



Città
metropolitana
di Milano

Tutela delle risorse non rinnovabili, cambiamenti climatici e resilienza

Cinzia Cesarini - Responsabile Servizio Pianificazione sovracomunale
Città Metropolitana di Milano

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Milano
29 aprile 2020



LIFE METRO ADAPT: - enhancing climate change adaptation strategies and measures in the Metropolitan City of Milan
(LIFE17 CCA/IT/000080) - CUP I43E17000230007

PTM E AGENDA 2030

L' **Agenda 2030 dell'ONU per lo sviluppo sostenibile** costituisce riferimento primario per lo sviluppo del PTM. Tra i 17 obiettivi che la compongono sono di particolare importanza per le competenze territoriali del PTM:

- 6 Acqua pulita e igiene
- 7 Energia pulita e accessibile
- 9 Industria, innovazione e infrastrutture
- 10 Ridurre le disuguaglianze
- 11 Città e comunità sostenibili
- 12 Consumo e produzione responsabili
- 13 Agire per il clima



CARTA DI BOLOGNA E PROTOCOLLO LOMBARDO SOSTENIBILITA'

Tra i riferimenti nazionali che declinano gli obiettivi europei secondo le caratteristiche dei territori e che sono stati assunti dal PTM troviamo:

- la **Carta di Bologna per l'ambiente**, sottoscritta nel 2017 da 14 Città metropolitane italiane, che comprende una serie di impegni articolati in 8 ambiti tematici tra i quali **l'adattamento ai cambiamenti climatici e riduzione del rischio**, la **transizione energetica** e la **qualità dell'aria**;
- il **Protocollo Lombardo per lo sviluppo sostenibile**, previsto dal Programma Regionale di Sviluppo (PRS) dell'XI legislatura attualmente in corso, che è stato sottoscritto nel settembre 2019 da Regione Lombardia, Città metropolitana di Milano e da più di 50 soggetti rappresentativi della realtà istituzionale, economica, sociale e della ricerca della Lombardia. Il protocollo rappresenta il contributo Lombardo al perseguimento degli obiettivi previsti dall'Agenda 2030 e si esprime anche attraverso gli atti di pianificazione e programmazione tra i quali il PTM.

PRINCIPI E OBIETTIVI DEL PTM PER LE EMERGENZE AMBIENTALI

Le norme di attuazione (NdA) del PTM definiscono principi e obiettivi generali per guidare l'attuazione del piano. Tra questi **rivestono particolare rilievo il principio e i due obiettivi generali introdotti in coerenza con gli obiettivi dell'Agenda 2030** e con gli impegni nazionali sullo sviluppo sostenibile e declinati, nel corpo normativo, in una specifica e innovativa sezione dedicata alle Emergenze ambientali.

Il **primo principio del PTM sulla tutela delle risorse non rinnovabili** (suolo, acqua, aria energia da fonti fossili) è così articolato:

- a1.** trasmissione alle generazioni future delle risorse non riproducibili a garanzia di eguali opportunità di benessere e di un flusso adeguato di servizi ecosistemici;
- a2.** invarianza delle risorse non rinnovabili, bilanciando nei piani i nuovi consumi con equivalenti azioni di risparmio;
- a3.** utilizzo di risorse rinnovabili in tutti i casi in cui esistano alternative tecnicamente fattibili;
- a4.** limitazione e mitigazione delle pressioni sull'ambiente e sul territorio e compensazione degli effetti residui non mitigabili delle trasformazioni;
- a5.** mitigazione e compensazione del carico aggiuntivo sulle componenti ambientali e territoriali, preventivamente all'attuazione delle previsioni insediative;
- a6.** priorità al recupero delle situazioni di abbandono, sottoutilizzo e degrado e alle azioni finalizzate alla rigenerazione urbana e territoriale;
- a7.** rafforzamento della capacità di resilienza del territorio rispetto ai mutamenti climatici.

OBIETTIVI GENERALI DEL PTM PER LE EMERGENZE AMBIENTALI

Il **primo obiettivo generale** del PTM è **coerenziane le azioni del piano rispetto ai contenuti e ai tempi degli accordi internazionali sull'ambiente** e così recita:

Contribuire per la parte di competenza della Città metropolitana al raggiungimento degli obiettivi delle agende europee, nazionali e regionali sulla sostenibilità ambientale e sui cambiamenti climatici. Individuare e affrontare le situazioni di emergenza ambientale, non risolvibili dai singoli comuni in merito agli effetti delle isole di calore, agli interventi per l'invarianza idraulica e ai progetti per la rete verde e la rete ecologica. Verificare i nuovi interventi insediativi rispetto alla capacità di carico dei diversi sistemi ambientali, perseguendo l'invarianza idraulica e idrologica, la riduzione delle emissioni nocive e climalteranti in atmosfera, e dei consumi idrico potabile, energetico e di suolo. Valorizzare i servizi ecosistemici potenzialmente presenti nella risorsa suolo.

Troviamo poi nell'**obiettivo generale 7**, dedicato allo **sviluppo della rete verde metropolitana**, un rimando alle funzioni di *laminazione degli eventi atmosferici e mitigazione degli effetti dovuti alle isole di calore nonché di contenimento della CO2.*

Mentre l'**obiettivo generale 8**, dedicato al **rafforzamento degli strumenti per la gestione del ciclo delle acque**, prevede, tra l'altro, che si *sviluppano disposizioni per la pianificazione comunale a tutela qualitativa e quantitativa della risorsa idrico potabile, a salvaguardia delle zone di ricarica degli acquiferi e per il recupero del reticolo irriguo, inclusi i tratti dismessi, a fini paesaggistici, ecologici e quali volume di invaso per la laminazione delle piene.*

SCHEMA NORMATIVA PTM

I - DISPOSIZIONI GENERALI

II – EMERGENZE AMBIENTALI

- Principi di riferimento
- Consumo di suolo e rigenerazione territoriale
- Cambiamenti climatici

III – SISTEMI TERRITORIALI

- Insediamenti e servizi di rilevanza sovracomunale
- Infrastrutture e mobilità
- Ambiti agricoli di interesse strategico
- Paesaggio e sistemi naturali
- Difesa del suolo e geologia

NORME DI ATTUAZIONE - PARTE II - EMERGENZE AMBIENTALI

Titolo I – Tutela delle risorse naturali non rinnovabili

art. 16 Criteri e limiti di sostenibilità

art. 17 Contenimento dei consumi energetici e delle emissioni in atmosfera

Titolo II - Consumo di suolo e rigenerazione territoriale

art. 18 Attuazione degli obiettivi di riduzione del consumo di suolo del PTR

art. 19 Rigenerazione territoriale e urbana

art. 20 Recupero delle aree dismesse

Titolo III - Cambiamenti climatici

art. 21 Invarianza idraulica

art. 22 Contenimento dei consumi idrici potabili

art. 23 Clima e isola di calore

TUTELA DELLE RISORSE NATURALI NON RINNOVABILI (Parte II - Titolo I)

Le strategie di tutela delle risorse naturali non rinnovabili sono tra i contenuti principali del **PTM** che **pone particolare attenzione sui consumi energetici da fonti non rinnovabili, sulle emissioni in atmosfera e sui consumi idrico potabili.**

Per le misure e gli interventi da mettere in campo per i tre contenuti il PTM evidenzia le **componenti sulle quali la pianificazione territoriale o quella urbanistica possono agire direttamente e quelle che dovrebbero essere affrontate più propriamente a livello comunale** attraverso il regolamento edilizio o appositi regolamenti specificamente dedicati.

