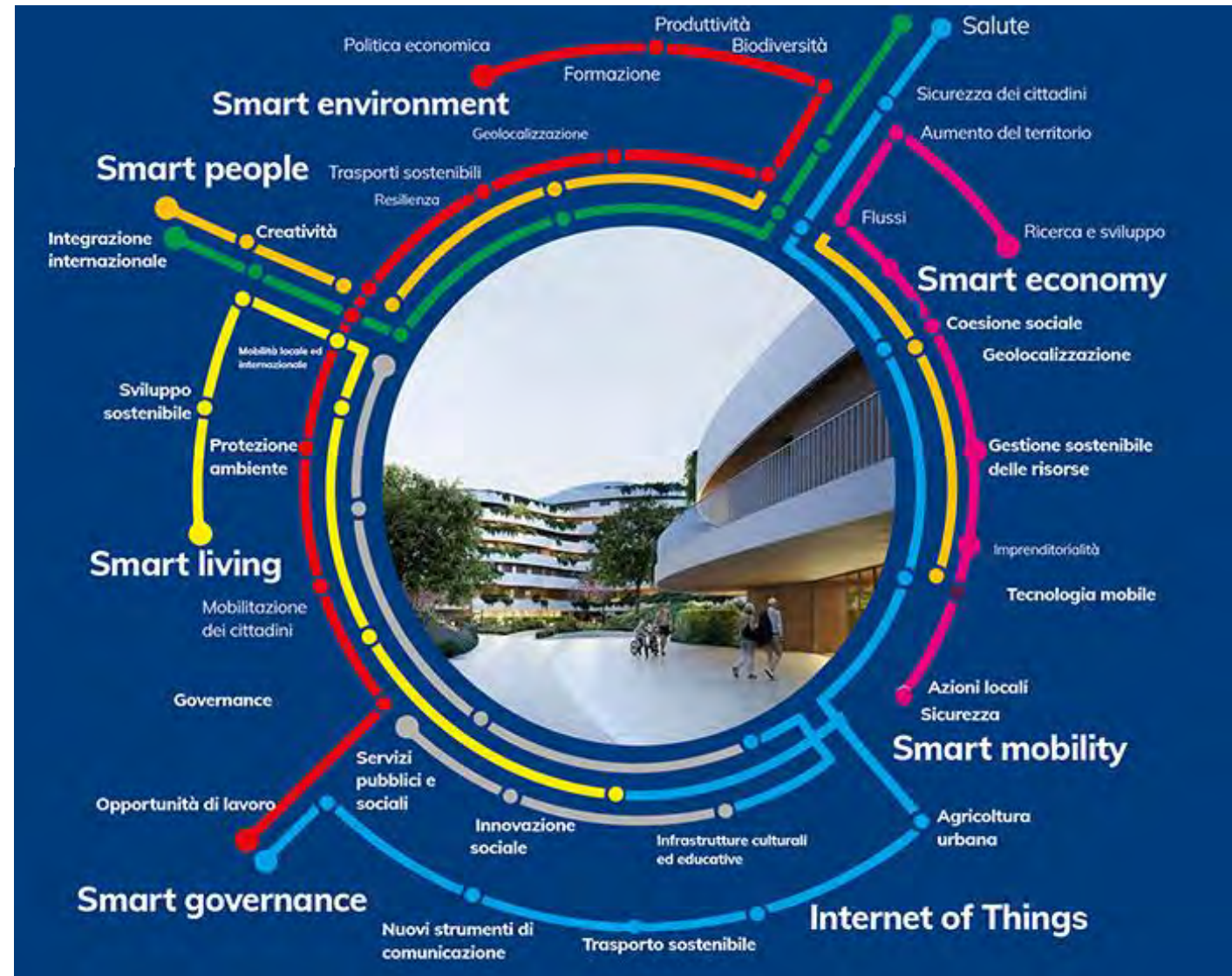




**PROAMBIENTE**  
innovation & environment



PRESENTE E FUTURO DELLE CITTA' DEL MEDITERRANEO

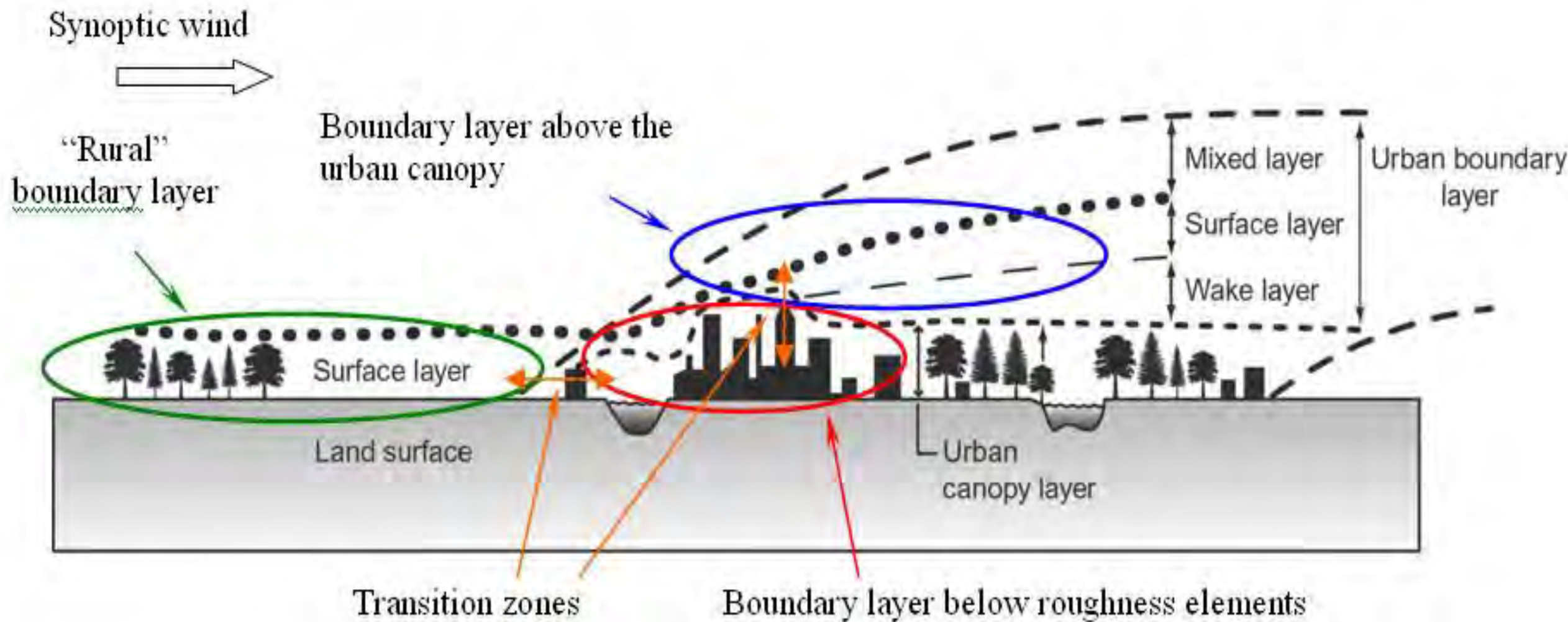
## I benefici ecosistemici delle Nature Based Solutions

13 novembre 2024 – Maria Teresa Salomoni

Nature Based Solution: definizioni ed effetti

## **I PROTAGONISTI E LE LORO AZIONI**

- La singola pianta: T°, vento, mitigazione inquinanti e climateranti, emissione O<sub>2</sub>.
- Il sistema verde-blu e i suoi benefici ecosistemici
- Le NBS realizzate in città
- Misurare i benefici ecosistemici delle NBS



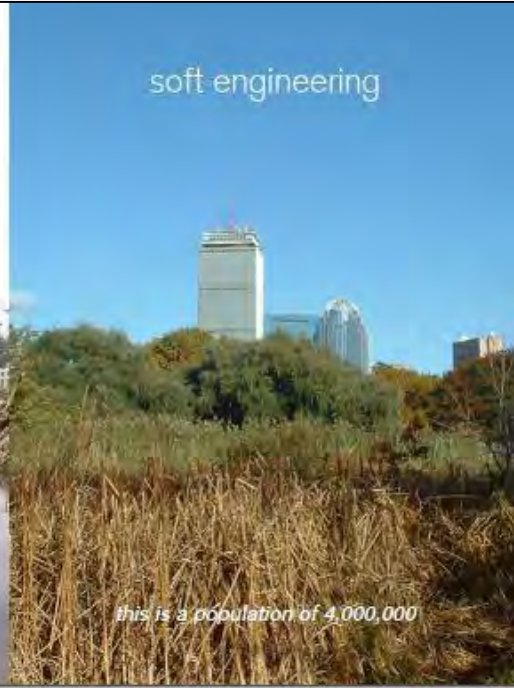
## hard engineering

Some believe that ecologically-based stormwater management is unattainable in dense urban areas, but consider the following...



