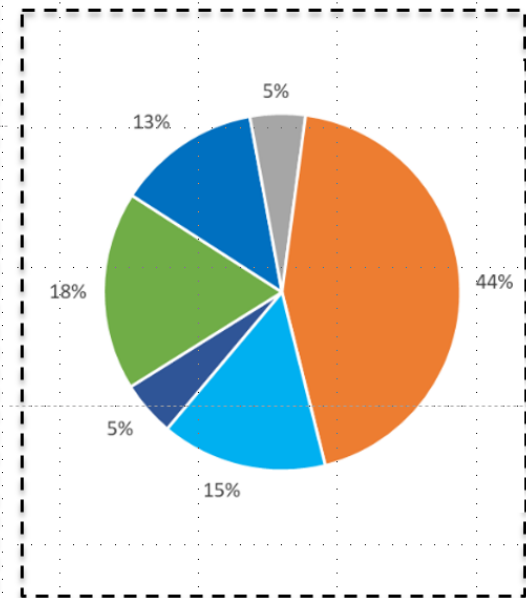
Francesco Ballio



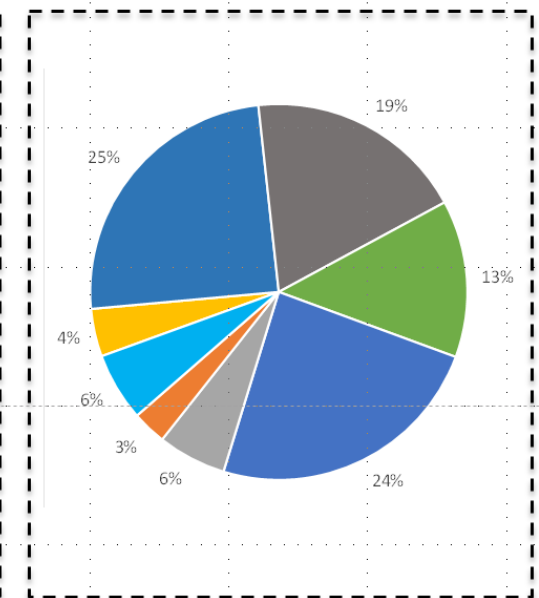
- Public buildings
- Residential
- Extra damages to private
- Agriculture activities
- Economic activities
- Structural measures and first intervention to reduce hydrological risk
- Roads
- Lifelines (energy, water and sewage)



Umbria (2012, 2013)



Val d'Aran - Spagna (2013)



Lodi (2002)

# 2. modellare i danni alluvionali

... ma non solo residenziale



Francesco Ballio



	E fisica meso	E fisica micro	E econ	Danno diretto	Danno indiretto
residenziale - strutture					
commerciale - strutture					
industriale - strutture					
agricolo - strutture					
residenziale - contenuti					
commerciale - contenuti					
industriale - contenuti					
agricolo - colture					
strade					
altre infrastrutture					
popolazione			?		
beni culturali			?		
edifici strategici			?		



METTIAMOCI  
IN RIGA

## 2. modellare i danni alluvionali

letteratura internazionale



[Navigate the repository](#)