Il PTM prevede, sia per i consumi energetici che per le emissioni in atmosfera causati da previsioni insediative di dimensioni significative introdotte nei PGT, che **sia garantito l'equilibrio di bilancio** tra maggiori consumi energetici e risparmi ottenibili con le azioni del PGT nel primo caso e tra emissioni indotte dai nuovi insediamenti e azioni messe in campo dal PGT per decrementare le emissioni. Le soglie di significatività del bilancio al di sotto delle quali non è richiesto il bilancio sono definite nella normativa di piano.

CONSUMI ENERGETICI

Il PTM prevede che i PGT compensino le maggiori pressioni generate sull'ambiente dai consumi di energia da fonti non rinnovabili con azioni che comportino un parallelo e comparabile decremento dei consumi energetici quali interventi di miglioramento dell'efficienza energetica del patrimonio edilizio esistente, azioni per favorire lo spostamento di quote di mobilità verso il trasporto pubblico o altre modalità a basso consumo energetico, incremento della quota di energia proveniente da fonti rinnovabili.

Il PTM individua il governo delle trasformazioni del territorio e il sistema della mobilità quali componenti sulle quali la pianificazione territoriale può agire in via diretta per bilanciare i consumi energetici. Da un punto di vista urbanistico il PTM punta sulla componente morfologica e la riorganizzazione spaziale mediante la collocazione e l'orientamento dei corpi di fabbrica, l'inserimento di aree verdi mitigative, ombreggiamento, specchi d'acqua e l'interazione tra funzioni con diverse esigenze energetiche o con picchi di consumo in fasce orarie differenti. Risulta anche efficace l'implementazione delle reti di teleriscaldamento e di raffrescamento tramite la condivisione di impianti opportunamente dimensionati partendo dalle opportunità già presenti sul territorio e valutando la possibilità di sinergie per la riduzione dei consumi a scala comunale o sovracomunale.

Per quanto attiene le misure di qualificazione edilizia che dovrebbero essere introdotte nel regolamento edilizio o in appositi regolamenti per il contenimento dei consumi energetici, il PTM prevede l'adozione di particolari materiali, tecnologie e soluzioni impiantistiche in grado di ridurre il fabbisogno energetico per riscaldamento e raffrescamento.

EMISSIONI IN ATMOSFERA

Il PTM prevede che i PGT compensino le emissioni indotte dalle nuove previsioni insediative con azioni per decrementare le emissioni di una pari quantità raggiungendo una situazione di equilibrio tra nuove emissioni e decrementi. Le emissioni in atmosfera considerate dal PTM sono soprattutto quelle da fonti civili o trasporti con particolare riferimento agli inquinanti più critici per l'area milanese: NOx, CO2, polveri sottili, 37 Ozono.

Nel bilancio delle emissioni è richiesto di fare riferimento alle norme vigenti e alle migliori tecnologie disponibili al momento dell'approvazione del PGT.

Il PTM consente di soddisfare l'obiettivo di invarianza, per le emissioni in atmosfera e per l'energia, facendo riferimento a un territorio costituito da tre o più comuni contigui associati per lo sviluppo del PGT o del Piano di Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima (PAESC) 2030. Nell'ambito di questa azione associata i contributi al raggiungimento dell'obiettivo possono essere distribuiti in modo diverso tra i comuni partecipanti anche utilizzando a tale fine le modalità di perequazione territoriale disciplinate dalla normativa del PTM (NdA - articolo 11).

CONSUMI IDRICI

L'obiettivo di **invarianza per la risorsa idrico potabile viene finalizzato nel PTM al raggiungimento dell'obiettivo di riduzione nel tempo del consumo idrico pro-capite per usi potabili**, ricavabile dai dati forniti dal gestore del ciclo idrico (art. 22 NdA PTM).

A tale fine i comuni vengono dal PTM invitati ad adottare misure per contenere gli sprechi di risorsa nella rete di distribuzione, per sensibilizzare gli utenti ad adottare comportamenti quotidiani più responsabili, per massimizzare l'uso delle acque meteoriche per tutti gli usi idrici non potabili.

La **pianificazione urbanistica dovrebbe valutare** la possibilità di operare sinergie per ridurre i consumi a scala comunale o sovracomunale prevedendo **interventi che servano contesti più estesi di quelli di loro stretta pertinenza**. Tra gli interventi si possono considerare i pozzi di prima falda per prelievi industriali o a sfruttamento geotermico e le vasche di raccolta delle acque piovane per l'adeguamento delle trasformazioni alla normativa dell'invarianza idraulica.

Da un punto di vista urbanistico **è inoltre possibile introdurre organizzazioni spaziali che sfruttino reciprocamente le potenzialità di risparmio** quali il mix tra funzioni che consumano più e meno acqua o in fasce orarie differenti o l'introduzione di elementi di mitigazione.

Per quanto attiene il **campo edilizio vanno incentivate o imposte nei regolamenti soluzioni volte a ridurre intrinsecamente il fabbisogno idrico** promuovendo l'utilizzo di particolari materiali, tecnologie e soluzioni impiantistiche.

CAMBIAMENTI CLIMATICI

CONSUMO RISORSE NON RINNOVABILI

- Riduzioni consumo suolo
- Minimizzare consumi energetici ed emissioni in atmosfera
- Minimizzare consumi idrico potabili e riuso acque meteoriche
- Protezione aree di ricarica delle falde

RESILIENZA AI CAMBIAMENTI CLIMATICI

- Invarianza idraulica e indirizzi sulle soluzioni progettuali
- Isole di calore (situazioni diurna e notturna)

CONTRIBUTO AL CONTRASTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI

La **Città metropolitana di Milano** è tra le aree urbane più densamente popolate non solo a livello nazionale ma anche a scala europea.

Per quanto attiene al tema dei cambiamenti climatici, essa **rappresenta un ambito soggetto a criticità legate a tale fenomeno tipiche di molte aree metropolitane**, in particolare di quelle mediterranee. Tra queste criticità : **diminuzione delle risorse idriche disponibili**, accentuato squilibrio tra domanda idrica dei vari settori che ne necessitano (agricolo, industriale, civile, ecc.) e disponibilità della risorsa, **effetti diretti e indiretti sull'agricoltura**, piogge di grande intensità con conseguenti **allagamenti e inondazioni, ondate di calore estive**, presenza di isole di calore urbane con conseguenze sulla salute della popolazione vulnerabile, **aumento della domanda di energia, superamento dei livelli di ozono**.

La **Città metropolitana di Milano** può svolgere un ruolo cruciale nel processo di adattamento al cambiamento climatico attraverso l'**integrazione delle politiche di adattamento nel PTM** assumendo un ruolo di coordinamento nella redazione di un piano integrato e unitario alla scala territoriale coerentemente agli obiettivi di **creazione di una cultura progettuale per un territorio maggiormente resiliente** attivando la mobilitazione delle autorità locali per favorire la cooperazione tra soggetti pubblici, privati e cittadini nel perseguire azioni concrete.

