



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



Ripartizione Opere Idrauliche
Provincia Autonoma di 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

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**

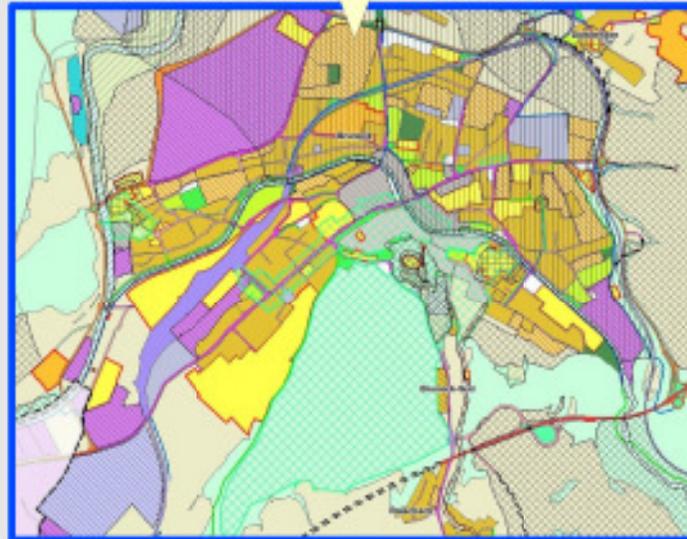
SCOPO DELLO STUDIO (ii)

**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



Salorno 1981

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

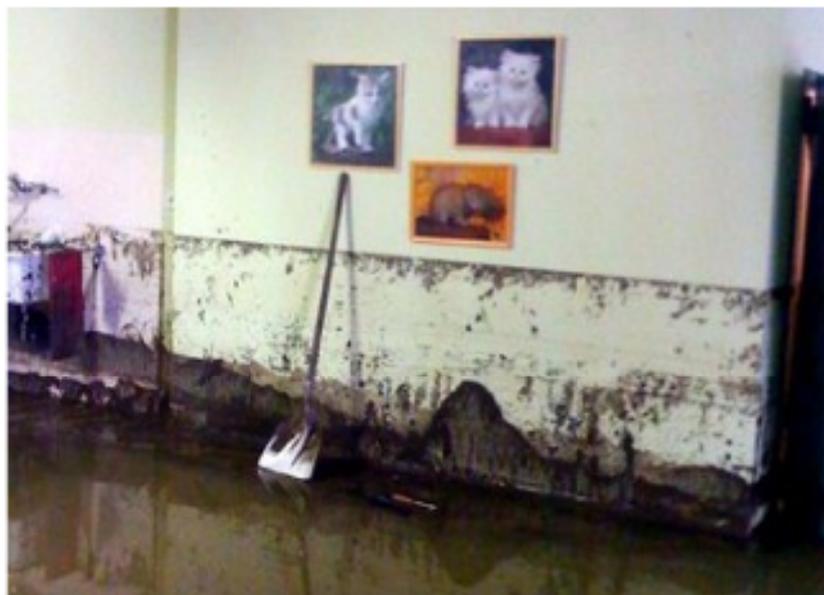
TIPOLOGIA DI DANNO AL PATRIMONIO EDILIZIO

Alcuni esempi forniti da eventi passati



TIPOLOGIA DI DANNO AL PATRIMONIO EDILIZIO

Alcuni esempi forniti da eventi passati

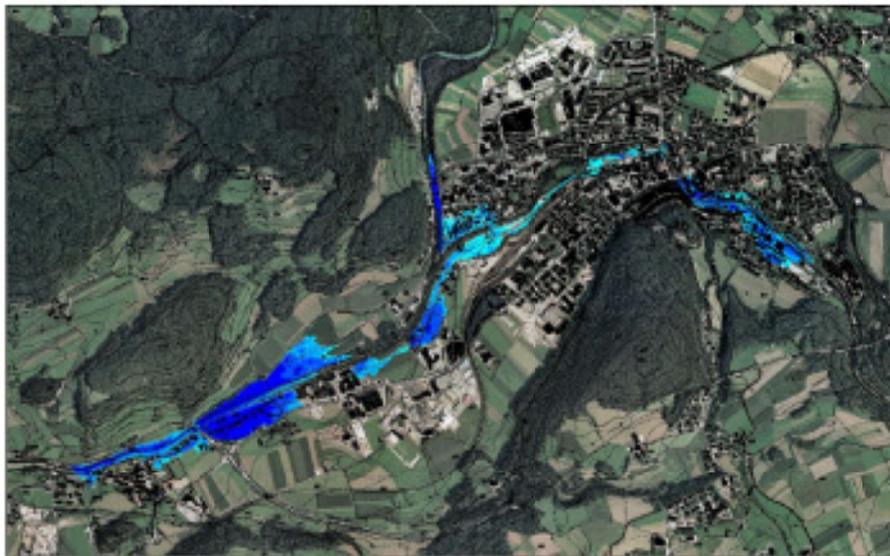


LE FASI DELLO STUDIO

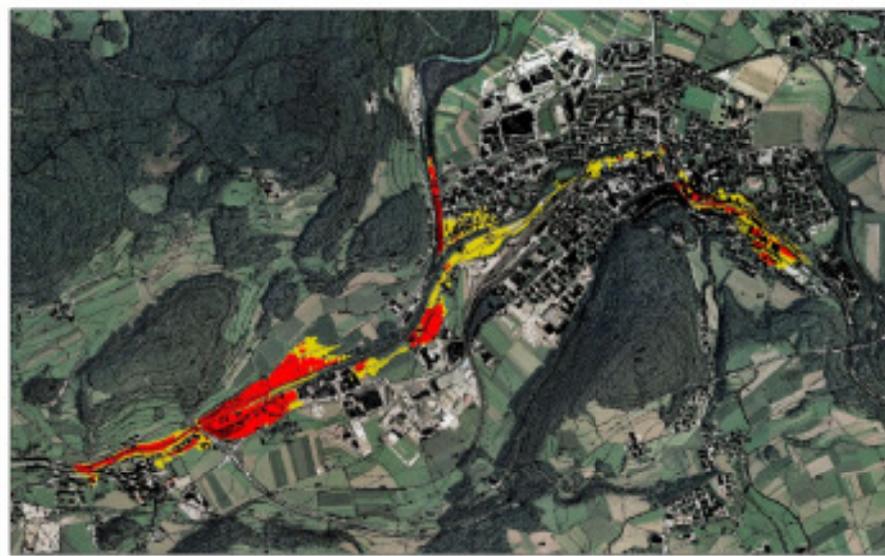
1) Analisi della documentazione

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

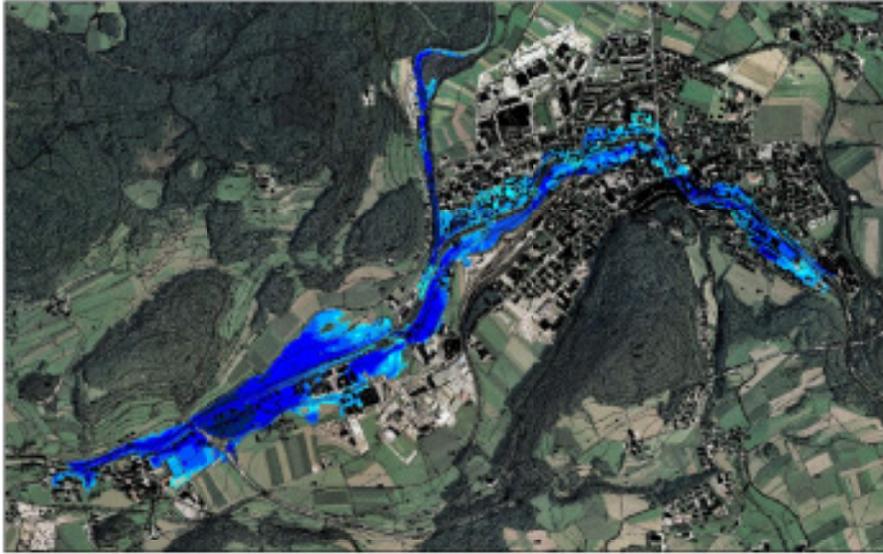
HQ 30 Abflusstiefen (Raster 5m x 5m)



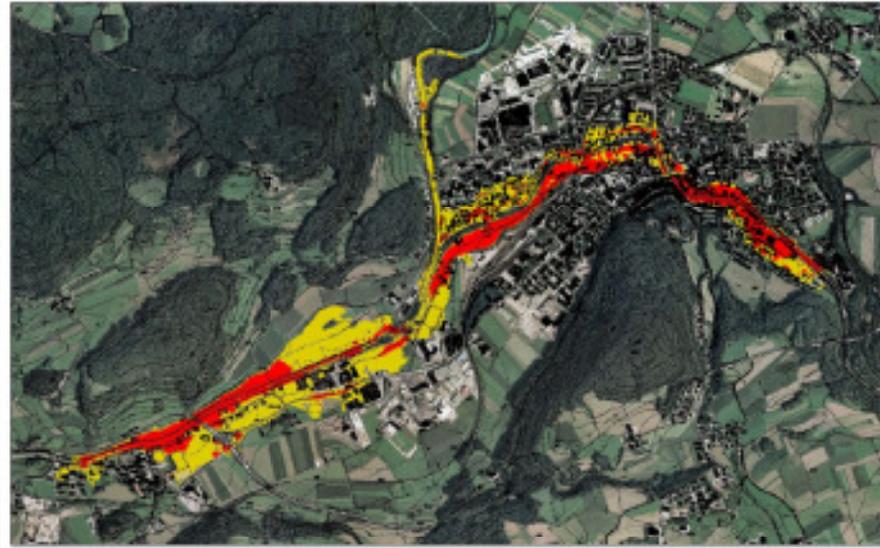
HQ 30 Abflussgeschwindigkeiten (Raster 5m x 5m)



