

ONDATE DI CALORE NELLO SCENARIO DELLA CRISI CLIMATICA

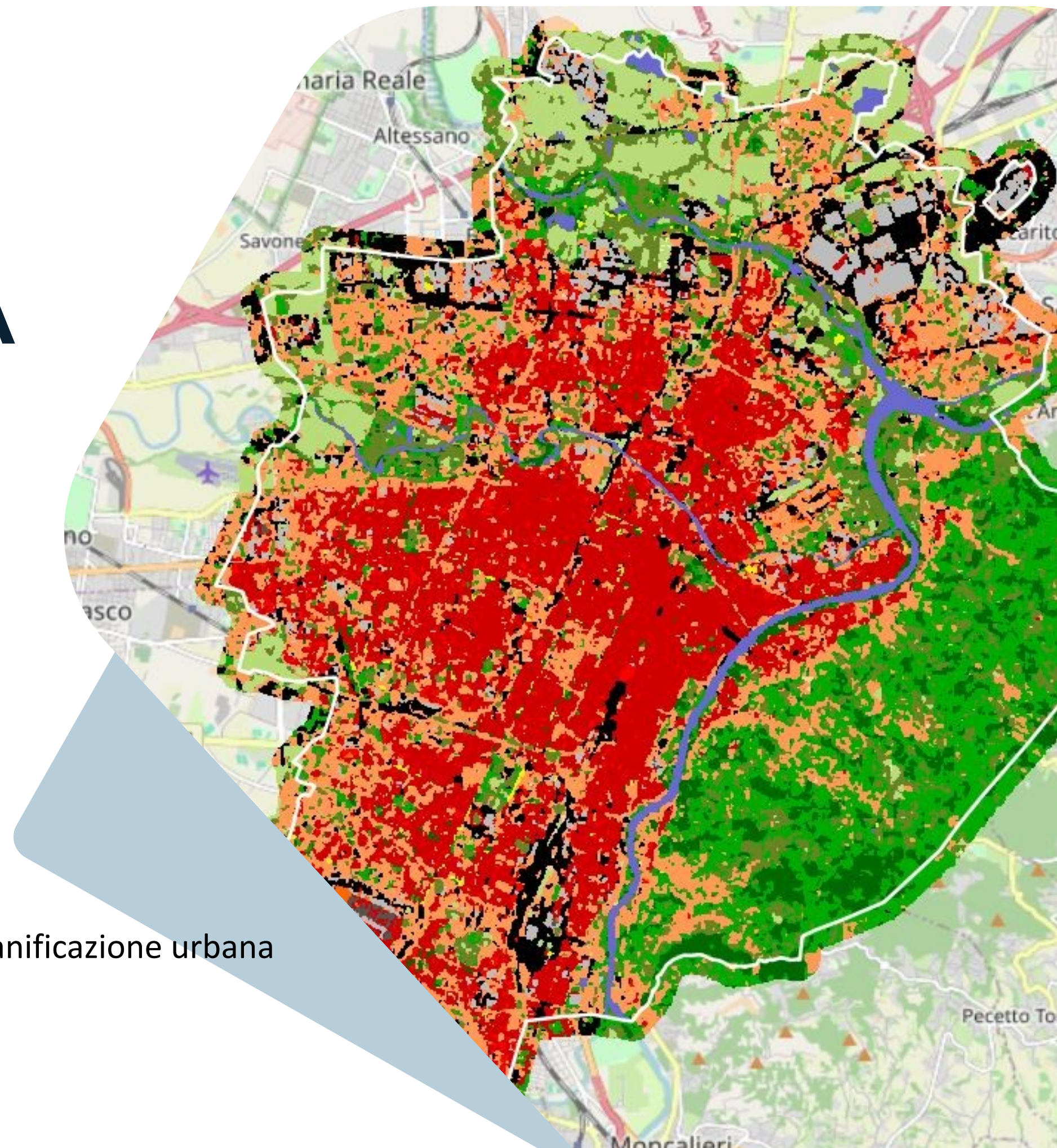
STRUMENTI DI MITIGAZIONE DEGLI IMPATTI

Arpa Piemonte - Sala Polifunzionale
Torino 14 maggio 2025

Fabio Mascara

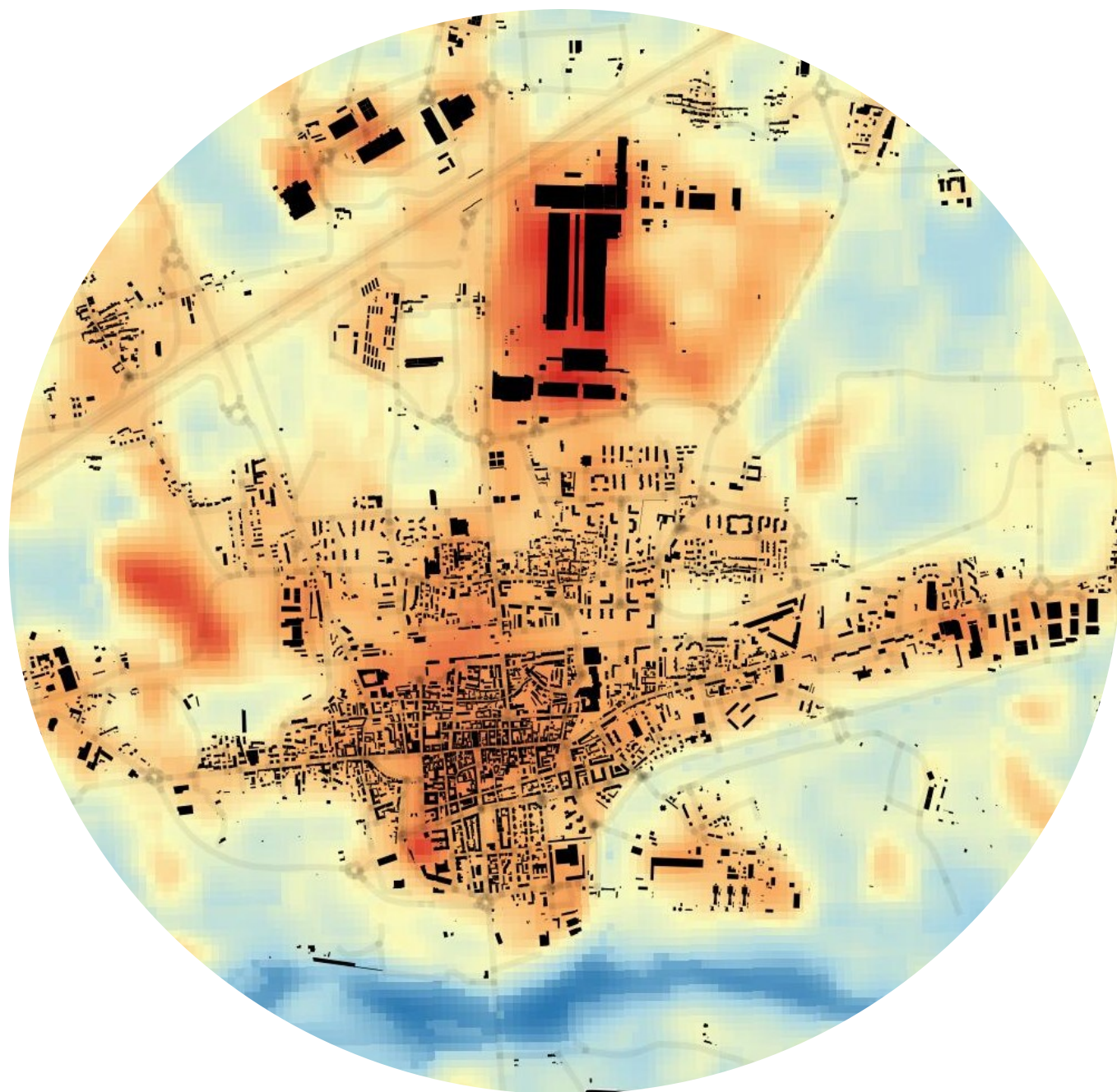
Comune di Chivasso

Utilizzo della zonizzazione climatica locale dell'area urbana per la pianificazione urbana



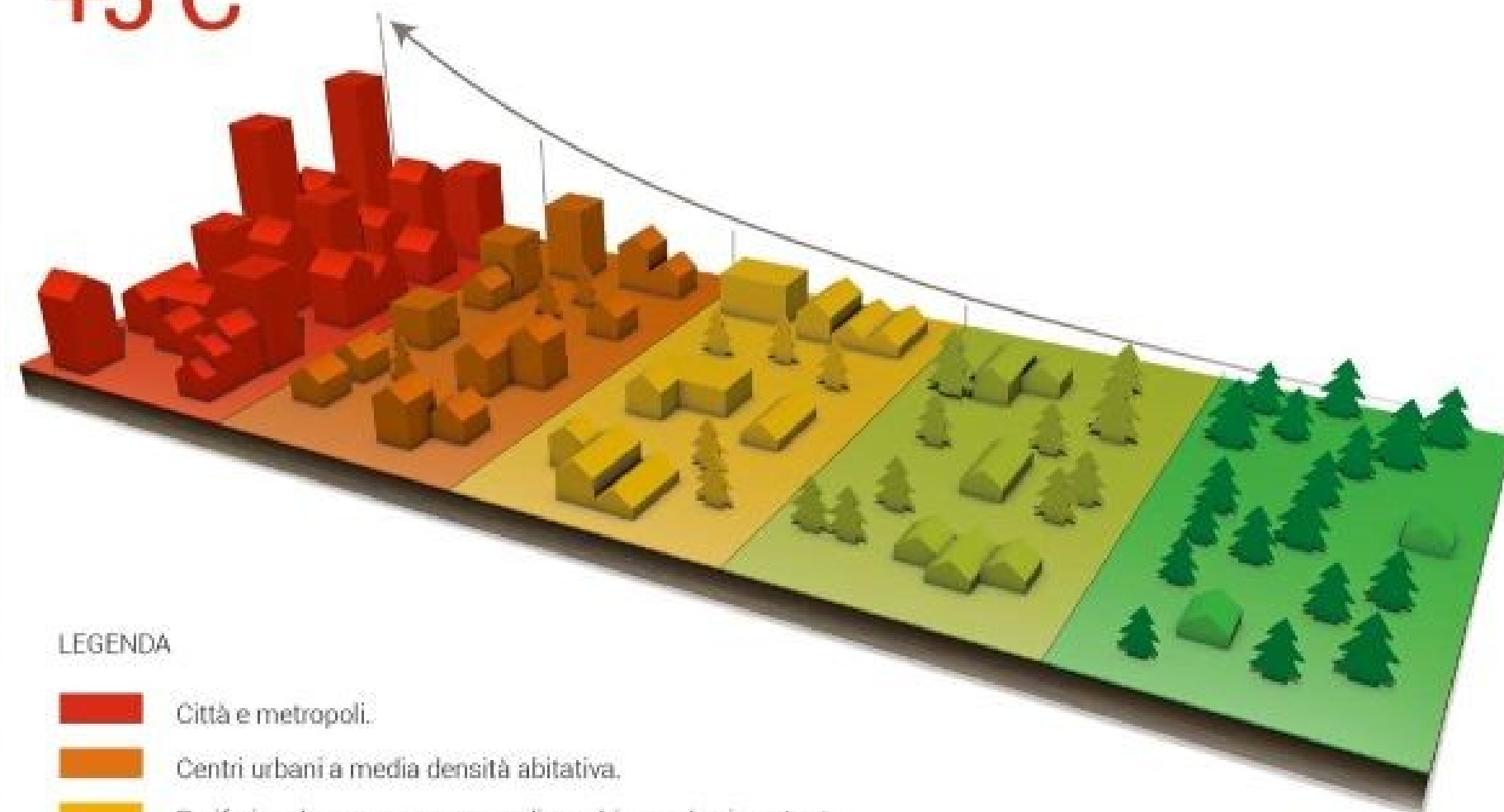
L'adattamento climatico: tema «caldo» per le città

L'analisi del rischio climatico incontra la pianificazione urbanistica



AUMENTO DI TEMPERATURA
NELLE CITTÀ FINO A

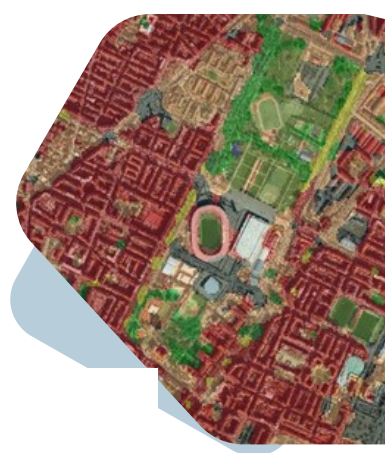
+5°C



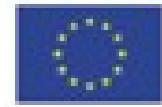
LEGENDA

- Città e metropoli.
- Centri urbani a media densità abitativa.
- Periferie urbane con presenza di parchi e verde circostante.
- Aree rurali, coltivazioni - poco antropizzata
- Area naturale scarsamente o per nulla antropizzata.