MITIGAZIONE E ADATTAMENTO

Nelle politiche di pianificazione e governo territoriale finalizzate alla riduzione dell'impatto dei cambiamenti climatici e per ostacolare le mutazioni climatiche nel medio e lungo periodo è importante **prevedere l'applicazione congiunta di interventi per la mitigazione e l'adattamento.**

Tale approccio congiunto è stato scelto dal PTM in quanto ha valore strategico e diversifica qualitativamente i vari livelli di gestione, coinvolge una pluralità di attori e differenzia i settori di intervento. L'integrazione tra misure di mitigazione e adattamento è finalizzata infatti a creare un sistema unitario di risposta al cambiamento climatico in grado di contrastarne contemporaneamente le cause e gli effetti.

Mitigazione = interventi e misure che agiscono sulle cause del cambiamento cercando di ridurre o contenere le emissioni di gas climalteranti e promuovendo una maggiore quota di energia rinnovabile (Titolo I -Tutela delle risorse naturali non rinnovabili).

Adattamento = strategie e azioni preventive che consentano di rispondere adeguatamente agli effetti generati dai cambiamenti climatici (quali piogge di maggiore intensità e ondate di calore) minimizzandone i danni (Titolo III – Cambiamenti climatici).

LIFE Metro Adapt: strategie e misure di adattamento al cambiamento climatico nella Città metropolitana di Milano (LIFE17 CCA/IT/000080 - CUP I43E17000230007)

BUDGET : Totale : 1.118.385 - % EC Co-finanziamento: 59.95%

DURATA: 3 settembre 2018 – 30 settembre 2021

CAPOFILA: Città metropolitana di Milano **Abitanti interessati** : 3.222.925

PARTNERS: ALDA Association des agences de la Democratie Locale (FR); Ambiente Italia srl; Cap Holding spa; e-GEOS spa; Legambiente Lombardia Onlus.



Obiettivi del progetto:

Il progetto punta a sviluppare la strategia europea di adattamento ai cambiamenti climatici a livello locale concentrandosi sull'area metropolitana e **affrontando per la prima volta tale tema in uno strumento di pianificazione di area vasta**. I principali obiettivi del progetto sono:

- integrare misure e strategie europee nell'elaborazione del PTM, nei PGT e nei regolamenti edilizi;
- sviluppare metodologie innovative di analisi dei dati satellitari, integrate con il DBT, per una precisa analisi delle vulnerabilità;
- promuovere Nature Based Solution (NBS) per ridurre il rischio di inondazione e mitigare le isole di calore nei progetti di rigenerazione dello spazio urbano mediante un approccio complesso e multidisciplinare;
- supportare le iniziative dal basso per aumentare la consapevolezza dei cittadini sull'adattamento;
- sviluppare una rete di Città metropolitane italiane ed europee impegnate sulle politiche di adattamento.



Con il contributo dello strumento finanziario LIFE dell'Unione Europea
With the contribution of the LIFE financial instrument of the European Community

LIFE METRO ADAPT - enhancing climate change adaptation strategies and measures in the metropolitan City of Milan - LIFE17 CCA/IT/000080



Città
metropolitana
di Milano

AZIONI DEL PROGETTO METRO ADAPT

- Includere **resilienza e adattamento nel percorso di VAS del PTM** e nelle fasi partecipative che accompagnano il processo di costruzione del PTM;
- Istituire un **Climate Knowledge Network** per condividere la fase analitica con tecnici e decisori pubblici e privati e valutare le strategie prioritarie da implementare nel PTM;
- Supportare la **conoscenza delle modalità di accesso a opportunità di finanziamento** per implementare le misure di resilienza nei piani comunali;
- Prevedere un **fondo dedicato al finanziamento delle misure di adattamento** a livello sovracomunale;
- Realizzare **2 interventi dimostrativi con Nature Based Solution (NBS) in 2 Comuni** del territorio metropolitano e promuovere le NBS per ridurre il rischio di inondazione e di isole di calore nei progetti di rigenerazione dello spazio urbano;
- **Disseminare le modalità progettuali delle NBS** al fine di migliorarne la conoscenza e diffusione in Città metropolitana e in Italia;
- **Sensibilizzare enti pubblici, cittadini, soggetti politici, economici, sociali e tecnici** con newsletter, sito web, eventi, seminari, conferenze e workshop nazionali ed europei per stringere un **patto territoriale per l'adattamento ai cambiamenti climatici**.



Con il contributo dello strumento finanziario LIFE dell'Unione Europea
With the contribution of the LIFE financial instrument of the European Community

LIFE METRO ADAPT - enhancing climate change adaptation strategies and
measures in the metropolitan City of Milan - LIFE17 CCA/IT/000080



Città
metropolitana
di Milano

FENOMENO DELL'ISOLA DI CALORE

L'**isola di calore** si manifesta, sia di giorno sia di notte e principalmente nei mesi estivi, con **anomalie termiche anche di diversi gradi tra aree urbane e campagna circostante**. L'anomalia termica cresce con l'avvicinarsi al centro dell'area urbana e **varia in conseguenza di diversi fattori locali** come: **l'albedo dei materiali** utilizzati in edifici e pavimentazioni stradali, la **forma degli spazi urbani**, **l'altezza degli edifici**, la **disomogeneità distributiva** di tali altezze, la **disposizione dei volumi edificati** rispetto alle direttrici di ricambio d'aria tra città e campagna, la **presenza di verde** o di aree umide, **l'orografia** della zona.

L'**isola di calore** si instaura tra il suolo e l'altezza massima degli edifici e **altera lo strato atmosferico più vicino al suolo (*boundary layer*)** tanto più quanto maggiore è la **rugosità** urbana influenzando la circolazione dei venti naturali e creando turbolenze e rallentamento del ricambio d'aria con la campagna.

