

Commissione Consiliare
15 maggio 2025

Piano Urbanistico Generale

Assessorato all'Urbanistica ed Edilizia privata
Servizio Pianificazione Urbanistica e Politiche per l'Ambiente

Comune di Forlì

Piano Urbanistico Generale (PUG)

Attività di supporto alla caratterizzazione della pericolosità idraulica

Stefano Bagli

Paolo Mazzoli

GECOsistema S.r.l.

www.gecosistema.com

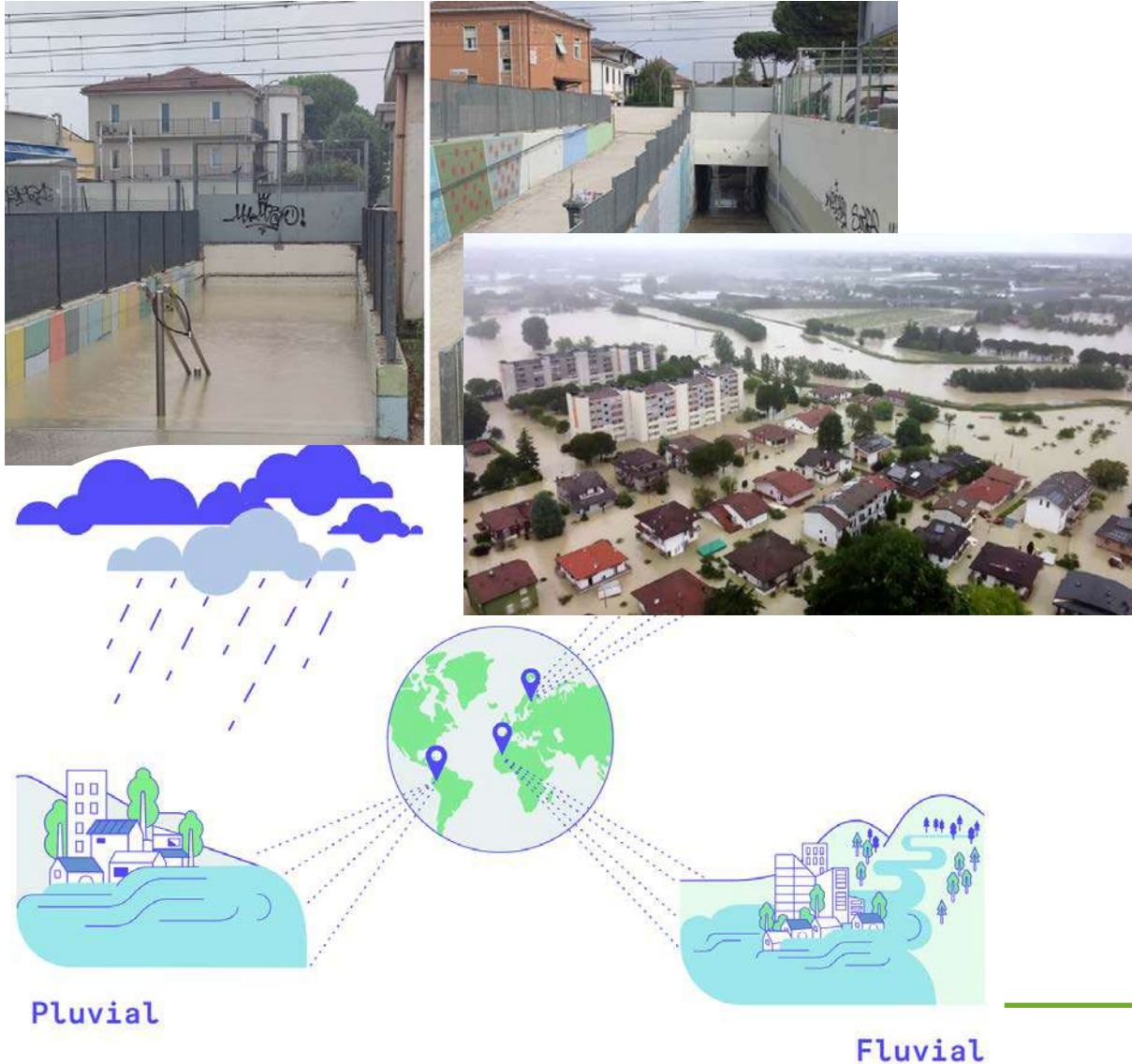
www.saferplaces.co

Commissione Consiliare

15/05/2025



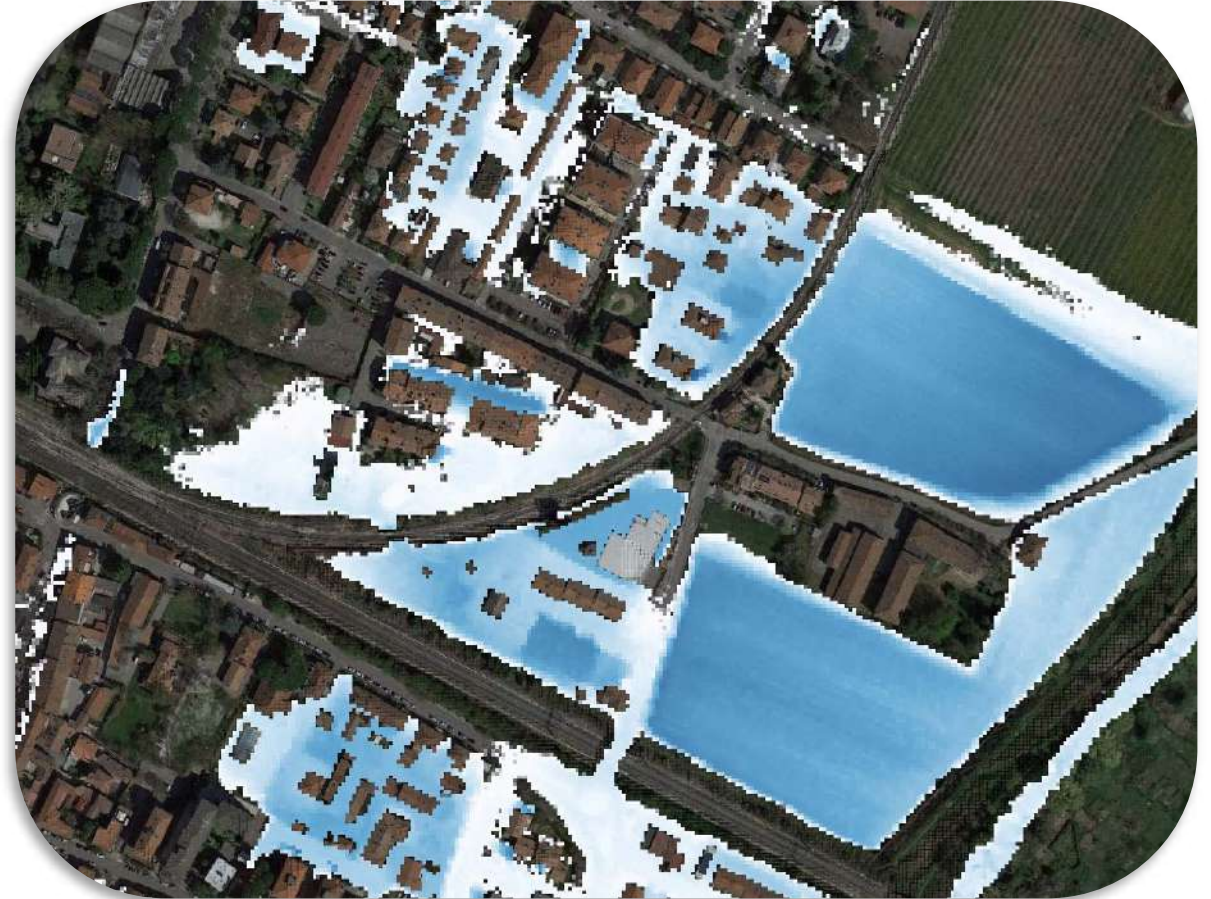
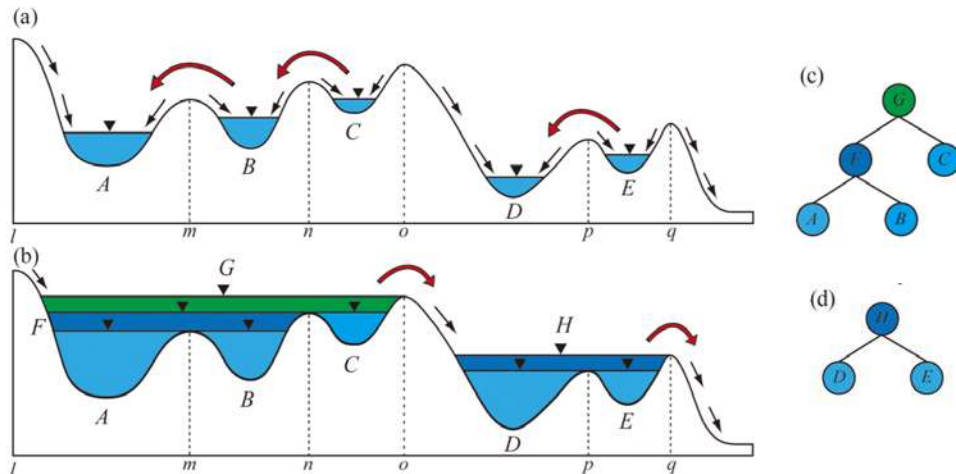
Obiettivi dell'analisi



- Utilizzo della tecnologia SaferPlaces (www.saferplaces.co) - Digital Twin
- Caratterizzare la pericolosità idraulica **Pluviale** e **Fluviale** alla scala territoriale ad alta risoluzione ma con metodi semplificati (Rapid Mapping)
- Supporto alla descrizione dello stato di fatto – Approfondimento del PGRA VIGENTE
 - Alla scala territoriale del Comune
 - Con dati ad alta risoluzione
 - Con schemi idraulici semplificati
- Supporto alle norme e agli interventi del PUG
- **Notevole miglioramento del QC rispetto alle mappe del PGRA**

Analisi- dettagli e limiti

- Schemi idraulici semplificati
 - Metodo »Idrostatico« con leggera **sottostima nelle aree di scorrimento tra le depressioni**
 - Buona rappresentazione delle condizioni a fine evento nelle aree di accumulo delle acque (depressioni)





SaferPlaces Global Platform

Soluzione AI e Gemello digitale
per *Flood Risk Intelligence* in
aree urbane

www.saferplaces.co

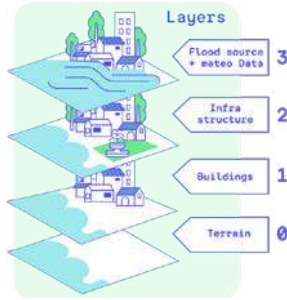


Piattaforma Web based centrata sull'utente che permette:

- Pianificazione di scenari multipli e valutazione del rischio
- Modellazione in tempo reale
- Alta risoluzione
- Clima storico e in Cambiamento Climatico
- Gemello digitale della Città
- Città in evoluzione

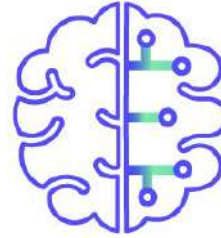


Tre pilastri della piattaforma



Digital Twin - Big Open Data

- Climate data
- Geospatial data
- Satellite data
- On-site IoT data



AI and Raster Algorithms (IPRs)

- Data driven flood hazard models
- Fast and cost-effective
- Damage assessment algorithms



Cloud Computing

- Scalable and elastic
- Real-time fast processing

[FULL LIST OF PUBLICATIONS](#)

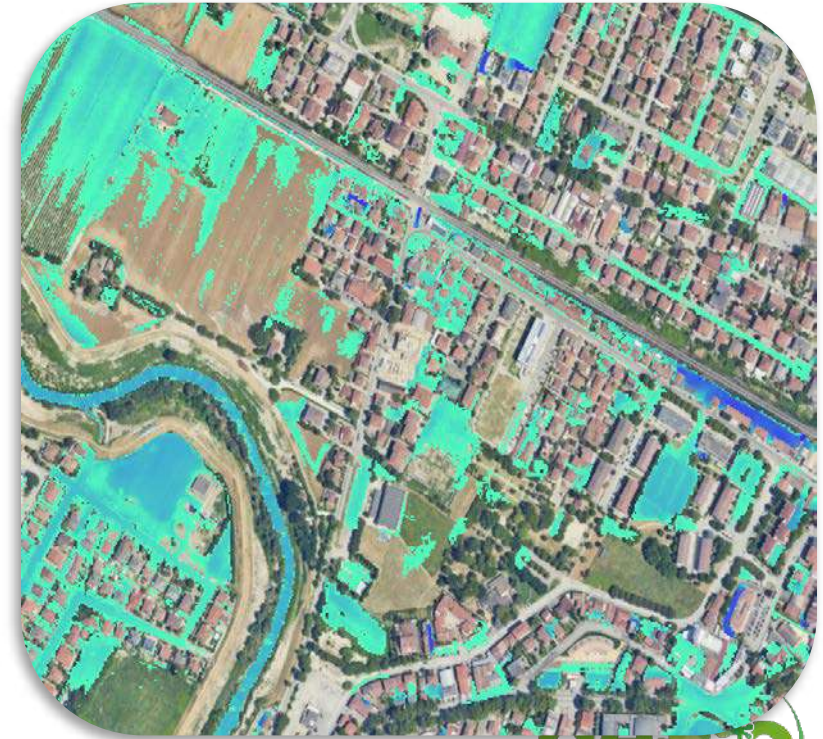
Analisi- Eventi Pluviali e Fluviali

- Piogge estreme e volumi fuoriusciti da fiumi e canali sono un **input**

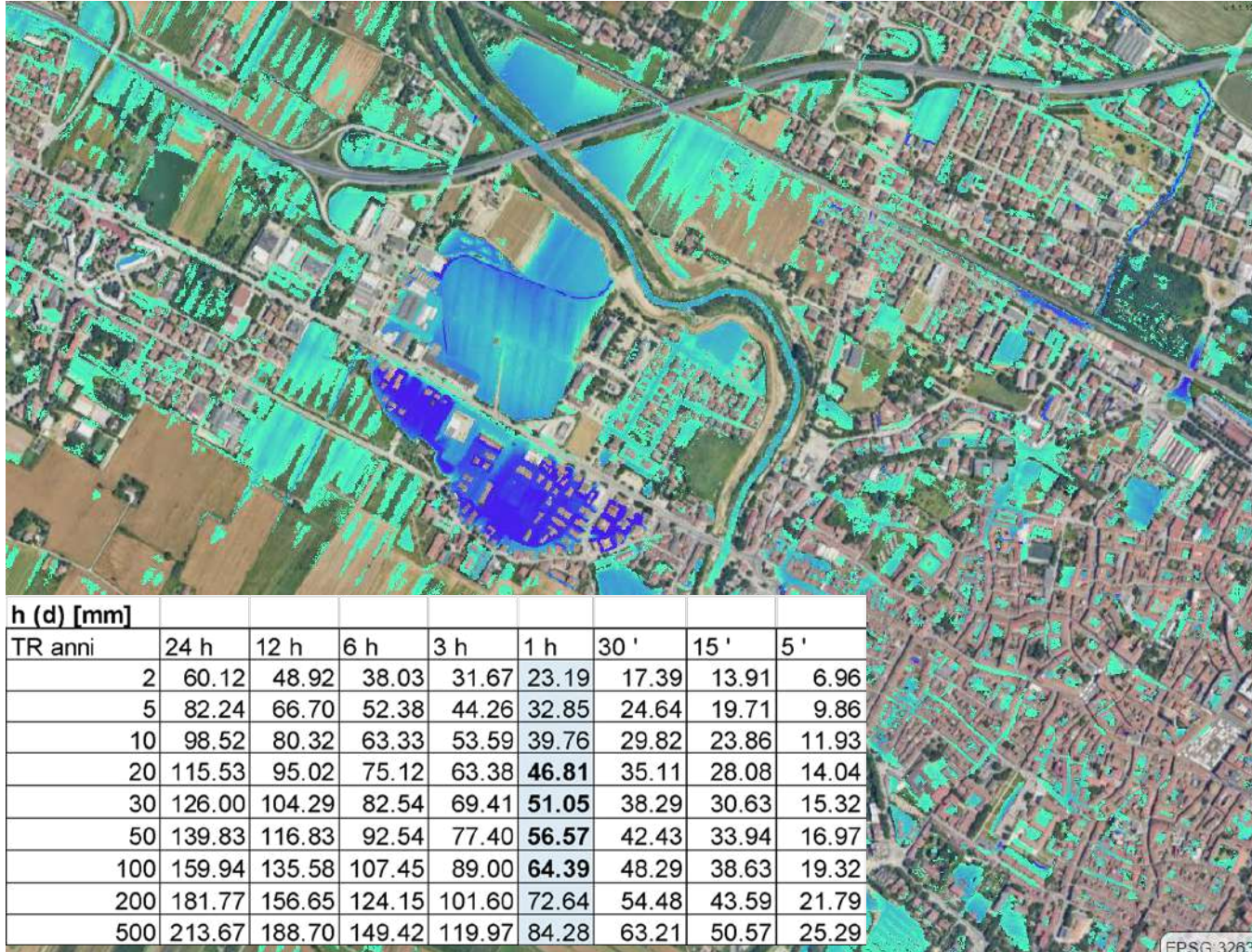


Mappe ad alta risoluzione

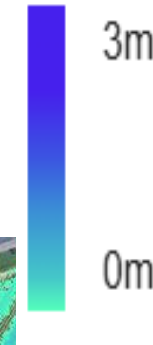
- Topografia ad alta risoluzione
- Tiranti idraulici e possibili norme e interventi PUG per la mitigazione
- Caratterizzazione pericolo a maggior dettaglio rispetto al PGRA VIGENTE.



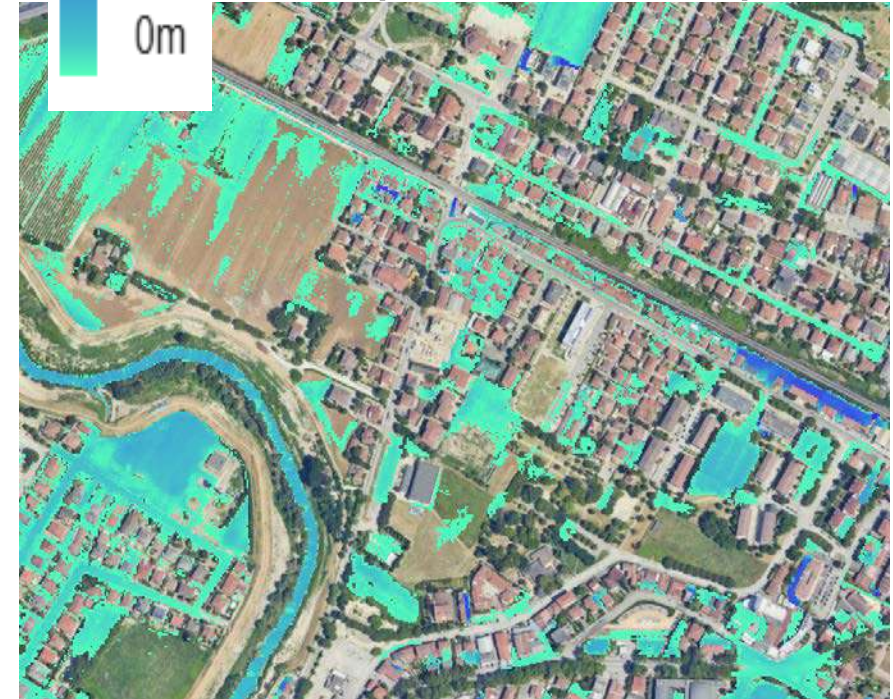
Esempio di mappe - Eventi Estremi Pluviali



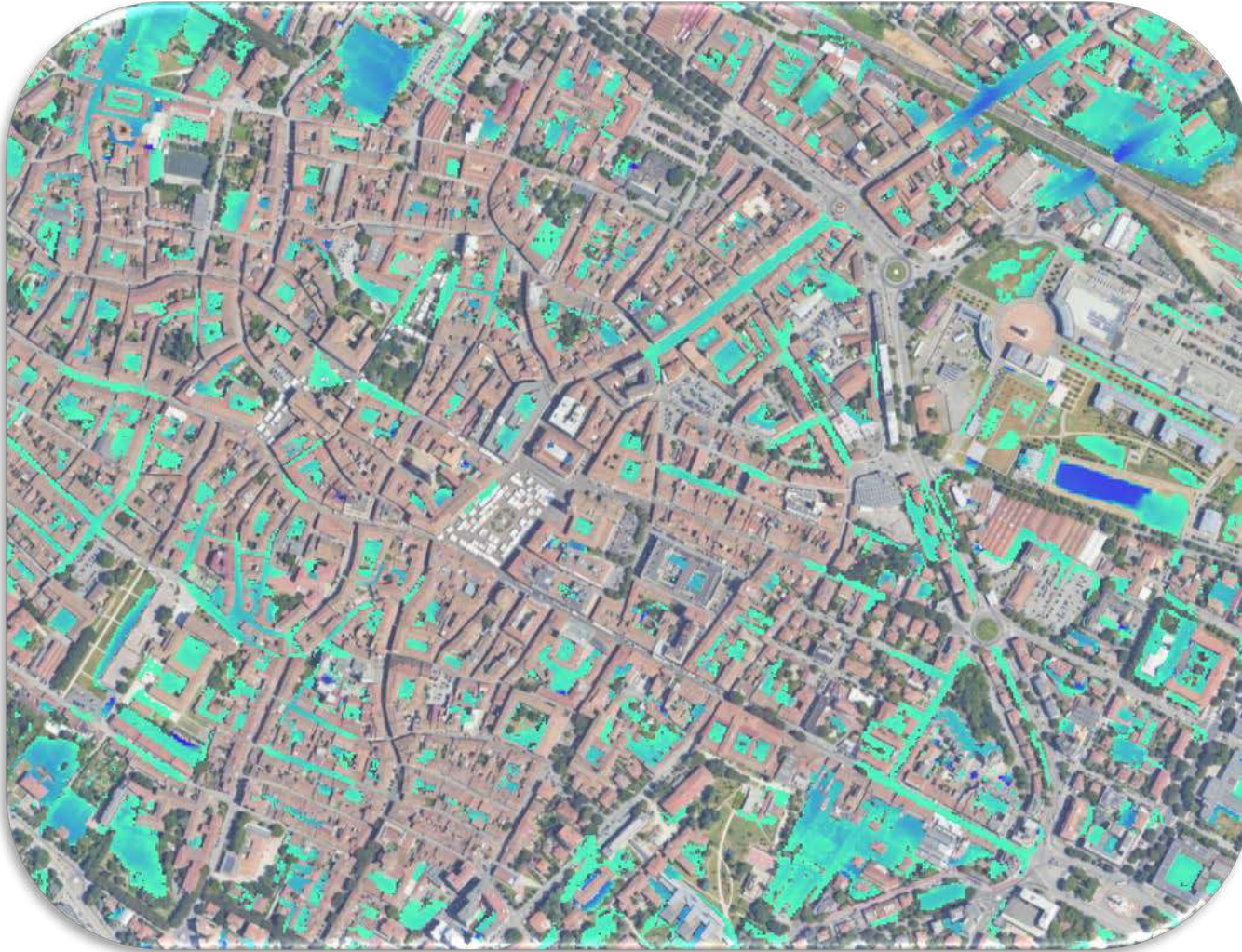
Tiranti h [m]



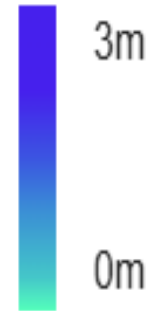
- Piogge di assegnata durata (1 ora)
- Diversi tempi di ritorno (30-200 anni)



Esempio di mappe - Eventi Pluviali – Centro Storico

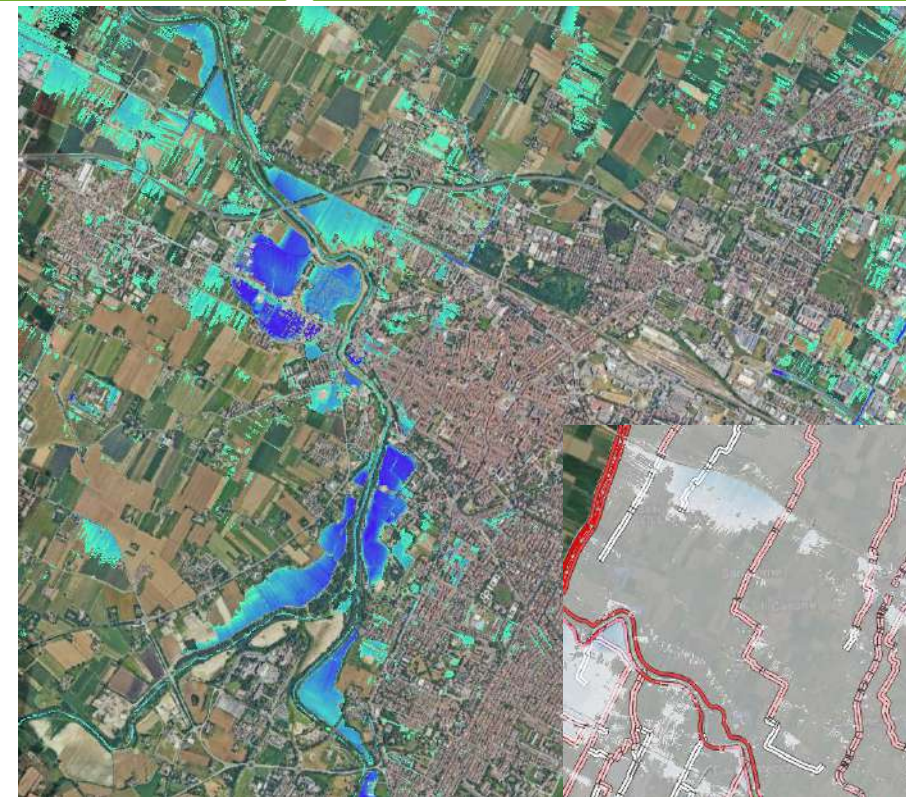


Tiranti h [m]

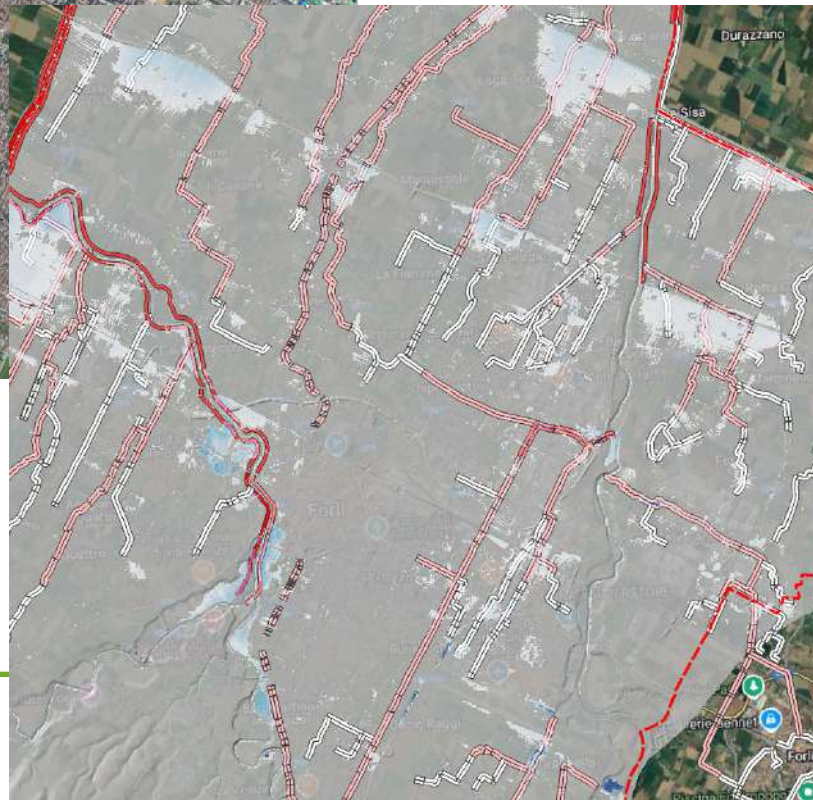
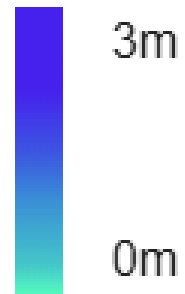


- Allagamenti per accumulo in caso eventi di estremi sul territorio urbanizzato

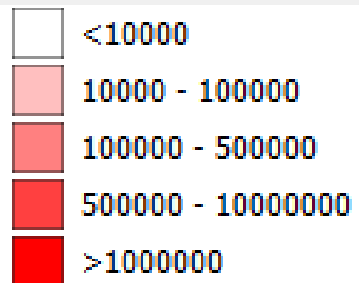
Esempio di mappe Allagamento da reticolo fluviale



Tiranti TR 200 [m]



Volumi TR 200 [m3]

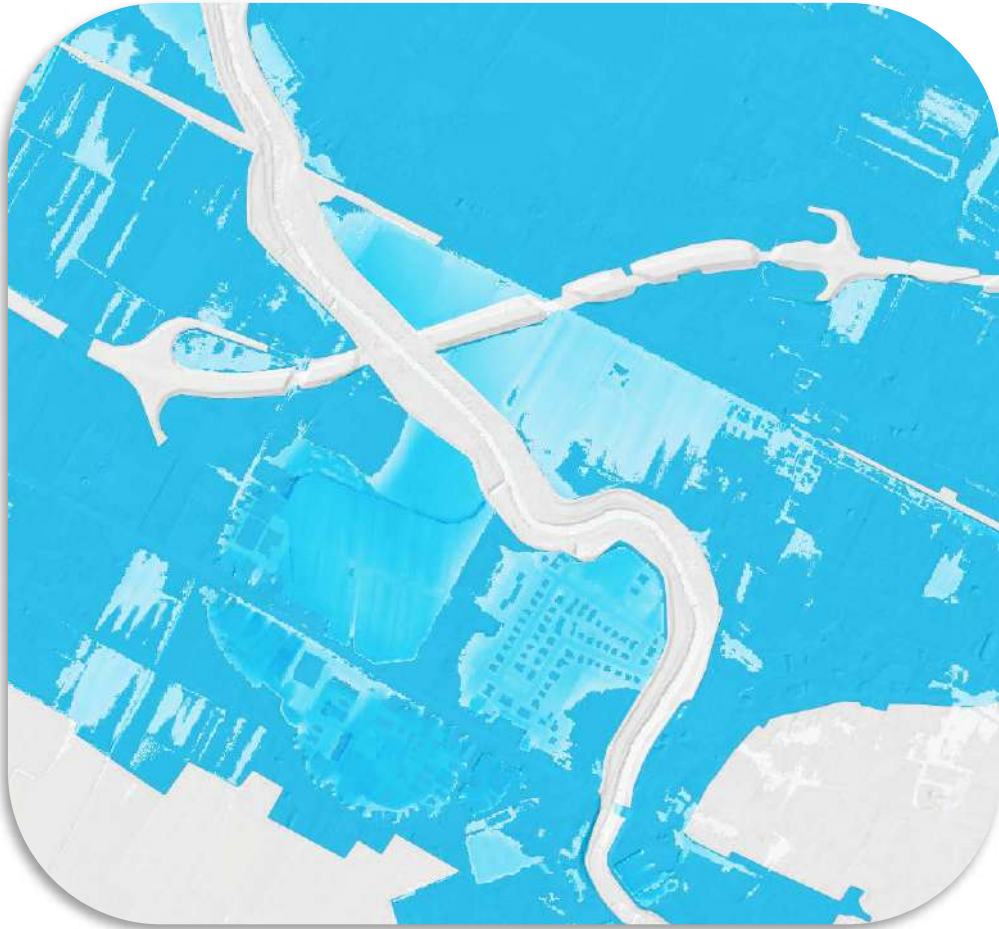


- Tratti (e volumi) esondabili TR 30/50 e TR 200 anni con Consorzio e Prot. Civ.
- Mappa tiranti di pianura TR 30/50 e TR 200 anni ad alta risoluzione
- Integrazione di analisi con evento 2023



Confronto con Evento Maggio 2023

Evento maggio 2023



- **LIMITI**

- Gli strumenti di modellistica utilizzati non si prestano ad analisi di dettaglio post-evento
- I punti di rilascio fluviale con TR200 anni non sono necessariamente rappresentativi del mega evento di Maggio 2023
- Le aree allagate sono pur sempre una foto statica e senza effetti dinamici

- **Confronto Mappe PUG e Evento Maggio 2023**

- Perimetrazioni totali Aree Allagate (fonte RER WMS – v5 – azzurro scuro
- Aree di invaso statiche (tiranti mappabili – azzurro chiaro)

Servono per aggiungere eventuali punti di rilascio per i tiranti fluviali TR 200 nelle aree allagate

Nota sulla pianificazione sovraordinata

- Oggi le mappe PGRA sono ancora mappe statiche su due livelli di pericolosità P2-P3, su Forlì esiste anche in pianura una mappa di tiranti idrici di pianura su base di vecchi DTM(CTR)
- Le norme tuttora vigenti sono quelle dei precedenti PAI coordinate con le cartografie PGRA a diverso gradi di aggiornamento
- Il PGRA è in fase di aggiornamento :
 - Avviato il 22 dicembre 2024 il processo si concluderà entro il 22 dicembre 2027 con adozione finale
 - Entro il 2025 usciranno probabilmente le nuove elaborazioni idrauliche con le nuove mappe di pericolosità
- Dopo l'alluvione del 2023 è stato introdotto il Piano Speciale preliminare con ulteriori misure per ampliare lo spazio fluviale (arretramento argini, tracimazione controllata) e vincoli urbanistici (stop nuove costruzioni in aree a rischio, delocalizzazioni, compatibilità idraulica).

In Conclusione

- Schemi idraulici semplici (Tiranti statici a fine evento) che non colgono gli effetti dinamici e possono sottostimare alcune aree di scorrimento
- Miglioramento della conoscenza alla scala territoriale rispetto alle mappe del PGRA ATTUALE con la possibilità di identificare meglio le aree e gli edifici che sono a rischio idraulico
- Nelle aree urbane il tema dell'allagamento Pluviale deve essere affrontato valutando azioni sia sui singoli edifici che a livello di gestione del run-off urbano (vasche di accumulo, aree verdi/NBS per infiltrazione e modifica della rete di scolo urbano).
- Mappe di pericolosità idraulica ad alta risoluzione alla scala dell'edificio (2 m) con possibilità di individuare i battenti e le relative azioni di mitigazione edificio per edificio.
- Base di quadro conoscitivo approfondimento della pianificazione sovraordinata, per agganciare norme di PUG specifiche per la riduzione del rischio
- Approfondimenti di dettaglio sull'evento o progettazione di interventi strutturali : Autorità Idrauliche Competenti e modelli 2D idrodinamici



SERVIZI ECOSISTEMICI e VULNERABILITA' CLIMATICA

Servizio Pianificazione Urbanistica e Politiche per l'Ambiente

LA LEGGE REGIONALE 24/2017

Fra i principali obiettivi della L.R. 24/2017 vi sono:

- **contenere il consumo di suolo** quale bene comune e **risorsa non rinnovabile che esplica funzioni e produce servizi ecosistemici, anche in funzione** della prevenzione e della mitigazione degli eventi di dissesto idrogeologico e **delle strategie di mitigazione e di adattamento ai cambiamenti climatici**;
- **favorire la rigenerazione dei territori urbanizzati** e il miglioramento della qualità urbana ed edilizia, con particolare riferimento all'efficienza nell'uso di energia e risorse fisiche, alla performance ambientale dei manufatti e dei materiali, alla salubrità ed al comfort degli edifici, alla conformità alle norme antisismiche e di sicurezza, alla qualità ed alla vivibilità degli spazi urbani e dei quartieri, alla promozione degli interventi di edilizia residenziale sociale e delle ulteriori azioni per il soddisfacimento del diritto all'abitazione di cui alla legge regionale 8 agosto 2001, n. 24 (Disciplina generale dell'intervento pubblico nel settore abitativo);
- **tutelare e valorizzare il territorio nelle sue caratteristiche ambientali e paesaggistiche** favorevoli al benessere umano ed alla conservazione della biodiversità;
- **tutelare e valorizzare i territori agricoli e le relative capacità produttive agroalimentari**, salvaguardando le diverse vocazionalità tipiche che li connotano;

FUNZIONI DEL SUOLO – SERVIZI ECOSISTEMICI

Il suolo fornisce numerosi Servizi Ecosistemici che permettono e supportano la vita sulla terra. Il degrado del suolo e il consumo di suolo portano a perdita di Servizi Ecosistemici. E' importante conoscere il suolo e le dinamiche che portano alla sua perdita.



SUOLO E CAMBIAMENTO CLIMATICO

Il consumo e l'impermeabilizzazione del suolo, con perdita dei relativi servizi ecosistemici, comportano una amplificazione degli effetti del cambiamento climatico.

Alluvioni



Ondate di calore



Consumo di suolo



Nubifragi



Siccità



LA LEGGE REGIONALE 24/2017

Con la L.R. 24/2017 la Regione Emilia-Romagna:

- ha assunto l'obiettivo europeo del **consumo di suolo a saldo zero** da raggiungere entro il 2050
- ha stabilito un **limite al consumo di suolo** (3% del Territorio urbanizzato alla data di entrata in vigore della Legge ovvero al 1/01/2018) al 2050;
- richiede, prima di consumare suolo, di **verificare l'esistenza di una ragionevole alternativa**;
- indirizza prioritariamente i nuovi interventi in **aree di rigenerazione urbana**.

QUADRO CONOSCITIVO-DIAGNOSTICO PUG E PROGETTO SOS4LIFE

Nella costruzione del Quadro conoscitivo-diagnostico del PUG si è fatto tesoro dell'esperienza e delle Linee guida prodotte nell'ambito del Progetto Sos4Life, alcune delle tematiche affrontate dal Progetto sono state approfondite e altre tematiche utili per definire le strategie di mitigazione e adattamento sono state oggetto di studi e elaborazioni specifiche:

- **Servizi ecosistemici** – aggiornamento delle cartografie dei singoli servizi ecosistemici e della carta dell'indice sintetico della qualità del suolo che erano stati prodotti in Sos4Life (CNR – Regione)
- **Valutazione dei servizi ecosistemici dei suoli urbani** (nuovo studio CNR - Regione)
- **Vulnerabilità climatica alle ondate di calore** (nuovo studio - CNR)

DAL QUADRO CONOSCITIVO ALLA STRATEGIA DEL PUG

Le risultanze del Quadro conoscitivo-diagnostico hanno fornito un contributo per la definizione della Strategia per la Qualità urbana ed ecologico ambientale del PUG (art. 34 L.R. 24/2017)

La parte di Strategia relativa a Consumo di suolo e mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici comprenderà i seguenti temi e definirà alcune azioni finalizzate al raggiungimento degli obiettivi:

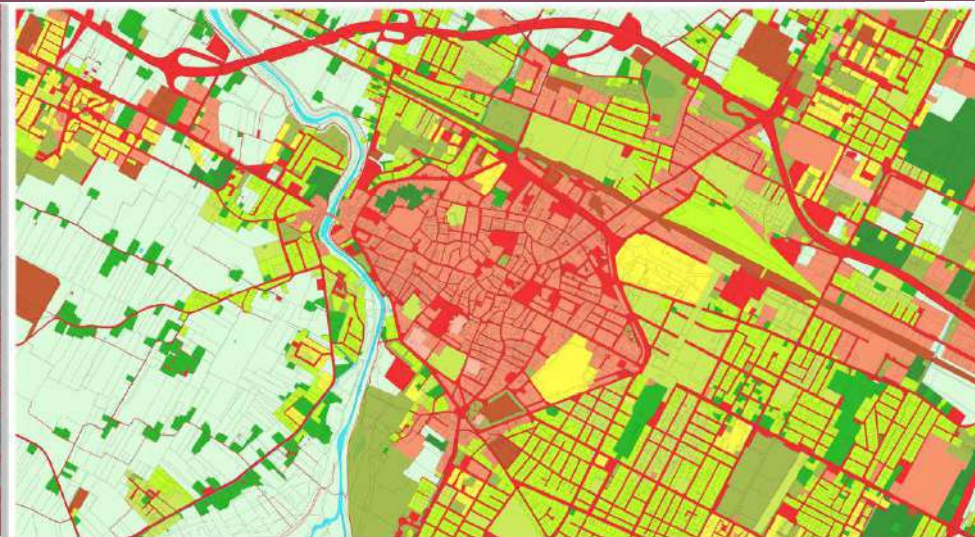
- **SUOLO:** limitare, mitigare e compensare il consumo, salvaguardare e ripristinare i servizi ecosistemici
- **ACQUA:** gestire le acque meteoriche mediante sistemi di drenaggio sostenibile e Nature Based Solutions (NbS), utilizzare materiali drenanti, ridurre l'esposizione al rischio, stoccare e riutilizzare la risorsa idrica
- **CALORE:** ridurre superfici impermeabilizzate, utilizzare materiali con albedo elevato, implementare le infrastrutture verdi, ripristinare le infrastrutture blu

FORLÌ – CONSUMO E IMPERMEABILIZZAZIONE DEL SUOLO

Nell'ambito delle attività del Progetto europeo LIFE Sos4Life, il Comune di Forlì e gli altri Comuni partner hanno prodotto mappe del consumo e dell'impermeabilizzazione del suolo e hanno ricostruito l'evoluzione storica del fenomeno (1860-2016).

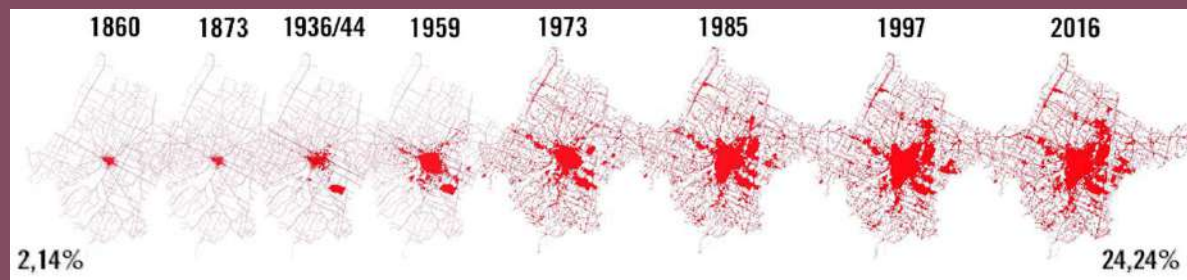


MAPPA DEL CONSUMO DI SUOLO (trasformato da agricolo o naturale in superficie urbanizzata)



MAPPA DEL LIVELLO DI IMPERMEABILIZZAZIONE DEL SUOLO

0 -10 %  90 -100 %

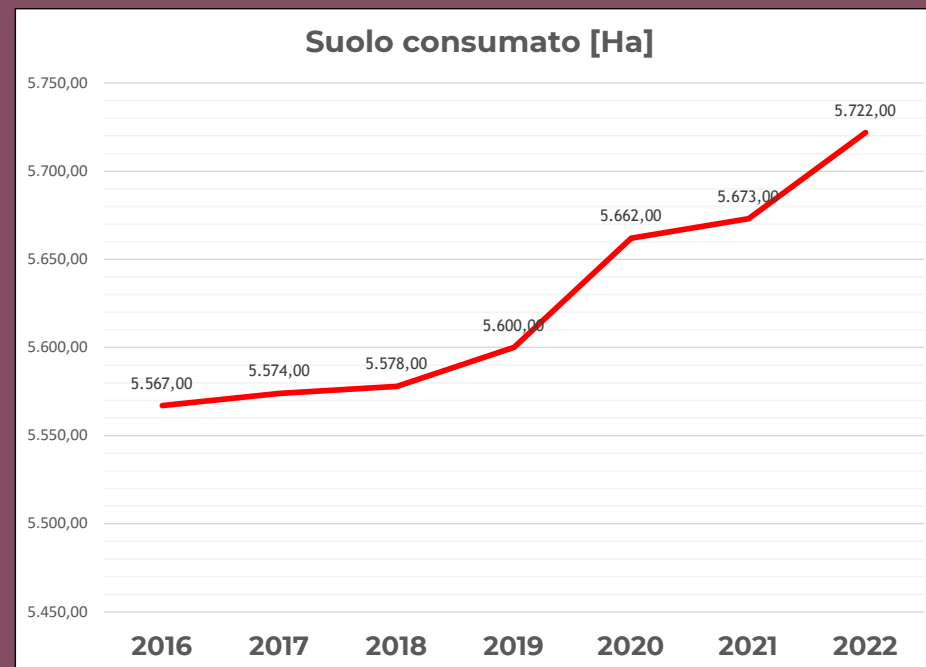
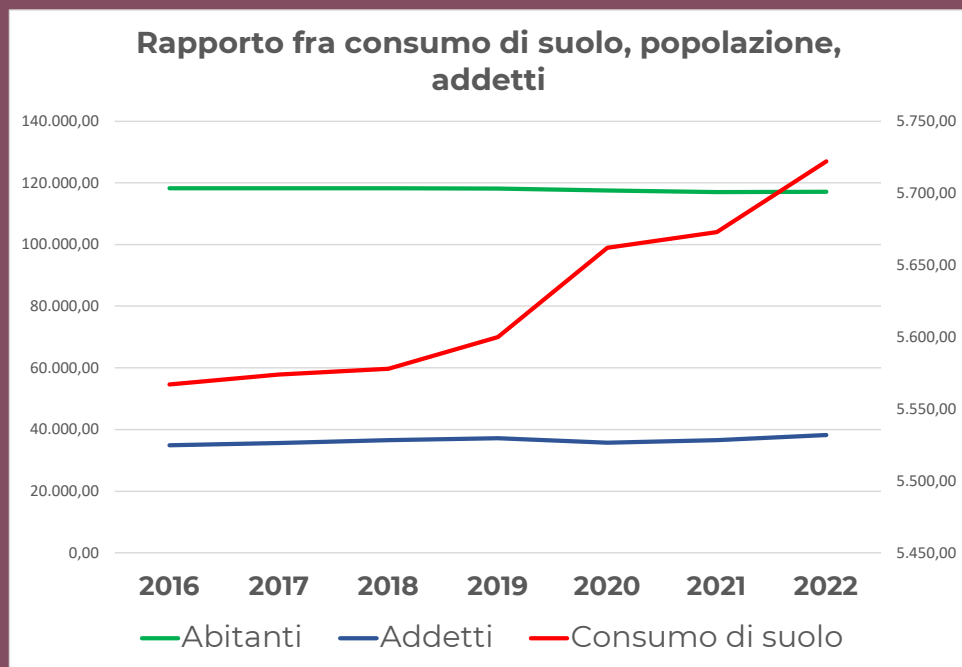


Evoluzione storica del consumo di suolo



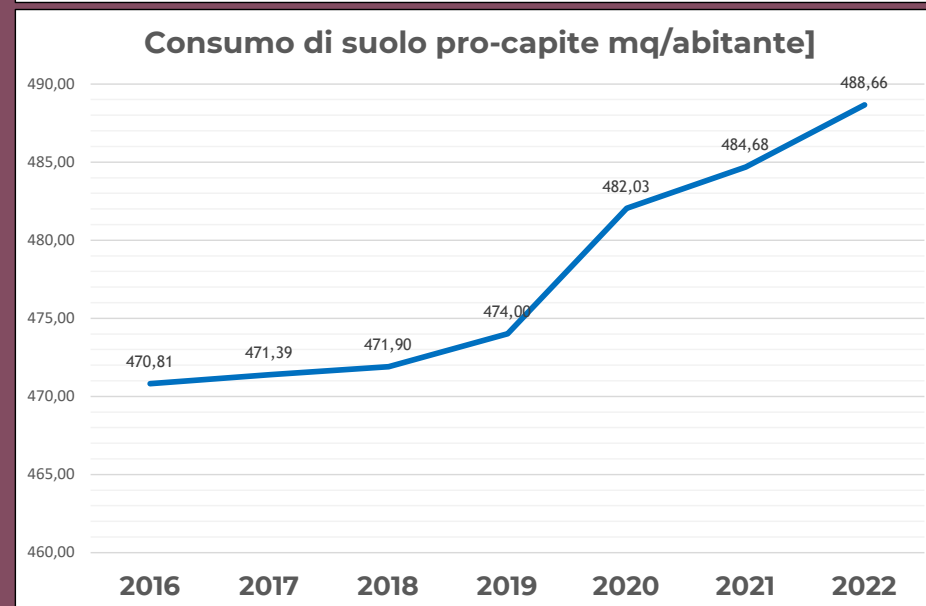
FORLÌ – CONSUMO DI SUOLO 2016-2022

Il Consumo di suolo non è correlato a crescita popolazione o crescita addetti.

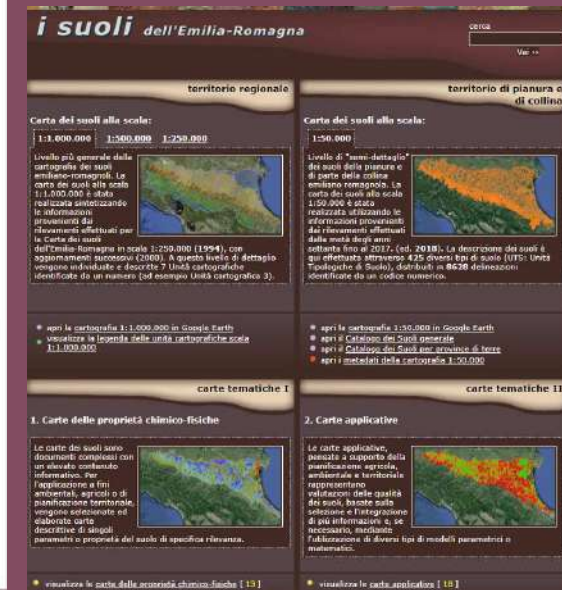
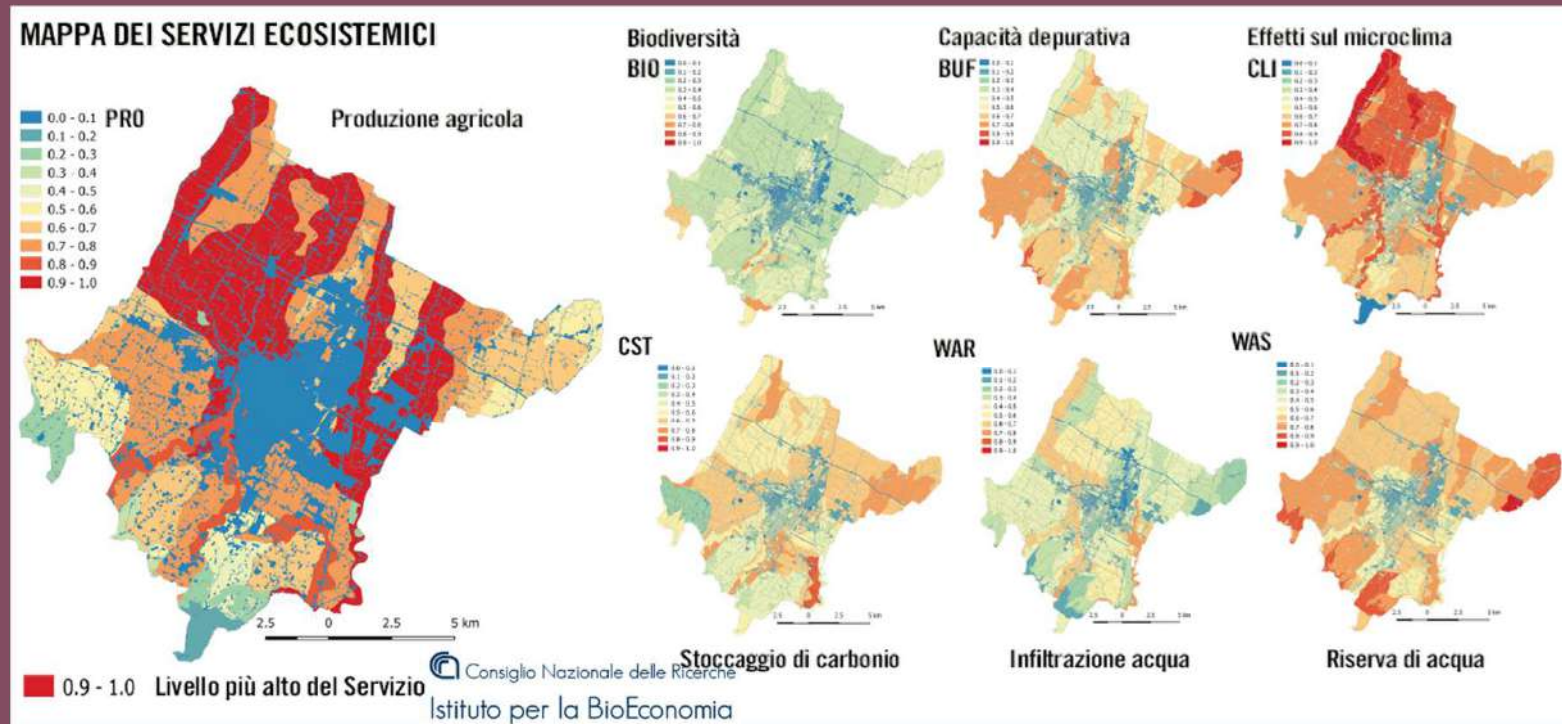


2016-2022 + 155,56 Ha + 2,8%

	mq/abitante
2016	470,81
2017	471,39
2018	471,90
2019	474,00
2020	482,03
2021	484,68
2022	488,66

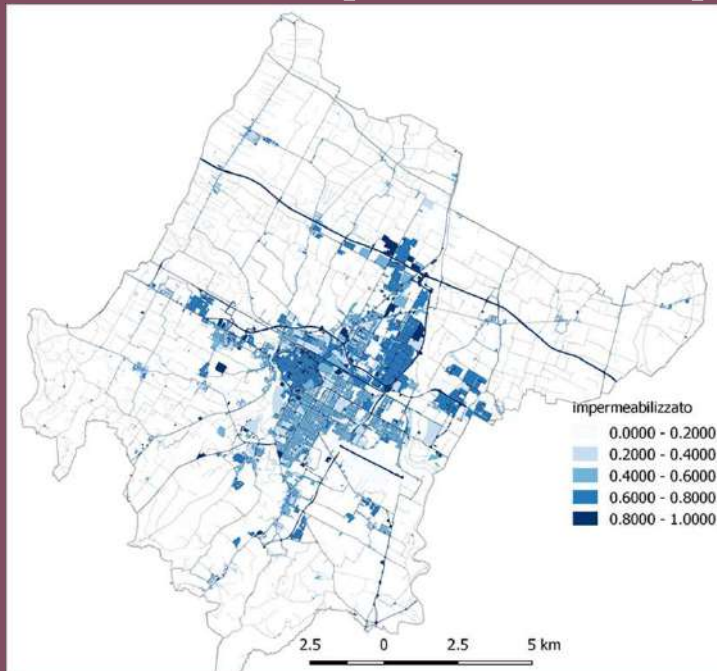


FORLÌ – MAPPE DEI SERVIZI ECOSISTEMICI (Sos4Life)

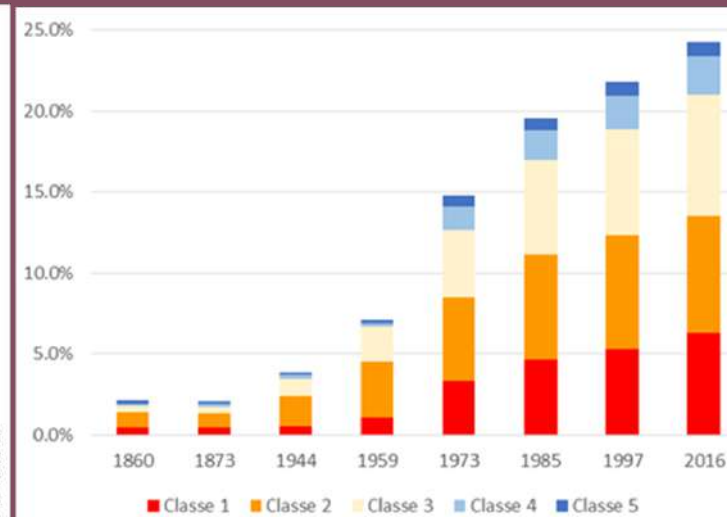


Partendo dalle banche dati della Regione Emilia-Romagna, il CNR, in collaborazione con il Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione, ha elaborato le mappe dei principali servizi ecosistemici per ciascuno dei Comuni partner. La sovrapposizione fra mappe del consumo di suolo e mappe dei servizi ecosistemici ha consentito di quantificare l'impatto del consumo di suolo in termini di perdita di servizi ecosistemici. E' evidente che la conoscenza dei servizi ecosistemici delle varie parti del territorio è essenziale per una corretta pianificazione urbanistica orientata anche all'adattamento climatico.

FORLÌ – IMPATTI DELL'IMPERMEABILIZZAZIONE DEL SUOLO E MAPPA DELL'INDICE DI QUALITÀ DEI SUOLI (Sos4Life)

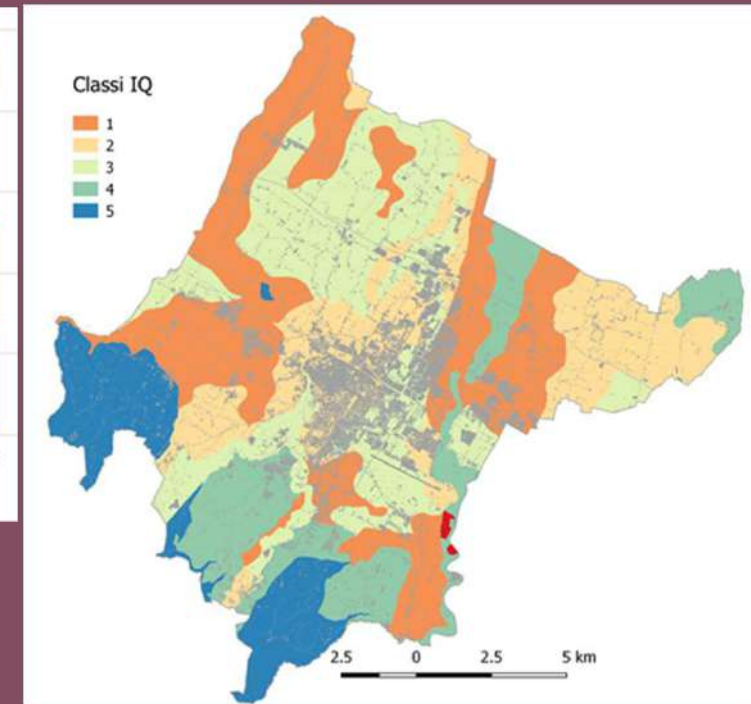


Suoli impermeabilizzati



Impatto del consumo di suolo sulle Classi

Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per la BioEconomia



Mapa dell'Indice di Qualità dei suoli

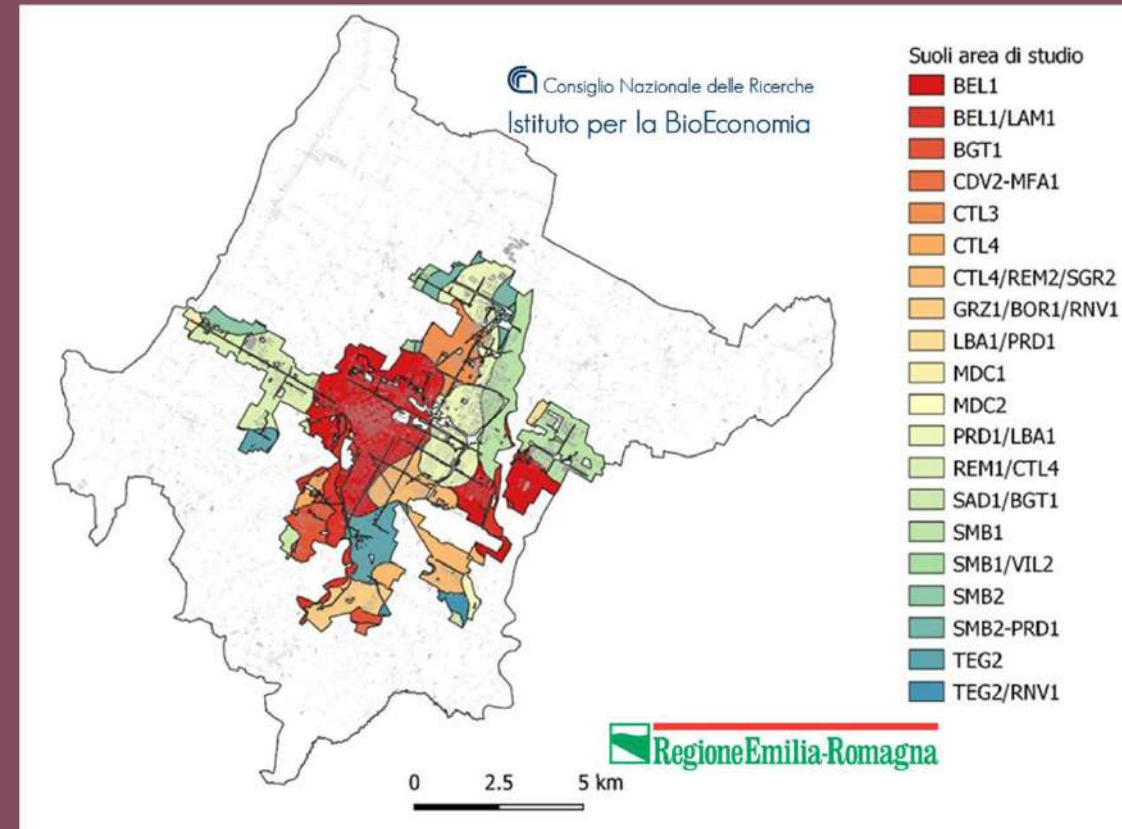
MAPPA DELL'INDICE DI QUALITÀ DEI SUOLI

- classifica i suoli in base alla **qualità / quantità di servizi ecosistemici** (**i suoli non sono tutti uguali**)
- consente di individuare i **suoli migliori** che dovrebbero essere preservati dalla trasformazione
- permette di **indirizzare le trasformazioni di suolo** residue verso i suoli di peggiore qualità e maggiormente compromessi
- è utile per una più corretta quantificazione della compensazione (qualitativa-quantitativa) a fronte di un intervento di trasformazione del suolo per una nuova urbanizzazione.

FORLÌ – VALUTAZIONE S.E. SUOLI URBANI E PERIURBANI

Finanziato con risorse “Programma sperimentale di interventi per l’adattamento ai cambiamenti climatici in ambito urbano” (Decreto direttoriale n. 117 del 15 aprile 2021) promosso dal Ministero della Transizione Ecologica

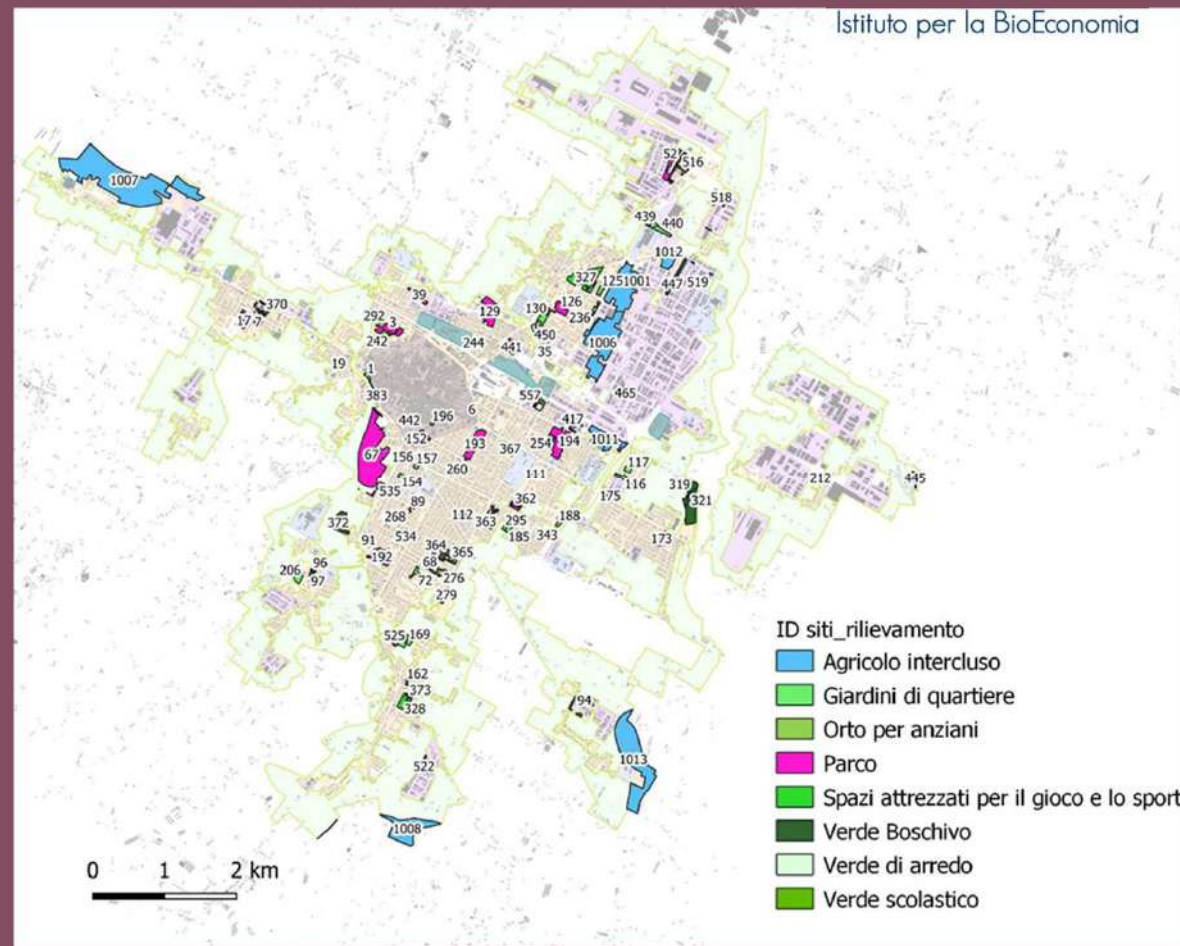
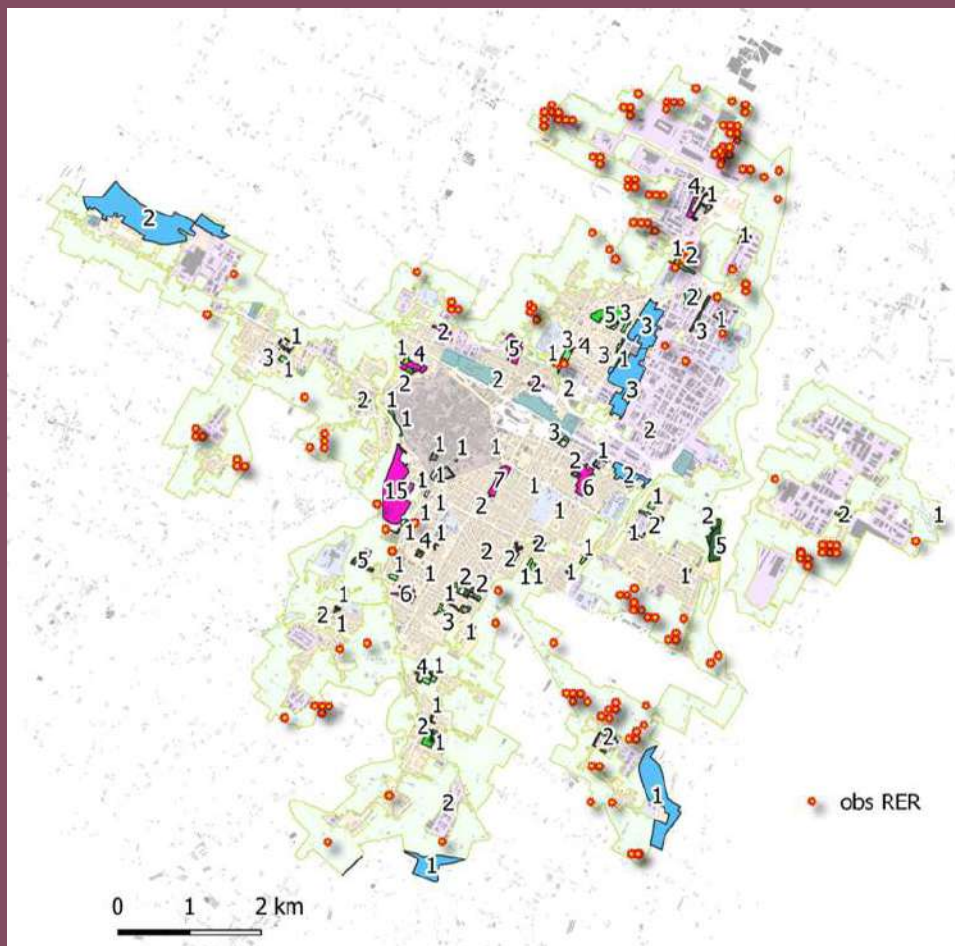
Attività di rilevamento, campionamento ed analisi chimico-fisica dei suoli urbani e periurbani funzionale ad un approfondimento della conoscenza dei servizi ecosistemici che vengono erogati da questi suoli per andare a dettagliare maggiormente le carte dei servizi ecosistemici e la carte dell’indice di qualità dei suoli che è stata prodotta nell’ambito del progetto Sos4Life. L’indagine si concentra su nucleo urbano principale e aree agricole periurbane.



Forlì - Mappa dei suoli 1:50.000 –
Elaborazione CNR

FORLÌ – CAMPIONAMENTO SUOLI URBANI E PERIURBANI

Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per la BioEconomia



Dati già disponibili per suoli permeabili urbani e periurbani

240 Nuovi siti campionati (80 periurbani e 160 urbani) con trivellate a – 150 cm e 8 profili con escavatore

FORLÌ – ANALISI SUOLI URBANI E PERIURBANI



Pacchetto analitico A. Routinarie

Parametro	U.M.	Metodo	Riferimenti
Sabbia 2000-100µm	%	Setacci	D.M. 13/09/1999. Metodo II.5
Sabbia 100-50µm	%	Setacci	D.M. 13/09/1999. Metodo II.5
Limo 50-20µm	%	Pipetta (tess. Apparente) o Densimetro	D.M. 13/09/1999. Metodo II.5 o II.6
Limo 20-2µm	%	Pipetta (tess. Apparente) o Densimetro	D.M. 13/09/1999. Metodo II.5 o II.6
Argilla	%	Pipetta (tess. Apparente) o Densimetro	D.M. 13/09/1999. Metodo II.5 o II.6
pH	-	in acqua 1:2,5	D.M. 13/09/1999. Metodo III.1
Calcare totale	%	Gasvolumetrico	D.M. 13/09/1999. Metodo V.1
Carbonio organico	%	Analizzatore elementare o Walkley and Black	D.M. 13/09/1999. Metodo VII.1, VII.3
N totale	per mille	Kjeldhal o Analizzatore elementare	D.M. 13/09/1999. Metodo XIV.3 o XIV.1
CSC	meq/100 g	BaCl2 pH 8,1 per suoli calcarei, NH4 acetato per suoli acidi	D.M. 13/09/1999. Metodo XIII.2, XIII.1

Pacchetto analitico B. Metalli pesanti

Parametro	U.M.	Metodo	Riferimenti
Antimonio (Sb)	mg/kg	Estrazione in acqua regia + lettura ICP-MS/ICP-OES	UNI EN 13346 2002 o EPA 3051A 2007 + EPA 6020/EPA 6010
Arsenico (As)	mg/kg		
Cromo (Cr)	mg/kg		
Nichel (Ni)	mg/kg		
Piombo (Pb)	mg/kg		
Zinco (Zn)	mg/kg		
Rame (Cu)	mg/kg		
Cadmio (Cd)	mg/kg		
Vanadio (V)	mg/kg		

FORLÌ – MAPPE AGGIORNATE DEI SERVIZI ECOSISTEMICI

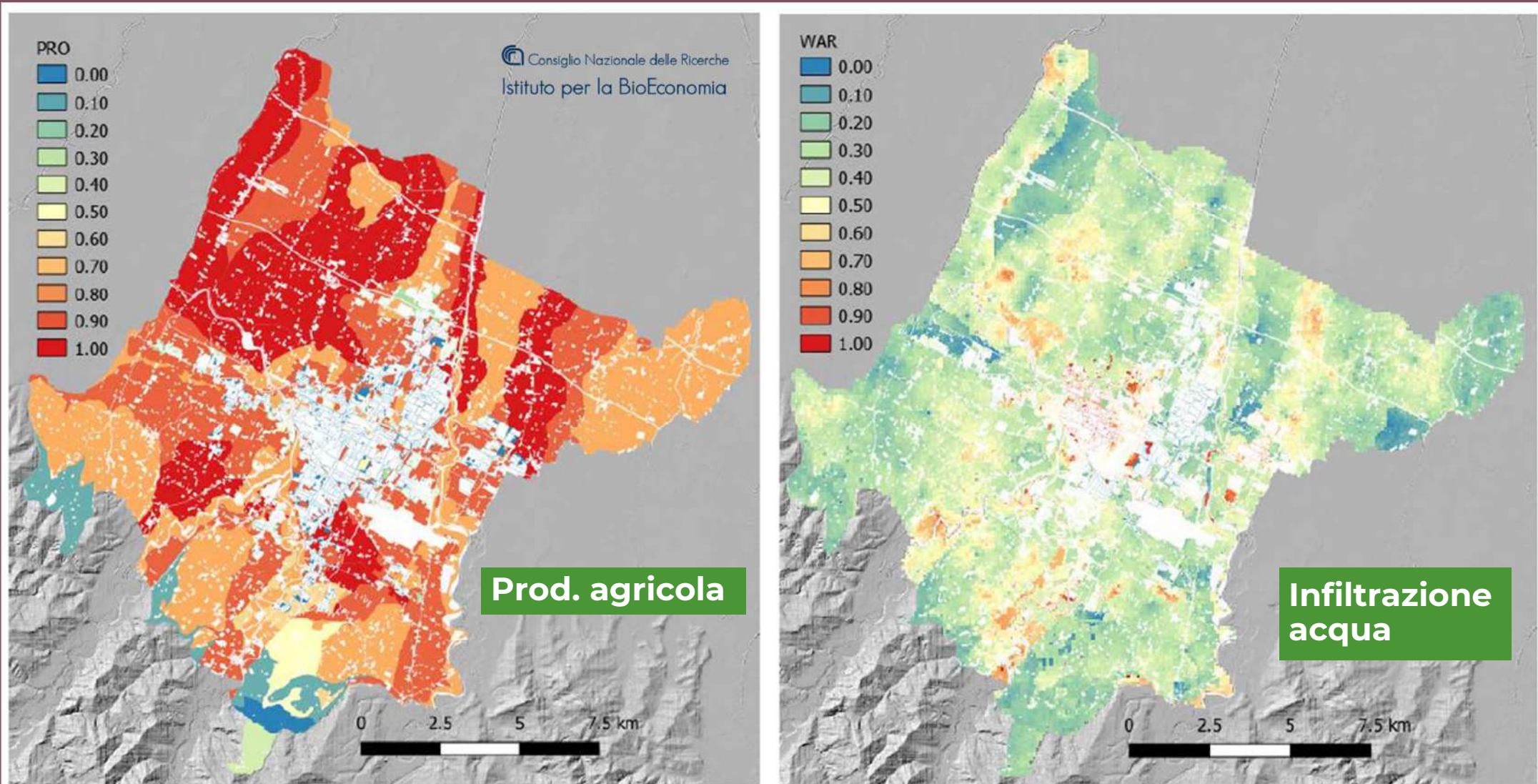


Figura 36. Carta dell'indicatore PRO (sin.) e dell'indicatore WAR (des.)

FORLÌ – MAPPE AGGIORNATE DEI SERVIZI ECOSISTEMICI

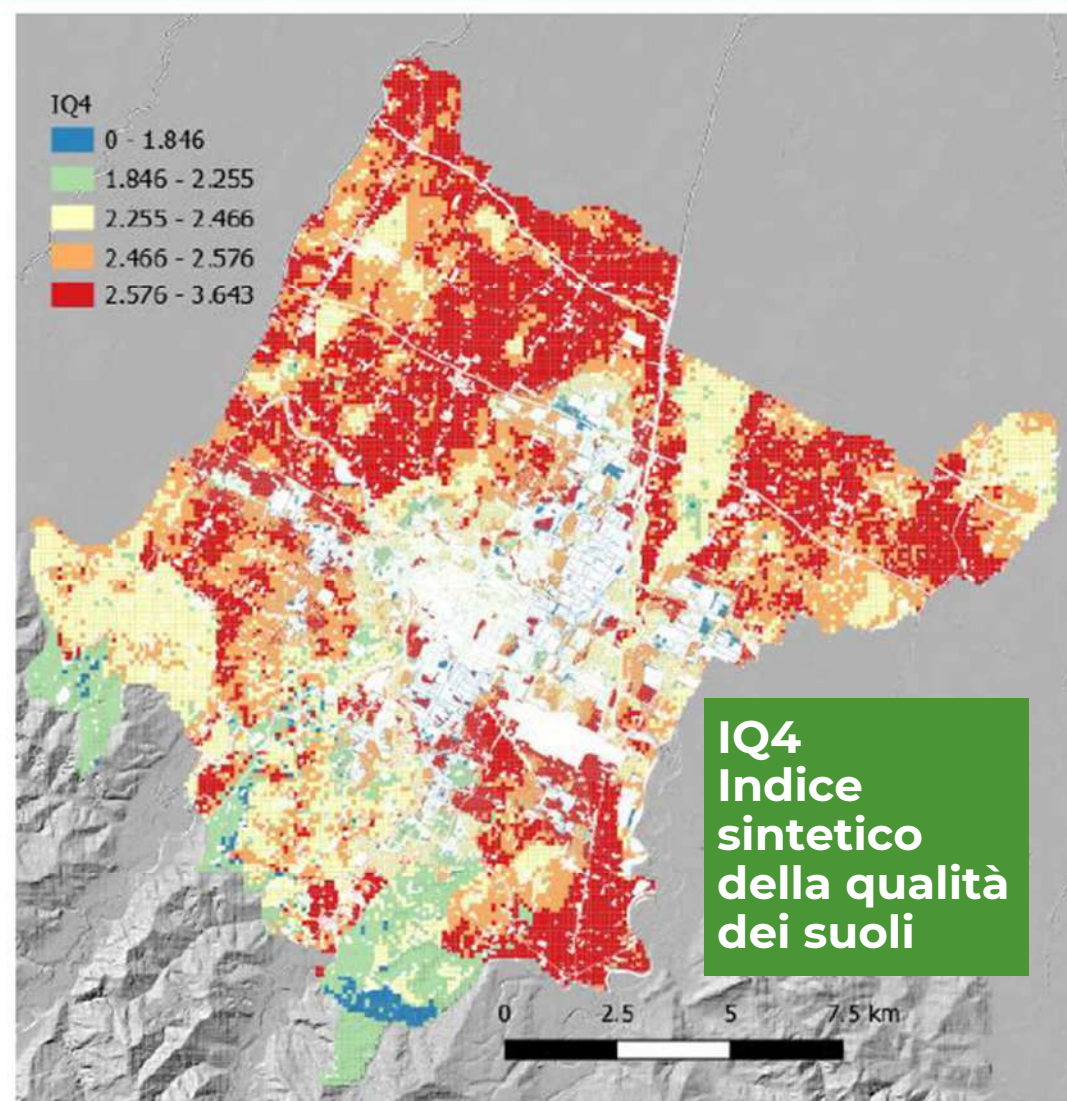
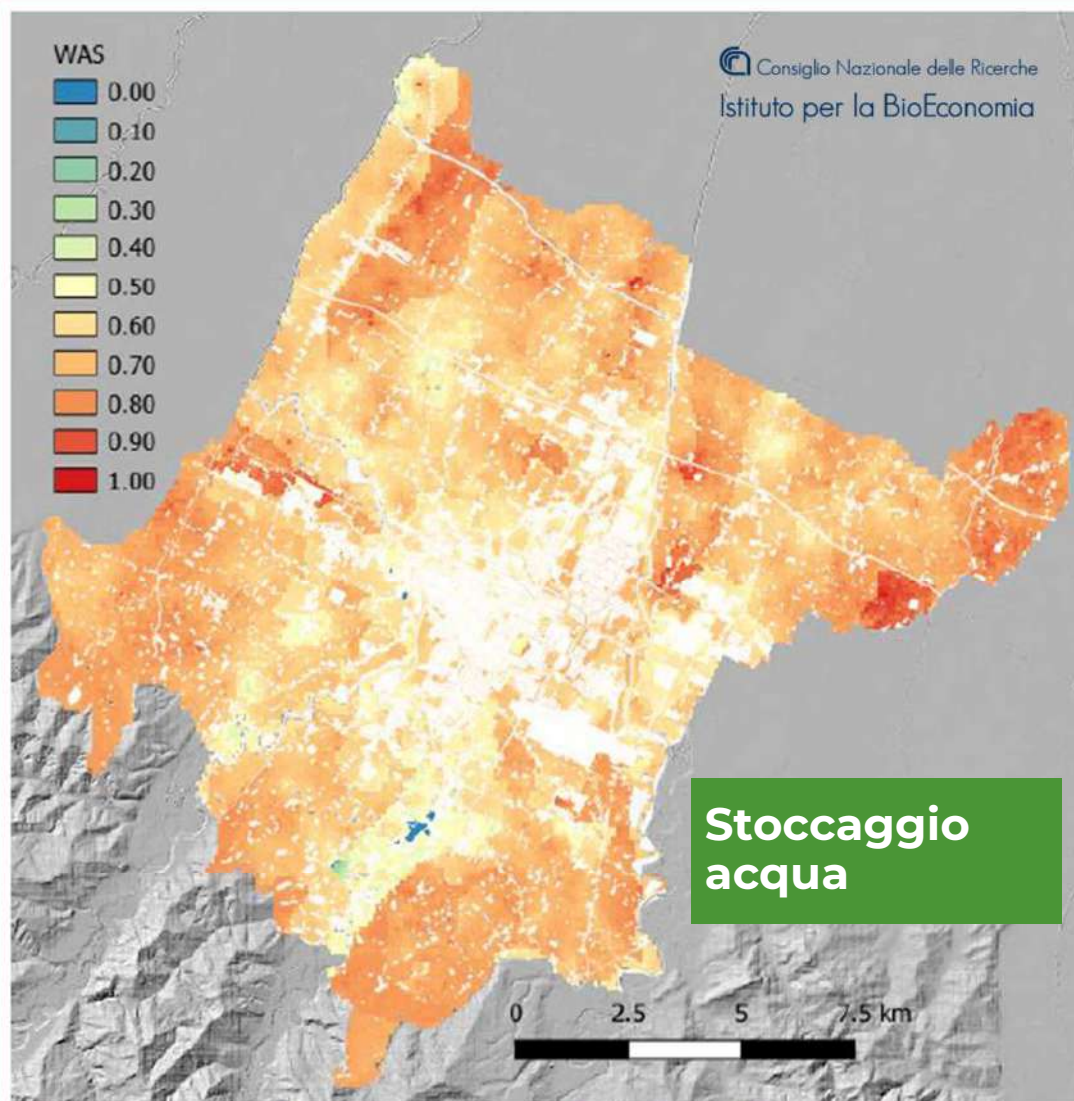


Figura 9. Carta dell'indicatore WAS (sin.) e dell'indice di qualità dei suoli IQ4 (des.)

FORLÌ – CARTA DI SINTESI DELLA QUALITA' DEI SUOLI 2023

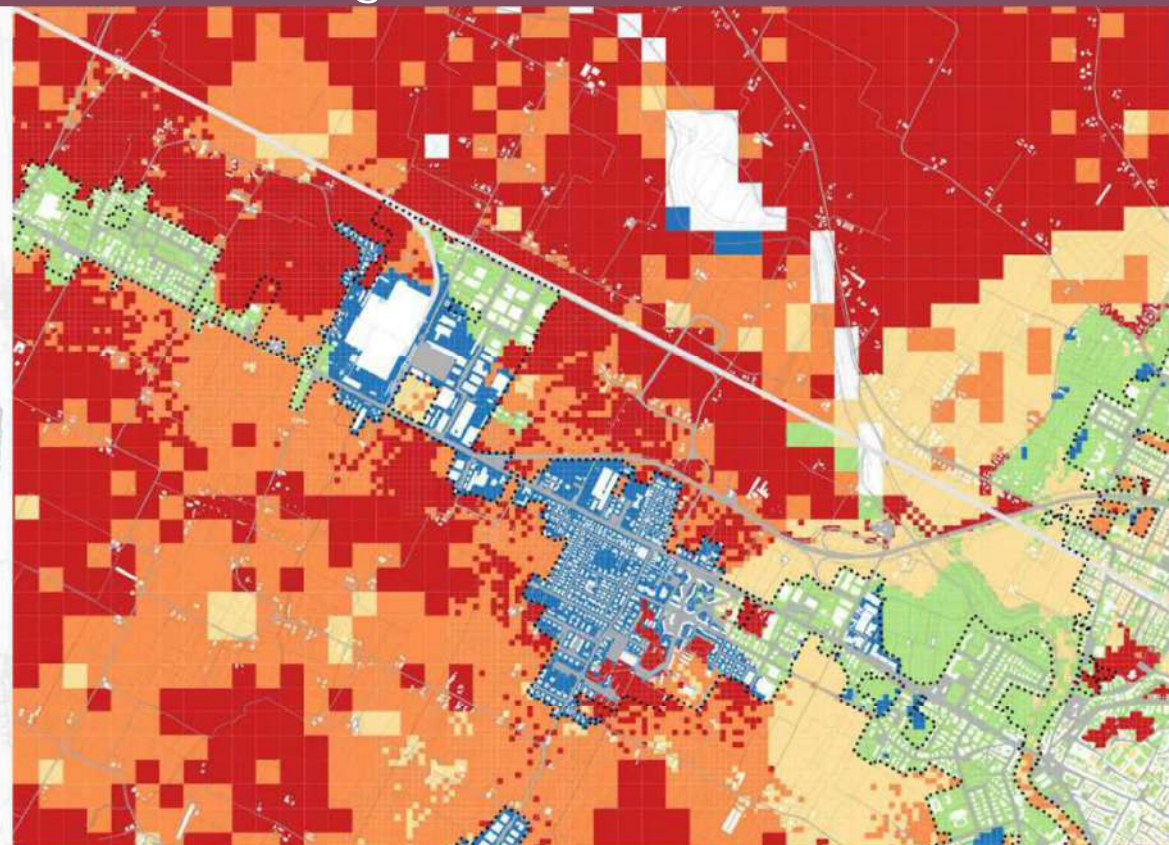
Dettaglio zona Romiti e Cava

Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per la BioEconomia

IQ 4 = PRO + WAR + BUF + CST

- Prod. Agricola
- Infiltraz. di acqua
- Capacità depurativa
- Stoccaggio di carbonio

risoluzione **25 m** per l'area urbana e **100 m**
per il resto del territorio comunale



Classi di Qualita' dei Suoli (CNR)



CONSUMO DI SUOLO E COMPENSAZIONE

- Il consumo di suolo comporta, per l'area urbanizzata, la **perdita** di tutti o quasi i **servizi ecosistemici**
- “**consumo di suolo a saldo zero**” non esclude di consumare nuovo suolo in via residuale, ma ne prevede la compensazione
- la compensazione consiste principalmente in **interventi di desealing** (desigillazione) con **ripristino a verde o a zona agricola** di un'area oggi impermeabilizzata (questo consente il ripristino seppur parziale di alcuni servizi ecosistemici)
- il bilanciamento fra nuovi suoli “trasformati” e suoli “ripristinati” alle loro funzioni presuppone **aree disponibili per interventi di de-sealing**
- la compensazione dovrebbe essere non solo **quantitativa** ma anche **qualitativa** (i suoli non sono tutti uguali, disponiamo di Carte dei singoli Servizi ecosistemici e di una Carta di sintesi della Qualità dei suoli)

AREE PER POTENZIALI INTERVENTI DI COMPENSAZIONE

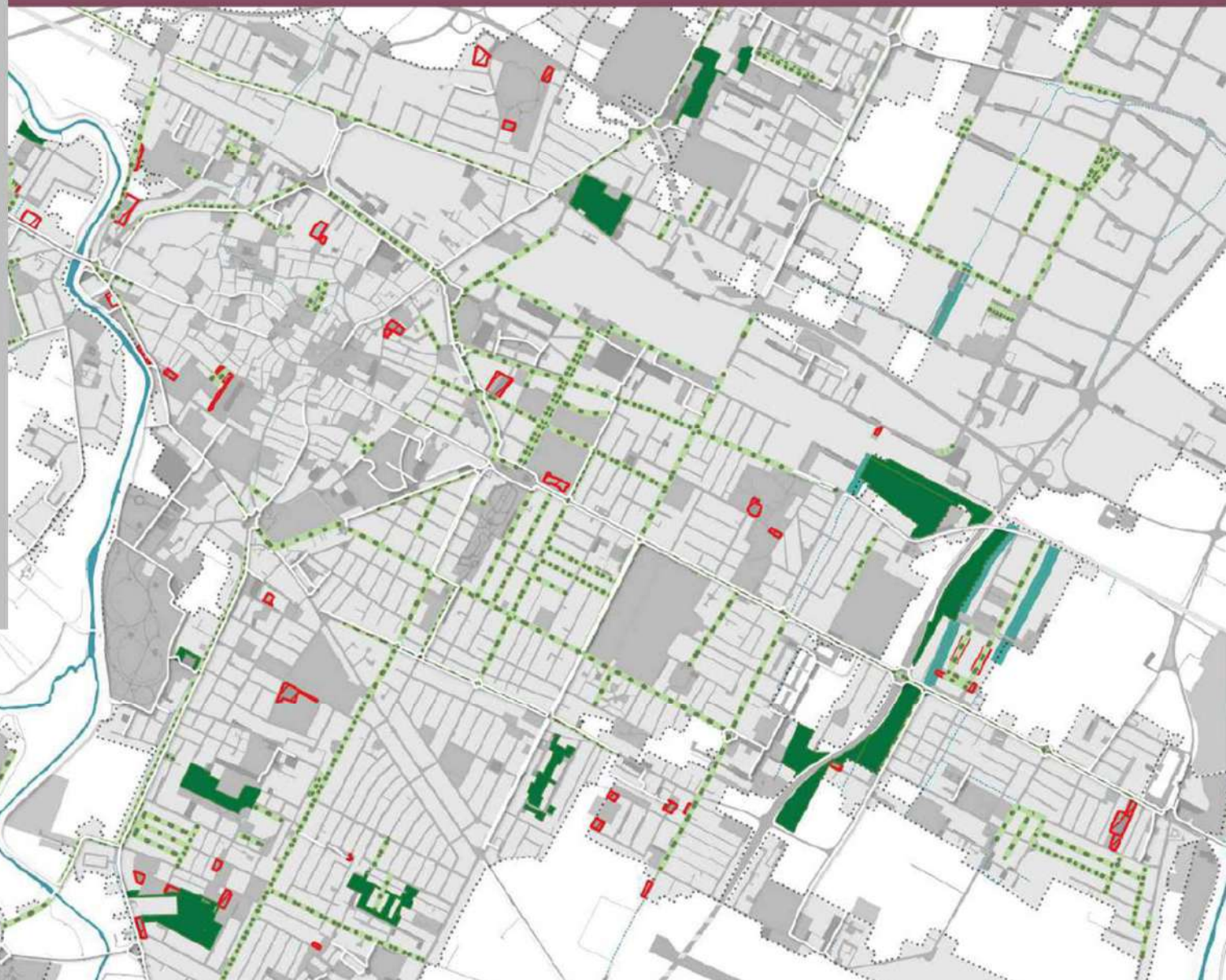
Carta della Compensazione

Sistema urbano e territoriale

- Confini comunali
- Territorio urbanizzato
- Dotazioni
- Infrastruttura stradale
- Rete ciclabile esistente
- Viali alberati
- Reticolo idrografico

Aree disponibili per potenziali interventi di compensazione

- Aree di desigillazione
- Aree di forestazione
- Stombinamenti (scoli)



FUNZIONE DEGLI INTERVENTI DI COMPENSAZIONE

Gli interventi di compensazione del consumo di suolo svolgono una **importante funzione di ripristino di alcuni dei servizi ecosistemici** che sono essenziali per gli obiettivi di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici.

Desigillazione e ripristino a verde – aumenta la permeabilità ovvero la capacità di infiltrazione dell'acqua nel suolo mitigando il rischio idraulico. Suoli liberi e non impermeabilizzati riducono il runoff e il carico sul reticolo idraulico superficiale e sulla rete fognaria.

Desigillazione e **ripristino come suolo ad uso agricolo** restituisce anche la funzione di produzione agricola e/o di biomassa

Gli interventi che prevedono implementazione dell'**infrastruttura verde** (pochi alberi, filari alberati, forestazione urbana, parcheggi alberati) contribuiscono a **ridurre le temperature e regolare il microclima** sia per effetto dell'ombreggiamento sia per l'azione di evapotraspirazione.

Suolo e infrastruttura verde contribuiscono anche allo **stoccaggio del carbonio** (alcune tipi di piante sono efficaci anche per l'assorbimento di inquinanti).

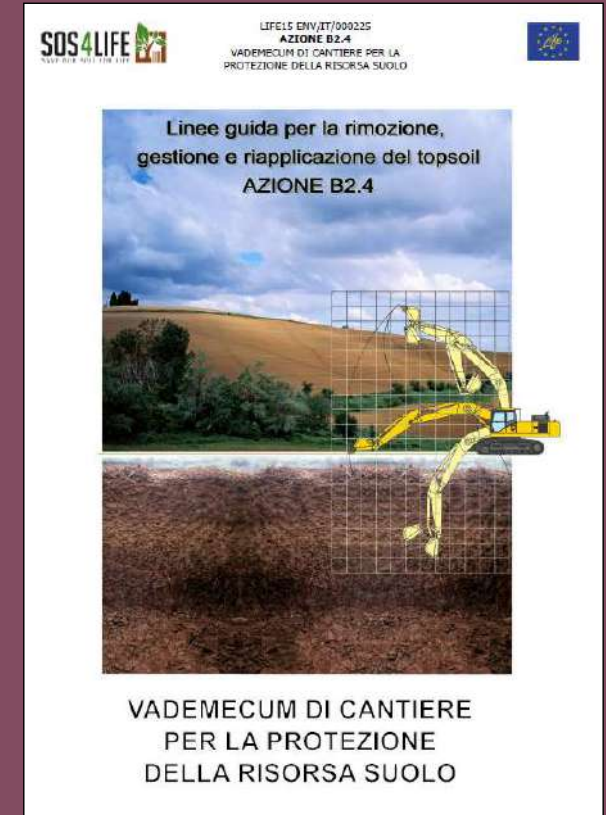
SOS4LIFE - RIPRISTINARE I SERVIZI ECOSISTEMICI: IL RIUSO DEL TOPSOIL



La formazione del suolo (pedogenesi) è un processo molto lungo.

Il suolo è prezioso e va salvaguardato in quanto risorsa sostanzialmente non rinnovabile.

<http://www.sos4life.it/documenti/Linee guida B2.4>



LINEE GUIDA PER LA RIMOZIONE, GESTIONE E RIAPPLICAZIONE DEL TOPSOIL

Il **topsoil** corrisponde all'orizzonte più superficiale del suolo, più ricco di sostanza organica e microrganismi.

Può essere riutilizzato favorendo la formazione di un nuovo suolo in interventi di ripristino e **non deve essere sprecato**.

FORLÌ: ESEMPIO DI RIUSO DEL TOPSOIL – ECONOMIA CIRCOLARE

Cantiere nuova urbanizzazione o rigenerazione

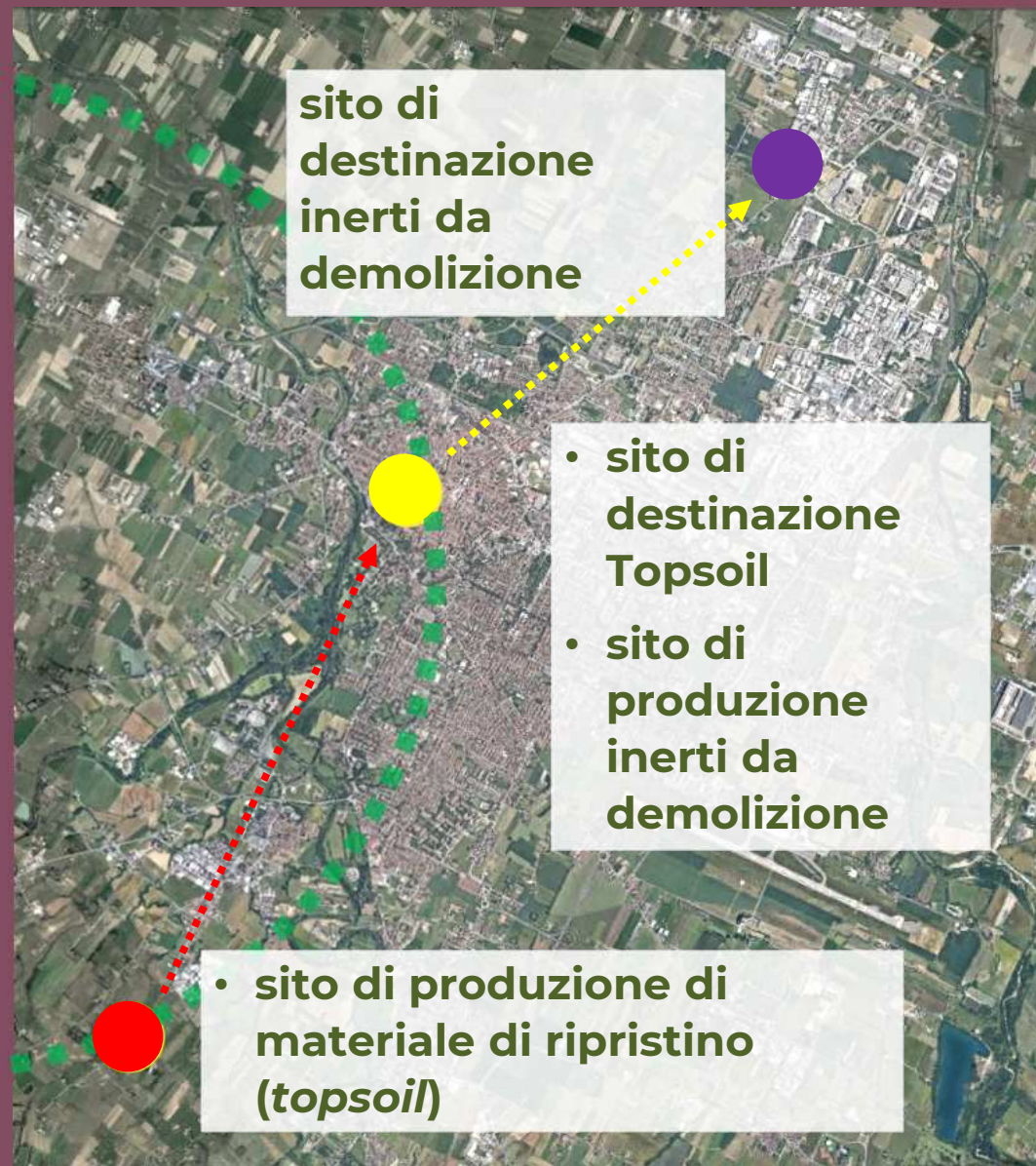
Area urbana o extraurbana

AREA DI DESEALING

Area urbana
centro storico
Piazza Guido da Montefeltro

Cantiere nuova strada

Area
extraurbana
Via Mangella



FORLÌ – SOS4LIFE - INTERVENTO DIMOSTRATIVO DI DESEALING IN PIAZZA G. DA MONTEFELTRO: DA PARCHEGGIO A “GIARDINO DEI MUSEI”



AREA CHE E' STATA DESIGILLATA



FORLÌ – INTERVENTO DIMOSTRATIVO DI DESEALING PIAZZA G. DA MONTEFELTRO: DA PARCHEGGIO A “GIARDINO DEI MUSEI”

SOS4LIFE
SAVE OUR SOIL FOR LIFE

DEMOLIZIONE E RIPRISTINO DEL SUOLO CON RIPORTO DI TOPSOIL





FORLÌ – IL GIARDINO DEI MUSEI - LAVORI ULTIMATI MARZO 2022



SOS4LIFE - LINEE GUIDA «LIBERARE IL SUOLO» VOLUME 1



INDICE

- 4 INTRODUZIONE
- 12 AREE URBANE DA RIGENERARE E CLIMA
- 30 CRITERI PER LA QUALITÀ URBANA, ECOLOGICA E AMBIENTALE
- 78 PROGETTI E INTERVENTI NATURE-BASED
- 202 ALBERI E VEGETAZIONE IN AMBIENTI URBANI E HABITAT OSTILI
- 262 GLOSSARIO E BIBLIOGRAFIA

3

CITTÀ OASI

creare ombra e fresco
per il benessere delle persone

4

CITTÀ SPUGNA

restituire spazio e tempo all'acqua
e alle falde

5

CITTÀ VERDE, CITTÀ BLU

integrare le infrastrutture per la gestione
dell'acqua, la regolazione del calore
e la mobilità

1

GESTIRE L'ISOLA DI CALORE
URBANA E LE ONDATE DI CALORE
CON LE INFRASTRUTTURE VERDI

2

GESTIRE LE ACQUE PLUVIALI
URBANE E LE PIOGGE INTENSE
CON LE INFRASTRUTTURE BLU

<http://www.sos4life.it/documenti/>

Linee guida B3.3

SOS4LIFE - LINEE GUIDA «LIBERARE IL SUOLO» VOLUME 1

aree urbane da rigenerare e clima

- 1 LA CENTRALITÀ DELLE AREE URBANE
pianificare l'adattamento al clima
nei processi di rigenerazione urbana
- 2 INTERVENIRE AD OGNI SCALA
rigenerare i tessuti urbani
dal marciapiede al quartiere, alla città
- 3 CITTÀ OASI
creare ombra e fresco per il benessere
delle persone
- 4 CITTÀ SPUGNA
restituire spazio e tempo all'acqua,
restituire acqua alle falde
- 5 CITTÀ VERDE - CITTÀ BLU
integrare le infrastrutture per la gestione
dell'acqua, la regolazione del calore
e della mobilità
- 6 CITTÀ UNDERGROUND
ripensare il disegno degli spazi
pubblici sopra e sotto il suolo
- 7 CITTÀ PUBBLICA,
CITTÀ PER LE PERSONE
ripensare gli spazi urbani per
l'attrattività,
la salute e l'inclusione sociale

criteri per la qualità urbana, ecologica e ambientale

- 1 GESTIRE L'ISOLA DI CALORE
URBANA E LE ONDATE DI CALORE
CON LE INFRASTRUTTURE VERDI
- 2 GESTIRE LE ACQUE PLUVIALI
URBANE E LE PIOGGE INTENSE
CON LE INFRASTRUTTURE BLU
- 3 INFILTRARE LE ACQUE
NEL SUOLO
- 4 GESTIRE LE TERRE
EROCCEDASCAVO
- 5 ELEVARE I REQUISITI AMBIENTALI
E PRESTAZIONALI
DELLE OPERE PUBBLICHE
- 6 PROBLEMI E SOLUZIONI NATURE-BASED
E AREE DA RIGENERARE

glossario e bibliografia

soluzioni ed interventi *nature-based*

- 1 GIARDINI DELLA PIOGGIA
- 2 TRINCEE INFILTRANTI
- 3 POZZI DI INFILTRAZIONE
- 4 NOUVE PAYSAGERE
FOSSATI INONDABILI
- 5 GIARDINI UMIDI
- 6 BACINI INONDABILI
- 7 PARCHI INONDABILI
- 8 PIAZZE INONDABILI
- 9 POCKET GARDENS
- 10 ORTI E GIARDINI CONDIVISI
- 11 CORTI INTERNE
- 12 GIARDINI ROCCIOSI
- 13 PERGOLATI
E VERDE VERTICALE
- 14 TETTI VERDI
- 15 PAVIMENTAZIONI
DRENANTI
- 16 DAYLIGHTING RIVERS
- 17 GIARDINI ALBERATI
- 18 PARCHEGGI MINERALI
PERMEABILI
- 19 PARCHEGGI VERDI
- 20 PIAZZE MINERALI ALBERATE
- 21 PIAZZE MINERALI ALBERATE
PER USI TEMPORANEI
- 22 STRADE ALBERATE
- 23 STRADE CON GIARDINI
DELLA PIOGGIA
- 24 PERCORSI CICLO-PEDONALI
- 25 MARCIAPIEDI SMART

SOS4LIFE - LINEE GUIDA «LIBERARE IL SUOLO» VOLUME 1

1

GIARDINI DELLA PIOGGIA gestire le acque meteoriche in ambito urbano

I giardini della pioggia sono elementi lineari che sfruttano le pendenze per convogliare l'acqua piovana proveniente da tetti, strade, parcheggi o piazze. Presentano una depressione superficiale esigua di circa 10-20 cm e sezioni strutturate con elementi minerali di bordo o "morbide" con pareti inerbite, vegetati con piante e alberature. Sono progettati per riprodurre il naturale processo di infiltrazione del terreno non trasformato. Sono un ottimo elemento di arredo urbano alla micro-scala: possono realizzarsi all'interno di lotti o lungo assi viari e pedonali, in rotonde, piazze o parchi.

I giardini della pioggia permettono di:

- ridurre il runoff superficiale e favorire l'infiltrazione in falda (*grado di efficacia in funzione delle caratteristiche del terreno*);
- rimuovere gli inquinanti attraverso i meccanismi legati alla filtrazione e all'assorbimento biologico da parte delle specie vegetali (*efficacia medio-alta*);
- ridurre i picchi di piena nei corpi ricettori (*efficacia media*);
- favorire la biodiversità ed incrementare il valore paesaggistico del contesto (*efficacia alta*);
- ridurre l'effetto isola di calore (*efficacia alta*).

ASPETTI PROGETTUALI E COSTRUTTIVI

I giardini della pioggia sono elementi lineari, con larghezza di 1-2 metri (ma possono raggiungere larghezze anche di 10-15 metri) e profondità di circa 10-20 cm. Permettono di far fronte ai primi 5 mm di pioggia per una superficie pari a circa 5 volte l'area del rain garden.

Sono sistemi in transizione, legati agli eventi atmosferici: in occasione di piogge intense, specialmente di breve durata, il giardino e le specie vegetali vengono sommersi, mentre in tempi ridotti, a seguito dell'evento, si ripristina la condizione di partenza ed il giardino è visibile.

In quanto sistemi adattabili ad una grande varietà di situazioni, l'approccio progettuale può diversificarsi in funzione del contesto e del risultato che si vuole raggiungere. In generale, gli elementi principali che compongono un rain garden sono:

- INGRESSO/IMMISSIONE delle acque di runoff nel rain garden
- VEGETAZIONE SUPERFICIALE
- STRATO FILTRANTE
- STRATO DI TRANSIZIONE
- STRATO DRENANTE con eventuale condotta forata.

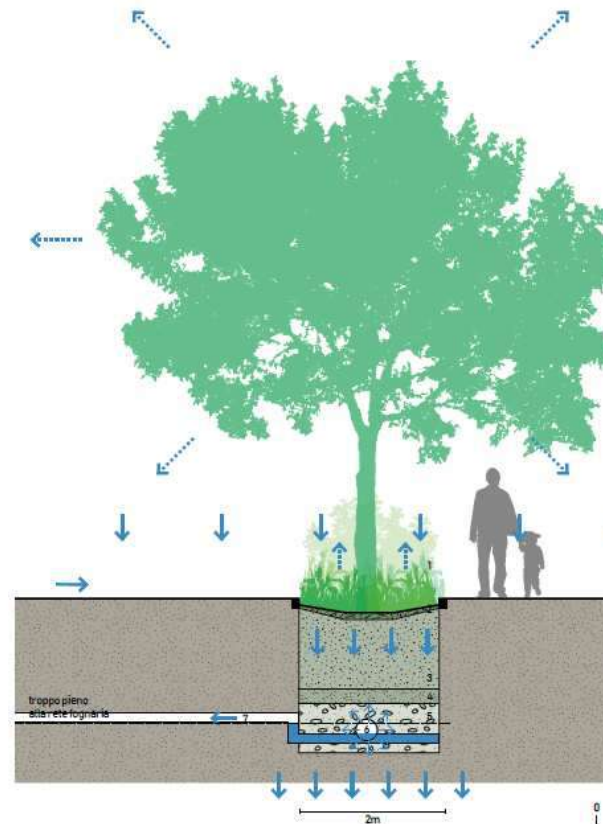
Il sistema di alimentazione deve essere studiato al fine di prevenire l'erosione e il trasporto di materiale e per favorire una distribuzione uniforme del flusso idrico sulla superficie filtrante. A tal fine si possono prevedere cordoli a raso (per la massima uniformità nella distribuzione delle acque di runoff) o dei punti ribassati e/o aperture lungo i cordoli.

La vegetazione influenza in modo significativo la capacità del giardino della pioggia di abbattere il carico inquinante e permette, se il sistema è correttamente progettato, di ridurre in modo sostanziale solidi sospesi, concentrazione di fosforo totale, dei metalli, ed in misura minore del quantitativo di azoto. La selezione delle specie più adatte è specifica del sito.

Lo strato filtrante è la sede delle specie vegetate del giardino e si compone di una miscela di terriccio (20-25%), compost organico (20-25%) e sabbia (50-60%), fornendo i nutrienti alle piante. Si prevede in alcuni casi uno strato soprastante di pacciamatura con corteccia o lapillo vulcanico, che ha la funzione di mantenere costante il grado di umidità del terreno.

Gli spessori consigliati sono variabili tra 75 e 100 cm, ma può essere ridotto nel caso di sistemi molto

Sezione tipo di giardino della pioggia.



In alto sinistra, pagina a fianco: giardini della pioggia a bordo strada a Portland. Si noti l'ingresso per l'acqua ottenuto dall'intervento del cordolo dell'aiuola. (progetto e foto di Metro Transportation Planning and Development)

Da in alto destra e per tutte le immagini della pagina a fianco e di questa pagina: sezione fotografica e dettagli costruttivi dei giardini della pioggia di Østerbro a Copenhagen. I cordoli hanno interruzioni ogni 150-200 cm per coagulare le acque

meteoriche all'interno delle aiuole depresse. Quando i giardini della pioggia si sviluppano con andamento lineare, ogni 20-30 metri si possono prevedere dei passaggi trasversali, che permettono alle persone di attraversarli senza sporcarsi e

calpestare la vegetazione e i suoli. In questi casi le pavimentazioni devono essere realizzate con blocchi isolati, in pietra o cemento, in modo da non ostruire le piogge collettate. All'interno dei giardini della pioggia è possibile posizionare tubi per

il drenaggio, avendo l'accortezza di utilizzare coperture forate dei pozzetti più grandi. Dettagli della vegetazione e delle trincee drenanti all'interno dei giardini della pioggia. (Progetto di Trädje Nature, foto di Luisa Ravanello)



VEGETAZIONE E SPECIE CONSIGLIATE

La specie da mettere a dimora devono essere in grado di adattarsi sia a condizioni di allagamento sia a periodi di siccità e convivere con l'inquinamento atmosferico. È necessario prevedere un impianto vegetale denso (circa 6-10 piante/mq in relazione alle specie scelte) per incrementare la densità degli apparati radicali e favorire il mantenimento della permeabilità del suolo.

Nei sistemi con sviluppi areali considerevoli è importante distribuire le diverse specie in funzione della loro capacità resiliente in condizioni più estreme.

Le specie arbustive sono efficaci per il loro apparato radicale molto capillare e possono costituire una barriera verde come elemento deterrente all'accesso al pubblico, ove necessario.

La scelta della tipologia di piante è peculiare del sito e del contesto climatico dell'intervento.

Esistono molte specie ripariali da prescegliere tra:

- ERBACEE: balsamina gialla, filipendula, felce palustre, iris;
- ARBUSTI: Cornus, frangula, salici arbustivi, viburno;
- ALBERI: cipresso calvo, ontano, pioppo, salici arborei.

FRUIBILITÀ E ATTRATTIVITÀ DELLO SPAZIO PUBBLICO

La superficie del rain garden non è direttamente fruibile, ma si può inserire in contesti urbani al fine di creare un valore aggiunto soprattutto lungo arterie pedonali o ciclabili.



MANUTENZIONE

Il rendimento del sistema di fitodepurazione e la capacità di infiltrazione nel sottosuolo dipendono dal grado di manutenzione, con particolare attenzione alle specie vegetali. La manutenzione deve essere particolarmente accurata durante i primi mesi dopo la realizzazione: il sistema deve essere ispezionato dopo gli eventi di pioggia e si deve stimare il quantitativo di sedimenti depositati, al fine di verificare le capacità di infiltrazione del dreni e degli strati filtranti.

Successivamente, la manutenzione ordinaria con cadenza trimestrale, riguarda:

- raccolta di rifiuti (dannosi in particolare per il valore estetico e paesaggistico);
- pulizia dell'area di raccolta delle acque stradali per ridurre l'apporto di sedimenti;
- controllo dello stato di salute delle piante e prevenzione del proliferarsi di specie invasive;
- controllo e la pulizia delle trincee drenanti (se presenti), con cadenza annuale.

La manutenzione straordinaria riguarda la sostituzione della pacciamatura e/o degli altri strati filtranti e dei dreni, qualora sottoposti ad intasamento.



COSTI INDICATIVI

- 20-30 euro/mq: scavo con profondità di 1 m, smaltimento e finitura superficie a raso;
- 30-40 euro/mq: realizzazione dello strato filtrante in giardino di sezione indicativa 810x150cm.



PROGETTI DI RIFERIMENTO

- Quartiere di Østerbro, Copenhagen - DK / Caso studio F37

SOS4LIFE - LINEE GUIDA «LIBERARE IL SUOLO»

VOLUME 2



INDICE

4 INTRODUZIONE

14 A - ECO-QUARTIERI

- 16 GOSBENAREALET, Aalborg (DK)
- 28 LA CONFLUENCE, Lyon (FR)
- 40 PARC DUTRAPEZ, Boulogne-Billancourt (FR)
- 52 CLICHY-BATIGNOLLES, Paris (FR)

64 B - PARCHI URBANI

- 66 PROMENADE DU PAILLON, Nice (FR)
- 76 ALTER FLUGPLATZ, Frankfurt am Main (DE)
- 86 GLEISDREIECK PARK, Berlin (DE)
- 96 KILLESBERG PARK, Stuttgart (DE)

106 C - PIAZZE, SPAZI PUBBLICI, GIARDINI

- 108 ROSA LUXEMBURG, Paris (FR)
- 118 JARDINES DES AMARANTES, Lyon (FR)
- 128 ZOLLHALLEN PLAZA, Freiburg (DE)
- 138 VIALE MATTEOTTI, Milano Marittima, Ravenna (IT)

148 D - GIARDINI TEMPORANEI

- 150 JARDIN JOYEUX, Aubervilliers (FR)
- 160 TEXTURE PARKING, Courtrai (BE)

170 E - PRATICHE DAL BASSO

- 172 DEPAVE E DEPAVE PARADISE, U.S.A., Canada, Olanda, U.K.

182 F - STRUMENTI URBANISTICI E PIANI PARTICOLAREGGIATI

- 184 PIANI SPAZI PUBBLICI ØSTERBRO, Copenhagen (DK)
- 196 TREKKVLIET, Den Haag (NL)
- 204 PARCO URBANO NOVELLO, Cesena (IT)
- 214 LUNGO IL CANALE DI MEDICINA, Medicina (IT)
- 226 PIANO ADATTAMENTO AREA INDUSTRIALE, Bompoto (MO)

B14 IL PARCO PERIURBANO ALTER FLUGPLATZ KALBACH A FRANCOFORTE SUL MENO
da ex eliporto militare a parco ecologico in evoluzione

L'obiettivo è creare una rete di informazione della ex eliporto militare di Bonaparte in un parco a vocazione ecologica e di fruizione pubblica, lungo la sponda destra del fiume Main, affluente del Reno.

Prima che l'aeroporto degli Stati Uniti si trasformasse in parco, l'area era un deposito di munizioni e poi un campo di addestramento per i paracadutisti. L'area è un parco di 100 ettari, con una grande area di parcheggio e di sosta per i pedoni e per le biciclette.

Nel 1993 è stato il Comune di Francoforte, che ha commissionato all'Ufficio Tecnico, l'elaborazione di un piano di trasformazione del parco e nel 1995 è partito il cantiere di trasformazione.

IL PARCO E LA TRASFORMAZIONE DEL TEMPIO DELLA VENTIDUESIMA PONTON

L'idea di base della trasformazione è stata quella di recuperare l'area esistente in un parco per il tempo libero, trasformando l'ex eliporto militare attraverso una azione di densificazione che ha permesso di creare percorsi e di creare una rete di informazione della ex eliporto militare.

L'obiettivo era quello di creare una rete di informazione della ex eliporto militare, attraverso una azione di densificazione che ha permesso di creare percorsi e di creare una rete di informazione della ex eliporto militare.

Per realizzare una rete di informazione della ex eliporto militare, è stato necessario creare una rete di informazione della ex eliporto militare, attraverso una azione di densificazione che ha permesso di creare percorsi e di creare una rete di informazione della ex eliporto militare.

Il parco è stato trasformato in un parco di 100 ettari, con una grande area di parcheggio e di sosta per i pedoni e per le biciclette. L'area è un parco di 100 ettari, con una grande area di parcheggio e di sosta per i pedoni e per le biciclette.

Nel 1993 è stato il Comune di Francoforte, che ha commissionato all'Ufficio Tecnico, l'elaborazione di un piano di trasformazione del parco e nel 1995 è partito il cantiere di trasformazione.

1950-52 Dopo la seconda guerra mondiale, l'area era un campo di addestramento per i paracadutisti.

1970 La città di Francoforte decide di trasformare l'area in un parco di 100 ettari.

1992 Il Comune di Francoforte commissiona all'Ufficio Tecnico, l'elaborazione di un piano di trasformazione del parco.

1993 Il cantiere di trasformazione del parco inizia.

2002 Il parco è stato trasformato in un parco di 100 ettari, con una grande area di parcheggio e di sosta per i pedoni e per le biciclette.

2003 Il parco è stato trasformato in un parco di 100 ettari, con una grande area di parcheggio e di sosta per i pedoni e per le biciclette.

2004 Il parco è stato trasformato in un parco di 100 ettari, con una grande area di parcheggio e di sosta per i pedoni e per le biciclette.

2005-2007 Il parco è stato trasformato in un parco di 100 ettari, con una grande area di parcheggio e di sosta per i pedoni e per le biciclette.

2013 Il parco è stato trasformato in un parco di 100 ettari, con una grande area di parcheggio e di sosta per i pedoni e per le biciclette.

2019 Il parco è stato trasformato in un parco di 100 ettari, con una grande area di parcheggio e di sosta per i pedoni e per le biciclette.

2004 Il parco è stato trasformato in un parco di 100 ettari, con una grande area di parcheggio e di sosta per i pedoni e per le biciclette.

2009 Il parco è stato trasformato in un parco di 100 ettari, con una grande area di parcheggio e di sosta per i pedoni e per le biciclette.

2013 Il parco è stato trasformato in un parco di 100 ettari, con una grande area di parcheggio e di sosta per i pedoni e per le biciclette.

2019 Il parco è stato trasformato in un parco di 100 ettari, con una grande area di parcheggio e di sosta per i pedoni e per le biciclette.

INFRASOTTERRANEA VERDE E IL SUO ROLLO NEL MONDO DELLA NATURA
ECONOMIA SOSTENIBILE DELLE ACQUE

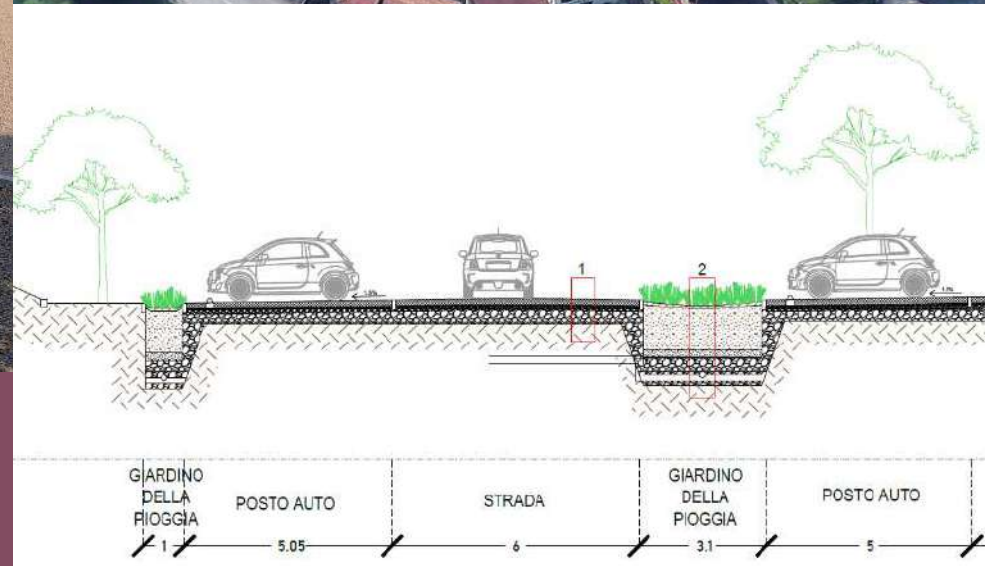
Infrastruttura blu / Spazio d'azione di depurazione. Il progetto di riciclo delle acque reflue è stato realizzato nel 2004. L'obiettivo era quello di creare una rete di informazione della ex eliporto militare, attraverso una azione di densificazione che ha permesso di creare percorsi e di creare una rete di informazione della ex eliporto militare.

Infrastruttura verde e spazi pubblici / La depurazione delle acque reflue è stata realizzata nel 2004. L'obiettivo era quello di creare una rete di informazione della ex eliporto militare, attraverso una azione di densificazione che ha permesso di creare percorsi e di creare una rete di informazione della ex eliporto militare.

<http://www.sos4life.it/documenti/Linee guida B3.3>



ESEMPI DI INTERVENTI PUBBLICI E PRIVATI CON APPLICAZIONE LINEE GUIDA SOS4LIFE



PARCHEGGIO VIA CASAMORATA

60 posti auto - 3.130 mq. (di cui 1.014 mq. a verde con inserimento nuove alberature)

2.093 mq area pavimentata con calcestruzzo drenante ad alto albedo (colori chiari)

Riduzione del carico sul sistema fognario mediante ricorso a pav. drenanti e giardini della pioggia

PNRR – Bando PINQUA – I LAVORI ULTIMATI IL 22 MAGGIO 2023

PARCHEGGIO VIA CASAMORATA – maggio 2023



PARCHEGGIO CAMPUS UNIVERSITARIO



- 110 posti auto
- 109 alberi (51 esistenti + 58 nuovi) per garantire adeguato ombreggiamento
- 1928 mq (25,7%) di Manto erboso
- 714 mq. (9,5%) Giardini della pioggia (con cespugli)
- 4865 mq. (64,8%) Superfici permeabili (pavimentazioni in calcestruzzo drenante ad alta albedo, per ridurre isola di calore)
- Cofinanziato con risorse PNRR
- LAVORI ULTIMATI IL 26 APRILE 2024

PARCHEGGIO CAMPUS UNIVERSITARIO



PARCHEGGIO CAMPUS UNIVERSITARIO – Aprile 2024



PARCHEGGIO VIA ROMANELLO



80 posti auto

2.537 mq. (di cui 520 mq. a verde)

Pavimentazione corselli in calcestruzzo drenante ad alta albedo, per ridurre isola di calore

Stalli con acciottolato erboso drenante

REALIZZATO



PARCHEGGIO VIA ROMANELLO



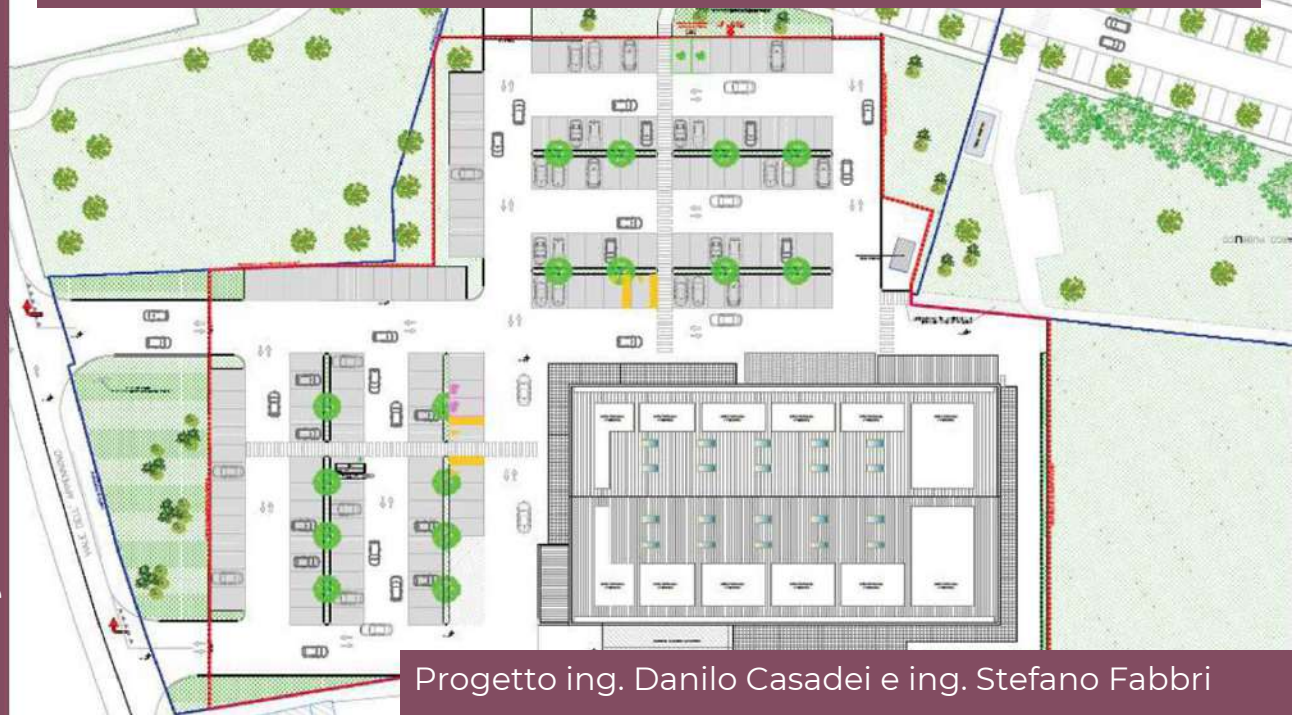
Procedura di variante ex art. 53 L.R. 24/2017 in istruttoria

Costruzione di un nuovo edificio ad uso commerciale con complessiva riduzione delle superfici coperte

Riduzione delle superfici impermeabilizzate e aumento delle superfici a verde e alberate

Realizzazione di trincee drenanti e giardini della pioggia

Messa a dimora di alberature con funzione di ombreggiamento



Progetto ing. Danilo Casadei e ing. Stefano Fabbri

INTERVENTO RIGENERAZIONE AREA EX AVICOLA

Manifestazioni di interesse – Fase conclusa

Nella formulazione delle proposte è stato richiesto di prevedere inserimento di superfici a verde, alberature e utilizzo di soluzioni NBS e di sistemi di drenaggio sostenibile con particolare riferimento alle Linee guida B3.3 Sos4Life per la resilienza urbana negli interventi di rigenerazione



VALUTAZIONE DEL RISCHIO LEGATO ALLE ONDATE DI CALORE PER LE AREE URBANIZZATE DEL COMUNE DI FORLÌ

FORLÌ - URBAN HEATWAVE THERMAL INDEX MAP (UHTI)

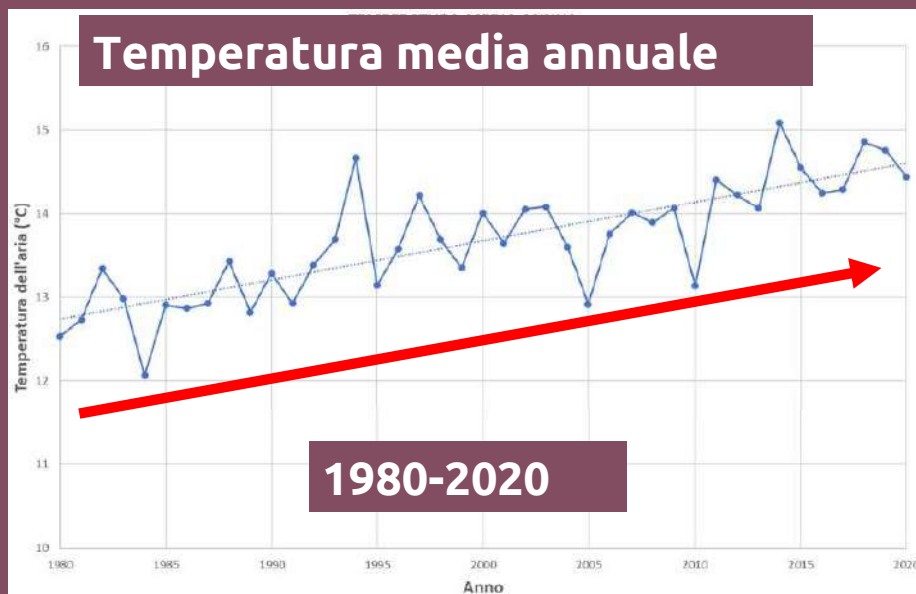
L'Istituto di Bioeconomia del CNR è stato incaricato anche di studiare la vulnerabilità in termini di temperatura dell'aria durante un'ondata di calore (Urban Heatwave Thermal Index) per il nuovo P.U.G. del Comune di Forlì.

L'indice è stato ricavato combinando 3 fattori: **temperatura delle superficie (LST) da immagini satellitari, indice della vegetazione (NDVI), morfologia del costruito (DSM), quest'ultima a partire da dati LIDAR.**

Estate 2024 - TMAX $\geq$ 30 gradi

Giugno	13 giorni
Luglio	25 giorni
Agosto	27 giorni
Settembre	5 giorni
Totale	70 giorni

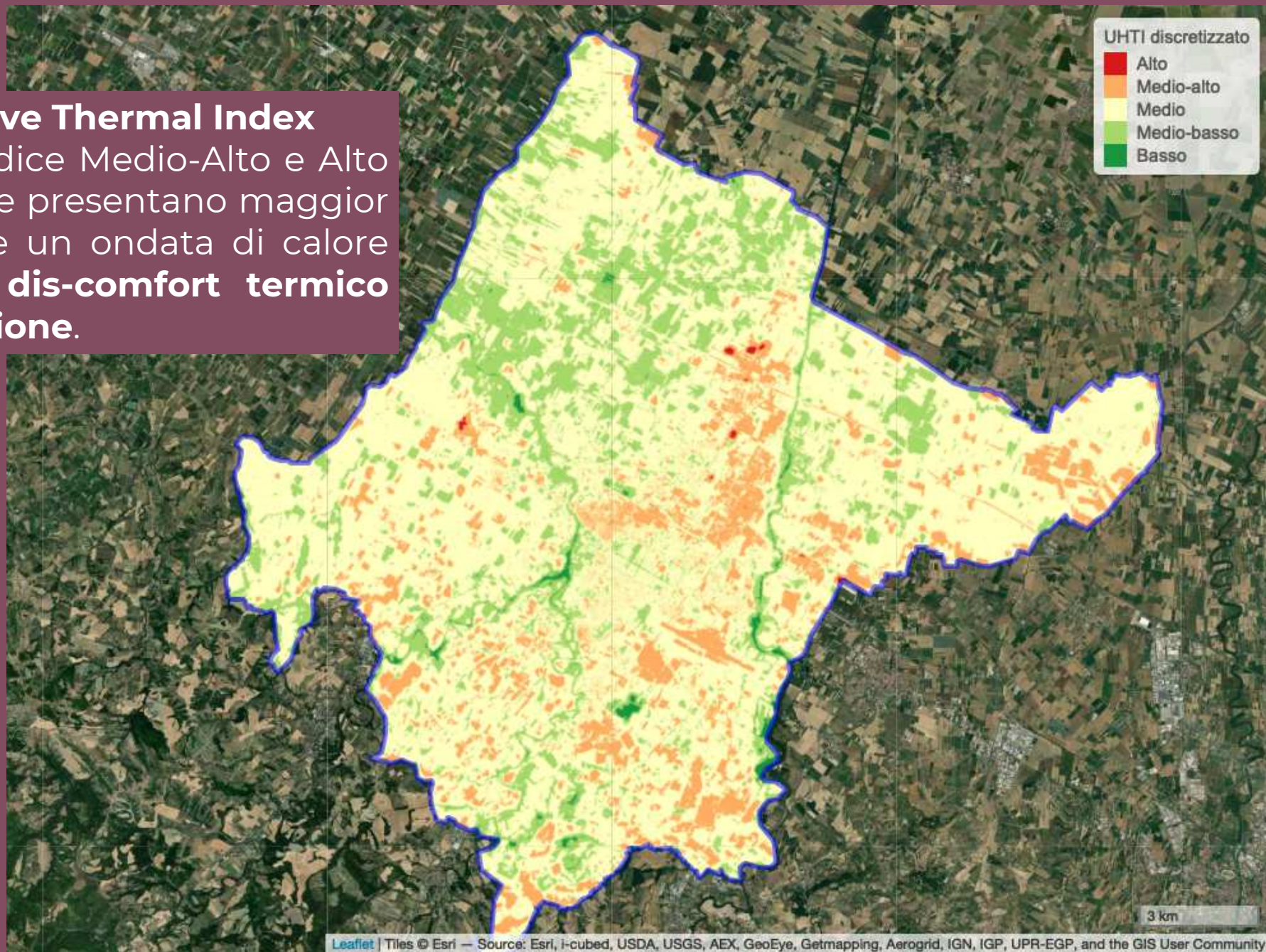
Di cui 13 giorni con TMAX $\geq$ 35 gradi



FORLÌ - URBAN HEATWAVE THERMAL INDEX MAP (UHTI)

Urban Heatwave Thermal Index

Le aree con indice Medio-Alto e Alto sono quelle che presentano maggior rischio durante un ondata di calore in termini di **dis-comfort termico per la popolazione**.



Edoardo Fiorillo
Marianna Nardino
Istituto per la
Bioeconomia del CNR

FORLÌ - MAPPA DEL RISCHIO ALLE ONDATE DI CALORE

Partendo dalla mappa UHTI è stato possibile costruire una Mappa del Rischio alle ondate di calore che sarà utilizzata per il nuovo Piano Urbanistico Generale (P.U.G.) per:

- indirizzare in maniera più mirata gli interventi di adattamento climatico (ad es. desealing e ripristino a verde, implementazione delle infrastrutture verdi).
- definire le priorità di intervento

Il rischio è stato calcolato come:

RISK = HAZARD + EXPOSURE + VULNERABILITY

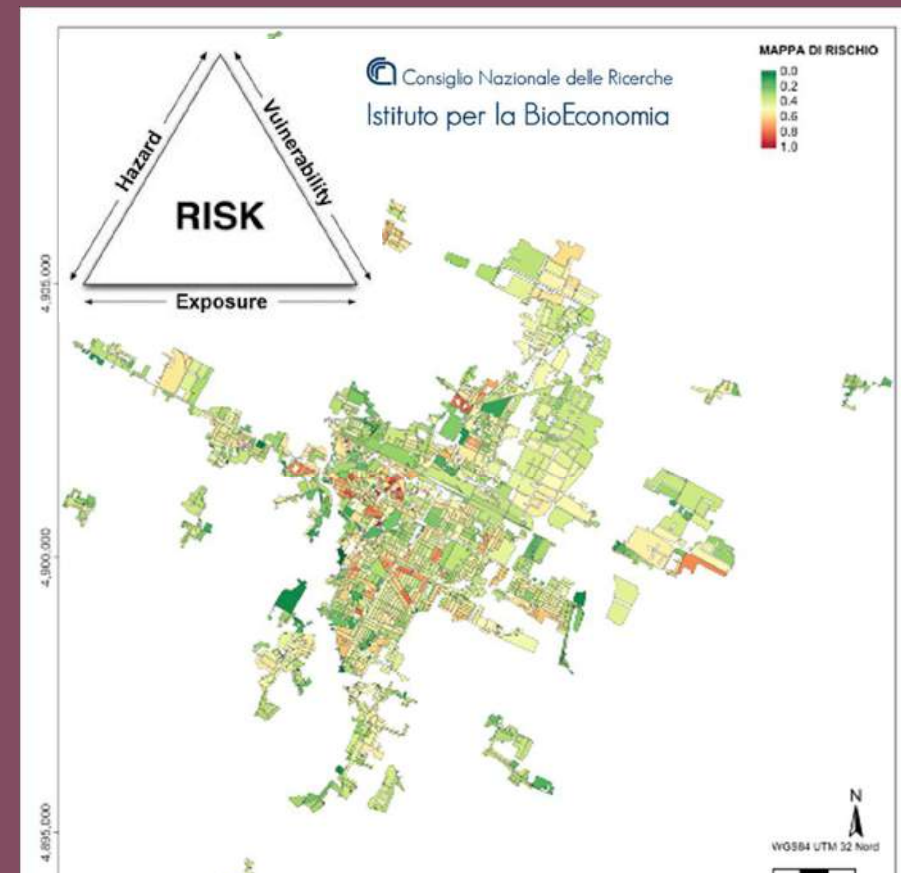
HAZARD dato dalla mappa del rischio derivante dal calore, ottenuta dalla spazializzazione della PET (Physiological Equivalent Temperature) attraverso l'UHTI (Urban Heatwave Thermal Index) utilizzando la modellazione con software EnviMet di alcune aree campione del territorio urbanizzato

EXPOSURE è data quantità di popolazione

VULNERABILITY è ottenuta da FRAGILITY + ADAPTABILITY

FRAGILITY è data dalla presenza della fascia più debole della popolazione (children 0-5 and over 65)

ADAPTABILITY è l'accessibilità alle aree verdi.



RISK = HAZARD + EXPOSURE + VULNERABILITY

PET ore 12
Physiological
Equivalent
Temperature



**VULNERABILITY =
FRAGILITY - ADAPTABILITY**

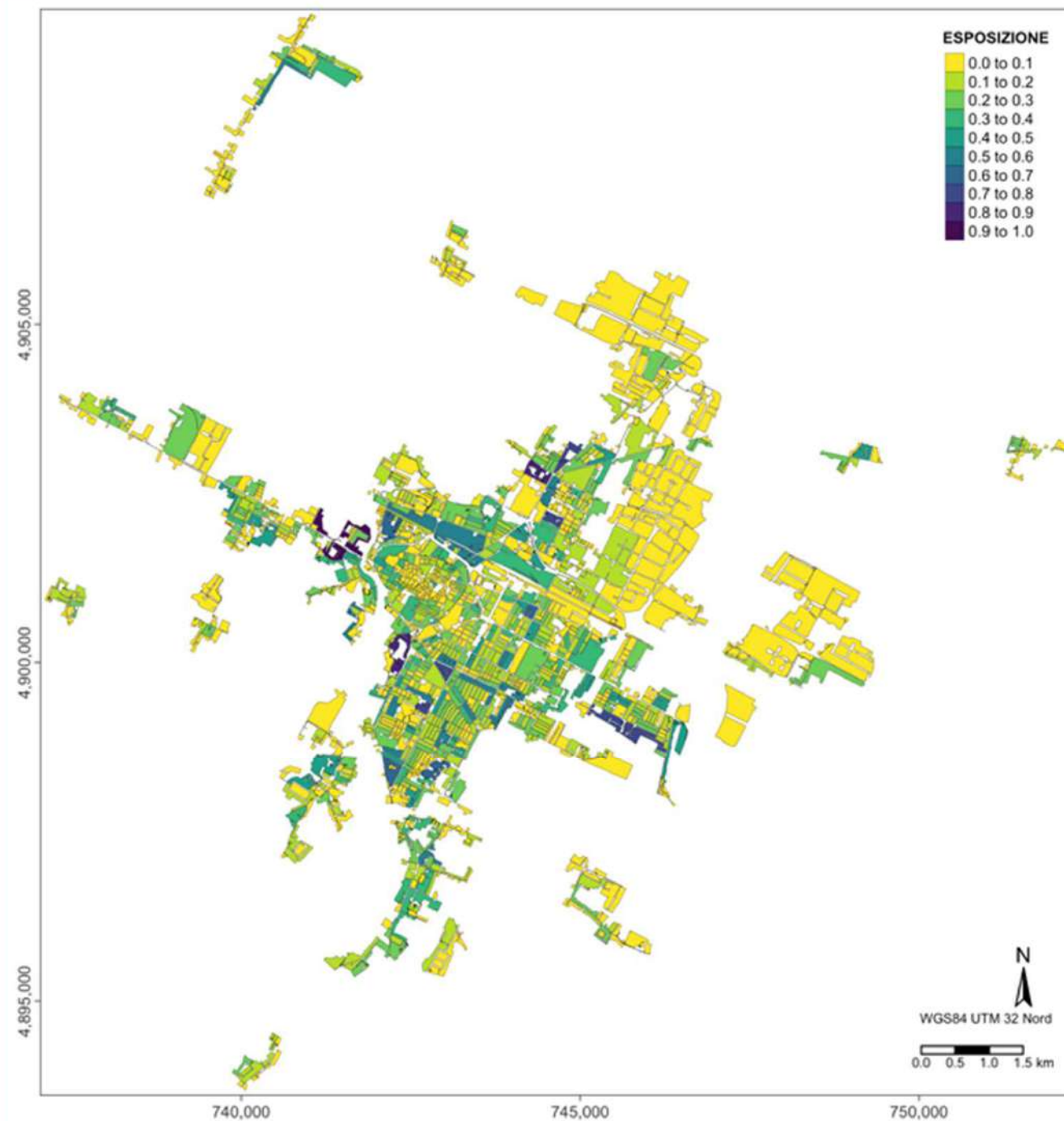
**FRAGILITY = popolazione
0-5 anni e over 65 per
isolato (n. persone)**

**ADAPTABILITY =
Accesso aree verdi**

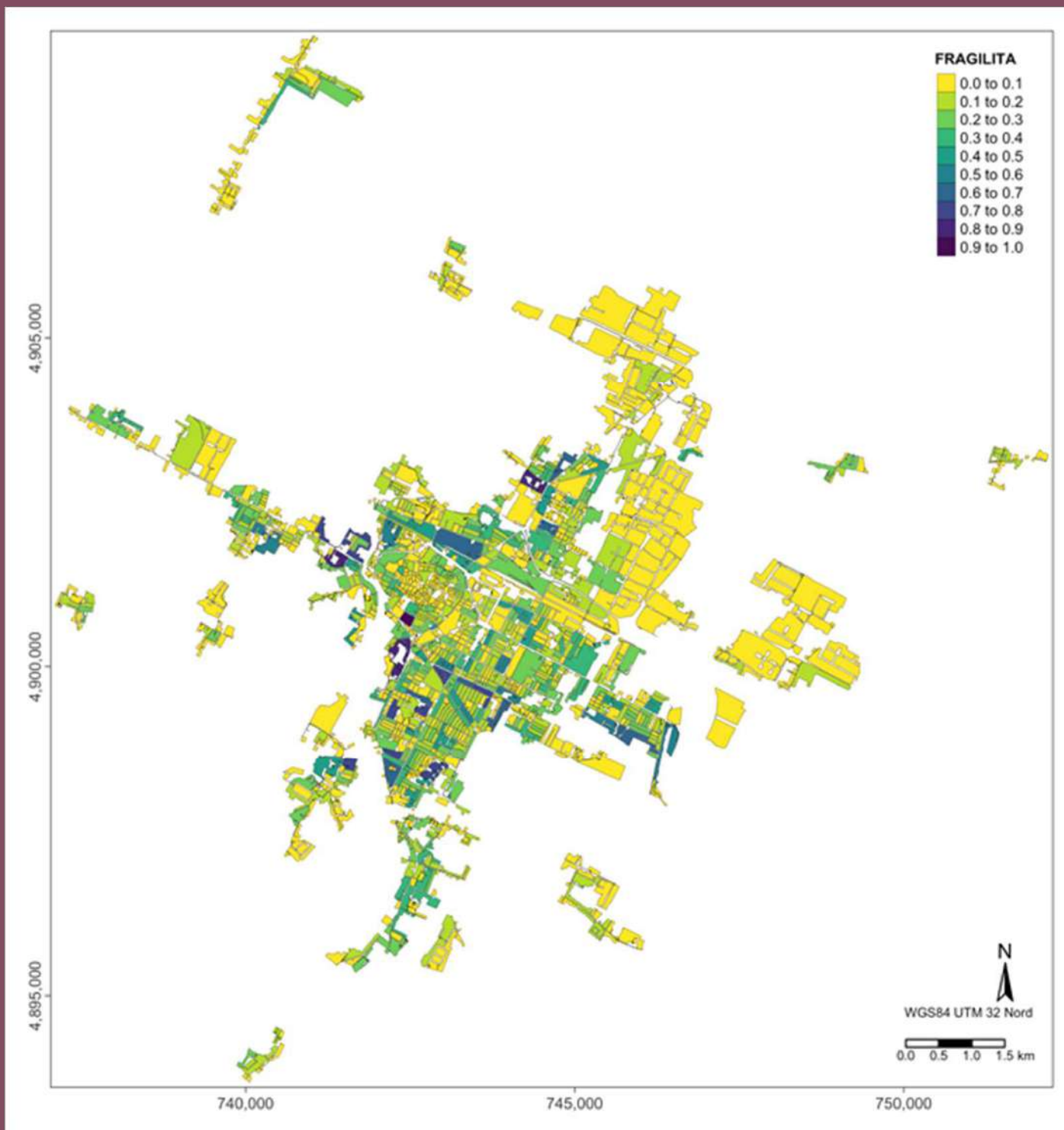
Popolazione per isolato (n. persone)

ESPOSIZIONE

Calcolata normalizzando
la popolazione per isolato

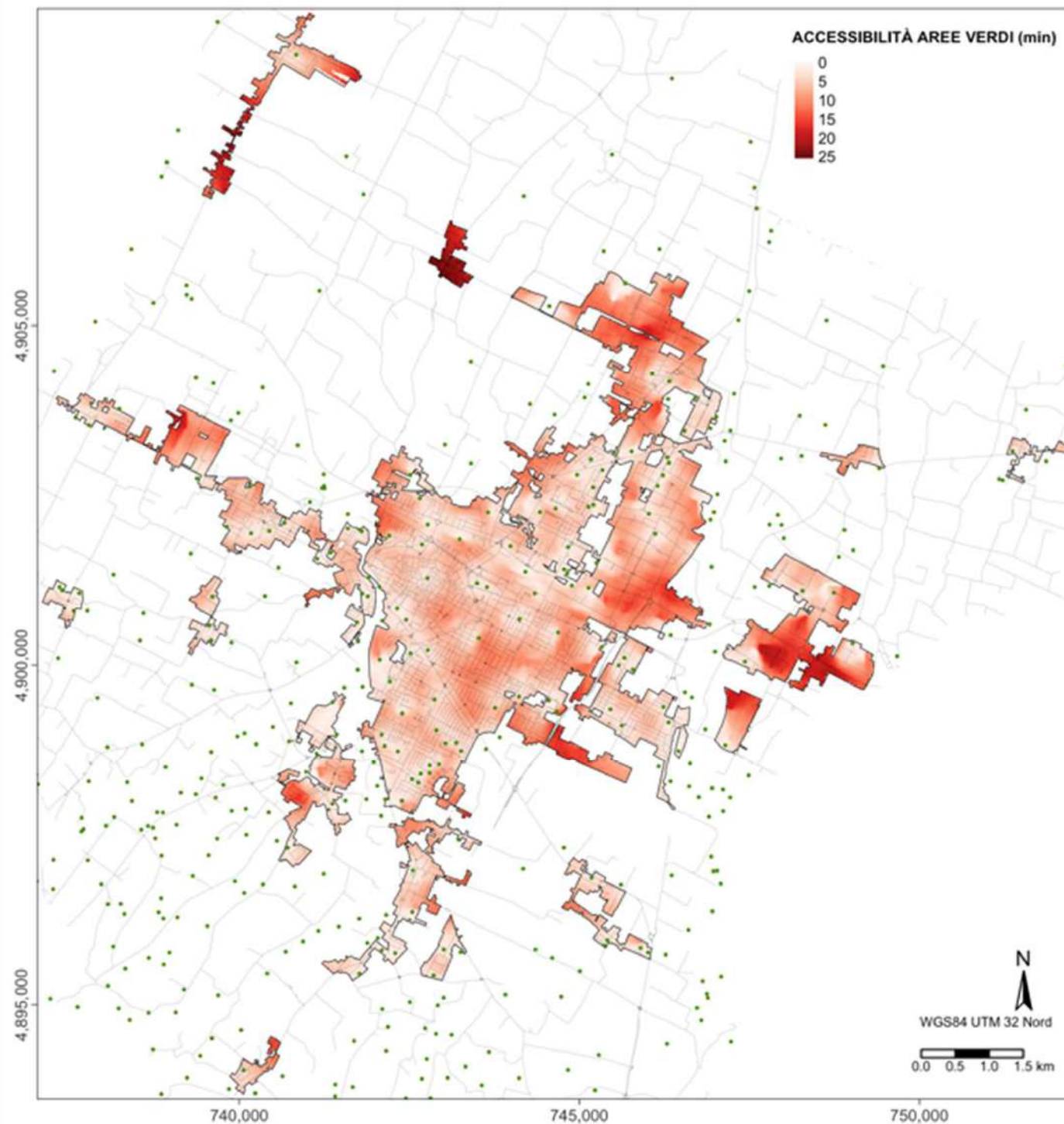


FRAGILITÀ



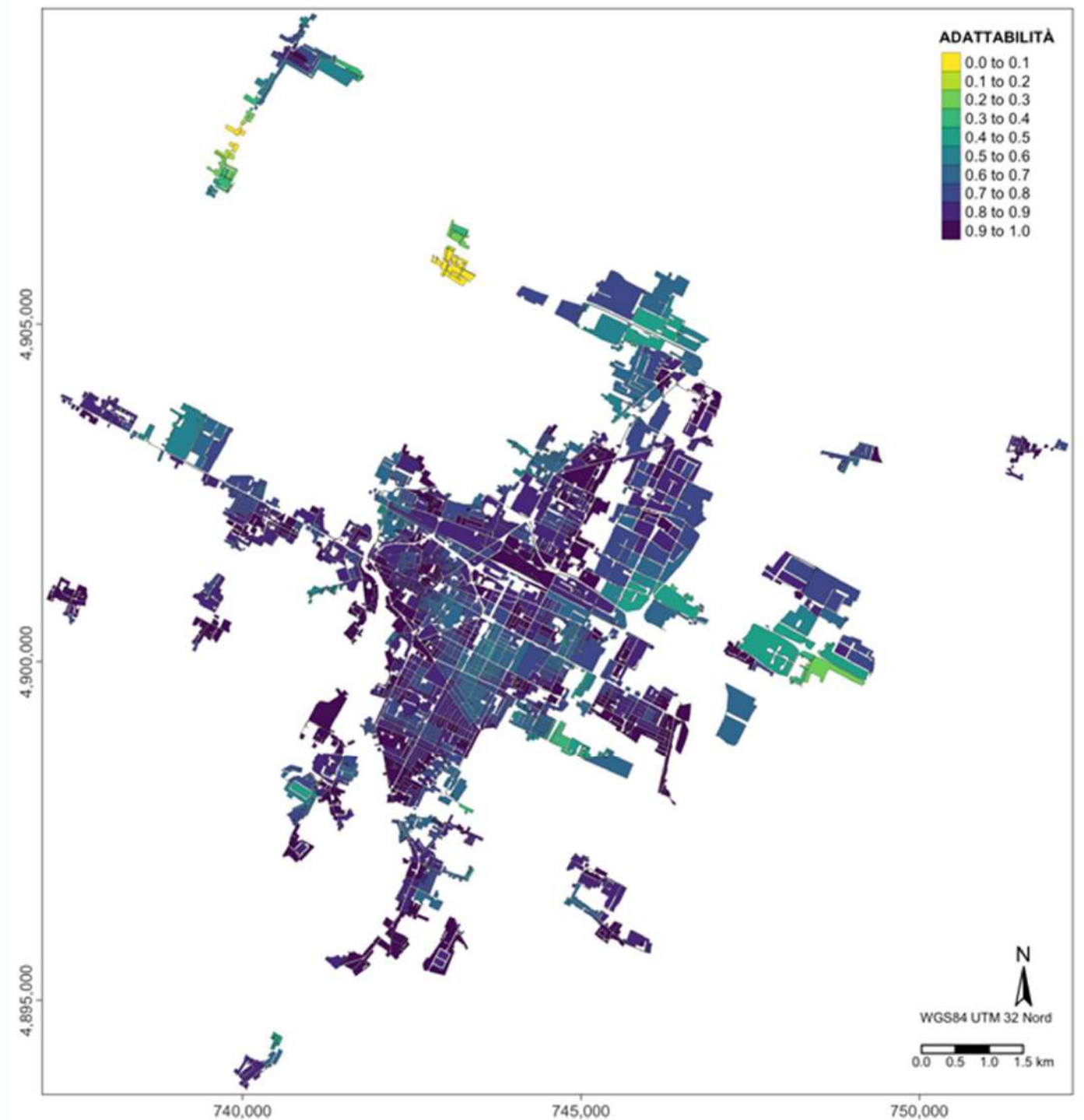
ADATTABILITÀ

Mappa di
accessibilità alle
aree verdi calcolata
in minuti

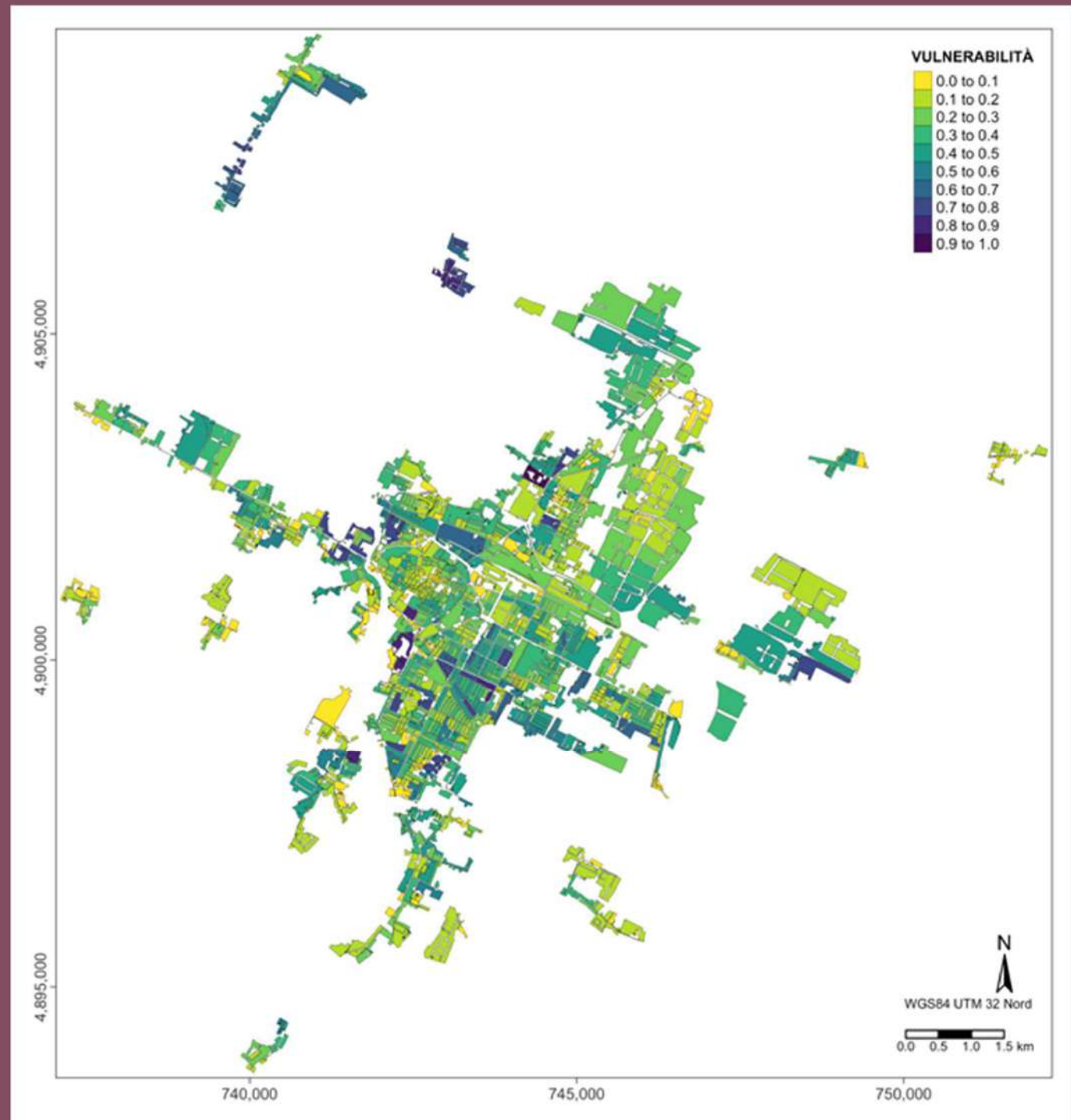


ADATTABILITÀ

Accessibilità alle
aree verdi
normalizzata

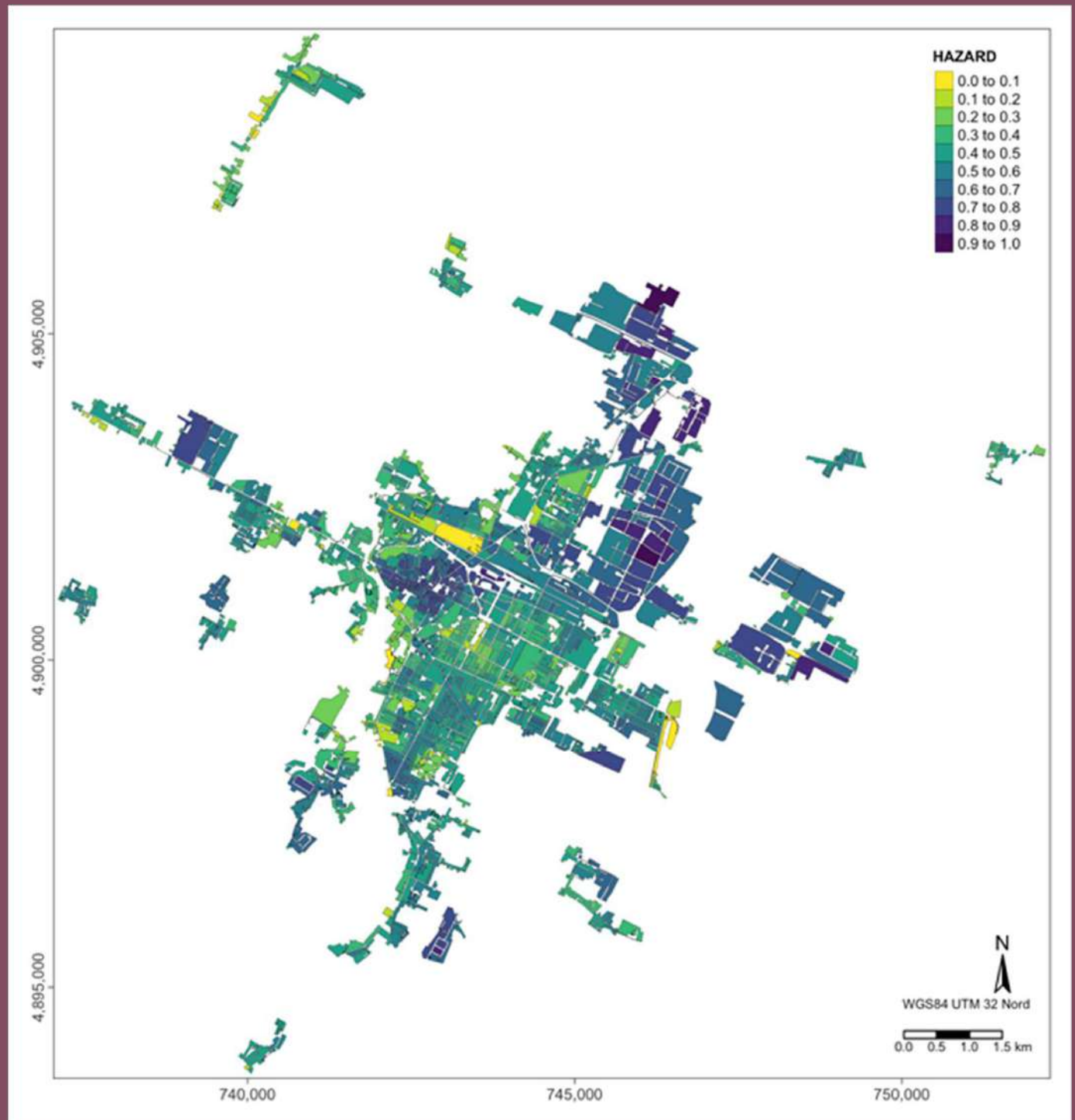


VULNERABILITÀ



HAZARD

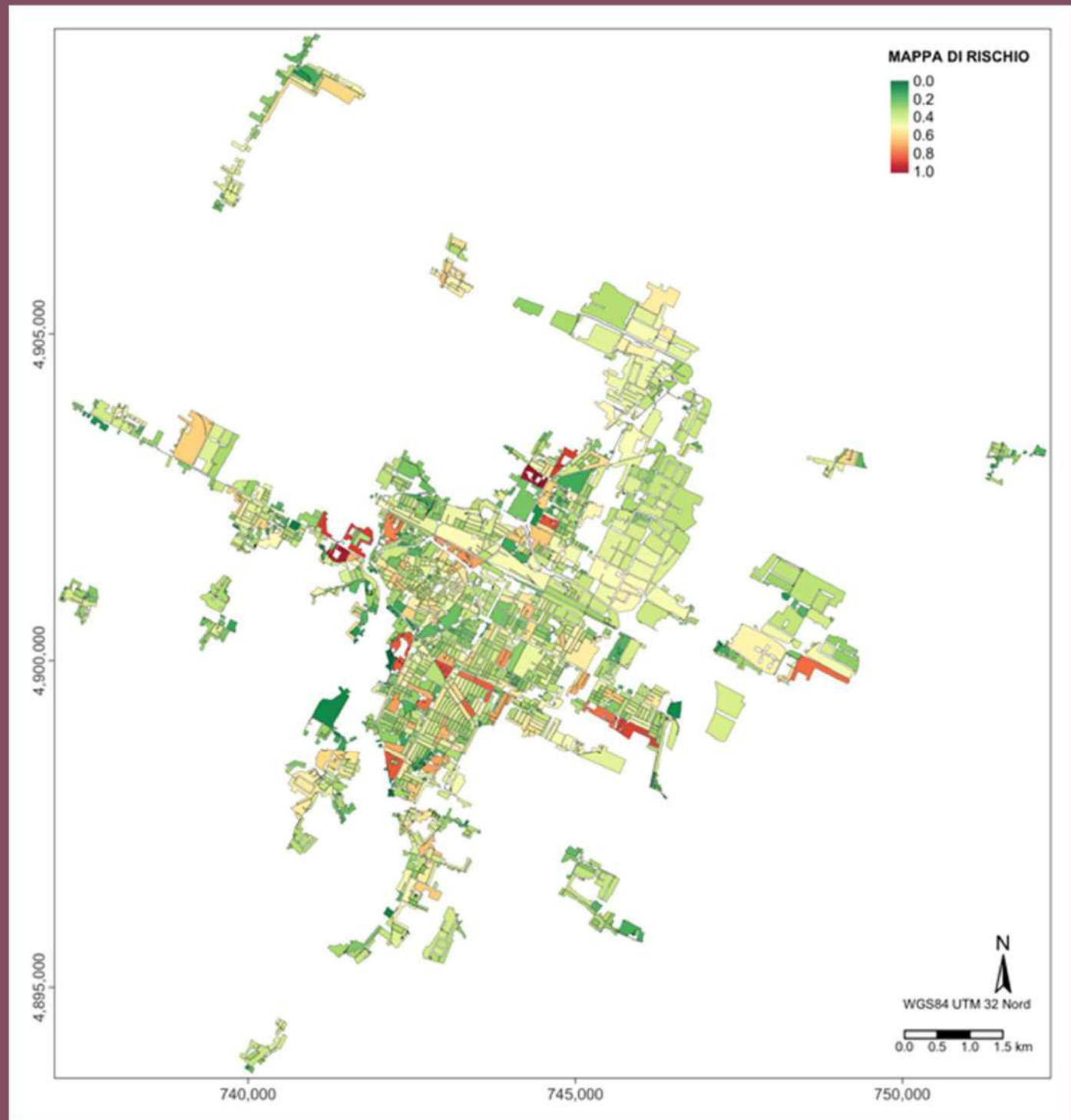
Calcolata usando **PET**
(Physiological Equivalent
Temperature)
di Envi-met delle ore 12
spazializzata tramite
UHTI
Urban Heatwave Thermal
Index



RISK

Calcolato come:

$$\text{Risk} = \text{Haz} + \text{Esp} + \text{Vuln}$$



RISCHIO CLASSIFICATO

- Basso
- Moderato
- Medio
- Elevato
- Molto elevato

Questa mappa di rischio discretizzata tiene conto della maggiore o minore presenza di persone appartenenti alle fasce più fragili della popolazione. E' evidentemente suscettibile di modifiche in funzione della variazione di questa fascia della popolazione.