Chivasso, il caso studio nel progetto ADAPTNOW



Interreg
Alpine Space



Co-funded by
the European Union

ADAPTNOW

Factsheet

Programme period
2021 – 2027

Start Date
11/2022

Priority
Climate resilient and green Alpine region

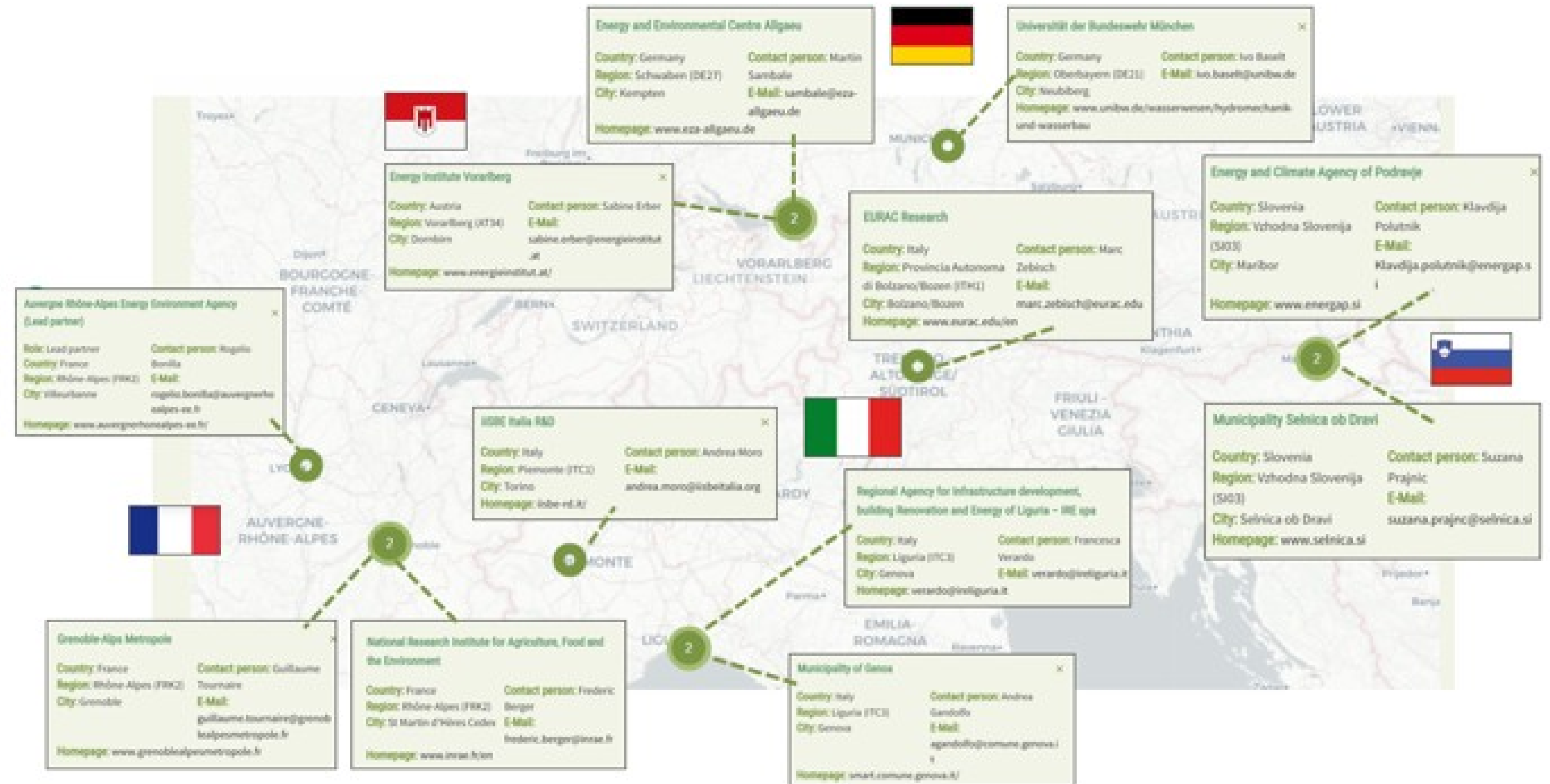
End Date
10/2025

Specific objective
SO 1.1 - Promoting climate change adaptation and disaster risk prevention, resilience, taking into account eco-system based approaches

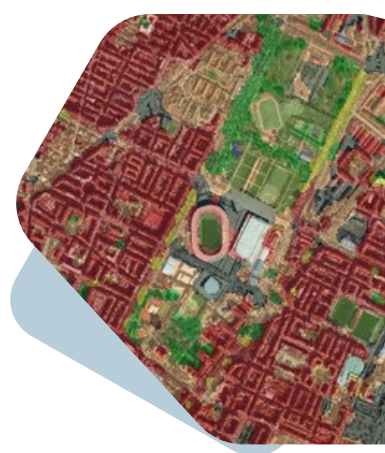
Total eligible costs
2.034.650 EUR

Contribution to EUSALP AG
AGB Risk governance

ERDF grants
1.525.988 EUR



<https://www.alpine-space.eu/project/adaptnow/>



VALUTAZIONE DEL RISCHIO TEMPERATURE ESTREME A SCALA DI CITTA'

ADATTARE IL TERRITORIO PER PREVENIRE I RISCHI LEGATI AI CAMBIAMENTI CLIMATICI

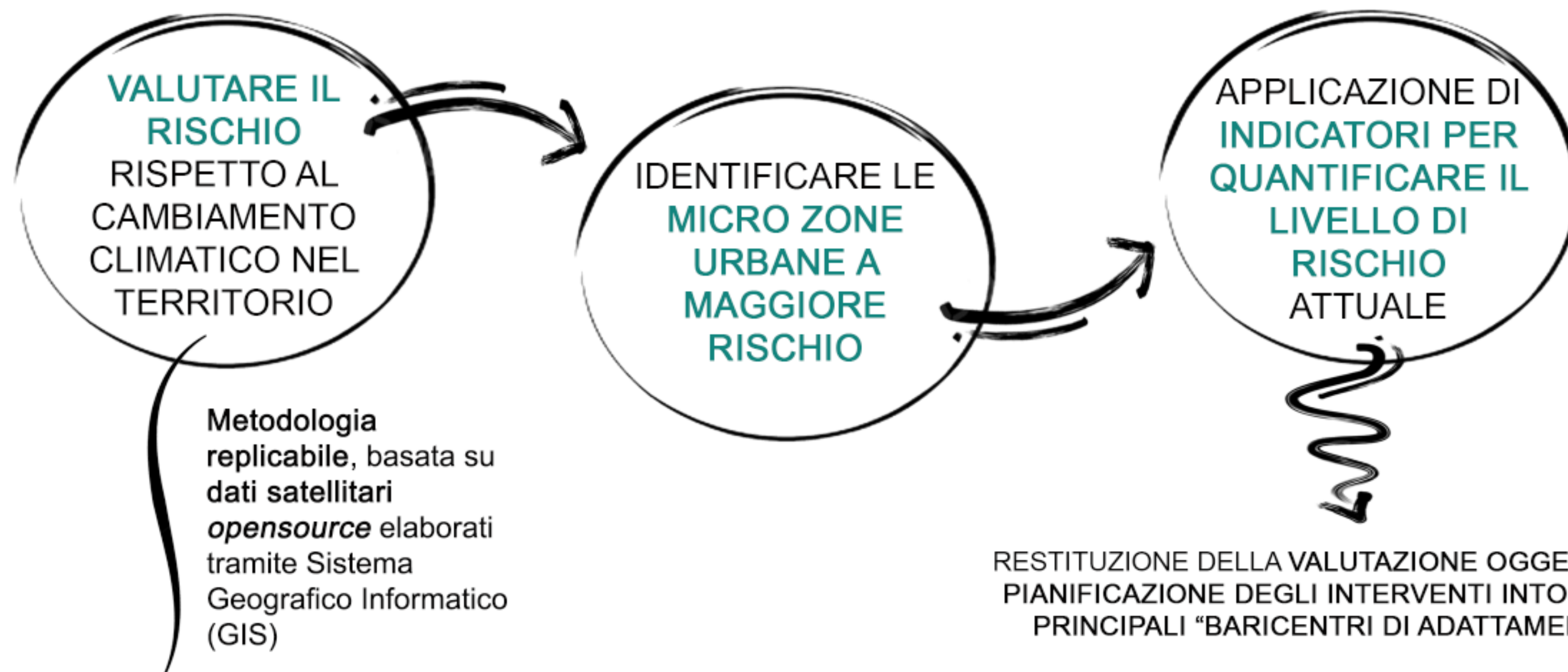


DALLA SCALA URBANA AMPIA



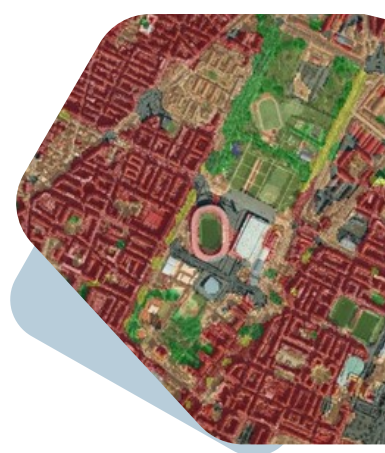
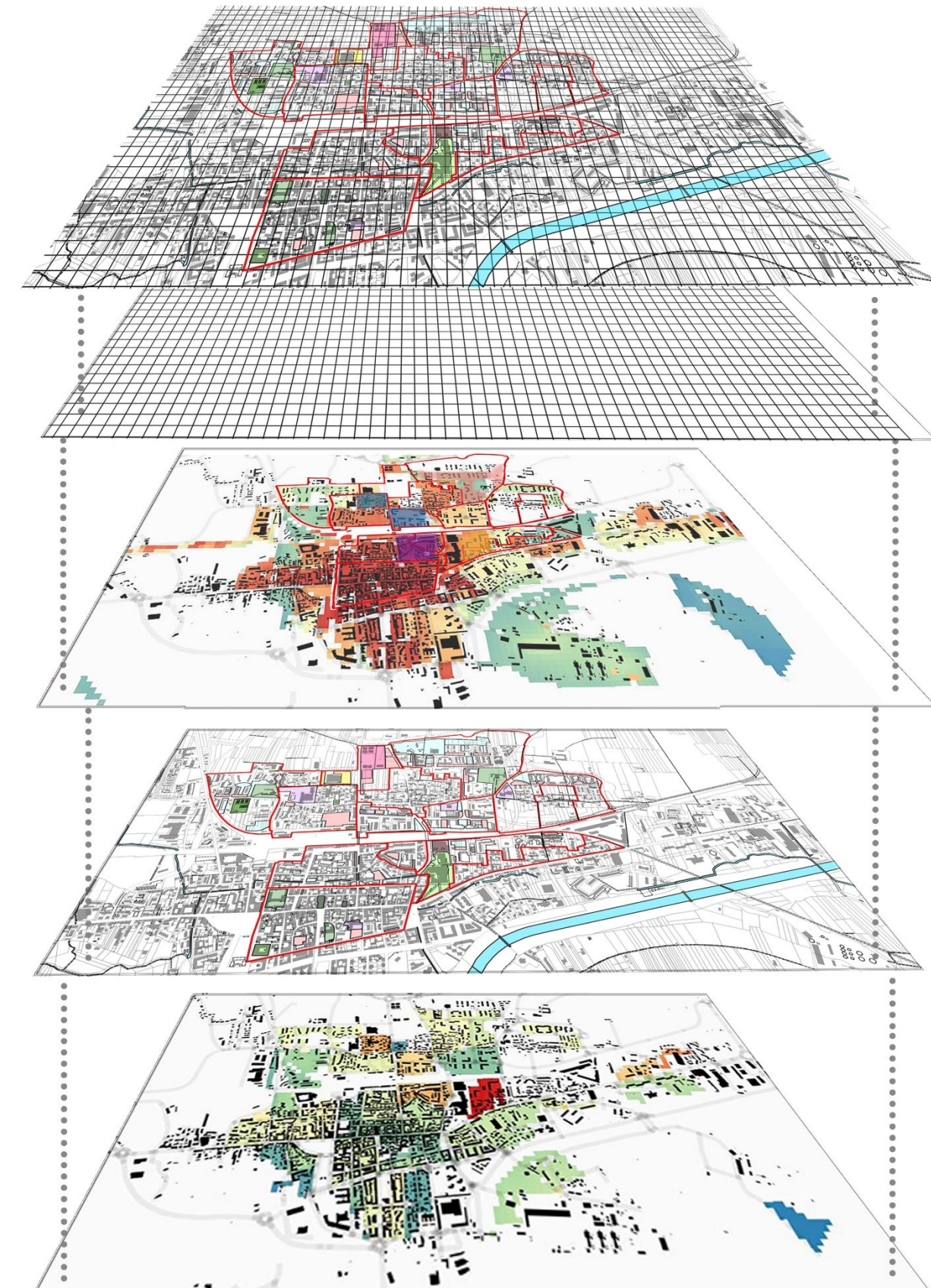
ALLA SCALA MICRO URBANA

ADATTARE IL TERRITORIO PER PREVENIRE I RISCHI LEGATI AI CAMBIAMENTI CLIMATICI

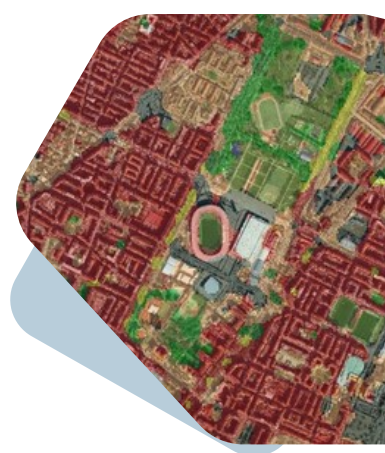


UTILIZZO DELLA ZONIZZAZIONE CLIMATICA LOCALE DELL'AREA URBANA PER LA PIANIFICAZIONE URBANA

La Metodologia elaborata da iiSBE Italia R&D nel contesto del progetto ADAPTNOW consente di elaborare una mappa di rischio climatico che evidenzia le aree urbane a maggiore vulnerabilità, rispetto alle quali è possibile pianificare strategie di adattamento per prevenire/limitare i rischi legati ai cambiamenti climatici.