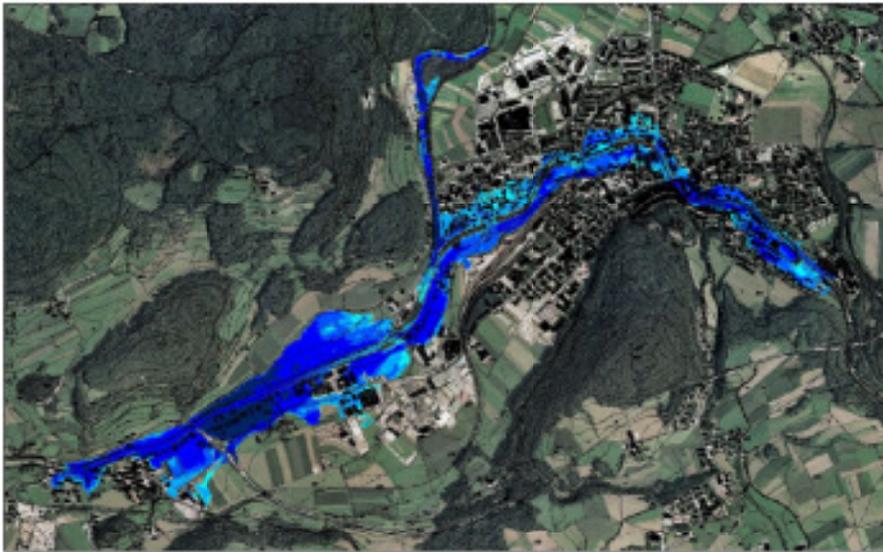
HQ 100 Abflusstiefen (Raster 5m x 5m)



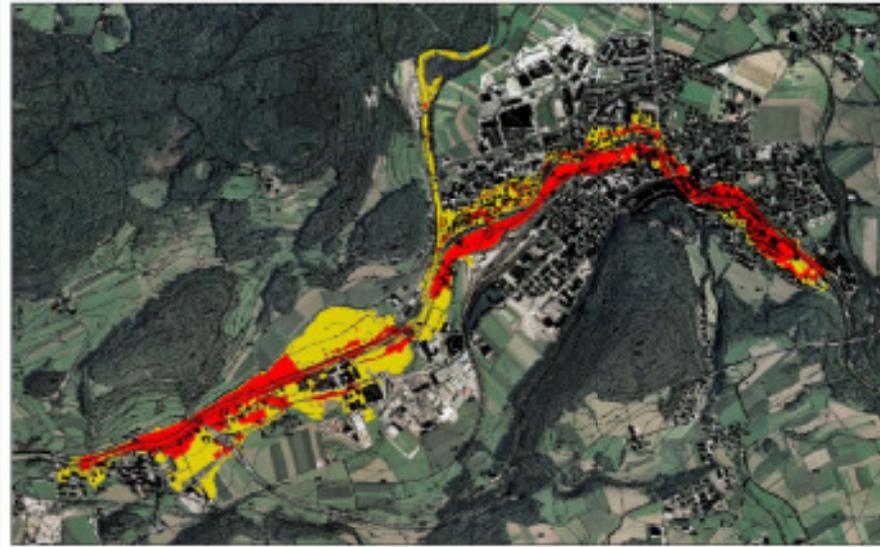
HQ 100 Abflussgeschwindigkeiten (Raster 5m x 5m)



HQ 200 Abflusstiefen (Raster 5m x 5m)

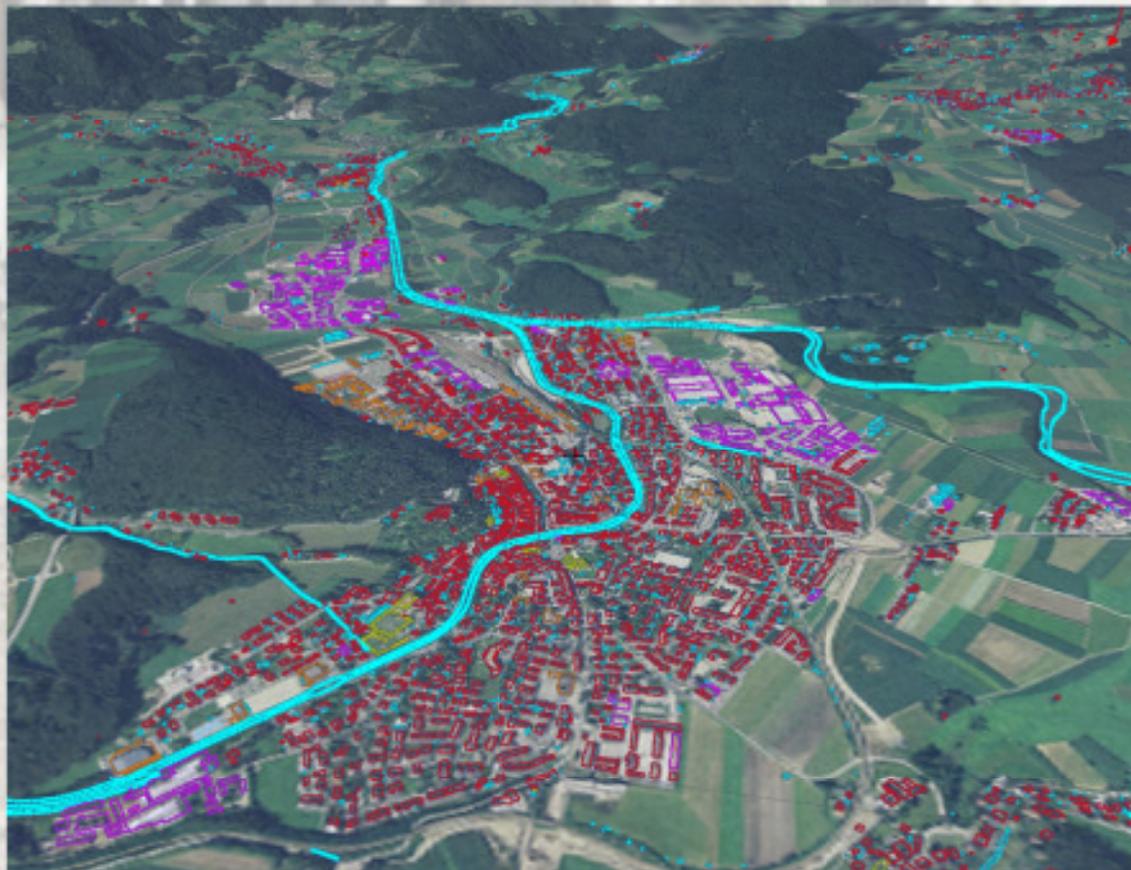


HQ 200 Abflussgeschwindigkeiten (Raster 5m x 5m)



LE FASI DELLO STUDIO

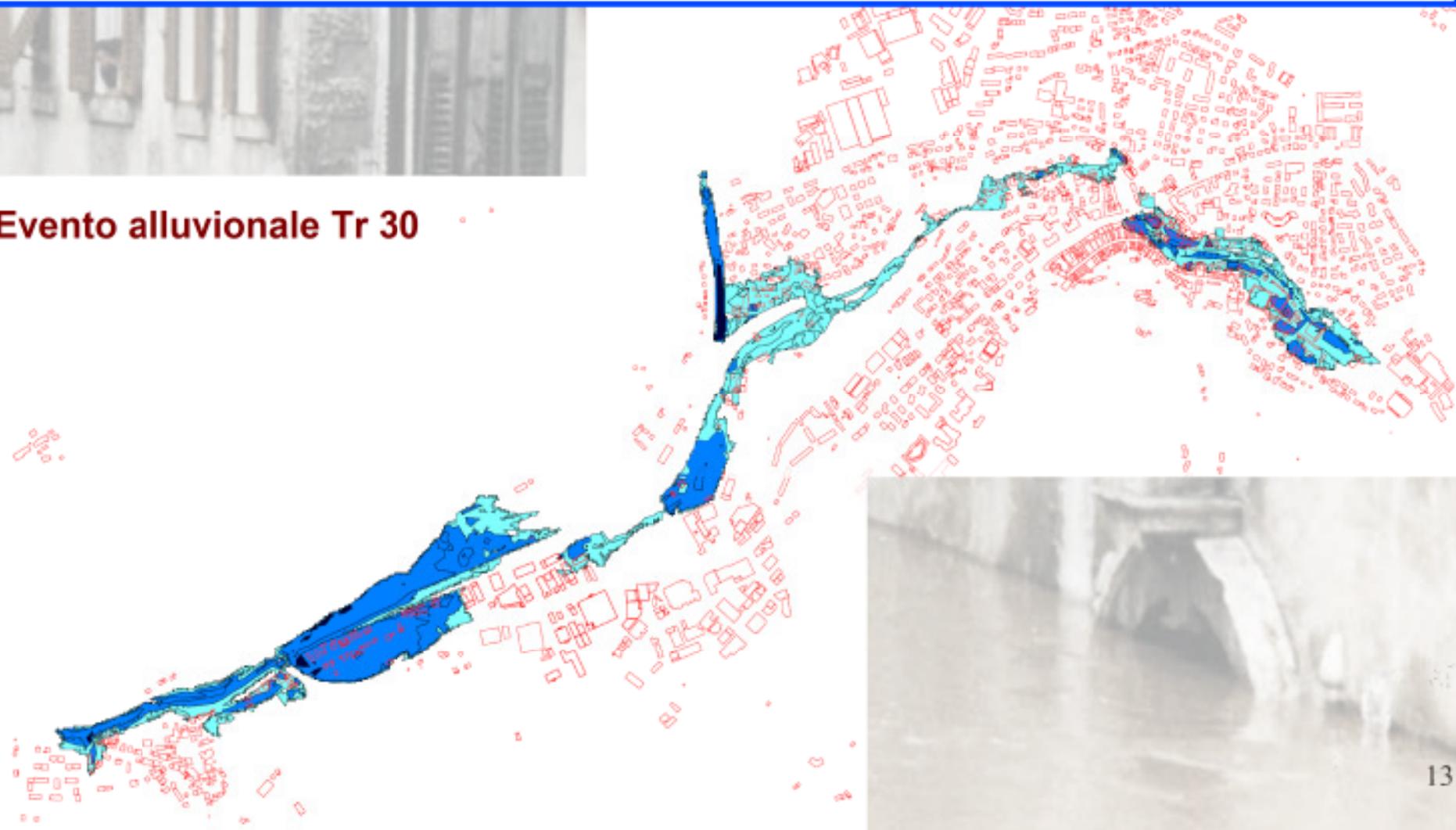
- cartografia GIS con rappresentazione degli attuali edifici presenti nella zona interessata



