

Life METRO ADAPT

Action C1

“Climate analysis and Vulnerability assessment at Metropolitan level”

| | | |
|-----------------------------------|---|----------|
| Project Name: | METRO ADAPT: enhancing climate change adaptation strategies and measures in the Metropolitan City of Milan | |
| Contract Number: | LIFE 17 CCMTI000080 — CUP 143E17000230007 | |
| Deliverable number: | Time series of Vulnerability Maps, report and data access tools | |
| Due date of deliverable: | 31/07/2019 | |
| Actual submission date: | 26/07/2019 | |
| Deliverable leader: | e-GEOS | |
| Deliverable contributors : | Città Metropolitana di Milano, Ambiente Italia srl, CAP Holding S.p.A. | |
| Revision | 1.0 | |
| Nature of the deliverable | | |
| R | Report | X |
| O | Other (maps) | X |
| Dissemination level | | |
| PU | Public | X |
| PI | Proprietary Information, only for Partner and Team members and, NOT for public information. | |

| ISSUE | DATE | AUTHOR | VERIFIED | APPROVED | REASON OF THE MODIFICATION |
|-------|----------|---|----------|------------|----------------------------|
| 1.0 | 26.07.19 | Pierluigi Adami (EG) Nicola Corsini (EG) Achille Ciappa (EG) Maria Lucia Magliozzi (EG) Monica Palandri (EG) Cinzia Davoli (CMM) | A.Ciappa | M.Palandri | First Issue |

TABLE OF CONTENTS

| | |
|--|----------|
| ABSTRACT | 3 |
| 1. INTRODUZIONE | 3 |
| 1.1. SCOPO DEL DOCUMENTO | 3 |
| 1.2. ACRONIMI ED ABBREVIAZIONI | 4 |
| 1.2.1. Elenco degli Acronimi ed Abberviazioni | 4 |
| 1.3. DOCUMENTI APPLICABILI E DI RIFERIMENTO | 4 |
| 1.3.1. Documenti Applicabili | 4 |
| 1.3.2. Documenti di Riferimento e Bibliografia | 5 |
| 2. MAPPE DI VULNERABILITA' ALLE UIH..... | 5 |
| 2.1. Obiettivo | 5 |
| 2.2. Dati di input | 6 |
| 2.3. Metodologia | 6 |
| 2.4. Scelte Operative | 6 |
| 2.5. Descrizione dei risultati | 7 |
| Simbologia applicate | 7 |
| 2.6. Esempi di Mappe..... | 9 |

ABSTRACT

Il prodotto "Mappe di Vulnerabilità alle Isole di Calore Urbano (UHI)" è stato sviluppato nell'ambito dell'Azione C1 del progetto LIFE METRO-ADAPT, dedicata all'analisi climatica e allo studio di vulnerabilità a livello di area metropolitana.

In primo luogo è stata prodotta una Mappa delle anomalie termiche che individua le zone più soggette a caldo estremo. Nel contempo, sono stati inseriti in un sistema informativo geografico (GIS) i dati del censimento della popolazione ISTAT 2011, per individuare, a livello territoriale di sezione di censimento, le zone della città a maggiore densità di popolazione vulnerabile alle temperature estreme (anziani, bambini). L'intersezione nel GIS dell'informazione satellitare sulle aree più soggette ad anomalie termiche di caldo estremo, con il dato sulla popolazione vulnerabile, ha consentito la produzione di mappe di rischio per la popolazione vulnerabile a seguito del fenomeno delle isole di calore urbano, che è l'obiettivo dell'Azione C1 del progetto METRO-ADAPT.

I dati sono resi disponibili tramite il tool descritto nel deliverable ACTION C1 – DEL 02_Time series of Heat Maps report and access tools" [RD 13].

The product "Time series of Vulnerability Maps report and access tools" was developed as part of Action C1 of the LIFE METRO-ADAPT project, dedicated to climate analysis and the study of vulnerability at the metropolitan area level.