ASSEGNARE IL VALORE DI PERICOLO ALL'AREA



Formula del **Rischio** elaborata da iiSBE Italia R&D nel contesto del progetto ADAPTNOW



$$HV^{W_{HV}} \times EV^{W_{EV}} \times VV^{W_V}$$

HV è il valore del **PERICOLO**

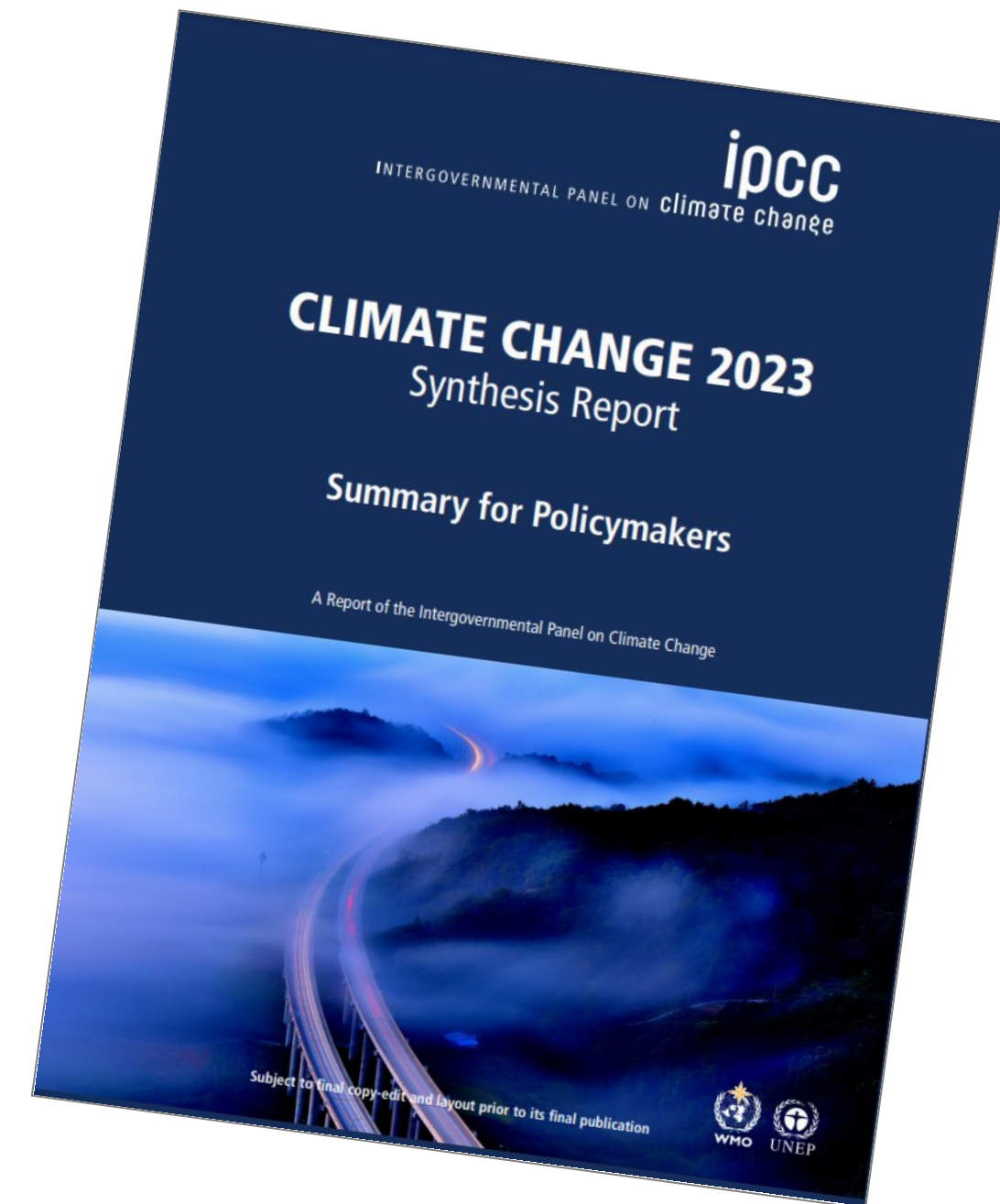
EV è il valore dell'**ESPOSIZIONE**

VV è il valore della **VULNERABILITA'**

W_{HV} è il peso associato a HV

W_{EV} è il peso associato a EV

W_V è il peso associato a VV

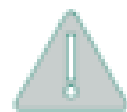


LA MAPPA DEL RISCHIO

La mappa del rischio elaborata per la città di Chivasso prende contemporaneamente in considerazione tre fattori:

HV è il valore del PERICOLO

W_{HV} è il peso associato a HV

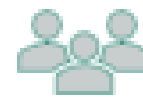


0,25

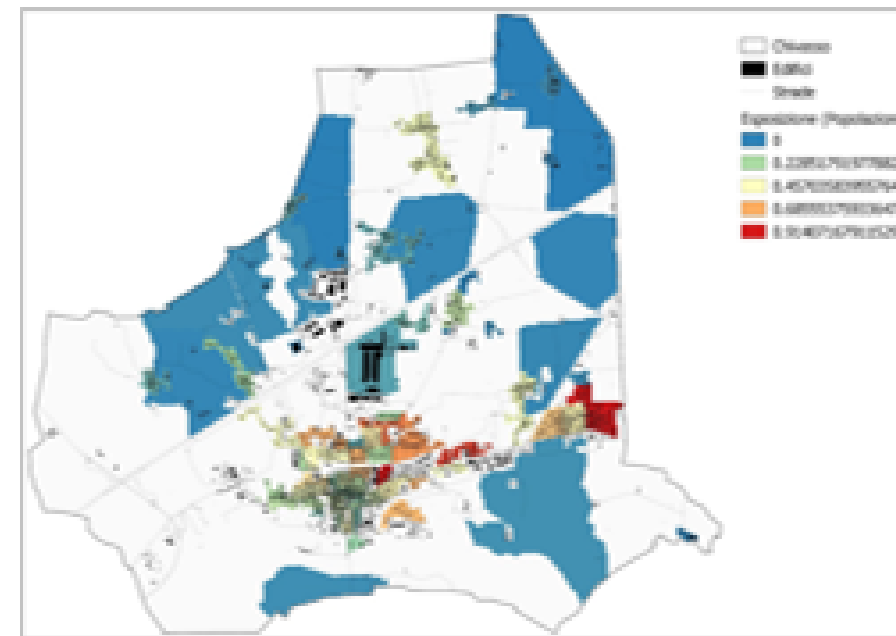
PERICOLO: probabilità che un evento si verifichi nell'area.
(0 è una bassa probabilità che il pericolo si verifichi e 1 è un'alta probabilità che il pericolo si verifichi) → 0,8

EV è il valore dell'ESPOSIZIONE

W_{EV} è il peso associato a EV



0,25



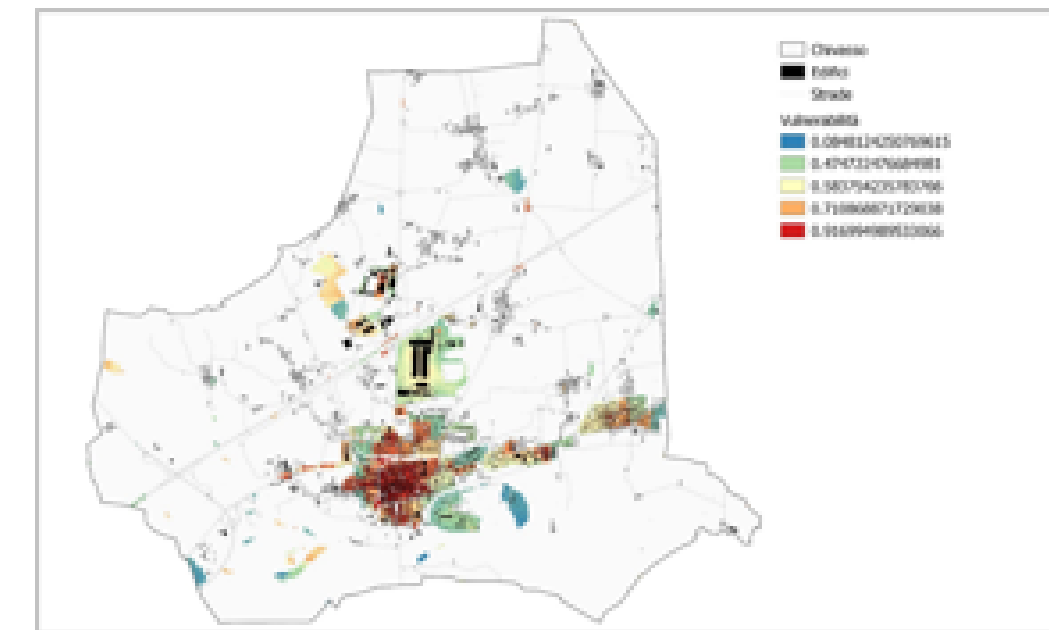
Popolazione vulnerabile
(pop < 10 anni e pop > 65 anni)
come elemento esposto

VV è il valore della VULNERABILITA'

W_V è il peso associato a VV



0,50



Temperatura della superficie terrestre
(LST: Land Surface Temperature)
Permeabilità del suolo normalizzata
(Corine Land Cover e Green Areas)

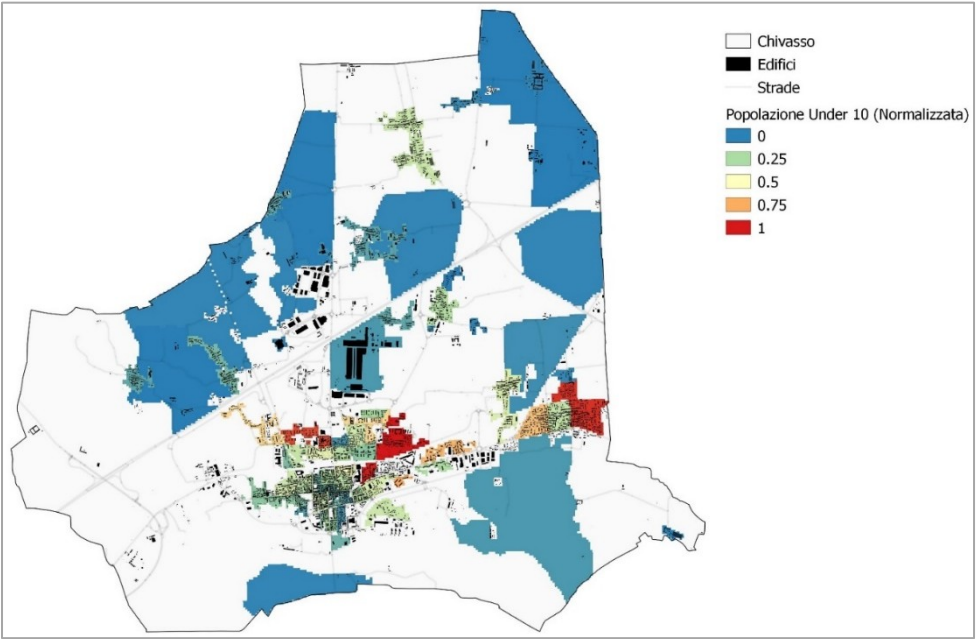
Hazardous event		Slow-onset process		Hazard Value (HV)
Frequent	Likely to occur often in a lifetime (every 0-10years)	Very likely	Very likely to occur in the next ten years	1-0,9
Probable	Likely to occur several times in a lifetime (every 0-25 years)	Likely	Likely to occur in the next 10 years	0,89-0,66
Occasional	Likely to occur sometime in a lifetime (every 0-50 years)	As likely as not	As likely as not to occur in the next ten years	0,65-0,33
Remote	Unlikely but still possible to occur in a lifetime (0-100 years=)	Unlikely	Unlikely to occur in the next 10 years	0,32-0,0

