



FREIE UNIVERSITÄT BOZEN  
LIBERA UNIVERSITÀ DI BOLZANO  
FREE UNIVERSITY OF BOZEN · BOLZANO



WORKSHOP - VALUTAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO IN AMBITO MONTANO ED APPLICAZIONE DELLA DIRETTIVA "ALLUVIONI"

## Sviluppo di una metodologia estimativa per la determinazione dei danni causati da eventi alluvionali

***Christian Kaswalder***

***Ingegnere libero professionista – Docente a.c. titolare del Corso di "Economia ed Estimo Civile" presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi di Trento dall'a.a. 2008/09***

*Piazza Domenicani 6 • 39100 Bolzano • [mail@christiankaswalder.191.it](mailto:mail@christiankaswalder.191.it)*

Con il patrocinio di: ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale



**ISPRA**  
Istituto Superiore per la Protezione  
e la Ricerca Ambientale

3 - 4 Maggio 2012 - Libera Università di Bolzano

## SCOPO DELLO STUDIO (i)

*Sviluppo metodologia di analisi e di valutazione del danno economico che si viene a determinare in caso di evento alluvionale*

### Tipologia di danni considerati:

- **danni di tipo diretto** al patrimonio edilizio: edifici e prodotti edilizi con differente destinazione d'uso
- **danni di tipo accessorio ed indiretto**



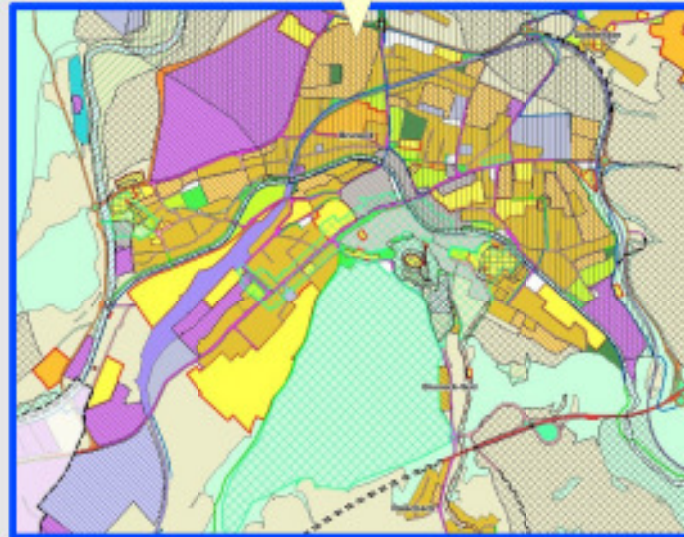
## SCOPO DELLO STUDIO (ii)

**Danno atteso da evento alluvionale  
(Tr 30 anni, 100 anni, e 200 anni)**

*giudizi di convenienza,  
valutazione  
costi/benefici per  
eventuali opere di  
protezione idraulica*



*decisioni di carattere  
urbanistico, territoriale,  
economico*



## OGGETTO DI STUDIO

### → **L'ambito di intervento**

tratto del fiume Rienza (BZ), a partire dal punto di attraversamento più a monte della città di Brunico, fino al punto di attraversamento più a valle dell'abitato di S.Lorenzo (BZ)

### → **Il fine**

determinare il più probabile danno, espresso in moneta, che nel corso di un potenziale evento alluvionale, potrebbe subire il patrimonio edilizio

### → **Dato di partenza**

analisi idraulica bidimensionale della Rienza con determinazione dei tiranti idrici nel caso di evento di piena con Tr 30, 100 e 200 anni



# TIPOLOGIA DI DANNO AL PATRIMONIO EDILIZIO

## Alcuni esempi forniti da eventi passati





# TIPOLOGIA DI DANNO AL PATRIMONIO EDILIZIO

## Alcuni esempi forniti da eventi passati





# TIPOLOGIA DI DANNO AL PATRIMONIO EDILIZIO

## Alcuni esempi forniti da eventi passati



Vipiteno 1987



Zona industriale Bressanone - Durst - 1966



# TIPOLOGIA DI DANNO AL PATRIMONIO EDILIZIO

## Alcuni esempi forniti da eventi passati





# TIPOLOGIA DI DANNO AL PATRIMONIO EDILIZIO

## Alcuni esempi forniti da eventi passati



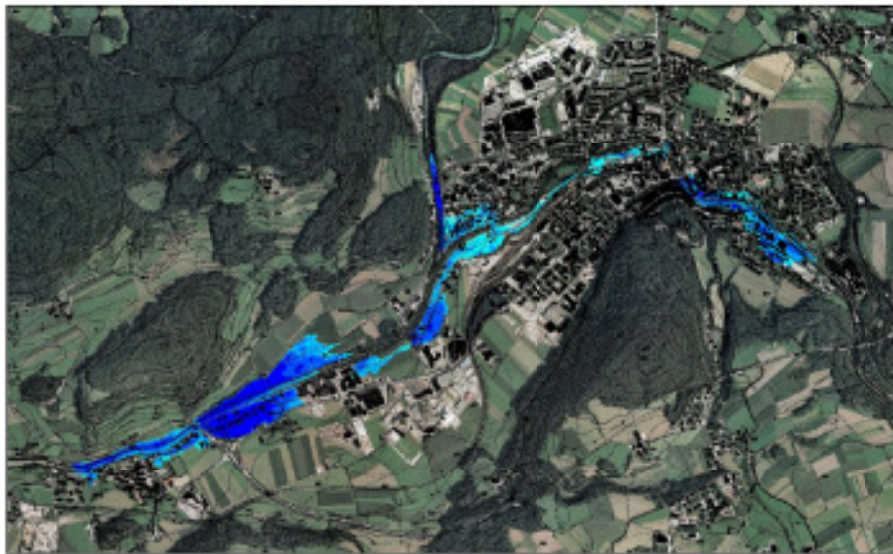


# LE FASI DELLO STUDIO

## 1) Analisi della documentazione

- cartografia GIS di modellazione idraulica con rappresentazione dei tiranti idrici e velocità massime per i differenti tempi di ritorno ( $T_r$  30,100,200)

HQ 30 Abflusstiefen (Raster 5m x 5m)

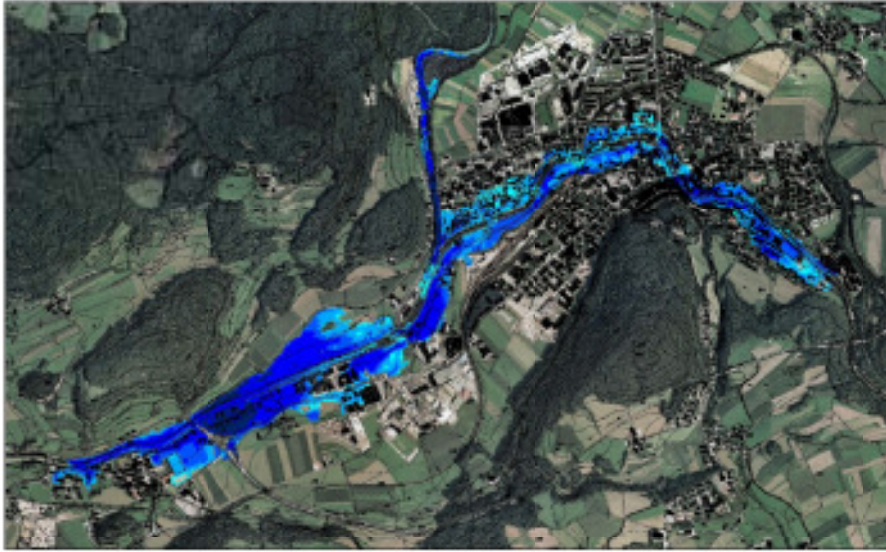


HQ 30 Abflussgeschwindigkeiten (Raster 5m x 5m)





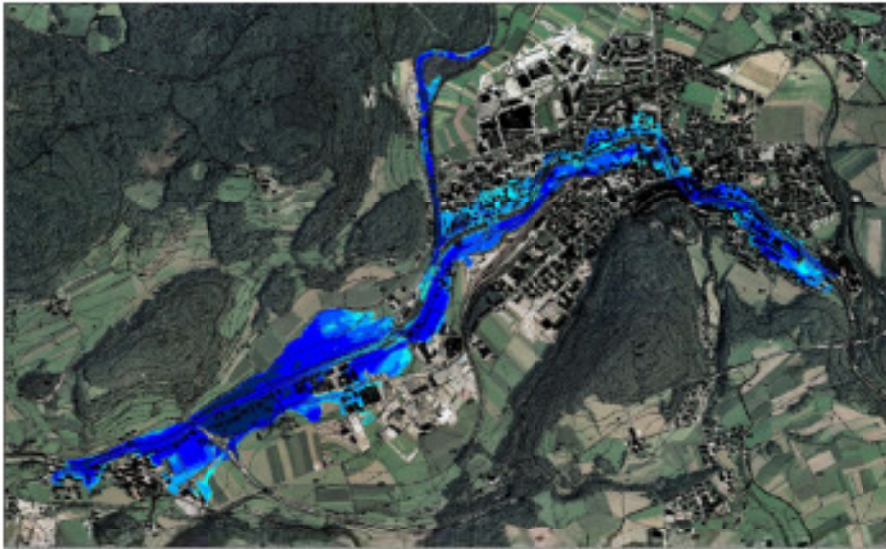
HQ 100 Abflusstiefen (Raster 5m x 5m)



HQ 100 Abflussgeschwindigkeiten (Raster 5m x 5m)



HQ 200 Abflusstiefen (Raster 5m x 5m)



HQ 200 Abflussgeschwindigkeiten (Raster 5m x 5m)





## LE FASI DELLO STUDIO

- cartografia GIS con rappresentazione degli attuali edifici presenti nella zona interessata