Francesco Ballio



International Association  
for Hydro-Environment  
Engineering and Research

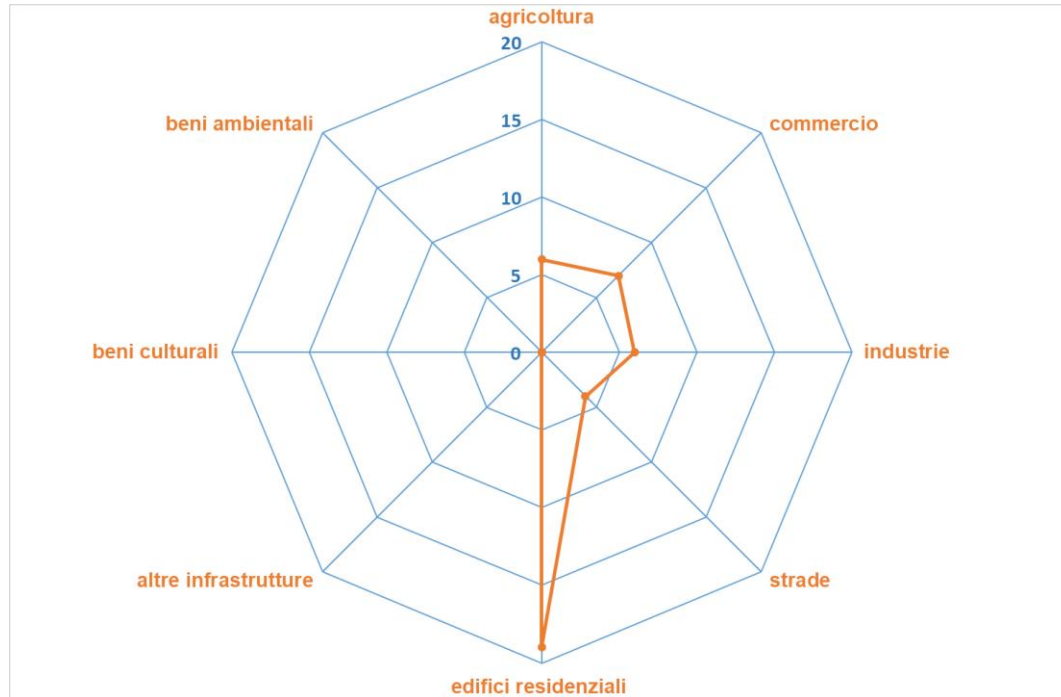
Flood Risk Management  
Committee

## 2. modellare i danni alluvionali

letteratura internazionale



Francesco Ballio



## 2. modellare i danni alluvionali

gruppi di ricerca in Italia

- CNR
- Università di Brescia
- Politecnico di Milano
- IUSS Pavia
- CIMA
- Università di Bologna
- Università Ca' Foscari Venezia
- Università di Firenze
- Università dell'Aquila
- Università di Messina
- ... (?)



Francesco Ballio



## 2. modellare i danni alluvionali

modelli e database disponibili per il territorio italiano



Francesco Ballio



### Alluvioni di pianura

	E fisica meso	E fisica micro	E econ	Danno diretto	Danno indir.
residenziale - strutture	■	■	■	■	□
commerciale - strutture	■	■	■	■	□
industriale - strutture	■	■	■	■	□
agricolo - strutture	■	■	■	■	□
residenziale - contenuti	□	□	□	■	□
commerciale - contenuti	■	■	■	■	□
industriale - contenuti	■	■	■	■	□
agricolo - colture	■	■	■	■	□
strade	■		■	□	■
altre infrastrutture	■		□	□	■
popolazione	■		?	□	□
beni culturali	■	■	?	□	□
edifici strategici	■	■	?	□	□

### 3. un esempio applicativo: Lodi

fiume Adda, alluvione 25-26 Novembre 2002 (progetto Flood-IMPAT+, Fondazione Cariplo)