CALCOLARE L'ESPOSIZIONE

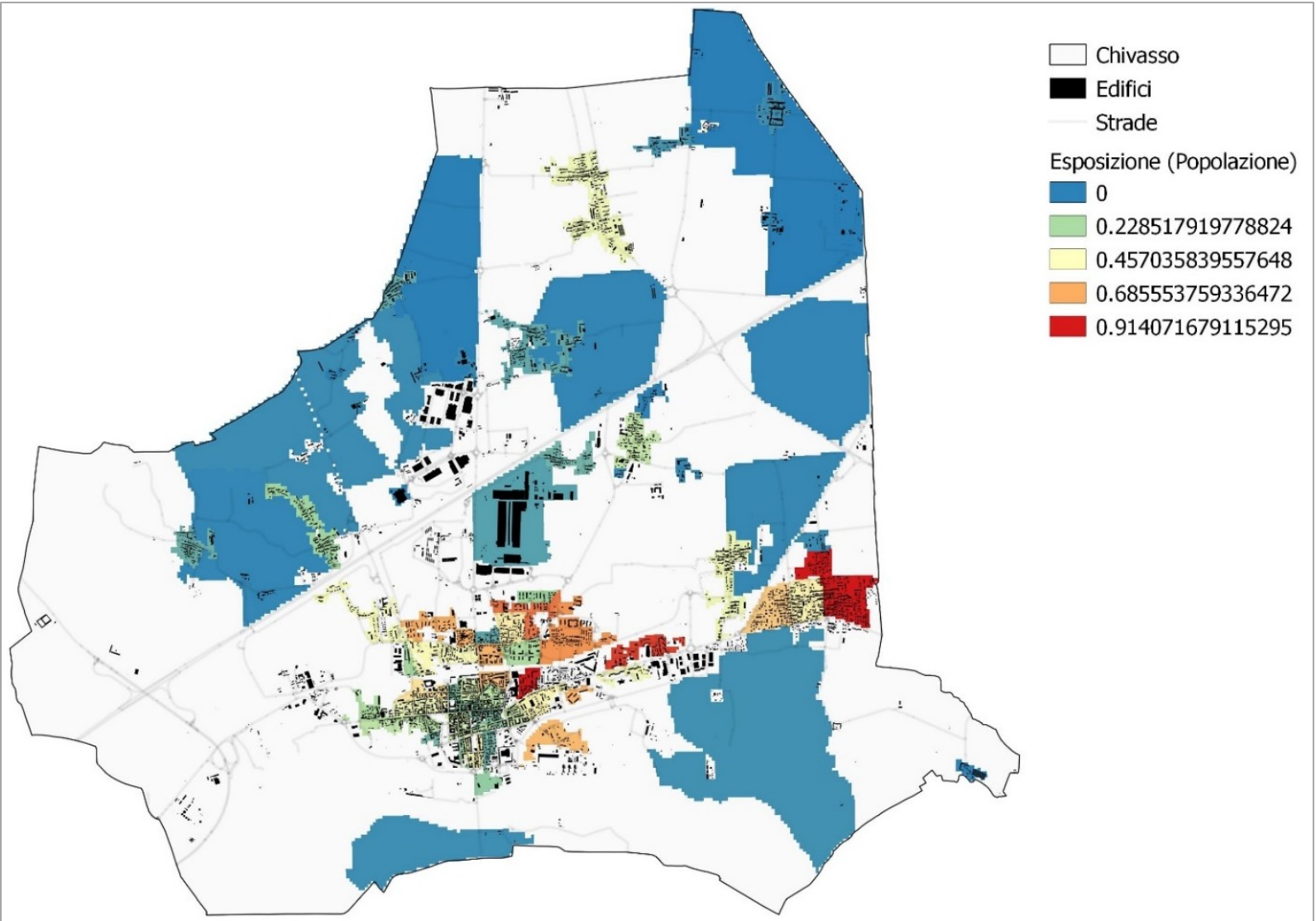
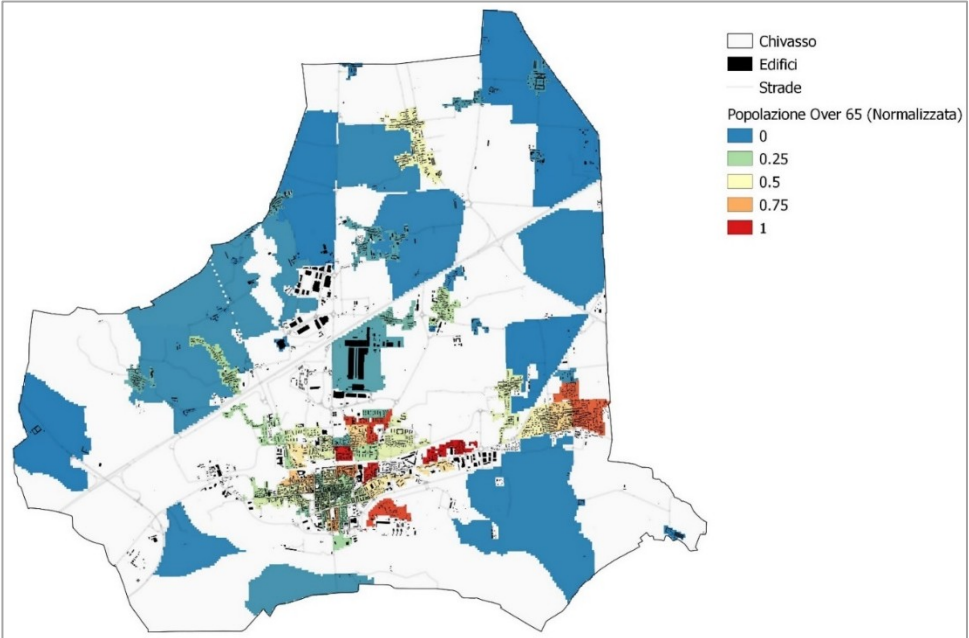
$$HV^{W_{HV}} \times EV^{W_{EV}} \times VV^{W_V}$$

0,25

Pop < 10 anni



Pop > 65 anni



CALCOLARE LA VULNERABILITA'

Dove:

- **VV** è il valore della **VULNERABILITA'**
- W_v è il **peso associato a VV**

$$HV^{W_{HV}} \times EV^{W_{EV}} \times VV^{W_v}$$

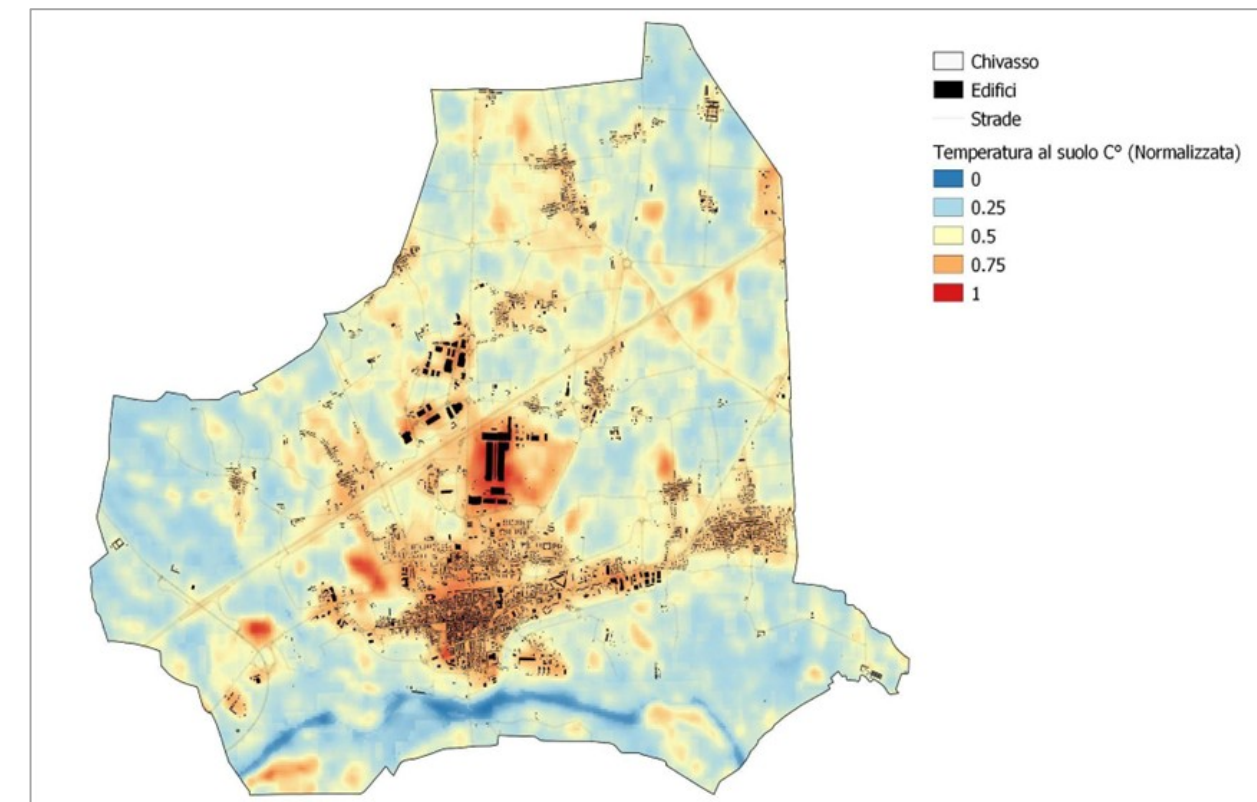
Nello specifico di
CHIVASSO

0,50

VULNERABILITA':

- **Temperatura della superficie terrestre (LST: *Land Surface Temperature*)**

(riflettanza - Temp. Luminosità - NDVI - % Vegetazione - Emissività sup. terrestre)



CALCOLARE LA VULNERABILITA'

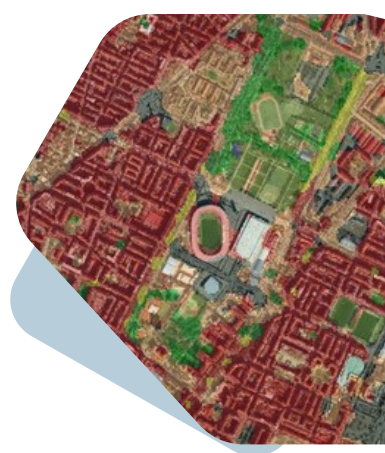
Dove:

- **VV** è il valore della **VULNERABILITA'**
- W_v è il **peso associato a VV**

$$HV^{W_{HV}} \times EV^{W_{EV}} \times VV^{W_v}$$

Nello specifico di
CHIVASSO

→ 0,50

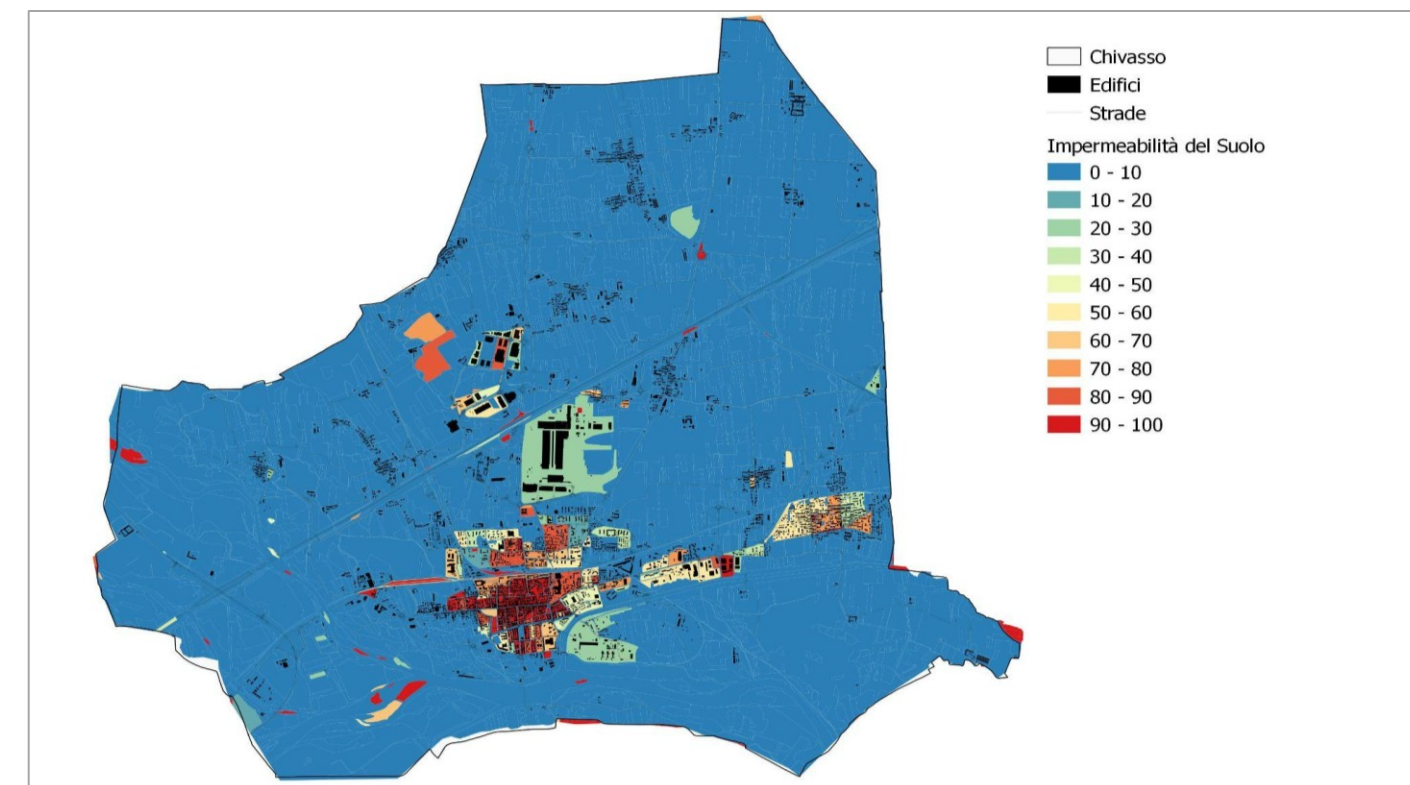


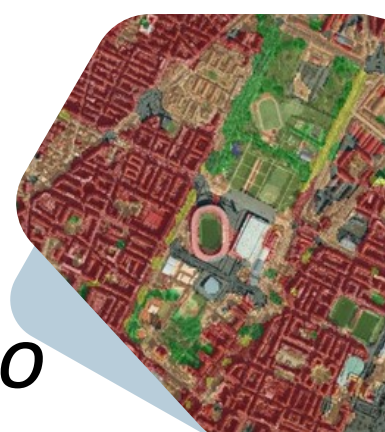
VULNERABILITA':

- Permeabilità del suolo
normalizzata (*Corine Land
Cover e Green Areas*)

