

Università di Padova e sostenibilità: il progetto UniTreePD per la mappatura del verde universitario

Daniele Codato ^(a), Luca De Guttry ^(b), Giacomo Rosina ^(c), Massimo De Marchi ^(a)

^(a) Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale, Università degli studi di Padova, via Ognissanti n. 39 35100 Padova, mastergiscience@dicea.unipd.it

^(b) Dipartimento di Scienze Chimiche, corso di laurea in Scienze e Tecnologie per l'Ambiente, Università degli Studi di Padova

^(c) Dipartimento di Biologia, corsi di laurea in Scienze e Tecnologie per la Natura, Università degli Studi di Padova

Abstract

Attenzione ai cambiamenti climatici, sostenibilità ambientale ed energetica, sguardo internazionale conducono molte università a realizzare studi sulla propria impronta ecologica e a mettere in campo possibili meccanismi di mitigazione e compensazione ecologica ed economica.

L'università di Padova è da sempre attenta al tema dello sviluppo sostenibile e ad aumentare la propria sostenibilità, priorità presenti nello statuto universitario e portate avanti anche con l'adesione all'Higher Education Sustainability Initiative e al ranking internazionale GreenMetric.

Per proseguire su questa strada, è importante che l'Università di Padova incrementi e consolidi la ricerca applicata e si doti di strumenti per definire meglio le pressioni sull'ambiente e gli ecosistemi e possa elaborare soluzioni con migliori performance ambientali.

In questo contesto nasce, nel 2019, il progetto di ricerca UniTreePD che mira a mappare e quantificare il verde universitario, distinguendo tra erbaceo e arboreo/arbustivo e alcuni servizi ecosistemici da esso forniti, attraverso strumenti di GIS-RS e di GIS partecipativo. Le attività principali consistono nella definizione spaziale delle aree universitarie, la mappatura e quantificazione del verde presente attraverso l'analisi delle ortofoto e l'uso di indici vegetazionali, la mappatura partecipata, attraverso geo-app *opensource*, del verde arboreo di due aree campione, la quantificazione biofisica e socio-economica di alcuni servizi ecosistemici e la costruzione di un *geodatabase* e *webGIS* di progetto in ambiente *opensource*. Il presente contributo vuole evidenziare l'importanza di un approccio geografico in questo tipo di ricerche in ambito universitario e le metodologie utilizzate in questo progetto in corso d'opera, oltre a presentare alcuni risultati preliminari relativi alla quantificazione e mappatura del verde, utili ad alimentare il dibattito sulla sostenibilità e il cambiamento climatico all'interno degli Atenei.

Introduzione

Negli ultimi anni, complici anche i cambiamenti climatici sempre più evidenti, l'attenzione verso pratiche di sostenibilità e di riduzione dell'impatto antropico sugli ecosistemi è sempre più elevata.

Le istituzioni Universitarie non possono che essere fra i soggetti trainanti di questo cambiamento vista la disponibilità di risorse umane, scientifiche e talvolta economiche di cui dispongono. L'Università degli studi di Padova non si esime da questo ruolo e ha recentemente avviato numerosi progetti in tema di sostenibilità fra i quali si segnala "UniPadova Sostenibile" e l'annessa "Carta degli impegni di sostenibilità 2018-2022" (UNIPD, 2019). Questa grande iniziativa mira ad essere un *framework* di riferimento per tutte le attività in materia fornendo obiettivi e linee guida per ridurre l'impatto dell'Ateneo e ispirandosi in parte ai Sustainable Development Goals (SDG's) individuati nell'Agenda 2030 dell'ONU (ONU, 2019). In questo contesto è promossa l'adesione ad iniziative internazionali come la Higher Education Sustainability Initiative o il ranking UI GreenMetric (UNIPD, 2019). Alla luce di quanto detto fino ad ora, risulta di fondamentale importanza che l'Università acquisisca e consolidi strumenti che le permettano di stimare il proprio impatto sull'ambiente e di trovare soluzioni adeguate qualora esse siano necessarie. Il progetto di ricerca UniTreePD nasce per rispondere a questo tipo di esigenze. Gli obiettivi del progetto, attualmente in corso e che fa riferimento al Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale (ICEA), partono dalla mappatura e quantificazione del verde universitario e tengono conto della grande importanza ricoperta dai servizi ecosistemici forniti dalla vegetazione, in particolare in contesto urbano (Costanza et al., 2017; Maes et al., 2016; Russo, 2013).

Nello specifico ci si propone di portare a termine:

- Una mappatura, quantificazione e classificazione della copertura vegetale (arborea/arbustiva ed erbacea) all'interno delle proprietà dell'Università degli studi di Padova nella Regione Veneto, utilizzando ortofoto aeree.

- Una mappatura partecipata, attraverso l'utilizzo di geo-app *opensource* (QField, MOTI), della posizione e di alcuni attributi dei singoli alberi e arbusti in due aree campione corrispondenti al complesso A. Vallisneri (Dipartimento di Biologia) e al Campus extraurbano di Agripolis. Alcuni esempi di attributi raccolti sono: altezza totale, altezza fusto, specie, diametro ad altezza petto, stato di salute stimato, larghezza chioma, possibile utilizzo da parte degli studenti.

- Una mappatura e una valutazione ecologico-economica di dettaglio del servizio ecosistemico "stoccaggio e sequestro di carbonio" nelle aree verdi dell'Università di Padova con un focus sulle due aree campione e una modellazione generica estesa a tutte le altre zone verdi universitarie

- Mappatura e quantificazione dell'ombreggiatura e il controllo della temperatura a livello locale nel complesso A. Vallisneri.

- Una modellazione in ambiente GIS e la creazione di scenari di aumento della copertura arboreo-arbustiva e la conseguente variazione dei servizi ecosistemici forniti per alcune aree di analisi

- La diffusione e condivisione dei risultati via web, attraverso la predisposizione di un *WebGIS Content Management system*.

Di seguito si presenta la metodologia e alcuni risultati preliminari della mappatura e quantificazione delle aree verdi attraverso l'analisi delle ortofoto.

Materiali e metodi

Per la parte di analisi spaziale è stato utilizzato il *software open source* QGIS, versione Madeira 3.4, in particolare attraverso l'impiego del plugin per l'analisi di dati da *Remote Sensing (RS)* denominato *Semi-Automatic Classification plugin (SCP)*. Il sistema di riferimento proiettato adottato per il progetto GIS è stato il Roma 40 Gauss-Boaga Fuso Ovest, denominato il *Monte Mario / Italy zone 1* (codice: EPSG 3003), sistema in cui la regione Veneto fornisce i dati spaziali utilizzati. L'area di analisi comprende tutte le province della regione Veneto ad eccezione di quella di Verona, nella quale l'Università di Padova non risulta utilizzare o possedere proprietà.

Il lavoro si è articolato in diverse fasi, descritte di seguito.

Raccolta e descrizione dei dati utilizzati

I dati reperiti sono presentati schematicamente in *tabella 1*.

DATO	FORMATO	FONTE	ANNO	DESCRIZIONE
Censimento proprietà Università di Padova	Microsoft Excel	UNIPD	2019	File contenente il censimento di tutti gli immobili e aree di proprietà e/o utilizzate da UNIPD con relativi indirizzi e informazioni di carattere generale.
Disegni tecnici e planimetrie	Pdf e Dwg	UNIPD	Vari	Rappresentazioni dei confini di alcune delle proprietà in formato elettronico.
Mappali	Cartaceo	UNIPD	Vari	Rappresentazioni dei confini di alcune proprietà stampati su carta.
Catasto comunale	Shapefile	Comune di Padova	2019	File contenente i poligoni corrispondenti alle proprietà pubbliche presenti all'interno del Comune di Padova, con riferimento in particolare alla zona centrale di quest'ultimo.
Ortofoto multibanda della Regione Veneto	Ecw a 8bit	AGEA	2015	Immagini aeree multibanda con risoluzione 20cm/pixel fornite in 2 <i>tiles</i> (circa 30km ²) per zona e parzialmente sovrapposte, identificate con codice CTR 1:5000. 1 <i>tile</i> con bande R-G-B e 1 con bande NIR-G-B, risalenti al periodo giugno-luglio 2015 e prodotte per la Regione Veneto da AGEA.

Tab 1 - Sintesi dei dati raccolti e utilizzati nel lavoro di mappatura

Digitalizzazione delle proprietà ed estrazione dei poligoni

Per il layer poligonale contenente la digitalizzazione delle proprietà è stato scelto il formato file *geopackage*. Si è partiti dal file *excel* contenente il censimento degli immobili dell'Università, sul quale è stata effettuata un'operazione di *geocoding*.

In questo modo si è ottenuto un *layer* puntuale, successivamente ripulito da eventuali errori, corrispondente alla localizzazione degli edifici/aree di interesse comprendente in tabella attributi delle informazioni presenti nel file *Excel*. Il file

è stato poi utilizzato anche per selezionare le *tiles* delle ortofoto multibanda della Regione Veneto pertinenti alle zone di indagine.

Una parte dei poligoni, riguardanti la sola area comunale di Padova, è stata estratta dal file fornito dal Comune.

La digitalizzazione delle restanti aree è stata effettuata manualmente tramite sessione di *editing* in QGIS. La base utilizzata è stata la serie di ortofoto multibanda 2015. Sono stati consultati come guida per definire i poligoni da creare i vari disegni in *pdf/dwg* e i mappali cartacei, cercando di attenersi con la massima precisione.

La tabella degli attributi dei poligoni ottenuti è stata arricchita con le informazioni contenute nel *layer* puntuale ottenuto tramite *geocoding*.

Infine, si è attribuito a ciascun poligono un tipo di uso prevalente, secondo delle categorie create ad hoc per evidenziare le aree dove si espletano attività accademiche rispetto ad altre aree: didattica, didattica e medicina, didattica e ricerca, didattico sportivo, didattica e altro, ricerca, residenza, uffici vari, uso futuro, aule studio, nessuno o altro. Le informazioni inserite sono state attribuite sulla base di conoscenze personali o ricavate da internet (*Google Maps* e siti web ufficiali).

In totale sono stati digitalizzati 103 poligoni, corrispondenti ad altrettante proprietà o aree utilizzate dall'Università di Padova distribuite nella regione Veneto.

Una volta definiti e digitalizzati tutti i poligoni si è passati a lavorare sui file *raster* delle ortofoto della Regione Veneto del 2015.

I passaggi di seguito descritti sono stati ripetuti per ciascuna provincia e, separatamente, per le immagini R-G-B e NIR-G-B. Si è deciso di procedere in questo modo onde evitare di generare file *.tiff* troppo pesanti e poco gestibili.

Il primo passo è stato "ritagliare" o estrarre dalle ortofoto le sole aree corrispondenti ai poligoni delle proprietà, lasciando il restante spazio come "no data". Precedentemente al "ritaglio" è stata eseguita un'operazione di *buffer* di cinque metri su alcuni dei poligoni. Così facendo si è cercato di comprendere nei ritagli tutto il verde effettivamente gestito dall'Università di Padova, anche quando esso ricadeva spazialmente (porzioni di chiome) al di fuori delle aree di indagine.

Estrazione dell'indice di vegetazione NDVI

L'obiettivo di questa fase è stato quello di creare *raster* a 4 bande R-G-B-NIR per poter eseguire il calcolo dell'indice NDVI e successivamente sperimentare delle classificazioni semi automatiche per distinguere tra verde arboreo/arbustivo ed erbaceo, utilizzando il *semi-automatic classification plugin* (SCP).

Per arrivare alla costruzione delle immagini a 4 bande si è passati attraverso lo strumento della libreria GDAL "*rearrange bands*", creando 4 file monobanda temporanei. Lavorando all'interno di SCP, è stato poi possibile creare delle immagini in formato *.tiff* contenente tutte le 4 bande selezionate.

L'indice di vegetazione a differenza normalizzata (NDVI) è stato dunque calcolato tramite SCP, dove la formula $(NIR-RED)/(NIR+RED)$ è già presente fra le opzioni all'interno della sezione "*band calc*". Il risultato è dunque composto da un valore numerico, che varia da -1 a + 1 per ciascun *pixel*, e a cui corrispondono densità crescenti di vegetazione (Dainelli, 2011). Questo fa sì

che valori superiori a 0.2 (Dainelli, 2011) o 0.275 (Van de Voorde, 2016) siano operativamente rappresentativi di una copertura vegetale. Successivamente sono state effettuate varie prove per capire quale fosse in questo caso la soglia più corretta per distinguere le aree verdi. Operando tramite le opzioni di trasparenza sul *layer* si sono confrontati i risultati con le immagini aeree sullo sfondo, in particolare nelle zone di Padova e Legnaro dove sono presenti la maggior parte dei poligoni. Il valore scelto come soglia dell'indice NDVI è stato 0.26. Il passaggio successivo è stato poligonizzare i file *raster*. Infine, si è proceduto a una "ripulitura" dei poligoni tramite sessione di *editing*. Principalmente sono state escluse dal computo eventuali chiome non appartenenti alle proprietà ma rientranti nel *buffer* di alcuni poligoni. Durante questa fase ci si è basati su conoscenze personali e sopralluoghi dove è stato possibile, mentre si è utilizzata la funzione *street view* di *Google Maps* per i restanti luoghi.

Risultati

Le proprietà digitalizzate insistono su un'area di 2.030.376 m². Le aree verdi calcolate sul totale dei poligoni corrispondono a 831.203 m². La percentuale delle aree verdi rispetto alla superficie è quindi del 40,9% (Tab. 2, in Fig. 1 e 2 due esempi di output cartografico dove si evidenziano le aree universitarie e il verde estratto, per il comune di Padova e in una zona di dettaglio).

Si ritiene opportuno procedere con alcune considerazioni prima della presentazione dei risultati. In primis, in quest'analisi il verde è stato calcolato tenendo conto della copertura sia erbacea che arborea, e si è cercato di comprendervi anche le chiome degli alberi che si estendono al di fuori dei confini delle proprietà. Inoltre, dato l'utilizzo delle sole ortofoto del periodo giugno/luglio e del NDVI per l'analisi, non è stato possibile considerare l'effettiva copertura del suolo al di sotto le chiome e della variazione di vegetazione nel corso dell'anno, in particolare nelle aree ad uso agricolo, come l'azienda agricola sperimentale L. Toniolo. Il progetto, tuttora in corso, comunque prevede di colmare queste lacune.

In secondo luogo, è degna di nota la situazione specifica presente nel Comune di Legnaro (PD), dove l'Azienda agraria sperimentale L. Toniolo contribuisce con i suoi appezzamenti coltivati a quasi la metà del computo arrivando a contare 348.200 m² di verde, corrispondenti al 41,9% del totale.

Si propone ora una tabella riassuntiva (Tab 2) delle metrature totali occupate da UNIPD e delle percentuali di verde, disaggregando i dati per provincia.

Provincia	Superficie tot. (m ²)	Verde (m ²)	% verde	% sul verde totale
Padova	1.826.203	702.062	38,4%	84,5%
Venezia	2.239	93	4,1%	< 0,1%
Treviso	99.024	87.432	88,3%	10,5%
Belluno	4.194	2.357	56,2%	0,3%
Vicenza	94.330	39.193	41,6%	4,7%
Rovigo	4.383	63	1,5%	< 0,1%
Totale	2.030.376	831.203	40,9%	100%

Tabella 2 - Riassunto dei risultati di quantificazione delle aree verdi suddivisi per provincia (elaborazione propria).

Considerando il solo Comune di Padova la percentuale verde si attesta al 31,3%, rimanendo sullo stesso ordine di grandezza del totale per la provincia, mentre il contributo sul verde totale scende al 28,3%, dato il carattere prevalentemente urbano delle aree universitarie nel comune e il contributo dato dal campus Agripolis e l'azienda agraria sperimentale a livello provinciale. Un ulteriore disaggregazione dei dati è stata fatta considerando le sole aree dedicate ad attività accademiche. Dal totale di 103 poligoni digitalizzati ne sono stati evidenziati 75, utilizzando come riferimento il campo "uso prevalente" in tabella degli attributi e selezionando i *record* corrispondenti a: "didattica", "didattica e altro", "didattica e medicina", "didattica e ricerca", "didattico sportivo", "ricerca", "uffici vari".

In tabella 3 si presentano i dati riferiti alle sole 75 aree prese in considerazione e distinguendo la sola provincia di Padova.

Provincia	Superficie totale (m ²)	Verde (m ²)	% verde	% sul verde totale
Padova	1.495.327	618.485	41,4%	93,7%
Altre provincie	105.147	41.701	39,7%	6,3%
Totale	1.600.474	660.187	41,2%	100%

Tabella 3 - Risultati della quantificazione del verde per le sole aree considerate attinenti all'ambito accademico (elaborazione propria).

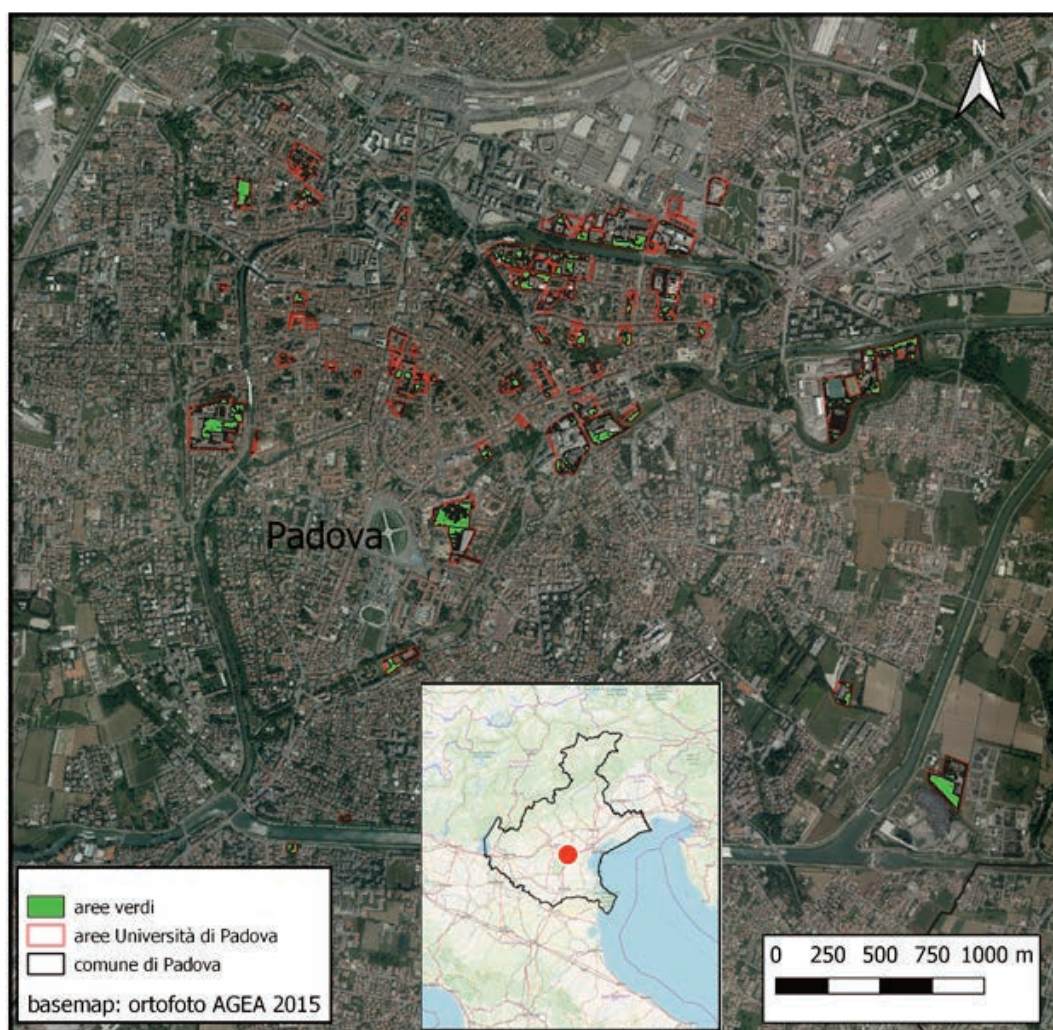


Figura 1 – Distribuzione delle aree UNIPD e del verde accademico nel comune di Padova (elaborazione propria).

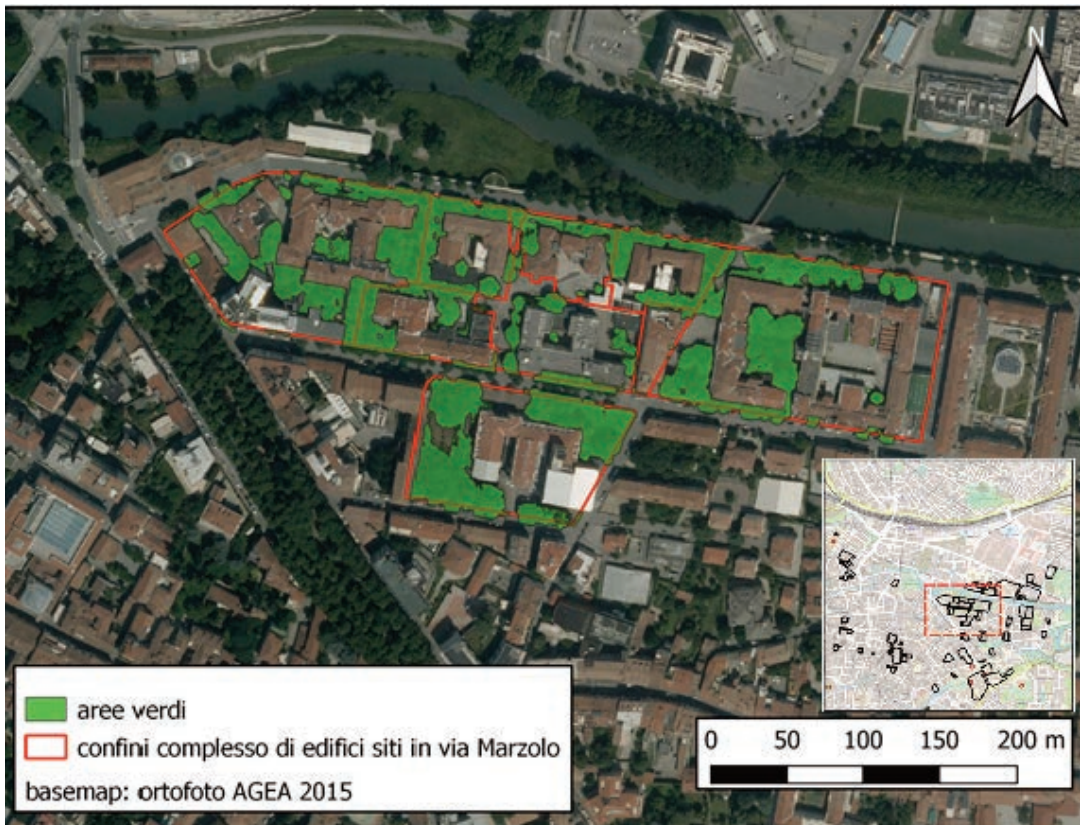


Figura 2 – Un esempio output cartografico dell'estrazione del verde universitario per le aree UNIPD situate in via Marzolo a Padova (elaborazione propria).

Conclusioni

Il dato totale della quantificazione è risultato essere di 831.203 m² di aree verdi insistenti su una superficie totale di 2.030.376 m² con una percentuale di copertura del 40,9%. Nel computo delle zone vegetate ricadono sia la vegetazione arborea ed arbustiva, con le relative chiome, che quella erbacea. La provincia di Padova si è dimostrata essere, in linea con le aspettative, quella con il peso relativo maggiore dato che comprende la maggior parte delle aree Universitarie (702.062 m² di verde, corrispondenti al 84,5% del totale, e distribuiti su una superficie di 1.826.203 m²). Un'ulteriore classificazione della vegetazione è stata eseguita considerando solamente le aree in cui sono effettivamente svolte attività accademiche e il dato totale è stato quantificato in 660.187 m² di verde su una superficie di 1.600.474 m². La percentuale di copertura totale per le aree considerate è del 41,2%. Si sono riscontrati alcuni limiti in questa metodologia riguardanti la superficie sottostante le chiome del verde arboreo, poiché dalle immagini aeree non è possibile discriminare se si tratti di aree permeabili o impermeabili. Un'ulteriore difficoltà è dovuta all'inclinazione delle ortofoto, dove in alcuni casi gli edifici, o le loro ombre, escludono la possibilità di sapere se nella zona coperta vi sia o meno vegetazione. A queste problematiche si spera di sopperire almeno in parte nel corso del progetto o in future iniziative attraverso l'uso di immagini satellitari ad alta risoluzione prese in periodo invernale, sopralluoghi sul campo e, dove possibile, con l'uso di piattaforme come Google Street view o Mapillary che permettono di consultare foto georeferenziate scattate dalla strada.

In conclusione, si vuole sottolineare l'importanza dei risultati ottenuti in un'ottica di lotta al cambiamento climatico e di aumento della sostenibilità dell'istituzione universitaria. Vari studi dimostrano che le aree vegetate, soprattutto in contesto urbano, generano molti benefici, in questo specifico caso soprattutto per gli studenti e personale universitario, ma che hanno ricadute su tutta la cittadinanza in generale. Dunque, una loro accurata gestione, che passi anche attraverso la conoscenza di quanto esse siano estese e dove siano ubicate, risulta di fondamentale importanza, anche nell'ottica di evitare problematiche legate ad esempio ad alberi pericolanti o malati.

Ci si augura che lavori simili, anche sperimentando metodologie diverse da quella qui utilizzata, siano svolti in futuro anche in altre università italiane, così da avere un parametro di confronto per i risultati ottenuti e migliorare la consapevolezza geografica in ambito accademico.

Bibliografia

Costanza R., De Groot R., Braat L., Kubiszewski I., Fioramonti L., Sutton P., Farber F., Grasso G., (2017), "Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go?", *Ecosystem Services*, Volume 28, Part A, 1-16

Maes J., Zulian G., Thijssen M., Castell C., Baró F., Ferreira A.M., Melo J., Garrett C.P., David N., Alzetta C., Geneletti D., Cortinovis C., Zwierzchowska I., Louro Alves F., Souto Cruz C., Blasi C., Alós Ortí M.M., Attorre F., Azzella M.M., Capotorti G., Copiz R., Fusaro L., Manes F., Marando F., Marchetti M., Mollo B., Salvatori E., Zavattoni L., Zingari P.C., Giarratano M.C., Bianchi E., Duprè E., Barton D., Stange E., Perez-Soba M., van Eupen M., Verweij P., de Vries A., Kruse H., Polce C., Cugny-Seguin M., Erhard M., Nicolau R., Fonseca A., Fritz M., Teller A., (2016), *Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services. Urban Ecosystems*, Publications Office of the European Union, Luxembourg

ONU, 2019, <https://sustainabledevelopment.un.org/?menu=1300> (consultato il 05/07/2019)

Russo A., (2013), *Quantifying and modeling ecosystem services provided by urban greening in cities of the Southern Alps, N Italy*, Tesi di Dottorato, Dottorato "Colture arboree ed agrosistemi forestali ornamentali e paesaggistici", Università di Bologna

Dainelli N., (2011), *L'osservazione della terra - Telerilevamento. Manuale teorico-pratico per l'elaborazione delle immagini digitali*, Dario Flaccovio editore, Palermo

UNIPD (2019), <https://www.unipd.it/sostenibile> (consultato il 04/07/2019)

Van de Voorde T., (2016), "Spatially explicit urban green indicators for characterizing vegetation cover and public green space proximity: a case study on Brussels, Belgium", *International Journal of Digital Earth*, 10(8):1-16