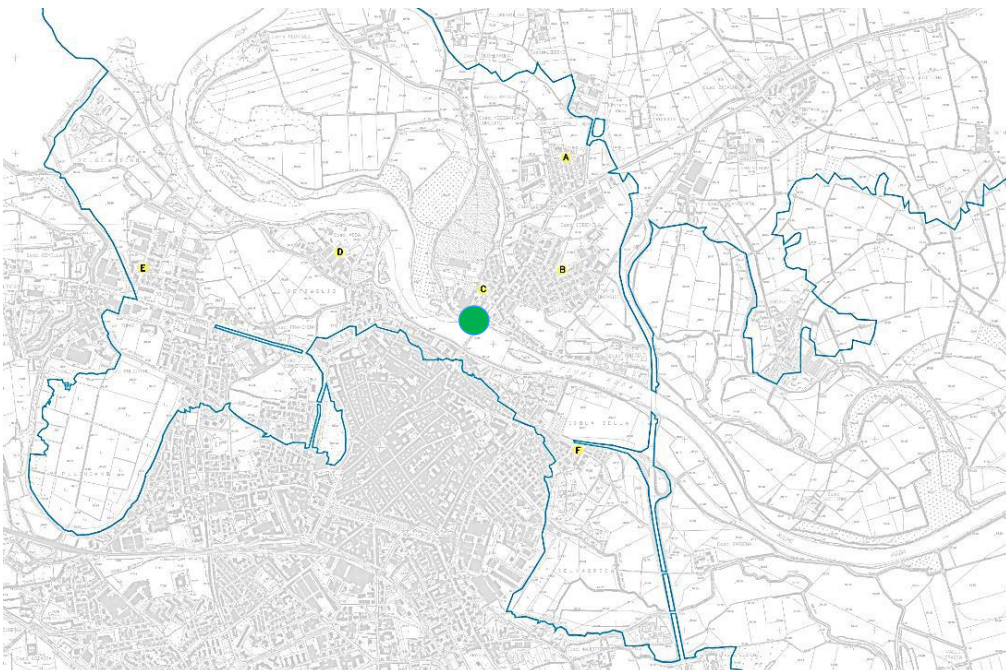


# 3. un esempio applicativo: Lodi

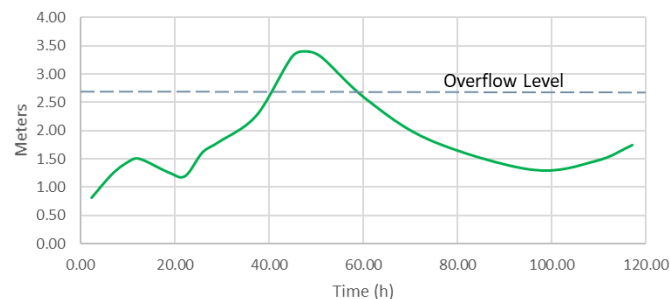


fiume Adda, alluvione 25-26 Novembre 2002 (progetto Flood-IMPAT+, Fondazione Cariplo)

Ricostruzione area allagata (Paoletti, 2005 & 2010)



Livelli idrici registrati al Ponte Vecchio



- Portata di Picco **1840 m<sup>3</sup>/s**  
→ **Tr ~ 100 anni**
- Massimi livelli osservati in area urbana **2.5 m**
- **Basse velocità**
- **15 M€ di danni** occorsi a residenze, attività commerciali/industriali e industrie
- **7.8 M€ di danni** agli edifici residenziali (strutture e contenuti)
- **500 evacuati**

### 3. un esempio applicativo: Lodi

analisi costi-benefici delle azioni di mitigazione strutturali post 2002



costi annuali valutati in termini di:

Costo opera

Vita utile dell'opera (100 anni)

+

Costo annuale manutenzione ordinaria

+

Costo annuale corsi di formazione addetti  
al montaggio delle panconature

Lavori eseguiti in destra  
idrografica

3,5 km di argine costituiti da:

- **Terra**
- **Muri in cemento armato**
- **Panconature metalliche**



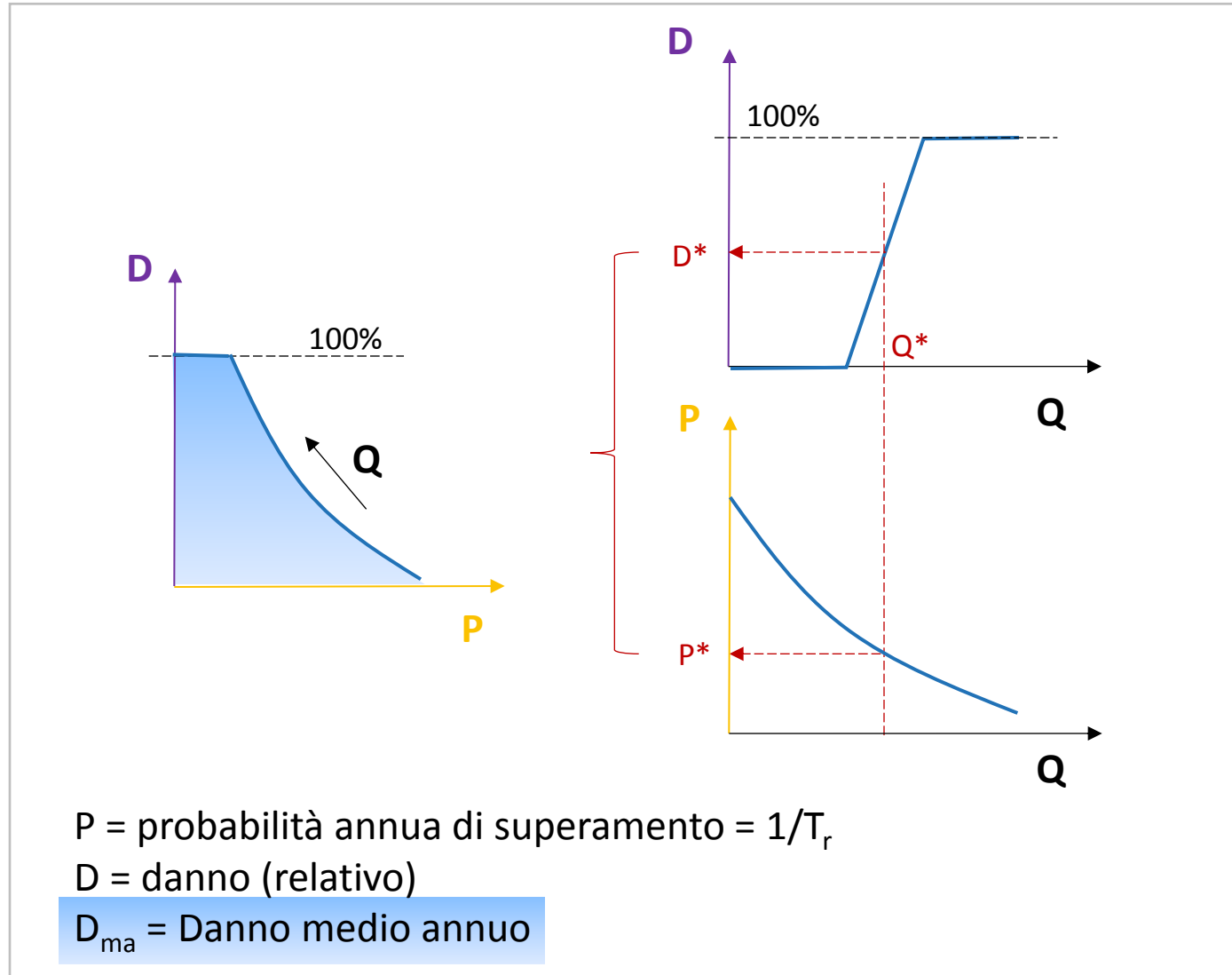
Francesco Ballio



METTIAMOCI  
IN RIGA

### 3. un esempio applicativo: Lodi

Beneficio (danno evitato):



Francesco Ballio

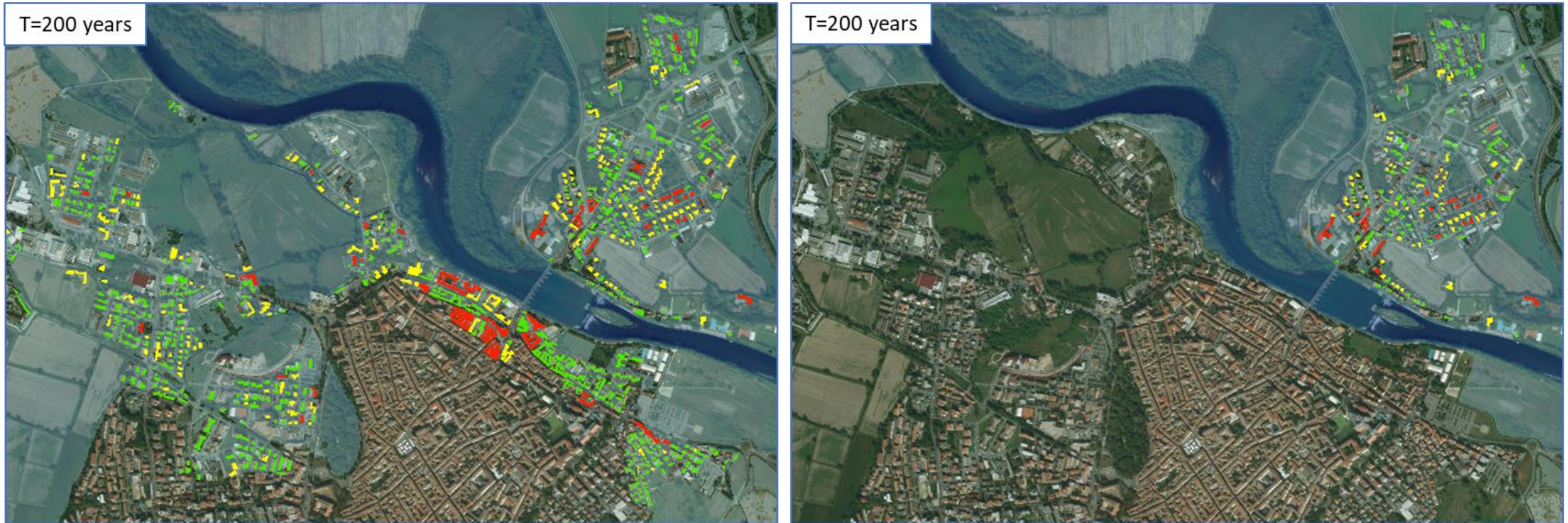


# 3. un esempio applicativo: Lodi



Beneficio (danno evitato): residenziale (modello INSYDE, PoliMi)

Francesco Ballio



Damage = 15,98 MLN €



Damage = 7,63 MLN €

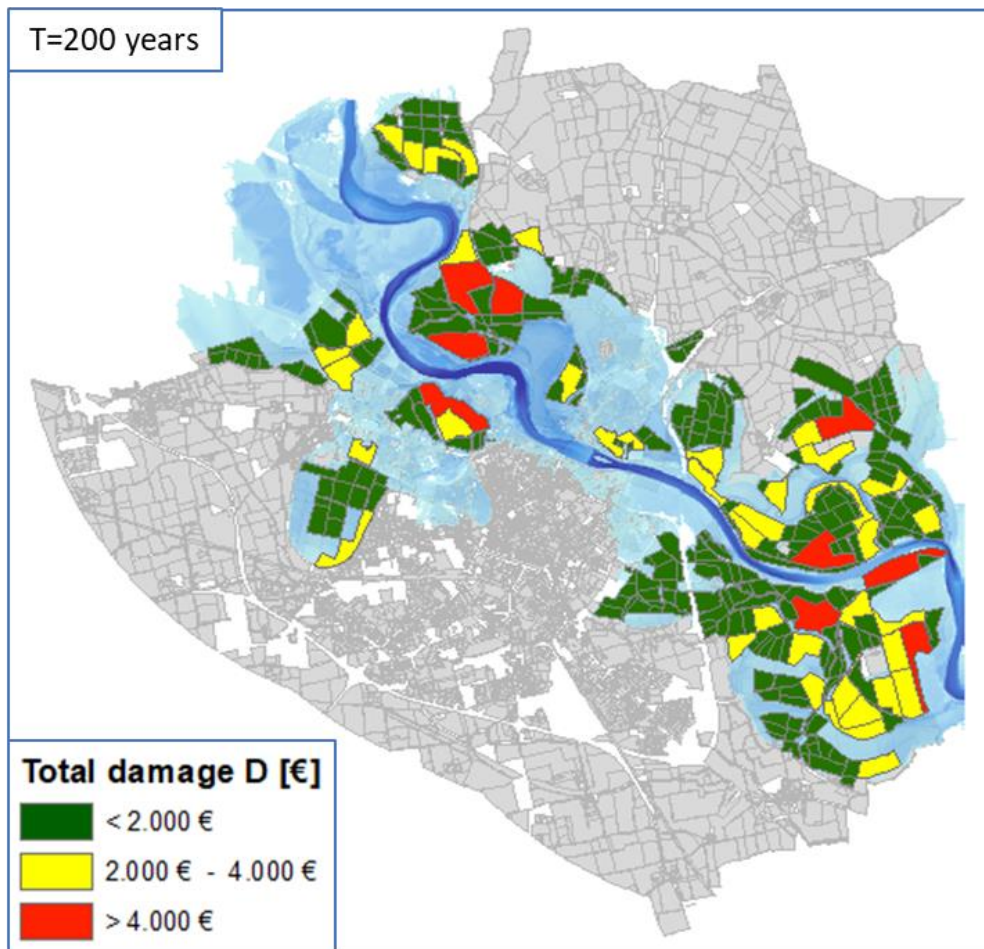
- 52,2 %

# 3. un esempio applicativo: Lodi

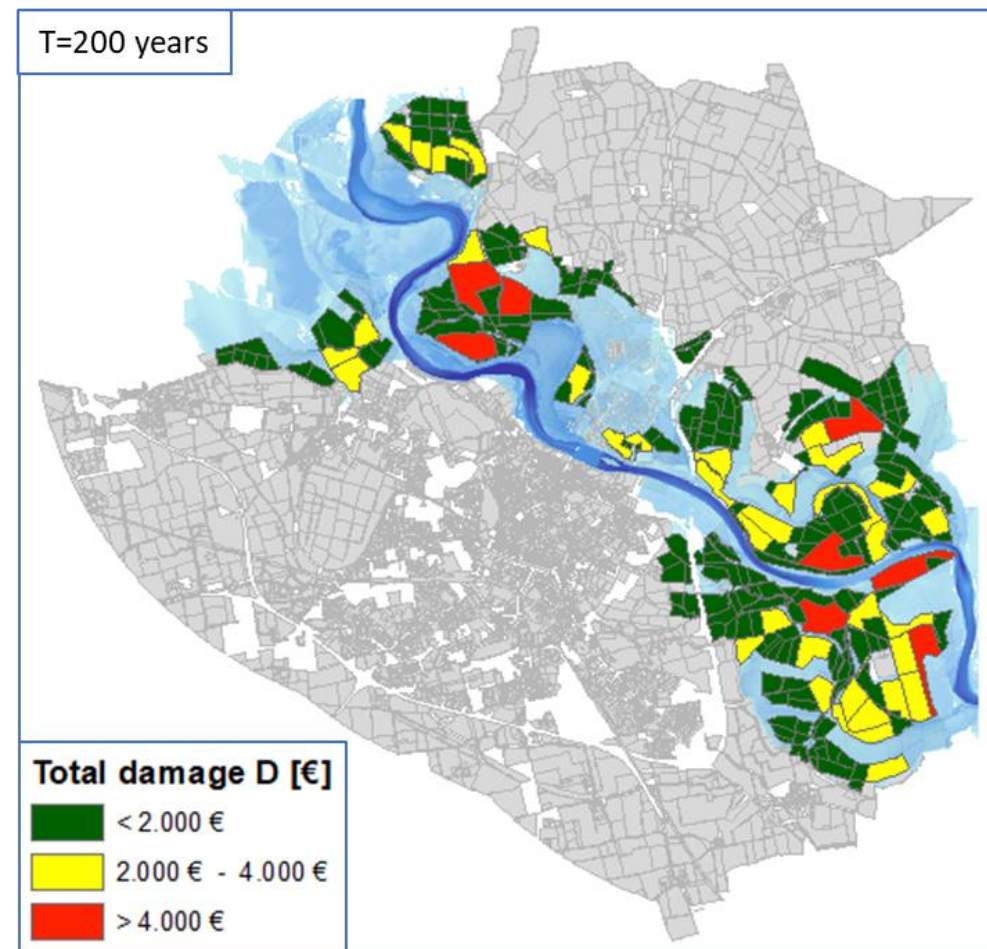
Beneficio (danno evitato): agricoltura (modello AGRIDE-c, PoliMi)



Francesco Ballio



Damage = 0,39 MLN €



Damage = 0,35 MLN €

- 10,8 %

POLITECNICO MILANO 1863

Fondazione RIPLO



# 3. un esempio applicativo: Lodi

Beneficio (danno evitato)

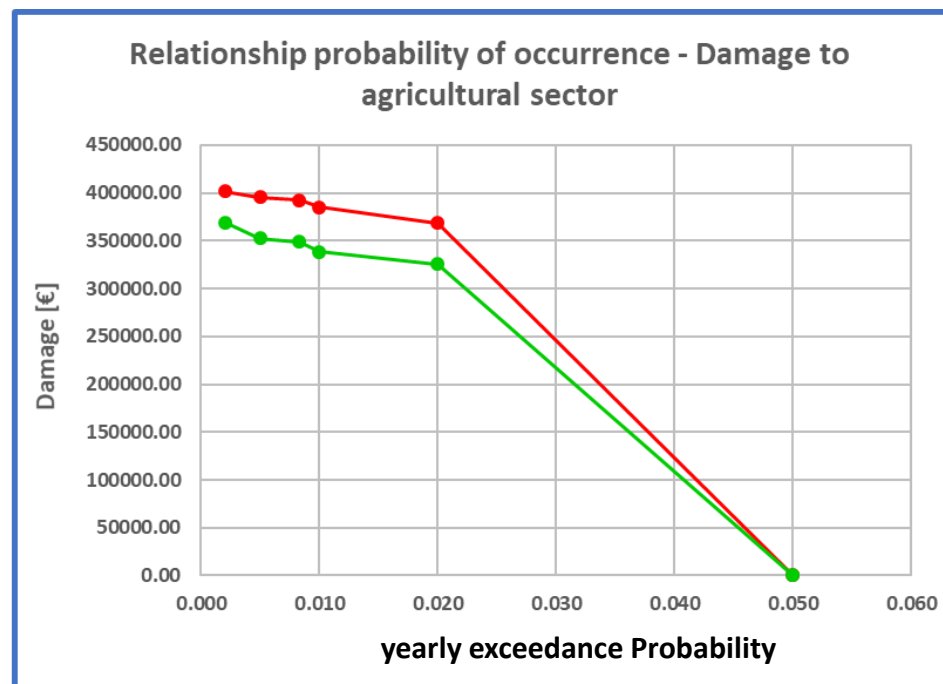
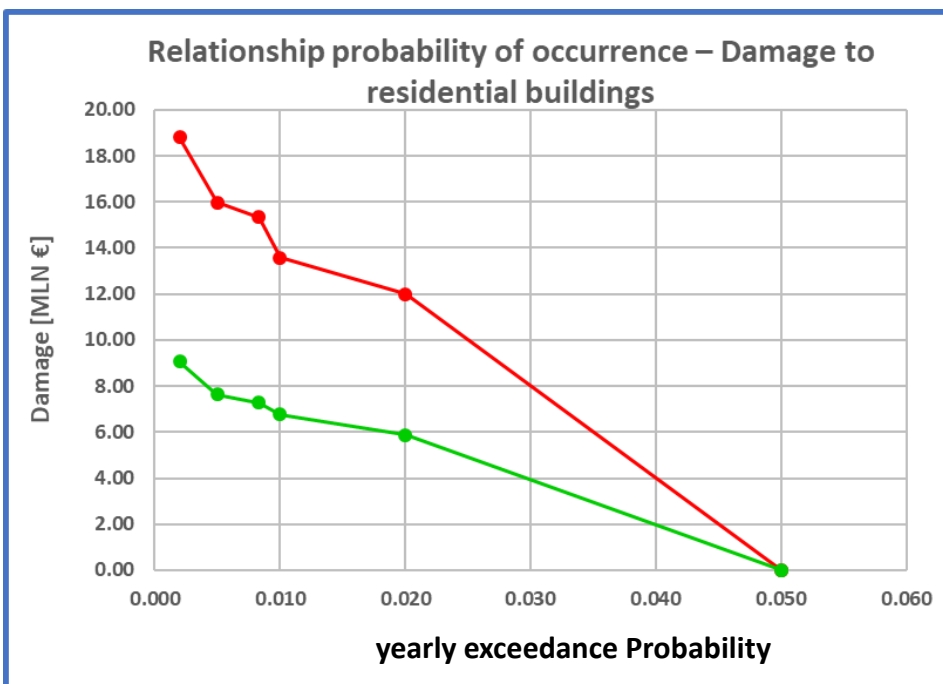


Francesco Ballio



Settori	Unità di misura	% di riduzione del danno in presenza degli argini				
		T = 50	T = 100	T = 120	T = 200	T = 500
Residenziale	Danno in €	51,0 %	50,3 %	52,6 %	52,2 %	51,8 %
agricoltura	Danno in €	11,7 %	12,0 %	11,1 %	10,8 %	8,1 %

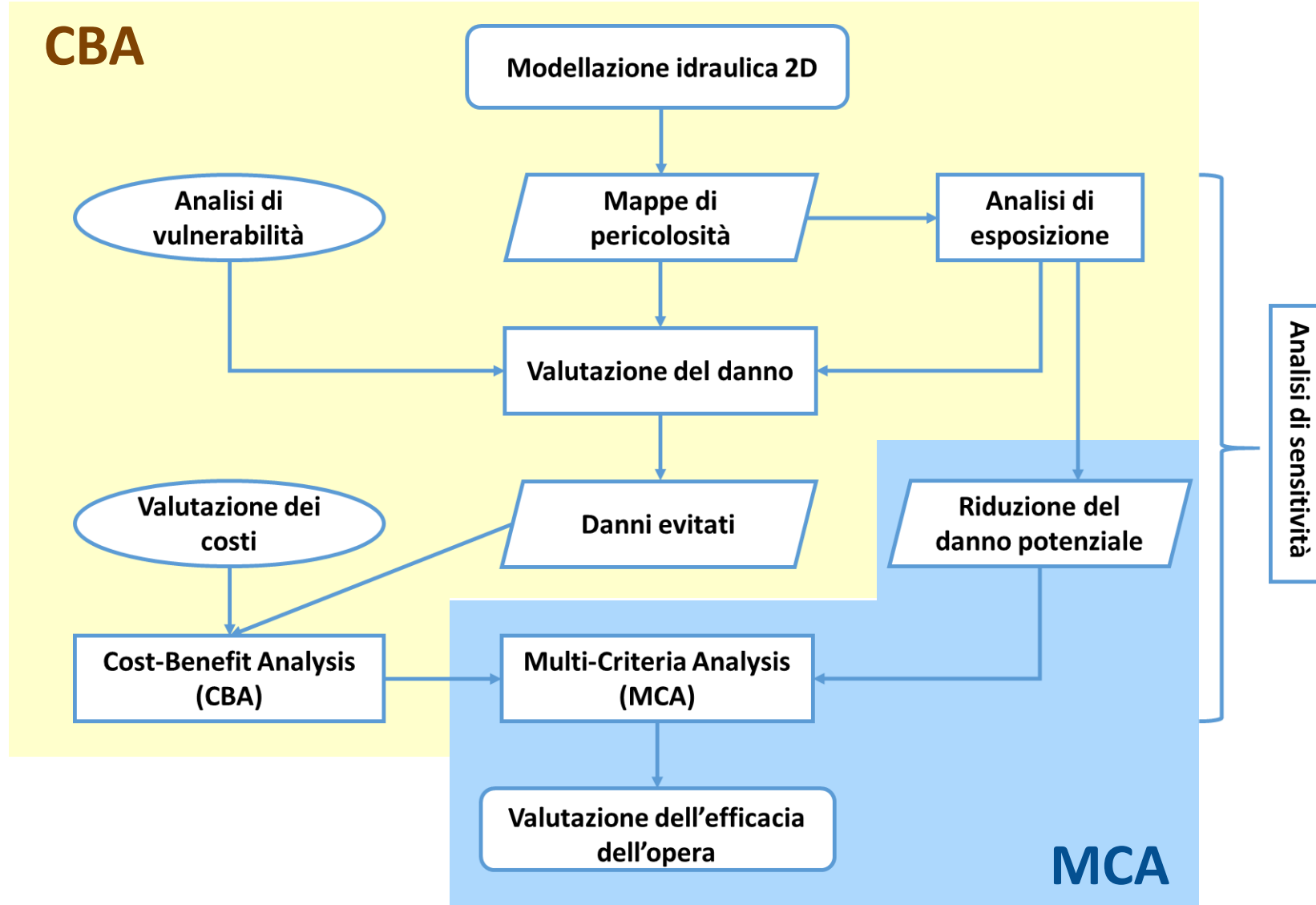
**Benefici/Costi = 2.4**



**METTIAMOCI IN RIGA**

# 3. un esempio applicativo: Lodi

Beneficio: non solo denaro ...



Francesco Ballio



# 3. un esempio applicativo: Lodi

Beneficio: non solo denaro ...

Settori	Unità di misura	% di riduzione del danno in presenza degli argini				
		T = 50	T = 100	T = 120	T = 200	T = 500
Residenziale	Danno in €	51,0 %	50,3 %	52,6 %	52,2 %	51,8 %
Agricoltura	Danno in €	11,7 %	12,0 %	11,1 %	10,8 %	8,1 %
Industria/Commercio	Esposizione in €	48,2 %	51,1 %	66,9 %	67,9 %	76,4 %
Popolazione totale	Esposizione in abitanti	60,8 %	62,9 %	69,7 %	69,7 %	66,5 %
Popolazione vulnerabile	Esposizione in abitanti	61,2 %	63,9 %	71,4 %	71,4 %	69,6 %
Stranieri	Esposizione in abitanti	65,3 %	68,1 %	72,5 %	72,4 %	61,5 %
Sistema stradale	Esposizione in km	31,8 %	35,4 %	36,2 %	36,1 %	34,7 %
Strutture strategiche	Esposizione in numero	50,0 %	51,0 %	52,6 %	53,4 %	55,4 %
Patrimonio culturale	Esposizione in numero	45,8 %	46,4 %	50,0 %	50,0 %	51,4 %

**CBA**

**MCA**



Francesco Ballio



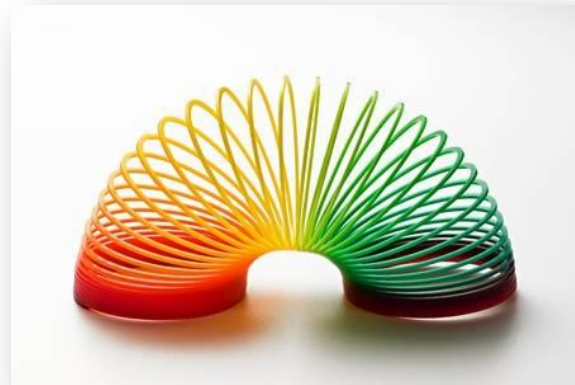




Francesco Ballio



Non c'è rischio senza danno ...



... ma i danni, se li conosci, (un po') li eviti