LE FASI DELLO STUDIO

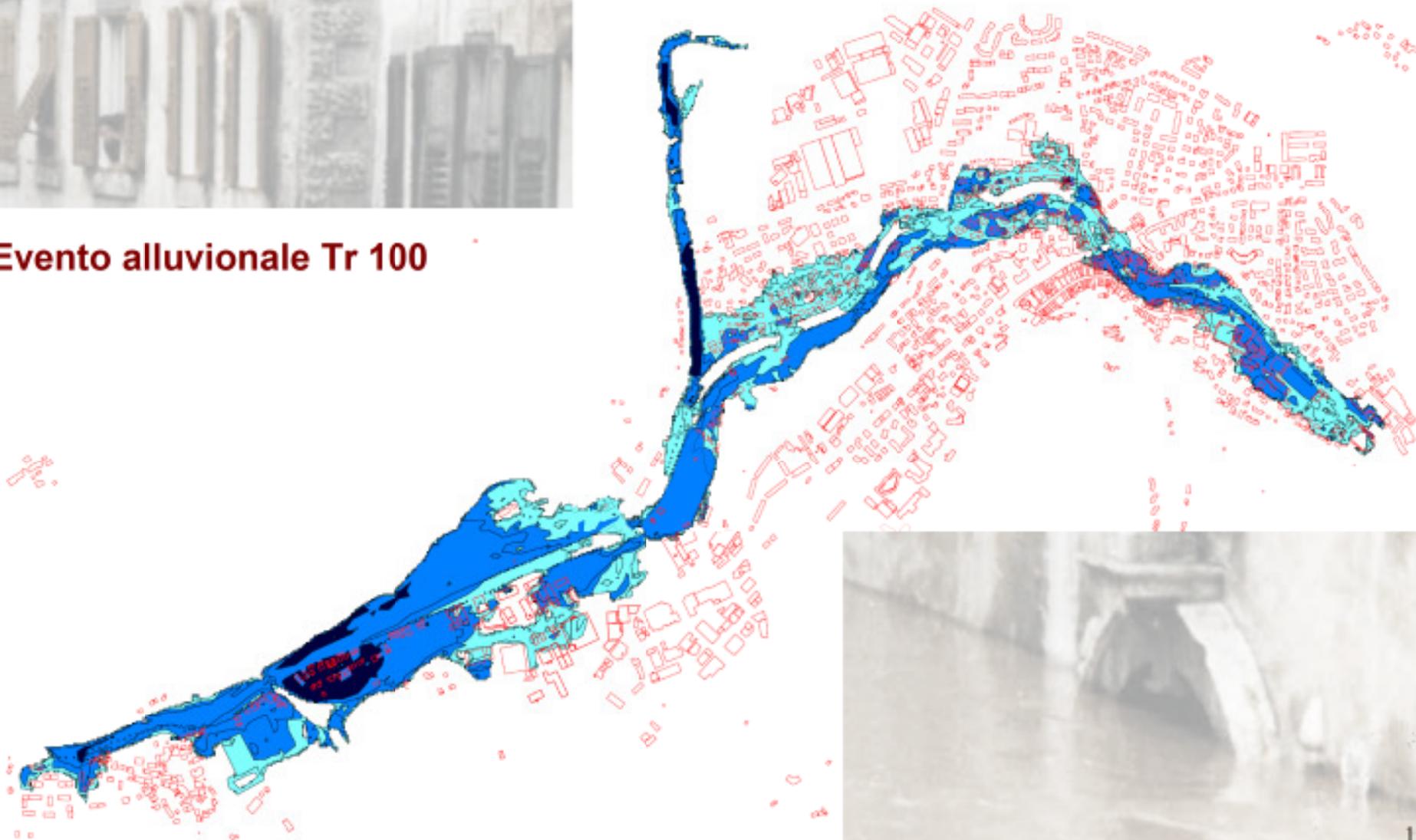
- cartografia GIS con rappresentazione degli attuali edifici presenti sulla zona interessata

Evento alluvionale Tr 30



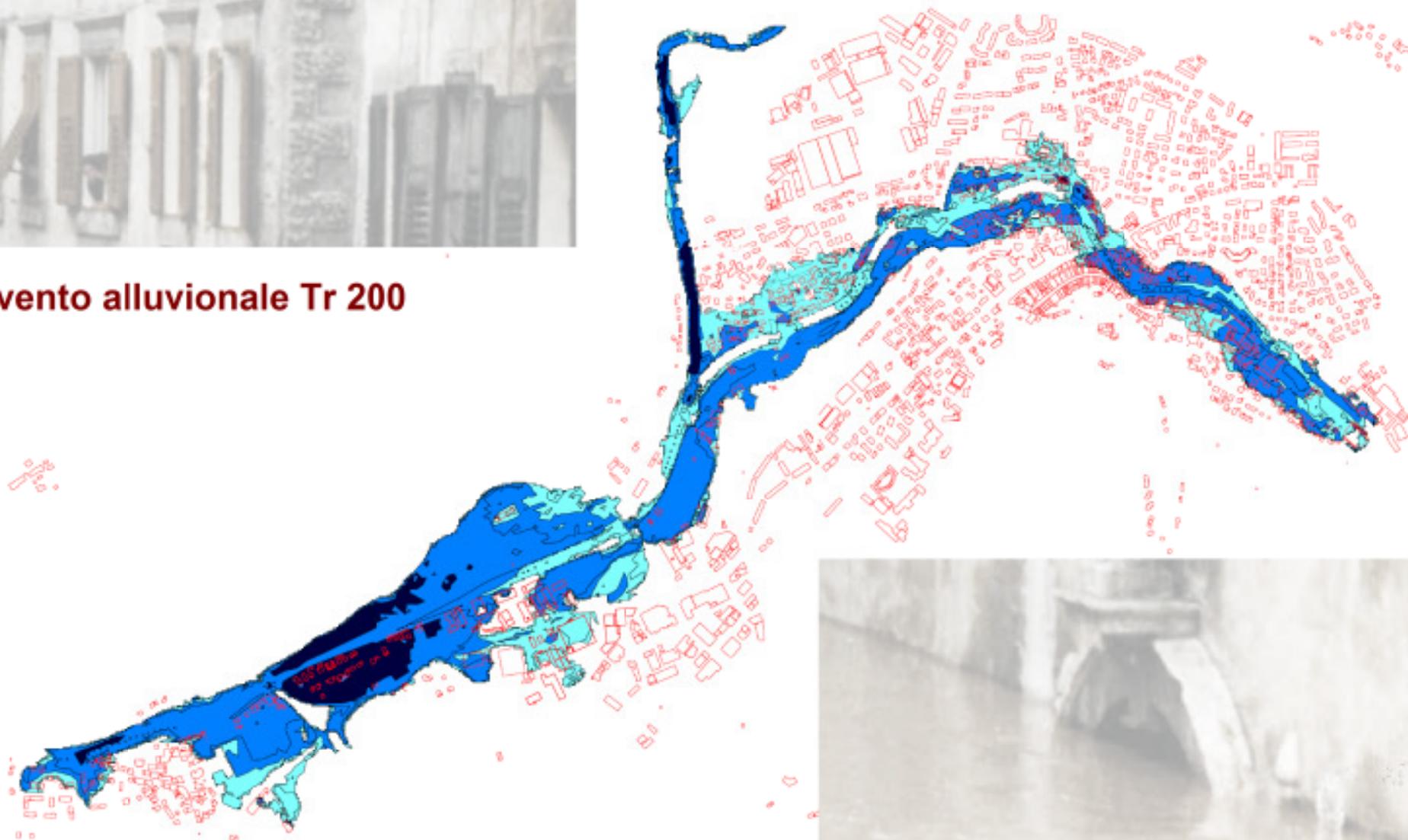
LE FASI DELLO STUDIO

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: m² 100 lordi
- piano interrato: m² 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