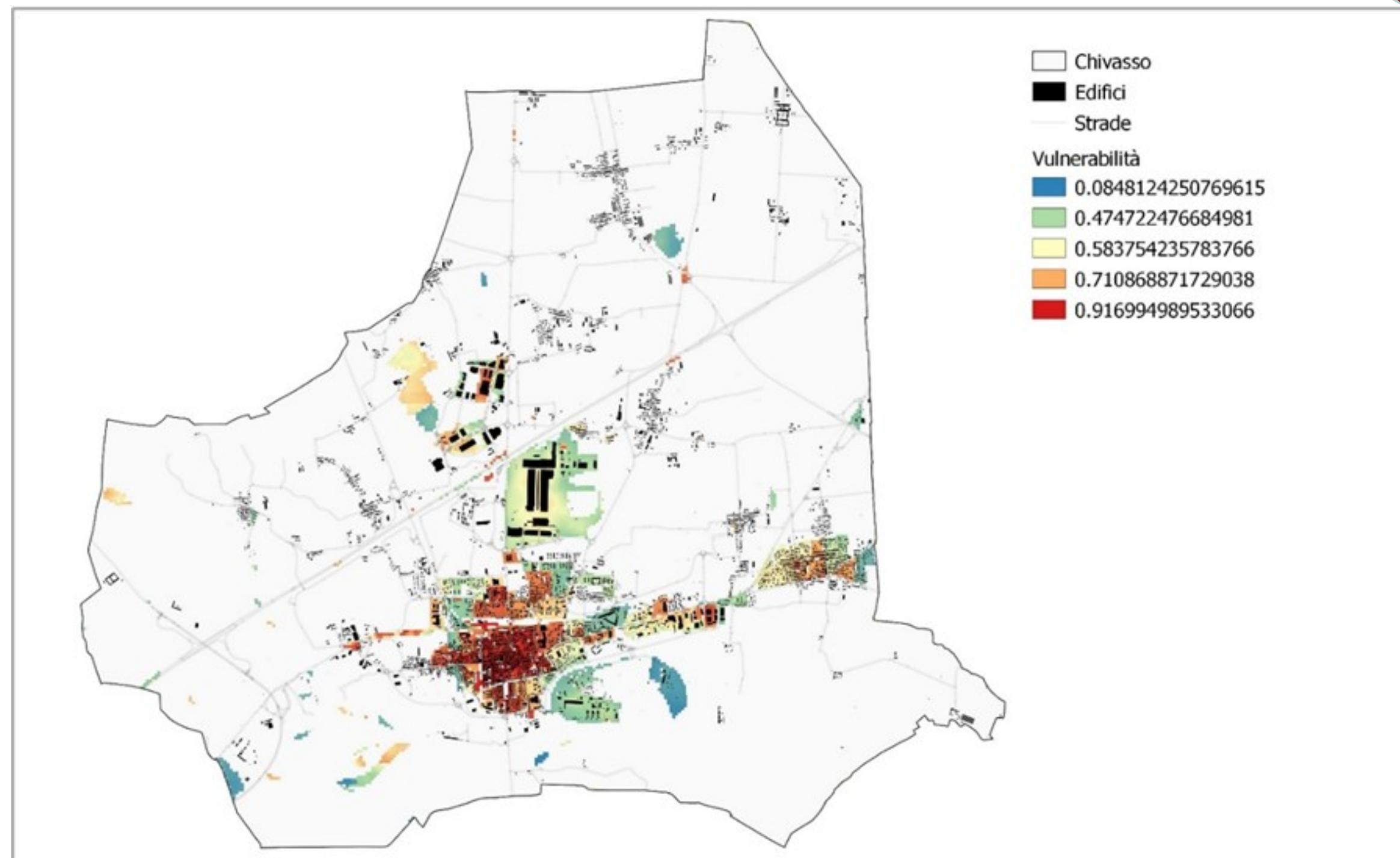
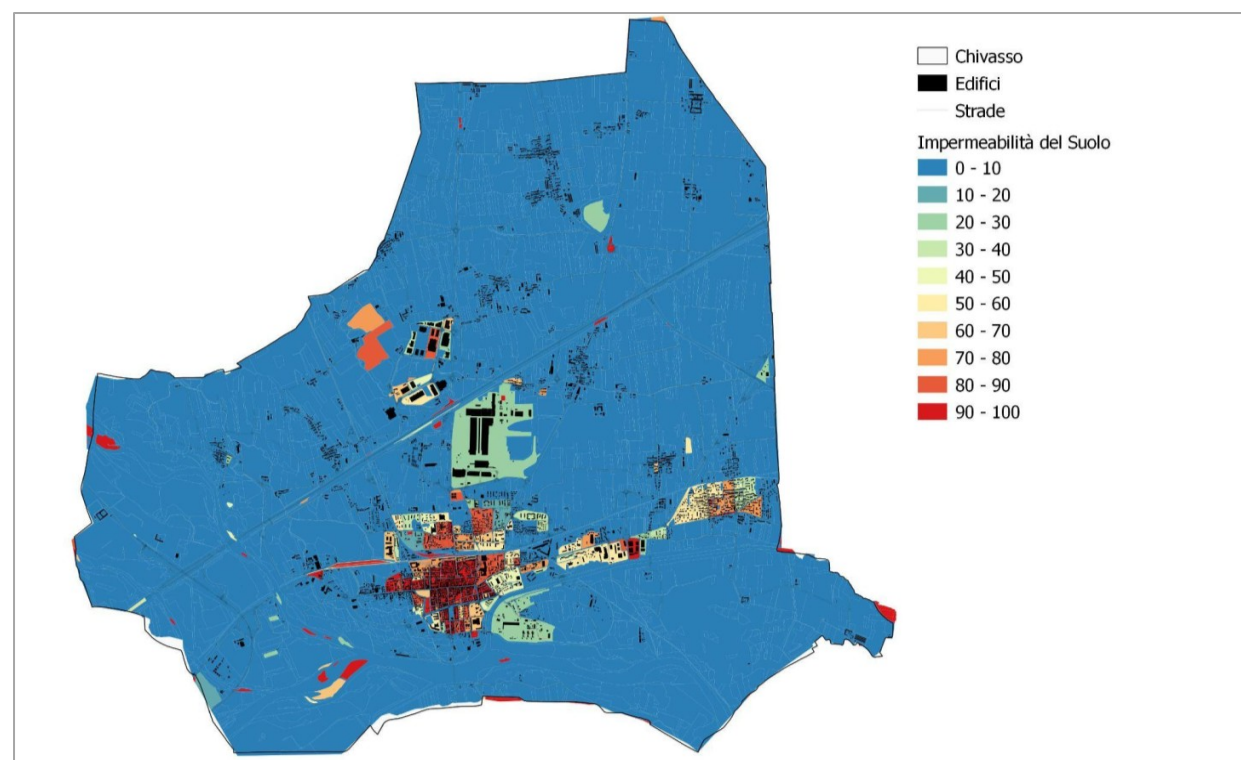
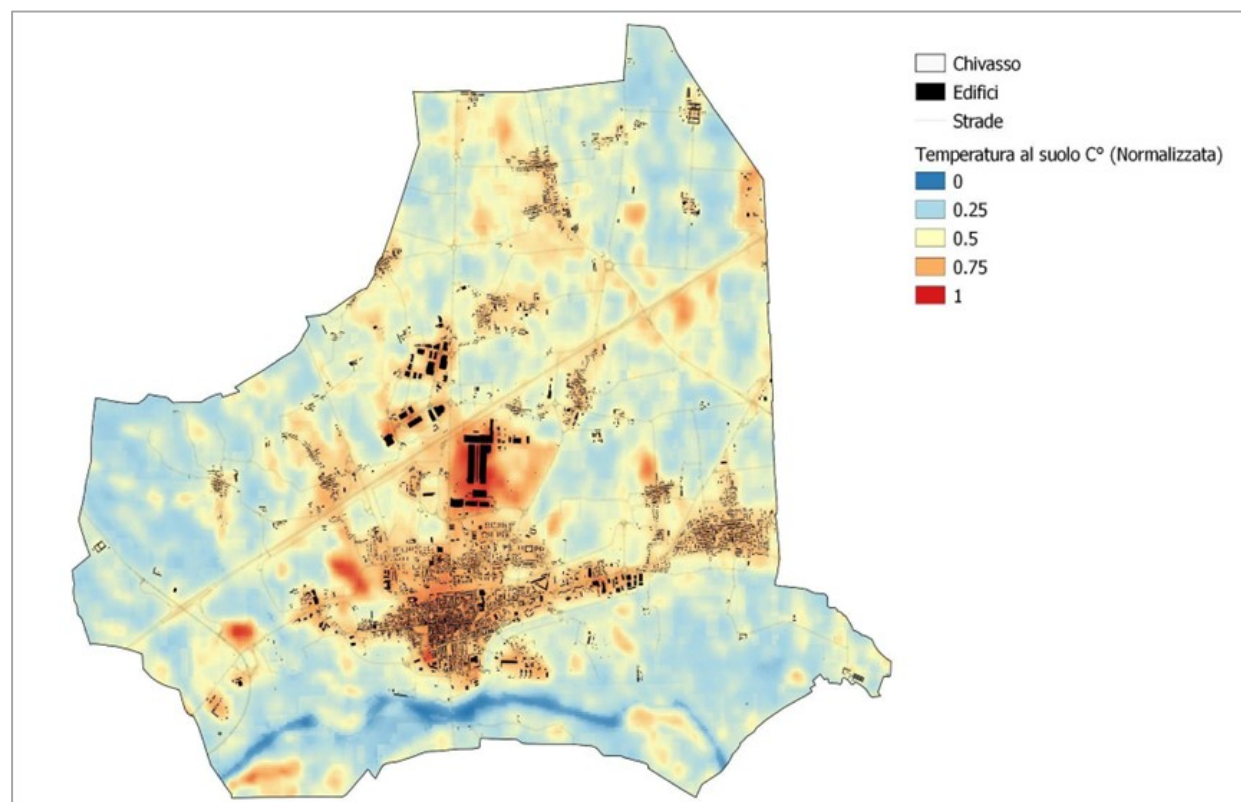
Aree verdi

Zone censuarie (permeabili e
impermeabili)





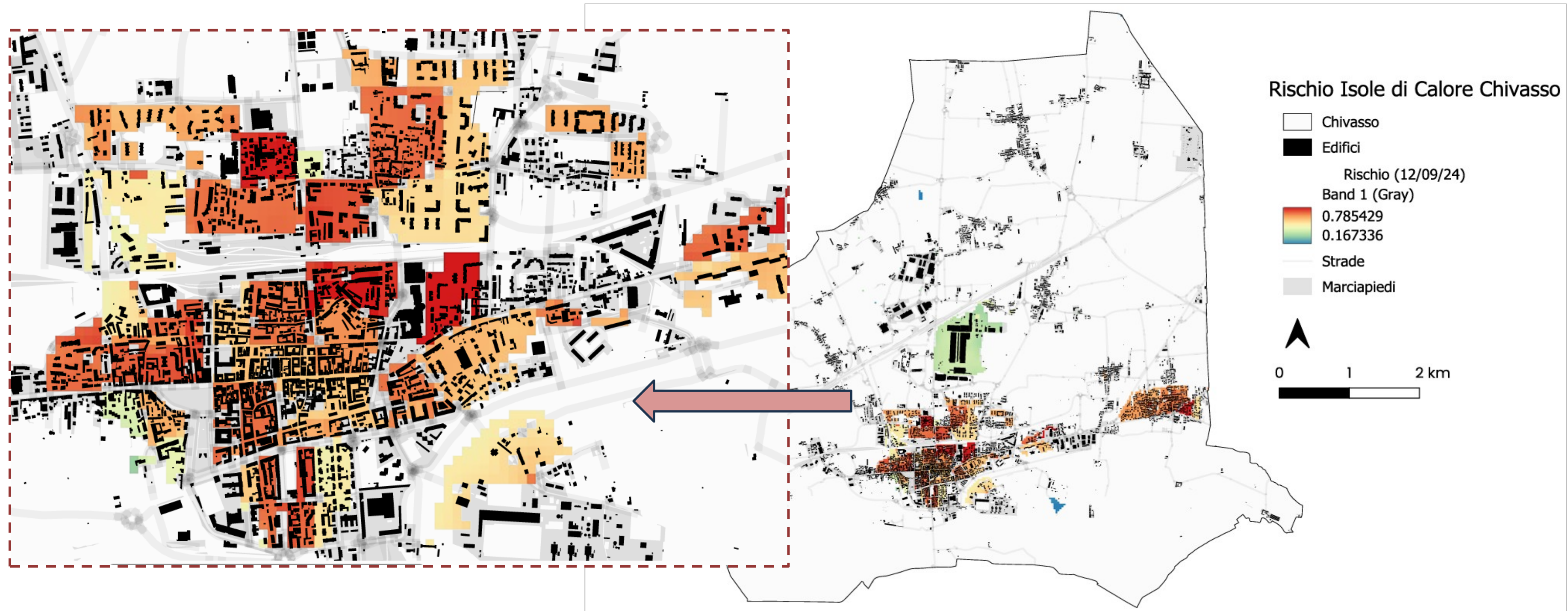
Mappa della vulnerabilità relativa alla città di Chivasso