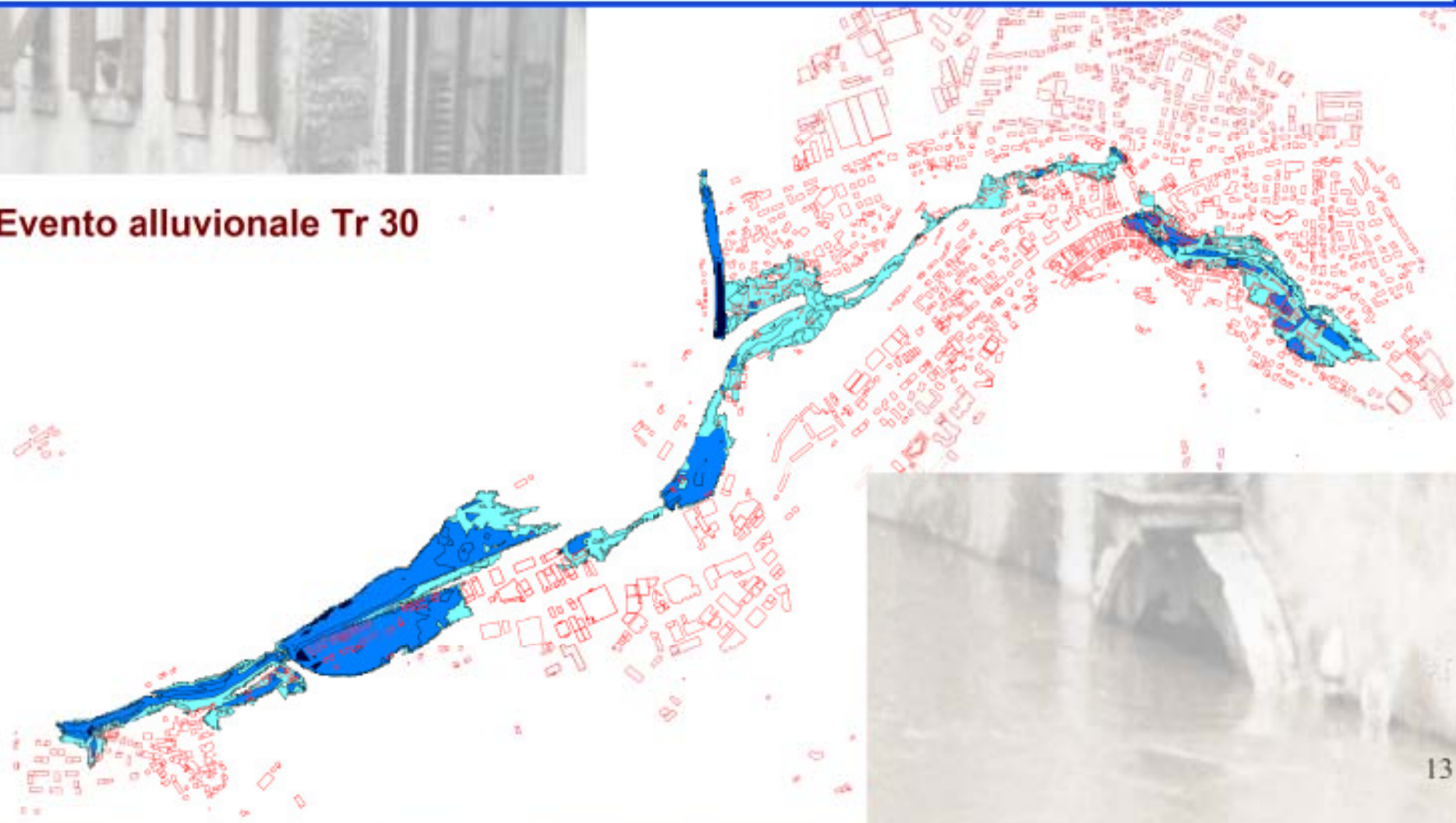




## LE FASI DELLO STUDIO

- cartografia GIS con rappresentazione degli attuali edifici presenti sulla zona interessata

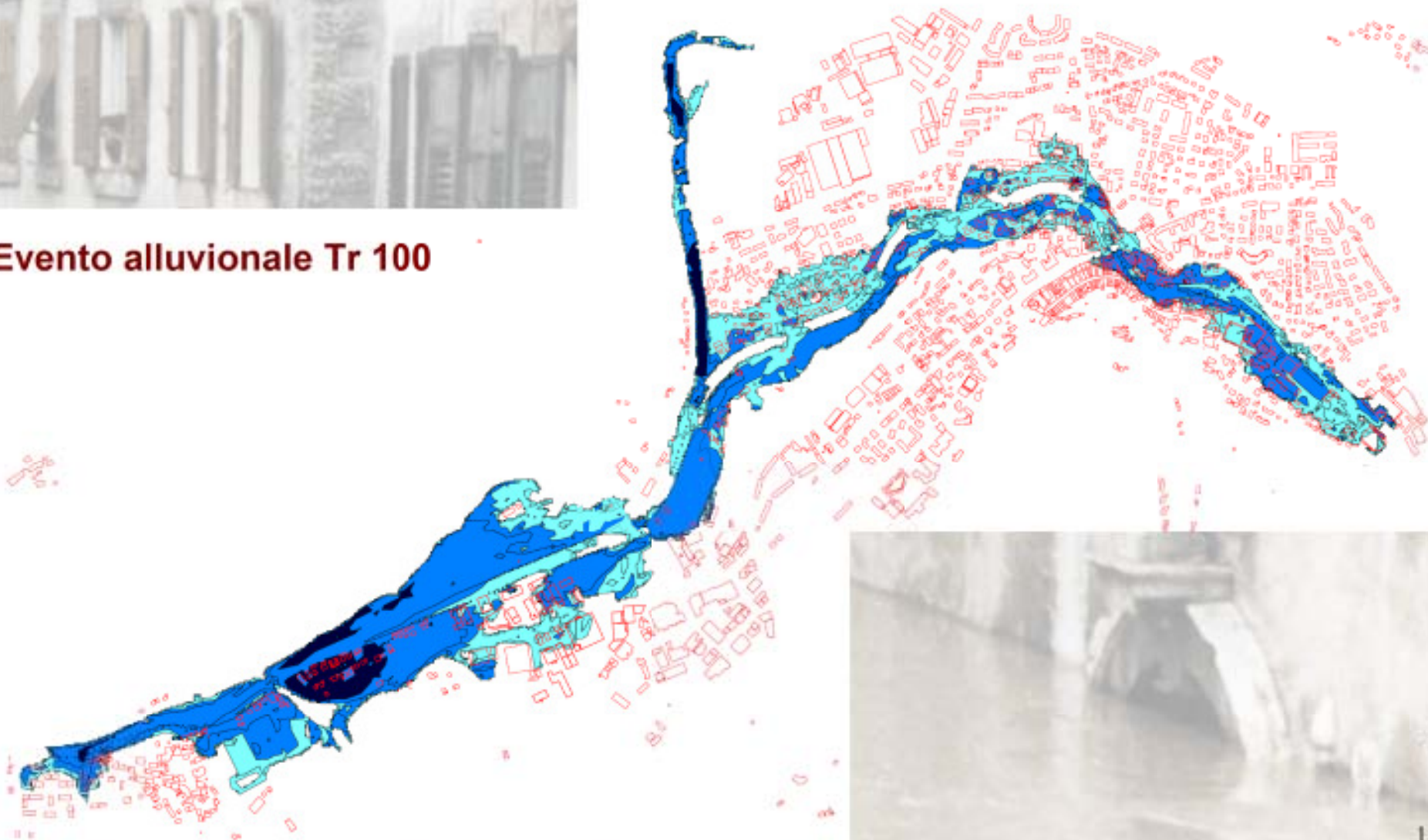
Evento alluvionale Tr 30





# LE FASI DELLO STUDIO

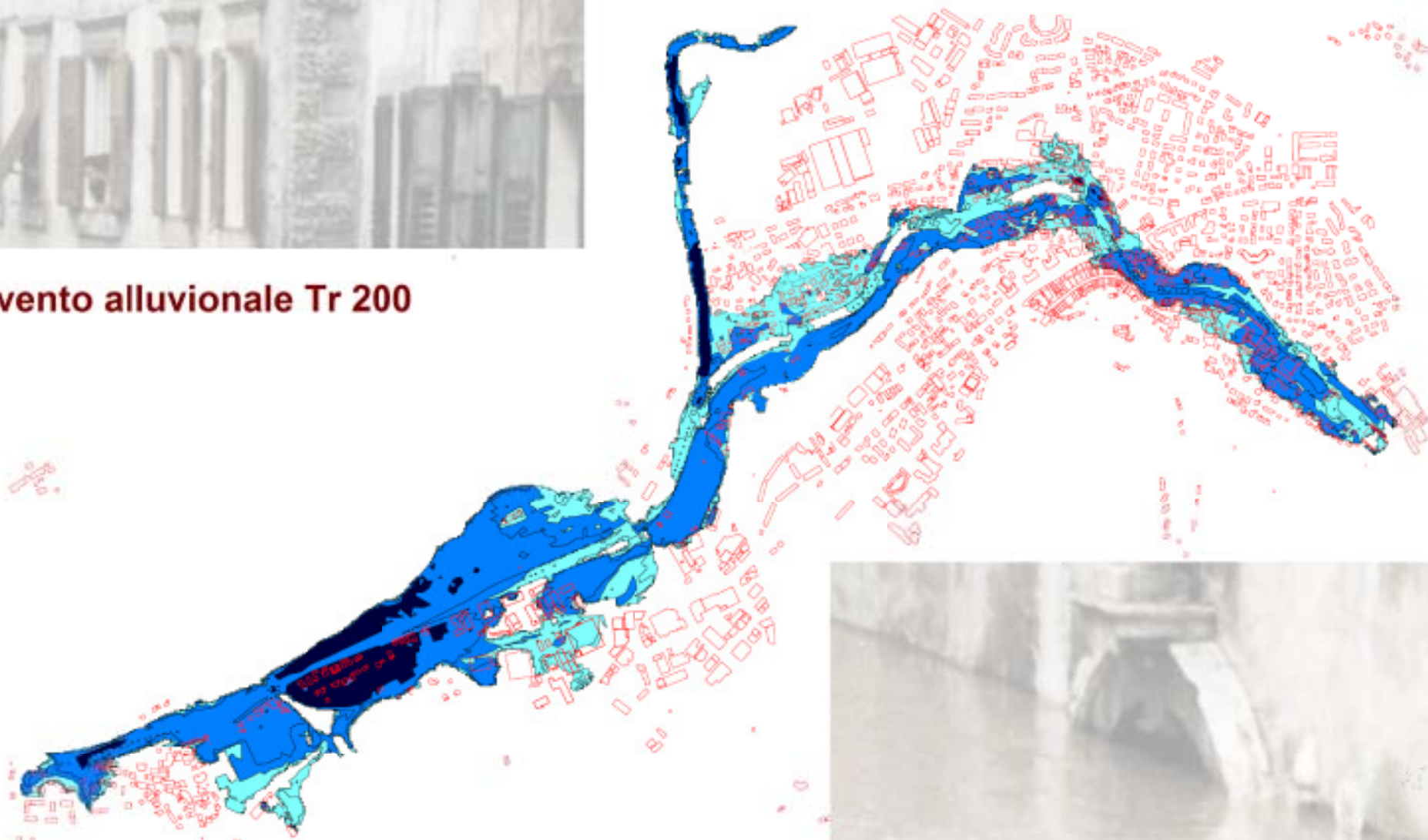
**Evento alluvionale Tr 100**





# LE FASI DELLO STUDIO

Evento alluvionale Tr 200





# LE FASI DELLO STUDIO

## 1) Analisi della documentazione

### Ulteriore documentazione raccolta

- mappe catastali
- riprese aerofotogrammetriche
- piano urbanistico vigente



# LE FASI DELLO STUDIO

**2) Incontri con la committenza al fine di focalizzare le esigenze e quindi la tipologia di risultati richiesti dal presente studio**

**3) Conduzione di numerosi sopralluoghi in loco**

- (a) **individuazione edifici potenzialmente coinvolti nei tre eventi** determinati su base statistica con i tre differenti Tr
- (b) **individuazione delle tipologie di edifici coinvolti e delle destinazioni d'uso degli stessi al fine di creare una serie di tipi edilizi** che potessero rappresentare, in modo semplificato, la moltitudine di edifici presenti sul territorio preso in esame



# LE FASI DELLO STUDIO

## 4) Creazione di tipi edilizi

**Individuazione e determinazione delle caratteristiche distributive e costruttive dal punto di vista della struttura, degli impianti e delle finiture di una serie di tipi edilizi che rappresentino in termini medio-statistici le tipologie edilizie riscontrate in loco**

Sono state individuate le seguenti quattro tipologie edilizie:

- ➔ **(A) edifici residenziali (dotati ev. di piccole unità commerciali/negozi al piano terra) e relative pertinenze;**
- ➔ **(B) edifici pubblici, impianti sportivi;**
- ➔ **(C) edifici industriali, artigianali, commerciali e relative pertinenze;**
- ➔ **(D) edifici per il culto, chiese, cimiteri, ecc.**



# LE FASI DELLO STUDIO

## 4) Creazione di tipi edilizi

**(A) edifici residenziali (dotati ev. di piccole unità commerciali/negozi al piano terra) e relative pertinenze;**





# LE FASI DELLO STUDIO

## 4) Creazione di tipi edilizi

**(B) edifici pubblici, impianti sportivi;**





# LE FASI DELLO STUDIO

## 4) Creazione di tipi edilizi

**(C) edifici industriali, artigianali, commerciali e relative pertinenze;**





# LE FASI DELLO STUDIO

## 4) Creazione di tipi edilizi

(D) edifici per il culto, chiese, cimiteri, ecc.