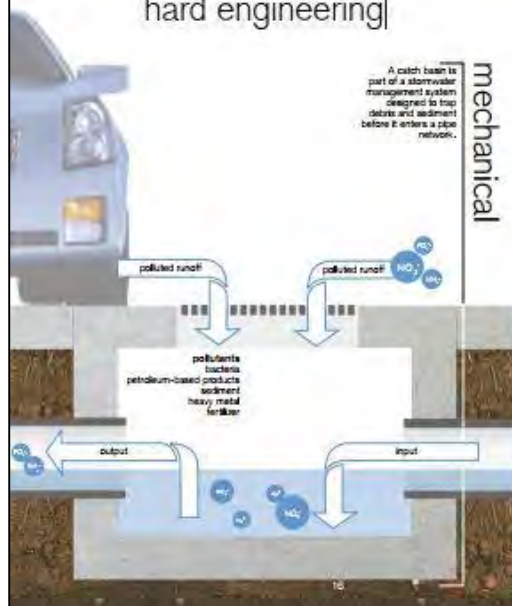
this is a population of 8,000

## soft engineering

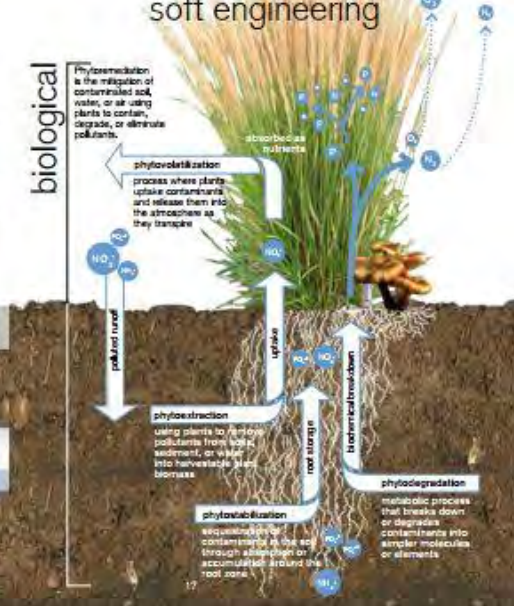


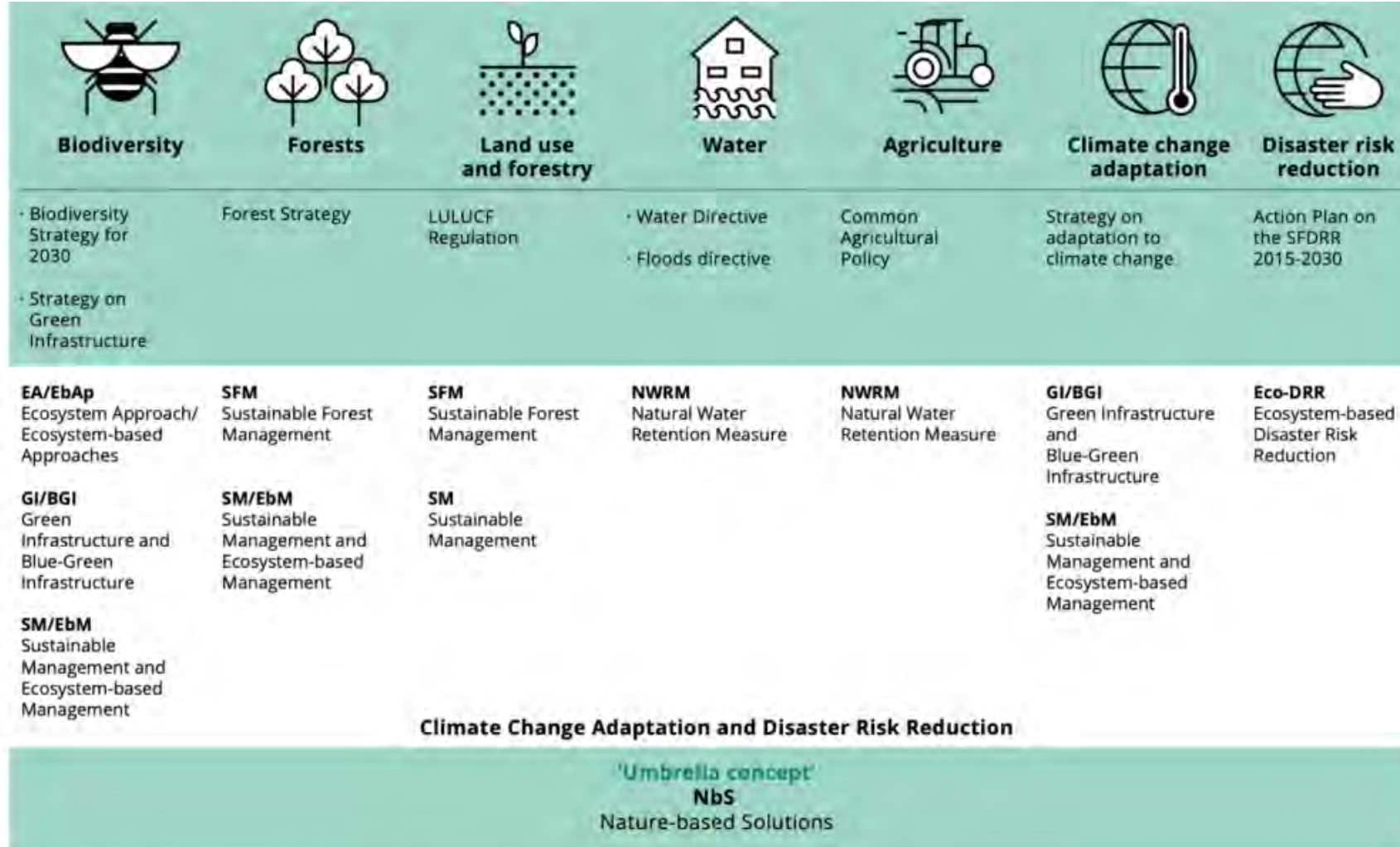
this is a population of 4,000,000

## hard engineering



## soft engineering



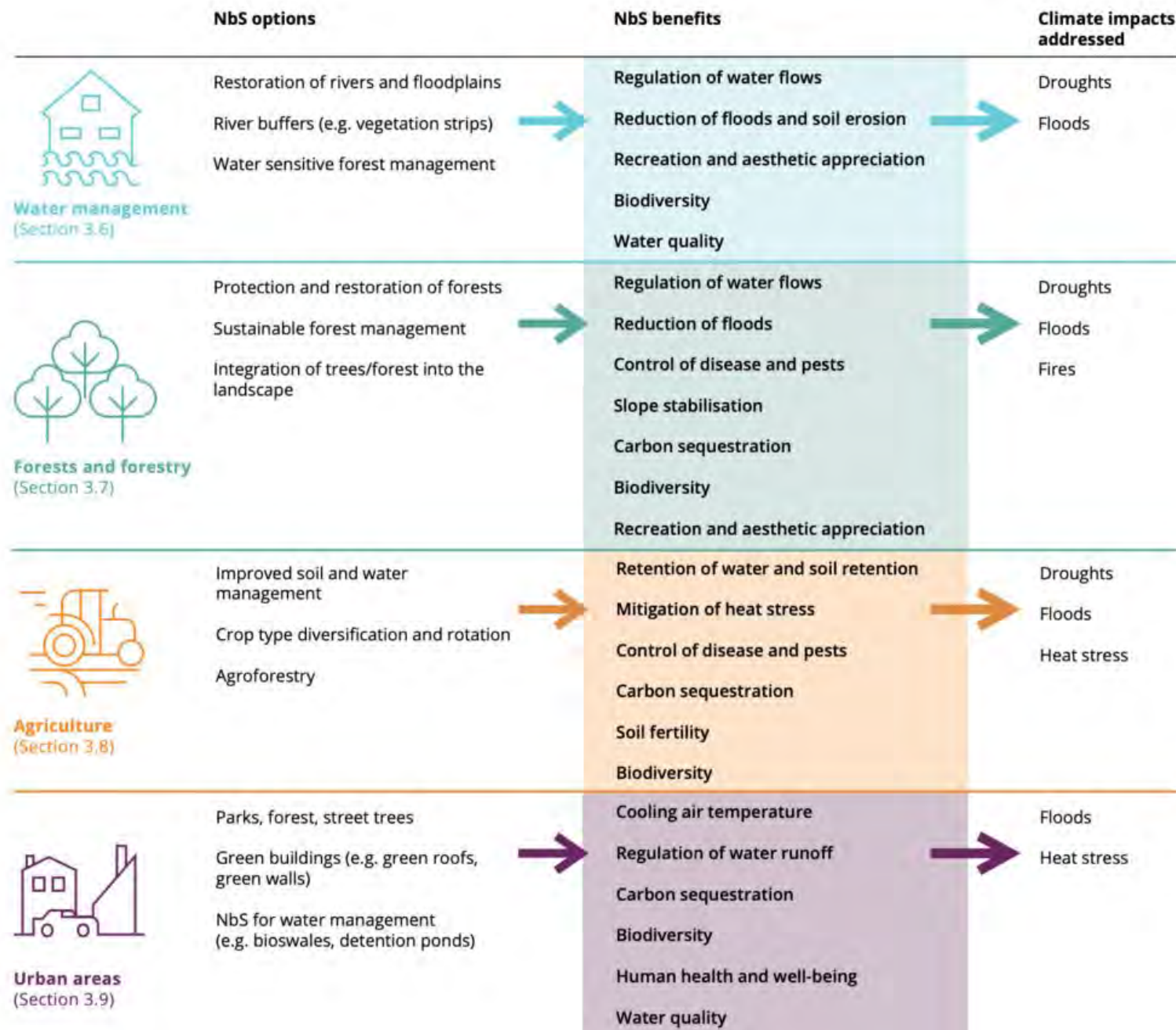


**Note:** CAP, common agricultural policy; LULUCF, Land use, land use change and forestry; SFDRR 2015-2030, Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030.

**Source:** EEA.

Le Nature-based Solutions sono soluzioni fornite dalla natura alle sfide che affrontiamo come esseri umani.

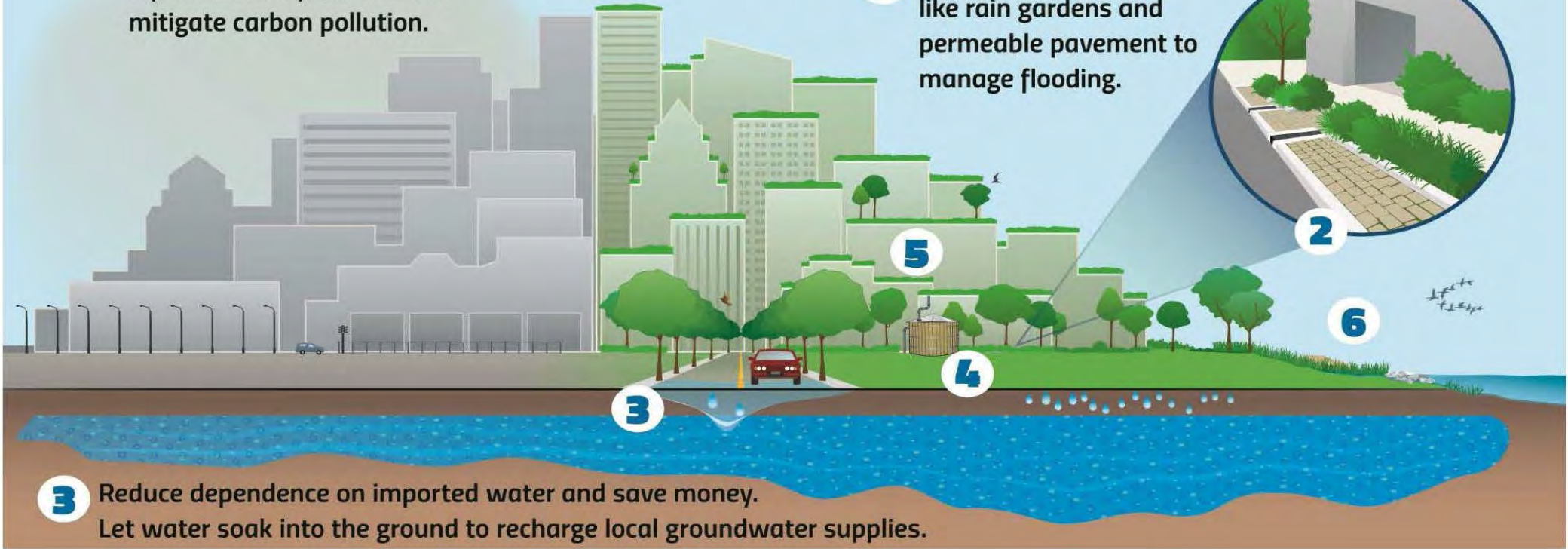
(Cecil Konijnendijk, British Columbia University)



# Green Infrastructure Builds Resiliency

**1** Vegetation-based green infrastructure practices can mitigate carbon pollution.

**2** Build green infrastructure like rain gardens and permeable pavement to manage flooding.



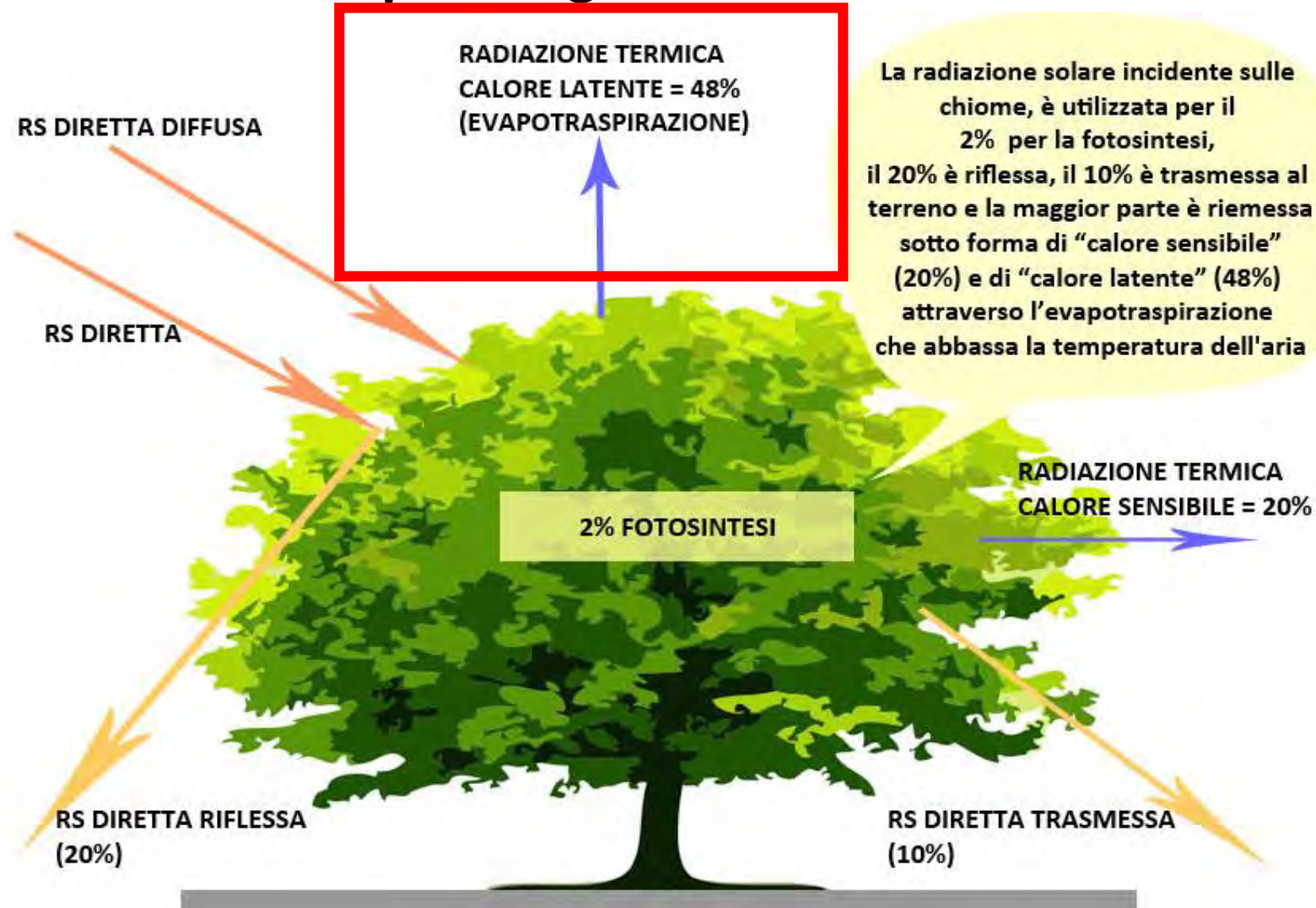
**3** Reduce dependence on imported water and save money. Let water soak into the ground to recharge local groundwater supplies.

**4** Keep water local. Capture runoff in cisterns and rain barrels to reduce municipal water use.

**5** Plant trees and green roofs to mitigate the urban heat island effect.

**6** Use living shorelines, buffers, dunes and marsh restoration to reduce the impact of storm surges.

# Temperare gli estremi termici



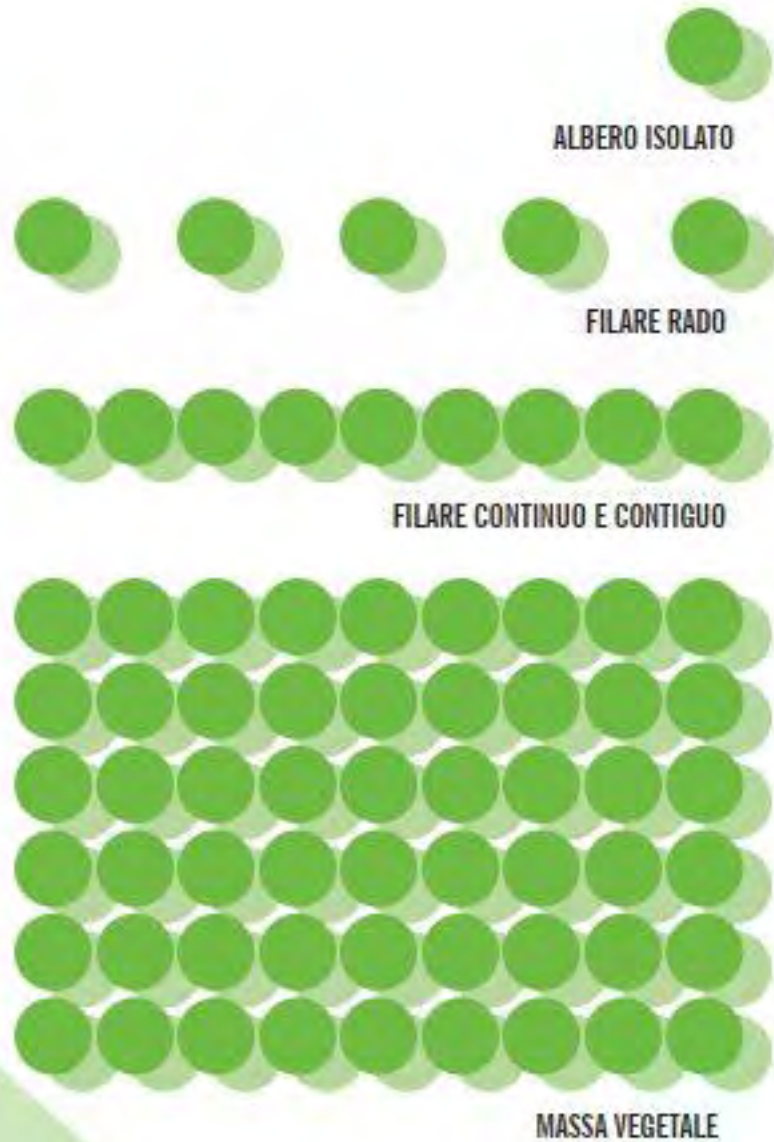
1 gr di H<sub>2</sub>O evaporata = cal 540 sottratte all'ambiente.

Un albero adulto può traspirare al giorno 1450 di H<sub>2</sub>O = gr 450.000 =.

**243.000.000 cal/d**



# Temperare le alte temperature



**CONTIGUITA' DELLE CHIOME  
CONTINUITA' DELLE RADICI**



© REBUS®

## Isola di fresco

determinata dall'ombreggiamento dei materiali minerali e dagli scambi di calore latente e sensibile prodotti da masse vegetali.

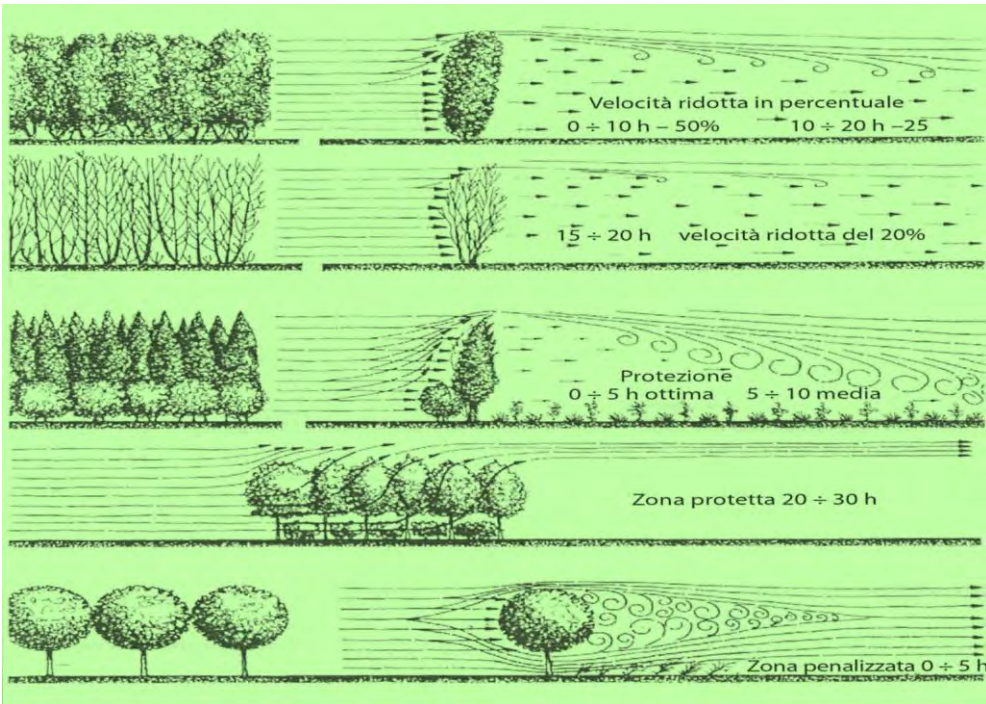
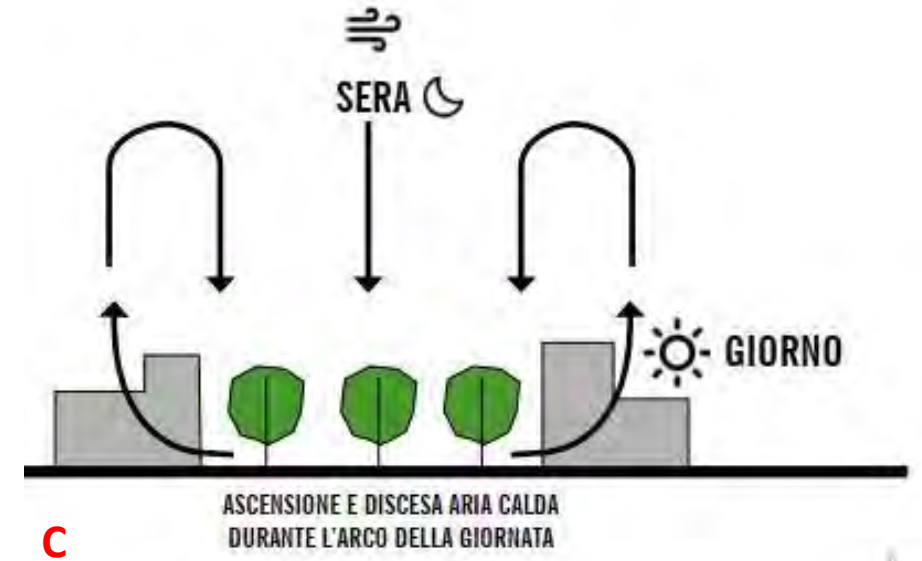
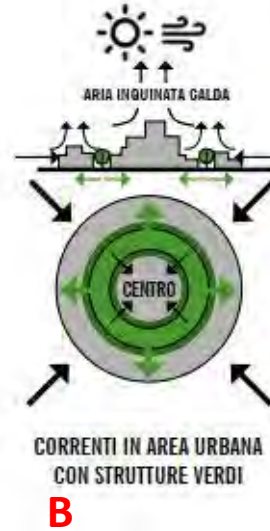
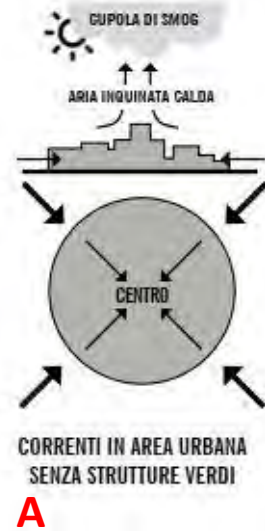
## Schemi dei flussi d'aria in una struttura urbana

**A** - L'isola di calore del centro determina una brezza esterno-interno che concentra l'inquinamento.

**B** - Le strutture urbane verdi (concentriche e diffuse) puliscono e rinfrescano l'aria innescando brezze urbane che vanno dal verde al costruito.

**C** - Indicazione dei flussi giornalieri di circolazione dell'aria

## Influenzare la ventosità



La vegetazione, come tutti gli oggetti al suolo che ne aumentano la rugosità aerodinamica, diminuisce la velocità del vento. Però:

- se posta in **barriera perpendicolare** alla direzione del vento, influenza il carico termico degli edifici ed è quindi benefica in inverno per il loro bilancio energetico riducendo la velocità del vento freddo che li colpisce.
- se posta in **barriera parallela** alla direzione del vento, "conduce" le brezze verso obiettivi sensibili, quali possono essere i centri storici, tipicamente molto edificati e quasi privi di strutture a verde e di flussi d'aria rinfrescanti.

# Rimuovere inquinanti e climalteranti

## GLI ALBERI INFLUISCONO SULLA QUALITÀ DELL'ARIA IN 2 MODI

BENZENE - TUOLENE  
DIOSSINA - FURANI

OSSIDI DI AZOTO - OZONO  
ANIDRIDE SOLFOROSA

le foglie assorbono  
gas inquinanti e CO2  
e producono ossigeno

foglie che  
intercettano  
particelle

aria  
pulita

strato di foglie  
che filtrano  
più efficacemente

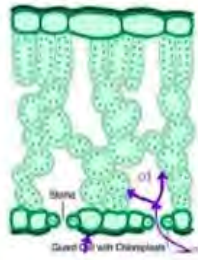


**DIRETTAMENTE:** effettiva rimozione  
del particolato e degli inquinanti gassosi  
attraverso le foglie per

**ASSORBIMENTO**

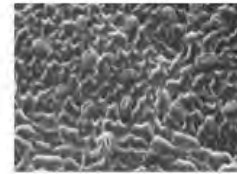
STOMI

accumolo  
e disattivazione  
ossidazione metabolica



**ADSORBIMENTO**

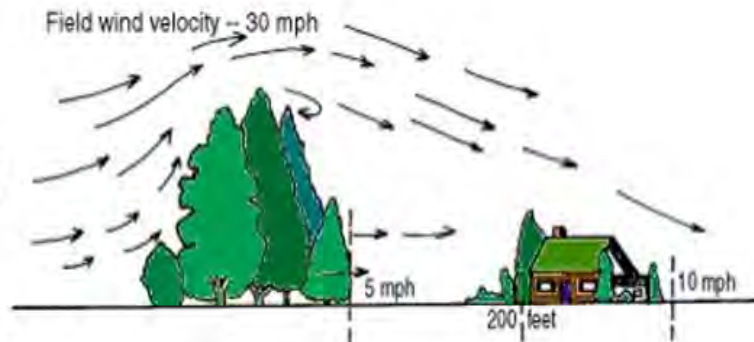
CUTICOLA



la capacità metabolica  
dipende dal sistema enzimatico  
che è specifico per ogni specie

D. Fowler et al. / Atmospheric Environment 43 (2009) 5193-5267

**INDIRETTAMENTE:** semplicemente agendo  
come entità fisica (ostacolo)  
modificando la velocità del vento e la turbolenza  
influenso quindi sulla concentrazione locale  
degli inquinanti atmosferici



ALTO



BASSO

Salix fragilis (salice)

Salix caprea

Larix deciduous  
(larice)

Chamaecyparis  
lowsoniana (cipresso)

Populus (pioppi)

Betula pendula  
(betulla)

Salix alba

Malus domestica

Prunus laurocerasus

Tilia europea

Alnus incana

Alnus cordata

Quercus rubra

Prunus avium

Fraxinus

Alnus glutinosa

Sambucus niger

Acer pseudoplatani

Acer platanoides

Pinus sylvestris

Ulmus campestris  
(olmo)

Quercus robur

Acer campestre

Corynus avellana  
(nocciolo)

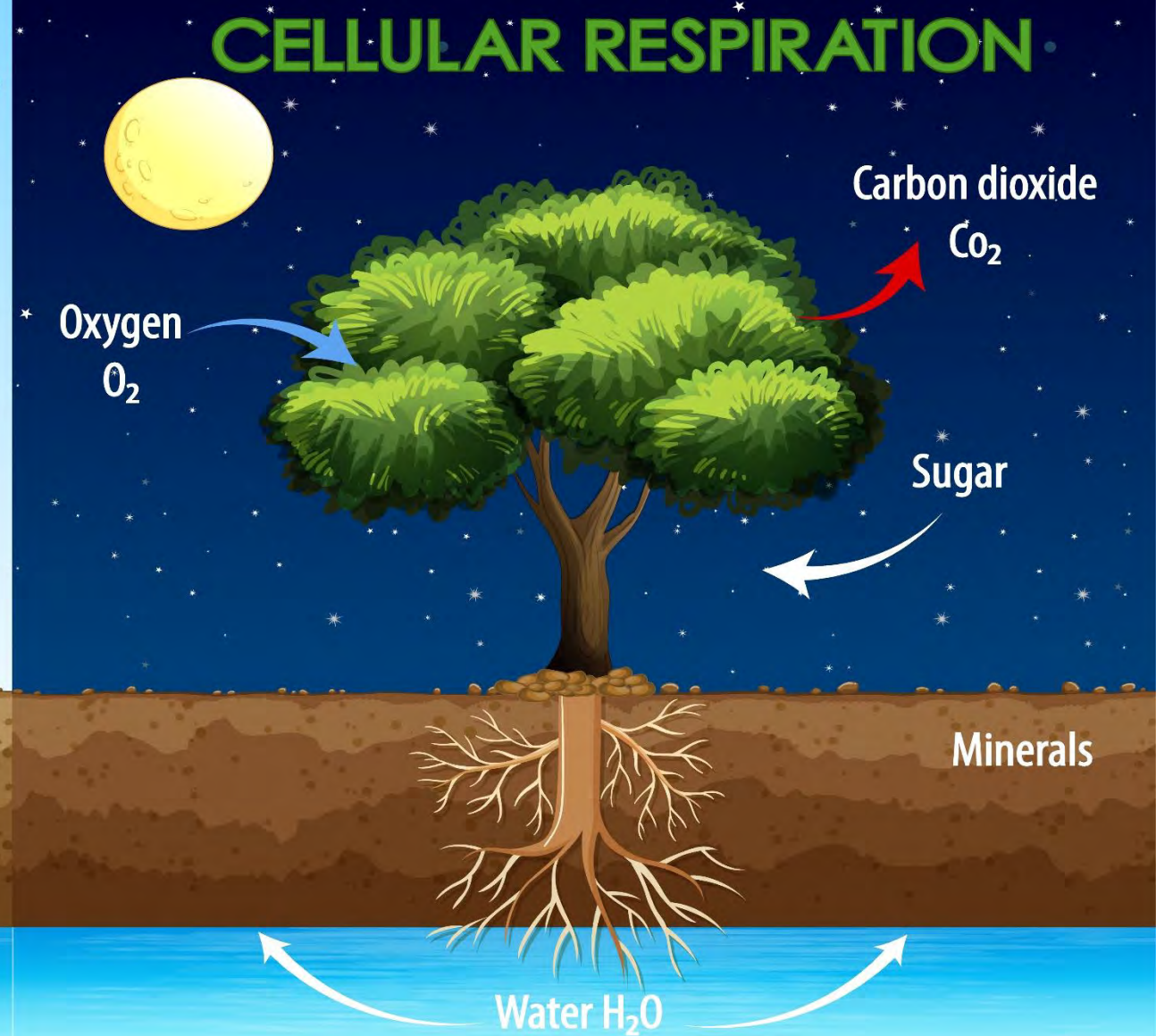
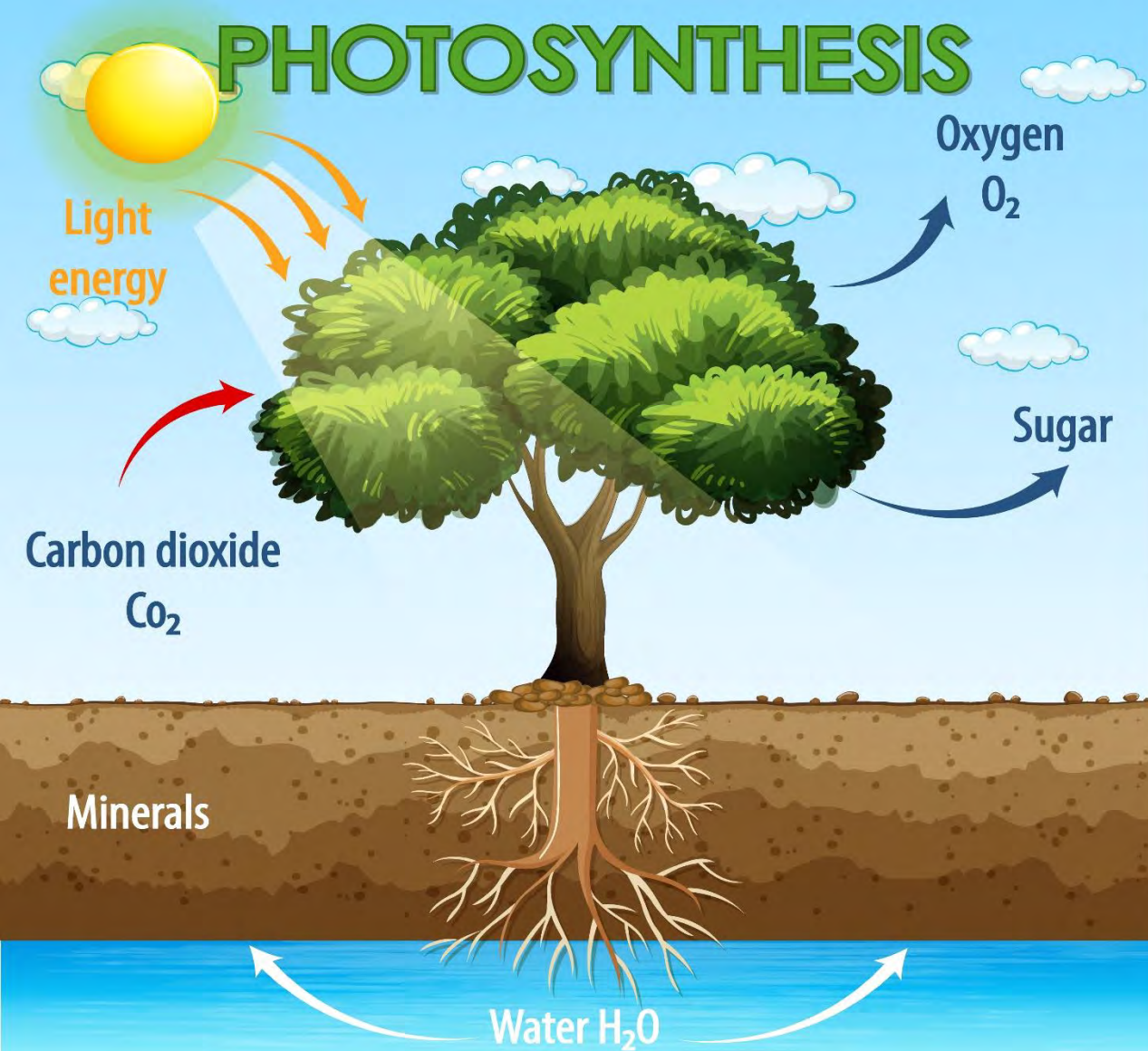
Rex aquifolium  
(agrifoglio)

Quercus petraea

## Sequestro di CO<sub>2</sub>

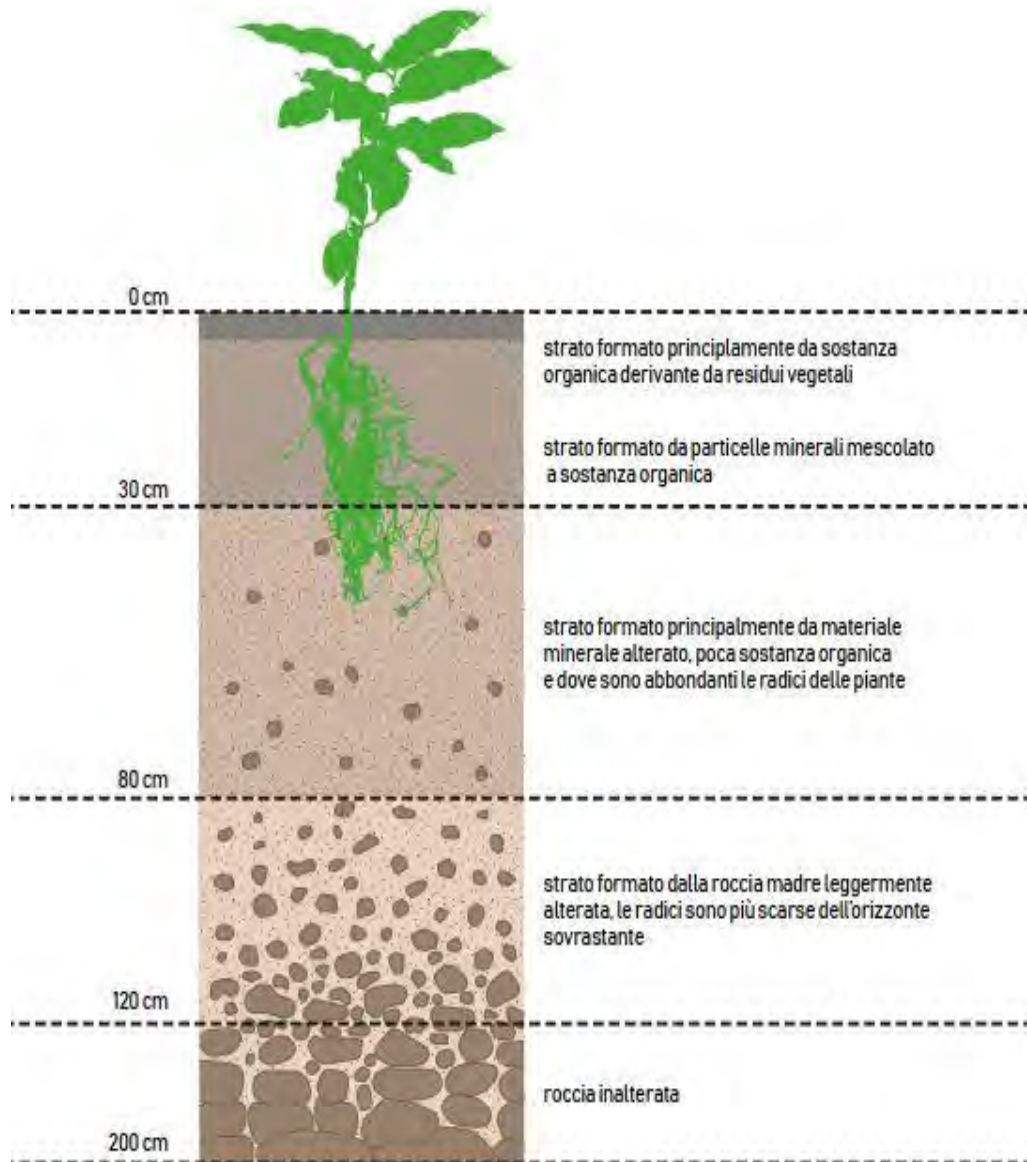
**13-15 milligrammi di CO<sub>2</sub> per ogni dm<sup>2</sup> di  
superficie fogliare**

**1 ettaro di bosco rimuove 5-6 ton/anno  
di CO<sub>2</sub>, immagazzinata come biomassa  
sotto forma di carbonio**



Un essere umano respira circa 9,5 t/anno di aria, di cui l' $\text{O}_2$  costituisce circa il 23% (in massa), per un totale di circa 740 kg di  $\text{O}_2/\text{y}$  che è, approssimativamente, il valore di sette o otto alberi. Le piante terrestri producono circa il 28 % dell' $\text{O}_2$  mondiale, mentre le piante oceaniche, come il fitoplancton, producono il resto.

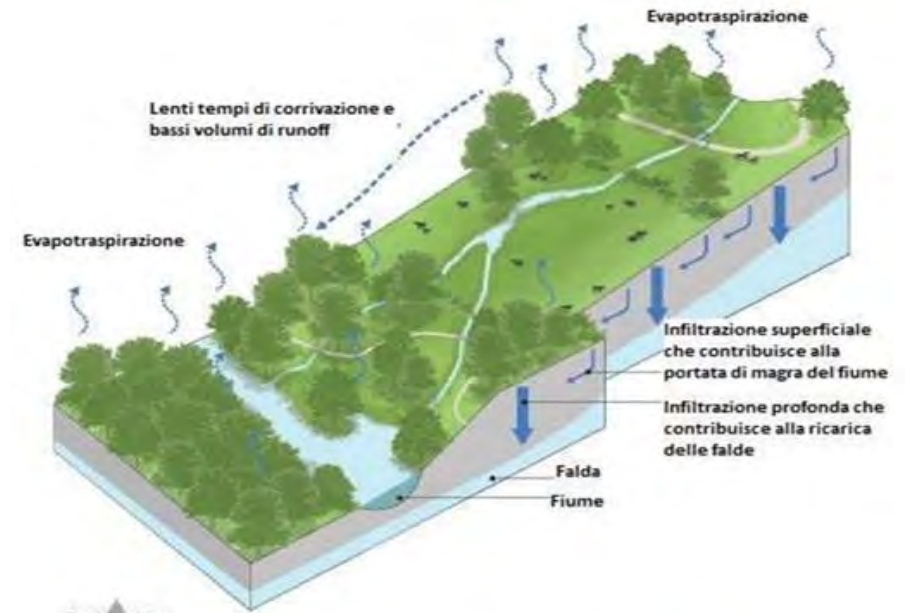
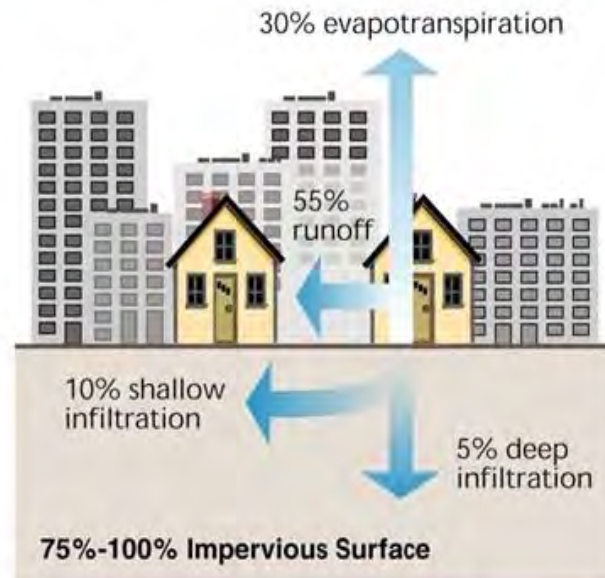
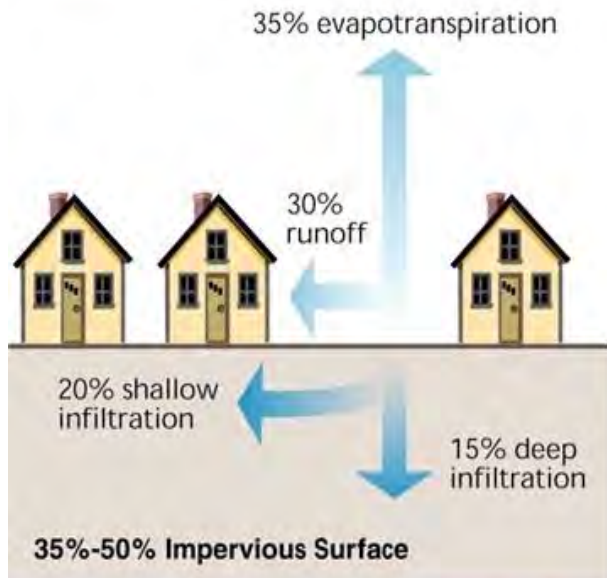
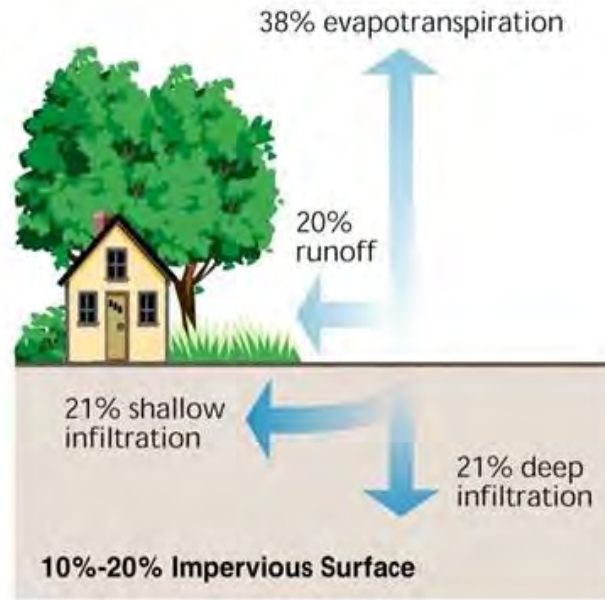
# Prenditi cura del pianeta, inizia dal SUOLO



## Liberare il suolo (desealing-depaving)



# NBS + SUDS (Sustainable Urban Drainage Systems)



# OASI



# CITTÀ... SPUGNA

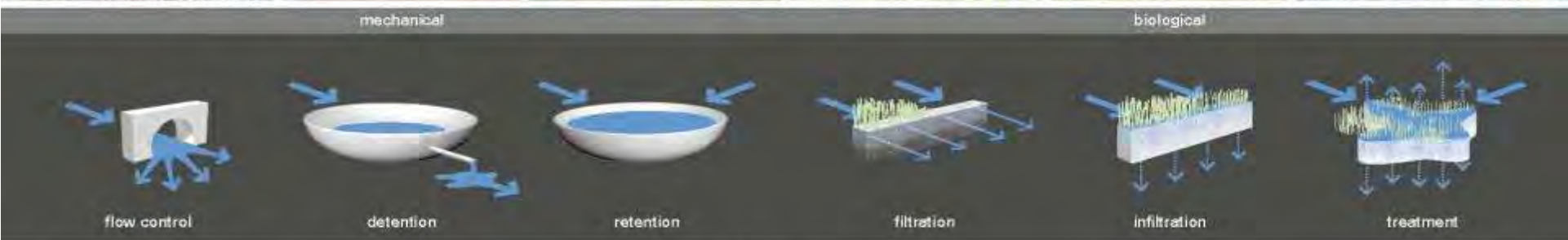


# VERDE - BLU



mechanical

biological



slow

→ spread

→ soak

**flow control:** The regulation of stormwater runoff flow rates.

**detention:** The temporary storage of stormwater runoff in underground vaults, ponds, or depressed areas to allow for metered discharge that reduce peak flow rates.

**retention:** The storage of stormwater runoff on site to allow for sedimentation of suspended solids.

**filtration:** The sequestration of sediment from stormwater runoff through a porous media such as sand, a fibrous root system, or a man-made filter.

**infiltration:** The vertical movement of stormwater runoff through soil, recharging groundwater.

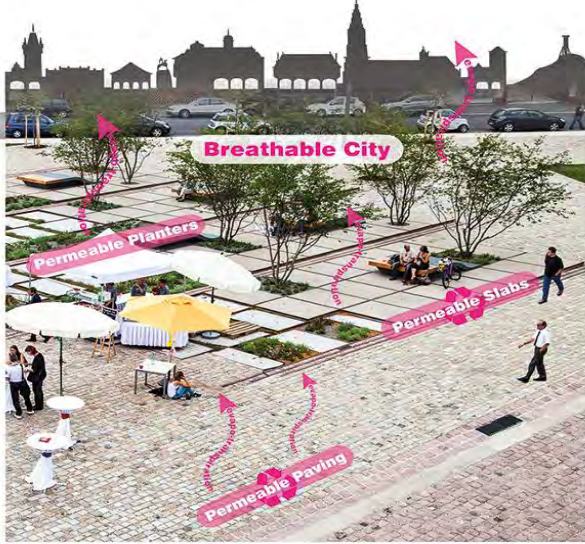
**treatment:** Processes that utilize phytoremediation or bacterial colonies to metabolize contaminants in stormwater runoff.



# CITTA' CHE RESPIRA, INFILTRA E CONSERVA



Clouburst Plaza  
Dry



Clouburst Plaza  
Regular Rain



Clouburst Plaza  
10 Year Rain Event



# SOLUZIONI E INTERVENTI NATURE-BASED

POCKET GARDENS

ORTI E GIARDINI CONDIVISI

CORTI INTERNE

GIARDINI ROCCIOSI

PERGOLATI E VERDE VERTICALE

TETTI VERDI

PAVIMENTAZIONI DRENANTI

DAYLIGHTING RIVERS

GIARDINI ALBERATI

PARCHEGGI MINERALI PERMEABILI

PARCHEGGI VERDI

PIAZZE MINERALI ALBERATE PER

USI TEMPORANEI

STRADE ALBERATE

STRADE CON GIARDINI DELLA

PIOGGIA

PERCORSI CICLO-PEDONALI

MARCIAPIEDI 'SMART

# VEGETAZIONE

## IN AMBIENTI E HABITAT URBANI OSTILI

1. I SUOLI E LE PIANTE

2. PRATO NATURALIZZATO E  
PRATO NATURALE

3. PRATO FIORITO

4. PRATO RUSTICO A SFALCI  
DIFFERENZIATI

5. PRATO AD ALTO CALPESTIO

6. COPRISUOLO E TAPPEZZANTI

7. PIANTE PIONIERE

8. PIANTE ACQUATICHE

9. MASSE ARBUSTIVE

10. ALBERI

# ESEMPI NBS

## INTERVENTI «A PICCOLA SCALA» (proprietà privata/piccoli spazi pubblici)



2

**TRINCEE INFILTRANTI**  
elementi lineari per drenare  
le acque pluviali urbane



10

**ORTI E GIARDINI CONDIVISI**  
piccole aree verdi urbane  
per la socialità e l'inclusione



11

**CORTI INTERNE**  
spazi verdi ibridi  
al confine tra pubblico e privato



12

**GIARDINI ROCCIOSI**  
derivanti da azioni di *desealing*



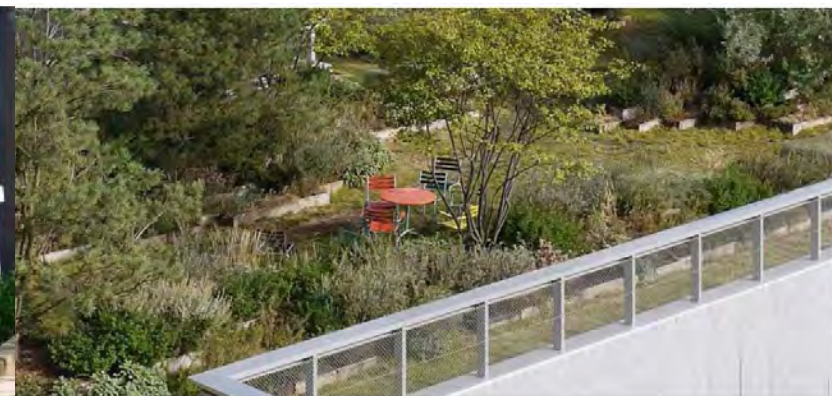
13

**PERGOLATI E VERDE VERTICALE**  
per creare spazi freschi  
e ombreggiati



14

**TETTI VERDI**  
superfici a verde pensile  
per le coperture



# ESEMPI NBS

## INTERVENTI «A PICCOLA / MEDIA SCALA»

(spazi pubblici)



1

**GIARDINI DELLA PIOGGIA**  
elementi lineari  
per convogliare l'acqua piovana



15

**PAVIMENTAZIONI DRENANTI**  
di stoccaggio temporaneo  
e di infiltrazione



4

**NOUE PAYSAGERE**  
fossati inondabili



6

**BACINI INONDABILI**  
gestione sostenibile delle acque  
pluviali urbane



7

**PARCHI INONDABILI**  
di infiltrazione e di ritenzione



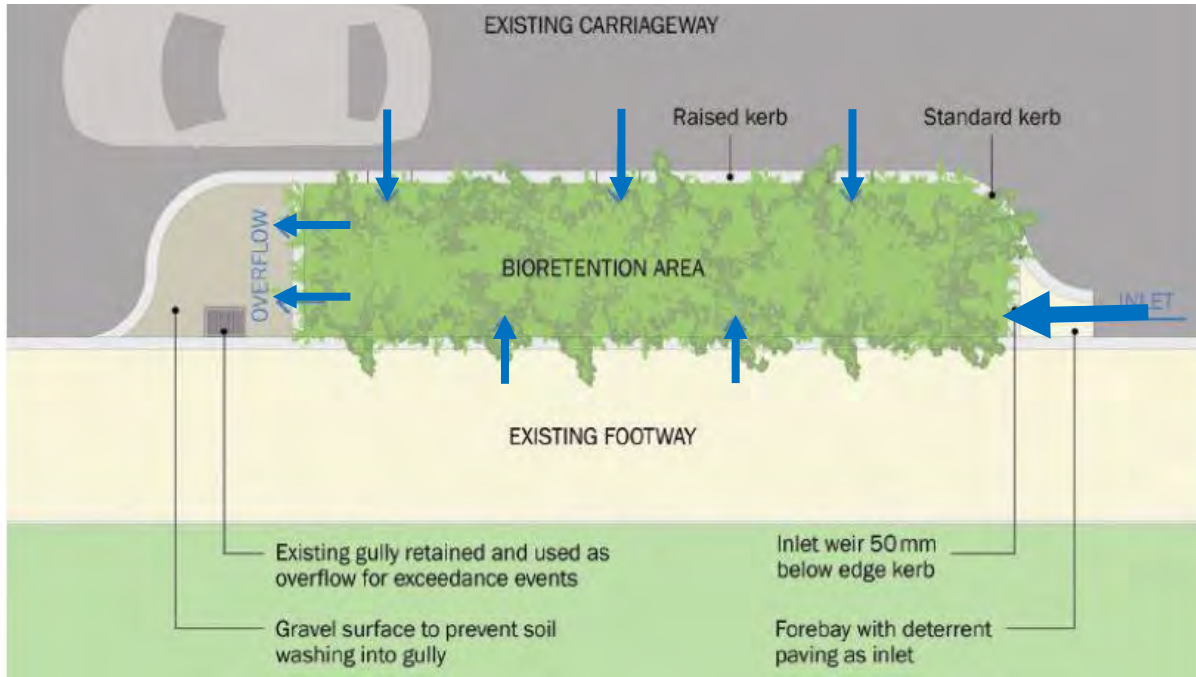
8

**PIAZZE INONDABILI**  
per la gestione del rischio idraulico  
in aree dense ed edificate

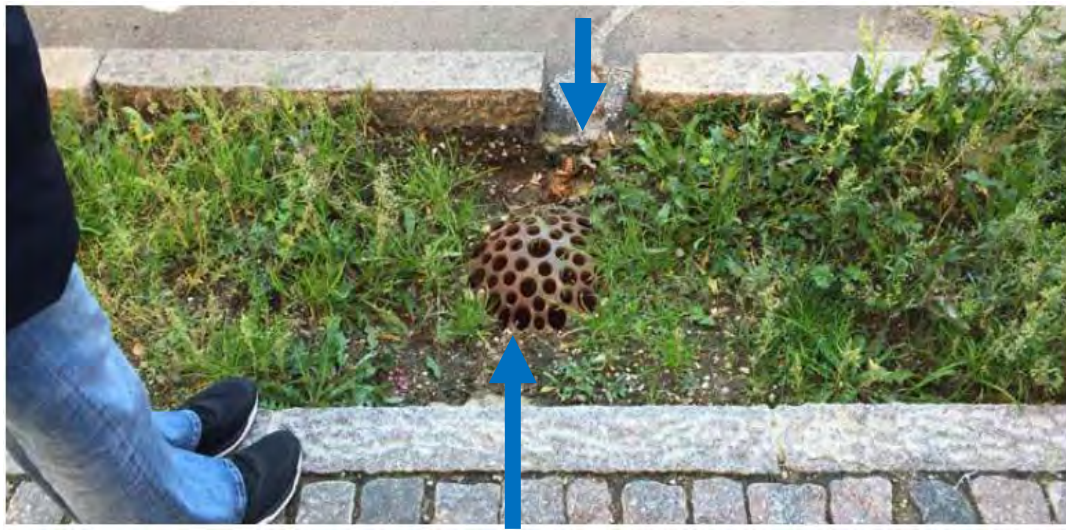


# ESEMPI NBS

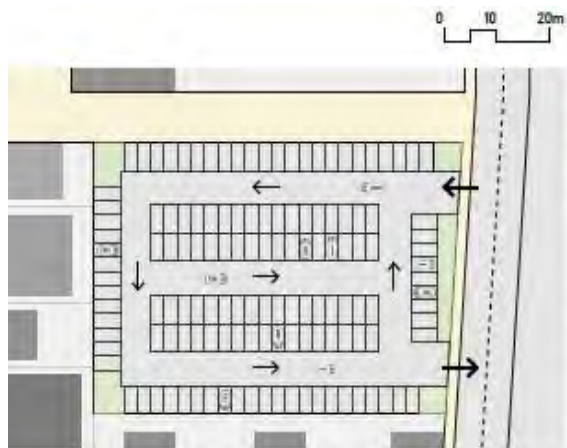
## Schema esemplificativo con rain garden



Fonte: The SuDS Manual v3 [CIRIA]



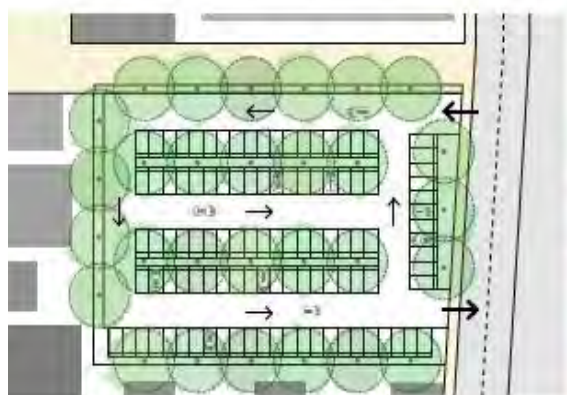
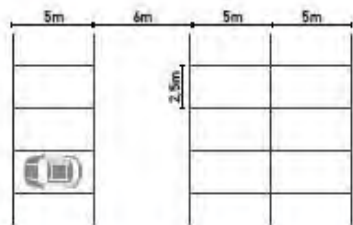
# I PARCHEGGI



s.minerali: 95% - s.vegetate: 5% - ombra: 0%

## PARCHEGGIO MINERALE ASFALTO

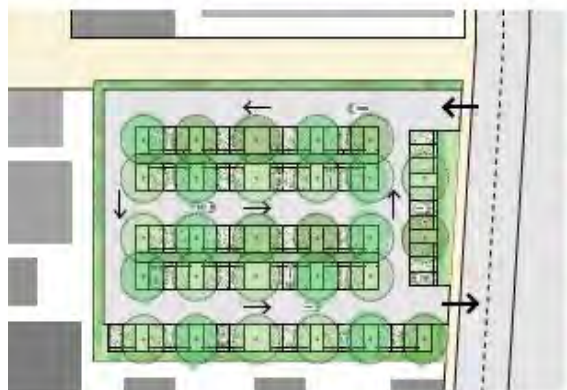
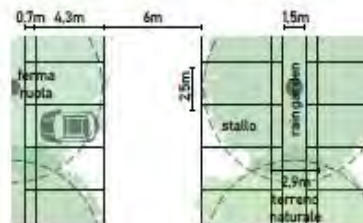
Parcheggio tradizionale in asfalto, senza alberature, con 136 stalli.



s.minerali: 80-85% - s.vegetate: 15-20% - ombra: 80-85%

## PARCHEGGIO CON GIARDINI DELLA PIOGGIA

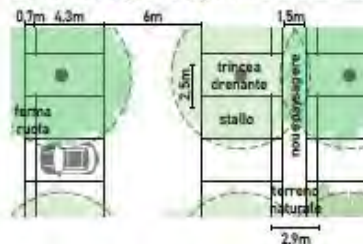
A seguito di un intervento di de-sealing, si inseriscono giardini della pioggia alberati e si ottimizzano i posti auto che sono ridotti a 107 stalli. I percorsi carrabili sono realizzati con asfalto o cemento drenante mentre gli stalli con ghiaia rinverdita o betonelle.



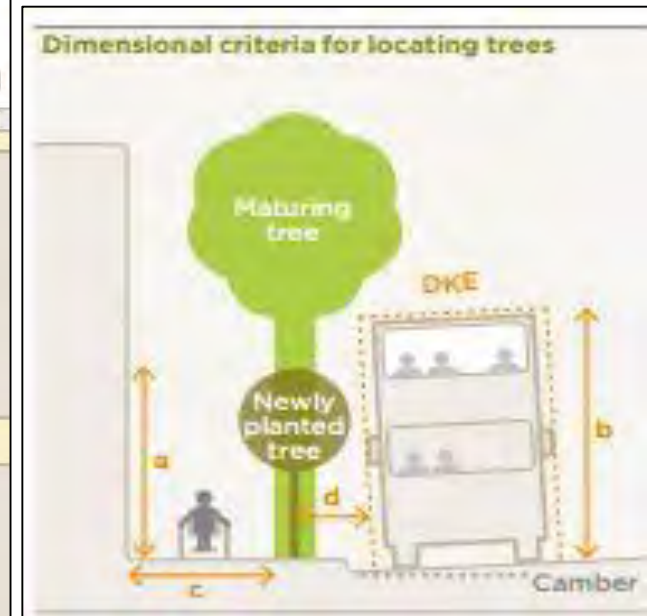
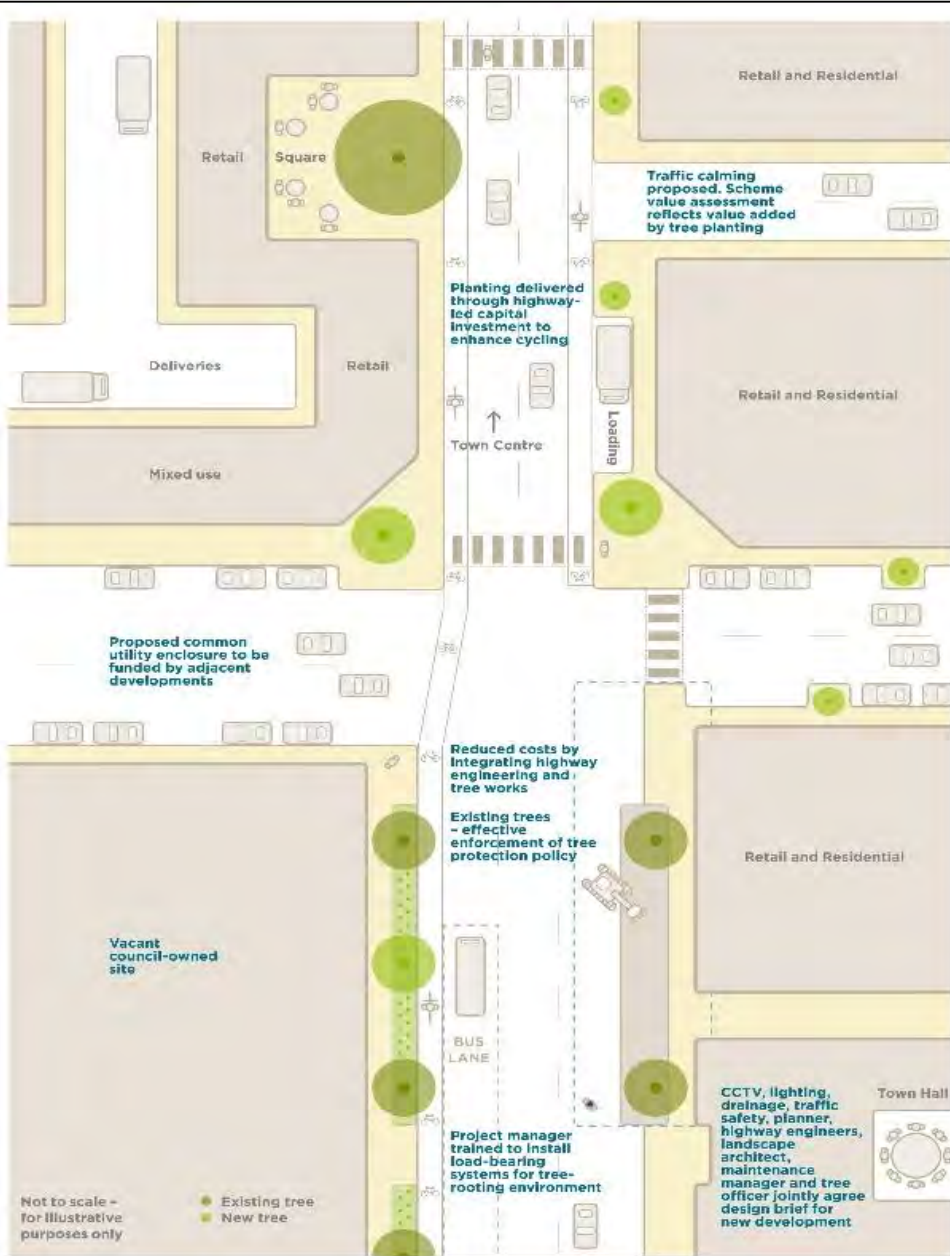
s.minerali: 70-75% - s.vegetate: 25-30% - ombra: 70-75%

## PARCHEGGIO CON ISOLE VEGETATE E TRINCEE DRENANTI ALBERATE

A seguito di un intervento di de-sealing, si inseriscono isole paesagere vegetate e trincee drenanti alberate fra gli stalli. Si ottimizzano i posti auto che sono ridotti a 74 stalli. I percorsi carrabili sono realizzati con asfalto o cemento drenante mentre gli stalli con ghiaia rinverdita o betonelle.



# LE STRADE



Credit:  
Trees in Hard Landscapes





## Valutazione dell'efficacia delle piante, suddivise per specie, di mitigare CO2 e inquinanti

### VALUTAZIONE DEI BENEFICI ECOSISTEMICI DELL'INFRASTRUTTURA VERDE BENEFITS - BENEFICI ecosistemici dell'infrastruttura verde urbana

Durante le esercitazioni del corso di formazione REBUS - acronimo di Renovation of public Buildings and Urban Spaces - tenutosi da novembre a dicembre 2017, le squadre di Ravenna, Ferrara e San Lazzaro di Savena (BO) hanno progettato la messa a dimora di alcune specie arboree e arbustive al fine di diminuire gli effetti derivati dai fenomeni dell'isola di calore e ondata di calore e di sottrarre dall'ambiente circostante alcuni inquinanti quali CO2, PM10 e PM 2,5, SO2x, NOx, O3. I tutor d'aula, utilizzando i dati contenuti nelle schede del progetto 'Qualiviva' e basandosi sulle previsioni delle squadre, hanno provveduto a stimare la quantità di inquinanti che potrebbero essere sottratti dall'ambiente nei diversi casi studio di Ravenna, Ferrara e San Lazzaro.

Per i dati relativi al potenziale abbattimento degli inquinanti si è fatto riferimento al progetto "Qualiviva - la qualità nella filiera florovivaistica nazionale attraverso l'utilizzo e la divulgazione delle schede varietali e di un capitolato unico di appalto per le opere a verde", un progetto di ricerca finanziato dal Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali.

Sulla base delle schede tecniche redatte da Qualiviva, nell'ambito del laboratorio REBUS - 4° edizione, sono stati creati due fogli elettronici, BENEFITS - BENEFICI ecosistemici dell'infrastruttura verde urbana:

- il primo (BENEFITS\_elenco specie.xlsx) riporta sia i dati inerenti alle caratteristiche estetiche, agli aspetti dimensionali, tolleranza alle condizioni del suolo, ai patogeni e agli stress abiotici, sia le problematiche che l'uso di tale specie può causare. Tali informazioni permettono di effettuare una scelta più oculata delle specie da utilizzare nella progettazione degli spazi verdi;
- il secondo foglio elettronico (BENEFITS\_valutazione.xlsx) riporta i valori di stima della CO2 potenzialmente assimilata e stoccata e degli inquinanti rimossi.

I calcoli, come riportato anche nelle schede, sono delle stime indicative, quindi parametri non precisi. La capacità delle piante di assorbire inquinanti dipende dalla posizione di messa a dimora, dalla loro vigoria, dallo stato fitosanitario, dalle potature effettuate e dall'interazione di molteplici fattori non predittibili a tavolino.

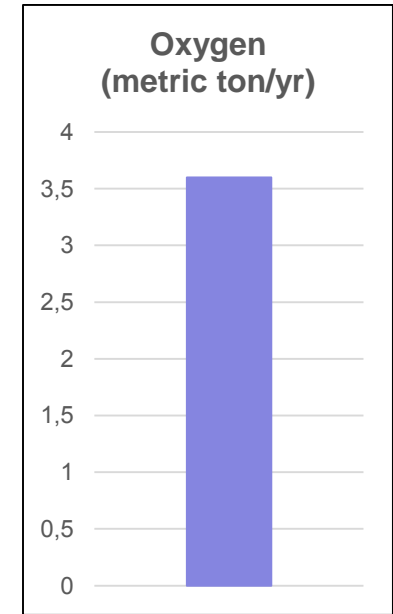
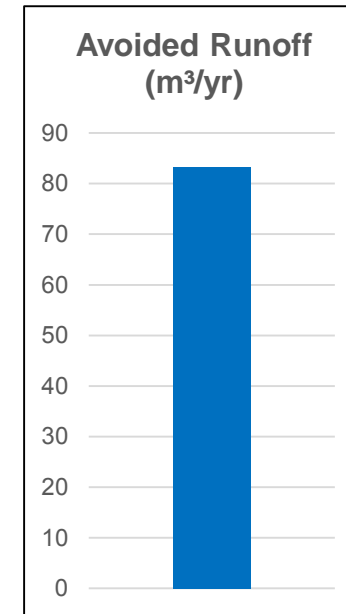
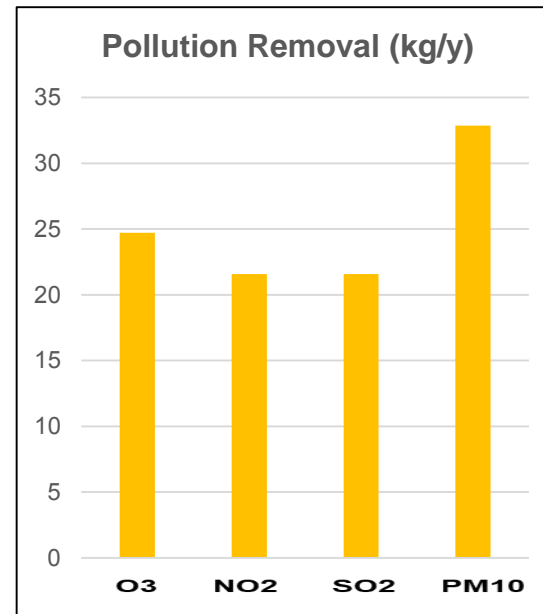
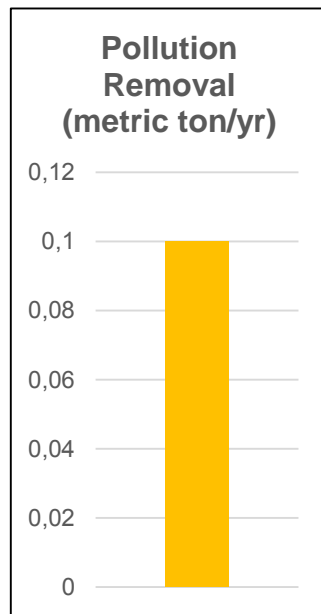
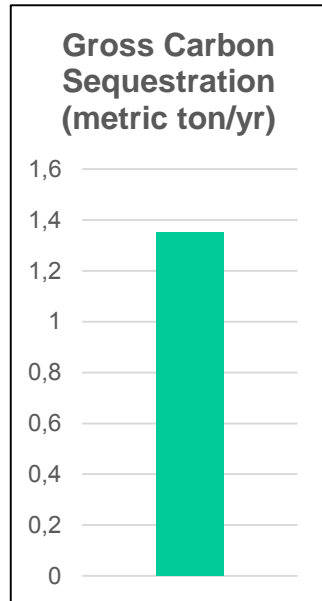
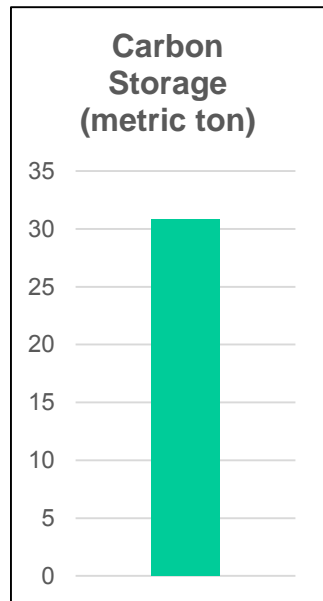
Sulla base dei progetti dell'infrastruttura verde i tutor, supportati dagli agronomi delle squadre, hanno inserito nei fogli elettronici i dati delle nuove specie arboree e arbustive. I valori di calcolo ottenuti hanno fornito una stima dell'anidride carbonica stoccata, assimilata e degli inquinanti rimossi ogni anno dalle piante.

Inoltre, per meglio comprendere il ruolo che la vegetazione può svolgere in ambito urbano nell'abbattimento degli inquinanti, si sono prese a riferimento le tabelle di emissione media di CO2 da parte di un'automobile (120 g CO2/km, emissioni da rispettare secondo le disposizioni del protocollo di Kyoto) e la percorrenza annuale media di un italiano, e si è potuto stimare quanta CO2 emessa annualmente dalle automobili potrebbe essere sottratta all'ambiente grazie alle infrastrutture verdi progettate.

Licenza Creative Commons 4.0 Internazionale  
Attribuzione - Non commerciale

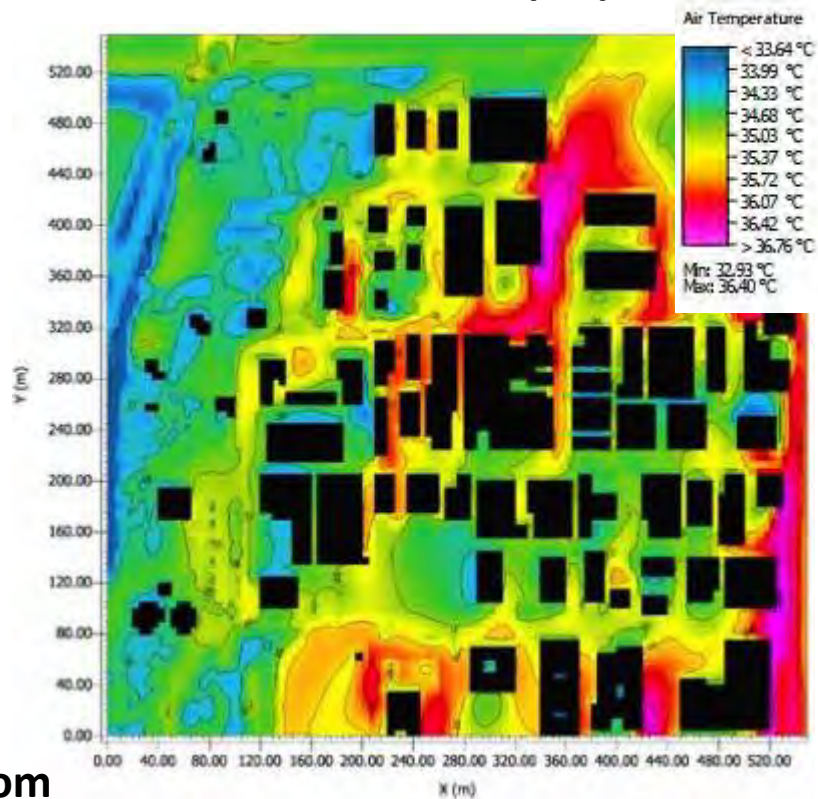


Tools for Assessing and Managing  
Forests & Community Trees



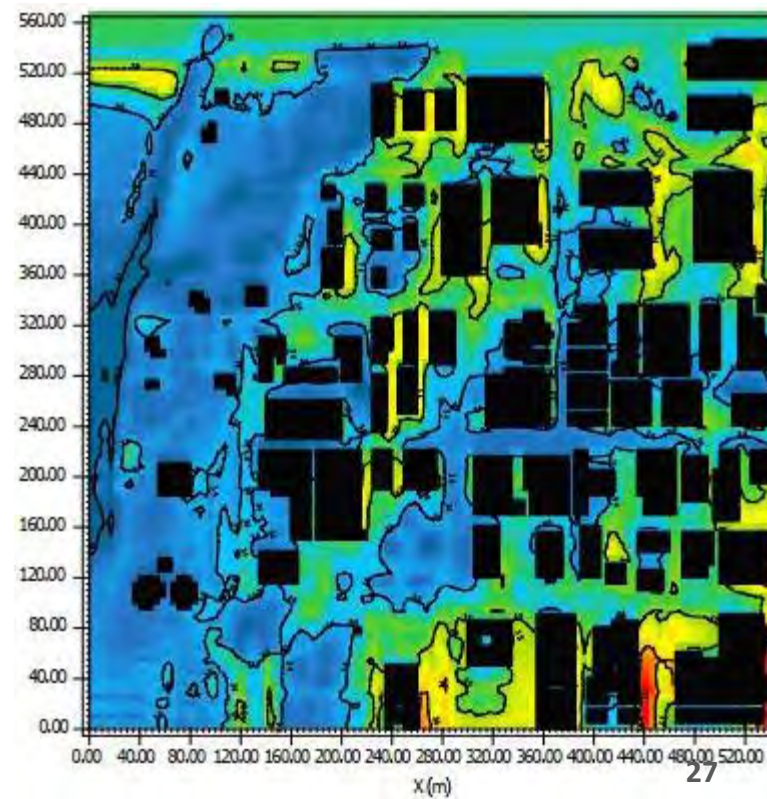
# ENVI \_MET

T° ex ante – 24/06/2017



SOS4LIFE  
SAVE OUR SOIL FOR LIFE

T° ex post – 24/06/2017



# GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Maria Teresa Salomoni,  
Proambiente-Tecnopolo CNR Bologna  
[m.salomoni@consorzioproambiente.it](mailto:m.salomoni@consorzioproambiente.it)