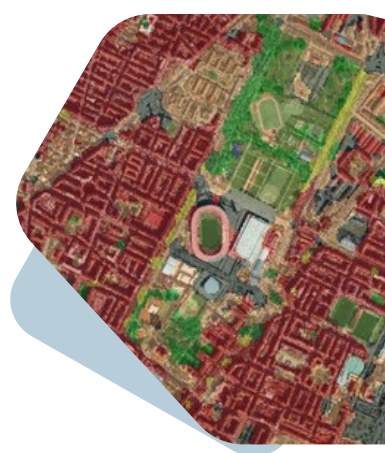
VALUTAZIONE DEL RISCHIO PER LA
SALUTE RISPETTO ALLE TEMPERATURE
ESTREME

$$HV^{W_{HV}} \times EV^{W_{EV}} \times VV^{W_V}$$

Mappa del rischio complessivo della città di Chivasso



VALUTAZIONE DEL RISCHIO TEMPERATURE ESTREME A SCALA MICROURBANA



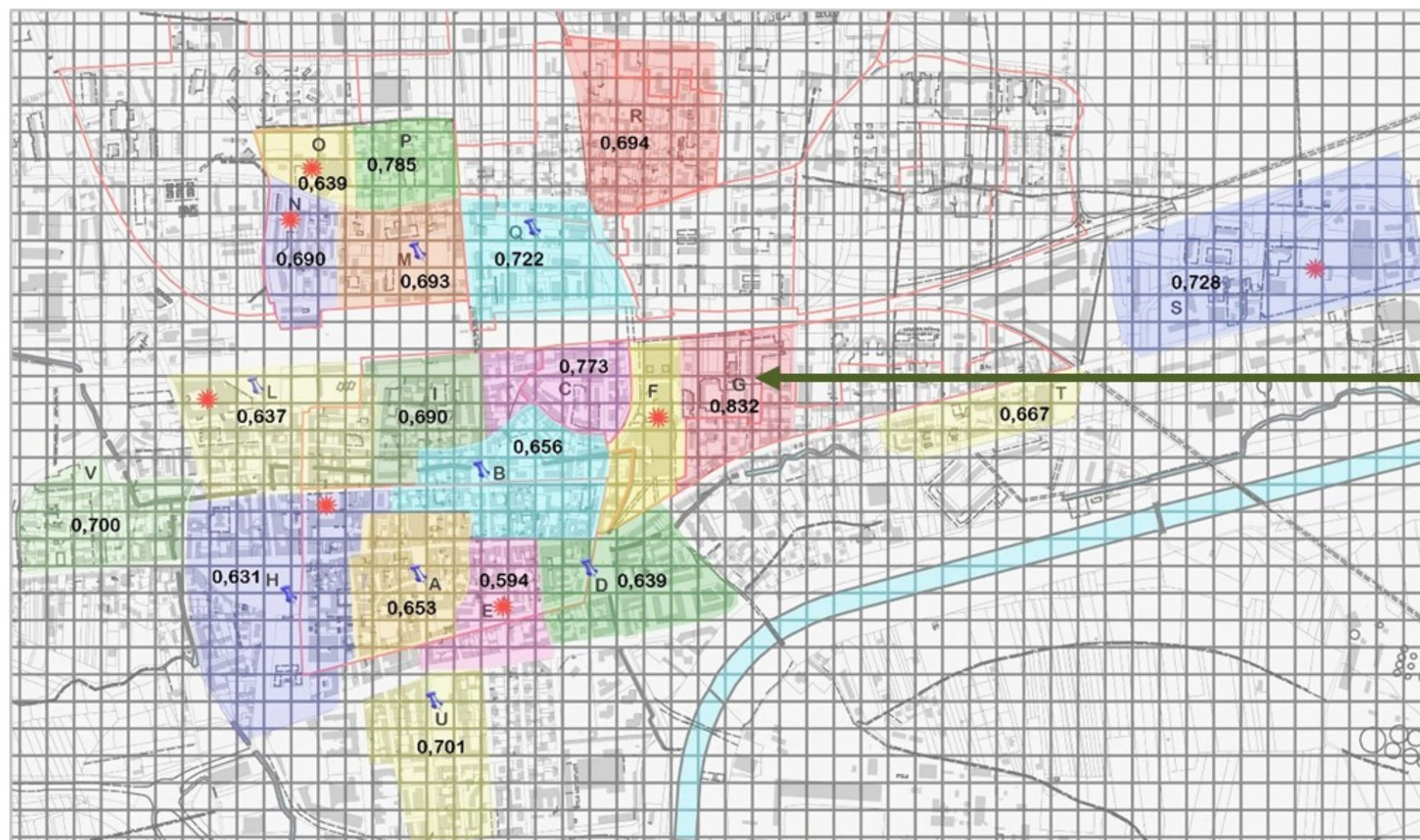
DALLA SCALA URBANA A QUELLA TATTICA: microzone urbane e i baricentri di adattamento

- Griglia 50x50 mt
- Grafo stradale
- Tessuto urbanistico
- Zone censuarie

Nodo per l'intera area
(piazze e edifici pubblici)

misure di
adattamento

Condizionare
positivamente
l'edificio
limitrofo



MICRO ZONA URBANA G

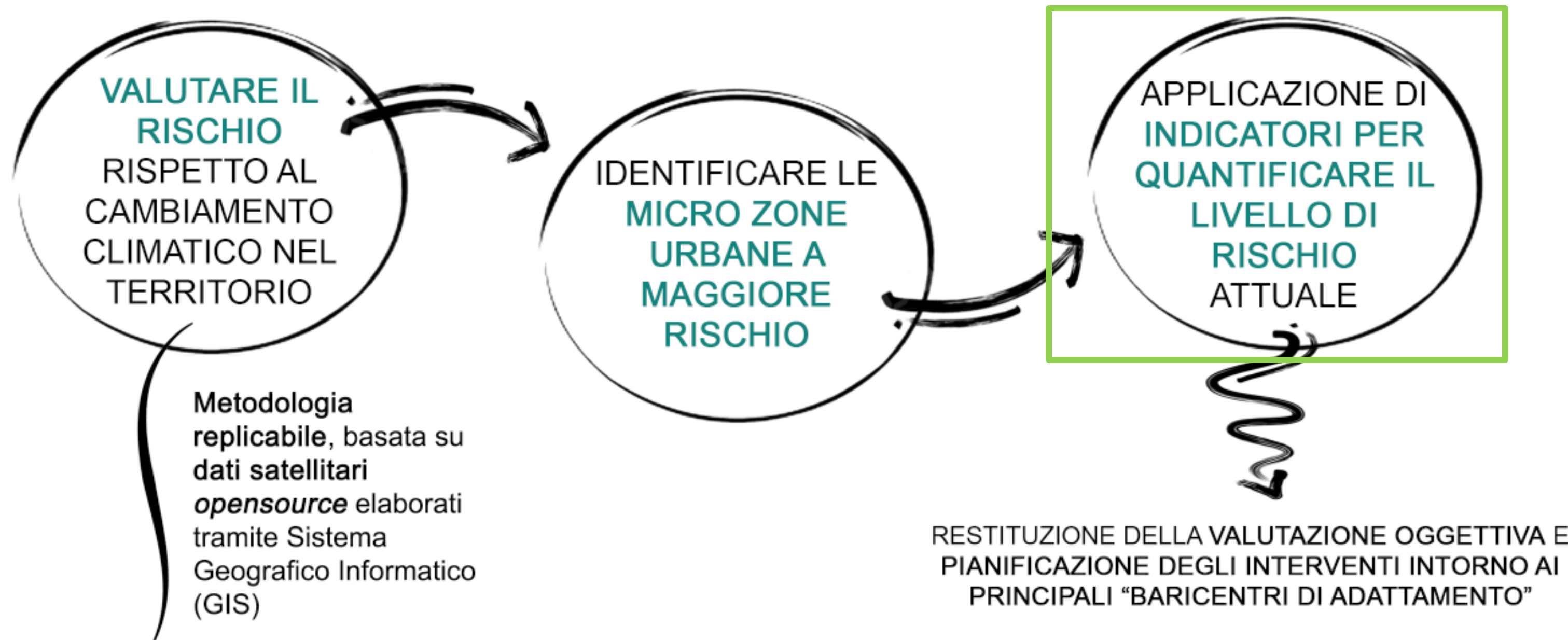


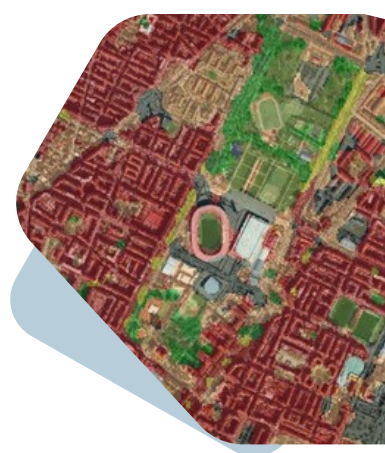
DALLA SCALA URBANA AMPIA



ALLA SCALA MICRO URBANA

ADATTARE IL TERRITORIO PER PREVENIRE I RISCHI LEGATI AI CAMBIAMENTI CLIMATICI





VULNERABILITA': CRITERI E INDICATORI

CRITERIO	INDICATORE
Capacità delle superfici pavimentate di riflettere la radiazione solare	Indice di Riflessione Solare (SRI) medio
Capacità delle coperture di riflettere la radiazione solare	Indice di Riflessione Solare (SRI) medio
Riflessività superfici orizzontali e coperture	Albedo
Disponibilità aree verdi	% aree verdi su superficie area urbana
Ombreggiamento superfici pavimentate	% aree pavimentate ombreggiate su superficie area urbana
Visibilità della volta celeste	Fattore medio di vista della volta celeste

Capacità delle coperture di riflettere la radiazione solare

COPERTURE PIANE (Pendenza pari o minore di 15°)

Indice di Riflessione Solare medio = **1**

Critico (1) = 50

Neutrale (0,5) = 75

Ottimale (0) = 100

Valore normalizzato: **1**

Livello di Vulnerabilità: **CRITICO**

COPERTURE INCLINATE (Pendenza maggiore di 15°)