# LE FASI DELLO STUDIO

## 5) Caratteristiche dei modelli di tipologia edilizia A, B, C, D

### A titolo esemplificativo

#### TIPOLOGIA (A) RESIDENZIALE

##### Caratteristiche generali:

Edificio residenziale ordinario, che rispecchia mediamente le caratteristiche riscontrate nella zona di studio. Al piano interrato presenza di unità cantina e box-garage – vani tecnici (quadro elettrico generale, centrale termica di riscaldamento);

##### Consistenza tipo:

- piani fuori terra: m<sup>2</sup> 100 lordi
- piano interrato: m<sup>2</sup> 40 lordi
- altezza netta interpiano fuori terra: 2,60 m

##### Caratteri distributivi:

- piano tipo: 4 vani principali (soggiorno, cucina, 2 stanze) corridoio di distribuzione, bagno-wc;



## LE FASI DELLO STUDIO

### 5) Caratteristiche dei modelli di tipologia edilizia A, B, C, D

#### **Caratteristiche di struttura, di finitura, impiantistiche:**

- struttura mista, con parte entro terra in calcestruzzo armato, parte fuori terra in muratura portante in laterizio oltre ad elementi in calcestruzzo armato, solai in latero cemento;
- Finitura esterna edificio in intonaco, tramezze interne in blocchi di laterizio intonacate, soffitti intonacati, il tutto rifinito superficialmente con strato di tinteggiatura;
- pavimentazione in legno per le stanze ed il soggiorno, in piastrelle per cucina, servizi e corridoio;
- serramenti esterni con telaio ligneo e vetrocamera, dotati di persiane o avvolgibili;
- serramenti interni in legno impiallacciato; portoncino blindato per l'ingresso;
- impianto di riscaldamento e produzione d'acqua calda centralizzato;
- impianto termo-sanitario sottotraccia;
- impianto elettrico sottotraccia a norma;



# LE FASI DELLO STUDIO

## 6) Elencazione e classificazione patrimonio edilizio

Modellazione idraulica

mappa catastale

mappa edifici GIS

ortofoto



Verifica in  
loco/risultanze  
di sopralluogo



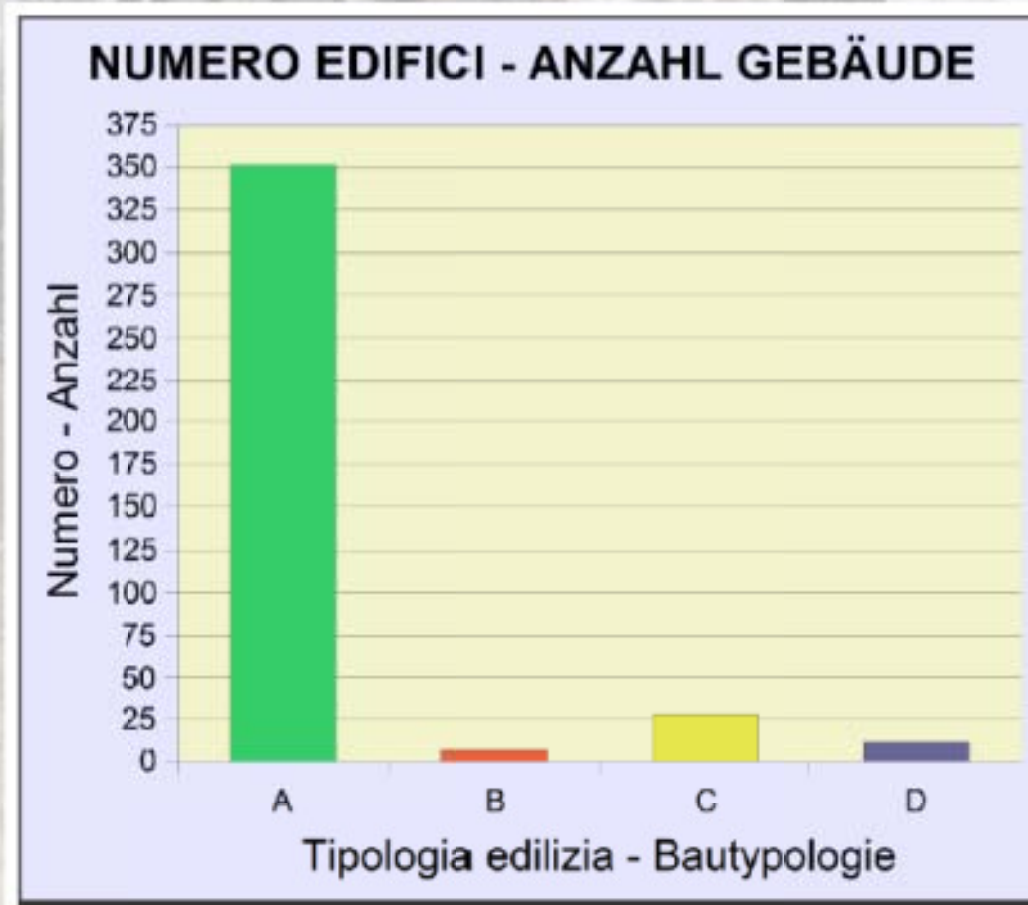
ELENCO PARTICELLE  
EDIFICIALI, CON  
ASSEGNAZIONE  
TIPOLOGIA EDILIZIA  
(A,B,C,D) E TIRANTE  
IDRICO (Tr 30, 100,  
200)

- ➔ L'iter è stato ripetuto per ogni singolo fenomeno alluvionale, quindi per l'evento con tempo di ritorno 30 anni, 100 anni ed infine 200 anni
- ➔ Sono stati analizzati complessivamente 450 edifici ed infine computati nello studio estimativo 397 particelle



# LE FASI DELLO STUDIO

## 6) Elencazione e classificazione patrimonio edilizio





# LE FASI DELLO STUDIO

## 6) Elencazione e classificazione patrimonio edilizio: tirante idrico

Semplificazione modellazione idraulica con **accorpamento dei tiranti**

- 0 ÷ 0,001 m	}	→ 0 ÷ 0,5 m
- 0,002 ÷ 0,1 m		
- 0,101 ÷ 0,5 m		
- 0,501 ÷ 1 m	}	→ 0,501 ÷ 2,5 m
- 1,001 ÷ 2,5 m		
- 2,501 ÷ 10 m		→ 2,501 ÷ 10 m

**Ulteriore ipotesi** alla base della metodologia sviluppata:

**Non vengono prese in considerazioni le velocità dell'acqua**  
determinate dalla modellazione idraulica

→ **alluvione "statica"**



## LE FASI DELLO STUDIO

### 7) Individuazione caratteristiche di danno atteso

- ➔ **individuazione tipologie e caratteristiche di danno al patrimonio edilizio a causa di eventi alluvionali**
- ➔ **individuazione di modalità, tempistiche e costi degli interventi ripristinatori**

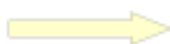
Tale operazione è stata chiaramente condotta per singola tipologia edilizia (A, B, C, D) e per i tre intervalli di tirante:

- 0,00– 0,50m
- 0,50-2,50m
- 2,50-10,00m

# LE FASI DELLO STUDIO

## 8) Scelta criterio estimativo e procedimento

**CRITERIO ESTIMATIVO**



**VALORE DI COSTO**  
da intendersi quale costo di riproduzione di  
una parte o di un intero prodotto edilizio

**PROCEDIMENTO DI STIMA**



**COMPUTO METRICO ESTIMATIVO**

*“Si deve intendere come “costo di riproduzione” di un fabbricato il costo che si dovrebbe sopportare attualmente per realizzare un fabbricato analogo come ubicazione e spazio interno utile, ma con le tecniche costruttive e le soluzioni tecnologiche e compositive contemporanee e con riferimento ai prezzi attuali.”*

*(Forte e De Rossi, Principi di economia ed estimo, Etaslibri, Milano, 1974)*



# LE FASI DELLO STUDIO

## 9) Computo metrico estimativo oneri di ripristino

### AMBITI D'INTERVENTO TIPOLOGIA "A" RESIDENZIALE

1. sgombero di arredo/mobilia non più usufruibile con trasporto in discarica
2. pulizia vani e superfici da detriti alluvionali
3. impianto elettrico
4. impianto di riscaldamento
5. impianto idro-sanitario
6. pavimentazioni
7. serramenti interni ed esterni
8. intonaci interni ed esterni
9. pitture/tinteggiature varie interne ed esterne
10. pertinenze esterne
11. imprevisti non accertabili/pronosticati

### COMPUTO METRICO ESTIMATIVO

per singolo range di  
tirante:

- 0,00 – 0,50m
- 0,50-2,50m
- 2,50-10,00m

.....ripetuto in seguito per le altre tipologie edilizie ("B", "C", "D")

## LE FASI DELLO STUDIO

### 9) Computo metrico estimativo oneri di ripristino

Stima del danno atteso = Calcolo dei costi/oneri di ripristino

Tipologia (A)

$0,00 \text{ m} \leq \text{Tirante} \leq 0,50 \text{ m}$



Costo ripristino 1

$0,50 \text{ m} \leq \text{Tirante} \leq 2,50 \text{ m}$



Costo ripristino 2

$2,50 \text{ m} \leq \text{Tirante} \leq 10 \text{ m}$



Costo ripristino 3

.....ripetuto in seguito per le altre tipologie edilizie ("B", "C", "D")



# LE FASI DELLO STUDIO

## 10) Scelta del parametro tecnico di confronto

Parametro tecnico



Superficie coperta edificio

Suddividendo il costo di ripristino totale per la superficie coperta del modello edilizio

Tipologia (A)

Costo ripristino 1



Costo ripristino unitario 1 (€/m<sup>2</sup>)  
0,00 m ≤ Tirante ≤ 0,50 m

Costo ripristino 2



Costo ripristino unitario 2 (€/m<sup>2</sup>)  
0,50 m ≤ Tirante ≤ 2,50 m

Costo ripristino 3



Costo ripristino unitario 3 (€/m<sup>2</sup>)  
2,50 m ≤ Tirante ≤ 10 m

.....ripetuto in seguito per le altre tipologie edilizie ("B", "C", "D")