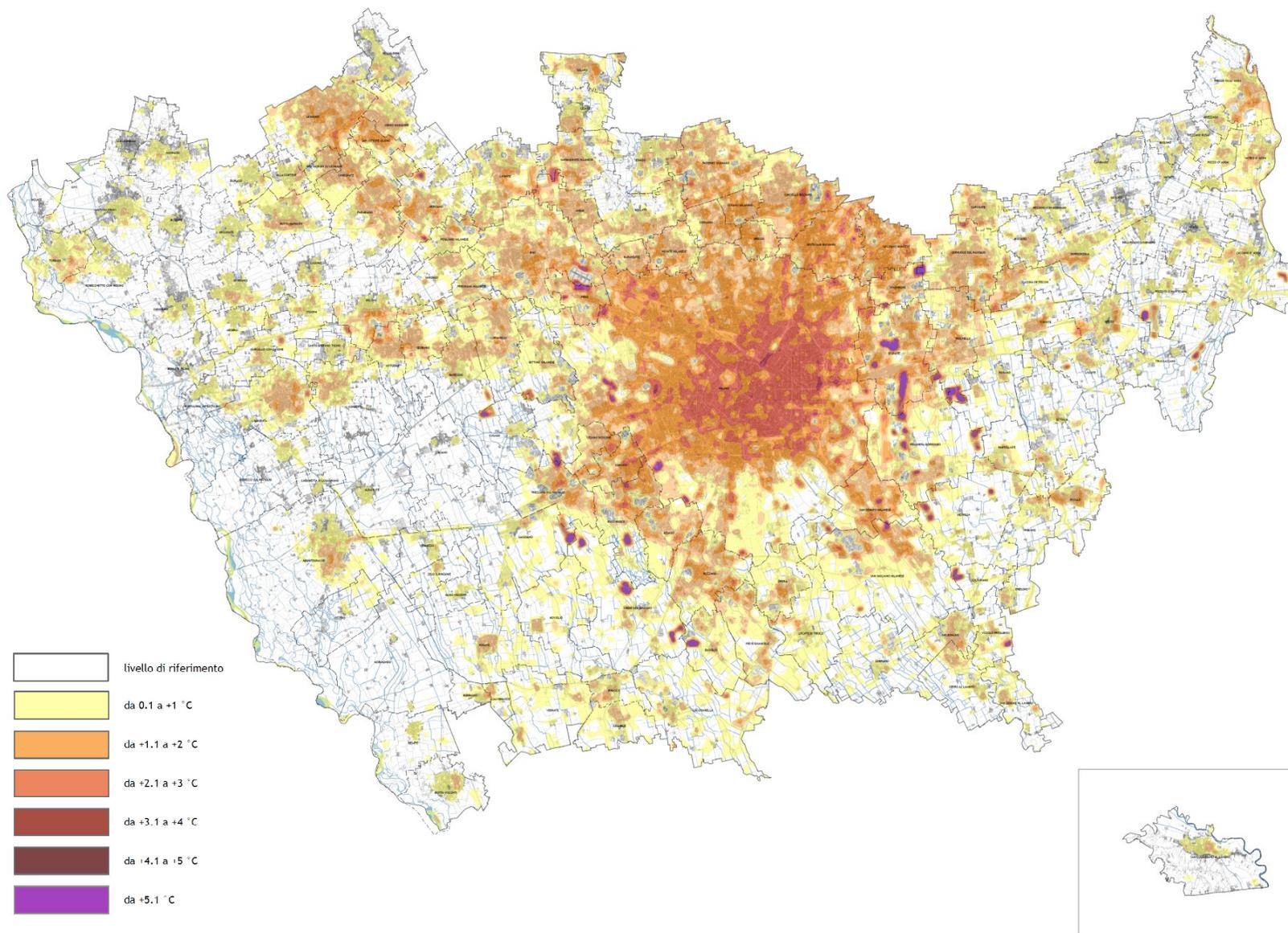
Alla scala urbana il calore è inoltre prodotto dai veicoli a motore, dagli impianti di raffrescamento e riscaldamento, dalle attività industriali.

MAPPA DELLE ANOMALIE TERMICHE

Nell'ambito del **progetto Life Metro Adapt** è stata elaborata una **situazione tipo rappresentativa dell'isola di calore notturna nel periodo estivo**. A tale fine sono state **utilizzate immagini termiche satellitari** che misurano la temperatura del suolo in modo spaziale continuo su tutto il territorio a differenza delle centraline meteorologiche ARPA che forniscono misure circoscritte ad un numero limitato di punti. Sono state quindi **combinare le immagini del satellite Aqua della NASA e del satellite Landsat-8**, rilevate durante le prolungate ondate di calore e nei giorni privi di nubi, **per il periodo di osservazione 2015-2018**. Da questa elaborazione è stata in seguito prodotta una **mappa delle anomalie termiche**, individuando le aree in cui la temperatura rilevata risulta di diversi gradi superiore a quella delle zone rurali circostanti.

Questa mappa risultante dallo studio è riportata nella **tavola 8 del PTM** e individua l'anomalia termica espressa in gradi centigradi rispetto allo zero assunto dal modello. Il colore più intenso segnala uno scostamento maggiore della temperatura delle zone urbane rispetto alle zone di campagna meno calde del territorio metropolitano. L'immagine ha una risoluzione di 30x30 metri corrispondente a quella dell'immagine satellitare.