First, a Map of thermal anomalies was produced that identifies the areas most subjected to extreme heat. At the same time, data from the 2011 ISTAT population census were included in a geographic information system (GIS), to identify, at the territorial level of the census section, the areas of the city with the highest population density vulnerable to extreme temperatures (elderly, children). The intersection in the GIS of satellite information on the areas most prone to extreme heat anomalies, with the data on the vulnerable population, has allowed the production of risk maps for the vulnerable population following the phenomenon of urban heat islands, which is the objective of Action C1 of the METRO-ADAPT project.

The data is made available through the tool described in deliverable ACTION C1 – DEL 02_Time series of Heat Maps report and access tools" [RD 13].

1. INTRODUZIONE

1.1. SCOPO DEL DOCUMENTO

L'azione C1 su "Analisi del clima e valutazione della vulnerabilità a livello metropolitano" comprende la lo studio e la realizzazione delle serie di mappe di Calore Urbano e il tool per accedere a tali dati.

L'azione C1 in generale mira a facilitare i decisori della città metropolitana di Milano (CMM) nell'uso delle informazioni utili allo sviluppo di efficaci strumenti di governance a livello regionale e locale. Questa azione fornirà il framework di conoscenza per supportare le azioni C2 e C3 attraverso lo sviluppo di diversi strumenti:

- Valutazione di vulnerabilità;
- Linee guida;
- Strumenti di formazione.

Il presente Report descrive come sono state scelte, calcolate e rappresentate cartograficamente gli indici di rischio della popolazione residente nella Città Metropolitana di Milano e le vulnerabilità alle anomalie termiche in alcune aree delle città (Isole di Calore Urbano) durante le onde di calore estivo.

Nella prossima release saranno descritte anche le mappe di vulnerabilità idraulica ed agricola.

1.2. ACRONIMI ED ABBREVIAZIONI

1.2.1. Elenco degli Acronimi ed Abbreviazioni

| Acronimi | Significato |
|-----------------|---|
| CMM | Città Metropolitana di Milano |
| UIH | Urban Heat Islands |
| IPPC | Intergovernmental Panel on Climate Change |
| NOAA | National Oceanic and Atmospheric Administration |
| AVHRR | Advanced Very High Resolution Radiometer |
| NDVI | Normalized Difference Vegetation Index |
| GIS | Geographic information system |
| ESA | European Space Agency |
| MODIS | Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer |
| LST | Land Surface Temperature |
| BLUE AP | Bologna Local Urban Environment Adaptation Plan |
| EIB | European Investment Bank |
| ARPA | Agenzia Regionale Protezione Ambientale |
| CNR | Consiglio Nazionale Ricerche |
| IBIMET | Istituto di BioMETeorologia |
| ASCCUE | Adaptation Strategies Climate Change in Urban Environment |
| TOA | Top Of Atmosphere |
| IUAV | Istituto Universitario di Architettura di Venezia |
| FOMD | Osservatorio Milano Duomo Foundation |
| ECMWF | European Centre for Medium-Range Weather Forecasts |
| EVI | Enhanced Vegetation Index |
| CLC | CORINE Land Cover |

1.3. DOCUMENTI APPLICABILI E DI RIFERIMENTO

1.3.1. Documenti Applicabili

[AD.01] Grant Agreement con l'Esecutive Agency for Small and Medium-sized Enterprises – EASME (di seguito Agenzia) relativo al progetto LIFE17 CCA/IT/000080 in data 5 giugno 2018

[AD.02] Partnership Agreement

METRO ADAPT - LIFE17 CCA/IT/000080 - CUP I43E17000230007

1.3.2. Documenti di Riferimento e Bibliografia

- [RD.01] Richiesta di finanziamento da parte di Città metropolitana di Milano, in qualità di beneficiario coordinatore all'attuazione del progetto "METRO ADAPT: - enhancing climate change adaptation strategies and measures in the Metropolitan City of Milan" - LIFE1 7 CCA/IT/000080 - CUP I43E1 7000230007
- [RD.02] Minuta di KOM del 30 ottobre
- [RD.03] <https://landsat.usgs.gov/landsat-8>
- [RD.04] <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-3-slstr/product-types>
- [RD.05] <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-3-slstr/product-types/level-2-lst>
- [RD.06] <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-3-slstr/resolutions/radiometric>
- [RD.07] <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-3-slstr/coverage>
- [RD.08] Sentinel-3 User Handbook. Issue 1.1. GMES-S3OP-EOPG-TN-13-0001
- [RD.09] SENTINEL-3 OPTICAL PRODUCTS AND ALGORITHM DEFINITION. SLSTR ATBD LAND SURFACE TEMPERATURE. Issue 2.3. S3-L2-SD-03-T03-ULNILU-ATBD
- [RD.10] <https://modis.gsfc.nasa.gov/about/>
- [RD.11] <https://modis.gsfc.nasa.gov/about/specifications.php>
- [RD.12] ACTION C1 - DEL 01_Report on state of the art, user requirements, methodology, input data and products specifications
- [RD.13] ACTION C1 - DEL 02_Time series of Heat Maps report and access tools"

2. MAPPE DI VULNERABILITA' ALLE UIH

2.1. Obiettivo

Come specificato nel [RD 13] si parte dall'assunto che una "Isola di Calore Urbano" è definita come una zona della città nella quale la temperatura misurata è molto superiore (5°C e oltre) rispetto a quella minima di riferimento misurata nell'area rurale circostante l'area urbana. Questa anomalia temica è particolarmente significativa durante le ore notturne.

L'obiettivo è quindi la realizzazione delle mappe di vulnerabilità e di rischio per tutti i 133 Comuni di città Metropolitana di Milano.

2.2. Dati di input

I dati in input disponibili ed utilizzati, sono stati:

- Anomalia termica notturna del suolo tra centro (Isola di calore Urbano) e periferia rurale (anomalia termica nulla), prodotto nell'ambito del progetto, utilizzando i dati termici notturni acquisiti nei periodi di onde di calore estive (estati 2015 - 2018) nella fascia oraria 01:00 - 03:00. I dati sono stati acquisiti dal satellite AQUA ad 1km di risoluzione e sono stati riportati alla risoluzione di 100m del sensore termico del satellite LANDSAT-8 (risoluzione del pixel riscalata a 30 m), le cui immagini sono state acquisite nei passaggi notturni.
- CTR Regione Lombardia, rilascio del DBT 2017: (<http://www.cittametropolitana.mi.it/DeCiMetro/DBT/WMS-CMM>).
- Dati ISTAT del censimento 2011, pubblicati l'11 Gennaio 2017: (<https://www.istat.it/it/archivio/104317>)

2.3. Metodologia

Partiamo dal presupposto che maggiore è una minaccia e la vulnerabilità, maggiore sarà il rischio. In questo caso, la minaccia è rappresentata dalle temperature estremamente elevate, soprattutto di notte, mentre gli anziani e i bambini rappresentano la popolazione vulnerabile. Sulla base di queste definizioni, è stata adottata, per il calcolo dell'indice di Rischio (iR), la seguente formula base:

$$iR = iM \times iV$$

dove iM è l'indice di minaccia e iV è l'indice di vulnerabilità.

iM ed iV sono stati calcolati sempre normalizzando le misure trovate nell'unità di superficie, per il valore massimo nell'area di riferimento. Questo comporta che iR, iM ed iV hanno valore in relazione all'area di riferimento per la quale sono stati calcolati, cioè non hanno una valenza assoluta. E' però possibile, individuare le aree più critiche alla macroscale, ad esempio, della Città Metropolitana di Milano, ed analizzare successivamente a livello comunale, la variazione del medesimo indice.

2.4. Scelte Operative

Il calcolo dell'indice di minaccia (iM), è eseguito secondo la regola sopra esposta, ovvero, per ogni pixel, il valore di temperatura (o il differenziale della temperatura) viene normalizzato per il valore più alto dei pixel che ricadono all'interno dell'area di riferimento (Città Metropolitana o Comune). Si ottiene così un indice (con valore compreso tra 0 ad 1), che relativizza la minaccia rispetto alla minaccia massima.

L'indice di vulnerabilità (iV), si calcola secondo il medesimo principio, ma richiede alcune considerazioni a corollario.

La vulnerabilità in assoluto è la differenza tra le caratteristiche che indeboliscono e quelle che permettono di resistere a una data minaccia.

Nel caso del progetto METRO ADAPT, si calcola la vulnerabilità della popolazione; i dati a disposizione sono quelli del censimento del 2011 di ISTAT. È possibile spazializzare queste informazioni con una risoluzione pari alle sezioni di censimento (quindi a unità sub-comunali).

Tra le informazioni distribuite da ISTAT sono state prese in considerazione ed analizzate per il possibile calcolo dell'indice iV:

E2 - Edifici e complessi di edifici utilizzati

E3 - Edifici ad uso residenziale

E16 - Edifici ad uso residenziale costruiti dopo il 2005

P1 - Popolazione residente - Totale

P2 - Popolazione residente - Maschi
P3 - Popolazione residente - Femmine
P14 - Popolazione residente - età < 5 anni
P15 - Popolazione residente - età 5 - 9 anni
P28 - Popolazione residente - età 70 - 74 anni
P29 - Popolazione residente - età > 74 anni
P44 - Popolazione residente - Maschi - età 70 - 74 anni
P45 - Popolazione residente - Maschi - età > 74 anni

Come Elementi di debolezza si è presa in considerazione la popolazione sensibile residente costituita da bambini e anziani (P14, P15, P28, P29). Si è calcolato per ogni sezione di censimento la densità della popolazione più sensibile alle ondate di calore (in numero di abitanti/kmq).

L'indice di vulnerabilità è stato calcolato prendendo in considerazione solo gli elementi di debolezza sopra indicati; non è stato possibile considerare anche quelli di resistenza per le motivazioni seguenti:

- Gli edifici più recenti (E16), sicuramente contribuiscono ad incrementare la resistenza alle temperature elevate. Le case nuove sono generalmente costruite con materiali migliori, sono meglio coibentate e da qualche anno le regole edilizie seguono criteri per il risparmio energetico nelle classi più alte (A). E16 può dunque diminuire il numero di persone esposte alla minaccia. Il dato però non è utilizzabile, in quanto non è presente una statistica che indichi quanta parte della popolazione sensibile viva in questi edifici.
- Altre informazioni più di natura socio-economica, come il reddito o il livello di occupazione, pur essendo disponibili, non sono stati utilizzate perché possono essere spazializzate solo a livello comunale, mentre la nostra unità di analisi è a livello sub-comunale. Inoltre la correlazione statistica tra questi aspetti e le azioni messe in atto dai singoli per la difesa dalle ondate di calore, richiederebbe un'analisi socio-economica che supera i limiti del Progetto.

La descrizione dei dati geografici e delle variabili censuarie delle basi territoriali per i censimenti: anni 1991, 2001, 2011), è disponibile sul sito di ISTAT.

2.5. Descrizione dei risultati

I risultati sono stati messi a disposizione sia come dati raster che vettoriali, e plottati come report cartografici. I prodotti realizzati sono stati:

- Mappe di anomalia termica; viene spazializzato il dato di anomalia termica notturna del suolo.
- Indice di vulnerabilità della popolazione residente sensibile alle anomalie termiche
- Indice di rischio della popolazione residente sensibile alle anomalie termiche

Si sono prodotti due livelli di scala:

- Area Città Metropolitana di Milano
- Singoli Comuni

Simbologia applicate

L'indice di rischio calcolato, di fatto, è un valore relativo che ha validità solo nell'area a cui si riferisce. AL fine di poterne rappresentare correttamente ed evidenziare le zone più rischiose, si è utilizzato un metodo di classificazione "Natula Breaks (Jenks)", a 5 classi. La Classificazione di Jenks è studiata per dividere i valori in categorie individuate secondo le interruzioni naturali della distribuzione stessa dei dati. Le interruzioni naturali nei dati vengono identificate individuando i punti che minimizzano la somma interna delle differenze al quadrato e massimizza la somma cumulata delle differenze al quadrato. In sostanza, il metodo Jenks riduce al minimo le varianze della classe (le rende il più possibile simili) e massimizza la varianza tra i gruppi (rende le classi di dati il più diverse possibile). Questo metodo, ha il vantaggio di identificare le reali classi all'interno

dei dati. Viene utilizzato perché permette di creare mappe con rappresentazioni accurate della tendenza dei dati (anche se la distribuzione di Jenks non è adatta per dati con bassa varianza). Questo comporta che a seconda dell'area di riferimento (e quindi della serie di dati presa in considerazione), vengono evidenziate aree il più omogenee possibile per variabilità di rischio.

Figura 1 Classificazione dell'indice del rischio nella mappa di Città Metropolitana di Milano

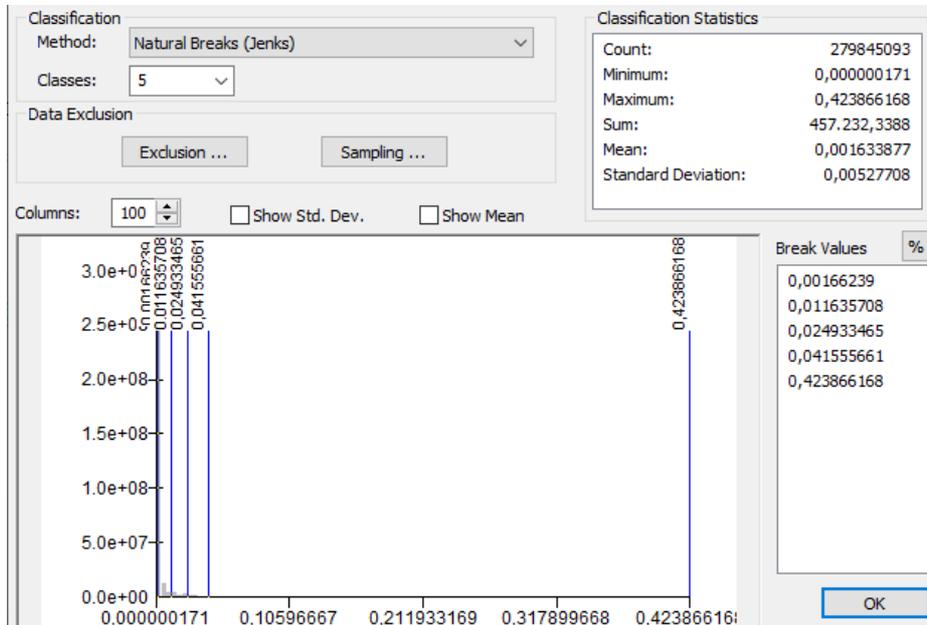
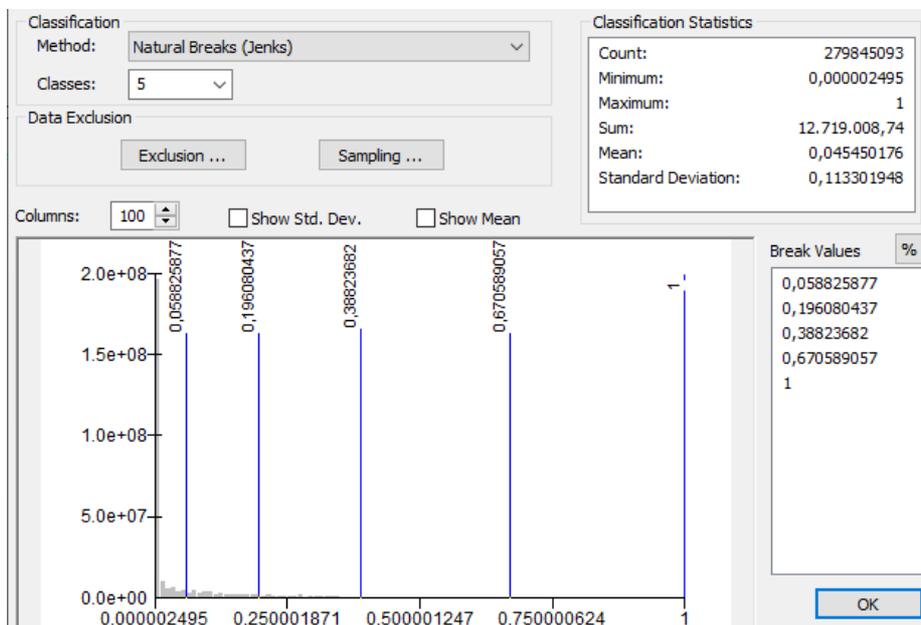


Figura 2 2) Classificazione dell'indice di rischio nella mapp di un Comune



2.6. Esempi di Mappe

Di seguito degli esempi di report cartografico prodotto:

Figura 3 Anomalia Termica Notturna del suolo

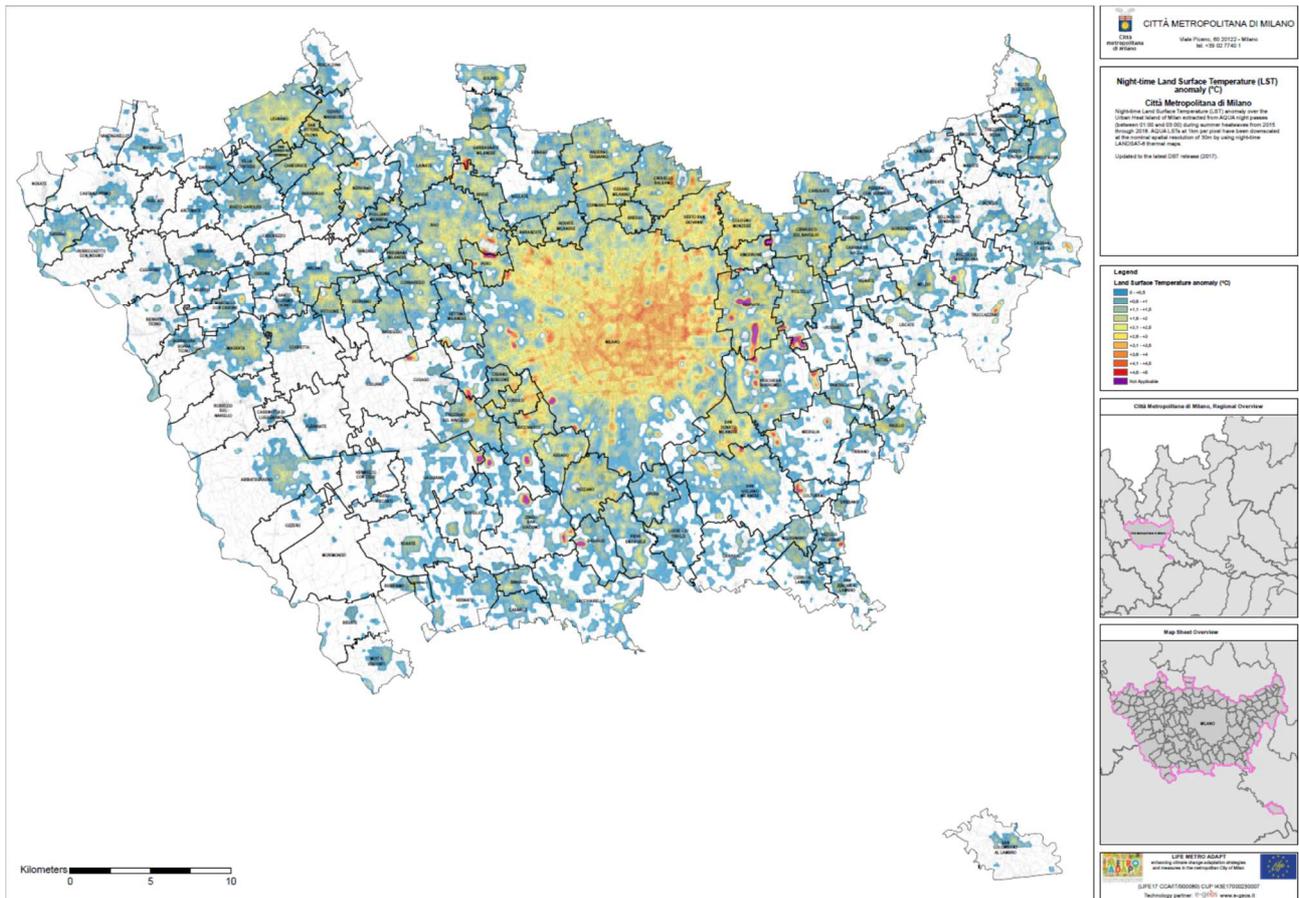


Figura 5 Popolazione Sensibile alle anomalie di temperatura, Indice di Rischio