# LE FASI DELLO STUDIO

## 11) Applicazione ai singoli immobili e quantificazione del danno complessivo

Tr = 30 / HQ = 30

NR.	P.ED. (P.F.) / Bp. (Gp.)	TIPOLOGIA EDILIZIA / BAUTYPOLOGIE	SUPERFICIE LORDA EDIFICIO/BRUTT OGESCHOSSFL ÄCHEN	TITRANTI IDRAULICI MASSIMI / MAX. ABFLUSSTIEFE N (m)	€/MQ	DANNO / SCHADEN (€)
1	777	B	3174,12	-	0	€ 0,00
2	1669	B	374,78	-	0	€ 0,00
3	803	A	188,60	-	0	€ 0,00
4	1685	A	141,97	-	0	€ 0,00
5	319/1	A	80,01	-	0	€ 0,00
6	319/2	A	177,19	-	0	€ 0,00
7	804	A	59,40	-	0	€ 0,00
8	990	A	208,20	-	0	€ 0,00
9	324/1	C	6488,47	-	0	€ 0,00
10	422/2	A	140,27	-	0	€ 0,00
11	1580	A	203,89	-	0	€ 0,00
12	1045	A	301,95	-	0	€ 0,00
13	1671	B	923,16	0,50	257,47	€ 237.686,01

Tr = 100 / HQ = 100

NR.	P.ED. (P.F.) - Bp. (Gp.)	SUPERFICIE LORDA EDIFICIO/BRUTT OGESCHOSSFL ÄCHEN	TIPOLOGIA EDILIZIA / BAUTYPOLOGIE	TITRANTI IDRICI MASSIMI MAX. ABFLUSSTIEFE N (m)	€/MQ	DANNO - SCHDEN (€)
1	777	3174,12	B	0,50	257,47	€ 817.240,68
2	1669	374,78	B	2,50	360,22	€ 135.003,25
3	803	188,60	A	-	0	€ 0,00
4	1685	141,97	A	2,50	450,36	€ 63.937,61
5	319/1	80,01	A	0,50	280,71	€ 22.459,61
6	319/2	177,19	A	0,50	280,71	€ 49.739,00
7	804	59,40	A	0,50	280,71	€ 16.674,17
8	990	208,20	A	0,50	280,71	€ 58.443,82
9	324/1	6488,47	C	2,50	240,24	€ 1.558.790,03
10	422/2	140,27	A	0,50	280,71	€ 39.375,19
11	1580	203,89	A	0,50	280,71	€ 57.233,96
12	1045	301,95	A	0,50	280,71	€ 84.760,38
13	1671	923,16	B	2,50	360,22	€ 332.540,70

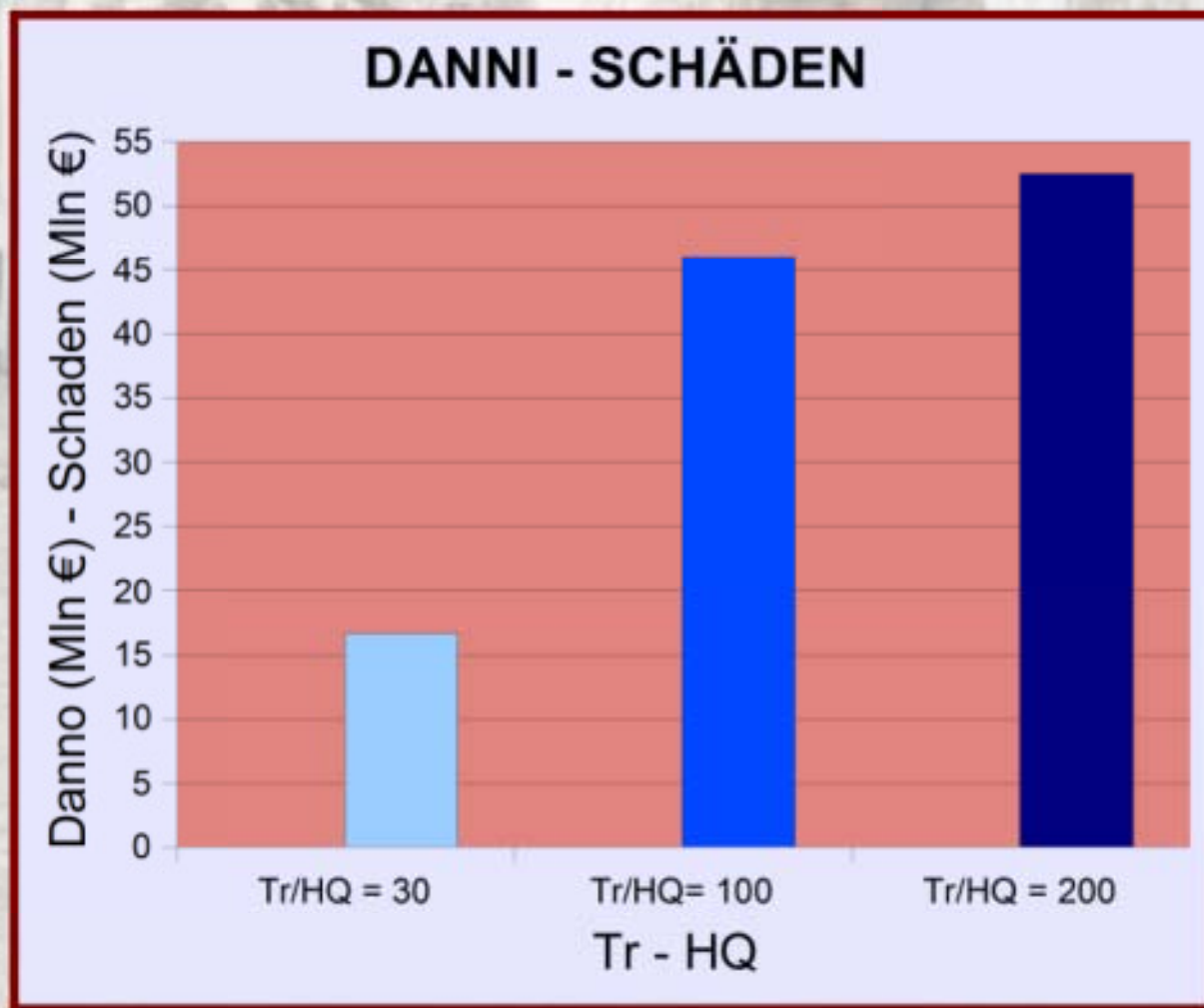
Tr = 200 / HQ = 200

NR.	P.ED. (P.F.) / Bp. (Gp.)	SUPERFICIE LORDA EDIFICIO/BRUTT OGESCHOSSFL ÄCHEN	TIPOLOGIA EDILIZIA / BAUTYPOLOGIE	TITRANTI IDRAULICI MASSIMI / MAX. ABFLUSSTIEFE N (m)	€/MQ	DANNO / SCHADEN (€)
1	777	3174,12	B	0,50	257,47	€ 817.240,68
2	1669	374,78	B	2,50	360,22	€ 135.003,25
3	803	188,60	A	0,50	280,71	€ 52.941,91
4	1685	141,97	A	2,50	450,36	€ 63.937,61
5	319/1	80,01	A	0,50	280,71	€ 22.459,61
6	319/2	177,19	A	2,50	450,36	€ 79.799,29
7	804	59,40	A	0,50	280,71	€ 16.674,17
8	990	208,20	A	2,50	450,36	€ 93.784,95
9	324/1	6488,47	C	2,50	240,24	€ 1.558.790,03
10	422/2	140,27	A	2,50	450,36	€ 63.172,00
11	1580	203,89	A	2,50	450,36	€ 91.823,90
12	1045	301,95	A	2,50	450,36	€ 135.986,20
13	1671	923,16	B	2,50	360,22	€ 332.540,70



