

# Climate Proof Planning: l'uso del remote sensing a supporto della vulnerabilità a scala urbana

di Denis Maragno, Francesco Ruzzante,  
Vittore Negretto, Francesco Musco

**La sperimentazione risponde alla necessità di integrare, tramite informazioni di remote sensing, i quadri conoscitivi a supporto dell'adattamento del territorio agli impatti del cambiamento climatico. Utilizzando due metodologie replicabili è stato elaborato un atlante delle superfici che sia alla base di successive considerazioni sui servizi ecosistemici, l'analisi della vulnerabilità e l'individuazione di zone prioritarie su cui intervenire.**

**L**e questioni urbane legate al cambiamento climatico stanno entrando con una crescente urgenza nelle agende politiche locali, ponendo nuove questioni nei processi consolidati di gestione della città. Secondo le previsioni dell'IPCC, i fenomeni legati al cambiamento climatico andranno intensificarsi nei prossimi decenni (IPCC, Climate change 2007: Synthesis Report, Summary for policy makers, 4th Assessment Report, 2007) e gli eventi estremi legati al clima costituiranno in misura crescente un rischio per le città e i sistemi ambientali (IPCC, 2012), causando su scala locale danni alle loro componenti sociali, economiche e fisiche (IPCC, 2015).

Assunte le aggravanti dipendenti dall'aumento dei fenomeni atmosferici estremi, le città

e gli enti preposti al governo del territorio sono chiamati ad una definizione spaziale delle vulnerabilità che introduca e accompagni la costruzione di strategie di resilienza al cambiamento climatico chiamato anche *climate-proof planning*. Nella pianificazione territoriale, porre come obiettivo l'aumento della resilienza significa rinnovare ed adattare i territori, introducendo nel modello di analisi quelle variabili che configurano i sistemi socioeconomici, ambientali e morfologici, in modo da diminuire e rispondere agli impatti provenienti da shock esterni che destabilizzano le attuali configurazioni urbane. (Folke C., 2002)

Pertanto, per dare una risposta in linea con quelle che sono gli impatti climatici che agiscono nell'ambiente urbano è necessaria un accrescimento dei quadri

Lakatamia-Strovolos (Cipro)		Casi Studio		
		Peristeri (Grecia)	Reggio Emilia (Italia)	
Fonte dati disponibili	Edificato	SIT Locale	SIT Locale	SIT Locale
	Area stradale	SIT Locale	SIT Locale	SIT Locale
	Idrografia	SIT Locale	OpenData, CLC (Copernicus)	SIT Locale
	Aree agricole, Aree naturali	OpenData, CLC (Copernicus)	OpenData, CLC (Copernicus)	SIT Locale
	Verde pubblico e attrezzato	SIT Locale	OpenData, CLC (Copernicus)	SIT Locale

Tab. 1 – Fonte dati disponibili per ciascun caso studio: SIT Locale, in riferimento ai dati reperibili e/o forniti dal Sistema Informativo Territoriale dell’Ente/Pubblica Amministrazione locale di riferimento; OpenData (distribuito con accesso gratuito, aperto), Uso del suolo dal programma Corine Land Cover aggiornato al 2012 del Portale Europeo Copernicus Land Monitoring Service.

conoscitivi vigenti, oggi carenti soprattutto a scala locale, al fine di valutare la vulnerabilità ed il rischio indotti su un determinato territorio. (Maragno, Musco, & Patassini, 2017)

Le sperimentazioni qui descritte, in merito alla creazione di nuove informazioni e l’integrazione coi quadri conoscitivi esistenti sono state elaborate dal gruppo di ricerca IUAV - Planning Climate Change all’interno del progetto LIFE UrbanProof trattando come casi studio tre ambiti territoriali diversi: Reggio nell’Emilia (Emilia-Romagna, Italia), Lakatamia e Strovolos (Nicosia, Cipro), Peristeri (Atene, Grecia).

Lo studio delle vulnerabilità agli impatti climatici dei 3 territori è stato declinato a riguardo dei fenomeni di allagamento (*runoff* urbano) e di isola di calore urbana (UHI). Poiché il rapporto tra elementi vegetali e elementi antropici in campo urbano costituisce una variabile fondamentale per definire le aree meno resilienti agli impatti menzionati (Leopold, 1968) (Oke, 1981) (Hall, 1984), l’obiettivo del lavoro è stato la creazione di un atlante sintetico delle superfici. L’atlante, di na-

tura vettoriale e georiferito, definisce la composizione dei suoli urbani con diversi gradi di precisione a seconda delle tecnologie utilizzate. Con questa informazione è possibile supportare la valutazione della vulnerabilità e del rischio delle caratterizzazioni fisiche-morfologiche dei 3 casi studio.

**Metodologia**

*Dati iniziali*

L’obiettivo della ricerca è identificare e quantificare la presenza degli elementi vegetali in ambito urbano, presenti sia nelle superfici pubbliche che in quelle private. Tra gli obiettivi del progetto europeo, grazie al quale la sperimentazione ha avuto luo-



Fig.2 – Cipro - Ortofoto RGB, quadri conoscitivi esistenti, elaborazioni prodotte e nuovi quadri conoscitivi.

go, vi è la strutturazione di un approccio di lavoro replicabile in tutte le città, a partire dalla metodologia costruita per i casi studio.

Al tal fine il lavoro è iniziato con la creazione di *geodatabase* contenenti le informazioni essenziali normalmente disponibili in ogni città: edificato, infrastrutture stradali, idrografia (tab.1). Questi elementi, congiunti ai risultati ottenuti attraverso il telerilevamento, sono stati integrati nel processo di lavoro in modo da restituire un dato finale quanto più preciso e attinente per la ricostruzione di uno stato di fatto attraverso un atlante delle superfici.

Al fine di localizzare gli elementi vegetali in ambito urbano, sono stati applicati metodi di analisi differenti a seconda della tipologia di dato elaborabile presente in ciascuna città. I prodotti da telerilevamento sono stati ottenuti elaborando immagini acquisite da fonti satellitari,

dai rilievi aerofotogrammetrici condotti con mezzo aereo e UAV/SAPR.

*Metodi per l'individuazione del verde*

Le metodologie di lavoro sono state strutturate a seguito dei dati *raster* acquisiti in partenza secondo due casistiche così riassunte: nella prima (MS) troviamo una composizione di bande dentro lo spettro del visibile, Rosso (R), Verde (G) e Blu (B), nella seconda (NDVI) si ha in aggiunta anche la banda Infrarosso-vicino (I). (tab.2)

I *raster* RGB sono stati processati utilizzando la tecnologia di *Multiresolution segmentation* (MS) al fine di poter valutare complessivamente non i singoli pixel, bensì l'aggregazione degli stessi ottenuta dall'omogeneità di firma spettrale.

Utilizzando la MS, le immagini sono state partizionate in regioni significative individuate secondo i criteri di omogeneità

*region-based* (Young Gi Byun, 2012), ottenendo come primo risultato oggetti più semplici da interpretare ed elaborare. L'omogeneità dei pixels è definita dalla combinazione di colori (misurata nei valori spettrali delle tre bande) e dalla forma (caratteristica data da uniformità e compattezza). Le regioni finali sono il prodotto del raggruppamento progressivo dei pixels tra loro adiacenti. (Ahmed Darwish, 2003) Svolta questa fase di segmentazione (Brandon Rumiser, 2013), è stata posta come regola di classificazione degli oggetti un rapporto inversamente proporzionale tra la differenza tra spettro verde e rosso rispetto alla somma dello spettro verde e rosso, misurato su ciascuna porzione già individuata (Tucker, 1979).

Osservando il valore di questo parametro sperimentale nelle zone con presenza di vegetazione, è stato possibile estendere una classificazione preliminare su ogni singola regione con vegetazione individuata nell'immagine. Attraverso una valutazione comparativa con l'immagine originale è stata impostata una soglia ai valori così ottenuti per poter distinguere tra vegetazione e regioni impermeabili. Questa soglia varia in base alla tecnologia e alla stagionalità del rilevamento.

I *raster* RGB-I (con banda Infrarosso-vicino) sono stati processati applicando come discriminante l'indice vegetazionale NDVI (Rouse, 1974) restituendo quindi il grado di attività clorofilliana delle cellule vegetali che costituiscono gli elementi biotici sopra il suolo. Per classificare le superfici è stato vagliato un valore positivo (J. Weier, 2000), da adottare per la classificazione, tale da omogeneizzare la presenza e l'assenza



Fig. 3 – Grecia - Immagine satellitare Sentinel-2A, quadri conoscitivi esistenti, elaborazioni prodotte e nuovi quadri conoscitivi.

di vegetazione confrontabile direttamente nell'immagine di partenza.

I risultati ottenuti da questi due processi sono stati successivamente elaborati integrando le fonti già disponibili caratteristiche per ogni tipo di superficie. Alle superfici verdi sono state sommate dall'uso del suolo, le aree attrezzate a verde pubblico e le aree agricole. Alle superfici non verdi sono state sottratte invece le stesse aree attrezzate a verde pubblico e le aree agricole, le aree edificate ed attraversate da strade (prese in considerazione separatamente), e le aree costituite da elementi idrografici.

**Applicazione della metodologia ai casi studio**

Il caso Cipriota (fig.2) presenta in partenza ortofoto acquisite con volo aereo ad una risoluzione geometrica di 50 cm per pixel ed a risoluzione radiometrica a tre bande RGB. In questo caso è stata utilizzata la prima metodologia di riconoscimento mediante MS, producendo un dato abbastanza dettagliato quantitativamente, ossia nella conformazione e dimensione geometrica delle aree, ma



Fig. 4 - Reggio Emilia - Immagine da UAV/SAPR, quadri conoscitivi esistenti, elaborazioni prodotte e nuovi quadri conoscitivi.

qualitativamente da raffinare in merito dell'attribuzione del verde, in quanto, integrando successivamente le altre fonti note indicate in premessa, è possibile minimizzare gli scarti e le eccedenze verificabili da falsi positivi (oggetti verdi abiotici) o aree non

Il caso Greco (fig.3) è stato svolto utilizzando i dati satellitari acquisiti dalla missione ESA Sentinel-2, con una copertura

geografica frequente garantita soprattutto nell'area Europea. Il dato di riferimento che è stato consultato fa riferimento al sensore Sentinel-2 MSI (MultiSpectral Instrument) a livello di processo 2A, quindi con valori radiometrici di riflettanza corretti sotto l'atmosfera (ESA, 2018). La risoluzione spettrale di questo dataset mette a disposizione anche una banda di vicino infrarosso ad una riso-

Lakatamia-Strovolos (Cipro)		Casi Studio		
		Peristeri (Grecia)	Reggio Emilia (Italia)	
Specifiche dati elaborati	Tecnologia di acquisizione	Rilievo aereo	Dataset Satellitare	Rilievo UAV/SAPR
	Risoluzione geometrica	0.50 m/px	10 m/px (per RGBI)	0.20 m/px
	Risoluzione spettrale	3 bande - RGB	Multispettrale - RGBI	4 bande - RGBI
Metodo applicato		1. MS	2. NDVI	2. NDVI

Tab. 2 - Tipologia di dato e metodo applicato a ciascun caso studio: in base alla presenza/assenza della banda vicino-infrarosso (NIR) e alle specifiche dei dati si è determinata la presenza di vegetazione seguendo il metodo di analisi più appropriato.

luzione di 10 m per pixel, come anche per le bande RGB. In questo caso è stato possibile applicare la seconda metodologia utilizzando l'indice NDVI. A livello qualitativo, vista la bassa risoluzione di partenza, a maggior ragione è stato necessario integrare con le altre fonti note i risultati preliminari ottenuti classificando l'NDVI per i due insiemi di superfici.

Il caso Italiano di Reggio Emilia (fig.4) si basa su dati di partenza da ortofoto ad alta risoluzione acquisite da mezzo UAV/SAPR. Sono state elaborate immagini con le quattro bande (RGB e infrarosso-vicino) a risoluzione geometrica di 20 cm per pixel. Il processo è stato svolto adottando la seconda metodologia, classificando dunque i valori di NDVI che distinguono le superfici sulla base della risposta vegetazionale. L'integrazione con altri dati noti è stata svolta per includere i terreni agricoli incolti e per raffinare geometricamente i risultati.

### Discussione

I risultati emersi da queste sperimentazioni mettono in luce che il dettaglio dei quadri elaborati è legato alla risoluzione e alla natura della fonte iniziale del dato. Nell caso studio di Reggio Emilia è stato possibile distinguere con maggiore precisione le tipologie di superfici, localizzando porzioni di verde ad una scala dettagliata ed a più ampio spettro.

Il processo di MS condotto a Cipro ha messo in luce che, nonostante l'assenza della banda dell'infrarosso, la funzione di segmentazione consente di distinguere con precisione le superfici. Confrontando tecnicamente la procedura di MS rispetto ad una tradizionale fotointerpretazione manuale, è stato possibile impostare un valore di soglia grazie al quale lo scarto tra le due elaborazioni è minimo. Validando il dato in una porzione di territorio campione, è poi possibile estendere il processo di individuazione

delle superfici su aree vaste in maniera automatizzata, efficiente e precisa.

Il caso greco invece, trattando dati di partenza provenienti da una sorgente Open data e a copertura globale, apre la strada ad un tipo di restituzione potenzialmente estendibile ovunque, tenendo sempre e comunque in considerazione le altre fonti cartografiche esistenti che consentono di limitare errori computabili dai falsi positivi maggiormente riscontrabili a basse risoluzioni.

I limiti dei processi applicati da sottolineare sono l'esclusione delle coperture verdi sopra gli edifici in quanto esclusi a monte come tutte le aree edificate secondo la loro altissima probabilità caratteristica di impermeabilità. Inoltre, è da segnalare un margine di discrezionalità nel dover tarare i valori del modello, in quanto questi dipendono sia dalle caratteristiche naturali delle specie arboree presenti, che dal periodo di riferimento

# gis3w suite

## SUITE DEDICATA ALLA GESTIONE E PUBBLICAZIONE DI PROGETTI QGIS SU SERVIZI WEBGIS

- Pubblicazione autonoma di progetti QGIS per la condivisione delle proprie realizzazioni
- Pubblicazione di servizi OGC WMS e WFS
- Gestione degli accessi (anche con integrazione LDAP)
- Creazione di gestionali cartografici web configurabili direttamente da QGIS
- Creazione flussi di lavoro configurabili direttamente da QGIS
- Strumenti di editing per la raccolta condivisa di dati geografici
- Client dedicati all'utilizzo su tablet per il lavoro su campo



CORSI SU PRINCIPALI SOFTWARE GEOGRAFICI OPEN SOURCE

[www.gis3w.it](http://www.gis3w.it) - [info@gis3w.it](mailto:info@gis3w.it) - Phone +39 349 1310164

gis3w

del rilievo svolto. Un altro errore quantitativo può essere generato dall'ipotesi semplificativa che pone la proiezione della copertura arborea osservabile dal rilievo corrispondente ad una totale superficie verde che sta sotto. La sovrastima dell'area con vegetazione in questo caso dipende dall'accrescimento e dalla densità di ciascuna specie arborea radicata sul terreno.

### Conclusioni

Per poter attuare un *climate-proof planning* efficace in ambito urbano è necessario disporre di quadri conoscitivi con dati che quantificano e distribuiscono nello spazio le vulnerabilità ed i rischi. I risultati delle sperimentazioni qui proposte puntano ad essere una base a supporto tecnico, decisionale e divulgativo per la costruzione dei piani a scala urbana e di intervento urbano. A scala urbana è possibile raffrontare il peso delle superfici legate alla conformazione del tessuto urbanizzato che cambia rispetto a centri urbani altamente antropizzati, ad ambiti limitrofi meno consolidati e alle zone rurali, orientando dunque a livello strategico le scelte di adattamento affrontabili. A scala di intervento, l'atlante delle superfici consente di localizzare puntualmente quelle che sono le zone prioritarie per intervenire con opere di adattamento e mitigazione, mettendo a fuoco da una lettura di *downscaling* le logiche e gli elementi che contribuiscono ad acuire i fenomeni legati ai cambiamenti climatici.

### BIBLIOGRAFIA

- Ahmed Darwish, K. L. (2003). *Image Segmentation for the Purpose Of Object-Based Classification*.
- Brandon Rumiser, J. N. (2013, Marzo 11). *eCognition Segmentation and Supervised Classification*. Tratto il giorno Gennaio 15, 2018 da Remote Sensing: <http://faculty.ung.edu/zmiller/4350K/labs/eCognitionSegmentationAndSupervisedClassification.html>
- ESA. (2018, 6 28). *User Guides - Sentinel-2 MSI - Sentinel Online*. Tratto da ESA - European Space Agency: <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi>
- Folke C., C. S. (2002). *Resilience and Sustainable Development: Building Adaptive Capacity in a World of Transformations*. Ambio.
- Hall, M. J. (1984). *Urban hydrology*. Londra: Elsevier Applied Science.
- IPCC. (2007). *Climate change 2007: Synthesis Report, Summary for policy makers, 4th Assessment Report*. Geneva: International Panel for Climate change.
- IPCC. (2012). *Managing the Risk of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*. Cambridge, MA: Special Report of the Intergovernmental Panel of Climate Change, Cambridge University Press.
- IPCC. (2015). *Climate change 2014: mitigation of climate change (Vol. 3)*. Cambridge, MA: Intergovernmental Panel of Climate Change, Cambridge University Press.
- J. Weier, D. H. (2000). *Measuring Vegetation (NDVI & EVI)*.
- Leopold, L. B. (1968). *Hydrology for urban land planning: A guidebook on the hydrologic effects of urban land use*.
- Maragno, D., Musco, F., & Patassini, D. (2017). La gestione del rischio di ondate di calore e allagamenti in ambiente urbano: un modello applicativo. In: *Atti della XX Conferenza Nazionale SIU. Urbanistica e azione pubblica. La responsabilità della proposta.*, 131-140.
- Oke, T. (1981). *Canyon geometry and the nocturnal Urban Heat Island*. Int. J. Climatol.
- Rouse, J. H. (1974). *Monitoring Vegetation Systems in the Great Plains with ERTS*.
- Tucker, C. (1979). Red and photographic infrared linear combination for monitoring vegetation. *Remote Sensing of Environment*, 127-150.
- Young Gi Byun, Y. K. (2012). *A multispectral image segmentation approach for object-based image classification of high resolution satellite imagery*.

### NOTE

- <http://www.planningclimatechange.org>
- LIFE15 CCA/CY/000086 - <http://urbanproof.eu/it/> Nell'ambito di questo progetto, sono stati utilizzati modelli climatici regionali e tecniche di downscaling per valutare i cambiamenti climatici attuali e futuri a scala regionale e locale. La sperimentazione discussa nell'articolo è un passaggio propedeutico per le fasi successive di identificazione e valutazione delle vulnerabilità esistenti e future e di identificazione delle azioni attuabili di adattamento ai cambiamenti climatici.

### ABSTRACT

Climate-proof planning involves the management of impacts derived from climatic drivers in the urban environment. To shape an efficient strategy of mitigation and adaptation, it is necessary to improve the current knowledge of the territory with new data, now available through remote sensing technologies, in order to assess vulnerability and risk.

During this experimentation, it has been developed a replicable methodology for multiple urban environments in order to build a detailed surfaces atlas of green and built areas. This information is the basis for further evaluations on ecosystem services, resilience building and ranking of urban design actions.

### PAROLE CHIAVE

REMOTE SENSING; CAMBIAMENTO CLIMATICO, VULNERABILITÀ; ADATTAMENTO

### AUTORE

DENIS MARAGNO  
DMARAGNO@IUAV.IT  
FRANCESCO RUZZANTE  
FRUZZANTE@IUAV.IT  
VITTORE NEGRETTO  
VNEGRETTO@IUAV.IT  
FRANCESCO MUSCO  
FRANCESCO.MUSCO@IUAV.IT

S.CROCE 1957 VENEZIA (VE) 30135, UNIVERSITÀ IUAV DI VENEZIA