Indice di Riflessione Solare medio: **37**

Critico (1) = 0

Neutrale (0,5) = 29

Ottimale (0) = 58

Valore normalizzato: **0,36**

Livello di vulnerabilità: **PIUTTOSTO POSITIVO**

Riflettività area urbana

Indicatore

Albedo medio = **0,27**

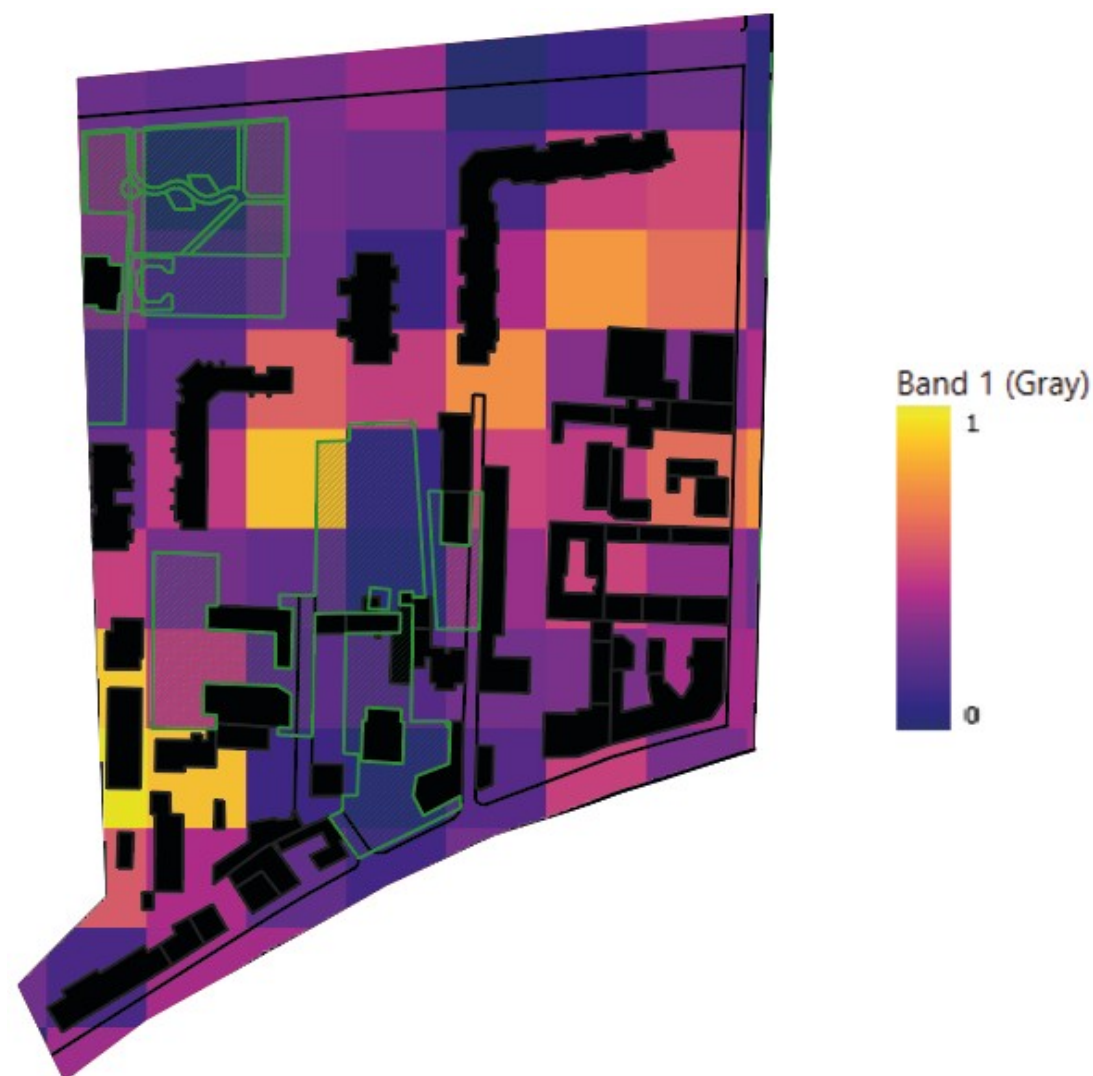
Critico (1) = 0,1

Neutrale (0,5) = 0,35

Ottimale (0) = 0,6

Valore normalizzato: **0,66**

Livello di vulnerabilità: **PIUTTOSTO NEGATIVO**



Disponibilità aree verdi

Indicatore

Percentuale aree verdi: **19%**

Critico (1) = 0

Neutrale (0,5) = 36

Ottimale (0) = 72

Valore normalizzato: **0.74**

Livello di Vulnerabilità : **PIUTTOSTO NEGATIVO**



Superfici pavimentate ombreggiate

Indicatore

Percentuale aree ombreggiate
Il 21 giugno alle ore 12.00= **20%**

Critico (1) = 0

Neutrale (0,5) = 36

Ottimale (0) = 72

Valore normalizzato: **0.60**

Livello di Vulnerabilità : **NEUTRALE**



Vista della volta celeste

Indicatore

Fattore medio di vista della volta celeste = **0,74**

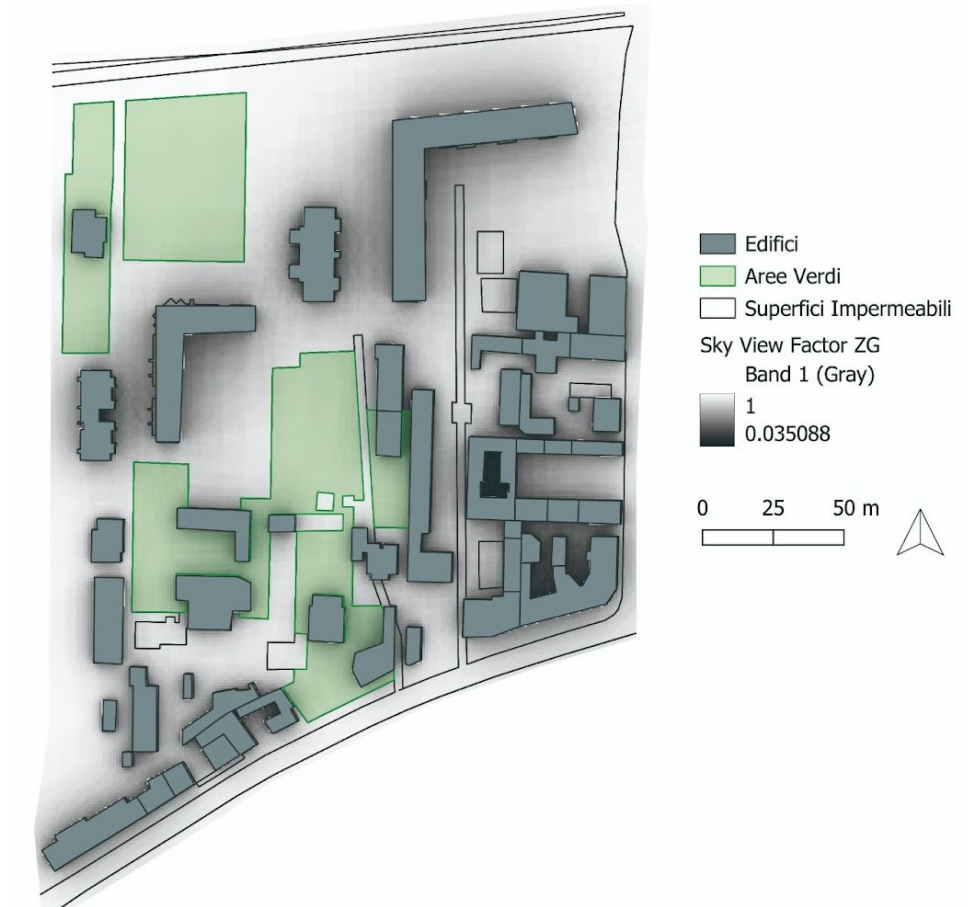
Critico (1) = 0

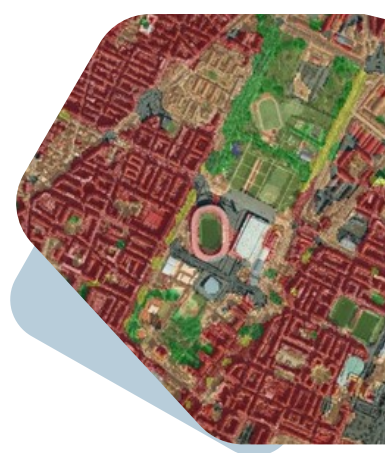
Neutrale (0,5) = 0,5

Ottimale (0) = 1

Valore normalizzato: **0,26**

Livello di Vulnerabilità : **PIUTTOSTO POSITIVO**





Vulnerabilità complessiva

Punteggio

Peso

$$VV = \sum_{i=1}^n (I_i \times W_i)$$

Codice	Criterio	Classe vulnerabilità	Valore normalizzato	Peso
T.E.1	Capacità delle superfici pavimentate di riflettere la radiazione solare	Piuttosto negativo	0,72	25%
T.E.2	Capacità delle coperture di riflettere la radiazione solare	Neutrale	0,42	15%
T.E.3	Riflettività zona urbana	Piuttosto negativo	0,66	15%
T.E.4	Disponibilità aree verdi	Piuttosto negativo	0,74	25%
T.E.5	Superfici pavimentate ombreggiate	Neutrale	0,60	10%
T.E.6	Vista della volta celeste	Piuttosto positivo	0,26	10%

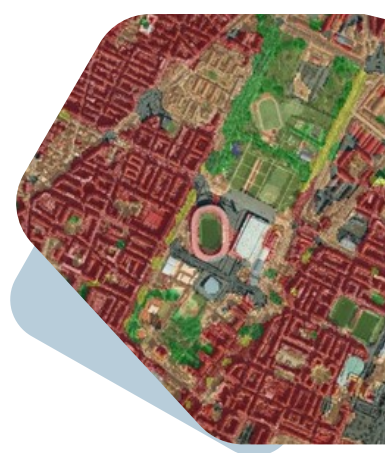
VV = 0.72 x 0.25 + 0.42 x 0.15 + 0,66 x 0,15 + 0,74 x 0.25 + 0,60 x 0.10 + 0.26 x 0.10 = **0,61**

Nel complesso l'area urbana presenta alcune **criticità** in relazione soprattutto alla **capacità di riflettere la radiazione solare da parte delle superfici pavimentate** (30% c.a. superficie urbana coperta da asfalto nero) e alla **non elevata disponibilità di aree verdi**.
L'unico aspetto che risulta “piuttosto positivo” è la "**vista della volta celeste**", che **permette una discreta dispersione del calore durante la notte**, anche se questo non è sufficiente a compensare le altre vulnerabilità critiche.

Valore Vulnerabilità medio = **0,61**

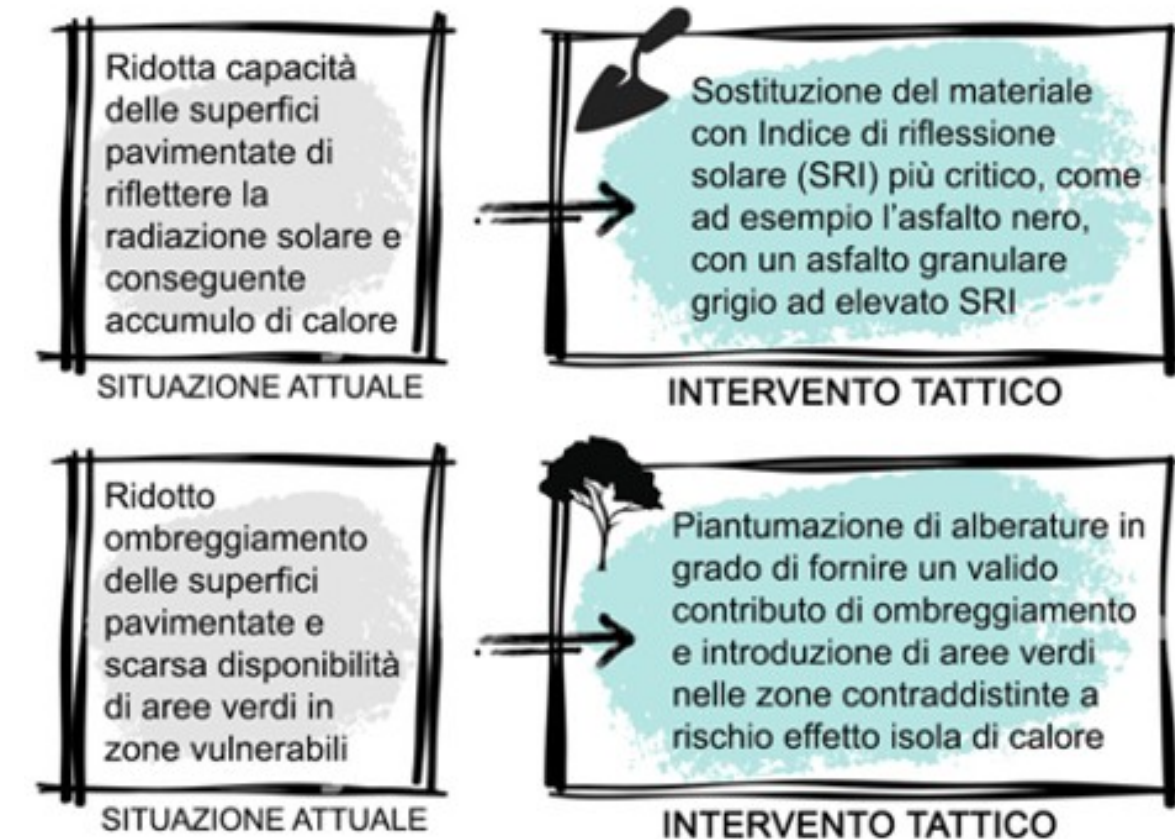
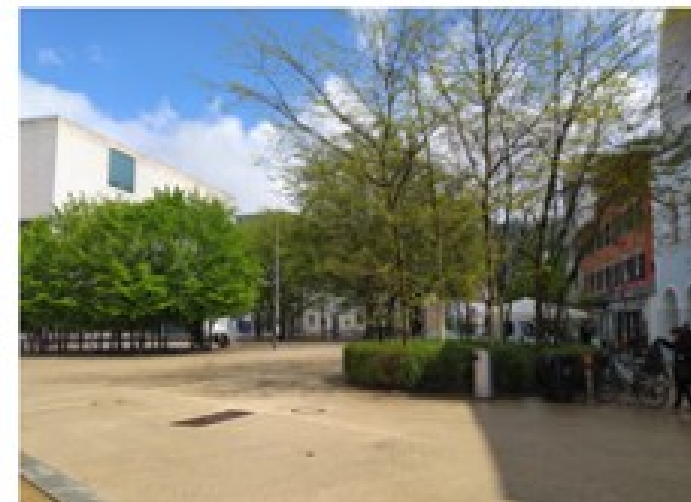
Livello vulnerabilità = **PIUTTOSTO NEGATIVO**

Pianificare gli interventi migliorativi



Capacità delle superfici pavimentate di riflettere la radiazione solare

- Valore attuale - SRI medio = 16
Valore normalizzato : 0.72
Livello di Vulnerabilità: Piuttosto Negativo
 - Valore Obiettivo - SRI medio = 29
Valore Normalizzato: 0,5
Livello di vulnerabilità: Neutrale
- OBIETTIVO**
Per raggiungere una classe di vulnerabilità «neutrale», il valore dell'indicatore dovrà essere aumentato dell'81%
- Come ?**
Variando parte dei tipi di pavimentazione, introducendone altri con SRI più elevati



Pianificare gli interventi migliorativi



Stato attuale



	Area m2	SRI	SRI pesato
Autobloccante rosso	842	25	21057
Autobloccante chiaro	4480	37	165744
Ghiaia	584	27	15757
Porfido	639	15	9581
Asfalto nero	14258	6	85547
Calcestruzzo Chiaro	5738	21	120502
Asfalto chiaro	621	27	16761
Autobloccante grigliato	187	40	7482
TOTALE	27348		442432
SRI medio	16		

Intervento migliorativo



	Area m2	SRI	SRI pesato
Autobloccante rosso	842	25	21057
Autobloccante chiaro	4480	37	165744
Ghiaia	584	27	15757
Porfido	639	15	9581
Asfalto nero	4258	6	25547
Asfalto elevato SRI	10000	40	400000
Calcestruzzo Chiaro	5738	21	120502
Asfalto chiaro	621	27	16761
Autobloccante grigliato	187	40	7482
TOTALE	27348		782432
SRI medio	29		

VALORE NORMALIZZATO = 0,5

NUOVO VALORE DI SRI
NORMALIZZATO: 0,5

Vulnerabilità complessiva



Punteggio

↓

Peso

↓

$$VV = \sum_{i=1}^n (I_i \times W_i)$$

Criterio	V. norm.	Peso
Capacità delle superfici pavimentate di riflettere la radiazione solare	0,5	0,25
Capacità delle coperture di riflettere la radiazione solare	0,42	0,15
Riflettività superfici orizzontali e coperture	0,66	0,15
Disponibilità aree verdi	0,74	0,25
Superfici pavimentate ombreggiate	0,60	0,10
Vista della volta celeste	0,26	0,10

↓

$$VV = 0.50 \times 0.25 + 0.42 \times 0.15 + 0.66 \times 0.15 + 0.74 \times 0.25 + 0.60 \times 0.10 + 0.26 \times 0.10 = 0,56$$

↑

NUOVO VALORE DI SRI
NORMALIZZATO: 0,5

Valore Vulnerabilità medio = 0,56

Livello vulnerabilità = **NEUTRALE**

L'introduzione delle misure di adattamento nella revisione del Piano Regolatore Generale



→ In riferimento al tessuto urbano consolidato

VAS e RAPPORTO AMBIENTALE: «approfondimento climatico»

Per ogni rischio climatico si predispone un allegato al rapporto ambientale che conterrà:

- QUADRO CONOSCITIVO dello stato di fatto (per microarea urbana)
- METODO DI CALCOLO DEGLI INDICATORI
- VALUTAZIONI CLIMATICHE: applicazione degli *indicatori prestazionali* e definizione dei *target* da raggiungere
- CRUSCOTTO DI MONITORAGGIO: che consenta di verificare nel tempo la bontà delle soluzioni proposte

L'introduzione delle misure di adattamento nella revisione del Piano Regolatore Generale



→ In riferimento al tessuto urbano consolidato

NORME TECNICHE di ATTUAZIONE (NTA)

L'allegato alle NTA (suscettibile di aggiornamento) conterrà:

- **OBIETTIVI CUI TENDERE** e requisiti da mantenere (per microarea urbana)
- **NORME SPECIFICHE PER LE AREE IN TRASFORMAZIONE**
- **ABACO DI SOLUZIONI** per elemento architettonico

→ Le SCHEDE D'AREA (incluse nel PRG) regoleranno le prescrizioni per i nuovi insediamenti urbani, contenendo specifiche inerenti modalità costruttive per un ambiente adattato e resiliente ai CC

Sinergie Europee in corso...

SuPeRBE

Supporting Cross-scale Planning and Policy readiness for a Resilient Built Environment

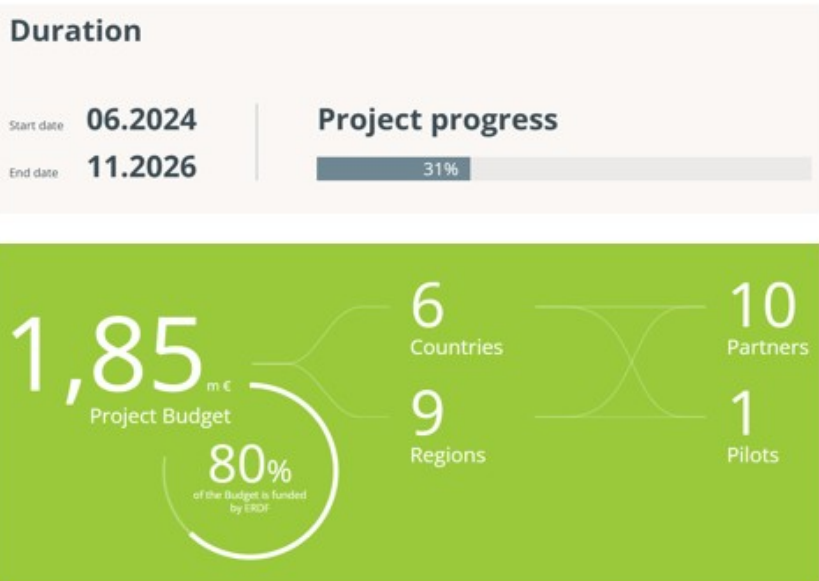


SuPeRBE



Helping regions to adapt buildings to extreme weather

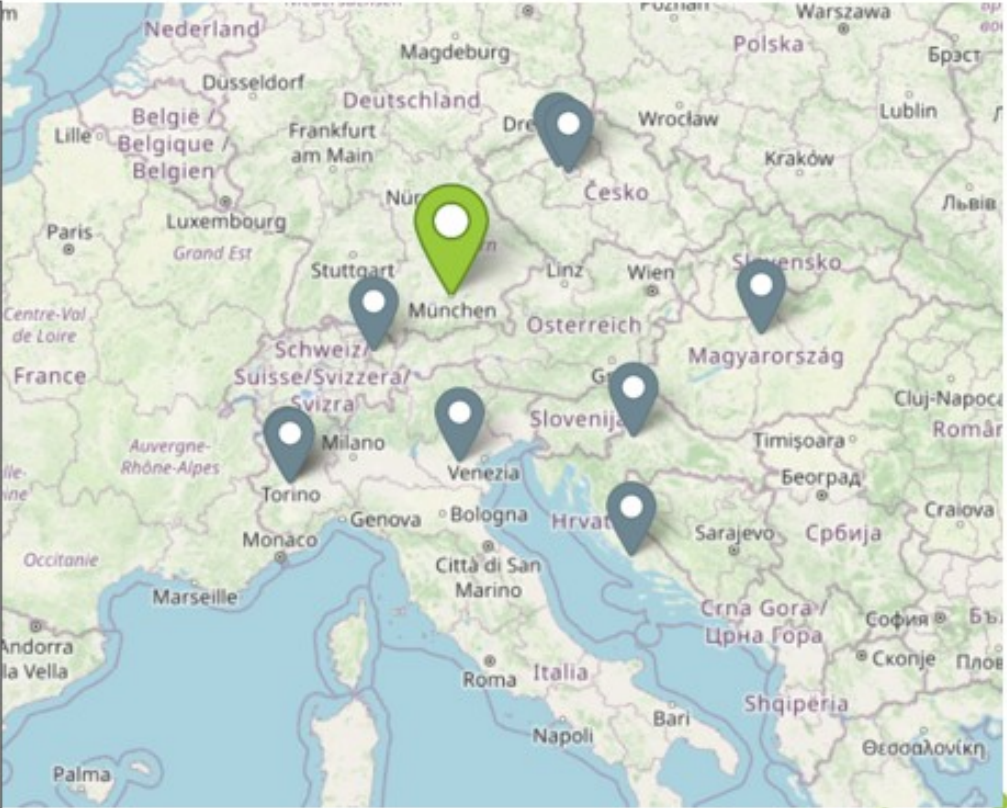
<https://www.interreg-central.eu/projects/superbe/>



Lead partner

Hochschule München University of Applied Sciences

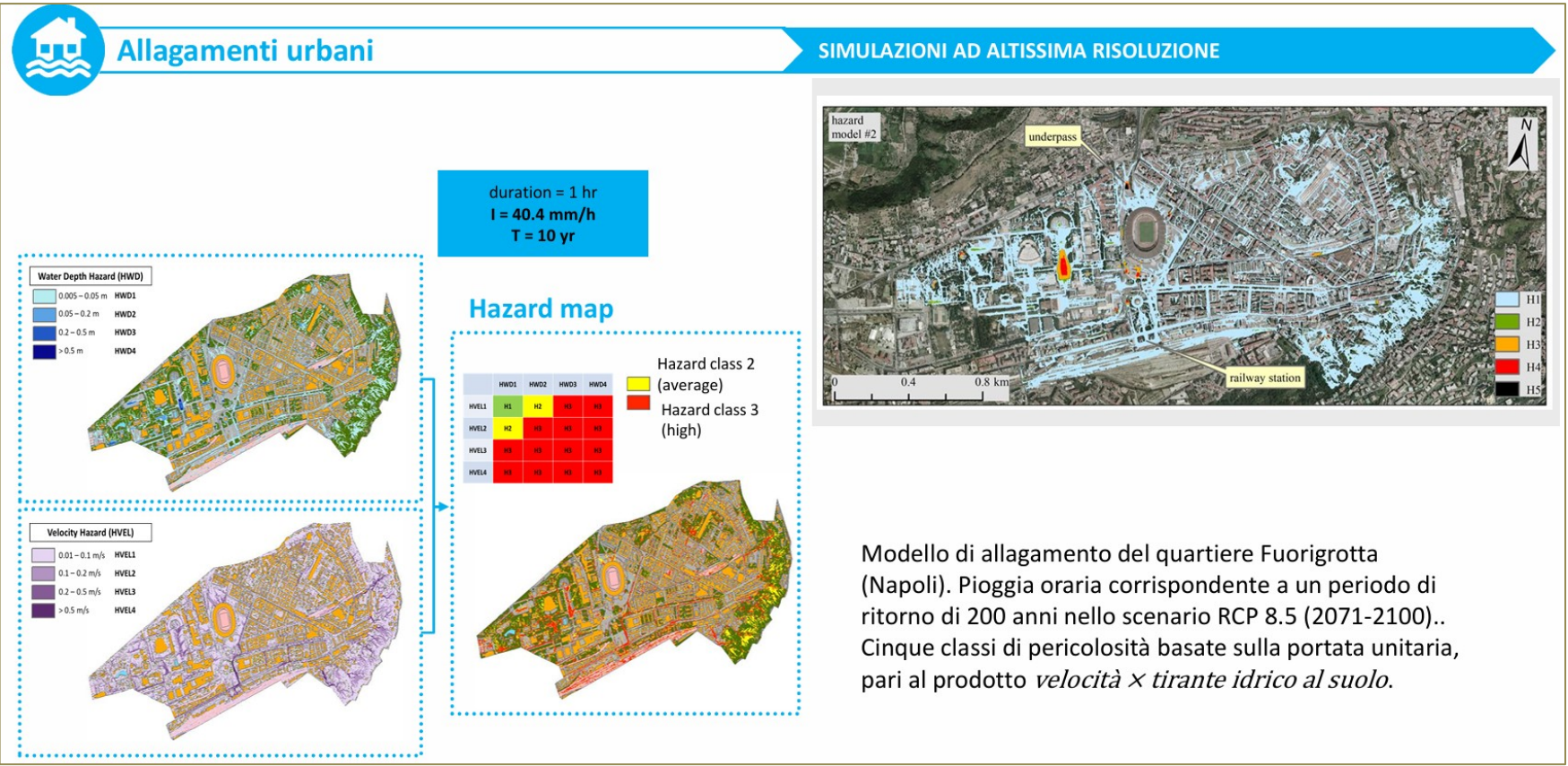
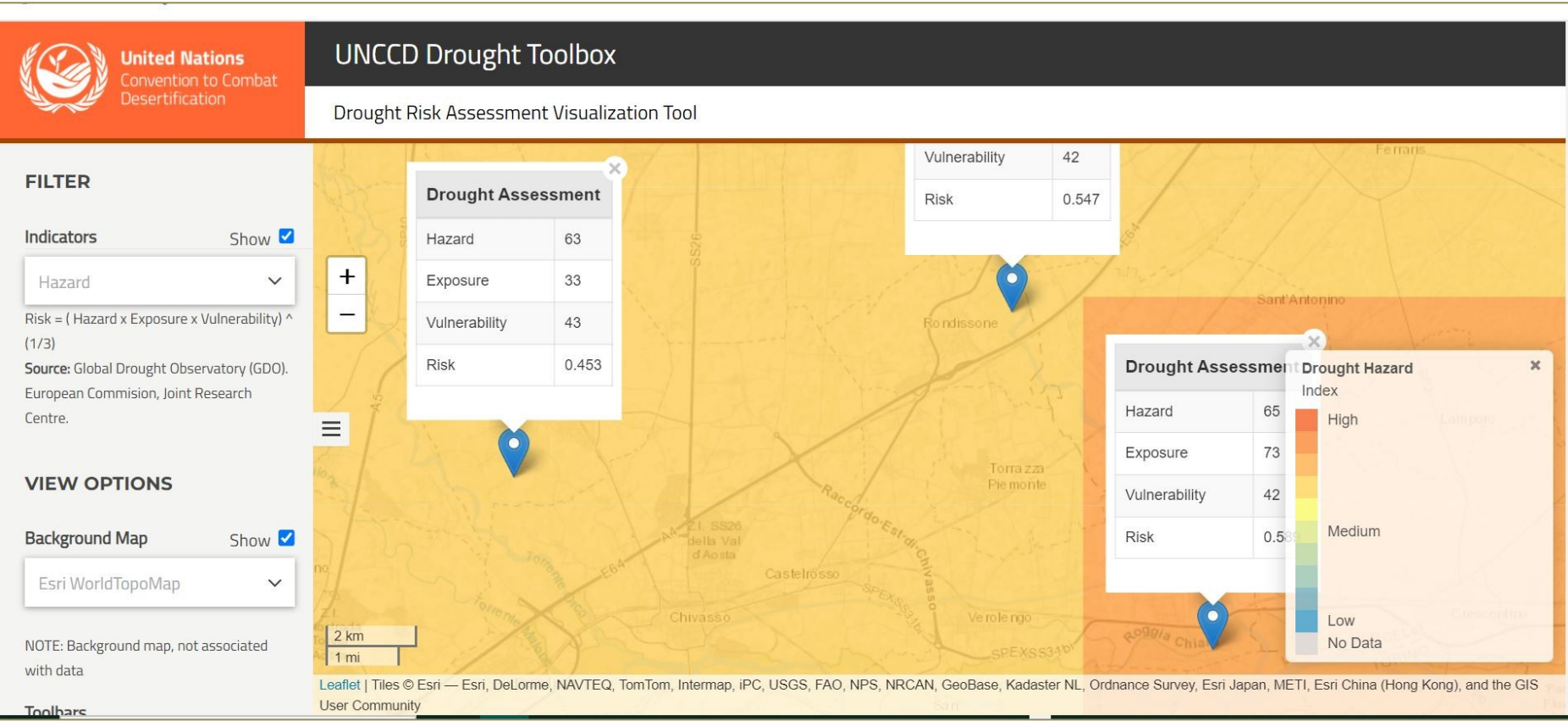
- iiSBE Italia R&D S.r.l. - I.S.**
- Czech Technical University in Prague**
- FeliCITY-Tools Engineering Ltd.**
- Energy Institute Hrvoje Požar**
- City of Sibenik**
- Veneto Region**
- Piemonte Region**
- Municipality of Schnifis**
- Municipal District of Prague 5**



<https://www.interreg-central.eu/projects/superbe/>

... e l'analisi di altri rischi climatici

Siccità



Piogge intense e allagamenti

Premio “Comuni Virtuosi 2024” al Comune di Chivasso per l’introduzione di una metodologia innovativa per l’adattamento ai cambiamenti climatici sviluppata da iiSBE Italia R&D, nella revisione del PRGC

Nella categoria “**Gestione del Territorio**”, il Comune di Chivasso si è aggiudicato il **primo premio nazionale “Comuni Virtuosi 2024”**, candidando la sua esperienza d’avanguardia nell’applicazione, all’interno della revisione in corso del PRGC, di una metodologia innovativa in grado di individuare le aree urbane a maggiore vulnerabilità climatica.

La premiazione, organizzata dalla Presidente dell’Associazione Comuni Virtuosi Asia Trambaioli, si è svolta il 14 dicembre 2024, a Carmignano, Prato.