# LE FASI DELLO STUDIO

## 12) Risultanze



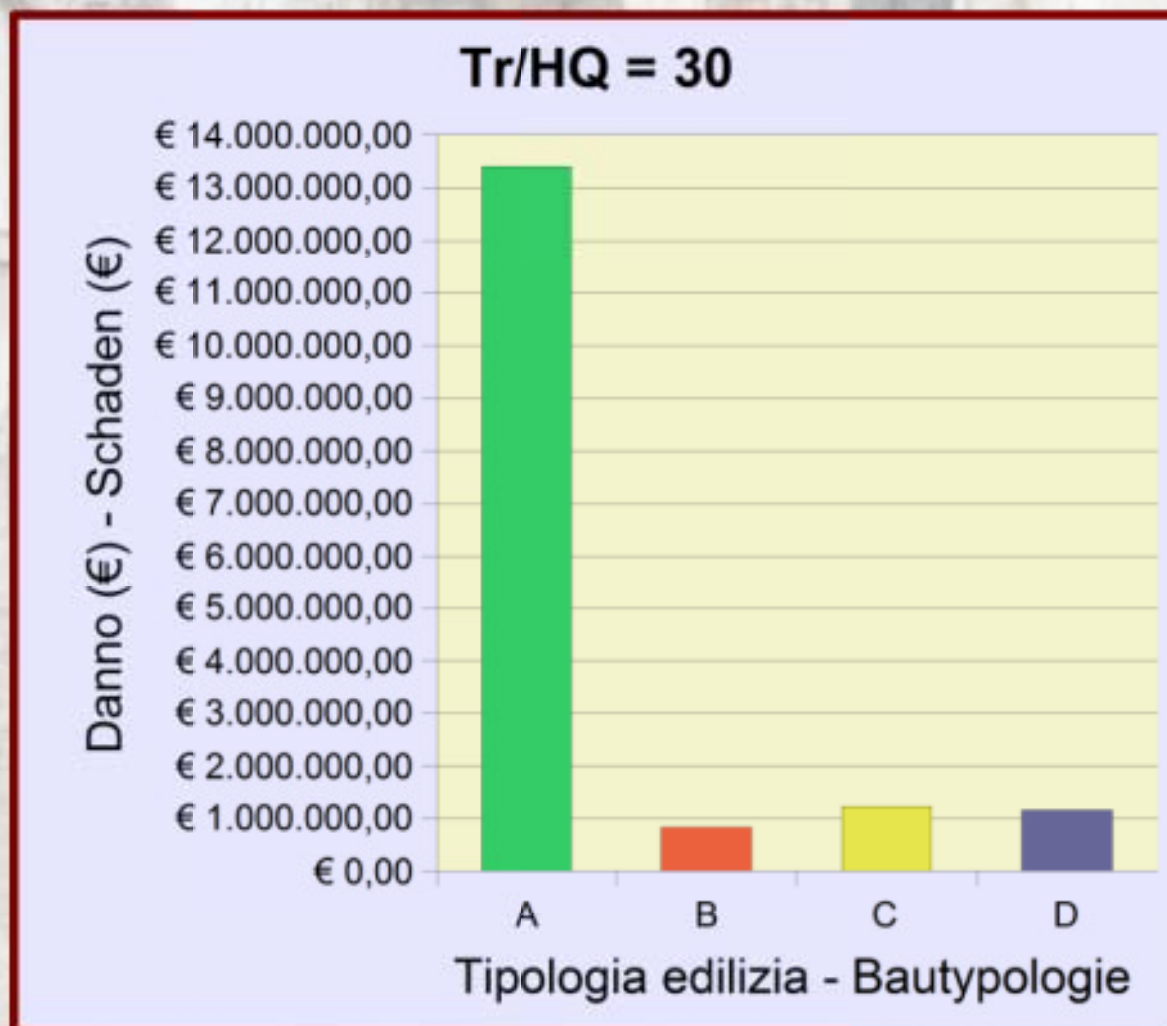
Tr 30 : € 16.620.000,00

Tr 100 : € 46.015.000,00

Tr 200 : € 52.535.000,00

# LE FASI DELLO STUDIO

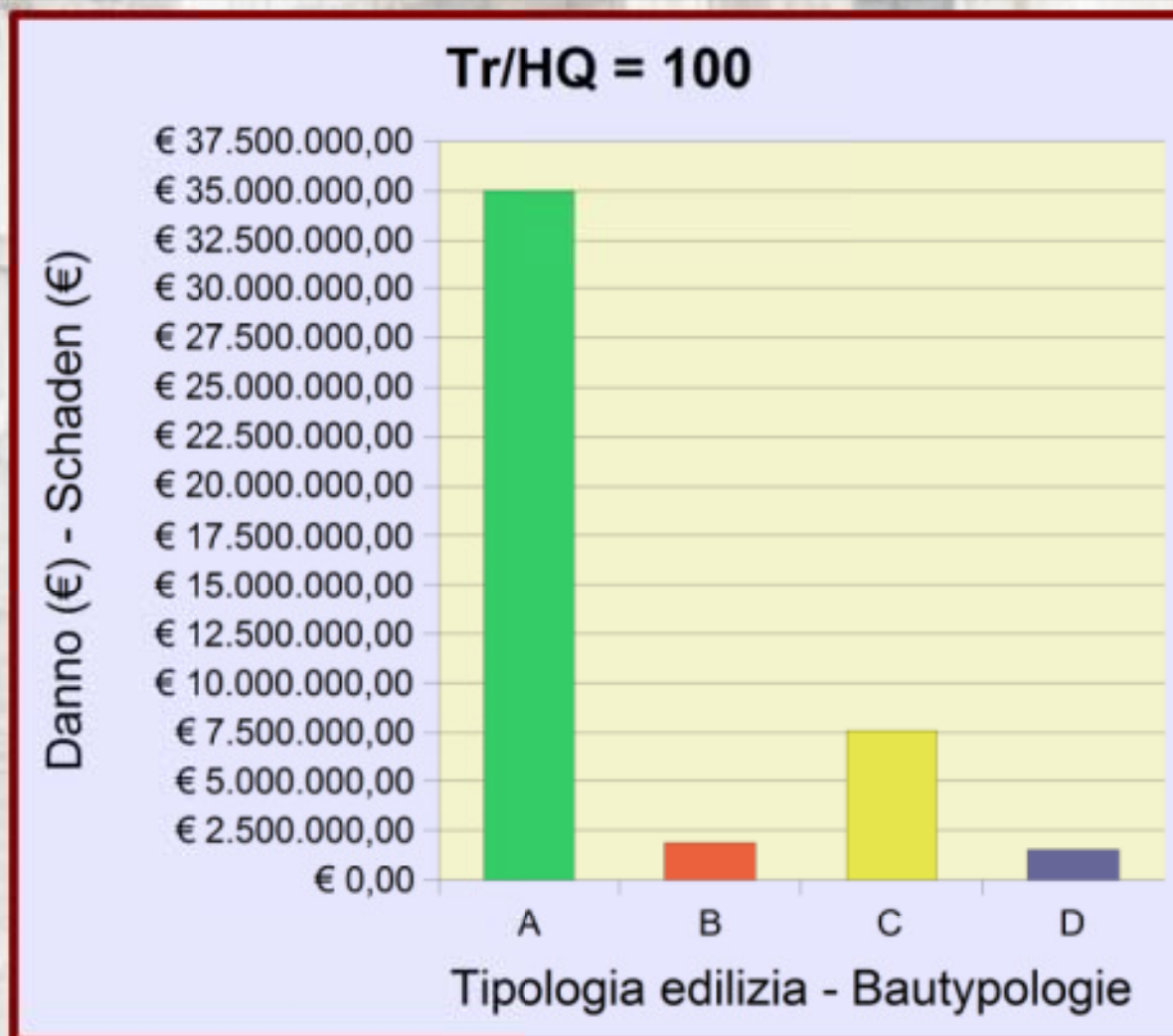
## 12) Risultanze





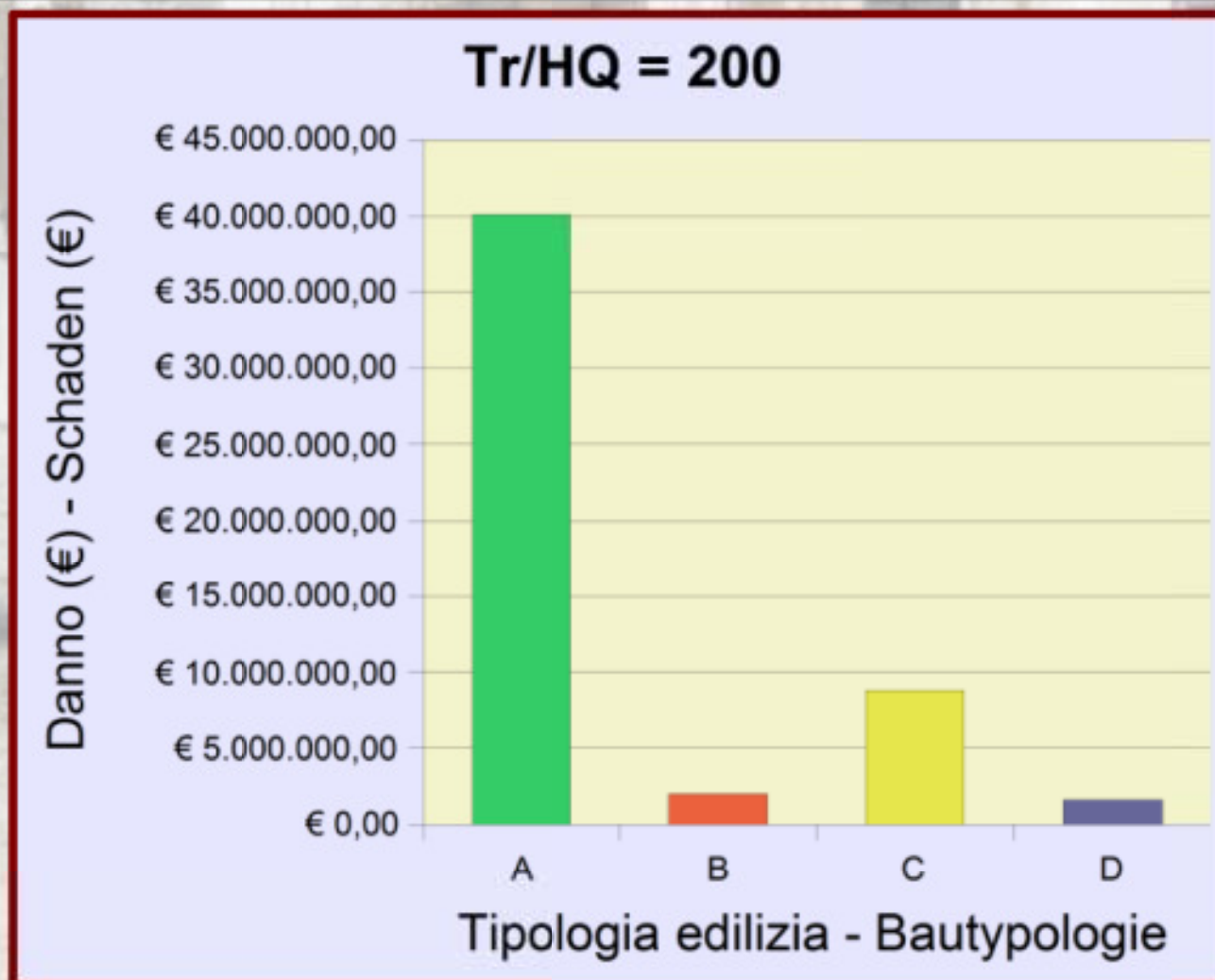
# LE FASI DELLO STUDIO

## 12) Risultanze



# LE FASI DELLO STUDIO

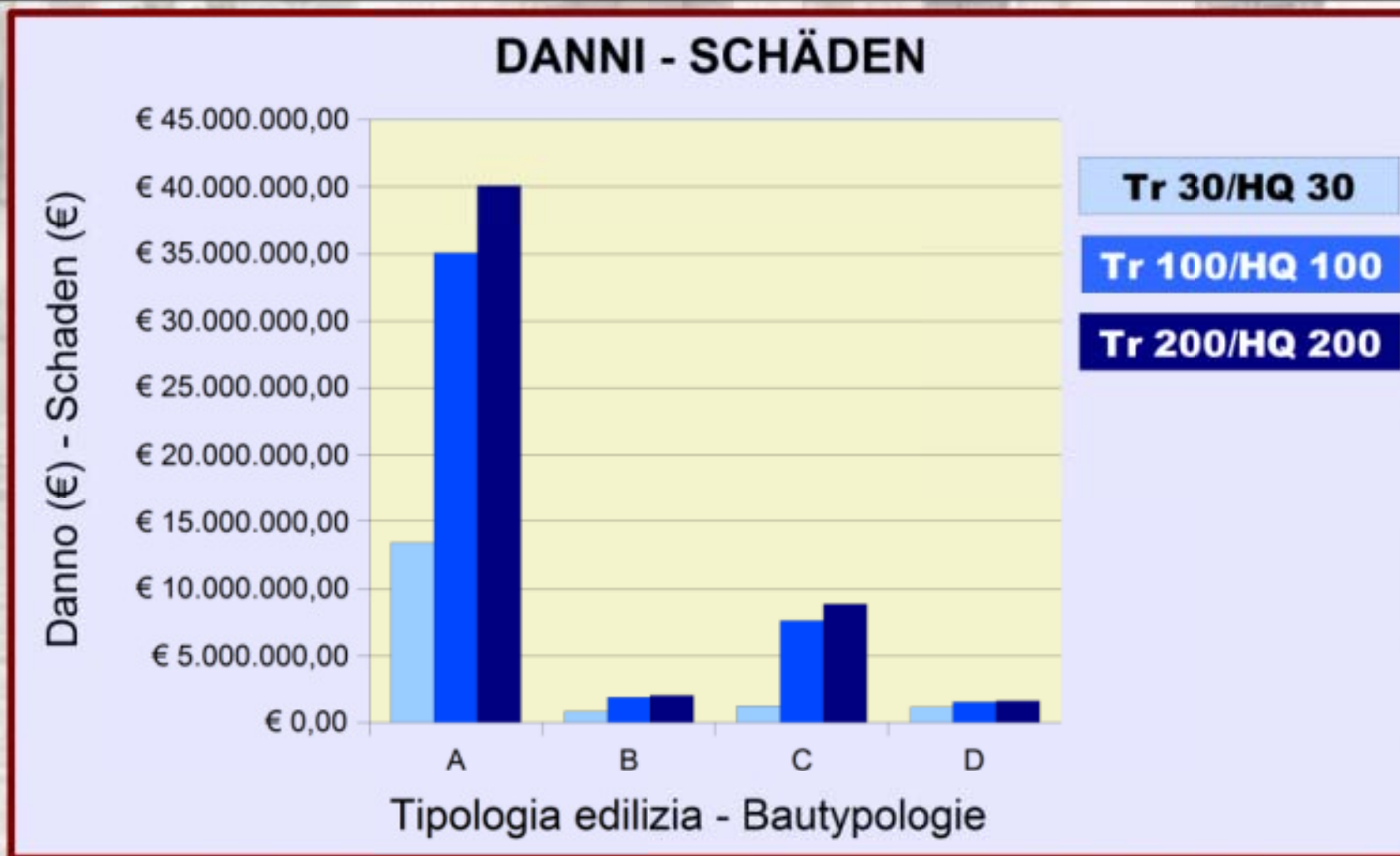
## 12) Risultanze





# LE FASI DELLO STUDIO

## 12) Risultanze



## SCOPO DELLO STUDIO (i)

*Sviluppo metodologia di analisi e di valutazione del danno economico che si viene a determinare in caso di evento alluvionale*