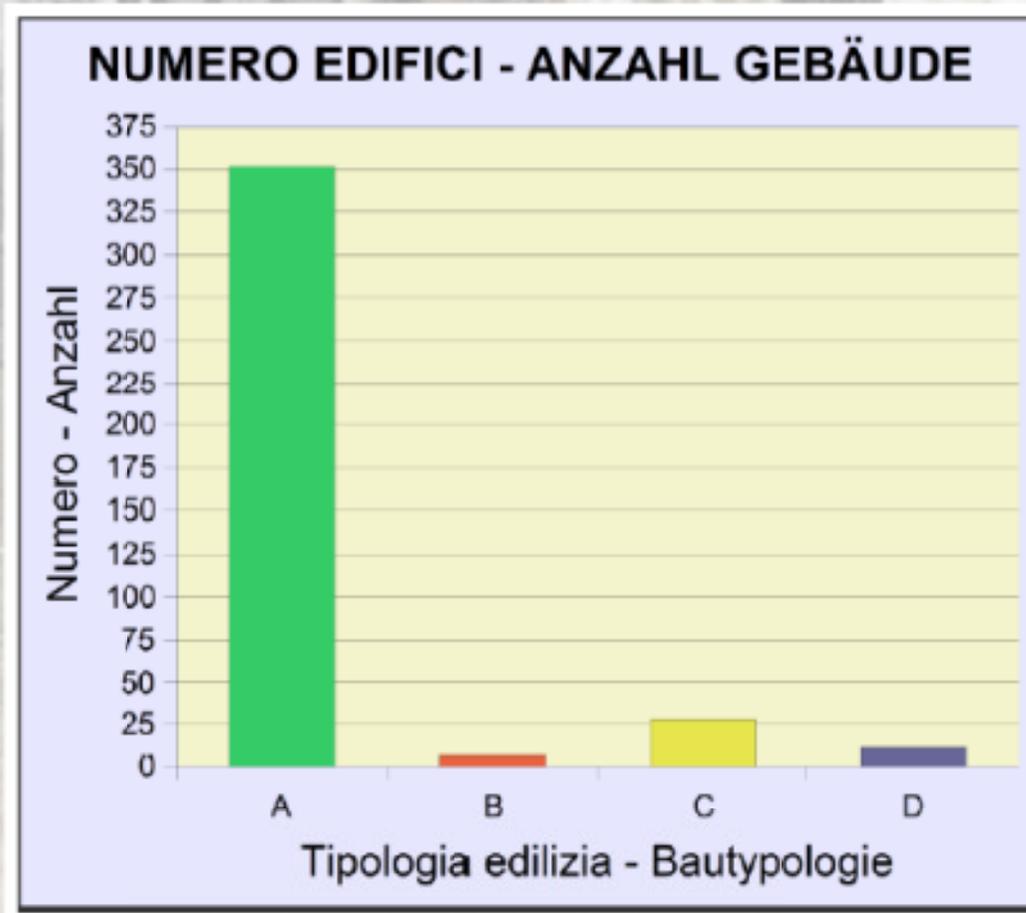


ELENCO PARTICELLE
EDIFICIALI, CON
ASSEGNAZIONE
TIPOLOGIA EDILIZIA
(A,B,C,D) E TIRANTE
IDRICO (Tr 30, 100,
200)

- 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**

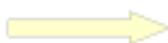
Tale operazione è stata chiaramente condotta per singola tipologia edilizia (A, B, C, D) e per i tre intervalli di tirante:

- 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 (€/m²)
0,00 m ≤ Tirante ≤ 0,50 m

Costo ripristino 2



Costo ripristino unitario 2 (€/m²)
0,50 m ≤ Tirante ≤ 2,50 m

Costo ripristino 3



Costo ripristino unitario 3 (€/m²)
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

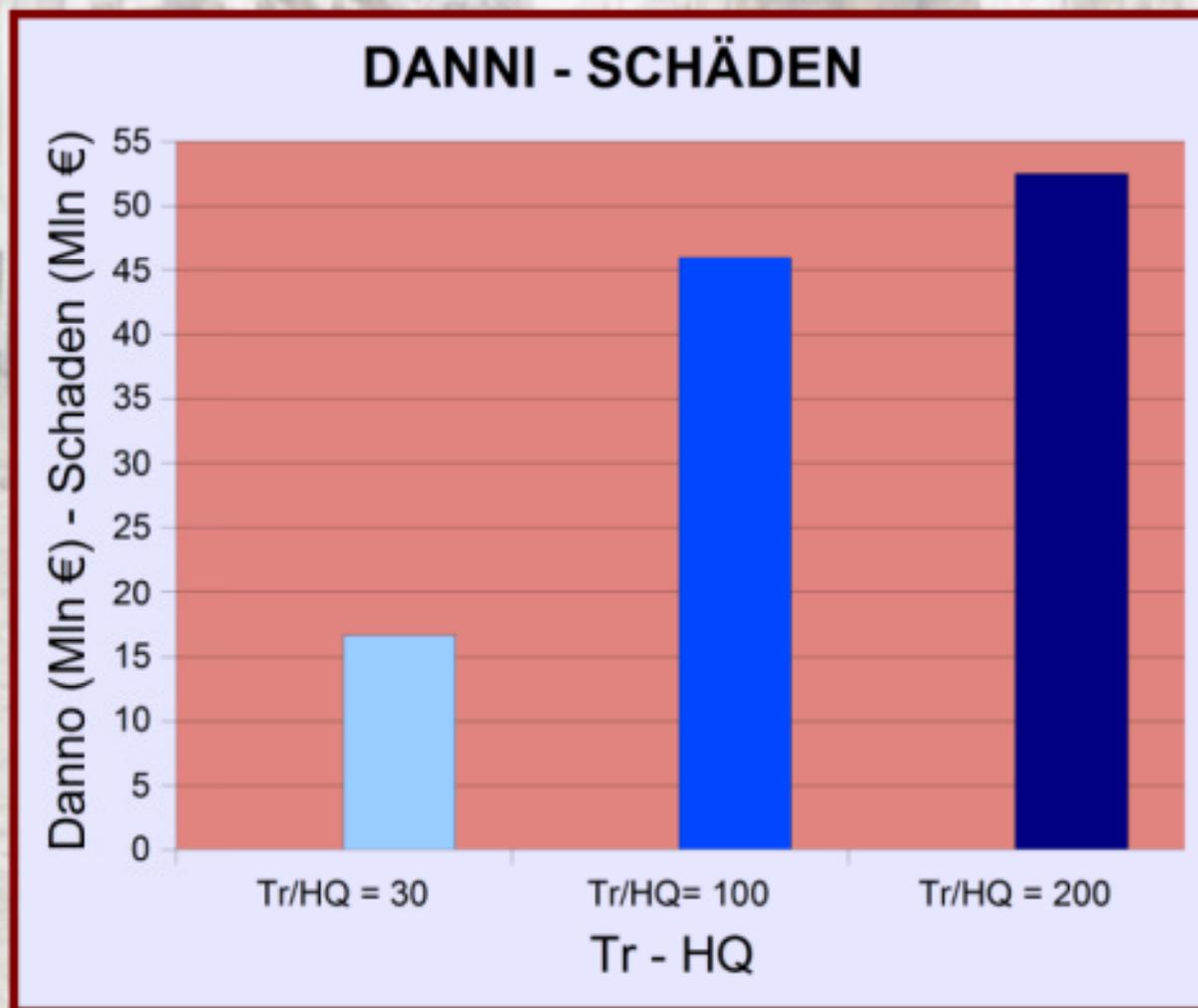
NR.	P.ED. (P.F.) - Bp. (Gp.)	SUPERFICIE LORDA EDIFICIO/BRUTT OGESCHOSSFL ÄCHEN	TIPOLOGIA EDILIZIA / BAUTYPOLOGIE	TITRANTI IDRICI MASSIMI MAX. ABFLUSSTIEFE N (m)	€/MQ	DANNO - SCHDEN (€)
1	777	3174,12	B	0,50	257,47	€ 817.240,68
2	1669	374,78	B	2,50	360,22	€ 135.003,25
3	803	188,60	A	-	0	€ 0,00
4	1685	141,97	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



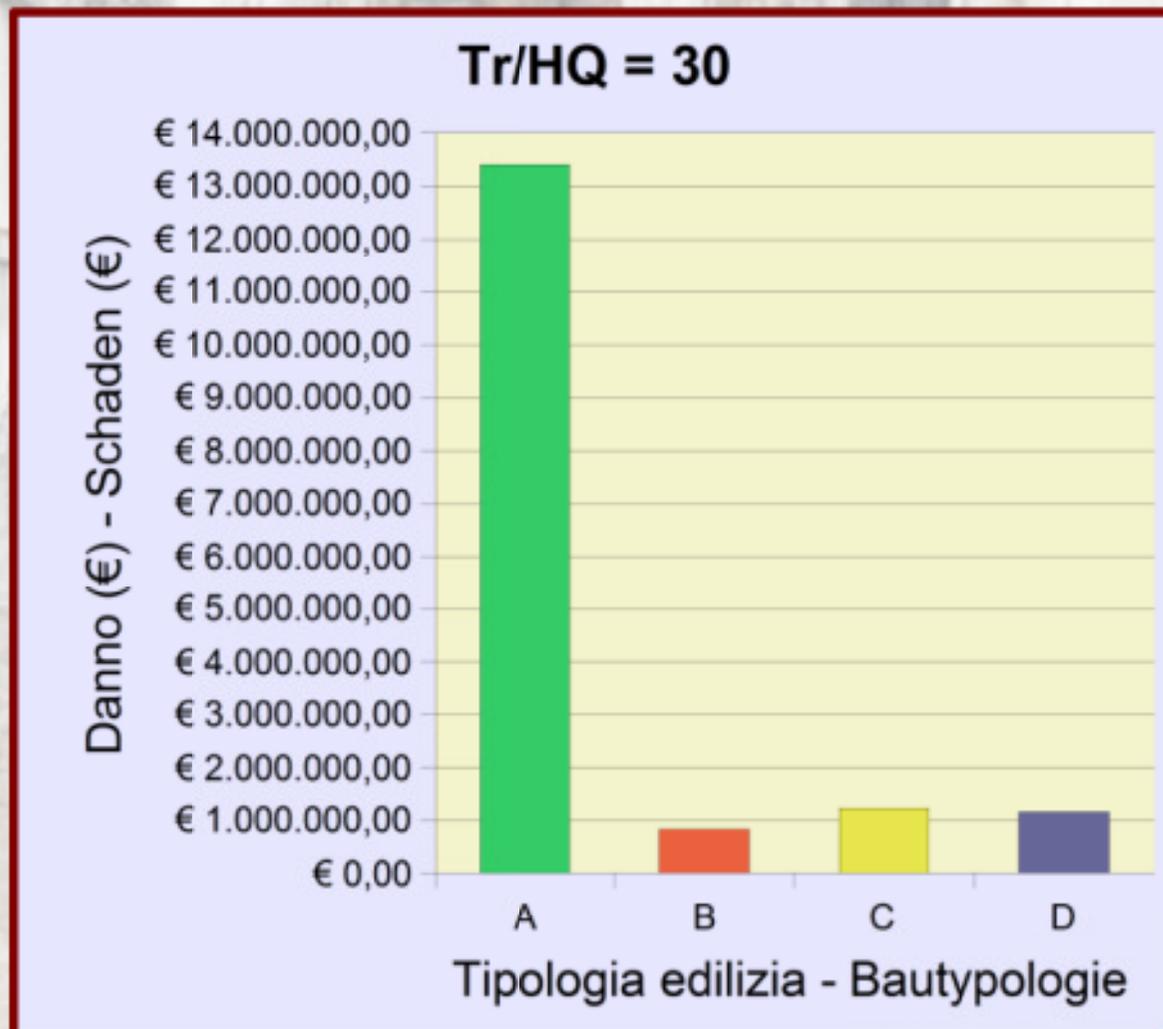
Tr 30 : € 16.620.000,00

Tr 100 : € 46.015.000,00

Tr 200 : € 52.535.000,00

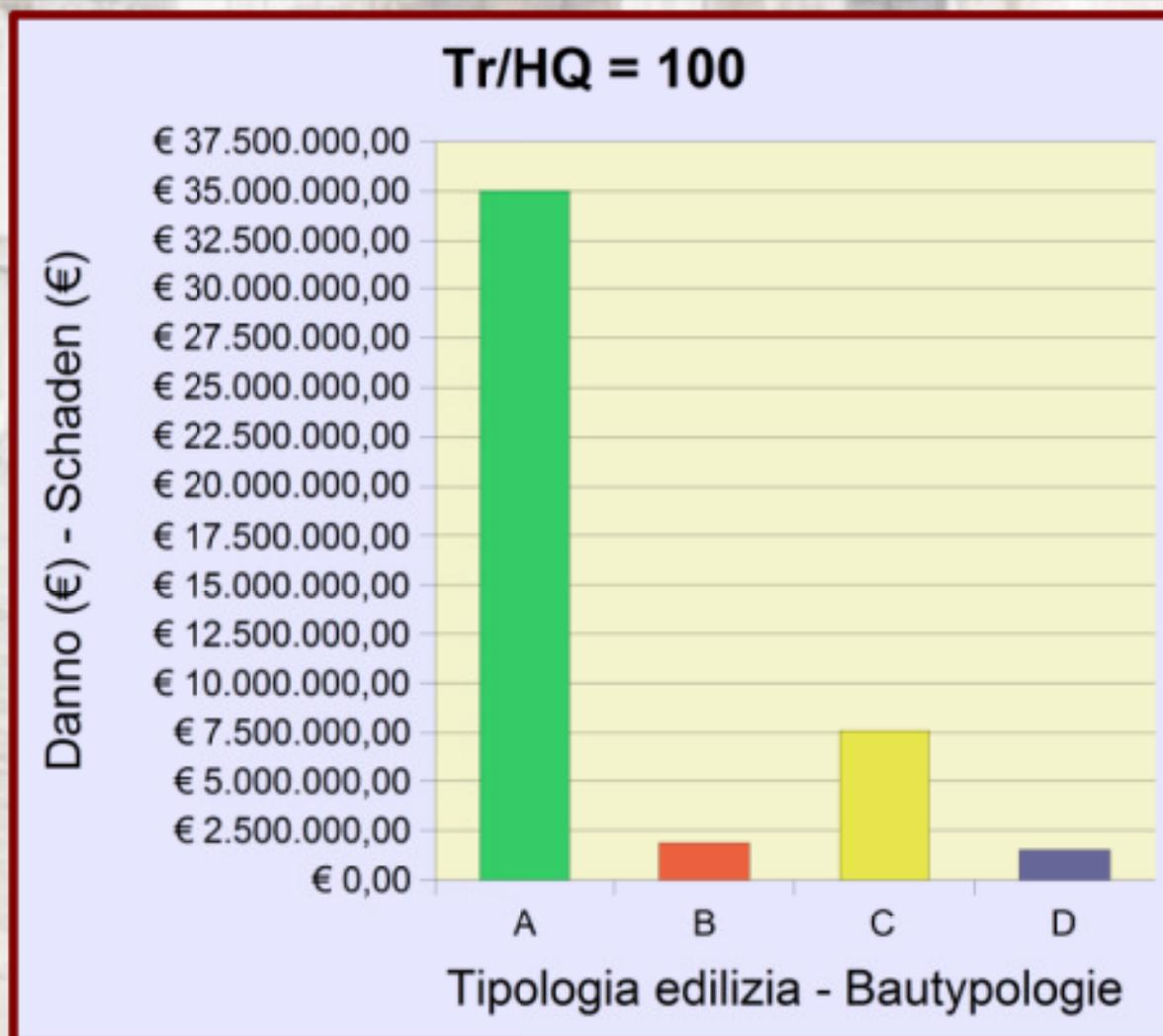
LE FASI DELLO STUDIO

12) Risultanze



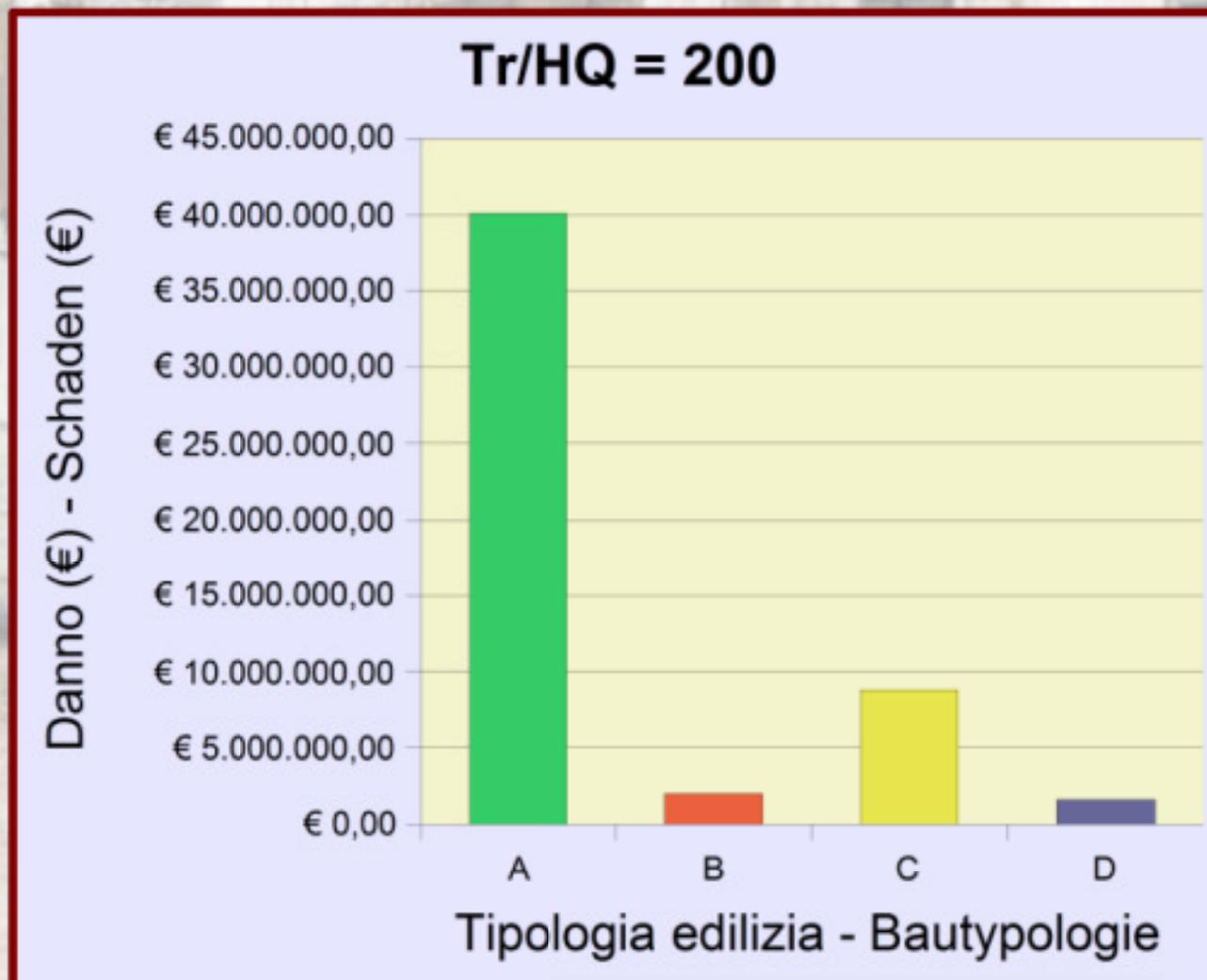
LE FASI DELLO STUDIO

12) Risultanze



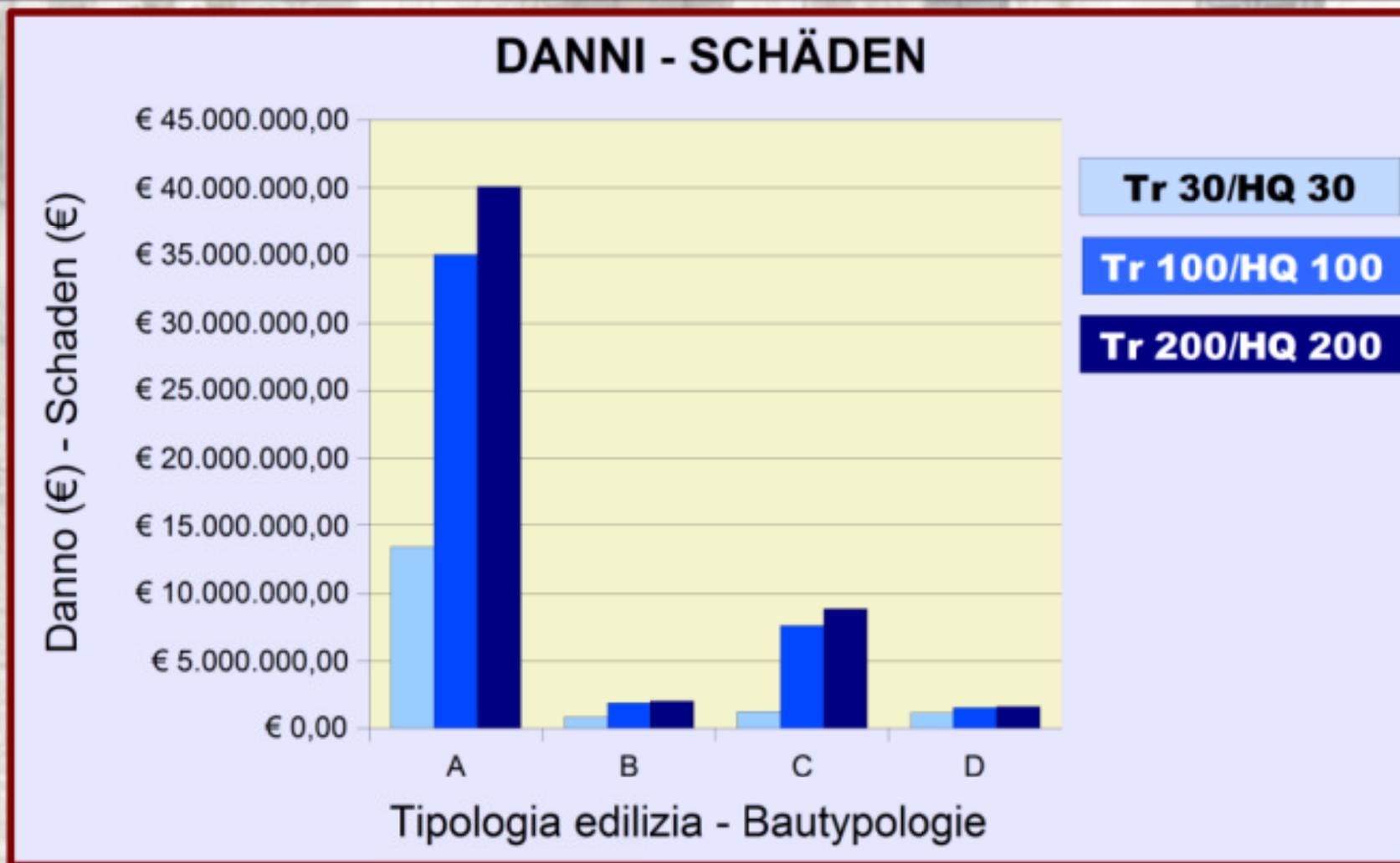
LE FASI DELLO STUDIO

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

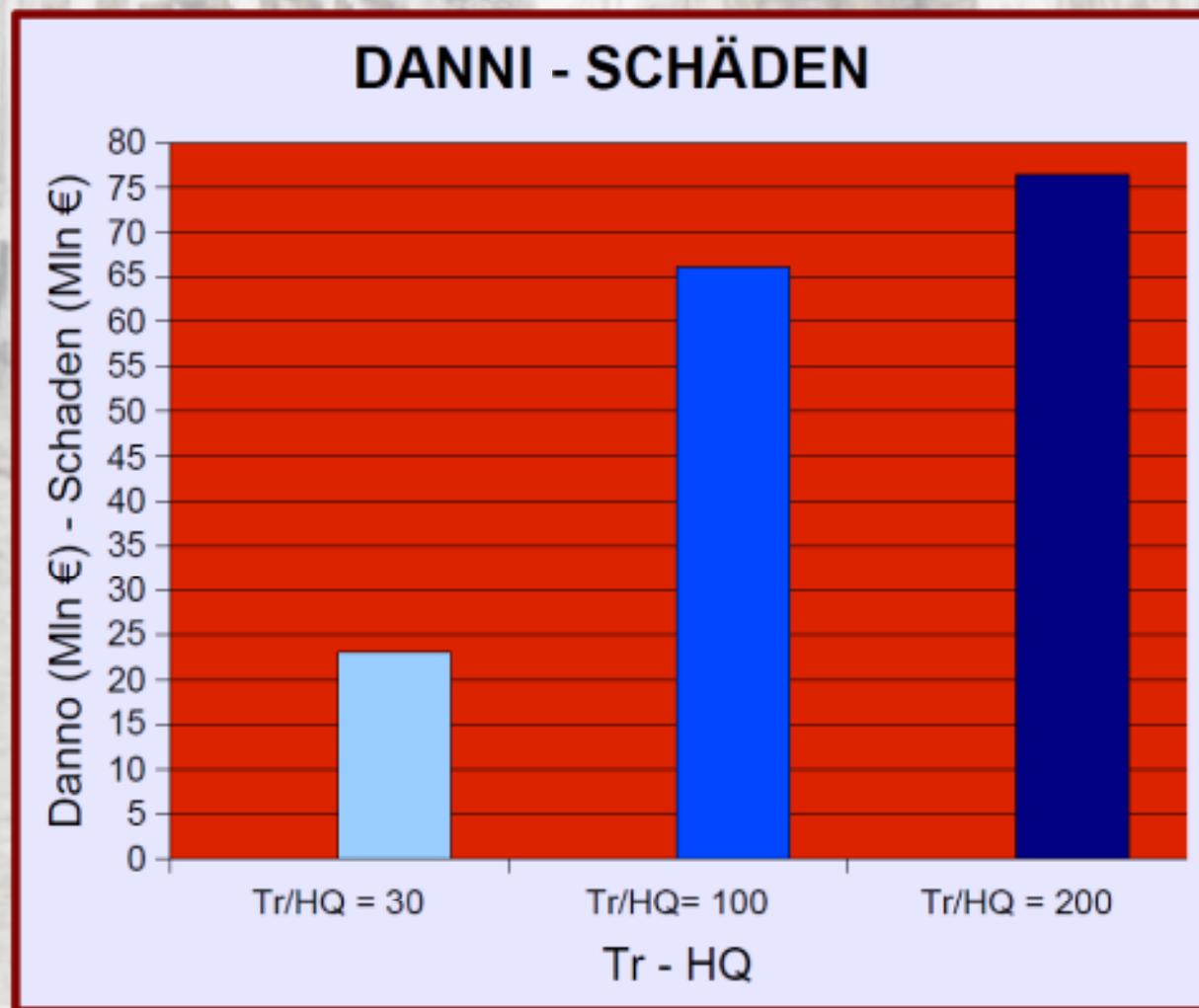
TIPOLOGIA (C) COMPLESSI INDUSTRIALI/ARTIGIANALI – TERZIARI - COMMERCIALI

- 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)



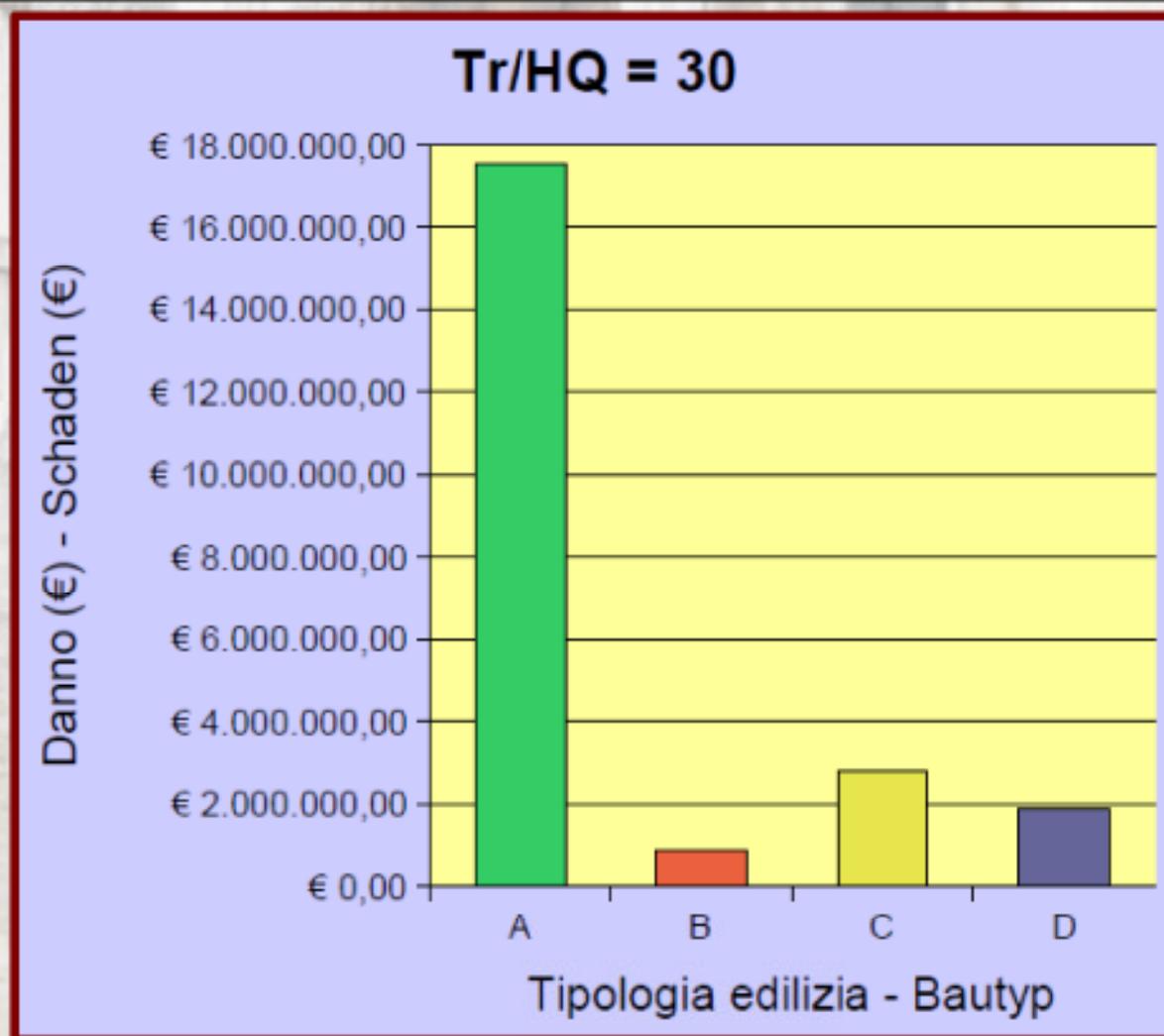
Tr 30 : € 23.100.805,72

Tr 100 : € 66.116.168,47

Tr 200 : € 76.420.243,04

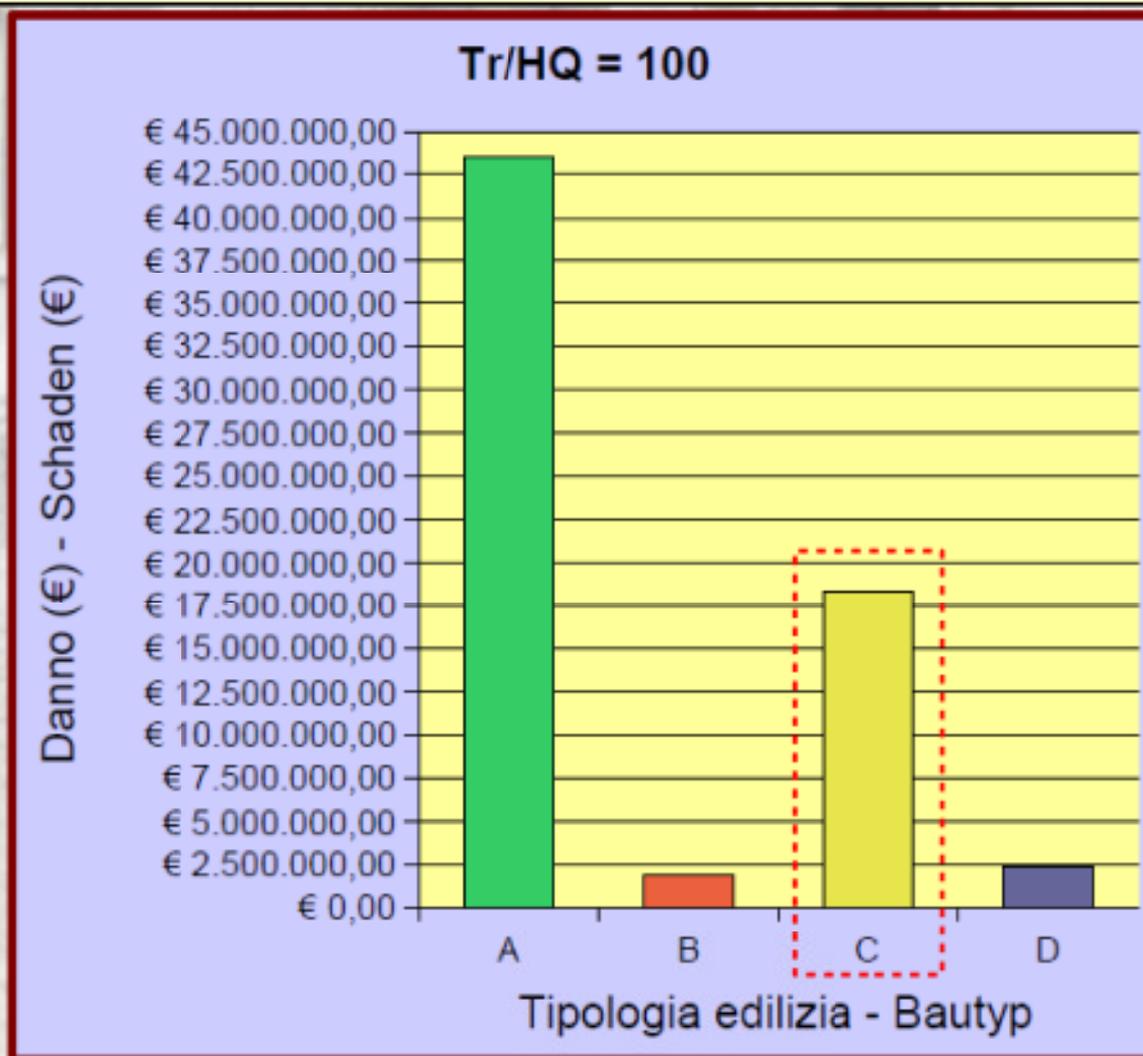
LE FASI DELLO STUDIO

Risultanze (danni accessori ed indiretti)



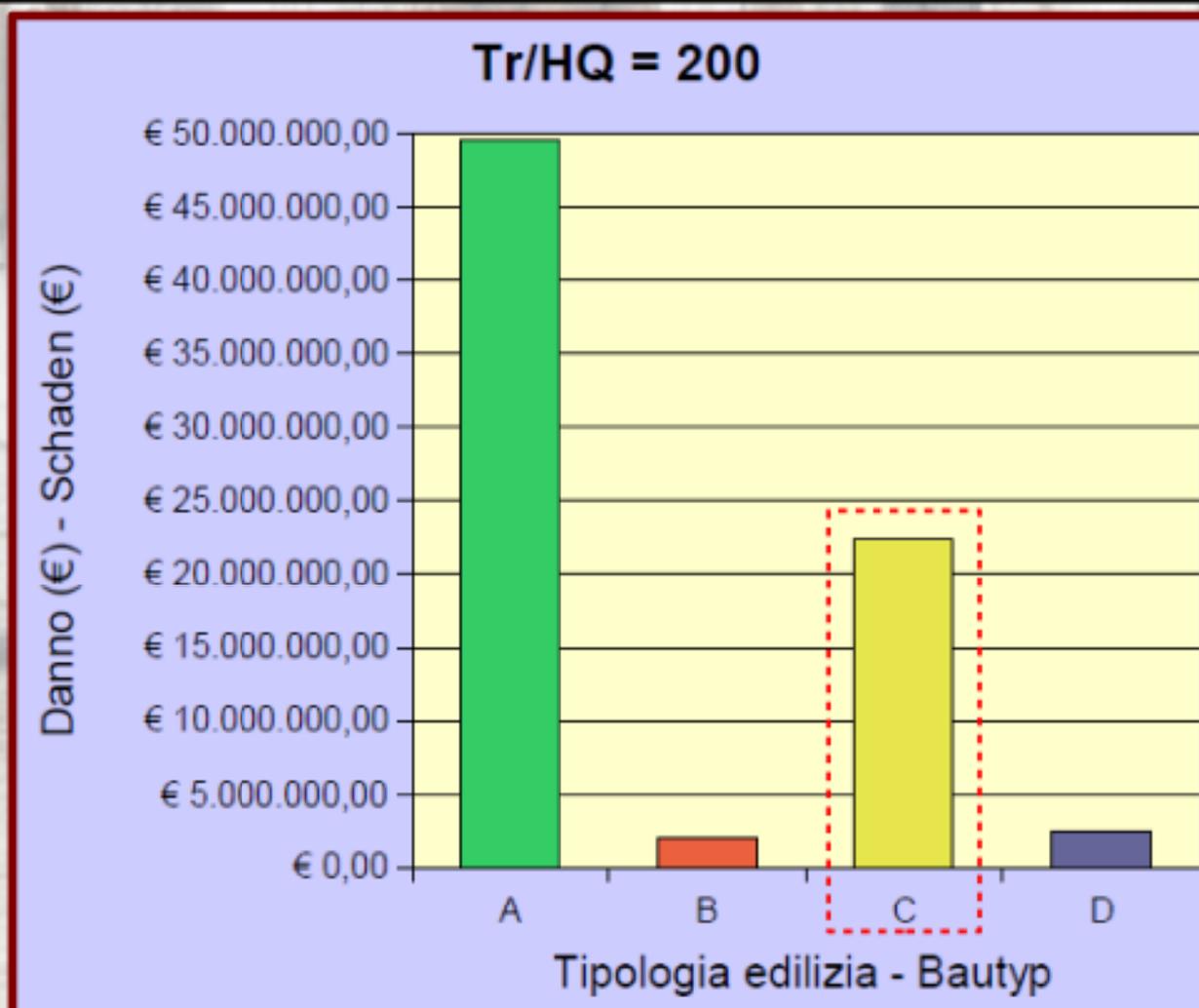
LE FASI DELLO STUDIO

Risultanze (danni accessori ed indiretti)