TAVOLA 8 - CAMBIAMENTI CLIMATICI



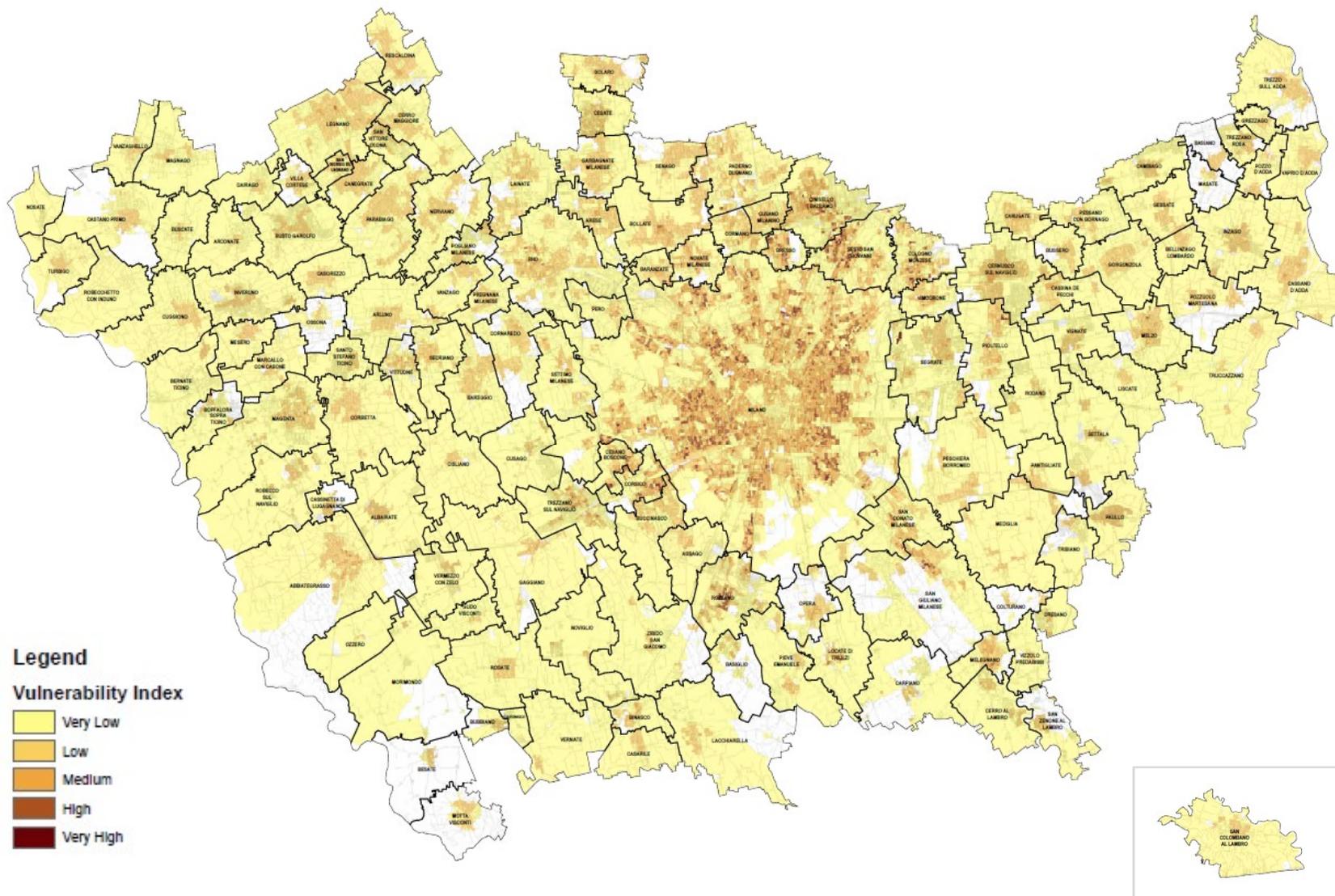
MAPPE DI VULNERABILITA' E RISCHIO ALL'ISOLA DI CALORE

Dopo la realizzazione della Mappa delle anomalie termiche **sono state prodotte, all'interno del progetto Metro Adapt, mappe per sezioni censuarie correlando il dato dell'anomalia termica con i dati di popolazione**, in termini di numero di persone esposte, di densità abitativa, di presenza di soggetti maggiormente esposti alle ondate di calore (anziani e bambini piccoli). Sono così state costruite:

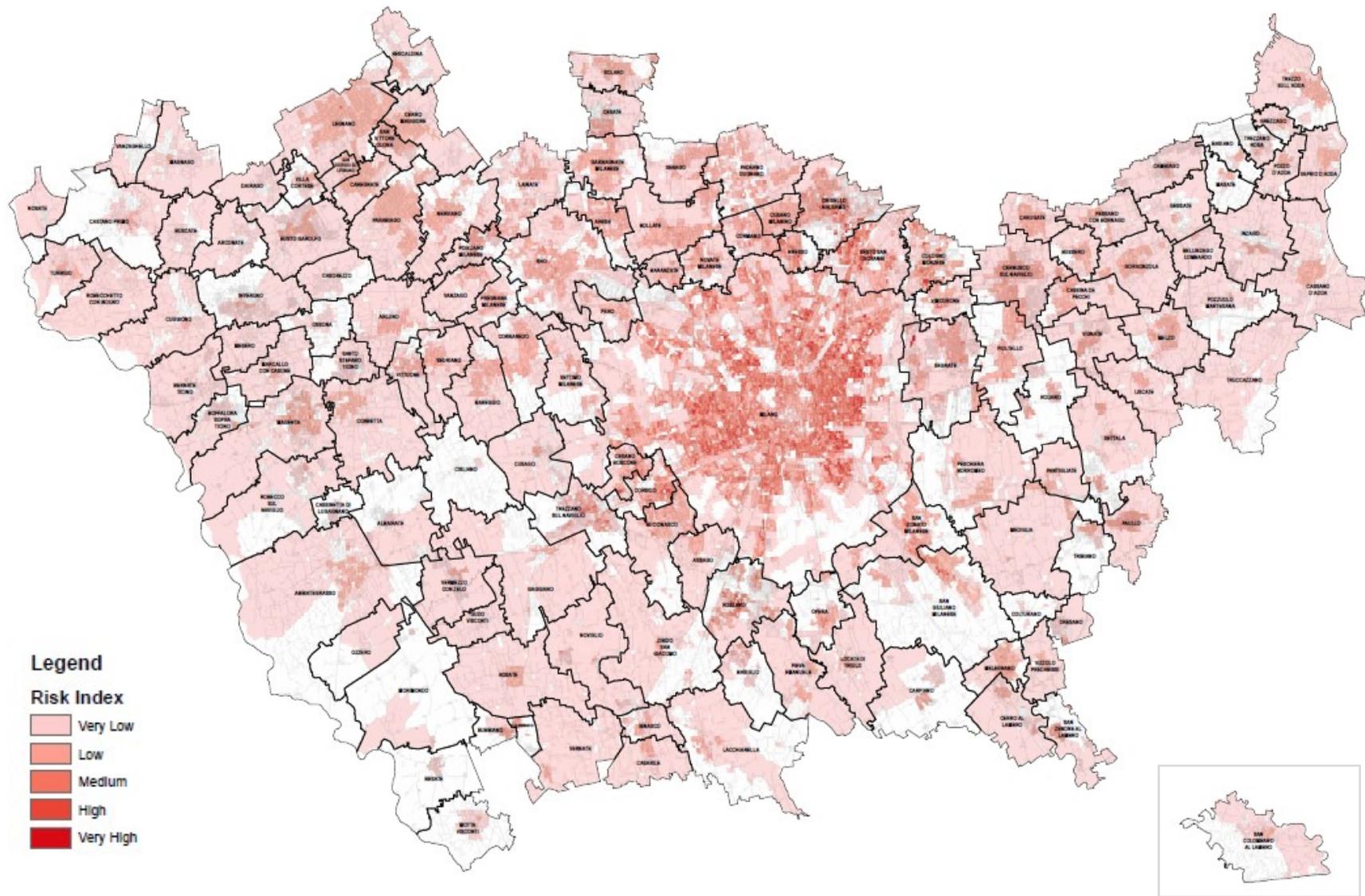
- **Mappa di vulnerabilità alle isole di calore urbano**: rappresenta la **distribuzione sul territorio della popolazione vulnerabile** (anziani sopra i 70 anni e bambini sotto i 10 anni) per ogni sezione censuaria (ISTAT 2011) normalizzando il dato rispetto al valore massimo riscontrato nel territorio di ciascun comune e per l'intero territorio di Città metropolitana di Milano
- **Mappa del rischio alle isole di calore urbano**: la mappa di cui sopra è stata integrata con la mappa delle anomalie termiche di caldo estremo per ricavare le **zone della città a maggiore densità di popolazione vulnerabile alle temperature estreme** (mappa del rischio), individuando le sezioni censuarie alle quali prestare attenzione.

Si potranno dai dati **costruire mappe di rischio utili per definire nei PGT le aree nelle quali concentrare le risorse per intervenire in via prioritaria** da parte delle autorità sanitarie locali o della Protezione Civile in occasione di emergenze legate a ondate di calore estive (visite di controllo, distribuzione acqua, spostamento persone sensibili in aree più fresche, ecc.).

MAPPA DI VULNERABILITA' ALLE ISOLE DI CALORE URBANO



MAPPA DEL RISCHIO ALLE ISOLE DI CALORE URBANO



Con il contributo dello strumento finanziario LIFE dell'Unione Europea
With the contribution of the LIFE financial instrument of the European Community

LIFE METRO ADAPT - enhancing climate change adaptation strategies and measures in the metropolitan City of Milan - LIFE17 CCA/IT/000080



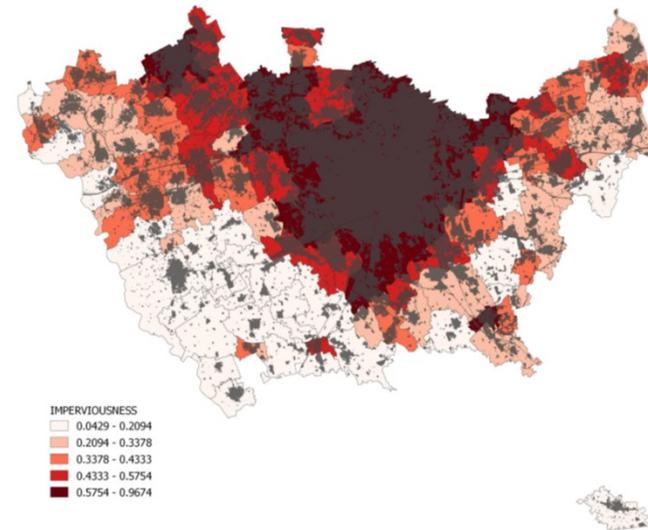
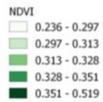
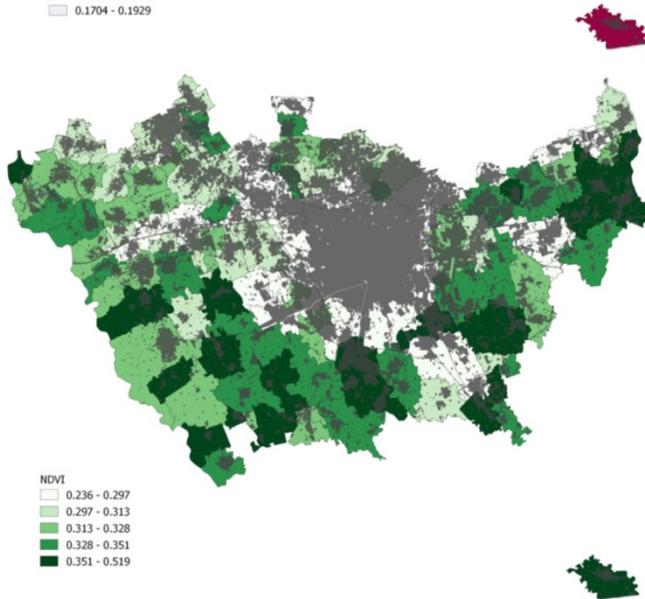
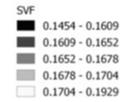
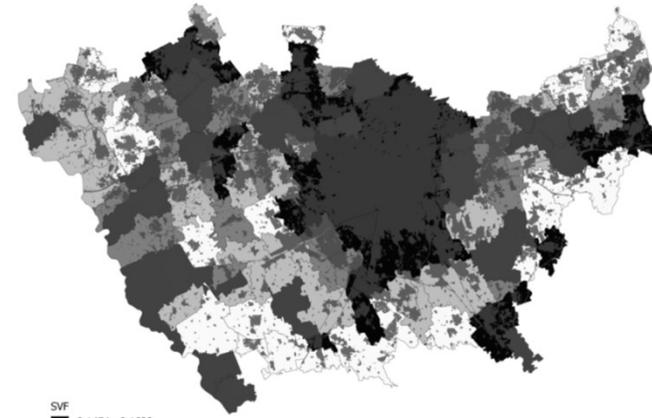
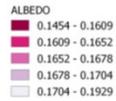
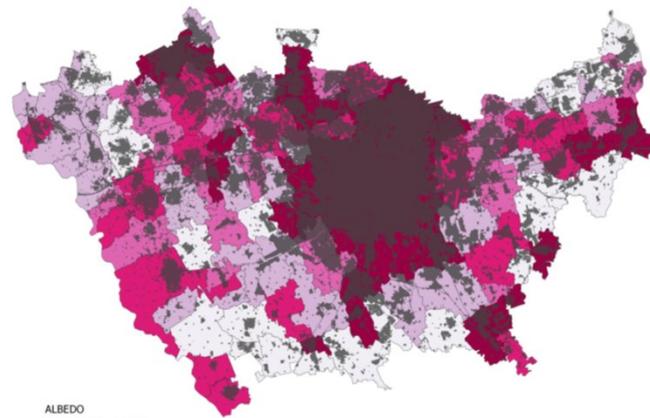
INDICATORI ULTERIORI: Albedo, Sky-view factor, NDVI, Imperviousness

Nel progetto Metro Adapt sono state elaborate ulteriori mappe tematiche, utilizzando indicatori sviluppati anche in altri progetti, per individuare le cause delle anomalie locali e nei casi di maggior criticità fornire supporto per individuare le azioni di contrasto più idonee ed efficienti.

Gli indicatori presi in considerazione sono:

- **Albedo**, ossia la **frazione di radiazione solare incidente riflessa o anche il rapporto tra energia assorbita e riflessa**. Il valore fornisce un'indicazione della capacità riflettente di una superficie. Lo zero corrisponde a un assorbimento totale della radiazione solare e quindi a una riflessione nulla.
- **Sky-View Factor**, ossia il **rapporto tra la porzione di cielo** effettivamente visibile da un dato punto al suolo e la semisfera teoricamente visibile se non vi fossero ostacoli. Fornisce informazioni sulla geometria degli spazi urbani, sull'irraggiamento cui sono sottoposti durante il giorno e sulla capacità di dispersione del calore verso l'alto. Lo zero indica un punto dal quale non si vede il cielo.
- **NDVI - Normalized Difference Vegetation Index**, legato ai processi di fotosintesi e rappresenta la **presenza di vegetazione e il relativo vigore**. La vegetazione ha un effetto mitigatore sulla temperatura dell'aria. Lo zero corrisponde ad assenza totale di vegetazione.
- **Imperviousness**, ossia il grado di **impermeabilizzazione dei suoli** ed è calcolato sulla base della banca dati DUSAF. Nella rappresentazione discretizzata per comune è il rapporto tra superficie urbanizzata e superficie inclusa nei confini amministrativi. Lo zero rappresenta un suolo completamente impermeabilizzato.

ALBEDO, SKY-VIEW FACTOR, NDVI E IMPERVIOUSNESS



MISURE PER INTERVENTI COMUNALI

La **sezione normativa del PTM** dedicata alle **misure di adattamento ai cambiamenti climatici** contiene **orientamenti e direttive per i piani comunali** finalizzati all'inserimento di parametri e regole specifiche.

I comuni sono tenuti a **sviluppare uno studio**, nelle situazioni più critiche, **per ridurre le anomalie termiche in aree con valori notturni che superano di almeno 3° il valore di riferimento considerato** sulla base della tavola 8 del PTM. Per le stesse aree vengono fornite **indicazioni sulle tipologie di intervento volte a mitigare le anomalie del calore diurno e da integrare negli elaborati del PGT, nel regolamento edilizio comunale e nei piani/programmi di settore** (Piano del Verde, Piano Urbano del Traffico, Piano Urbano della Mobilità, ecc) orientate a una progettazione e programmazione urbana proattiva verso i cambiamenti climatici essendo il Comune, per proprie competenze e scala d'azione, l'ente locale maggiormente deputato a intervenire progettualmente in materia.

Per i progetti di importanza sovracomunale proposti dai comuni (quali corridoi verdi di ventilazione o ampi sistemi a verde) **il PTM prevede di procedere attraverso la sottoscrizione di accordi specifici e di assistere i comuni** che intendono mettere insieme a tal fine le proprie risorse anche nella ricerca di fonti di finanziamento aggiuntive da parte di altri enti (cofinanziamenti regionali, nazionali ed europei). Questo tipo di assistenza è tra quelle indicate all'articolo 11 delle norme PTM, per le quali **può essere attivato un fondo di perequazione territoriale creato dal PTM anche per finanziare misure di adattamento a livello metropolitano e sovracomunale.**



Con il contributo dello strumento finanziario LIFE dell'Unione Europea
With the contribution of the LIFE financial instrument of the European Community

LIFE METRO ADAPT - enhancing climate change adaptation strategies and
measures in the metropolitan City of Milan - LIFE17 CCA/IT/000080



Città
metropolitana
di Milano

MISURE A CARATTERE SOVRACOMUNALE: RETE VERDE METROPOLITANA

Alla **scala metropolitana** l'organizzazione del territorio e dei suoi usi e la collocazione ragionata di aree verdi contribuiscono alla **creazione di corridoi di ventilazione che favoriscono il ricambio di aria** e quindi la mitigazione delle temperature attraversando la massa urbanizzata per tutta la sua estensione.

Il tema dei corridoi di ventilazione può essere utilmente affrontato e supportato attraverso il progetto di **Rete verde metropolitana**.

Il progetto di **Rete verde metropolitana**, insieme alla definizione di regole per la sua attuazione da parte dei Comuni, oltre a contribuire al ripristino dei paesaggi rurali, naturali e boschivi **ha lo scopo di individuare le criticità specifiche dei singoli ambiti territoriali di Città metropolitana per definire l'adozione di azioni specifiche e priorità di finanziamento** per mitigare le isole di calore e il deflusso meteorico. La **costruzione di tale rete verde si basa anche sui risultati delle analisi del progetto Metro Adapt** (mappe di calore, pericolo e vulnerabilità), **su altri indicatori** come Albedo, Imperviousness, Sky view factor, Ndvi (sviluppati in 2 progetti finanziati dalla Fondazione Cariplo legati al cambiamento climatico) e **sul modello Run-off** (sviluppato con Metro Adapt) che confronta l'impermeabilizzazione del suolo con la precipitazione per evidenziare la correlazione con il dilavamento.

Le misure specifiche da adottare nelle diverse situazioni sono individuate anche con il contributo delle **Nature Based Solutions** sviluppate nel progetto Metro Adapt. **Per gli interventi di carattere sovracomunale o metropolitano potrà essere utilizzato il fondo di perequazione territoriale.**



Con il contributo dello strumento finanziario LIFE dell'Unione Europea
With the contribution of the LIFE financial instrument of the European Community

LIFE METRO ADAPT - enhancing climate change adaptation strategies and
measures in the metropolitan City of Milan - LIFE17 CCA/IT/000080



Città
metropolitana
di Milano

INVARIANZA IDRAULICA

Il tema dell'invarianza idraulica prevede l'invarianza del deflusso meteorico da un'area anche a seguito di interventi di trasformazione negli usi del suolo. Il Regolamento Regionale n.7/2017 definisce criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica e idrologica.

Il PTM contribuisce alle disposizioni regionali con le seguenti azioni e indirizzi:

- **indicazioni ai PGT sulle soluzioni di drenaggio preferenziali da adottare** tra le tipologie di percolazione, di invaso e di allontanamento, articolate nelle diverse aree del territorio metropolitano secondo fattori geografici e antropici, usi dei suoli e soggiacenza della falda;
- **aggiornamento delle banche dati del reticolo idrico minore**, in collaborazione con l'Ufficio d'ambito di Milano, per evidenziare i tratti dismessi e abbandonati e valutarne la riattivazione per incrementare il volume di invaso ai fini della laminazione delle acque meteoriche;
- **graduale conversione**, in collaborazione con l'Ufficio d'ambito all'interno del Piano di ambito, **dei sistemi di raccolta delle acque reflue in sistemi duali separati**: uno per le acque nere fognarie e bianche contaminate e uno per le acque meteoriche;
- **redazione aggregata tra più comuni del progetto di invarianza idraulica e idrologica** con riferimento preferenziale al bacino degli aggregati insediativi del Piano d'ambito;
- **definizione di percentuali minime di superfici permeabili per gli interventi che interessano territori non urbanizzati e aree dismesse produttive e commerciali**, includendo anche de-impermeabilizzazione delle superfici pavimentate e loro sostituzione con superfici a verde o l'utilizzo di tecniche e materiali che garantiscono un'elevata permeabilità.

INVARIANZA IDRAULICA E CAMBIAMENTI CLIMATICI

Il **PTM** persegue l'adattamento al cambiamento climatico favorendo la gestione corretta e sostenibile delle acque meteoriche. A tale fine i comuni applicano i principi di invarianza idraulica e idrologica e di drenaggio urbano sostenibile, definiti dal Regolamento Regionale n.7/2017, a tutti gli interventi edilizi, stradali e ai parcheggi che comportino una riduzione della permeabilità del suolo rispetto alla condizione preesistente agli interventi stessi.

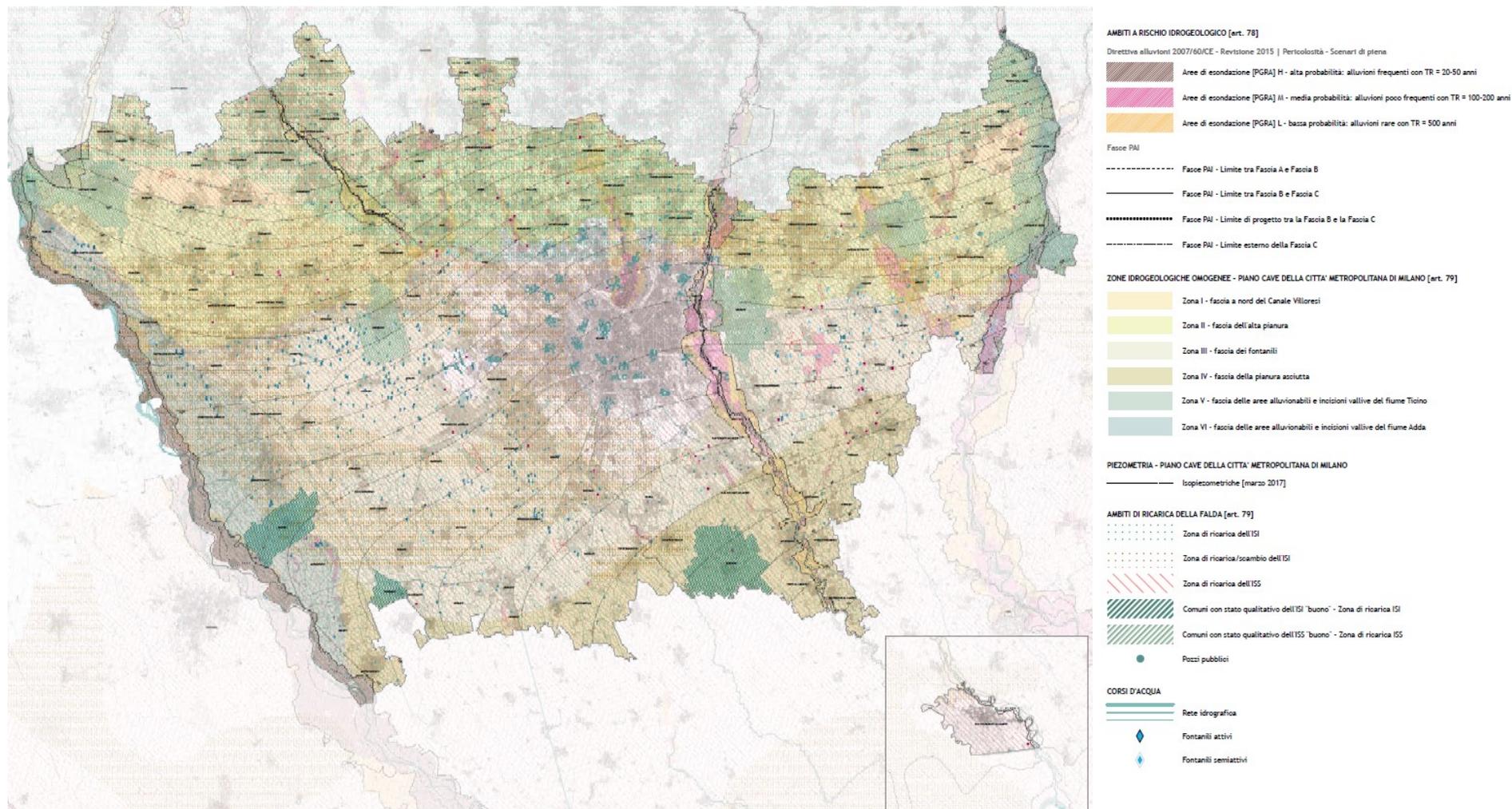
La **tavola 7** e la **relazione del PTM** forniscono indicazioni ai PGT sulle soluzioni di drenaggio sostenibile da adottare tra le tipologie di percolazione, di invaso, e di allontanamento identificate in base alle caratteristiche, agli usi dei suoli e alla soggiacenza della falda.

In tutti i casi ove sia tecnicamente fattibile il **PTM** favorisce l'utilizzo di soluzioni naturali per la realizzazione degli interventi necessari al raggiungimento degli obiettivi di invarianza idraulica dando priorità alle soluzioni che possono svolgere più funzioni territoriali e ambientali.

Le **soluzioni naturali** possono essere inquadrare entro più ampie soluzioni paesaggistiche aventi finalità fruttive e **possono contribuire alla realizzazione della rete verde metropolitana, della rete ecologica metropolitana o alla mitigazione di anomalie termiche** collegate al fenomeno delle isole di calore.

La Città metropolitana prevede che **gli interventi di drenaggio con rilevanza sovracomunale possano essere finanziati con i fondi di perequazione disciplinati dall'articolo 11 delle NdA** e programma annualmente la raccolta delle proposte da finanziare o cofinanziare fino alla capienza di risorse disponibili.

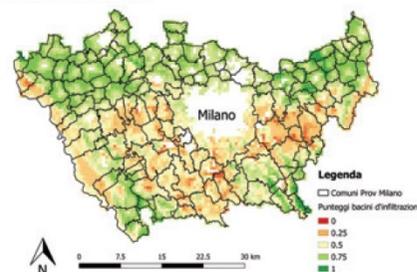
TAVOLA 7 – DIFESA DEL SUOLO E CICLO DELLE ACQUE



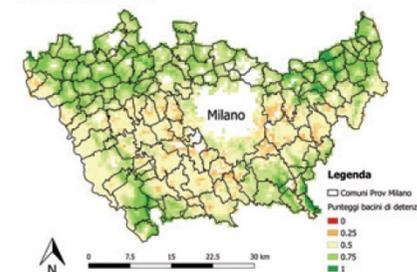
Manuale sulle buone pratiche di utilizzo dei sistemi di drenaggio sostenibile (CAP Holding)

Il territorio metropolitano permette di accogliere principalmente infrastrutture per l'accumulo e lo stoccaggio delle acque. Cisterne e serbatoi superficiali sembrano poter essere collocabili in gran parte del territorio della Città metropolitana a eccezione delle zone fortemente urbanizzate per carenza di spazio. Anche per i bacini di detenzione valgono le stesse considerazioni con l'aggiunta che le complicazioni per la loro realizzazione aumentano laddove la soggiacenza è ridotta. L'applicazione di pozzi perdenti o caditoie permeabili è consentita soprattutto nella porzione settentrionale dell'area metropolitana in cui la falda risulta essere molto distante dal piano campagna. Drasticamente diminuita è la loro potenzialità d'infiltrazione nelle zone meridionali del territorio metropolitano dove la falda è molto prossima al piano campagna. Allo stesso modo la potenziale collocazione di superfici permeabili risente della soggiacenza di falda nonché della disponibilità di spazi per la loro progettazione. Risultano quindi essere di difficile realizzazione sia nella parte nord del territorio metropolitano (fortemente antropizzata) sia in quella a sud laddove l'infiltrazione potrebbe risentire negativamente della scarsa soggiacenza. Situazioni intermedie sono previste per i sistemi modulari geocellulari, i bacini d'infiltrazione e le gallerie d'infiltrazione che devono contemperare l'esigenza di una vasta superficie per la loro realizzazione e una falda distante dal piano campagna per favorire l'infiltrazione.

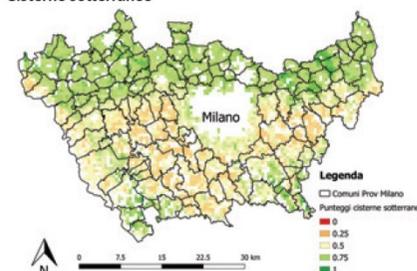
Bacini d'infiltrazione



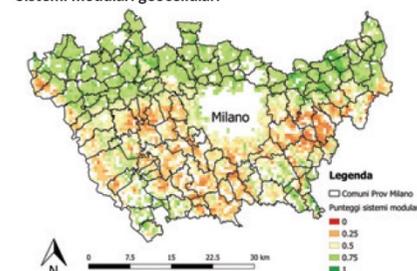
Bacini di detenzione



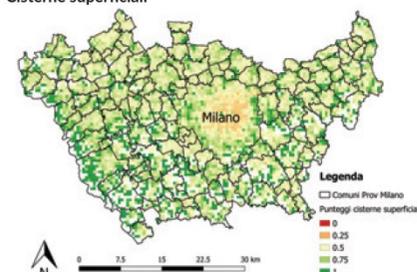
Cisterne sotterranee



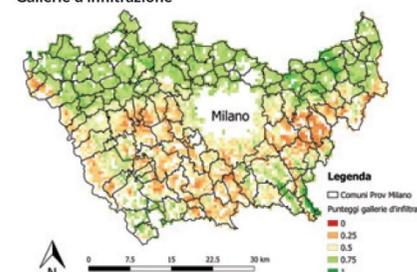
Sistemi modulari geocellulari



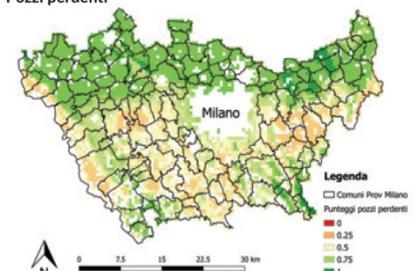
Cisterne superficiali



Gallerie d'infiltrazione



Pozzi perdenti



Superfici permeabili