### Tipologia di danni considerati:

- **danni di tipo diretto** al patrimonio edilizio: edifici e prodotti edilizi con con differente destinazione d'uso
- **danni di tipo accessorio ed indiretto**



# LE FASI DELLO STUDIO

## Ipotesi alla base della stima

- l'analisi dei danni eseguita, considera un **evento alluvionale improvviso** → **condizione più sfavorevole** in termini di danni materiali e quindi di perdita economica
- **principio dell'ordinarietà**: gli importi relativi ai danni indiretti derivano da un computo metrico estimativo riferito a prezzi di mercato correnti e considerando condizioni ordinarie
- **i danni quantificati sono da considerarsi in termini totali**, non in termini puntuali per singolo immobile (particella)

# LE FASI DELLO STUDIO

## Individuazione tipologie di danno accessorio ed indiretto

### A titolo esemplificativo

#### TIPOLOGIA (A) RESIDENZIALE

##### **soggiorno:**

- divano, poltrona
- tavolo, panca, sedie
- mobile tv/libreria/credenza
- illuminazione
- quadri, tappeti, argenteria, porcellana, ecc.
- televisore/impianti stereo
- tendaggi

##### **cucina:**

- blocco cucina completo di mobili ed elettrodomestici di tipologia standard (famiglia media composta da 4 componenti)
- elettrodomestici vari
- tavolo, 4 sedie
- suppellettili vari
- illuminazione
- ecc.....



# LE FASI DELLO STUDIO

## Individuazione tipologie di danno accessorio ed indiretto

### A titolo esemplificativo

### TIPOLOGIA (A) RESIDENZIALE

.....*omissis*.....

#### **cantina/ripostiglio:**

- scaffali
- scorti di vivande
- utensili da lavoro/bricolage
- attrezzature sportive/tempo libero
- giardinaggio

#### **box garage**

- macchina utilitaria
- macchina familiare

#### **ulteriori danni:**

- soggiorno forzato per inagibilità residenza
- mancati stipendi

## LE FASI DELLO STUDIO

### Individuazione tipologie di danno accessorio ed indiretto

#### A titolo esemplificativo

#### TIPOLOGIA (C) COMPLESSI INDUSTRIALI/ARTIGIANALI – TERZIARI - COMMERCIALI

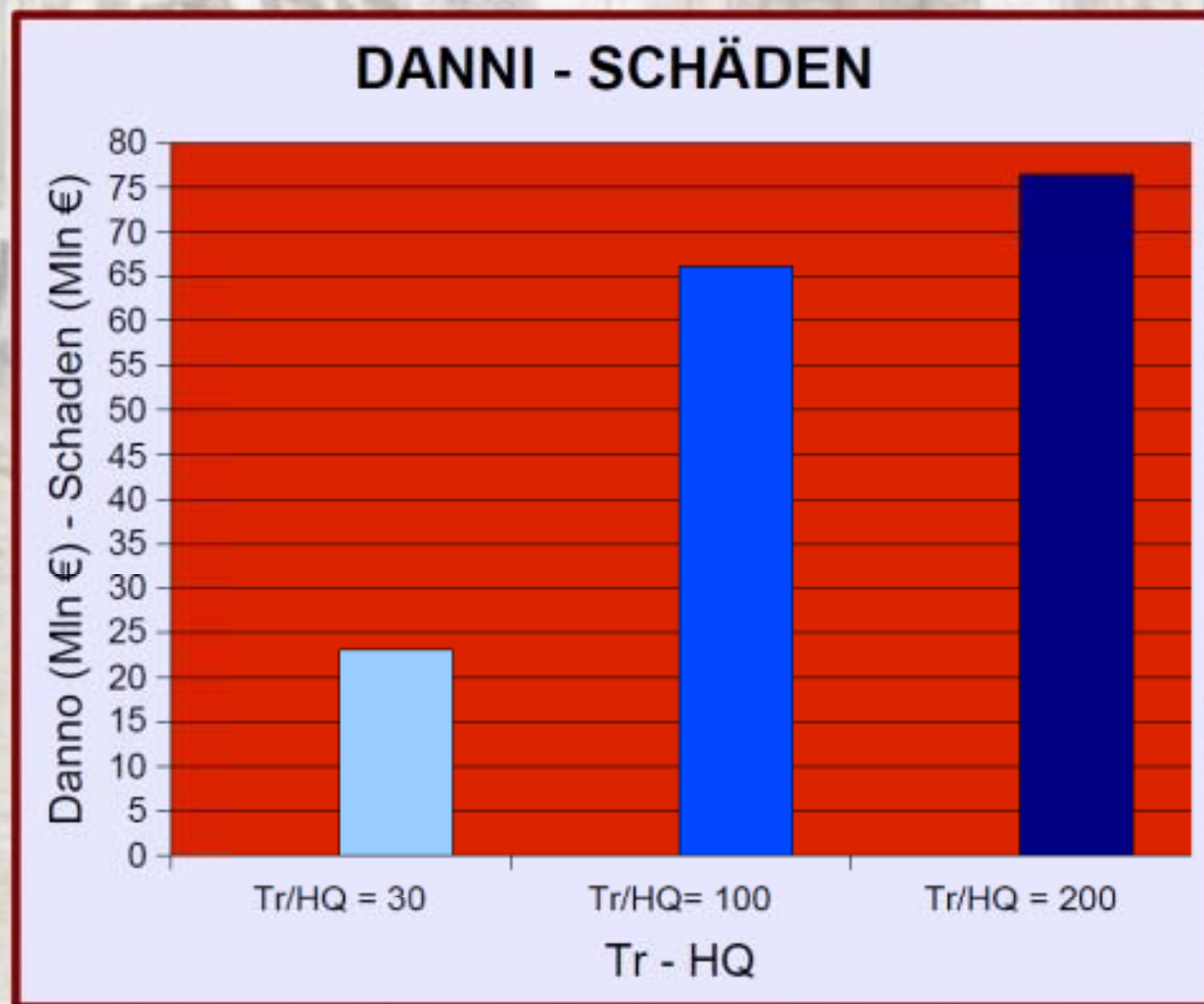
- inventario/magazzino (\*)
- automobili/furgoni aziendali
- macchine di movimentazione materiale (muletto)
- scaffali
- macchinari di confezionamento
- macchine ed attrezzature varie (idropulitrici, utensili, ecc.)
- arredo/attrezzature/macchinari uffici

(\*) **L'inventario/magazzino, che costituisce la voce principale dei danni accessori/indiretti, è stata determinata sulla base di una media dei valori di magazzini riscontrati sul posto. Vista la varietà delle attività e la possibilità della variazione nel tempo delle stesse si è ritenuto opportuno eseguire una media dei valori inventariati.**