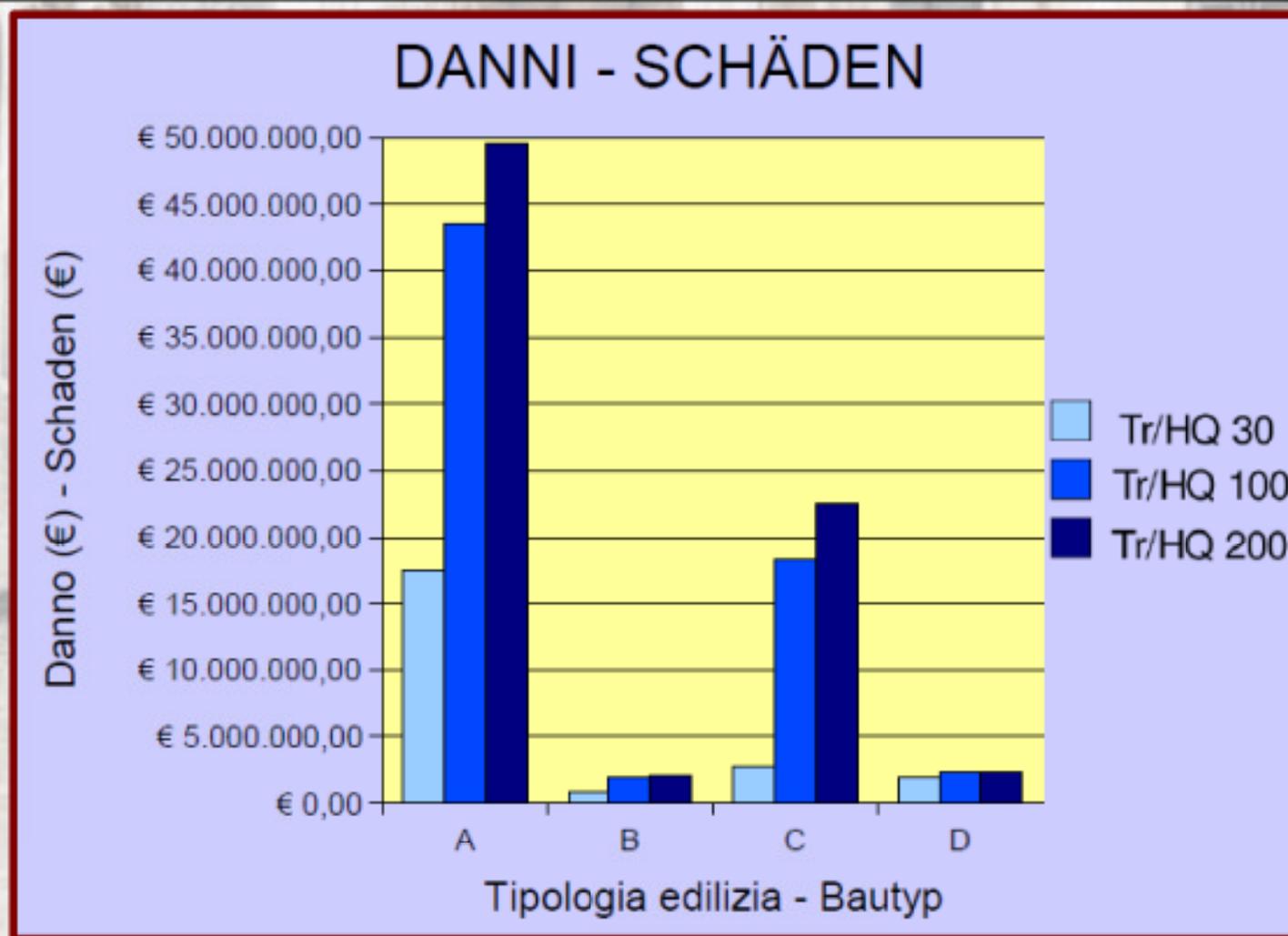
LE FASI DELLO STUDIO

Risultanze (danni accessori ed indiretti)



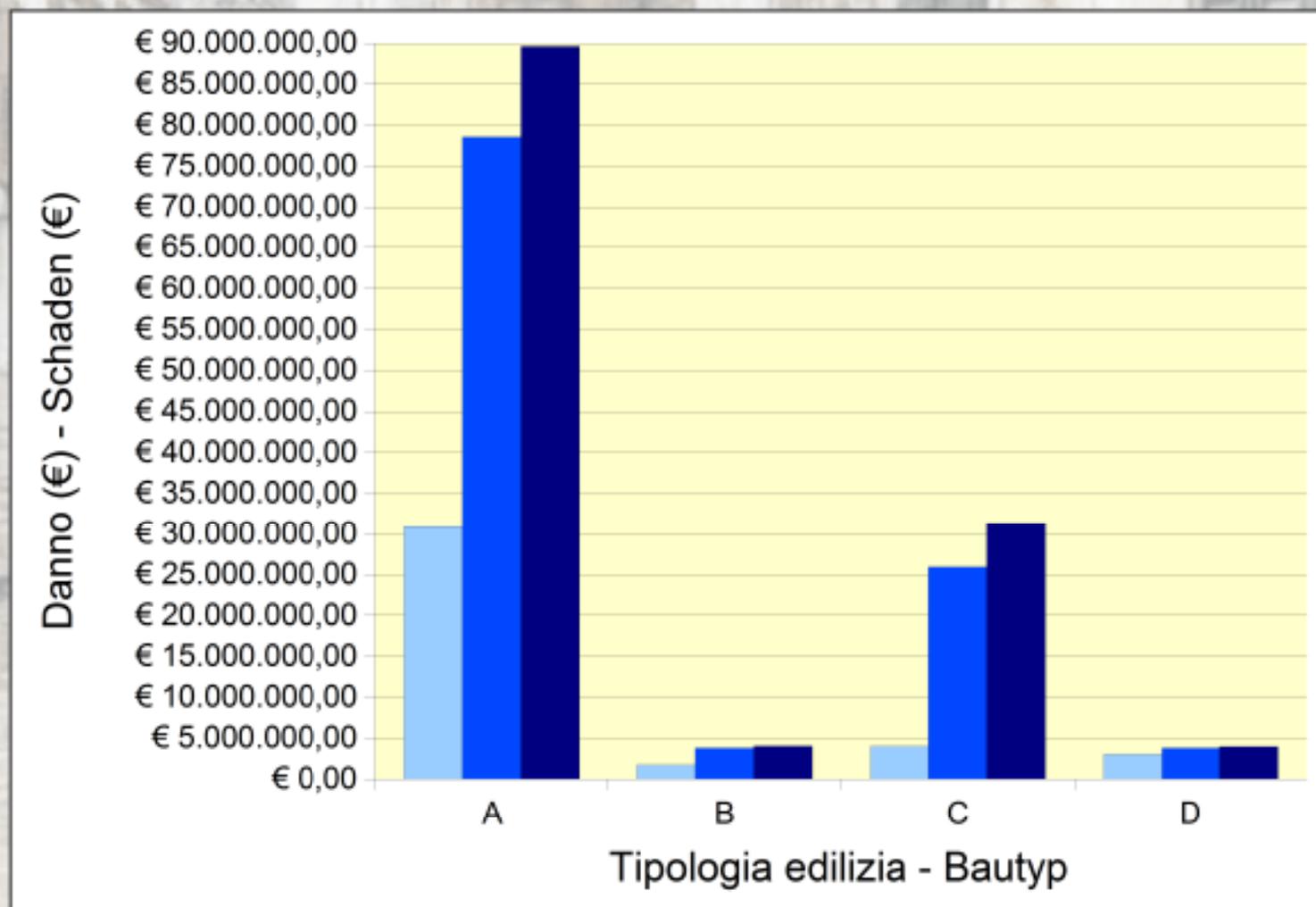
LE FASI DELLO STUDIO

Risultanze (danni accessori ed indiretti)



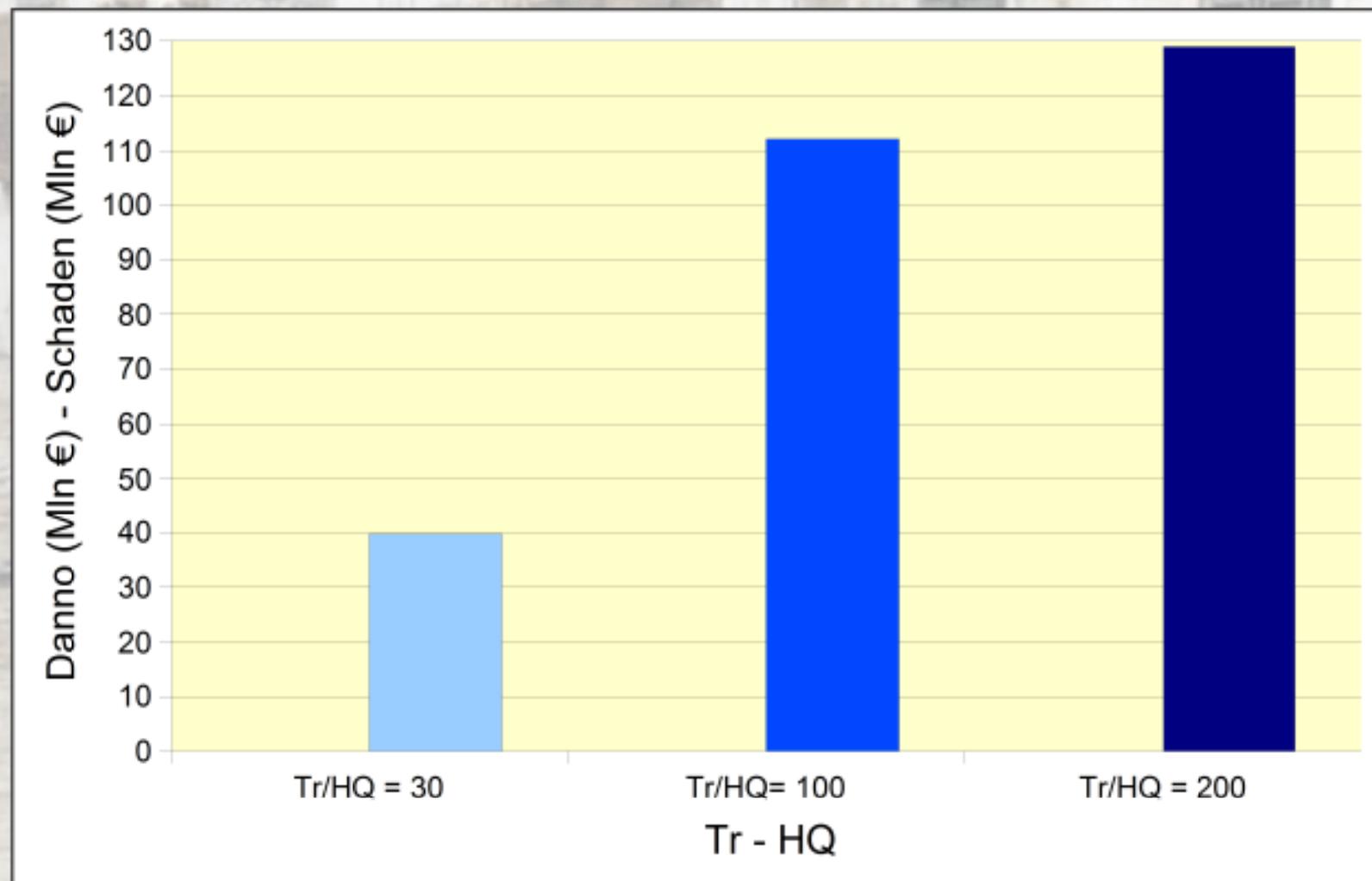
LE FASI DELLO STUDIO

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