# LE FASI DELLO STUDIO

## Risultanze (danni accessori ed indiretti)



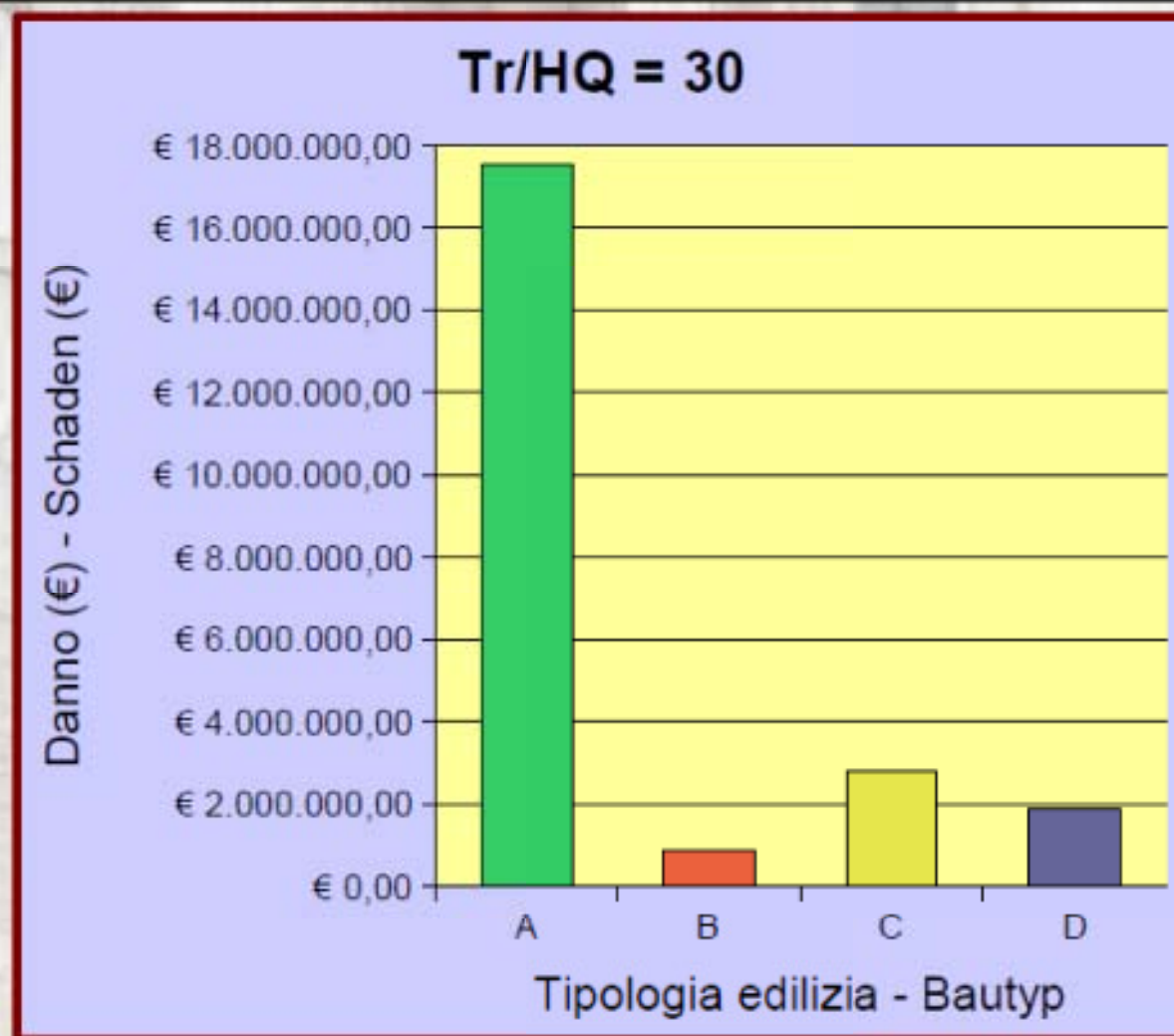
Tr 30 : € 23.100.805,72

Tr 100 : € 66.116.168,47

Tr 200 : € 76.420.243,04

# LE FASI DELLO STUDIO

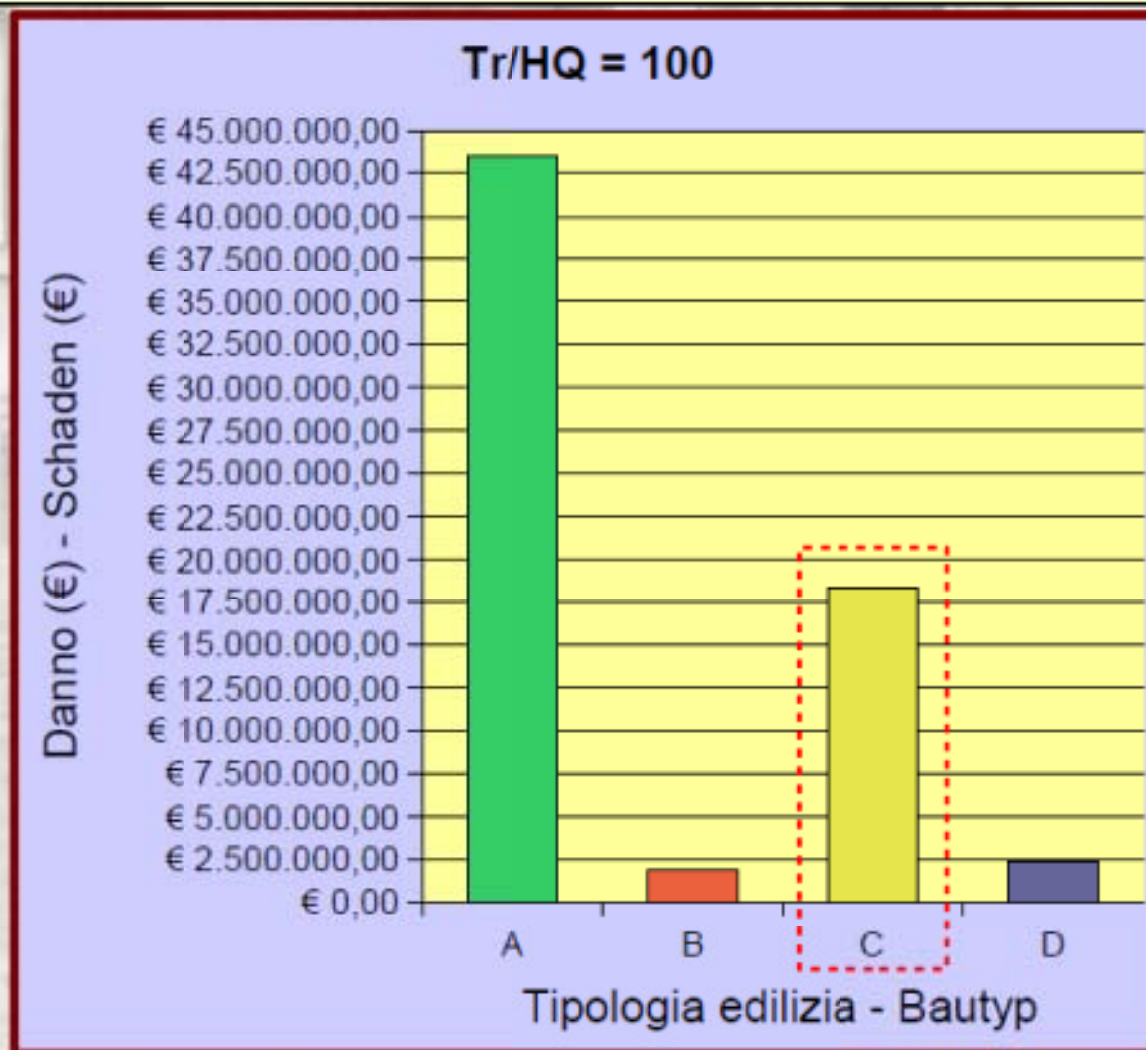
## Risultanze (danni accessori ed indiretti)





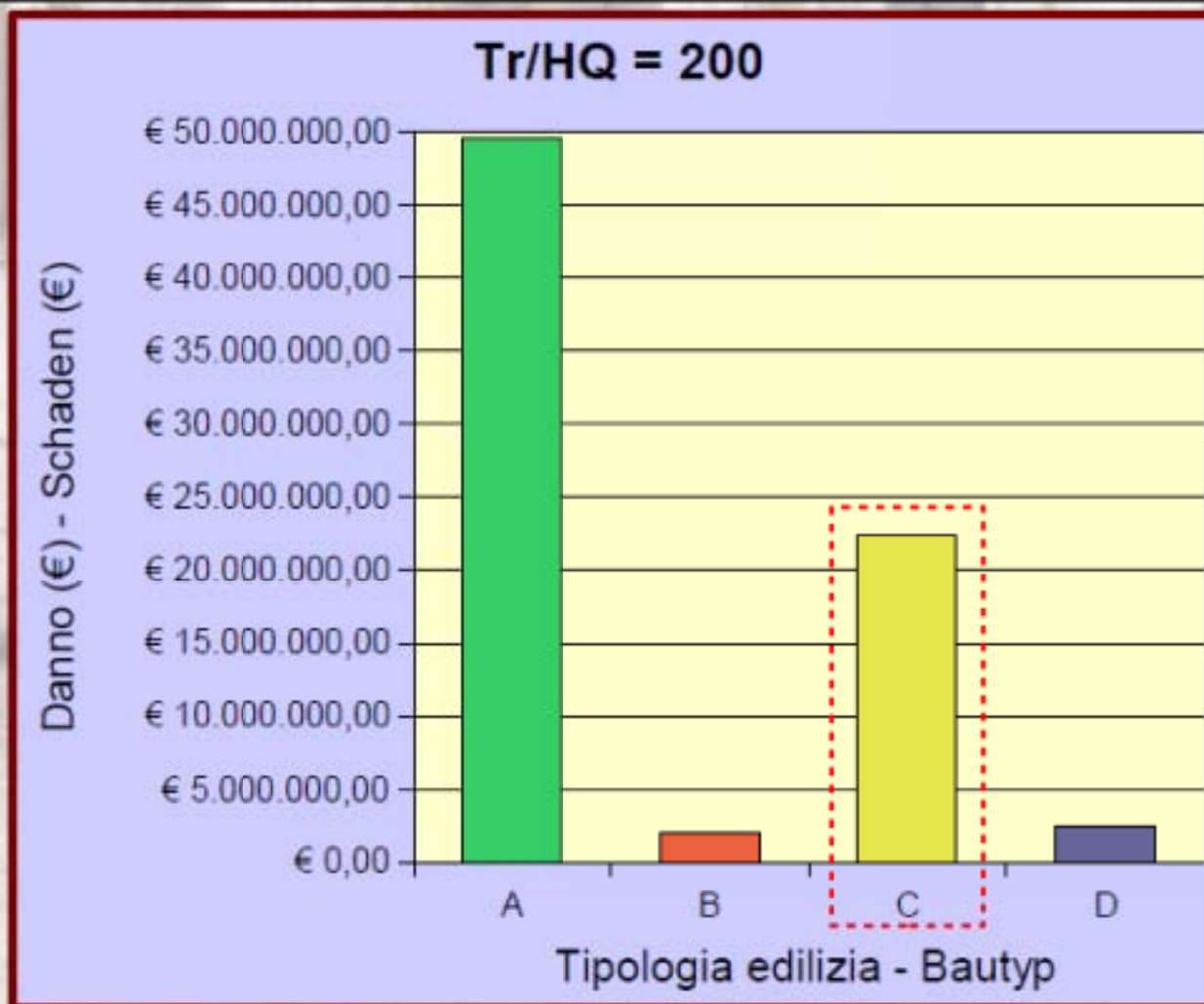
# LE FASI DELLO STUDIO

## Risultanze (danni accessori ed indiretti)



# LE FASI DELLO STUDIO

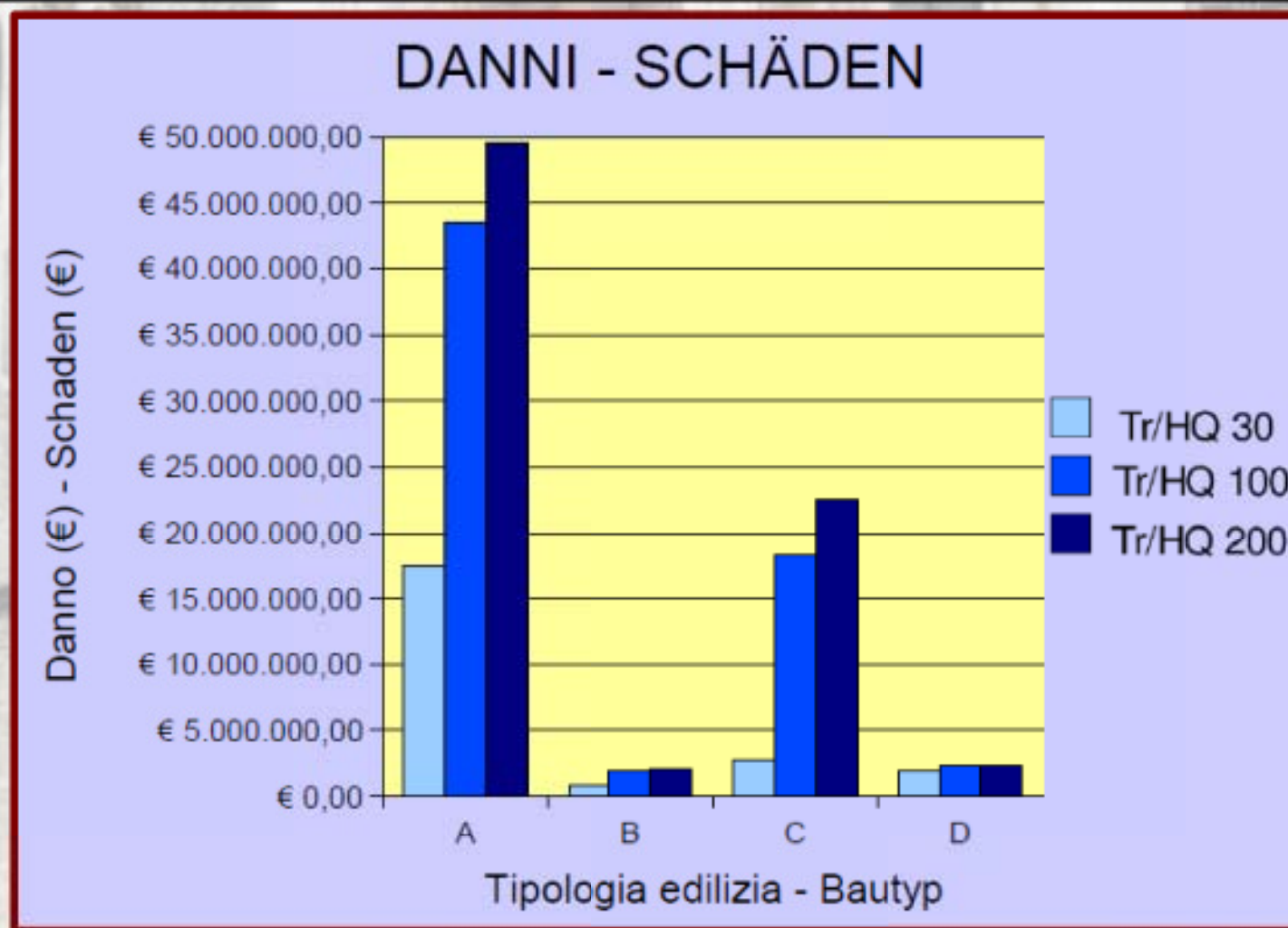
## Risultanze (danni accessori ed indiretti)





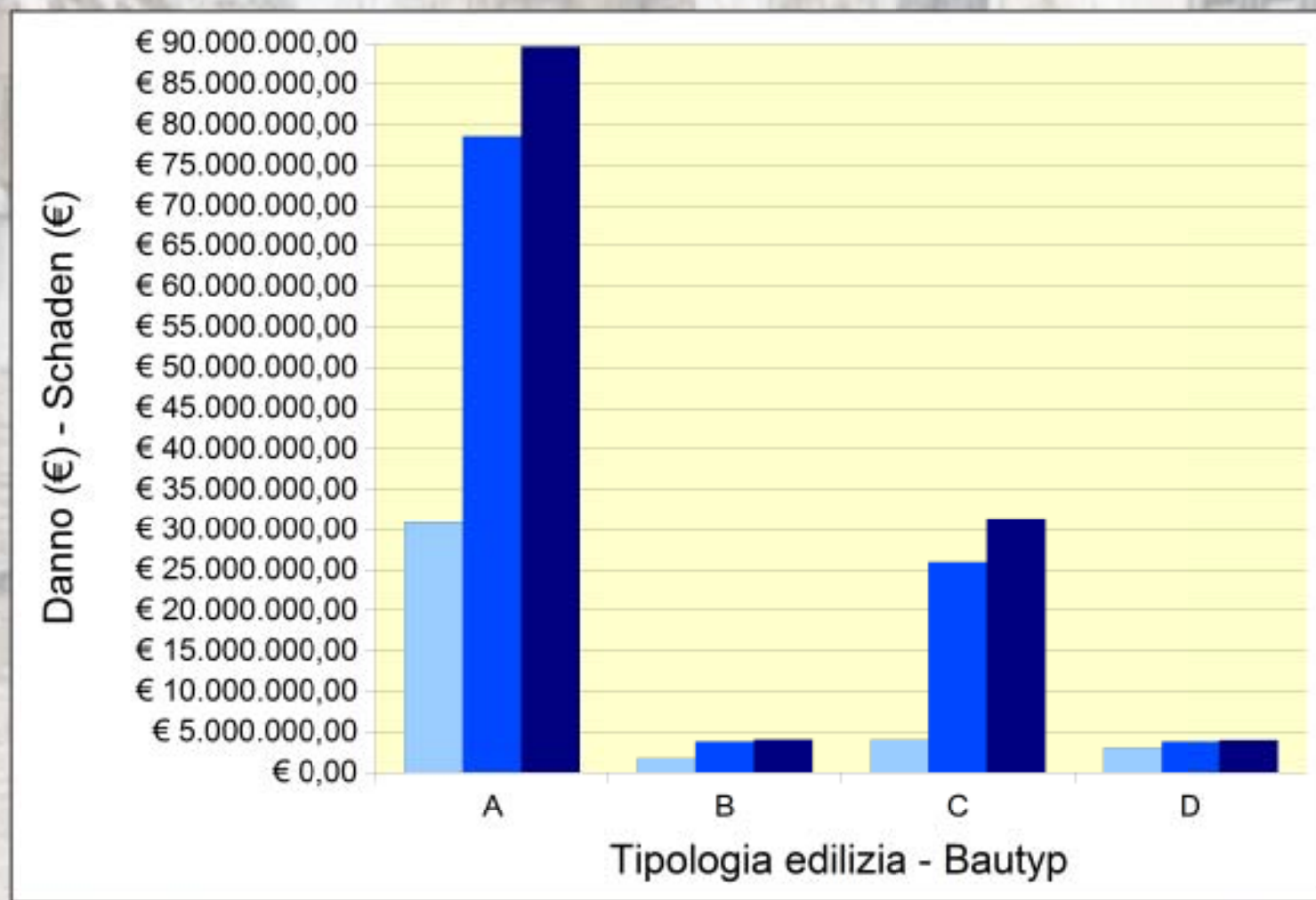
# LE FASI DELLO STUDIO

## Risultanze (danni accessori ed indiretti)



# LE FASI DELLO STUDIO

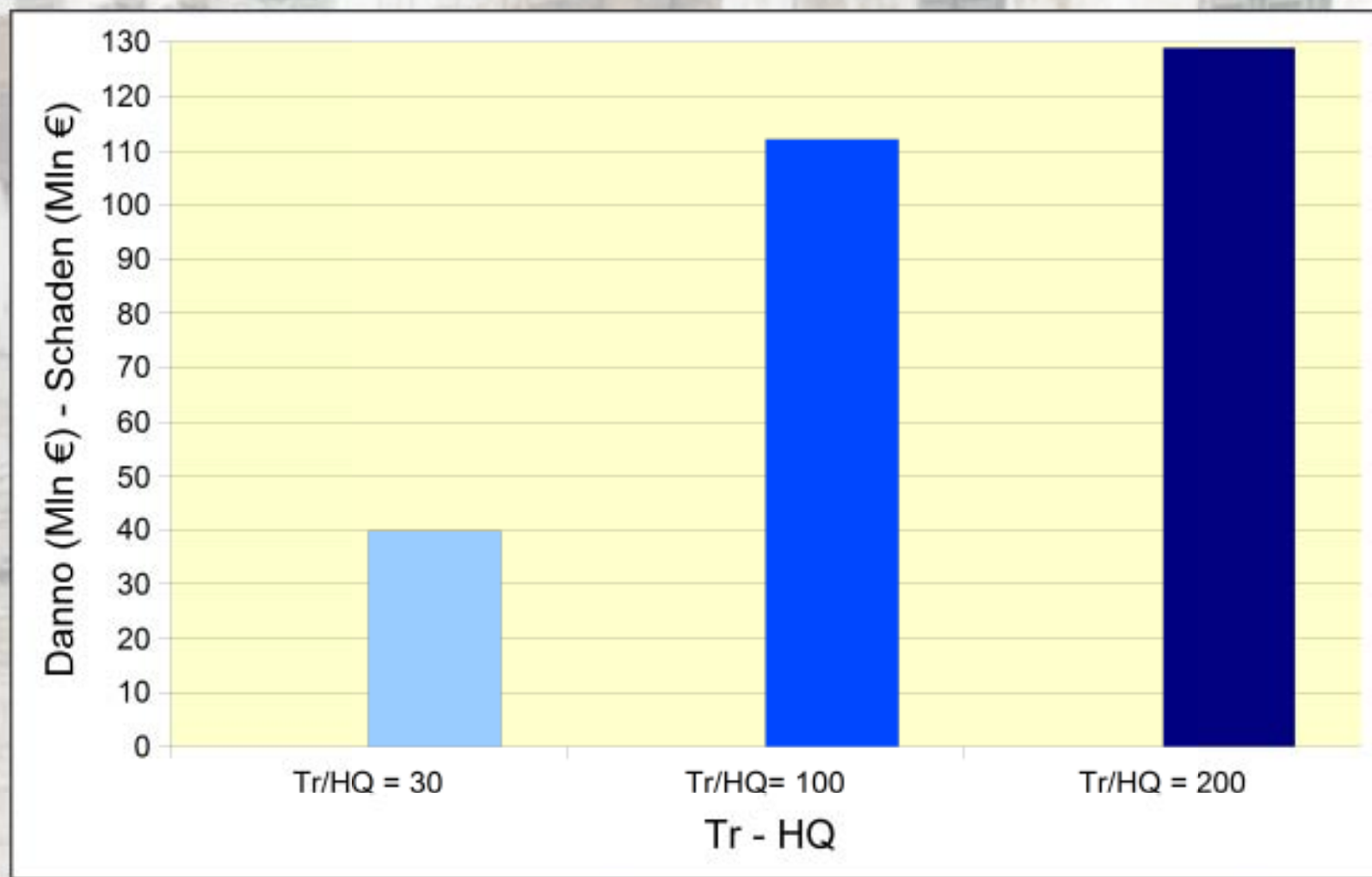
**Risultanze: danni diretti + danni accessori ed indiretti**





# LE FASI DELLO STUDIO

**Risultanze: danni diretti + danni accessori ed indiretti**



# LE FASI DELLO STUDIO

## Osservazioni - considerazioni

- I risultati ottenuti hanno in gran parte rispettato le attese
- L'importo maggiore riguarda i danni diretti ed accessori/indiretti al patrimonio edilizio appartenente alla tipologia "A" (residenziale)
- Si osservano inoltre importi elevati per quanto concerne i danni accessori/indiretti tipologia "C" (edifici industriali, artigianali, commerciali), a causa della moltitudine di attività commerciali con relativo magazzino merci (inventari)
- Differenza di importo dei danni fra l'evento con Tr 30 e quello con Tr 100 è molto più marcata rispetto al salto di costi che si è ottenuto fra l'evento con Tr 100 e quello con Tr 200: interpretabile, guardando anche solamente la restituzione grafica della modellazione idraulica. Si nota infatti che le aree coinvolte in un'inondazione con Tr=100 e Tr=200 non differiscono di molto, sia in termini di estensione, che in termini di tirante idrico + accorpamento dei tiranti
- Lo studio, attraverso una serie di aggiustamenti, tarature e parametrizzazioni, potrà essere impiegato quale riferimento metodologico per l'analisi di altri ambiti territoriali che presentano caratteristiche consimili



## ASPETTATIVE E SFIDE PER IL FUTURO

- ➔ **Apporto di migliorie al prototipo di metodologia sviluppata (confronti con altre metodologie, normative applicate in altri contesti internazionali, ecc)**
- ➔ **Automazione del calcolo (supporto GIS)**
- ➔ **Sviluppo metodologia per valutazioni danni alle infrastrutture**



**Molte grazie per l'attenzione**  
**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit**