

LIFE20 CCA/IT/001752

Progetto LIFE+ A_GREENET

Adriatic Climate Urban Network

ACTION A.2: Analisi di contesto

Sottoazione A.2.2 Campionatura e valutazione delle aree verdi naturali e seminaturali disponibili e potenziali

DA.2.2.2 Report sulla qualità e lo stato di conservazione delle aree verdi (naturali e seminaturali)

Beneficiary responsible for implementation: Comune di Pescara

Deadline 06/2022

INDICE

INTRODUZIONE	4
1. RICOGNIZIONE DELLE AREE VERDI E METODOLOGIA ADOTTATA	8
2. VALUTAZIONE QUALI-QUANTITATIVA DEL LIVELLO DI ARTIFICIALITÀ/NATURALITÀ DEL CONTESTO URBANO	22
3. CLASSI DI QUALITÀ DELLE AREE VERDI ESISTENTI E POTENZIALI	28
3.1 Clusterizzazione dell'indice SAVI per l'analisi della qualità	34
3.2 Caratterizzazione della qualità delle classi SAVI	44
4. ANALISI DELLA QUALITÀ AMBIENTALE DEI SUOLI URBANI	47
4.1 Metodologia analisi qualità del suolo	51
4.2 Risultati ottenuti	52
Bibliografia	59
Allegati	60

INTRODUCTION	61
1. GREEN AREAS RECOGNITION AND ADOPTED METHODOLOGY	65
2. QUALITATIVE -QUANTITATIVE ASSESSMENT OF THE ARTIFICIALITY/NATURALITY LEVEL OF THE URBAN CONTEXT	79
3. QUALITY CLASSES OF EXISTING AND POTENTIAL GREEN AREAS	85
3.1 Clasrerization of the SAVI index for quality analysis	91
3.2 Characterization of the quality of the SAVI classes	101
4. ANALYSIS OF THE ENVIRONMENTAL QUALITY OF URBAN SOILS	104
4.1 Soil quality analysis methodology	108
4.2 Results obtained	109
<i>Bibliography</i>	116
Attachments	117

INTRODUZIONE

L'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) ha valutato che *"Quasi quattro cittadini europei su cinque vivono in città e la loro qualità della vita dipende in gran parte dalla qualità dell'ambiente urbano"* (ISPRA, 2009). Le aree urbane evidenziano sempre di più caratteri di vulnerabilità, rivelandosi sensibili agli effetti che i cambiamenti climatici hanno sulla qualità ambientale, come ondate di calore, precipitazioni estreme, siccità, qualità dell'aria, ecc., che unitamente a tessuti densamente urbanizzati, alti volumi di traffico, rifiuti, acque reflue, aree degradate, bassa qualità e scarsità di aree verdi, incidono profondamente sulla qualità della vita degli abitanti influenzandone il benessere e la salute, condizionando l'uso dello spazio urbano, il comfort outdoor, la gestione, la pianificazione e l'organizzazione dello stesso.

Tra tutte queste questioni, il verde urbano rappresenta un elemento fondamentale nella mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici, oltre che nell'offrire servizi ecosistemici. Migliora altresì la qualità della vita urbana filtrando l'aria, realizzando zone d'ombra, riducendo il rumore e creando luoghi attraenti e salubri in cui le persone possono passare il tempo e socializzare.

Dunque, *"una buona gestione ambientale della città non può trascurare questo patrimonio e soprattutto non può prescindere dalla sua natura di ecosistema... ciò richiede una strategia complessa anche per l'innovazione disciplinare che la sua messa a punto comporta e che riguarda non solo le scienze ecologiche, che devono misurarsi con un ecosistema dove natura e costruito sono inestricabilmente intrecciati e interdipendenti, ma anche le discipline concernenti il progetto del paesaggio, dell'urbanistica e delle infrastrutture. Tra gli strumenti propedeutici per la messa a punto di tale strategia, una conoscenza solida e un'informazione corretta ed efficacemente comunicata rappresentano il primo passo: a tale proposito il ruolo dei soggetti pubblici che devono garantire la produzione e la diffusione delle informazioni ambientali è centrale"* (ISPRA, 2009).

Le aree verdi urbane rappresentano una risorsa fondamentale per la sostenibilità e la qualità della vita in città. Oltre alle note funzioni estetiche e ricreative, esse contribuiscono a:

- mitigare l'inquinamento delle varie matrici ambientali (aria, acqua, suolo),
- migliorare il microclima delle città
- mantenere la biodiversità.

Importante, quindi, è conoscerne la qualità e lo stato di conservazione delle aree verdi per poter intervenire su di esse al fine di migliorare il loro stato e la vita dei cittadini in ambito urbano.

In tale direzione, il Progetto Life+ A_GreeNet si è posto l'obiettivo di conoscere, analizzare e valutare lo stato di conservazione delle aree verdi della costa Adriatica delle Marche e dell'Abruzzo, uno dei territori più urbanizzati in Italia. Tale tendenza seppure in rallentamento negli ultimi anni continua ad incrementarsi. Il Rapporto del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA) sul Consumo di Suolo per l'Unità Fisiografica UF2 che comprende la Regione Marche e la Regione Abruzzo analizza le transizioni di uso/copertura del suolo che si sono verificate recentemente (2012-2018) lungo la linea costiera evidenziando come siano ancora cospicue le pressioni urbane (Munafò, 2021). I dati sull'uso/ copertura del suolo prodotti nell'ambito del progetto *Copernicus Land Monitoring Service (Local Component: Coastal Zones Monitoring)*, hanno evidenziato i valori consistenti della trasformazione da agricolo a urbano, e da naturale ad urbano dal 2012 al 2018, e invece i valori notevolmente inferiori delle trasformazioni inverse (Tab.1).

Tab.1. Entità delle transizioni di uso/copertura del suolo per ognuna delle UF indagate (arco temporale 2012-2018) - Unità di misura: Ha.

Fonte : https://webgis.arpa.piemonte.it/secure_apps/consumo_suolo_agportal/?entry=6

Unità Fisiografica Costiera Principale	Da agricolo a urbano	Da naturale a urbano	Da agricolo a naturale	Da naturale a agricolo	% rispetto al totale delle transizioni da altro uso a urbano	Superficie soggetta a cambiamento di uso/copertura
UF2	183,17	54,68	56,43	23,22	24,246	981

La massiccia presenza di urbanizzazione sulla fascia costiera del medioadriatico ha portato con sé una progressiva riduzione della superficie degli ambienti naturali e seminaturali e un aumento del loro isolamento. Gli effetti di riduzione della connettività ecologica che ne derivano influenzano negativamente la resilienza e la capacità degli habitat di fornire servizi ecosistemici, di favorire la qualità dell'aria in ambiente urbano e la salute degli abitanti delle città. La limitazione della frammentazione del territorio e del paesaggio costituisce uno degli elementi chiave per proteggere, conservare e migliorare il capitale naturale dell'UE (7° PAA Programma generale di azione dell'Unione in materia di ambiente) e pertanto deve rientrare tra gli aspetti da considerare nella pianificazione territoriale e paesaggistica ai diversi livelli territoriali.

Ispra ha valutato il livello di frammentazione tramite l'*effective mesh-density*, individuando 5 classi di frammentazione (Tab.2) in linea con l'indicatore implementato dall'Agenzia Europea per l'Ambiente *Landscape fragmentation indicator effective mesh density* (Seff).

Tab.2. Classi di frammentazione

Tabella 100. Classi di frammentazione utilizzate per l'analisi Seff (n° meshes per 1.000 km2)	Classe di frammentazione
(0 - 1,5]	<i>molto bassa</i>
(1,5 - 10]	<i>bassa</i>
(10 - 50]	<i>media</i>
(50 - 250]	<i>elevata</i>
> 250	<i>molto elevata</i>

Dai rilevamenti di Ispra (fig.1) emerge come le aree di maggiore frammentazione (classe: molto elevata) nel caso della Costa Adriatica e specificatamente delle Marche e dell'Abruzzo riguardano proprio le aree più vicine alla costa e corrispondono (aree rosse) al 27,06% delle aree nel 2021 per le Marche con un lieve incremento rispetto al 2012, così come nella Regione Abruzzo (17, 93%) al 2021.

Con riferimento al livello comunale al 2020 (Dati Ispra su base comunale), il Comune di Pescara per l'indice Seff 5 (classe molto elevata) presenta un valore pari a 97,86%; Giulianova 93,64%; Roseto degli Abruzzi, 97,78%; nel caso di San Benedetto del Tronto 88,57%.

Ispra mette in relazione la forte corrispondenza tra frammentazione e urbanizzazione rispetto ai diversi gradi di densità di copertura artificiale.

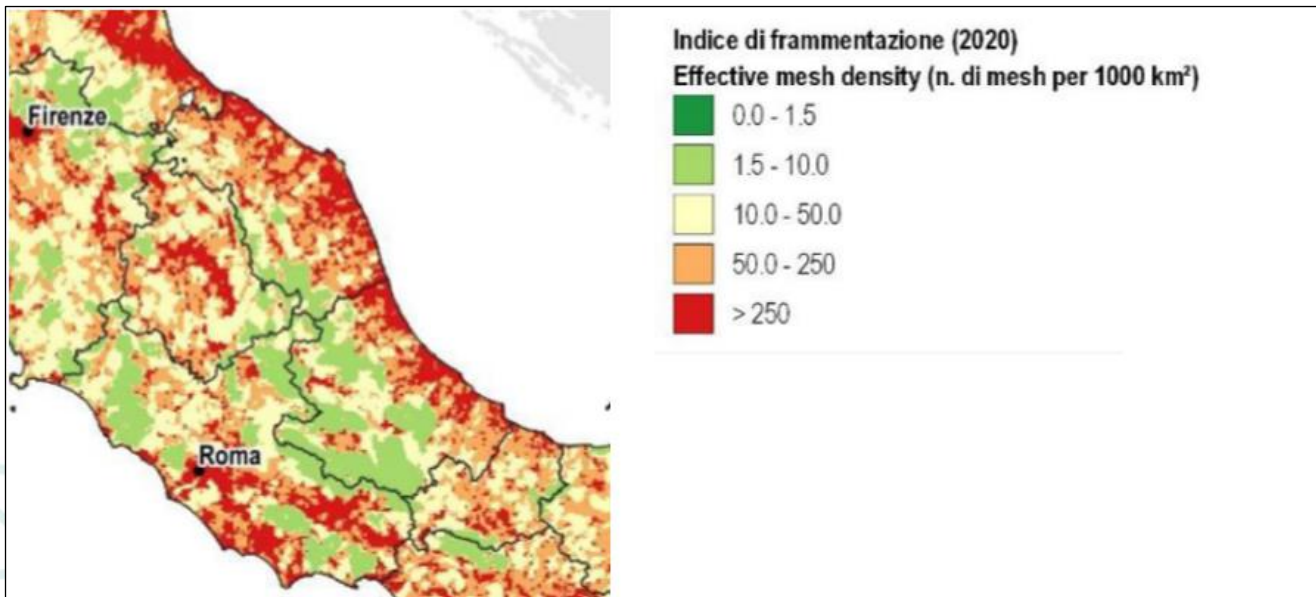


fig.1 Indice di frammentazione (*effective mesh density*) su griglia regolare a 1 km² nel 2020. Valori più bassi dell'indice identificano livelli di frammentazione minori. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA.

La temperatura al suolo nelle aree urbane assume spesso valori più elevati rispetto alle aree agricole e naturali circostanti, determinando il fenomeno denominato isola di calore urbana, in relazione a vari fattori che spesso incidono sull'intensità delle ondate di calore, specialmente nei mesi estivi.

Alcuni di questi fattori sono la disposizione e la concentrazione delle aree costruite, la presenza di vegetazione e la circolazione dei venti. In particolare, l'elevata densità di suolo consumato e l'assenza di copertura arborea nelle nostre città sono caratteristiche che influenzano la temperatura superficiale al suolo (*Land Surface Temperature - LST*), cioè la temperatura misurata al livello di copertura del suolo) che è spesso più alta nelle aree urbane più compatte rispetto alle aree suburbane.

Dal Rapporto emerge come la presenza di alberi influisca sul clima urbano; sono state infatti calcolate le differenze di temperatura tra le aree con assenza di copertura arborea e quelle con copertura arborea al variare delle fasce di altitudine e alla densità di suolo consumato.

Nelle Marche in aree altimetriche minori di 200 m le aree urbane non arborate hanno una LST superiore alle zone arborate di circa 0,8°C; nelle aree rurali vi è una differenza di temperatura di 1,9°C per via dell'elevata presenza di suoli nudi o scarsamente vegetati; nelle aree suburbane è di 0,8; in Abruzzo c'è invece una differenza di 0,4°C nelle aree urbane/artificiale compatte e di 1,2°C con le aree agricole a causa della maggiore vegetazione (Tab.3).

All'importanza della vegetazione per la salute degli abitanti della città si associa anche quello del *Soil Health*, che rimanda al suolo come organismo vivente da mantenere in buona salute per garantire la salute delle persone (Montanarella e Panagos, 2021), dal momento che un suolo sano ci fornisce i servizi ecosistemici di cui abbiamo bisogno per la nostra salute. Il bilancio tra offerta e domanda di servizi ecosistemici in una situazione di deficit può innescare circoli non virtuosi tra attività umane e servizi a sostegno della vita e quindi anche danni nei confronti della salute.

Tab.3. Differenza di temperatura LST media in °C dei mesi estivi 2017-2019 tra aree a copertura arborea e aree non a copertura arborea. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA e dati MODIS (Stralcio-Rielaborazione)

Altitudine < 200 m

Regione	Aree rurali/artificiale assente o rado	Aree suburbane/artificiale a media/bassa densità	Aree urbane/artificiale compatto
Marche	1,9	1,8	0,8
Abruzzo	1,2	1,0	0,4
Italia	1,6	1,4	0,8

Il Progetto Life+ A_GreeNet ha lo scopo di contrastare la frammentazione attuale delle aree verdi attraverso la progettazione di aree già previste negli strumenti urbanistici, favorendo la rigenerazione dei suoli impermeabili. Non si tratta quindi di aumentare tout court le aree verdi; i dati Istat sul verde urbano evidenziano situazioni molto diverse da comune a comune; ci sono situazioni molto favorevoli, ad Ancona ad esempio, con una quantità di verde urbano pari a 52 mq per abitante e a Pescara con 39 mq/ ab. (Istat 2019), ma anche i Comuni della Costa Teramana, hanno quantità di verde /ab. superiore ai 9mq/ab previsti dalla normativa nazionale. Sembra più opportuno intervenire soprattutto sulla qualità del verde per garantire la produzione dei servizi ecosistemi e la salute nell'ambiente urbano.

Nel verde urbano sono inclusi parchi, ville e giardini urbani di grandi dimensioni, quelli di interesse artistico, storico, paesaggistico, e/o di "non comune bellezza", aree attrezzate (piccoli parchi e giardini di quartiere), arredo urbano (piste ciclabili, rotonde stradali, ecc.), giardini scolastici, orti urbani, aree sportive all'aperto, aree destinate alla forestazione urbana, aree boschive, verde incolto, orti botanici, giardini zoologici e cimiteri.

Per questi motivi il Progetto Life+A_GreeNet opera una valutazione delle aree verdi attraverso:

1. Valutazione quali-quantitativa del livello di artificialità/naturalità del contesto urbano
2. Classi di qualità delle aree verdi esistenti e potenziali
3. Analisi della qualità ambientale dei suoli urbani

1. RICOGNIZIONE DELLE AREE VERDI E METODOLOGIA ADOTTATA

La valutazione delle aree verdi naturali e seminaturali disponibili e potenziali, condotta in sinergia tra ResAgraria (Partner) e Unicam (Partner), è stata sviluppata sulla base di perimetrazioni di "scenario" definiti in concerto con i Comuni Partner di progetto.

A questo proposito gli ambiti di studio sono identificabili con il limite urbano della città costiera (Comune di Pescara, Comune di San Benedetto del Tronto, territori dell'ATS "Città della Costa", Comune di Pescara che si contraddistingue per la continuità degli insediamenti a diverse vocazioni e tipologie edilizie e per la presenza costante delle dorsali infrastrutturali che ne fanno da margine più o meno permeabile per quasi tutta l'area geografica di interesse. Di seguito (fig.2, fig.3), gli estratti cartografici dei limiti così come definiti, in cui è possibile notare una differenziazione tra 'perimetro ristretto' (in bianco/nero) e "perimetro di scenario" (bianco/nero e rosso); tale specifica attiene alle due diverse dimensioni delle analisi svolte. Infatti, da una parte lo stato di fatto si focalizza sulle aree costiere urbanizzate a maggiore densità abitativa (ristretto), dall'altra, in un'ottica "di scenario" pre-figurativo e tendenziale, sono prese in considerazione anche altre aree contermini, preventivamente individuate dai tecnici dei Comuni partner perché soggette a trasformazione in riferimento alla programmazione strategica delle singole PA.

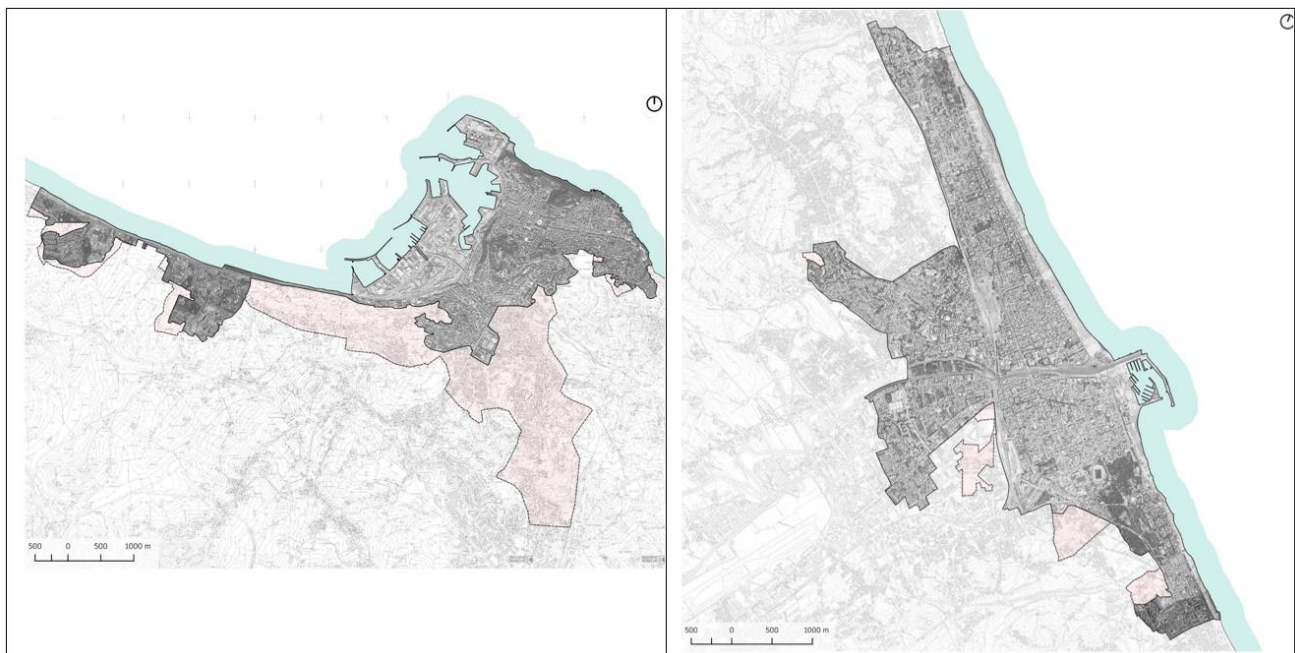


fig.2 In evidenza il perimetro 'ristretto' e 'di scenario' del Comune di Ancona (sinistra) e del Comune di Pescara (destra)



fig.3 In evidenza, e in progressione dall'alto in basso e da sinistra a destra, il perimetro 'ristretto' e 'di scenario' dei comuni di San Benedetto del Tronto, Martinsicuro, Alba Adriatica; Tortoreto, Giulianova, Roseto; Pineto, Silvi

In particolare, nell'ambito della perimetrazione allargata indicata sono state realizzate, tramite falsi colori RGB, delle tavole che indicano la presenza di verde nei vari comuni. Si specifica che le aree verdi che si notano negli elaborati sono sia quelle in ambito urbano (parchi, giardini, pinete...) sia in ambito extraurbano (campi coltivati, boschi, ecc.). La finalità degli elaborati è capire qual è l'impatto del verde nel territorio comunale dei vari comuni presenti nel progetto.

Tali elaborazioni sono state ottenute attraverso la tecnica del "Band composite", un'immagine a colori, che sfrutta la circostanza che i computer utilizzano tre canali (rosso, verde e blu RGB) per rappresentare i colori; il Band composite può essere creato assegnando a ciascun canale un'immagine a banda singola. Ad esempio, assegnando rispettivamente ai canali RGB la banda del rosso, del verde e del blu si ottiene quella che viene comunemente definita **True Color Composite** (fig.4), ovvero la visualizzazione dell'immagine a colori naturali.

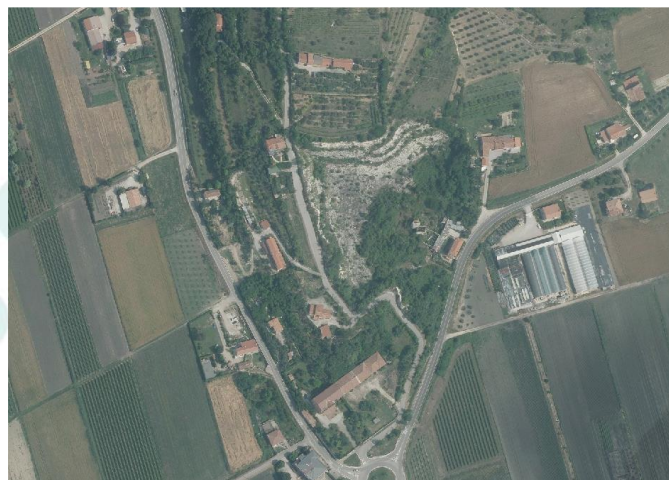


fig.4 Esempio di True Color Composite

Assegnando rispettivamente ai canali RGB la banda dell'infrarosso, del verde e del blu si ottiene quella che viene comunemente definita **False Color Composite** (fig.5) e nel caso specifico **Color-infrared Composite**.



fig.5 Esempio di False Color Composite

La vegetazione appare in sfumature di rosso (da rosso intenso a rosa chiaro) in funzione dello stato di salute e di crescita. La vegetazione sana riflette gran parte della luce incidente nella lunghezza d'onda dell'infrarosso determinando alti valori di riflettanza per la banda NIR quindi alti valori per il canale del rosso a cui è associata. A seconda delle bande a disposizione si possono creare diversi band composite che permettono una migliore interpretazione visiva dell'immagine mettendo in evidenza elementi specifici (vegetazione, suolo nudo, coltivazioni, ecc.).

Un altro esempio è il **Vegetation Analysis** (fig.6) composite che utilizza una banda dell'infrarosso a onde corte (SWIR), NIR e la banda del rosso, rispettivamente assegnate ai canali RGB, e visualizza le informazioni sul contenuto di acqua delle piante. La vegetazione irrigata appare verde brillante mentre le piante in zone aride in tonalità di verde più scure.

L'**Atmospheric penetration** composite non utilizza alcuna banda del visibile ma determinate bande dell'infrarosso, che sono in grado di penetrare particelle atmosferiche, fumo e foschia riducendo la visualizzazione degli effetti atmosferici nell'immagine. Viene visualizzato in R = SWIR-1, G = SWIR-2, B = NIR. La vegetazione appare in sfumature di blu a seconda del vigore della vegetazione.

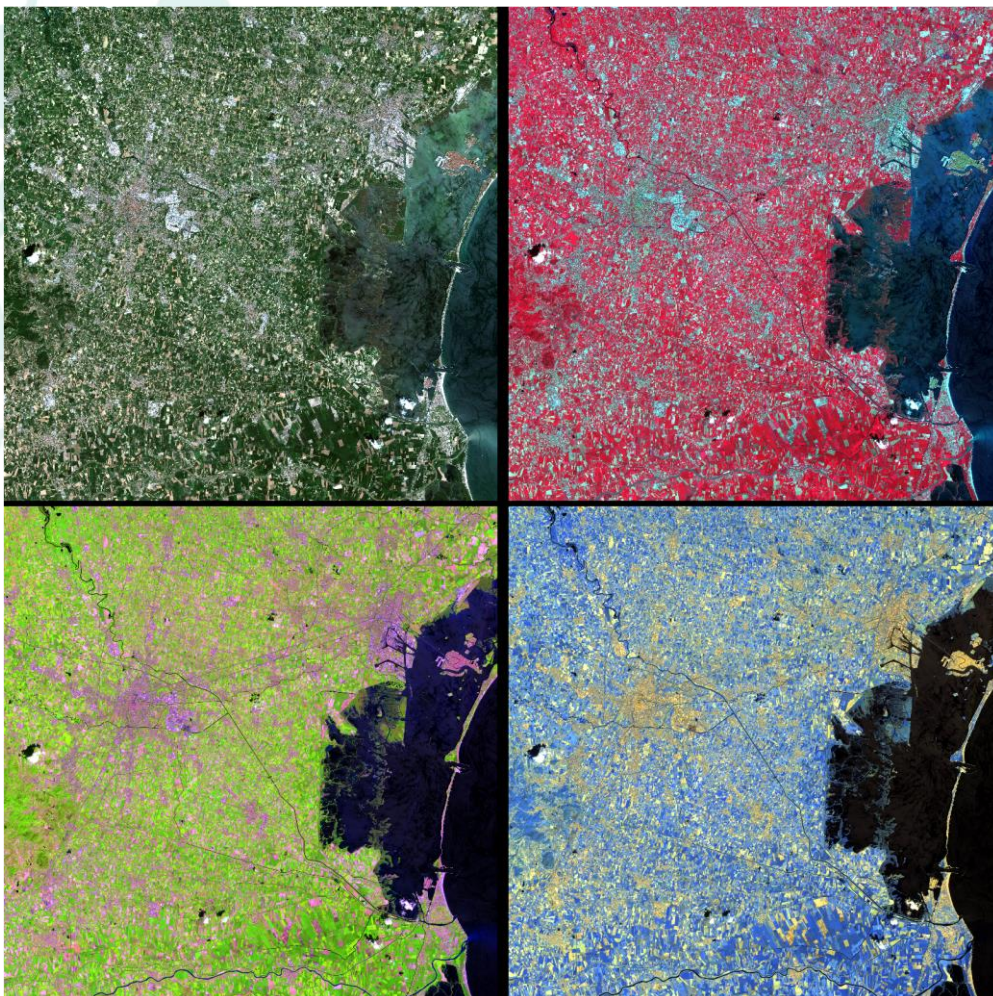


fig.6 Esempio di Vegetation Analysis

Le Tavole relative che individuano la presenza delle aree verdi sono state create in **"Color-infrared Composite"**, mettendo in evidenza la vegetazione esaltando la banda del verde sul software QGIS. In nero, invece, è riportata la perimetrazione ristretta ed allargata del progetto (da fig.7 a fig.16).

Da tali elaborazioni grafiche emerge che: le aree verdi più importanti sono contraddistinte dai campi coltivati con maggiori dimensioni. In ambito urbano, le aree verdi sono piccole e frammentate, in relazione a parchi e giardini.

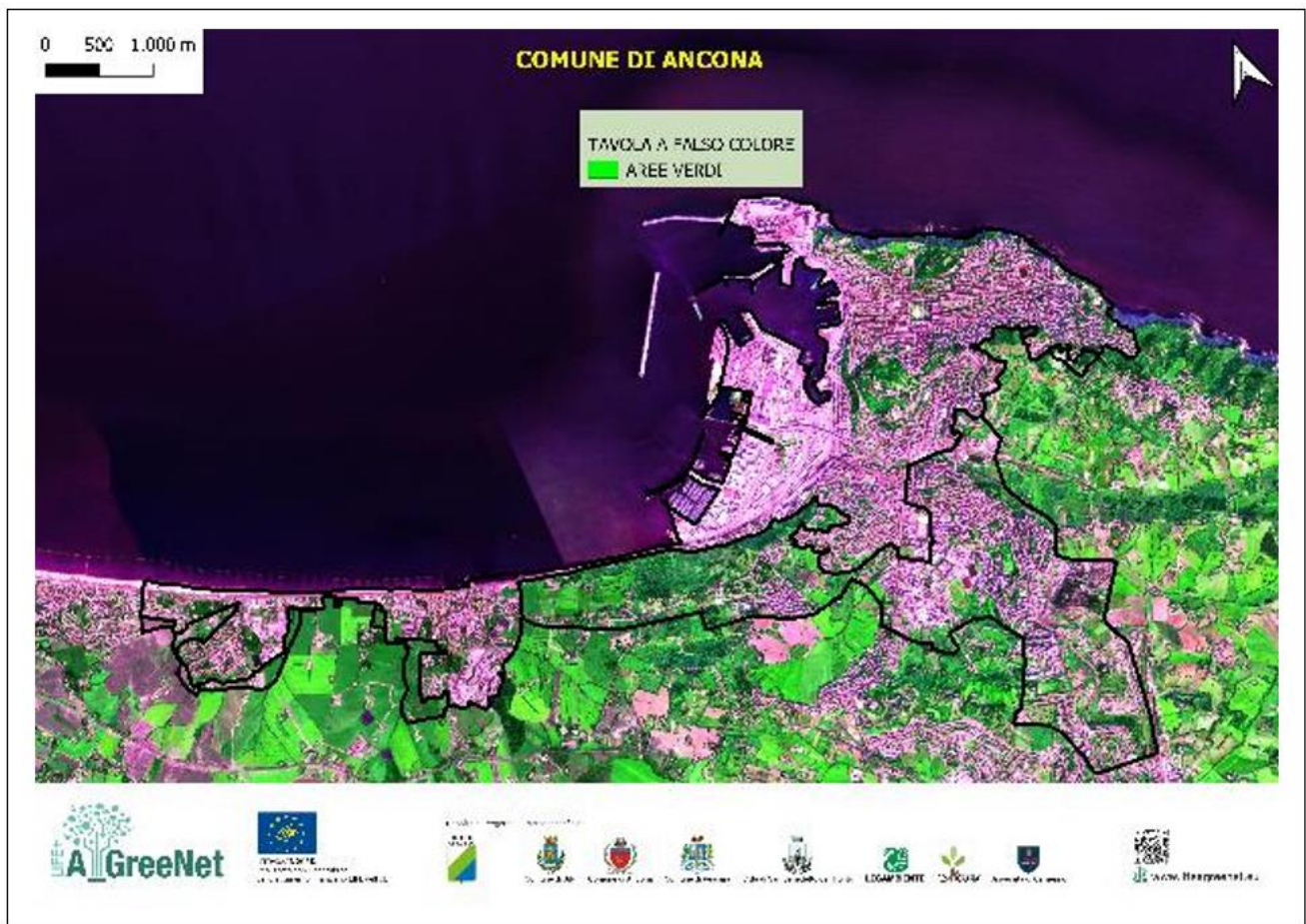


fig.7 Tavola Color-infrared Composite dell'area di studio di Ancona

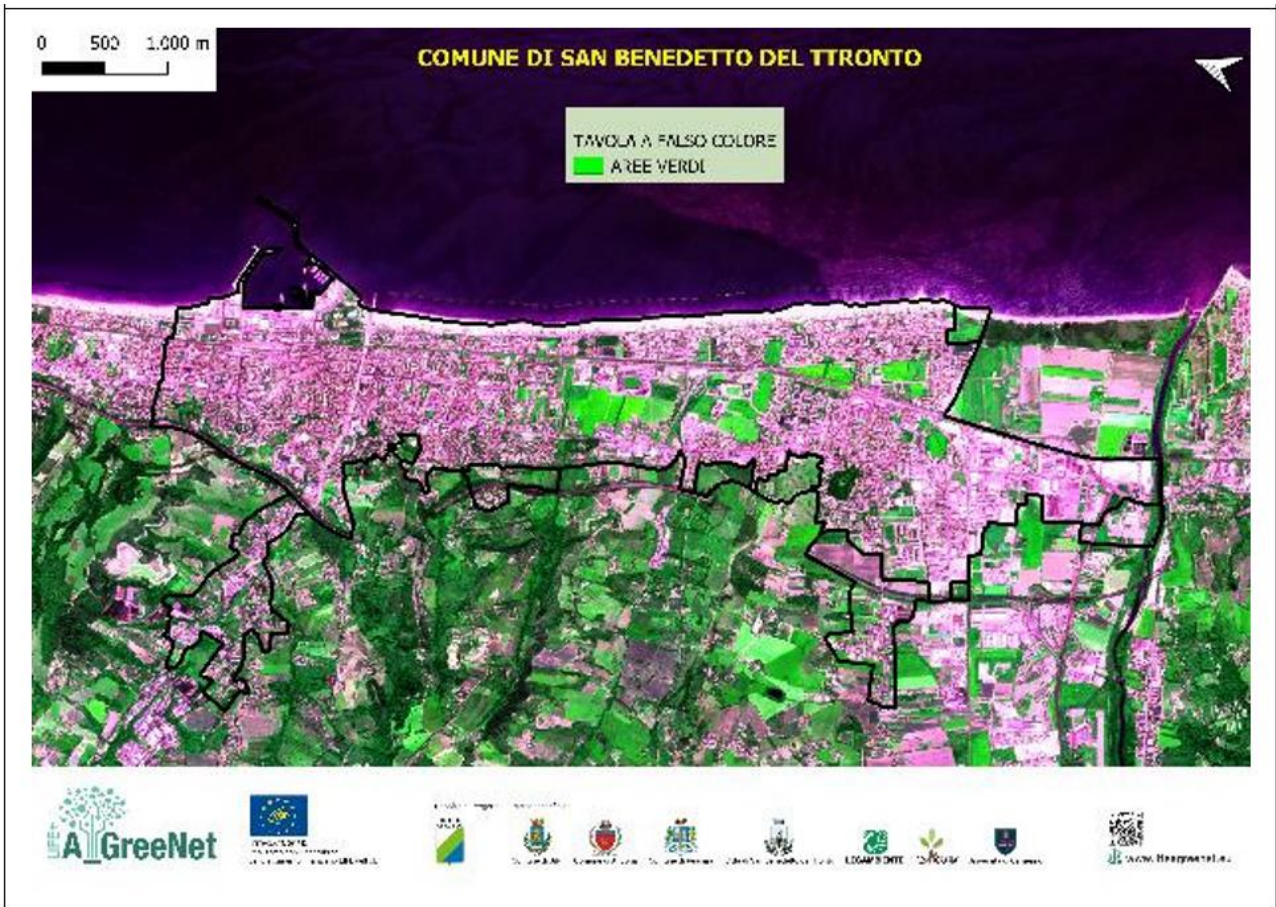


fig.8 Tavola Color-infrared Composite dell'area di studio di San Benedetto del Tronto

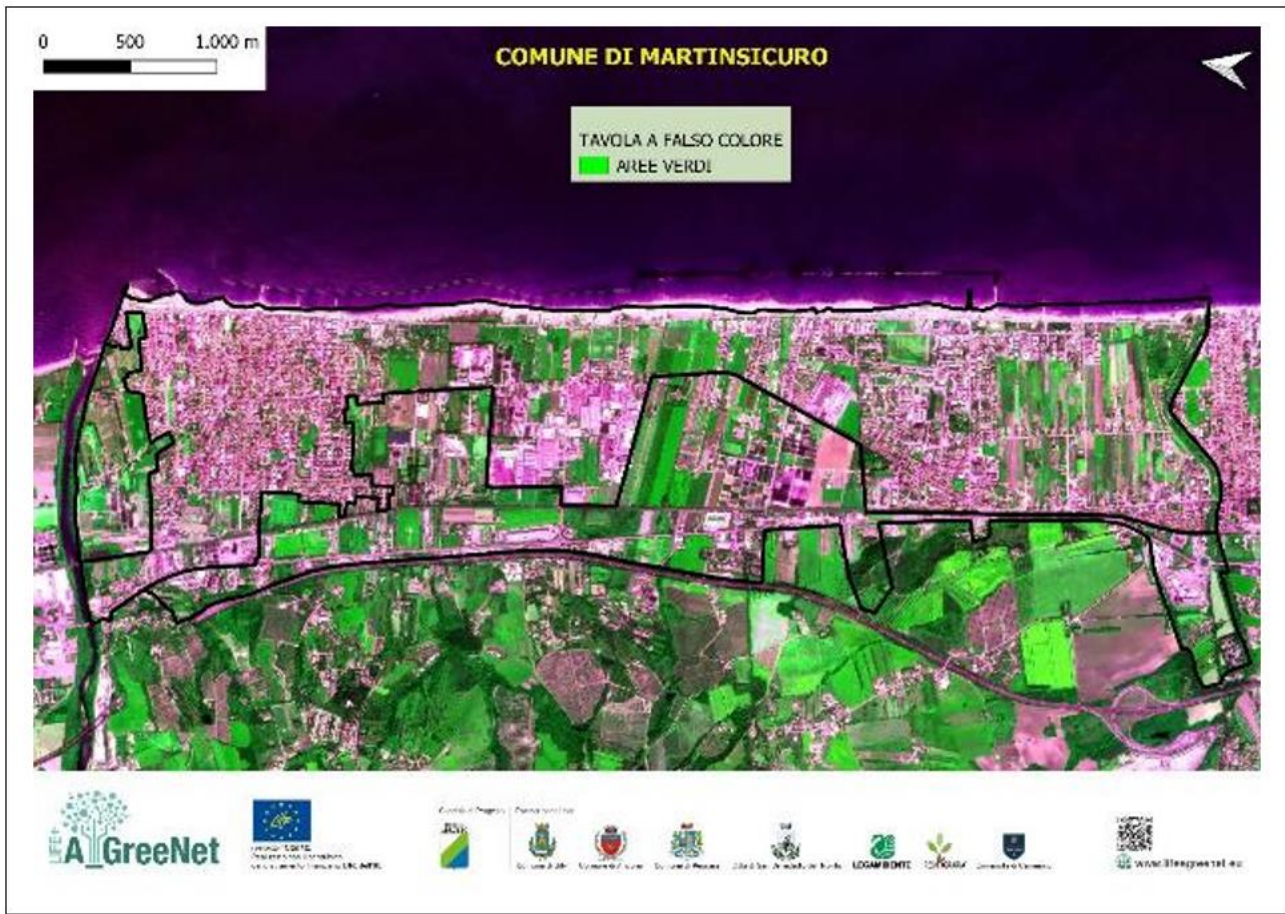


fig.9 Tavola Color-infrared Composite dell'area di studio di Martinsicuro



fig.10 Tavola Color-infrared Composite dell'area di studio di Alba Adriatica



fig.14 Tavola Color-infrared Composite dell'area di studio di Pineto

2. VALUTAZIONE QUALI-QUANTITATIVA DEL LIVELLO DI ARTIFICIALITÀ/NATURALITÀ DEL CONTESTO URBANO

Tra le attività di ricerca orientate alla valutazione dello stato di fatto e di salute dell'infrastruttura verde della città lineare del medio-adriatico, l'analisi del contesto alla macro-scala si è focalizzata sulla campionatura semi-automatica delle aree verdi naturali e seminaturali e l'interpretazione critica del loro stato di attività vegetativa. In questo senso, grazie all'uso di immagini satellitari multispettrali, di applicazioni di telerilevamento (*Remote Sensing*) e di un indice vegetativo particolarmente efficiente in ambienti urbani, sono state evidenziate e distinte le superfici artificializzate dalle naturali.

Da tale processo è stato possibile identificare ambiti e sub-ambiti critici oppure aree parzialmente naturali da mettere a sistema nell'ottica di una rete delle aree verdi a valenza ecologico-funzionale, estetico-ricreativa e quale 'dispositivo' di salute per la comunità. Con tali presupposti le cartografie redatte fotografano all'oggi (maggio 2021) le aree naturali e seminaturali, disponibili e/o idonee a potenziali rimboschimenti, fatte salvo rare limitazioni riferibili alla presenza di terreno nudo o *'bare soil'* al momento dello scatto satellitare che per assenza di vegetazione risultano artificializzate al pari di un edificio o di una superficie asfaltata.

Anche questo studio, condotto in sinergia tra ResAgraria e Unicam, restituisce un mosaico delle aree naturali e non, alla scala territoriale e urbana sulla base dell'attività fotosintetica e del grado di clorofilla presente nelle piante al momento dello scatto satellitare che risulta particolarmente visibile nella banda del rosso e dell'infrarosso vicino.

In particolare, facendo riferimento al calcolo dell'Indice SAVI e alla metodologia di indagine è importante sottolineare come lo studio è reso possibile dalla missione Sentinel-2 del programma europeo di monitoraggio "Copernicus" (European Spatial Agency, ESA) che concede in forma gratuita e *open source* diversi prodotti e tipologie di immagini satellitari (portale open access accessibile a: <https://scihub.copernicus.eu/dhus/>) utili per il monitoraggio del suolo e dell'ambiente a 360°.

La fase iniziale ha previsto una ricognizione delle immagini disponibili da maggio a luglio 2021, ovvero un periodo temporale recente in grado di fotografare il territorio all'oggi, specie nei mesi in cui l'attività fotosintetica della vegetazione è maggiormente attiva.

Tra i vari giorni disponibili sono state selezionate due immagini del 10 maggio 2021, escludendo quelle con elevato *'cloud cover'* (per non invalidare il processo informatico di conversione del dato grezzo).

Di seguito, si riportano le specifiche tecniche (metadati) delle immagini selezionate:

Tab.4. Dati relativi all'immagine satellitare dell'area del Comune di Ancona

Data - ora di rilevamento	10/05/2021 - 10:00:31
Identificativa immagine	S2A_MSIL2A_20210510T100031_N0300_R122_T33TUIJ_20210510T115157
Strumento	Multi-Spectral Instrument
Nome satellite	Sentinel-2
Numero satellite	A
Livello di elaborazione	Level-2A - Bottom of Atmosphere (BOA)
Tipo di prodotto	S2MSI2A
Coordinate immagine	44.22596415476343,12.495928592903788 44.24783068396879,13.870237286761487 43.25939191053712,13.888683014192297 43.23826255332707,12.536772323136667
Risoluzione spaziale	10 metri/pixel
Cloud cover (%)	0.519713
No data pixel (%)	0.0

Tab.5. Dati relativi all'immagine satellitare dell'area compresa tra il Comune di San Benedetto del Tronto e il Comune di Pescara

Data - ora di rilevamento	10/05/2021 - 10:00:31
Identificativo immagine	S2A_MSIL2A_20210510T100031_N0300_R122_T33TVH_20210510T115157
Strumento	Multi-Spectral Instrument
Nome satellite	Sentinel-2
Numero satellite	A
Livello di elaborazione	Level-2A - Bottom of Atmosphere (BOA)
Tipo di prodotto	S2MSI2A
Coordinate immagine	42.74745994712131,15.119266532347739 42.71540983478862,15.106991780107736 42.56964349623264,15.051402415970852 42.42384487920586,14.99593701319576 42.3633148779107,14.972993691551315 42.35763630855867,13.78522725690899 43.346194685301704,13.765694449819899 43.352791985217806,15.1204336460534
Risoluzione spaziale	10 metri/pixel
Cloud cover (%)	0.085501
No data pixel (%)	2.107671

La copertura dell'intera area di studio (da Ancona a Pescara), come anticipato, ha richiesto l'utilizzo di due immagini con medesimo giorno e orario di rilevamento, ovvero il 10 maggio 2021 alle ore 10.00 (a.m.). Di seguito si riportano gli *screenshots* delle due immagini e della loro 'impronta' territoriale (fig.17)

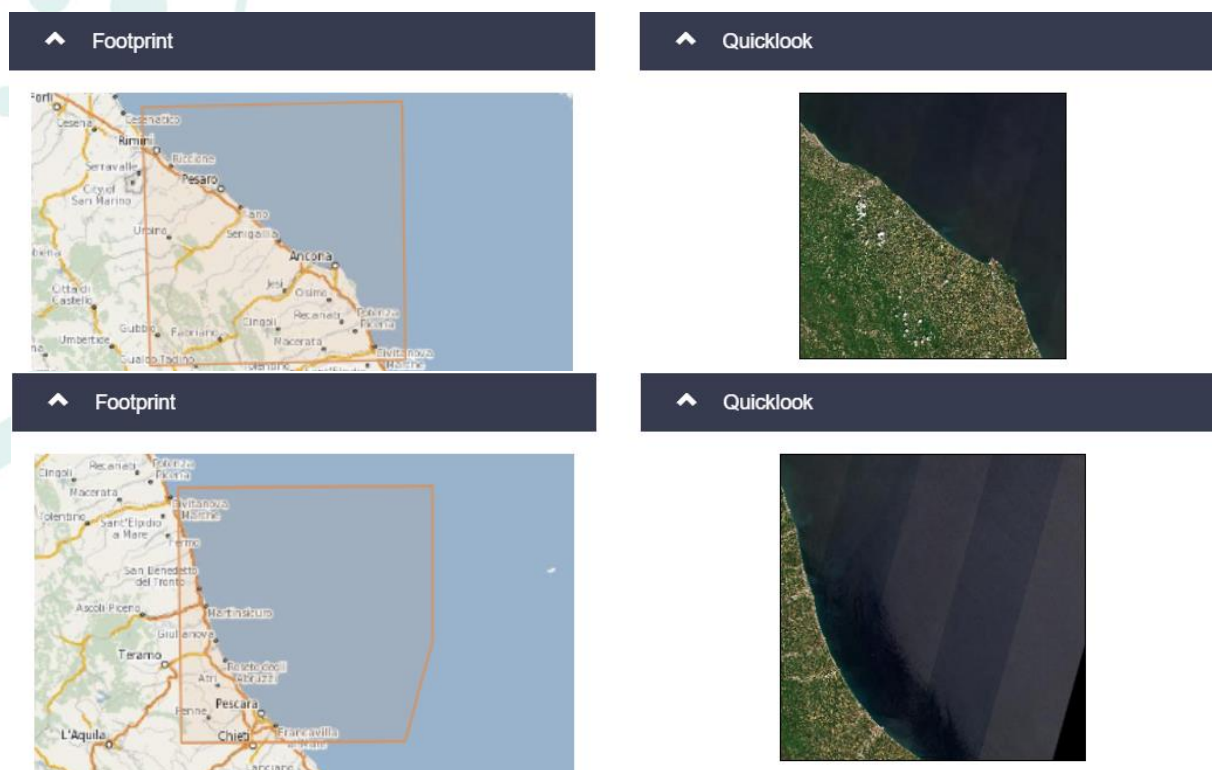


fig.17 Immagini satellitari selezionate: area geografica intorno al Comune di Ancona (sopra) e costa adriatica a metà tra regione Marche e Abruzzo (sotto)

Le immagini così acquisite sono state processate mediante diverse operazioni di *geoprocessing* all'interno di software GIS, con cui sono stati convertiti i dati grezzi dei pixel delle bande elettromagnetiche RED (numero 4) e NIR-Near Infrared (numero 8) attraverso l'uso della formula:

$$SAVI = ((NIR-R) / (NIR+R+L)) * (1+L)$$

dove:

NIR = Near InfraRed (Infrarosso vicino);

R = Red (Rosso)

L = fattore di correzione a cui è stato attribuito un valore intermedio di 0,5 da letteratura scientifica (*Huete, 1988*).

L'indice SAVI (Soil Adjustment Vegetation Index) calcolato sull'intero ambito territoriale è stato preferito ad altri indici vegetativi in quanto risulta particolarmente indicato per ridurre gli effetti di luminosità/riflettanza delle diverse tipologie di suolo, specie in aree con minori densità di vegetazione come le aree urbane della città adriatica. L'indice, così definito, rappresenta una prima indagine quali-quantitativa in grado di restituire speditamente il livello di artificialità/naturalità del contesto urbano. Da una parte sono facilmente individuabili le coperture boschive e/o con presenza di vegetazione e dall'altra risalta il sistema infrastrutturale e del costruito nonché le vaste superfici impermeabilizzate. Questo tipo di elaborazione semi-automatica e digitale, riferibile agli studi sulla *'science of where'* o GIScience (Wright, Harder, 2020), è molto utile per la celerità con cui si possono passare in rassegna territori vasti ma soprattutto perché evidenzia le aree prive di naturalità e biodiversità che, come ampiamente dimostrato da ricerche e dossier internazionali (UN-Habitat, 2020; WHO, 2020), concorrono al benessere delle persone, offrono luoghi di socialità e condivisione nonché proteggono il territorio, specie quello urbano, dagli effetti/fenomeni più estremi del cambiamento climatico in atto: dalle cosiddette 'bombe d'acqua' alle ormai più pressanti e ricorrenti ondate di calore anomale che aggravano maggiormente fenomeni micro-climatici quali le 'isole di calore' urbane (IPCC, 2014; Oke et al, 2017; Rosenzweig et al, 2018).

I singoli pixel delle immagini così calcolate (10 metri/pixel) esprimono un valore continuo da minore di zero (<0) a maggiore-uguale a 1.5 (>=1.5) restituendo rispettivamente le aree a copertura impermeabile (edificato, assenza di vegetazione, ecc.) e quelle permeabili-naturali (pinete costiere, superfici arborate, colture vegetali ecc.). Oltre alla mappatura dell'intera area di interesse (perimetro 'ristretto' e 'di scenario') attraverso il SAVI (fig.18, fig.19), sono stati estratti degli zoom sulle aree pilota di sperimentazione così come individuate preventivamente nel AF di Progetto (fig.20). Tali aree saranno oggetto di approfondimenti analitici e valutativi per comprenderne al meglio a) lo stato qualitativo vegetazionale e b) prevedere interventi di risanamento fitosanitario e di rimboschimento puntuale e/o estensivo lì dove necessario, in una prospettiva di potenziamento della componente paesaggistica e vegetazionale della costa adriatica per mettere in sicurezza il territorio e garantire benessere ai cittadini.

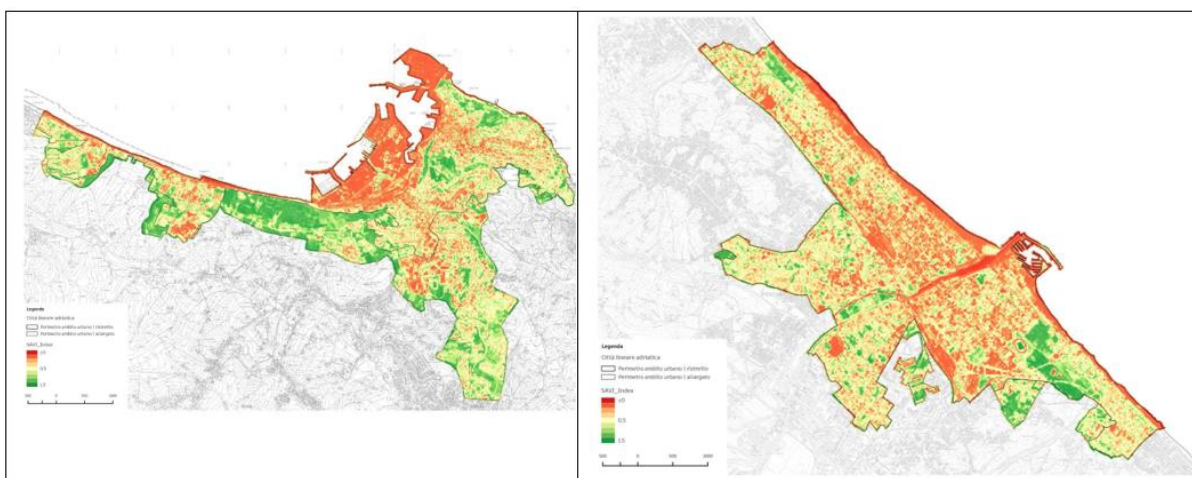


fig.18 In evidenza l'indice SAVI calcolato per il Comune di Ancona (sinistra) e di Pescara (destra)

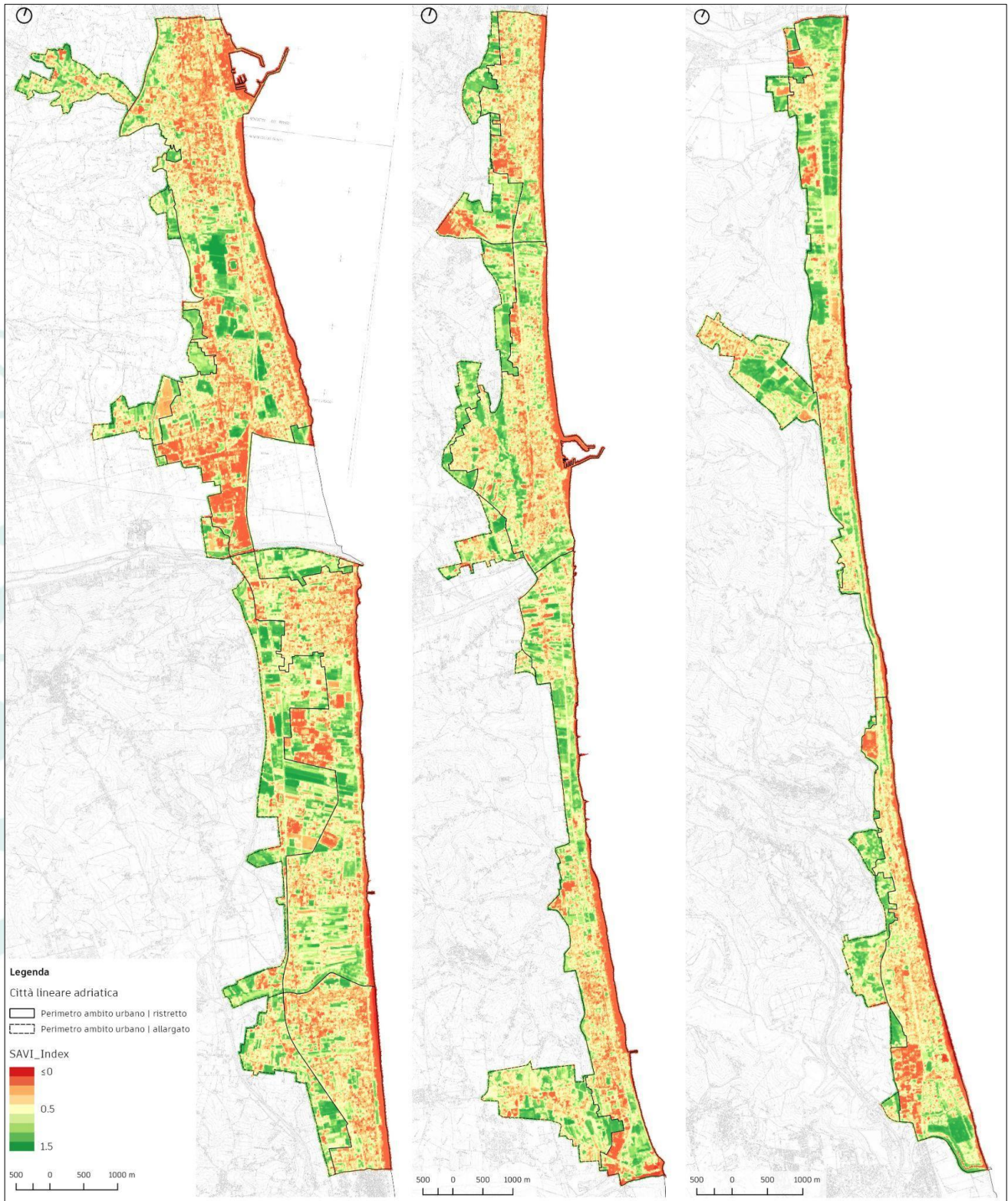
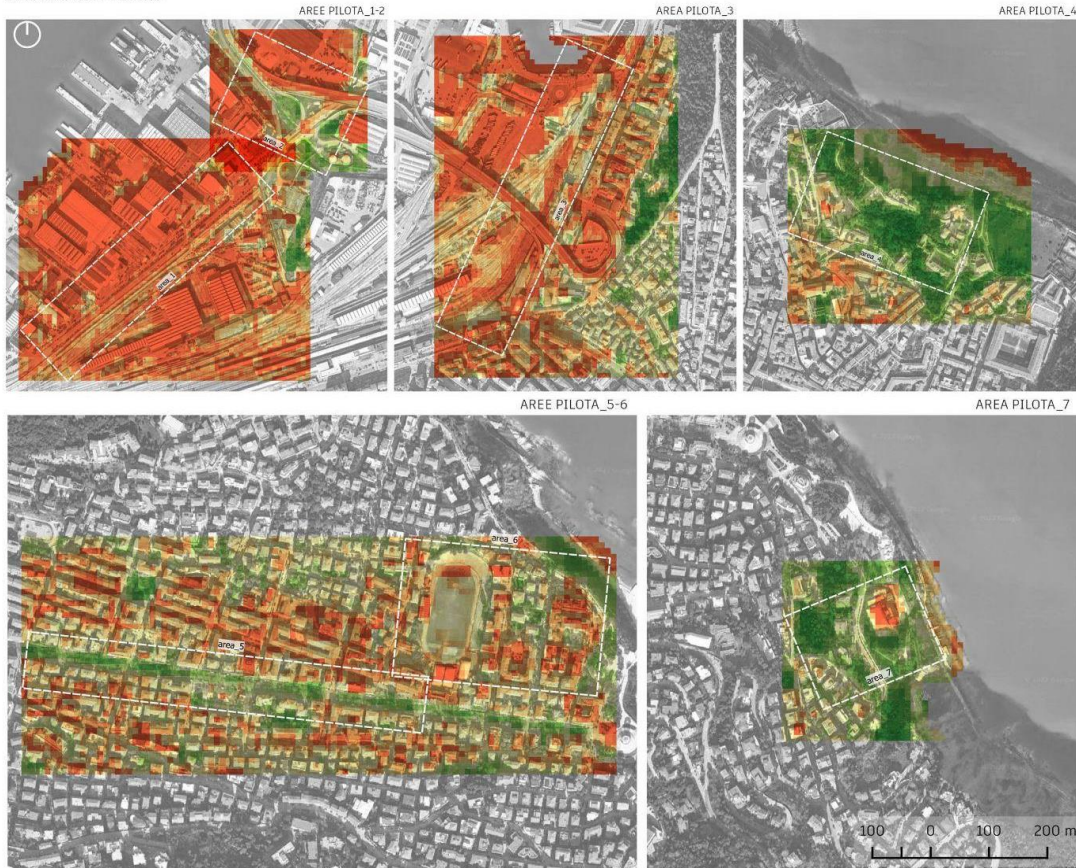


fig.19 In evidenza in progressione dall'alto in basso e da sinistra a destra, l'indice SAVI calcolato per i comuni di San Benedetto del Tronto, Martinsicuro, Alba Adriatica; Tortoreto, Giulianova, Roseto; Pineto, Silvi

Comune di Ancona



Comune di Pescara



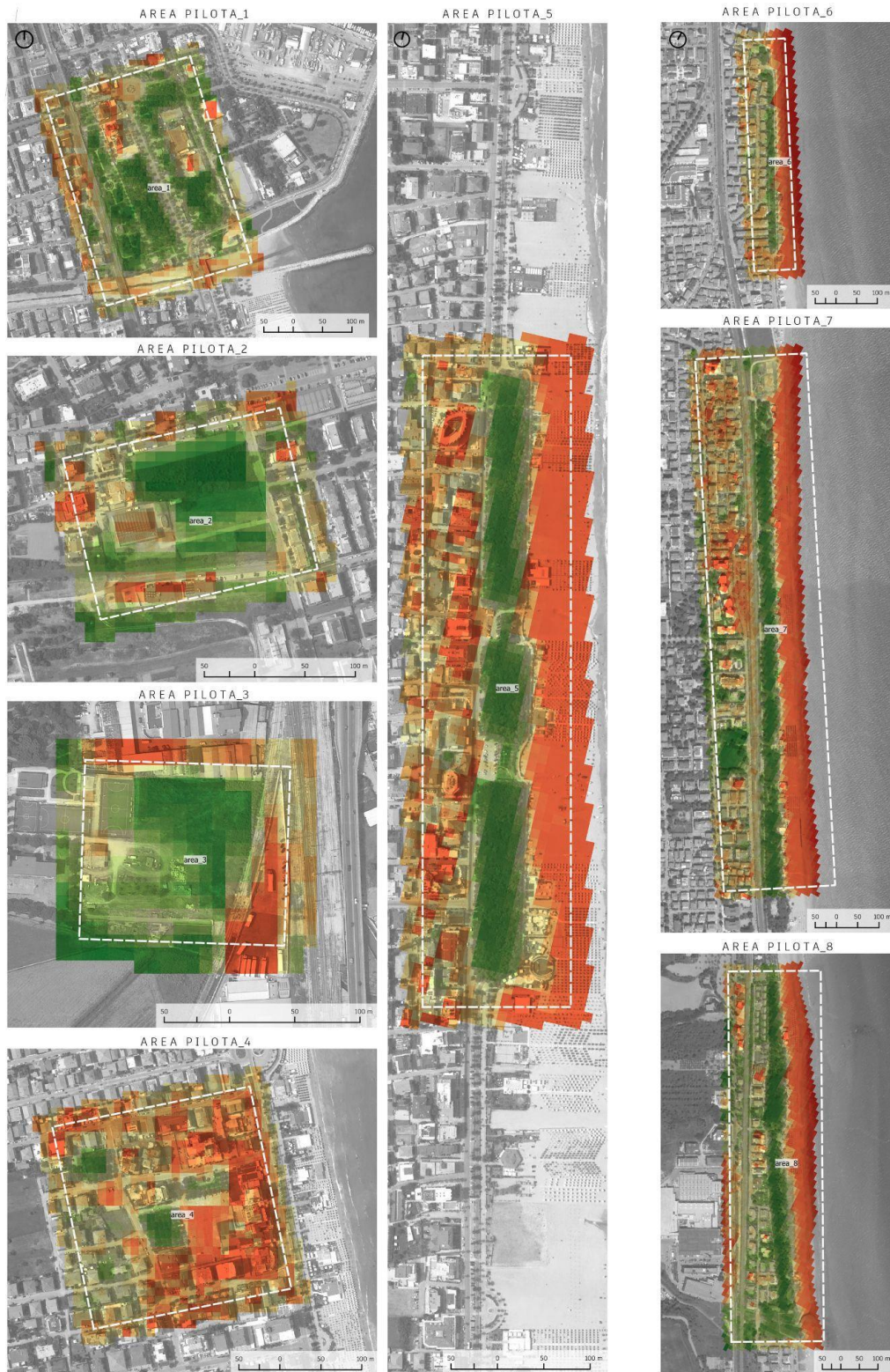


fig.20 Visuali di dettaglio dell'indice SAVI calcolato per le aree pilota di S. Benedetto del Tronto (1-2-3), Alba Adriatica (4-5), Pineto (6-7), Silvi (area 8)

3. CLASSI DI QUALITÀ DELLE AREE VERDI ESISTENTI E POTENZIALI

Relativamente all'analisi della qualità delle aree verdi, si è prima clusterizzato l'indice SAVI in 4 classi e successivamente si sono condotte delle analisi puntuali su zone campione nel territorio dei comuni del progetto allo scopo di raccogliere i dati su caratteristiche della aree. Si è preparata una scheda per le caratteristiche delle aree verdi da compilare in campo.

In particolare, dall'analisi a livello territoriale per quanto riguarda la qualità del verde è già stato calcolato l'indice SAVI (Soil Adjustment Vegetation Index), che è stato preferito ad altri indici vegetativi in quanto risulta particolarmente indicato per ridurre gli effetti di luminosità/riflettanza delle diverse tipologie di suolo, specie in aree con minori densità di vegetazione come le aree urbane della città adriatica.

Tale indice classifica, in base alla riflettanza, il territorio in varie classi di vigore vegetativo.

Per andare a definire nel dettaglio le caratteristiche del verde e quindi della qualità delle aree verdi, è stato clusterizzato l'indice SAVI in 4 classi, di cui una rappresenta la non vegetazione e le altre tre le tre classi di qualità del verde. La tabella 6 riporta la classificazione effettuata.

Tab.6. Dati relativi alla classificazione del SAVI in 4 categorie.

CLASSE	SAVI	VERDE
1	< 0,3	verde non rilevante
2	0,3 - 0,7	bassa qualità
3	0,7 - 1	media qualità
4	> 1	alta qualità

Per la classificazione, è stato usato lo strumento presente nel plugin dei Processing di QGIS, in particolare in Analisi raster → Riclassifica con tabella (fig.21).

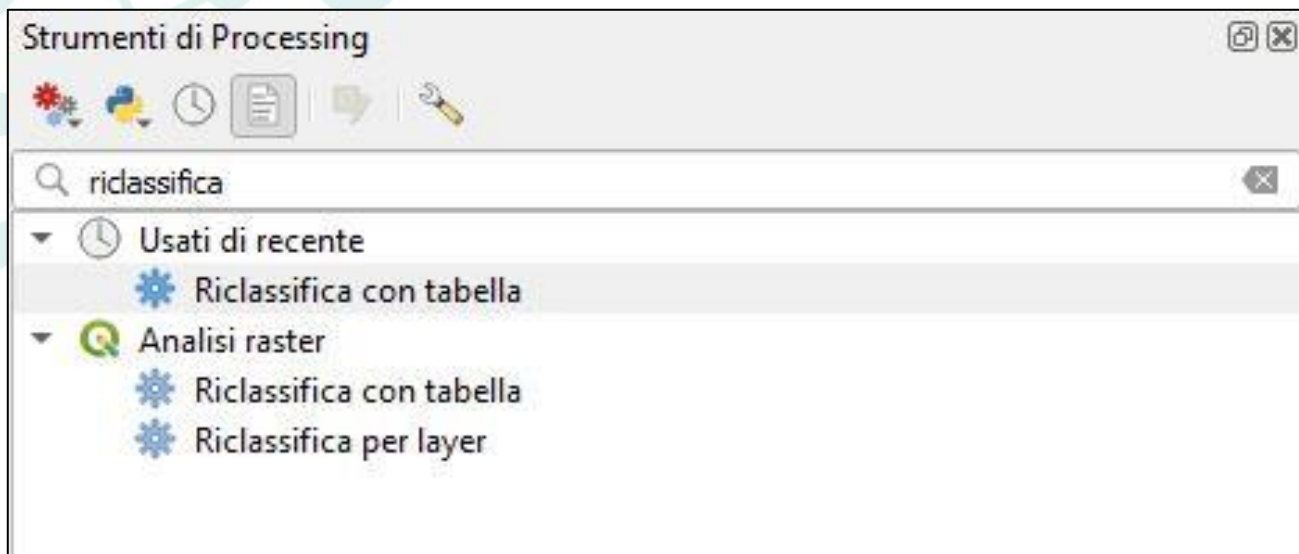




fig.21 Strumento di processing "Riclassifica con tabella"

Nel campo "Tabella di riclassificazione" vengono inseriti gli intervalli dei valori decimali della banda con riferimento ad uno specifico valore di classificazione al fine di ottenere le classi di qualità del verde. Nel nostro caso, gli intervalli sono i valori del SAVI come descritti nella tabella (tab. 22) e il valore è il numero della classe. In particolare, ogni pixel rientrante in quell'intervallo di valore viene clusterizzato in quella determinata classe.

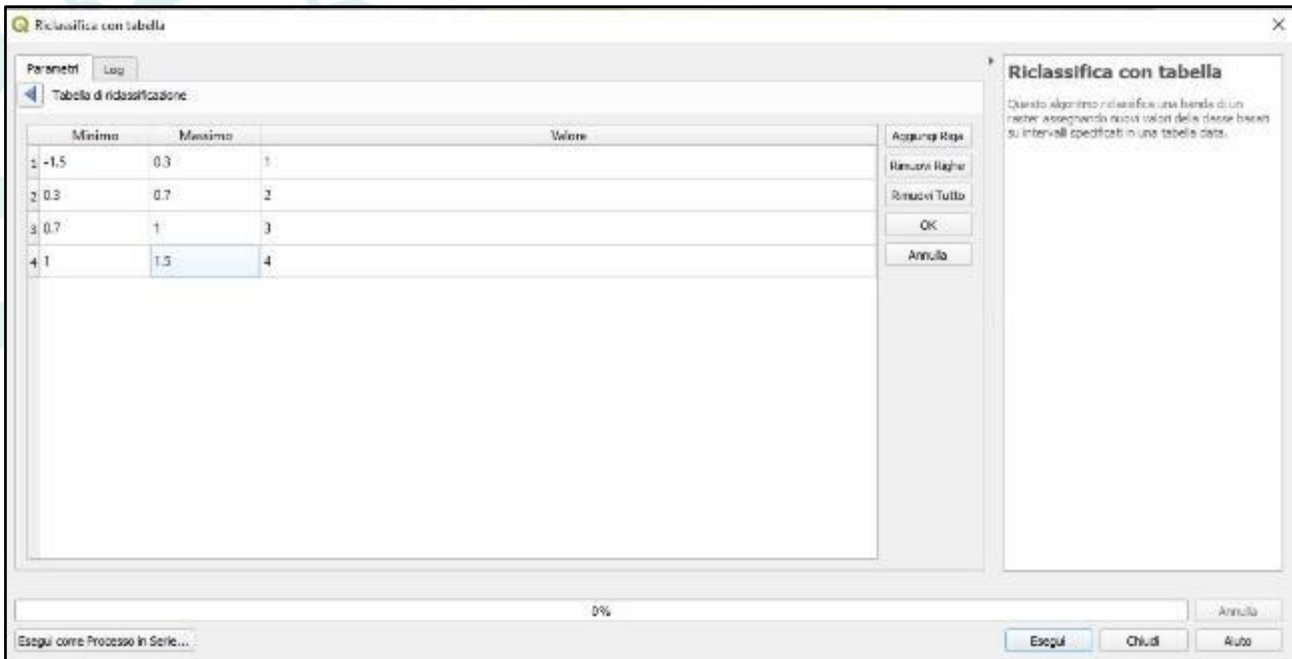


Fig.22 Particolare della tabella di riclassificazione del raster

Terminato questo procedimento, l'output che si ottiene sono i raster del SAVI di ogni comune suddivisi in classi così da avere una panoramica più generale della qualità e poter andare a descrivere quelle classi. In seguito, una volta riclassificato il raster, si è potuto calcolare anche la superficie per ogni classe. È una superficie approssimata perché calcolata contando i pixel rientranti nelle varie classi e conoscendo la risoluzione del pixel derivante dalle bande della missione Sentinel-2 (10m). Per calcolare le superfici, si è utilizzato un altro plugin presente negli strumenti di Processing di QGIS, analisi raster → *"Rapporto sui valori univoci di un raster"* che, come descritto, restituisce come output il conteggio e l'area di ogni valore univoco presente nel raster (fig.23).

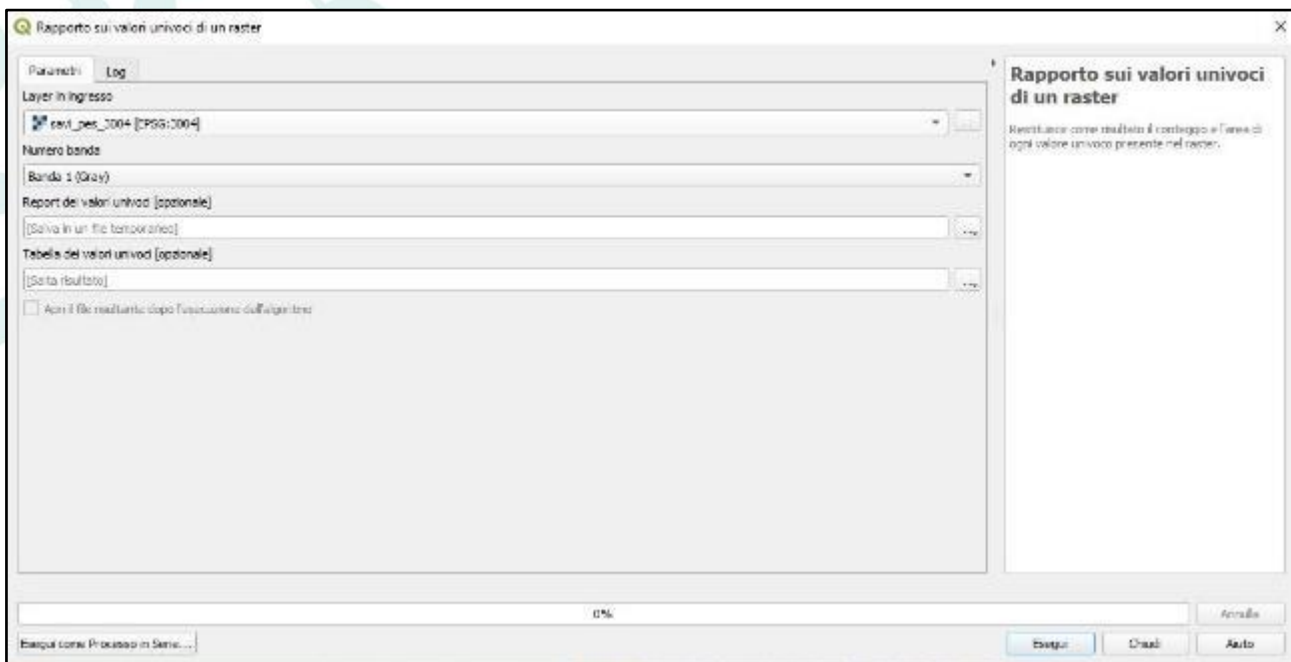
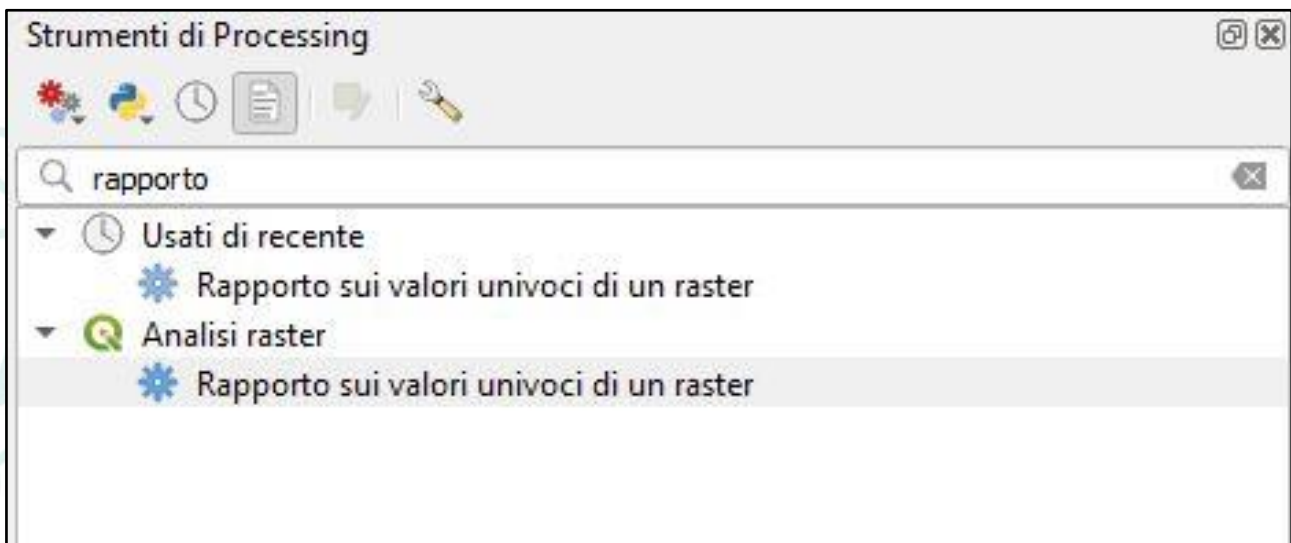


fig.23 Strumento di processing "Rapporto sui valori univoci di un raster"

L'output è una tabella di valori, una tabella attributi dove sono mostrati i conteggi e i dati sulle superfici (fig. 24).

Tabella dei valori univoci :: Elementi Totali: 4, Filtrati: 4, Selezionati: 0

	value	count	m2
1	1,00000000	1852	185208,08422740
2	2,00000000	1033	103304,50918300
3	3,00000000	1902	190208,30248408
4	4,00000000	3447	344715,04661548

fig.24 Particolare della Tabella dei valori univoci

Nello specifico, "Value" è il valore attribuito durante la riclassificazione del raster, sarebbe precisamente la classe dell'indice SAVI mentre "count" e "m2" rappresentano rispettivamente il numero dei pixel di ciascuna classe e la superficie. È stato calcolato l'indice SAVI riclassificato per ogni comune e quello ritagliato per ogni area campione. Nelle immagini sottostanti (fig.25) sono riportati alcuni esempi di aree campione con l'indice SAVI riclassificato sovrapposto. Sono visibili le 4 classi del SAVI con i diversi colori.



fig.25 Esempi di sovrapposizione dell'indice SAVI alle aree campione

Questo procedimento ha permesso di calcolare l'area e le percentuali delle classi a livello di ogni comune e per le aree campione su cui sono state condotte delle analisi più approfondite per determinare le caratteristiche delle classi del SAVI.

Le analisi condotte sulle aree campione sono state effettuate per determinare le caratteristiche da relazionare alle classi dell'indice SAVI, per cercare di descrivere ed attribuire delle qualità a quelle classi dell'indice.

Il primo passo è stato quello di definire e scegliere le aree campione, che dovevano risultare le più rappresentative possibili del territorio costiero del progetto e del tipo di area. Si sono scelte aree con ampia superficie poiché l'indice SAVI ha una risoluzione dei pixel di 10m e quindi per piccole superfici non risulta molto attendibile. La tabella 7 mostra la lista delle aree campione selezionate nei vari comuni costieri.

Tab.7. Elenco delle aree campione selezionate

ID	COMUNE	VERDE
1	PESCARA	VERDE PUBBLICO
2	PESCARA	AREE PROTETTE
3	PESCARA	VERDE PUBBLICO (PARCO)
4	PESCARA	VERDE PUBBLICO
5	PESCARA	VERDE PUBBLICO (giardino)
6	MARTINSICURO	VERDE PUBBLICO
7	MARTINSICURO	VERDE PUBBLICO
8	TORTORETO	AREA VERDE NON URBANA
9	TORTORETO	FILARE
10	GIULIANOVA	VERDE PUBBLICO
11	GIULIANOVA	VERDE PUBBLICO (PARCO)
12	GIULIANOVA	FILARE
13	GIULIANOVA	VERDE PUBBLICO (PARCO)
14	ROSETO	VERDE PUBBLICO (PARCO)
15	ROSETO	VERDE PUBBLICO (PARCO)
16	ANCONA	VERDE PUBBLICO (PARCO)
17	ANCONA	VERDE PUBBLICO (PARCO)
18	ANCONA	VERDE PUBBLICO (PARCO)
19	SILVI	Giardini scolastici
20	SILVI	VERDE PUBBLICO
21	SILVI	VERDE PUBBLICO
22	SILVI	AREA NATURALE PROTETTA
23	SILVI	AREA VERDE URBANA
24	SILVI	VERDE PUBBLICO
25	SILVI	VERDE PUBBLICO
26	SAN BENEDETTO DEL TRONTO	VERDE PUBBLICO (PARCO)
27	SAN BENEDETTO DEL TRONTO	GIARDINO SCOLASTICO
28	SAN BENEDETTO DEL TRONTO	AREA VERDE URBANO
29	SAN BENEDETTO DEL TRONTO	FILARE
30	SAN BENEDETTO DEL TRONTO	VERDE PUBBLICO (PARCO)
31	SAN BENEDETTO DEL TRONTO	VERDE PUBBLICO
32	SAN BENEDETTO DEL TRONTO	VERDE PUBBLICO (PARCO)
33	PINETO	VERDE PUBBLICO

34	PINETO	filare
35	PINETO	VERDE PUBBLICO
36	PINETO	AREA VERDE URBANA
37	PINETO	AREA NATURALE PROTETTA
38	PINETO	VERDE PUBBLICO
39	ALBA ADRAITICA	VERDE PUBBLICO
40	ALBA ADRAITICA	AREA VERDE NON URBANA
41	ALBA ADRAITICA	VERDE PUBBLICO

In seguito, per ogni area è stata compilata una "scheda di analisi" usando **QField** (software QGIS mobile), tramite il quale è stato possibile recarsi su ogni zona per compilare la scheda direttamente da cellulare per poi riportare il tutto all'interno di QGIS. La scheda progettata appositamente per la valutazione delle aree è stata strutturata in 3 capitoli, uno con dati generali, uno con i dati della vegetazione e uno con le percentuali di ciascuna classe di SAVI relativi alle singole aree campione, calcolati sempre ritagliando dal raster riclassificato. Essa è stata creata ad hoc sul software QGIS tramite la creazione nello shapefile della tabella attributi, modificando i campi e i valori degli attributi in modo da semplificare il lavoro sul campo. La scheda per la rilevazione adottata è riportata di seguito.

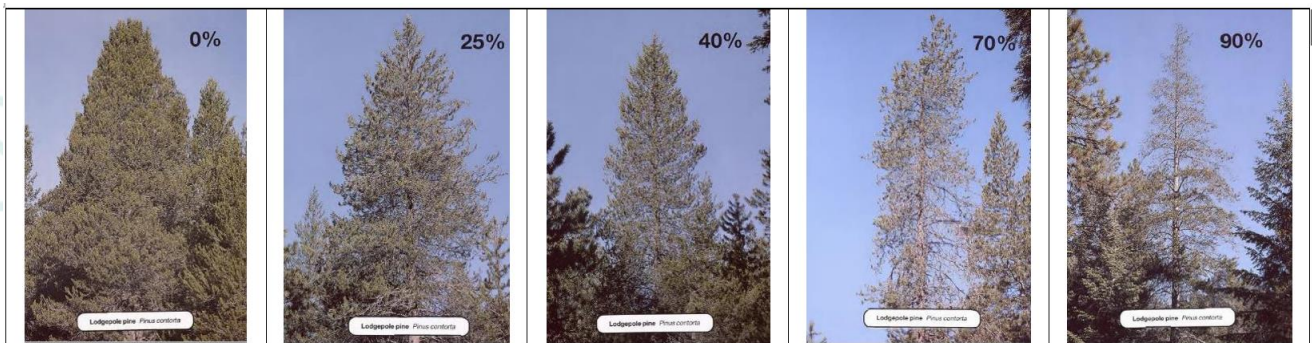
DATI GENERALI	ID	
	SUPERFICIE	
	COMUNE	
	TIPO AREA VERDE	
DATI VEGETAZIONALI	TIPOLOGIA DI VERDE	Verticale
		Orizzontale
		Entrambi
	TIPOLOGIA DI VEGETAZIONE	Arborea
		Arbustiva
		Entrambe
	ETÀ IMPIANTO	Neo-impianto
		Giovane
		Maturo
		Senescente
	SPECIE VEGETALI	
	VIGORE (UKFC)	Ottimo
		Buono
Discreto		
Basso		
Scarso		
DENSITÀ	Eccessiva	
	Adeguata	
	Scarsa	
DATI SAVI	% NO VERDE	
	% BASSO VERDE	
	% MEDIO VERDE	
	% ALTO VERDE	

Per quanto riguarda il parametro del "vigore", esso è basato sul protocollo UKFC (UK Forest Commission); questo viene applicato in UK per la valutazione delle foreste tramite la descrizione di alcuni indici biologici e strutturali che integrati tra loro permettono di conferire una valutazione del livello di vigoria dell'albero. Questa valutazione, seppur specifica per conifere e per altre poche specie, si adatta per la maggior parte delle specie arboree. Si tratta di una valutazione visiva.

Viene conferita una percentuale relativa alla perdita di qualità e vigore vegetativo, quindi percentuali basse sono di ottima qualità e vigore e viceversa.

La tabella 8 descrive le varie percentuali e classi di vigore vegetativo.

Tab.8. Classi di vigore biologico con percentuali crescenti di perdita su base UKFC Forest Commission



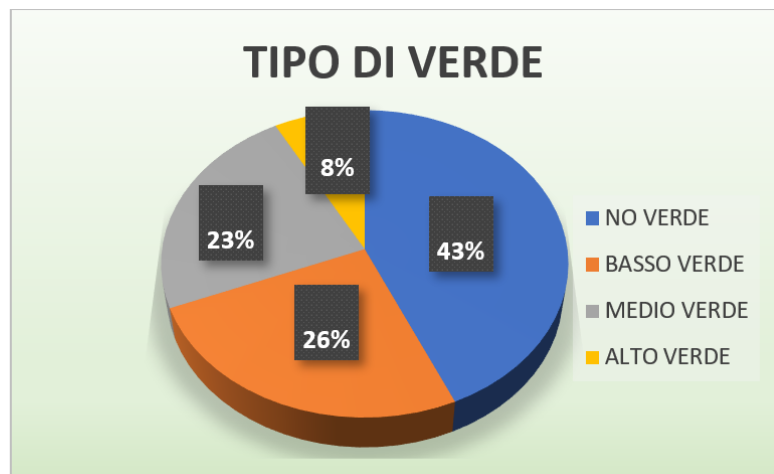
L'ultima fase è stata quella di relazionare le caratteristiche osservate durante le analisi delle aree verdi alla qualità dell'indice SAVI, suddiviso in 3 classi di qualità. Per ciascuna classe sono state elencate le caratteristiche riscontrate nelle analisi delle aree verdi.

3.1 Clusterizzazione dell'indice SAVI per l'analisi della qualità

Come descritto nel paragrafo precedente, il SAVI è stato riclassificato in 4 classi e tramite uno strumento di processing del software QGIS è stato possibile calcolare la superficie delle 4 classi a livello sia comunale sia alla piccola scala di ogni area campione individuata. Di seguito in tabella 9 vengono riportati i risultati di quest'analisi (a livello comunale del perimetro allargato stabilito), suddivisi per comune, includendo tabella, grafico ed elaborato per migliore visualizzazione dei risultati.

Tab.9. Riepilogo dei dati sulle superfici delle aree verdi suddivise in classi di SAVI

ANCONA		
TIPO DI VERDE	m2	%
NO VERDE	6.653.790	43,34%
BASSO VERDE	3.923.771	25,56%
MEDIO VERDE	3.559.055	23,18%
ALTO VERDE	1.217.153	7,93%
<i>totale</i>	15.353.770	100,00%





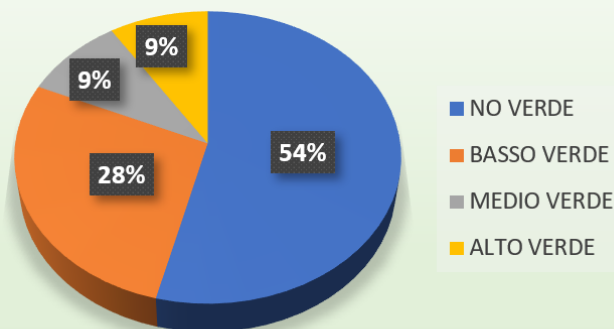
Capofila di Progetto
REGIONE ABRUZZO

Partner beneficiari
Comune di Sili
Comune di Ancona
Comune di Pescara
Città di San Benedetto del Tronto
LEGAMBIENTE
RES'GARIAK
Università di Camerino

SAN BENEDETTO DEL TRONTO

TIPO DI VERDE	m2	%
NO VERDE	7.224.715	53,93%
BASSO VERDE	3.714.362	27,73%
MEDIO VERDE	1.240.054	9,26%
ALTO VERDE	1.217.153	9,09%
<i>totale</i>	13.396.283	100,00%

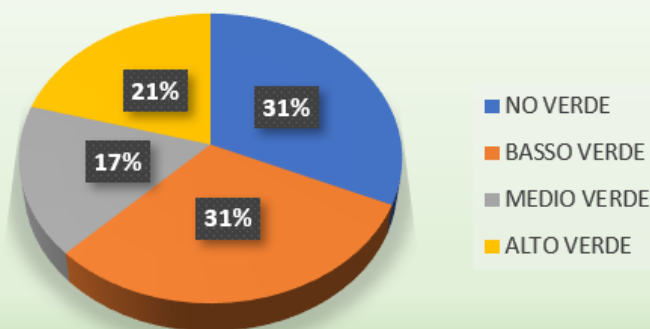
TIPO DI VERDE



MARTINSICURO

TIPO DI VERDE	m2	%
NO VERDE	3.037.432	31,64%
BASSO VERDE	2.962.530	30,86%
MEDIO VERDE	1.616.770	16,84%
ALTO VERDE	1.982.686	20,65%
<i>totale</i>	9.599.419	100,00%

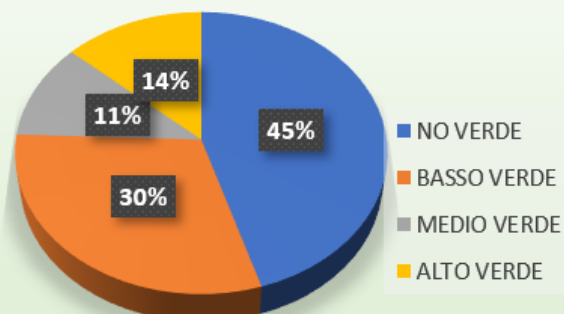
TIPO DI VERDE



ALBA ADRIATICA

TIPO DI VERDE	m2	%
NO VERDE	1752576,26	45,23%
BASSO VERDE	1175751,16	30,34%
MEDIO VERDE	427218,59	11,03%
ALTO VERDE	519222,59	13,40%
<i>totale</i>	3874768,6	100,00%

TIPO DI VERDE



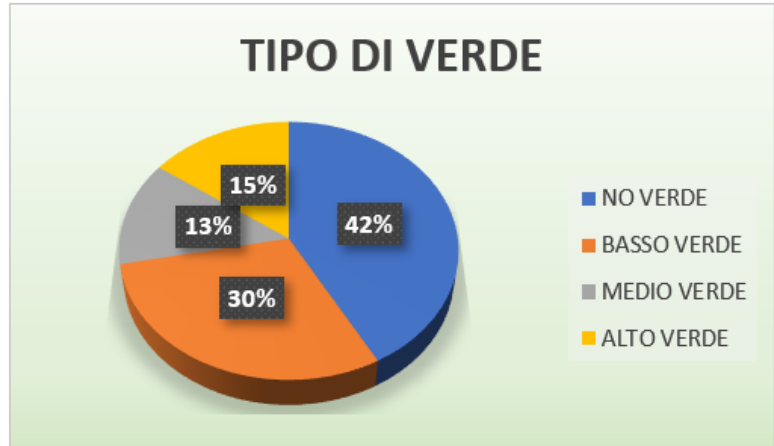


www.lifegreenet.eu

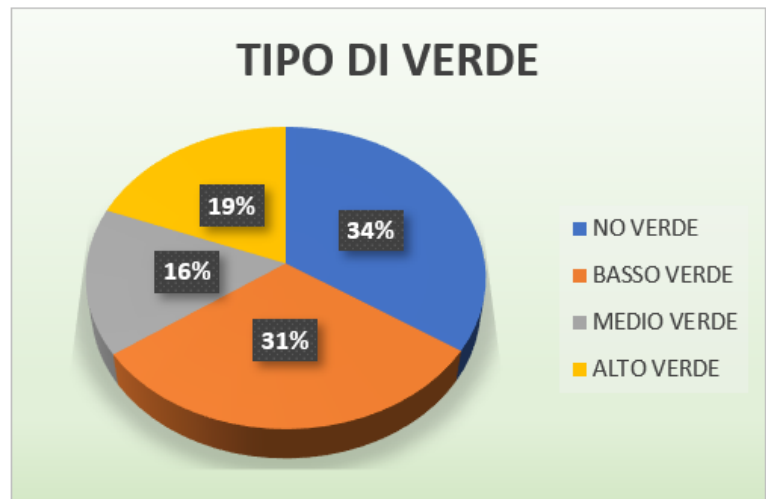
- Capofila di Progetto
REGIONE ABRUZZO
- Partner beneficiari
- Comune di SIVI
 - Comune di Alconca
 - Comune di Pescara
 - Città di San Benedetto del Tronto
 - LEGAMBIENTE
 - RES'GARA
 - Università di Camerino

LIFE20 CCA/IT/001752
Realizzato con il contributo dello strumento finanziario LIFE dell'UE

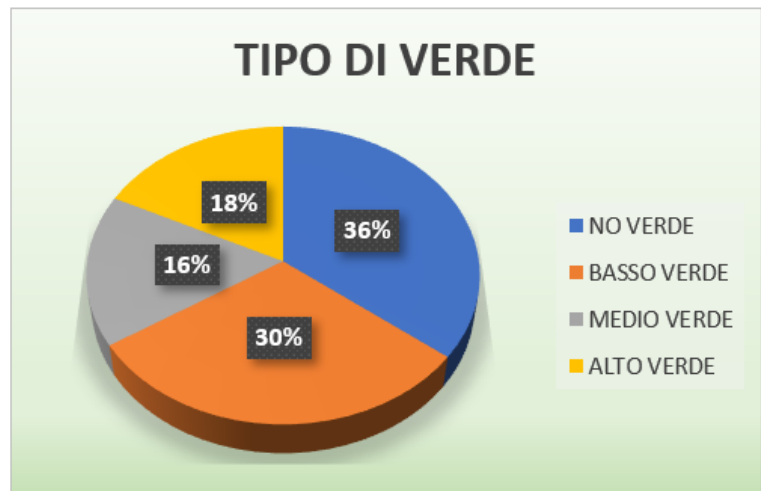
TORTORETO		
TIPO DI VERDE	m2	%
NO VERDE	1.773.477	41,98%
BASSO VERDE	1.261.355	29,86%
MEDIO VERDE	554.524	13,13%
ALTO VERDE	635.128	15,03%
<i>totale</i>	4.224.484	100,00%



GIULIANOVA		
TIPO DI VERDE	m2	%
NO VERDE	2.532.210	34,31%
BASSO VERDE	2.283.799	30,94%
MEDIO VERDE	1.159.350	15,71%
ALTO VERDE	1.404.961	19,04%
<i>totale</i>	7.380.321	100,00%

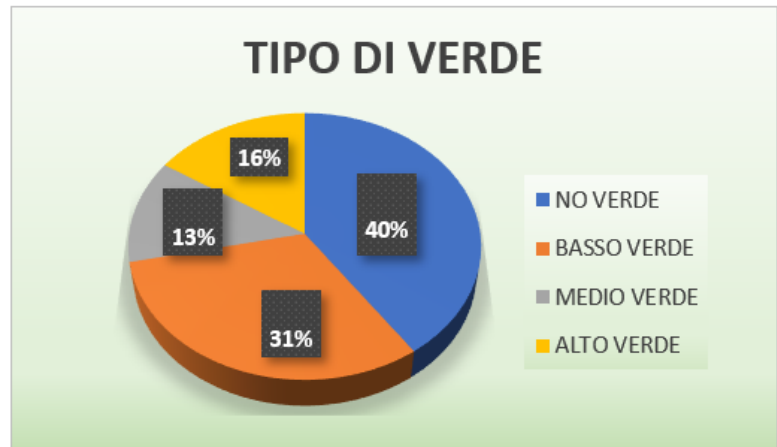


ROSETO		
TIPO DI VERDE	m2	%
NO VERDE	2.921.727	35,47%
BASSO VERDE	2.504.909	30,41%
MEDIO VERDE	1.353.358	16,43%
ALTO VERDE	1.456.263	17,68%
<i>totale</i>	8.236.257	100,00%

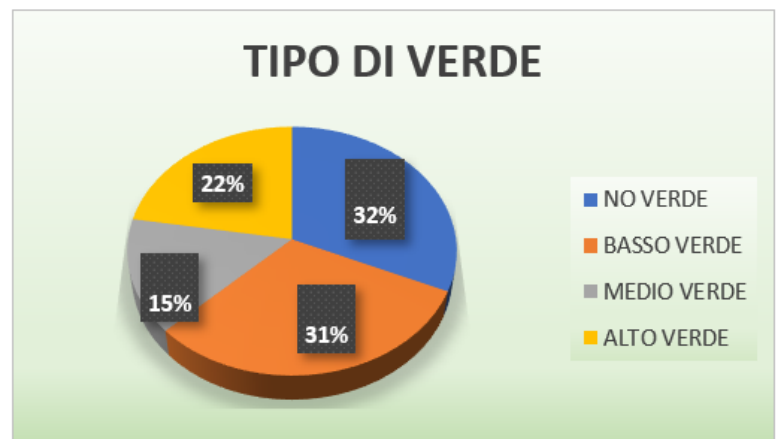




SILVI		
TIPO DI VERDE	m2	%
<i>NO VERDE</i>	1802878,51	40,28%
<i>BASSO VERDE</i>	1402361,07	31,33%
<i>MEDIO VERDE</i>	562124,48	12,56%
<i>ALTO VERDE</i>	708030,83	15,82%
<i>totale</i>	4475394,89	100,00%



PINETO		
TIPO DI VERDE	m2	%
<i>NO VERDE</i>	1.722.375	31,67%
<i>BASSO VERDE</i>	1.692.874	31,13%
<i>MEDIO VERDE</i>	807.835	14,85%
<i>ALTO VERDE</i>	1.215.353	22,35%
<i>totale</i>	5.438.437	100,00%

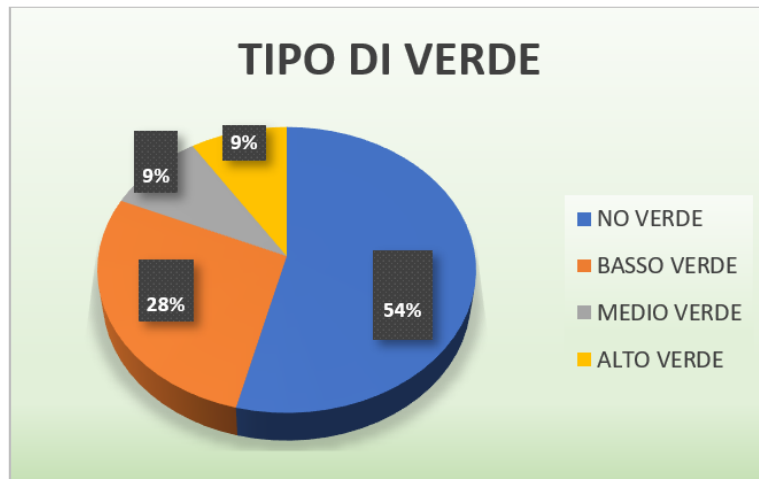




**SAVI - 4 CLASSI
PINETO
SILVI**

- NO VERDE
- BASSO VERDE
- MEDIO VERDE
- ALTO VERDE

PESCARA		
TIPO DI VERDE	m2	%
NO VERDE	7.224.715	53,93%
BASSO VERDE	3.714.362	27,73%
MEDIO VERDE	1.240.054	9,26%
ALTO VERDE	1.217.153	9,09%
<i>totale</i>	13.396.283	100,00%





Le 4 classi rappresentano:

- NO VERDE: la non presenza di verde e verde poco rilevante;
- BASSO VERDE: verde di bassa qualità (SAVI basso);
- MEDIO VERDE: verde di media qualità (SAVI medio);
- ALTO VERDE: verde di alta qualità (SAVI alto).

In generale, nel perimetro allargato di ciascun comune si nota una bassa percentuale del verde di alta qualità; solo Pineto supera il 20% di verde di alta qualità, sicuramente influenzato positivamente dalla presenza della lunga pineta costiera. La parte artificiale costruita, ricadente nella classe "NO VERDE", nei comuni in media varia dal 30 al 55%, la maggior parte. Per il resto, si può affermare che c'è una predominanza di verde di qualità medio-bassa.

3.2 Caratterizzazione della qualità delle classi SAVI

Dalla comparazione tra le analisi effettuate e l'indice SAVI riclassificato, emergono delle relazioni che si ripetono. In generale, l'indice SAVI è influenzato ovviamente dalla copertura vegetale, quindi dal tipo di copertura vegetale (arborea o meno, verticale o meno), dal vigore e della densità del verde.

Dalle analisi è emersa una particolare relazione tra indice SAVI e densità: infatti, in aree con una copertura di specie vegetali alta l'indice SAVI era alto.

Nella fig.26 è riportato un esempio tra l'indice SAVI di qualità bassa con colore giallo proprio davanti al mare (immagine a destra, lato sinistra) e l'effettiva situazione reale.



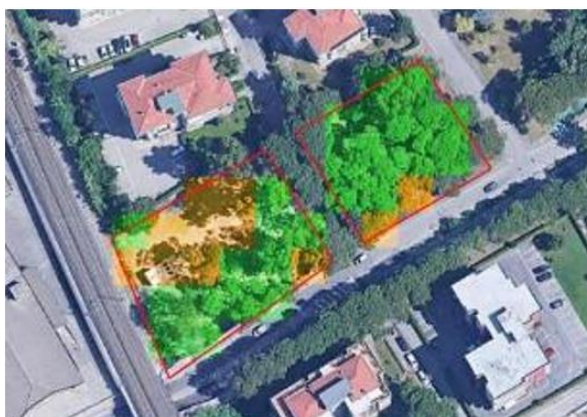
Area con SAVI in 4 classi



Particolare della situazione di BASSO VERDE

fig.26 Confronto tra SAVI e realtà

Nella fig.27 è riportato un esempio tra l'indice SAVI di qualità media con colore arancione e l'effettiva situazione reale.



Area con SAVI in 4 classi



Particolare della situazione di MEDIO VERDE

fig.27 Confronto tra SAVI e realtà

L'età di impianto influisce sull'indice SAVI in relazione al fatto che piante giovani hanno una chioma poco sviluppata e quindi la copertura vegetale è bassa, mentre per piante adulte la chioma è di grandi dimensioni e ben sviluppata con un vigore alto.

La densità influisce sul SAVI poiché il SAVI dipende dalla riflettanza della vegetazione e ampi spazi dove non è presente la vegetazione arborea conferirà un indice basso (es. giardino pubblico o prato in confronto ad una pineta).

Per quanto riguarda il vigore, è stato ben descritto nel capitolo precedente.

Da queste analisi, quindi, si è potuto generalizzare andando ad individuare le caratteristiche che portano quella porzione di area o intera area a rientrare in una classe e non in un'altra.

La tabella 10 mostra queste caratteristiche per ogni classe.

Tab.10. Caratteristiche delle classi del verde

BASSO VERDE		
DATI VEGETAZIONE	TIPOLOGIA DI VERDE	orizzontale
	TIPOLOGIA DI VEGETAZIONE	arbustiva
	ETA IMPIANTO	senescente
	VIGORE (UKFC)	basso - scarso
	DENSITA	scarsa
MEDIO VERDE		
DATI VEGETAZIONE	TIPOLOGIA DI VERDE	verticale - orizzontale
	TIPOLOGIA DI VEGETAZIONE	arborea - arbustiva
	ETA IMPIANTO	neo-impianto
	VIGORE (UKFC)	discreto
	DENSITA	adeguata

ALTO VERDE		
DATI VEGETAZIONE	TIPOLOGIA DI VERDE	orizzontale
	TIPOLOGIA DI VEGETAZIONE	arbustiva
	ETA IMPIANTO	senescente
	VIGORE (UKFC)	basso - scarso
	DENSITA	scarsa

Per quanto riguarda i filari alberati, non è stato possibile attingere al SAVI riclassificato poiché la dimensione del pixel di 10m non permetteva una correlazione precisa e corretta. Questi mostrano delle situazioni molto varie e diversificate.

I filari analizzati, infatti, presentavano delle aiuole con basso spazio a disposizione, a volte non presentano nemmeno l'aiuola ma direttamente l'asfalto fino al colletto. In alcuni casi gli alberi sono stati messi a dimora troppo fitti, non rispettando il sesto d'impianto regolare al fine di non avere competizione tra le chiome. Alcuni esempi sono riportati in figura 28.



Filare con aiuola



Filare senza aiuola

fig.28 Situazione ricorrente dei filari alberati

4. ANALISI DELLA QUALITÀ AMBIENTALE DEI SUOLI URBANI

La presenza, diffusione e corretta gestione del verde urbano rappresenta uno dei punti cardine nei modelli di sostenibilità dell'ambiente costruito. Nonostante ciò, nelle politiche di pianificazione, soprattutto in Italia, non vengono quasi mai considerate le caratteristiche e la qualità dell'elemento che supporta l'esistenza stessa del verde urbano: il suolo. Non è facile definire cosa sia un suolo urbano, né quali siano i limiti sino a cui un suolo può considerarsi tale.

La frammentazione degli habitat tipica del paesaggio urbano e l'ampio spettro di utilizzo del territorio determina una forte variabilità delle caratteristiche chimico/fisiche/biologiche delle coperture pedologiche. Un mosaico che spazia da suoli in condizioni naturali/seminaturali (es. ville storiche, grandi parchi urbani, aree protette urbane e periurbane, aree agricole periferiche), sino a suoli profondamente alterati, suoli coperti da superfici impermeabili/semi-permeabili o suoli costruiti ex-novo (es. aree ex industriali, argini e terrapieni, aiuole spartitraffico).

I suoli interni o prossimi alle aree urbane, quando non ricadenti in aree protette, possono subire rapidi cambiamenti d'uso che spesso si concludono con l'impermeabilizzazione, cioè con la perdita irreversibile delle sue funzioni originarie (Ajmone Marsan, 2008). Si tratta di suoli in cui le modificazioni subite dal "parent material" non sono più riconducibili alla morfologia o al clima ma alla successiva azione dell'uomo che subentra come principale agente di formazione (suoli antropogenici).

Secondo alcuni autori il suolo urbano può essere definito come "un suolo non agricolo, caratterizzato da un orizzonte superficiale artificiale di almeno 50 cm di spessore, che rappresenta il prodotto della combinazione, del riporto e della contaminazione di materiale di origine antropica in aree urbane e suburbane" (Craul, 1992). Secondo altri autori, invece, non solo i terreni disturbati ma tutti i suoli che gravitano nel contesto urbano possono essere considerati "suoli urbani", inclusi quelli relativamente indisturbati che si ritrovano in aree ricreative come le zone destinate a picnic, parchi, giardini, etc. (Laker, 2007).

In questo concetto "esteso" di suolo urbano ricadono quindi anche tutti i suoli che pur essendo in condizioni relativamente naturali, subiscono l'influenza delle trasformazioni ambientali legate alla presenza e all'espansione urbana (es. regime di umidità e temperatura, inquinamento) (Pouyat et al., 2010) contribuendo allo stesso tempo alla mitigazione degli effetti delle trasformazioni ambientali. Anche quando modificati dall'attività umana i suoli continuano, sia pur con funzionalità legate al grado di alterazione, a fornire gli stessi fondamentali servizi ecosistemici offerti da suoli naturali indisturbati: il suolo, anche nel contesto urbano, è in grado di limitare gli effetti delle sostanze inquinanti, può provvedere allo stoccaggio di carbonio e dei nutrienti minerali, può ospitare una notevole biodiversità e può regolare il ciclo idrologico attraverso l'assorbimento e la ritenzione di acqua al suo interno (Pouyat et al., 2010).

I suoli garantiscono la funzione estetico-paesaggistica culturale delle aree verdi e sono essenziali per la conservazione della biodiversità (fig. 29).

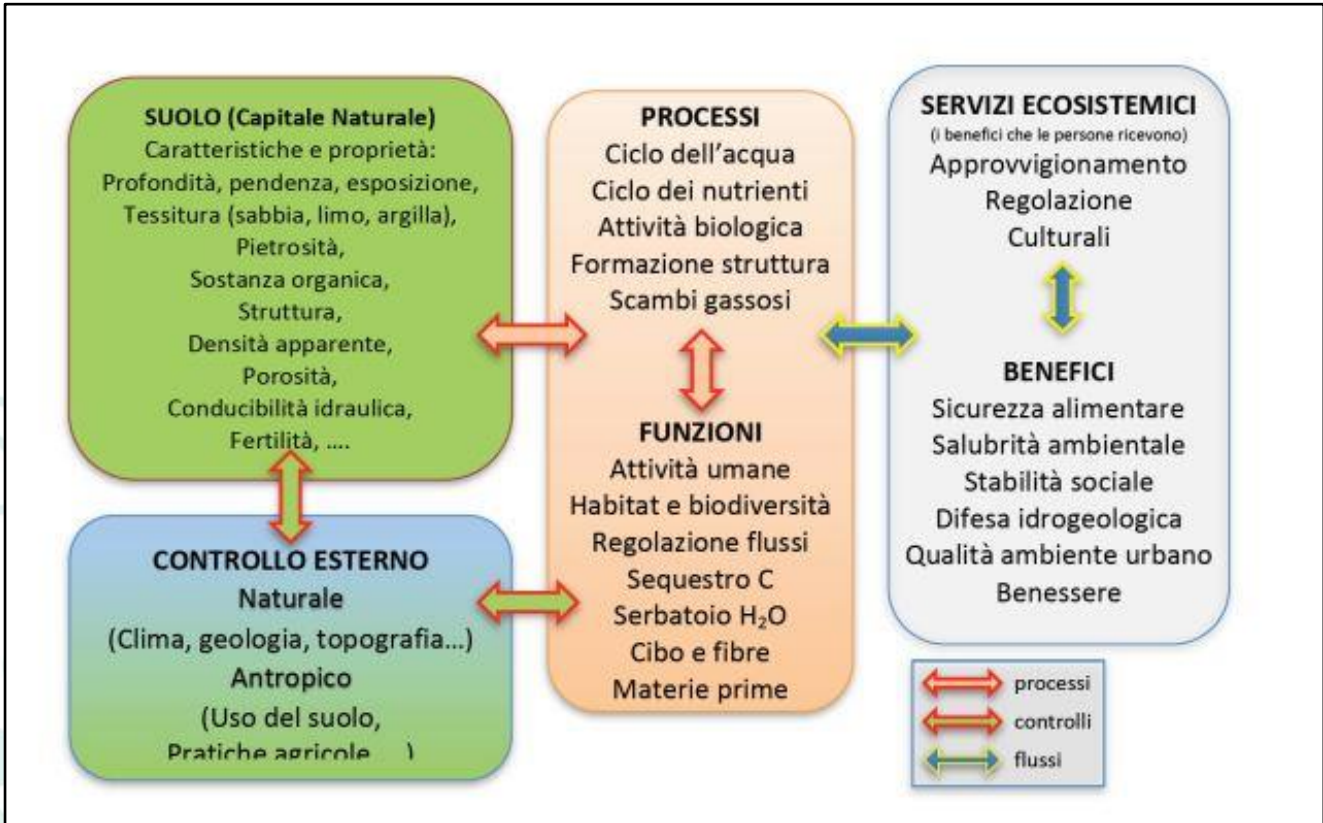


fig.29 Schema delle relazioni, flussi, controlli e processi, tra il suolo e i servizi ecosistemici

Nella comunità scientifica è in corso da tempo il dibattito per definire una tassonomia dettagliata sui suoli antropogenici vista l'oggettiva difficoltà nel distinguere suoli naturali, debolmente modificati, parzialmente modificati, completamente modificati o totalmente prodotti dall'uomo (Curtaz et al., 2013). Per trovare una collocazione nella Soil Taxonomy della USDA è nata nel 1995 una Commissione ad hoc (ICOMANTH – International Committee on Anthropogenic Soils) con l'obiettivo di stabilire i criteri principali in grado di individuare specifiche classi da inserire nel sistema di classificazione americano. Nelle diverse edizioni della classificazione sono state proposte categorie che potessero identificare quei suoli fortemente influenzati dall'attività umana (con artefatti, con materiali organici provenienti da discariche, con materiali derivanti da dragaggi, ecc.) (Galbraith et al., 2002; Galbraith, 2012; Wilding & Ahrens, 2002) Il WRB-World Reference Base (IUSS, 2014), evoluzione del sistema FAO e classificazione di riferimento per i suoli europei, prevede due Gruppi di Suoli di Riferimento influenzati più o meno profondamente dall'attività umana:

- **Anthrosols:** suoli modificati da prolungate attività umane e caratterizzati al loro interno dalla presenza di orizzonti diagnostici con spessori di almeno 50 cm rappresentativi di irrigazioni prolungate nel tempo, vecchie pratiche agricole, lavorazioni profonde, fertilizzazioni intensive, applicazioni prolungate di residui organici, etc.
- **Technosols:** suoli che possono aver subito o meno trasporto. Per rientrare in questa categoria, i suoli devono contenere almeno il 20% di artefatti nei primi 100 cm, avere un orizzonte continuo ed impermeabile nel primo metro di suolo oppure presentare degli orizzonti artificiali induriti nei primi 5 cm del profilo, estesi orizzontalmente per almeno il 95% della superficie del suolo.

In linea di massima nella prima categoria possono essere inseriti i suoli in cui l'attività umana si è sovrapposta alla naturale evoluzione pedogenetica come in alcuni suoli delle aree periurbane, dei parchi e dei giardini interni all'urbano consolidato. Nei tecnosuoli rientrerebbero, invece, tutti i suoli caratterizzati da una origine "tecnica" che hanno cioè subito una vera e propria manipolazione antropopedogenetica, come nelle opere civili ed infrastrutturali, nei luoghi interessati da attività industriali o militari, nelle attività estrattive, nelle colmate con materiali di risulta derivanti da demolizioni, etc.

Nella fig. 30 è riportata una classificazione dei suoli urbani in base alla loro localizzazione ed alla funzionalità all'interno del tessuto urbanizzato.

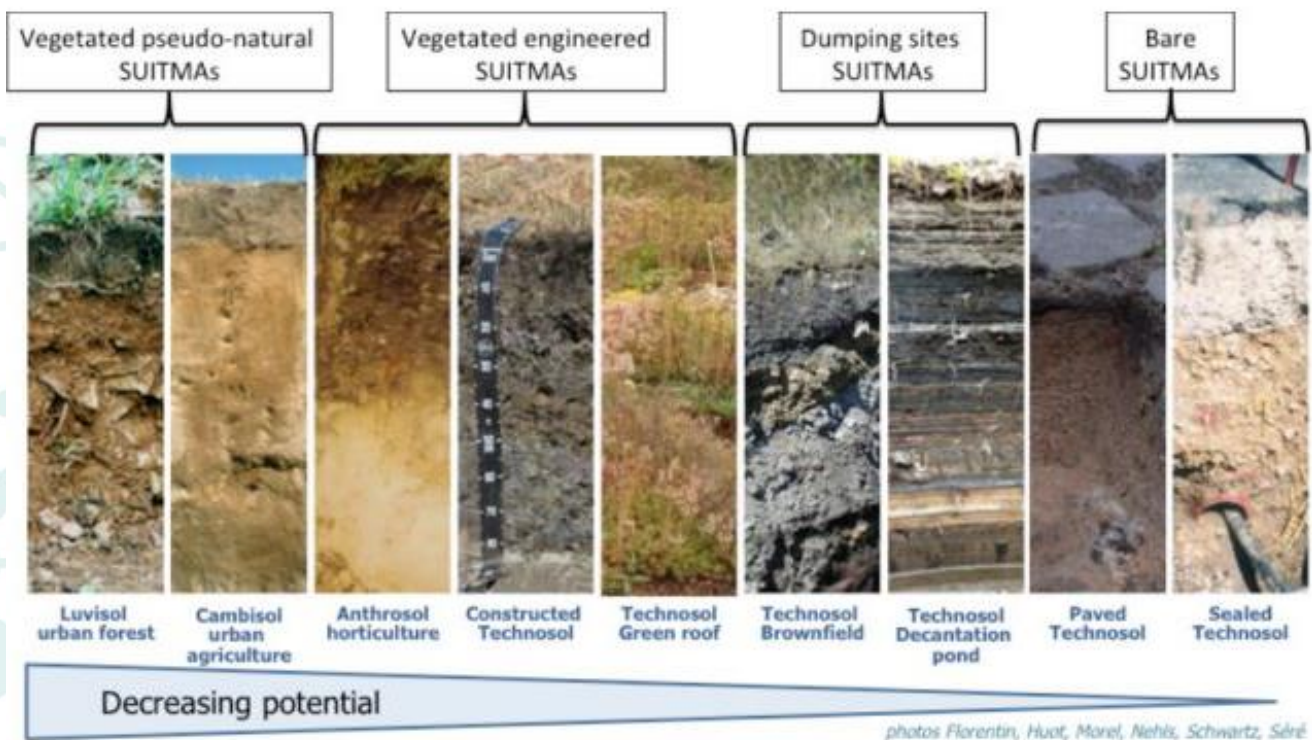


fig.30 Gruppi di suoli urbani (SUITMA) in funzione della loro funzionalità potenziale (Morel et al., 2015)

La rapida espansione dei centri urbani ha fatto sì che estese quantità di territorio venissero perse a scapito di suoli agricoli, naturali e/o forestali: negli ultimi anni il consumo di suolo in Italia è cresciuto ad una media di 8 m² al secondo e la serie storica dimostra che si tratta di un processo che dal 1956 non conosce battute d'arresto. Si è passati dal 2,8% del 1956 al 6,9% del 2010, con un incremento di 4 punti percentuali. In altre parole, sono stati consumati, in media, più di 7 metri quadrati al secondo per oltre 50 anni (ISPRA, 2014). Il riflesso sui suoli di questo continuo processo è molteplice. Dalla totale asportazione, alla loro più o meno profonda alterazione, alla realizzazione di nuovi suoli. All'interno della "pedo-diversità" urbana, escludendo i suoli che possono essere considerati disturbati in modo poco significativo, i suoli antropogenici presentano tipiche caratteristiche e problematiche (Craul, 1992):

- Grande variabilità verticale e spaziale: le proprietà di un suolo naturale variano gradualmente sia arealmente sia verticalmente. In un suolo urbano i passaggi verticali tra gli orizzonti e spaziali tra i tipi di suolo possono essere repentini e variano in funzione dell'evoluzione delle attività umane e delle tipologie insediative.

- Modifica della struttura, compattazione, perdita di sostanza organica: in molti suoli urbani si registrano fenomeni di compattazione, legati al calpestio o al passaggio di mezzi meccanici, con forte limitazione della infiltrazione delle acque meteoriche nel suolo. La rimozione della lettiera, pratica comune in aiuole e giardini, riduce l'apporto di sostanza organica e nutrienti nel suolo. La scarsità di sostanza organica favorisce lo sviluppo di fenomeni erosivi che possono essere particolarmente intensi sui suoli privi di copertura vegetale.
- Riduzione della biodiversità edafica: La riduzione della quantità di aria e acqua disponibile legata alla compattazione, la scarsità di sostanza organica ed i fenomeni di contaminazione diffusa possono compromettere fortemente la qualità biologica del suolo.
- Alterazione della reazione del suolo: valori mediamente alti di pH si registrano nei suoli limitrofi alle arterie stradali, a costruzioni civili o impianti industriali; la principale conseguenza è una generale alterazione nel bilancio dei nutrienti presenti nel suolo stesso.
- Alterazione dei regimi di temperatura del suolo: le aree urbane creano isole di calore rispetto alle campagne circostanti; pertanto, la radiazione solare su un suolo urbano è senz'altro maggiore di quella riscontrabile su un suolo rurale o boschivo. Ad una generale, con le dovute eccezioni, scarsità di colture vegetale si associa una forte riduzione degli orizzonti organici superficiali in grado di schermare la quantità termica irradiata. Tutto questo provoca condizioni particolarmente sfavorevoli per la crescita delle radici e alla attività biologica del suolo.
- Contaminazione puntuale e diffusa: un suolo urbano può contenere un'alta percentuale di materiale antropico sotto forma di vetro, plastica, metallo, asfalto o rifiuto solido in generale la cui decomposizione può liberare una serie di contaminanti in grado di interferire con il ciclo dei nutrienti, portando ad una perdita irreversibile di biodiversità edafica. Oltre ai possibili inquinamenti puntuali legati ad attività industriali, di gestione dei rifiuti, sversamenti accidentali o deliberati al suolo ecc., un ruolo importante è senz'altro costituito dalle fonti di inquinamento diffuso, come il traffico veicolare, in grado di far aumentare le concentrazioni di metalli pesanti nei suoli anche oltre i limiti di legge. La contaminazione dei suoli urbani da parte dei metalli pesanti può rappresentare, pertanto, una seria problematica per la salute umana anche per la possibile presenza di concentrazioni elevate in luoghi normalmente frequentati anche da soggetti altamente sensibili, come nei giardini urbani.

L'esistenza di spazi verdi ed aree rurali nel tessuto urbano, anche quando frutto casuale di uno sviluppo disordinato e non di una specifica progettualità, rappresenta una risorsa territoriale importante (Paolanti, 2008). Tali spazi, infatti, possono costituire elementi per la costruzione di reti ecologiche con obiettivi plurimi legati al miglioramento della qualità ambientale, conservazione della biodiversità, promozione dell'agricoltura urbana e forestazione urbana, alla fornitura di opportunità per la ricreazione, così come per l'educazione ambientale, la vita all'aria aperta ed il miglioramento dei paesaggi urbani, in sostanza al riequilibrio ambientale ed ecologico degli ambienti urbani (Di Lorenzo & Di Gennaro, 2008; Chiesura & Sanesi 2008).

4.1 Metodologia analisi qualità del suolo

Per analizzare la qualità del suolo del litorale adriatico si è deciso in questa fase di calcolare un indice satellitare che esprime il contenuto d'acqua presente nella vegetazione e il contenuto di umidità nel terreno. Valori alti dell'indice mostreranno alte quantità di umidità e viceversa, potendo così classificare i terreni con la presenza più o meno rilevante di stress idrico; questa presenza è correlata con la qualità del suolo e delle sue proprietà. Analisi più approfondite saranno effettuate durante le azioni dimostrative C3.

Il contenuto di acqua nella vegetazione e nel suolo sta a significare che il suolo è ben strutturato e riesce a trattenere l'acqua per le piante (la cosiddetta "riserva facilmente utilizzabile"), mentre in zone dove la presenza di acqua è bassa siamo di fronte ad un suolo destrutturato con bassa capacità di ritenzione idrica e/o bassa capacità filtrante (compattamento). L'indice calcolato è l'NDMI (Normalized Difference Moisture Index).

Mediante le medesime immagine satellitari usate per il calcolo dell'indice SAVI, si è proceduto ad indagare la qualità del suolo tramite il calcolo dell'indice NDMI.

Le immagini sono state processate mediante diverse operazioni di *geoprocessing* all'interno di software GIS, con cui sono stati convertiti i dati grezzi dei pixel delle bande elettromagnetiche NIR (numero 8) e SWIR (numero 11) attraverso l'uso della formula:

$$NDMI = (NIR-SWIR)/(NIR+SWIR)$$

in cui NIR è la banda del vicino infrarosso (banda 8) e SWIR è la banda 11. I valori di NDMI sono compresi tra -1 e 1. Valori negativi prossimi a -1 corrispondono alla presenza di suolo nudo, mentre valori attorno allo 0 (da -0,2 a 0,4) rappresentano condizioni di stress idrico. Per NDMI compreso tra 0,4 a 1, non vi sono né problemi di sviluppo vegetativo né stress idrico (Antognelli, 2018).

L'NDMI descrive i valori di un eventuale stress idrico di una coltura o di un'area con copertura vegetale.

I singoli pixel delle immagini così calcolate (20 metri/pixel) esprimono un valore continuo da minore di zero (<0) a maggiore-uguale a 1 (>=1) restituendo rispettivamente le aree a copertura impermeabile (edificato, assenza di vegetazione, ecc.) e quelle a basso stress idrico; nel mezzo, con valori compresi tra -0,2 a 0,4 vi è situazione di stress idrico e quindi bassa qualità del terreno di trattenere acqua (bassa struttura).

Attraverso l'NDMI è stata eseguita la mappatura dell'intera area di interesse (perimetro 'ristretto' e 'di scenario') del territorio costiero adriatico come riportato nel paragrafo successivo.

Tali aree saranno oggetto di approfondimenti analitici e valutativi per comprenderne al meglio a) lo stato qualitativo del suolo a livello puntuale e b) prevedere interventi di recupero dei suoli.

4.2 Risultati ottenuti

Dall'elaborazione dell'indice NDMI si sono costruite delle mappe per i Comuni del litorale adriatico, tenendo in considerazione il perimetro allargato o "di scenario" visto. Di seguito si riportano le tavole dei vari comuni (da fig.31 a fig.35) e alcuni focus di approfondimento (fig.36).

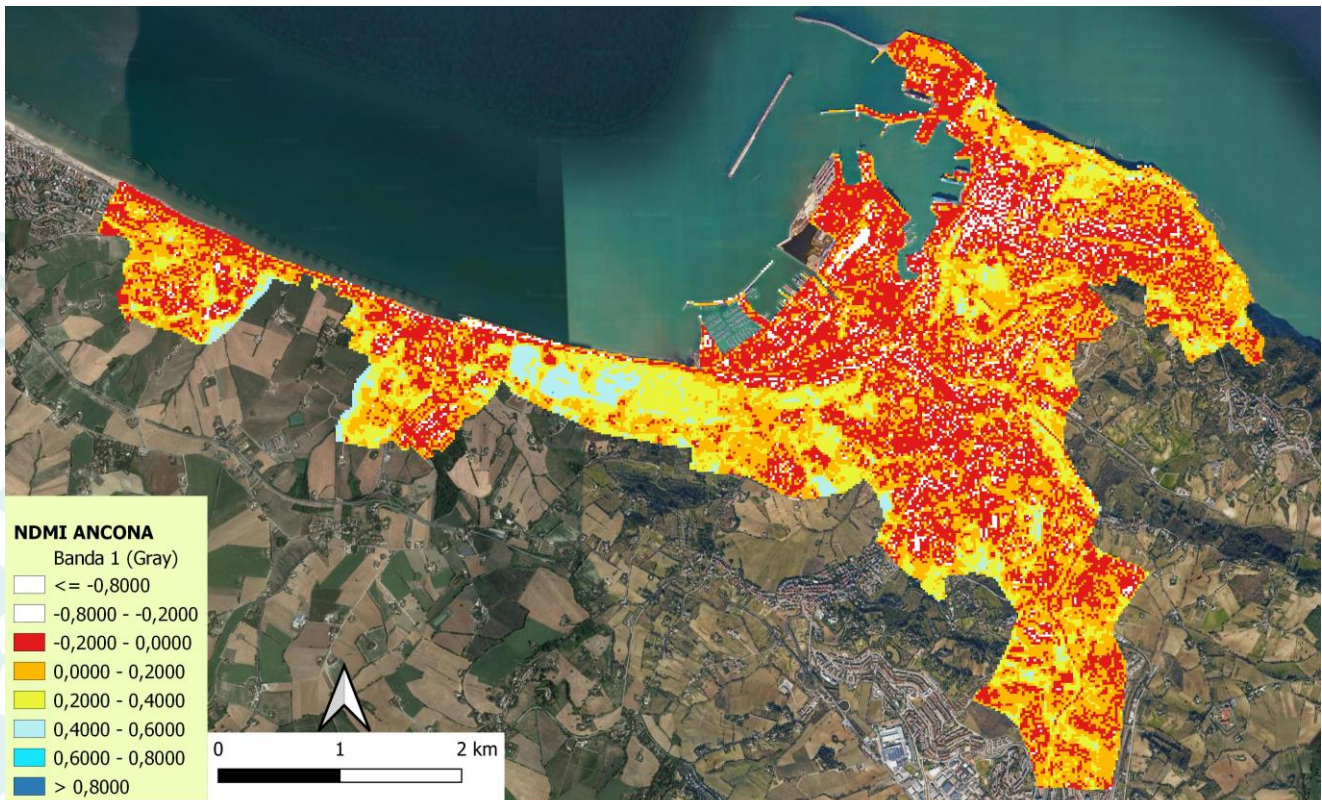


fig.31 In evidenza l'indice NDMI calcolato per il Comune di Ancona

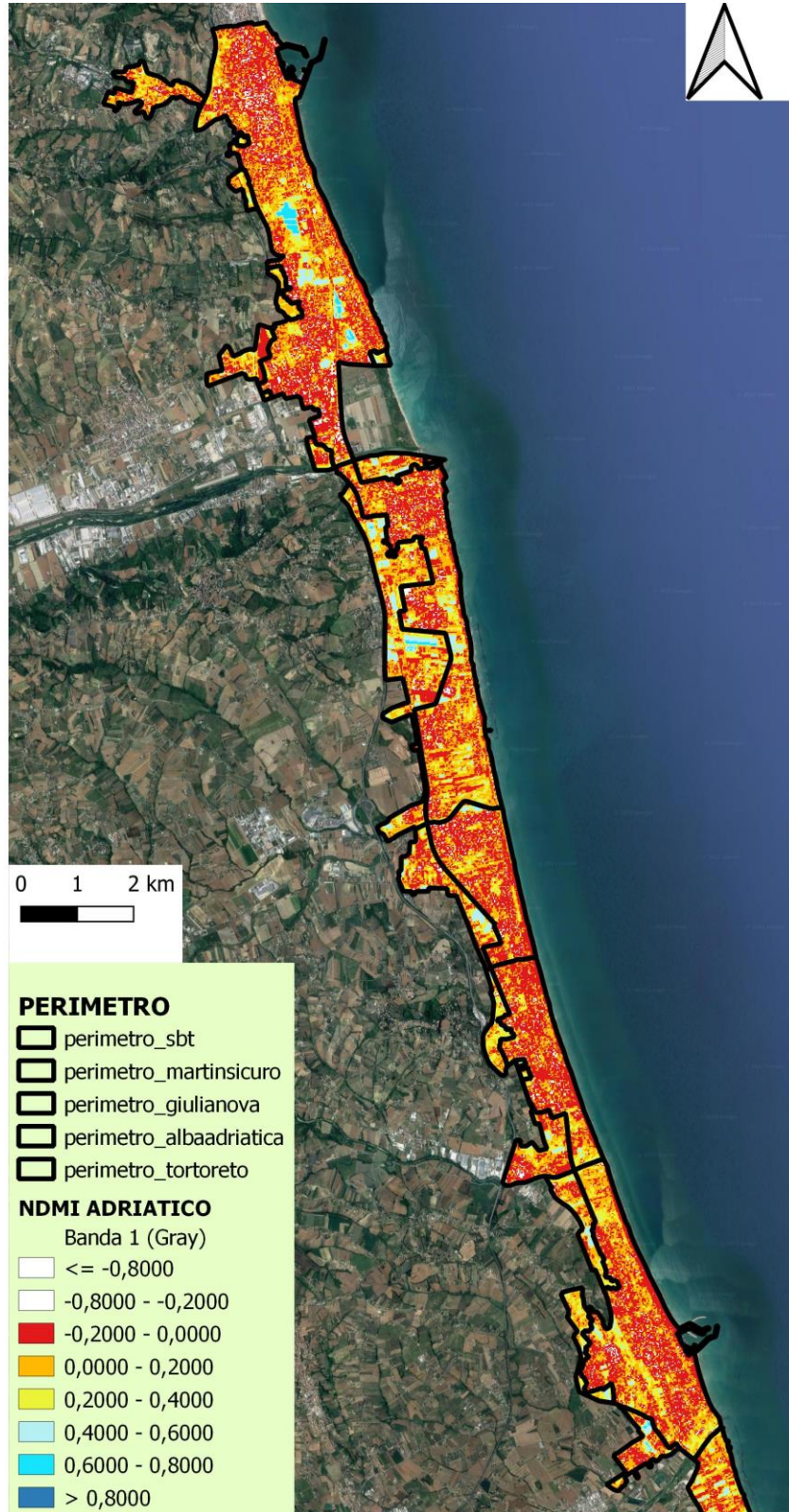


fig.32 In evidenza l'indice NDMI calcolato per i Comuni di San Benedetto del Tronto, Martinsicuro, Alba Adriatica e Tortoreto

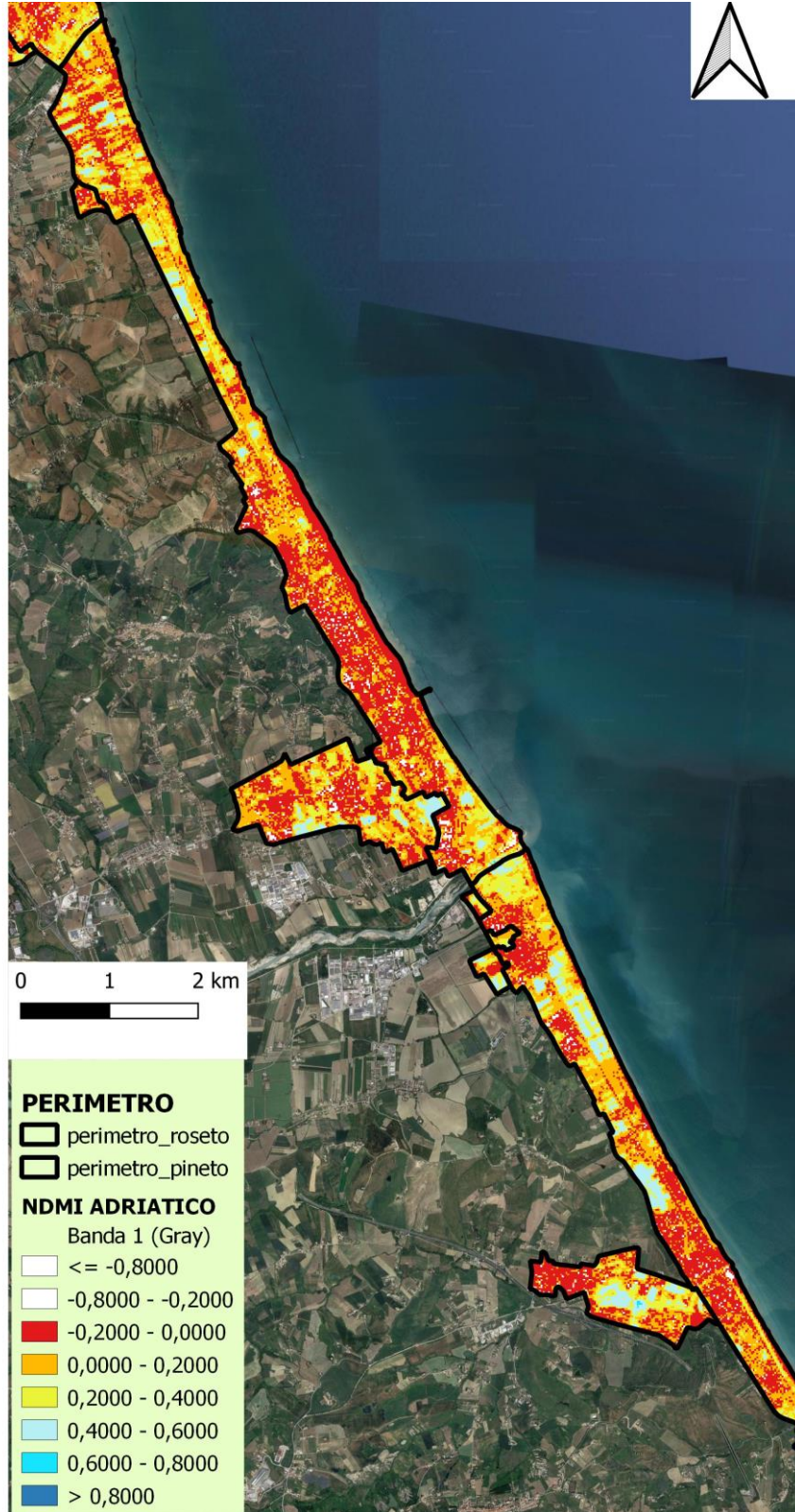


fig.33 In evidenza l'indice NDMI calcolato per i Comuni di Roseto e Pineto



fig.34 In evidenza l'indice NDMI calcolato per i Comuni di Pineto e Silvi

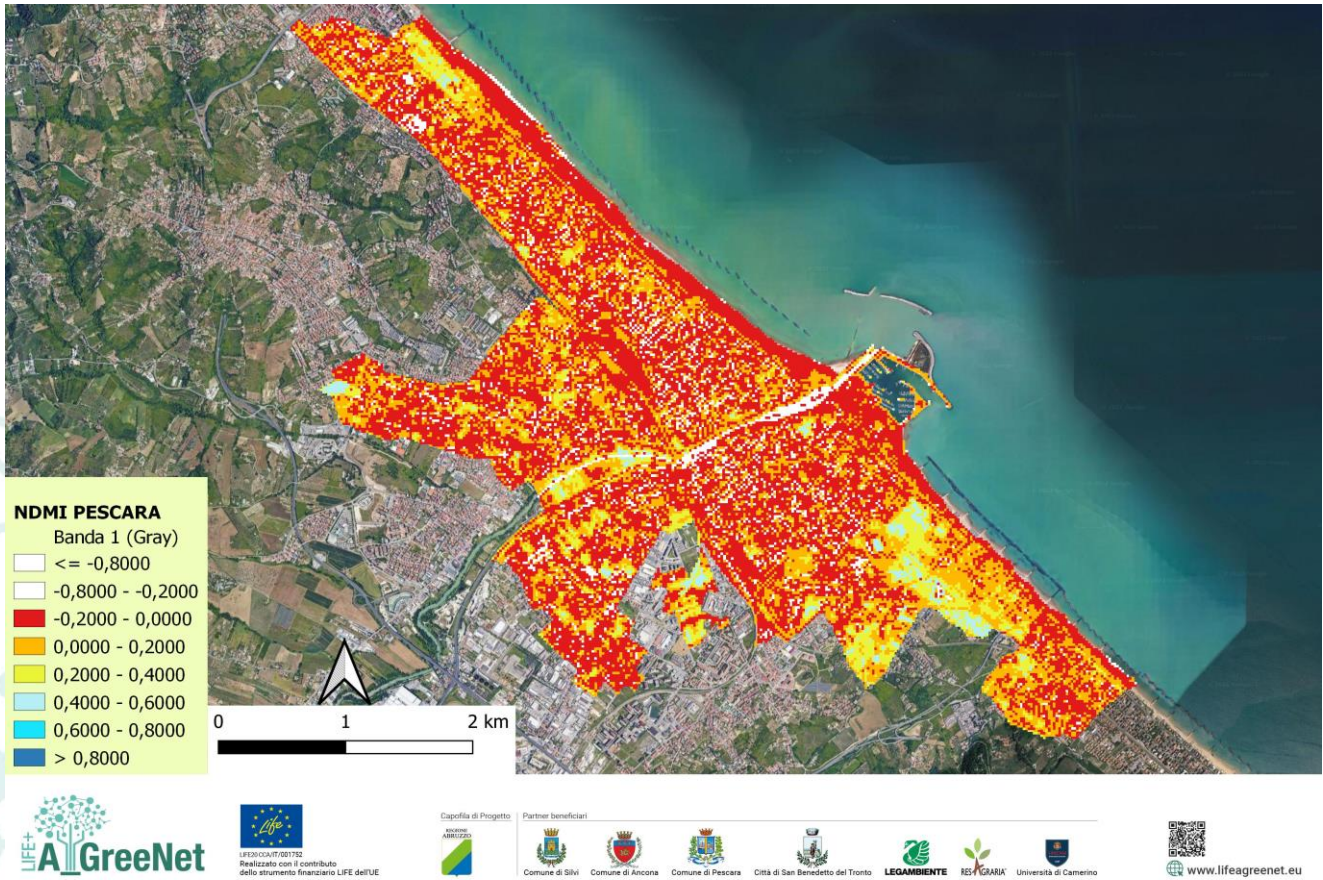


fig.35 In evidenza l'indice NDMI calcolato per il Comune di Pescara

La legenda dell'indice NDMI mostra il contenuto di acqua e umidità presente sulla vegetazione e sui suoli e indica quindi zone con stress idrico e zona in assenza di stress idrico; la presenza di acqua è strettamente legata alle caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche del suolo che con la loro interazione influenzano la capacità di ritenzione idrica o meno.

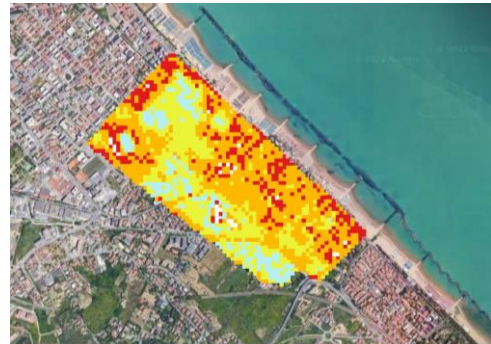




fig.36 Focus su alcune delle aree pilota del progetto con la diversificazione dell'indice NDMI

Quindi un suolo ben strutturato, ad esempio, con una buona ripartizione di macro e micropori ha una capacità di ritenzione idrica ben superiore ad un suolo destrutturato. Concorre al tipo di suolo e quindi alla presenza di acqua nel terreno stesso anche la granulometria del suolo: infatti, suoli sabbiosi sono caratterizzati da una scarsa trattenuta idrica e l'acqua viene persa per lisciviazione rapidamente; al contrario, i terreni argillosi sono caratterizzati da una granulometria molto più fine rispetto alla sabbia con una capacità di trattenuta delle particelle dell'acqua alta per capillarità e forze di tensione-coesione (fig.37).

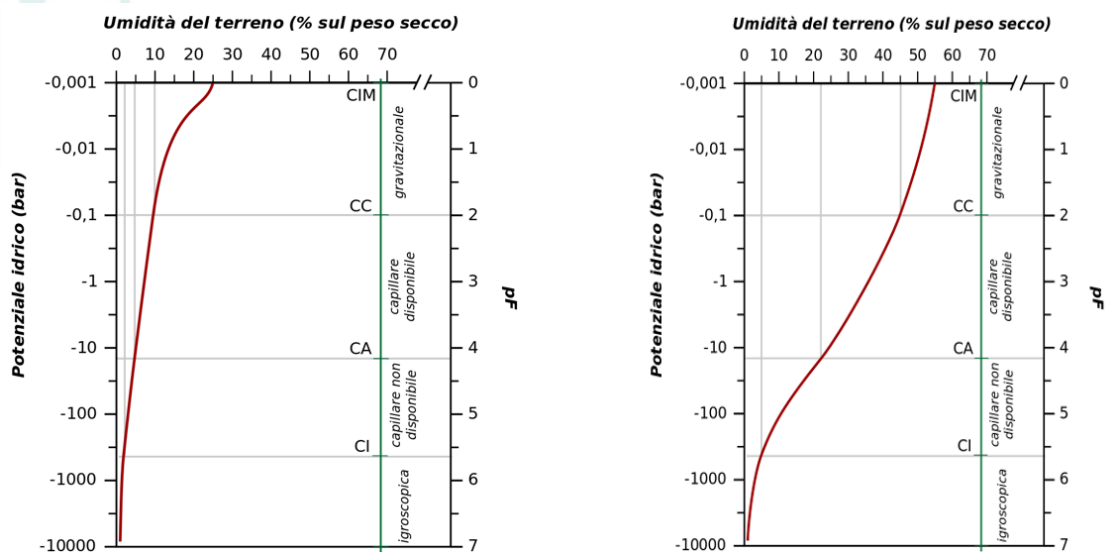


fig.37 Curve di ritenzione idrica dei suoli sabbiosi (a sinistra) ed argillosi (a destra)

Nei suoli delle aree litoranee esaminate nel progetto prevalgono terreni sabbiosi sul litorale, sabbie fini recenti poco più all'interno e terreni alluvionali in prossimità della foce dei vari corsi d'acqua. In ambito urbano, a queste condizioni si aggiunge il compattamento frequente dato dal calpestio umano, ad esempio, che abbassa la capacità di infiltrazione dell'acqua con problemi.

La classificazione effettuata con l'indice NDMI (fig.38) ha permesso di vedere dove vi è stress idrico e dove non vi è stress idrico, in relazione alla qualità del suolo: infatti, là dove vi è stress idrico la causa principale risiede nel tipo di terreno che evidentemente non riesce a trattenere acqua per le piante o è compattato per cui l'acqua non riesce ad infiltrarsi.

Si premette che la risoluzione spaziale del pixel dell'indice di 20m non permette una valutazione accurata ma conferisce l'idea dell'andamento per quanto concerne la qualità dei suoli urbani.

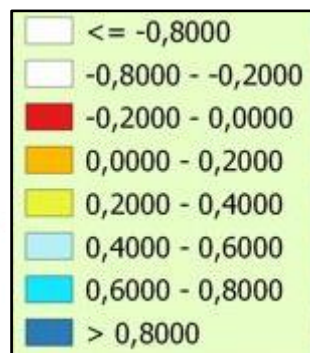


Fig.38 Classificazione indice NDMI

Le zone in bianco sono quelle urbanizzate o suolo nudo; dal rosso al giallo vi è presenza di stress idrico, quindi, suoli di bassa qualità (destrutturati, compattati...) in modo decrescente; le zone in azzurro e blu sono quelle che non hanno problemi di stress idrico e quindi sono terreni di buona qualità, che permettono di conferire alle piante una buona quantità di riserva di acqua grazie alle loro caratteristiche favorevoli relative soprattutto alla struttura.

Come si nota dagli elaborati grafici, la maggior parte dei suoli sono compresi nelle classi di stress idrico (zone rosso-arancio-giallo) e ciò sta a significare che la maggior parte dei suoli urbani hanno una bassa qualità.

Nel corso del progetto, verranno effettuate delle analisi più approfondite sui suoli in vista delle azioni dimostrative relative al recupero dei suoli di alcune aree(C3).

Bibliografia

- Ajmone Marsan F. (2008), "Introduzione ai suoli urbani", in *Il Suolo, il Sottosuolo e la Città – V Rapporto*
- Craul J. P. (1992), *Urban Soil in Landscape Design*. John Wiley & Sons, New York
- Curtaz F., Filippa G., Freppaz M., Stanchi S., Zanini E., Costantini E.A.C., (2013), *Guida pratica di pedologia*. Progetto Napea. Ed. Institute Agricole Regional.
- Di Lorenzo A., Di Gennaro A., (2008), *Una Campagna per il futuro. La strategia per lo sviluppo dello spazio rurale nel Piano Territoriale della Campania*. Edizioni CLEAN, Napoli.
- Galbraith J.M., Mount H.R. & Scheyer J.M., (2002), *Anthropogenic Soils*. ICOMANTH Report No. 1 – Version 1.0 CD-ROM. USDA, NRCS, Lincoln, Nebraska.
- Huete A. R. (1988), *A Soil-Adjusted Vegetation Index (SAVI), Remote Sensing of Environment*, 25, 3: pp. 295-309
- IPCC (2014), *AR5 Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*; IPCC: Geneva, Switzerland
- ISPRA (2014), *Il consumo di suolo in Italia*. Edizione 2014. ISPRA, Roma, Rapporti 195/2014.
- ISPRA (2009), *Gestione ecosistemica delle aree verdi urbane: analisi e proposte*; ISPRA: Roma
- IUSS Working Group WRB, (2014), *World Reference Base for Soil Resources*. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. *World Soil Resources Reports No. 106*. FAO, Rome.
- Laker M. C. (2007), *Urban soils*. In: Willy H.V. (ed.). *Land Use, Land Cover and Soil Sciences*.
- Munafò, M. (a cura di), (2021), *Consumo di suolo, dina-miche territoriali e servizi ecosistemici*. Edizione 2021. Report SNPA 22/21
- Montanarella, L., Panagos, P., (2021), *The relevance of sustainable soil management within the European green Deal*. *Land Use Policy* 100, 104950
- Oke T.R., Mills G., Christen A., Voogt J.A., (2017), *Urban Climates*, Cambridge University Press
- Paolanti M., 2008. *Il pedologo in ambito urbano*. Atti convegno: *I suoli in ambiente urbano: la conoscenza, l'uso e la gestione per la realizzazione delle opere a verde pubblico*. AIP-SIGEA, Siena, 16 maggio 2008
- Pouyat R.V., Szlavecz K., Yesilonis I.D., Groffman P.M., Schwarz K., (2010), *Chemical, Physical, and Biological Characteristics of Urban Soils Chapter 7*. In: Aitkenhead-Peterson J. & Volder A. (eds.) *Urban Ecosystem Ecology*. Agronomy Monograph 55. Madison, WI: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America: 119-152.
- Rosenzweig, C.; Solecki, W.D.; Romero-Lankao, P.; Mehrotra, S.; Dhakal, S.; Ibrahim, S.A., (eds., 2018), *Climate Change and Cities: Second Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network-UCCRN*, 1st ed.; Cambridge University Press: Cambridge, UK; New York, NY, USA; ISBN 978-1-316-60333-8
- World Health Organization, UN-Habitat (2020), *Integrating health in urban and territorial planning: A sourcebook*. Ginevra, Svizzera, ISBN 978-92-4-000317-0
- UN-Habitat. UN-United Nations Human Settlements Programme, (2020), *World Cities Report 2020 - The Value of Sustainable Urbanization*, Nairobi, Kenya, ISBN: 978-92-1-132872-1
- Wright D.J., Harder C., (eds., 2020), *GIS for Science: Applying Mapping and Spatial Analytics, Volume 2*, Esri Press, Redlands, CA, USA, ISBN 978158948

Allegati

Sono allegati al presente documento i seguenti elaborati grafici:

TAV. 0 Quadro d'unione_ Perimetrazioni

TAV. 1 Indice SAVI calcolato per il Comune di Ancona

TAV. 2 Indice SAVI calcolato per il Comune di Pescara

TAV. 3 Indice SAVI calcolato per per i comuni di San Benedetto del Tronto, Martinsicuro, Alba Adriatica; Tortoreto, Giulianova, Roseto; Pineto, Silvi

INTRODUCTION

The Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) has estimated that "Nearly four out of five European citizens live in cities and their quality of life largely depends on the quality of the urban environment" (ISPRA, 2009). Urban areas show more and more characteristics of vulnerability, revealing to be sensitive to the effects of climate change like heat waves, extreme rainfall, drought, air quality, etc.. These effects, that act on densely urbanized fabrics, combined with high volumes of traffic, waste, water waste, degraded areas, low quality and scarcity of green areas, deeply affect the quality of life of the inhabitants, influencing their well-being and health, conditioning the use of urban space, outdoor comfort and management, and its planning and organization.

Among all these issues, urban green is a fundamental element in the mitigation and adaptation to climate change, as well as in offering ecosystem services. It also improves the quality of urban life by filtering the air, creating shaded areas, reducing noise and creating attractive and healthy places where people can spend time and socialize.

Therefore, "good environmental city management cannot neglect this heritage and above all, it cannot ignore its nature as an ecosystem ... this requires a complex strategy also for the disciplinary innovation that its development entails and which concerns not only the ecological sciences, which must compete with an ecosystem in which nature and built environment are inextricably intertwined and interdependent, but also the disciplines concerning landscape design, urban planning and infrastructures. Among the preparatory tools for the development of this strategy, solid knowledge and correct and effectively communicated information represent the first step: in this regard, the role of public entities that must guarantee the production and dissemination of environmental information is central (ISPRA, 2009).

Urban green areas represent a fundamental resource for sustainability and the quality of life in the city. In addition to the known aesthetic and recreational functions, they also contribute to:

- mitigate the pollution of the various environmental matrices (air, water, soil),
- improve the microclimate of cities
- maintain biodiversity

It is therefore important to know the quality and state of conservation of green areas in order to be able to intervene on them and improve their status and the life of citizens in the urban environment.

In this direction, the Life + A_GreeNet Project has set the goal of knowing, analyzing and evaluating the state of conservation of the green areas of the Adriatic coast of the Marche and Abruzzo regions, one of the most urbanized areas in Italy. This trend, even if in recent years it has got slower, continues to increase.

The Report of the Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA) on Land Consumption for the Physiographic Unit UF2 which includes the Marche Region and the Abruzzo Region analyzes the land use/cover transitions that have recently occurred (2012- 2018) along the coastline, highlighting how urban pressures are still conspicuous (Munafò, 2021).

Tab.1. Extent of land use/cover transitions for each of the UF investigated (2012-2018 time frame) - Unit of measurement: Ha. Source : https://webgis.arpa.piemonte.it/secure_apps/consumo_suolo_agportal/?entry=6

Main Coastal Physiographic Unit	From agricultural to urban	From natural to urban	From agricultural to natural	From natural to agricultural	% of the total transitions from other use to urban/altro uso a urbano	Surface subject to change of use / coverage
UF2	183,17	54,68	56,43	23,22	24,246	981

The massive presence of urbanization on the coastal strip of the Middle Adriatic has brought a progressive reduction of natural and semi-natural environment surfaces and an increase in their isolation. The resulting effects of reducing ecological connectivity affect the resilience and ability of habitats to provide ecosystem services, promote air quality in an urban environment, and the health of city dwellers. Limiting the fragmentation of the territory and landscape is one of the key elements for protecting, conserving, and improving the EU's natural capital (7th EAP General Program of Action of the Union on the Environment) and must therefore be included among the aspects to be considered in territorial and landscape planning at different territorial levels. Ispra assessed the level of fragmentation through the effective mesh density, identifying 5 classes of fragmentation (Table 2) in line with the indicator implemented by the European Environment Agency Landscape fragmentation indicator effective mesh density (Seff).

Tab.2. Classes of fragmentation

Fragmentation classes used for Seff analysis (n° meshes per 1.000 km²)	Fragmentation class
(0 - 1,5]	Very low
(1,5 - 10]	Low
(10 - 50]	Medium
(50 - 250]	High
> 250	Very high

From the Ispra surveys (fig. 1) it emerges that the areas of greatest fragmentation (class: very high) in the case of the Adriatic coast and specifically of the Marche and Abruzzo regions concern the areas that are closest to the coast and correspond (red areas) to the 27.06% of the areas in 2021 for the Marche with a slight increase compared to 2012, as well as in the Abruzzo Region (17, 93%) in 2021.

With reference to the municipal level in 2020 (Ispra data on a municipal basis), the Municipality of Pescara for the Seff 5 index (very high class) has a value of 97.86%; Giulianova 93.64%; Roseto degli Abruzzi, 97.78 %; in the case of San Benedetto del Tronto 88.57%.

Ispra relates the strong correspondence between fragmentation and urbanization with respect to the different degrees of density of artificial coverage.

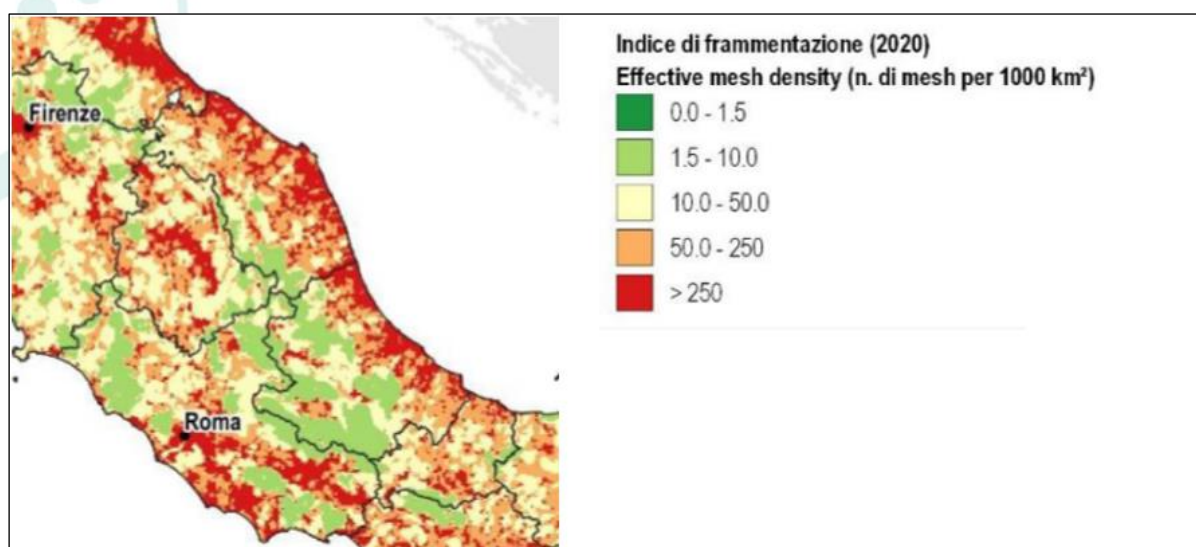


fig.1 Fragmentation index (effective mesh density) on a regular grid at 1 km² in 2020. Lower values of the index identify lower levels of fragmentation. Source: ISPRA elaborations on SNPA cartography.

The ground temperature in urban areas often has higher values than in the surrounding agricultural and natural areas, resulting in the phenomenon called urban heat island, in relation to various factors that often affect the intensity of heat waves, especially in the summer months.

Some of these factors are the arrangement and concentration of built areas, the presence of vegetation and the circulation of winds. In particular, the high density of soil consumed and the absence of tree cover in our cities are characteristics that influence the *land surface temperature* (LST), i.e. the temperature measured at the level of land cover) which is often higher in more compact urban areas than in suburban areas.

The report shows how the presence of trees affects the urban climate; in fact, the temperature differences between the areas with no tree cover and those with tree cover were calculated according to the variation of the altitude bands and the density of soil consumed.

In the Marche region, in areas below 200 m above sea level, the urban areas without trees have an LST higher than the wooded areas of about 0.8 ° C; in rural areas, there is a temperature difference of 1.9 ° C due to the high presence of bare or poorly vegetated soils; in suburban areas it is 0.8; in Abruzzo, on the other hand, there is a difference of 0.4 ° C in compact urban/artificial areas and 1.2 ° C with agricultural areas due to greater vegetation (Table 3).

The importance of vegetation for the city's inhabitants' health is also associated with Soil Health, which refers to the soil as a living organism to be kept in good health in order to guarantee the health of people (Montanarella and Panagos, 2021): a healthy soil provides us with the ecosystem services we need for our health. The balance between supply and demand for ecosystem services in a deficit situation can trigger non-virtuous circles between human activities and services in support of life and therefore also damage health.

Tab.3. Average LST temperature difference in ° C for the 2017-2019 summer months between areas covered with trees and areas not covered with trees. Source: ISPRA elaborations on SNPA cartography and MODIS data (Extract-Re-elaboration)

Altitude < 200 m

Region	Rural areas /absent or sparse artificial	Suburban / medium artificial / low density areas	Urban areas / compact artificial
Marche	1,9	1,8	0,8
Abruzzo	1,2	1,0	0,4
Italia	1,6	1,4	0,8

The Life + A_GreeNet project aims to counteract the current fragmentation of green areas through the design of areas already provided for in urban planning tools, favoring the regeneration of impermeable soils. Therefore it is not a question of increasing green areas tout court; Istat data on urban green areas show very different situations from municipality to municipality; there are very favorable situations, in Ancona for example, with an amount of urban green area equal to 52 square meters per inhabitant and in Pescara with 39 square meters/inhabitant (Istat 2019), but also the municipalities of the coastal Teramo Province, have quantities of greenery/inhabitant that exceed the 9sqm / inhabitant provided for by national legislation. It seems more appropriate to intervene above all on the quality of greenery to ensure the production of ecosystem services and health in the urban environment.

Urban greenery includes parks, villas, and large urban gardens, like the artistic, historical, landscape and/or sites of "uncommon beauty" interest, equipped areas (small parks and neighborhood gardens), urban furniture (cycle paths, roundabouts, etc.), school gardens, urban gardens, outdoor sports areas, areas intended for urban forestation, wooded areas, uncultivated greenery, botanical gardens, zoological gardens and cemeteries.

For these reasons, the Life + A_GreeNet Project carries out an assessment of green areas through:

1. Qualitative-quantitative assessment of the level of artificiality / naturalness of the urban context;
2. Quality classes of existing and potential green areas;
3. Analysis of the environmental quality of urban soils



1. GREEN AREAS RECOGNITION AND ADOPTED METHODOLOGY

The assessment of the available and potential natural and semi-natural green areas, conducted in synergy between ResAgraria (Partner) and Unicam (Partner), was developed on the basis of "scenario" boundaries defined together with the project Partner Municipalities.

In this regard, the study areas can be identified with the urban limit of the coastal city (Municipality of Pescara, Municipality of San Benedetto del Tronto, territories of the ATS "Città della Costa", Municipality of Pescara) which is characterized by the continuity of the settlements that have different vocations and building typologies and due to the constant presence of infrastructural backbones which make it a more or less permeable margin for almost the entire geographical area of interest.

Below (fig. 2, fig. 3), the cartographic extracts of the limits as defined, in which it is possible to note a differentiation between 'restricted perimeter' (in black/white) and "scenario perimeter" (black/white and red); this specification relates to the two different dimensions of the analyzes carried out. In fact, on the one hand the current state focuses on urbanized coastal areas with higher (restricted) population density, on the other, in a pre-figurative and trend "scenario" perspective, other neighboring areas are also taken into consideration, previously identified by the technicians of the partner Municipalities because they are subject to transformation with reference to the strategic planning of the individual PAs.

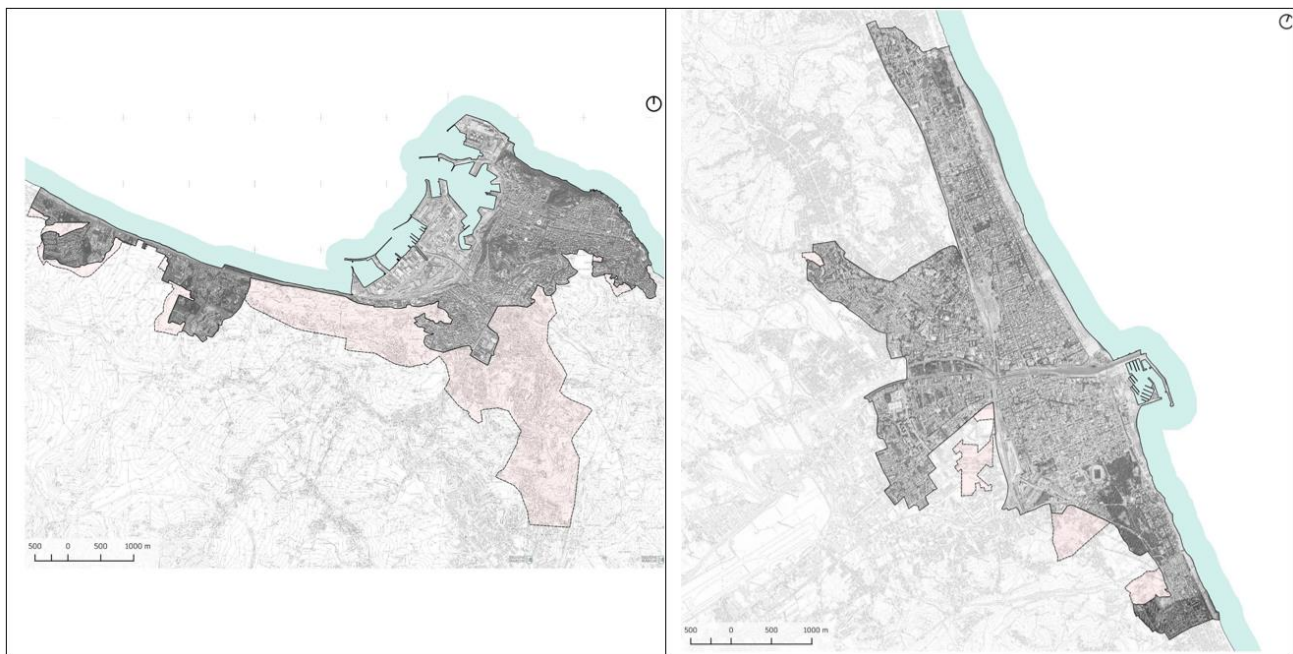


fig.2 In evidence the 'restricted' and 'scenario' perimeter of the Municipality of Ancona (left) and the Municipality of Pescara (right)



fig.3 In evidenza, starting from the top to the bottom and from the left to the right, the 'restricted' and 'scenery' perimeter of the municipalities of San Benedetto del Tronto, Martinsicuro, Alba Adriatica; Tortoreto, Giulianova, Roseto, Pineto, Silvi.

In particular, as part of the indicated enlarged perimeter, tables were created using false RGB colors to indicate the presence of green in the various municipalities. It is specified that the green areas that can be seen in the drawings are both those in the urban area (parks, gardens, pine forests ...) and in the extra-urban area (cultivated fields, woods, etc.). The purpose of the documents is to understand the impact of greenery in the municipal area of the various municipalities present in the project.

This processing was obtained through the "Band composite" technique, a color image, which takes advantage of the fact that computers use three channels (red, green and blue RGB) to represent colors; the composite Band can be created by assigning a single band image to each channel. For example, by assigning the red, green and blue bands respectively to the RGB channels, we obtain what is commonly referred to as **True Color Composite** (fig. 4), that is, the display of the image in natural colors.

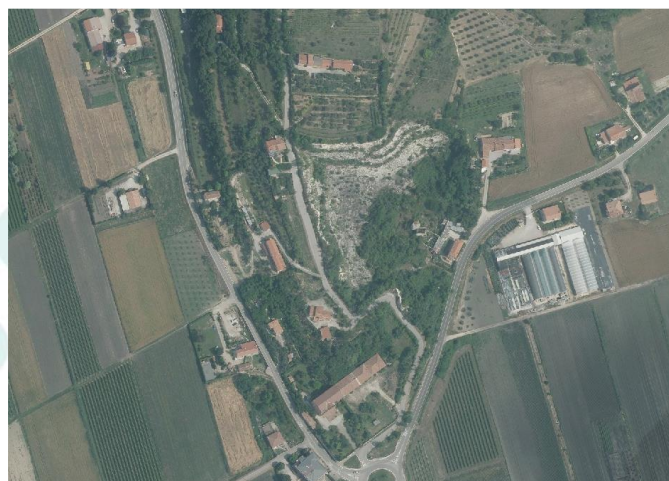


fig.4 Example of True Color Composite

By assigning the infrared, green and blue bands respectively to the RGB channels, we obtain what is commonly referred to as **False Color Composite** (fig. 5) and in the specific case **Color-infrared Composite**.



fig.5 Example of False Color Composite

The vegetation appears in shades of red (from deep red to light pink) depending on the state of health and growth. Healthy vegetation reflects much of the incident light in the infrared wavelength, resulting in high reflectance values for the NIR band and therefore high values for the red channel to which it is associated. Depending on the bands available, different composite bands can be created that allow a better visual interpretation of the image by highlighting specific elements (vegetation, bare soil, crops, etc.).

Another example is the **Vegetation Analysis** (fig. 6) composite which uses a short wave infrared (SWIR), NIR and red band, respectively assigned to RGB channels, and displays information on the water contained in plants. Irrigated vegetation appears bright green while arid plants appear in darker shades of green.

The **Atmospheric penetration** composite does not use any visible band but certain infrared bands, which are able to penetrate atmospheric particles, smoke and haze, reducing the display of atmospheric effects in the image. It is displayed in R = SWIR-1, G = SWIR-2, B = NIR. The vegetation appears in shades of blue depending on the vigor of the vegetation.

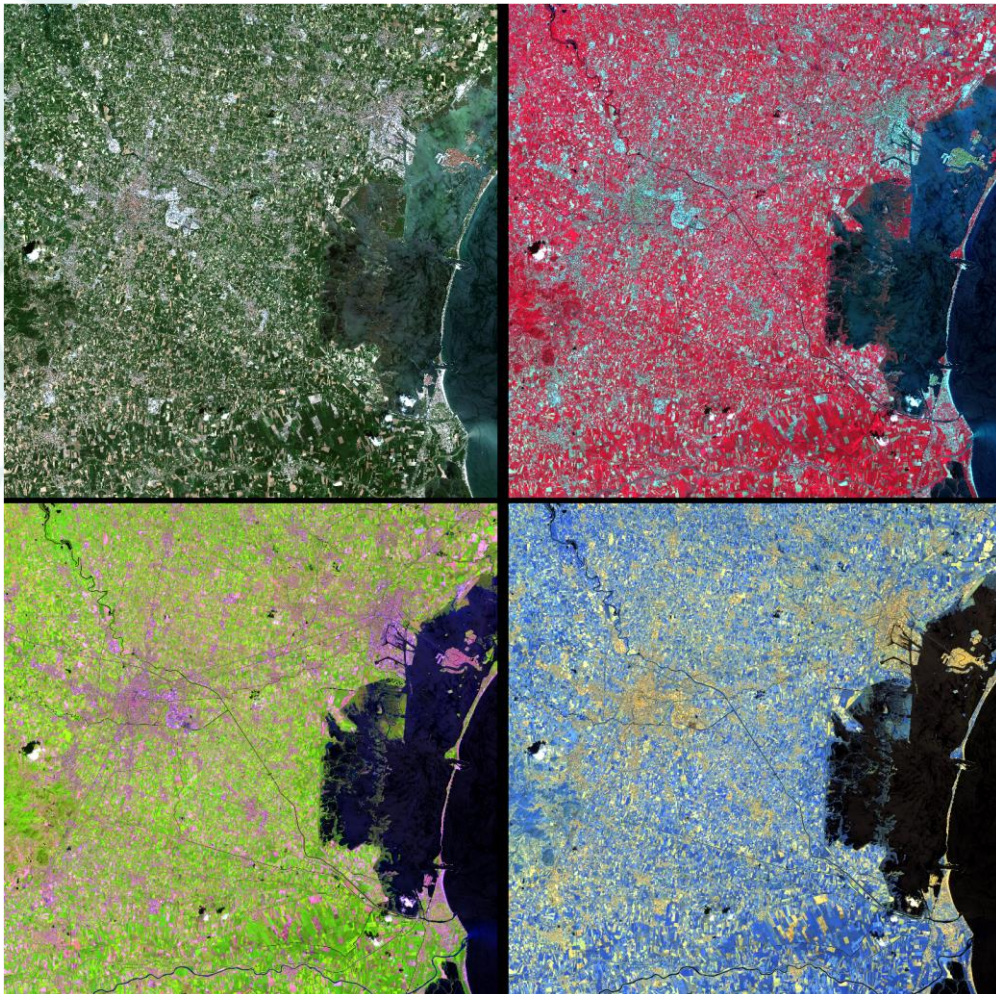


fig. 6 Example of Vegetation Analysis

The tables that identify the presence of green areas were created in “**Color-infrared Composite**”, highlighting the vegetation by enhancing the green band on the QGIS software. In black, on the other hand, the narrow and enlarged perimeter of the project is shown (from fig. 7 to fig. 16).

From these graphic elaborations, it emerges that: the most important green areas are characterized by the larger cultivated fields. In an urban environment, green areas are small and fragmented, in relation to parks and gardens.

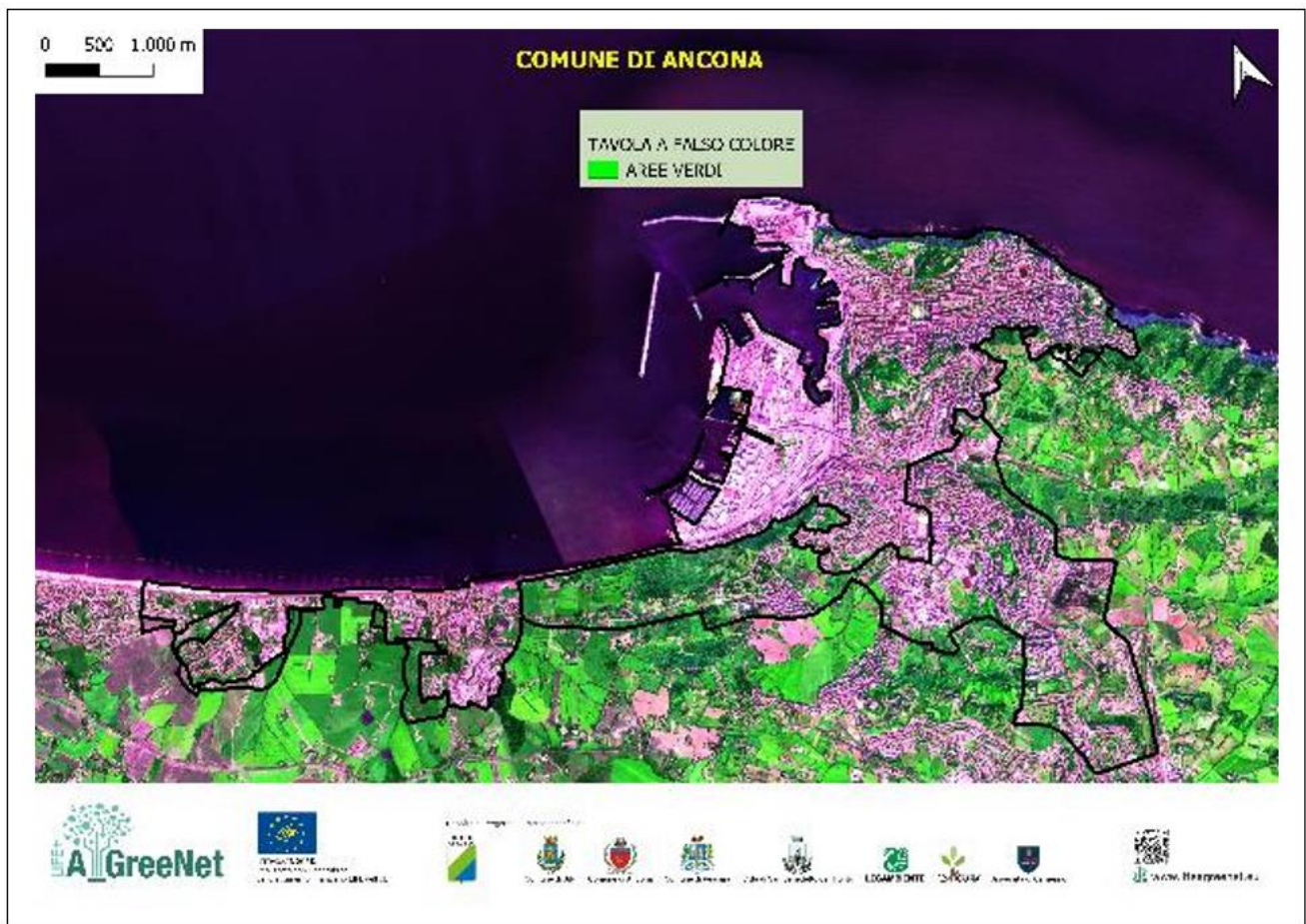


fig.7 Color-infrared Composite table of the study area of Ancona

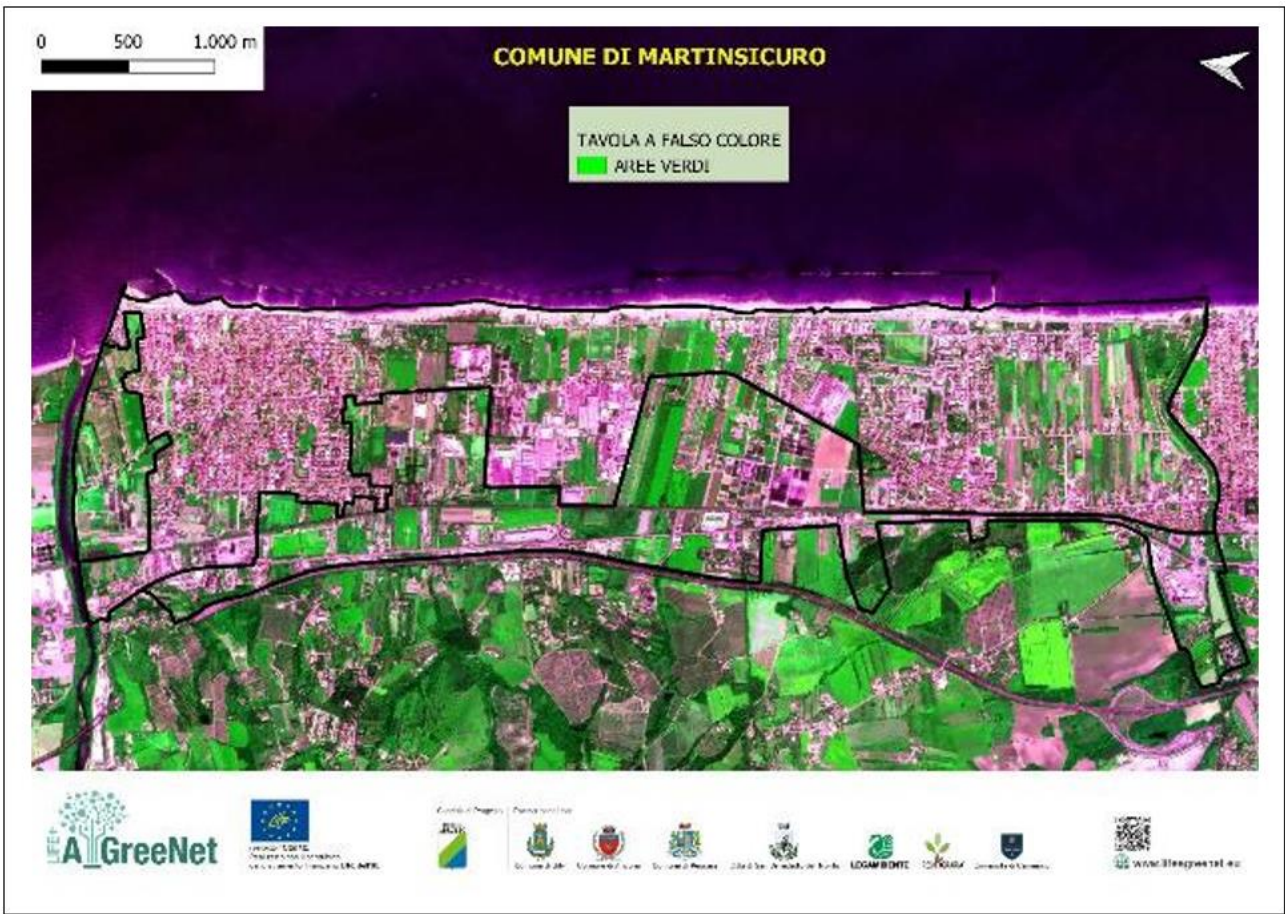


fig.9 Color-infrared Composite table of the Martinsicuro study area



fig.10 Color-infrared Composite table of the Alba Adriatica study area



fig.14 Color-infrared Composite table of the Pineto study area

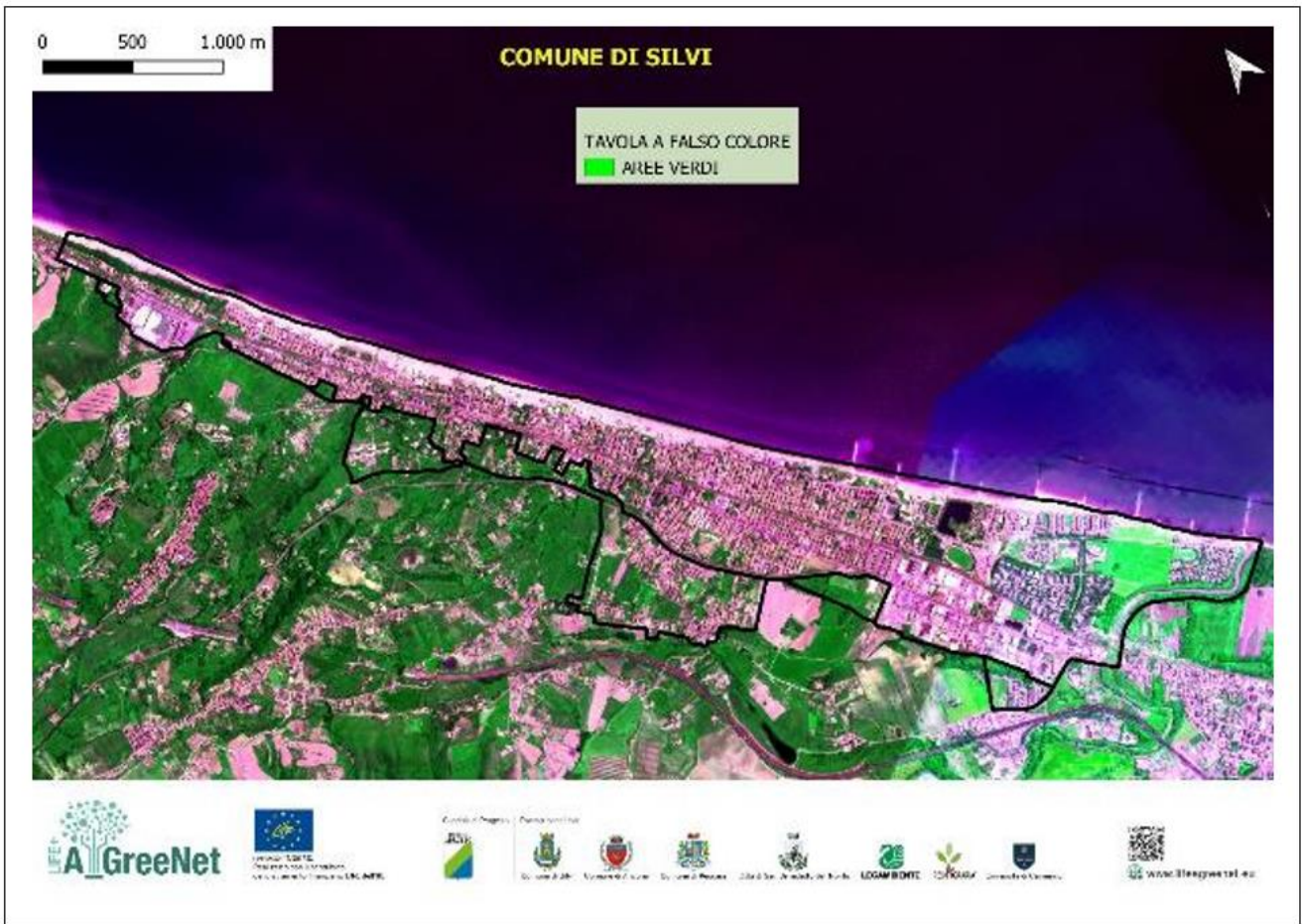


fig.15 Color-infrared Composite table of the Silvi study area

2. QUALITATIVE -QUANTITATIVE ASSESSMENT OF THE ARTIFICIALITY/NATURALITY LEVEL OF THE URBAN CONTEXT

Among the research activities aimed at assessing the state of health of the green infrastructure of the linear city of the Middle Adriatic, the analysis of the context at the macro-scale focused on the semi-automatic sampling of natural and semi-natural green areas and the critical interpretation of their state of vegetative activity.

In this sense, thanks to the use of multispectral satellite images, remote sensing applications and a particularly efficient vegetative index in urban environments, artificial surfaces have been highlighted and distinguished from natural ones.

From this process it was possible to identify critical areas and sub-areas or partially natural areas to be put into a system from the perspective of a network of green areas with an ecological-functional, aesthetic-recreational value and as a health 'device' for the community. With these assumptions, the maps illustrate today (May 2021) the natural and semi-natural areas, available and/or suitable for potential reforestation, except for rare limitations referable to the presence of bare soil or 'bare soil' at the time of the satellite shot that due to the absence of vegetation they are artificialized like a building or an asphalted surface.

Also this study, conducted in synergy between ResAgraria and Unicam, shows a mosaic of natural and non-natural areas, at the territorial and urban scale on the basis of the photosynthetic activity and the degree of chlorophyll present in the plants when the satellite took the image, particularly visible in the red and near infrared band.

In particular, referring to the calculation of the SAVI Index and the survey methodology, it is important to underline how the study is made possible by the Sentinel-2 mission of the European monitoring program "Copernicus" (European Spatial Agency, ESA) which grants free of charge and open source different products and types of satellite images (open access portal accessible to: <https://scihub.copernicus.eu/dhus/>) useful for monitoring the soil and the environment at 360 °.

The initial phase involved a survey of the images available from May to July 2021, which is a recent time period capable of photographing the territory today, especially in the months when the photosynthetic activity of vegetation is most active.

Among the various days available, two images of the 10th of May, 2021 were selected, excluding those with high 'cloud cover' (in order not to invalidate the IT process of converting the raw data).

Below are the technical specifications (metadata) of the selected images:

Tab.4. Data related to the satellite image of the area of the Municipality of Ancona

Date - time of detection	10th of May 2021 - 10:00:31
Image ID	S2A_MSIL2A_20210510T100031_N0300_R122_T33TUIJ_20210510T115157
Instrument	Multi-Spectral Instrument
Satellite name	Sentinel-2
Satellite number	A
Processing level	Level-2A - Bottom of Atmosphere (BOA)
Product type	S2MSI2A
Image coordinates	44.22596415476343,12.495928592903788 44.24783068396879,13.870237286761487 43.25939191053712,13.888683014192297 43.23826255332707,12.536772323136667
Spatial resolution	10 m/pixel
Cloud cover (%)	0.519713
No data pixel (%)	0.0

Tab.5. Data related to the satellite image of the area between the Municipality of San Benedetto del Tronto and the Municipality of Pescara

Date - time of detection	10/05/2021 - 10:00:31
Image ID	S2A_MSIL2A_20210510T100031_N0300_R122_T33TVH_20210510T115157
Instrument	Multi-Spectral Instrument
Satellite name	Sentinel-2
Satellite number	A
Processing level	Level-2A - Bottom of Atmosphere (BOA)
Product type	S2MSI2A
Image coordinates	42.74745994712131,15.119266532347739 42.71540983478862,15.106991780107736 42.56964349623264,15.051402415970852 42.42384487920586,14.99593701319576 42.3633148779107,14.972993691551315 42.35763630855867,13.78522725690899 43.346194685301704,13.765694449819899 43.352791985217806,15.1204336460534
Spatial resolution	10 m/pixel
Cloud cover (%)	0.085501
No data pixel (%)	2.107671

The coverage of the entire study area (from Ancona to Pescara), as anticipated, required the use of two images with the same detection day and time, ie 10th of May 2021 at 10.00 (a.m.).

Below are the screenshots of the two images and their territorial 'footprint' (fig. 17)

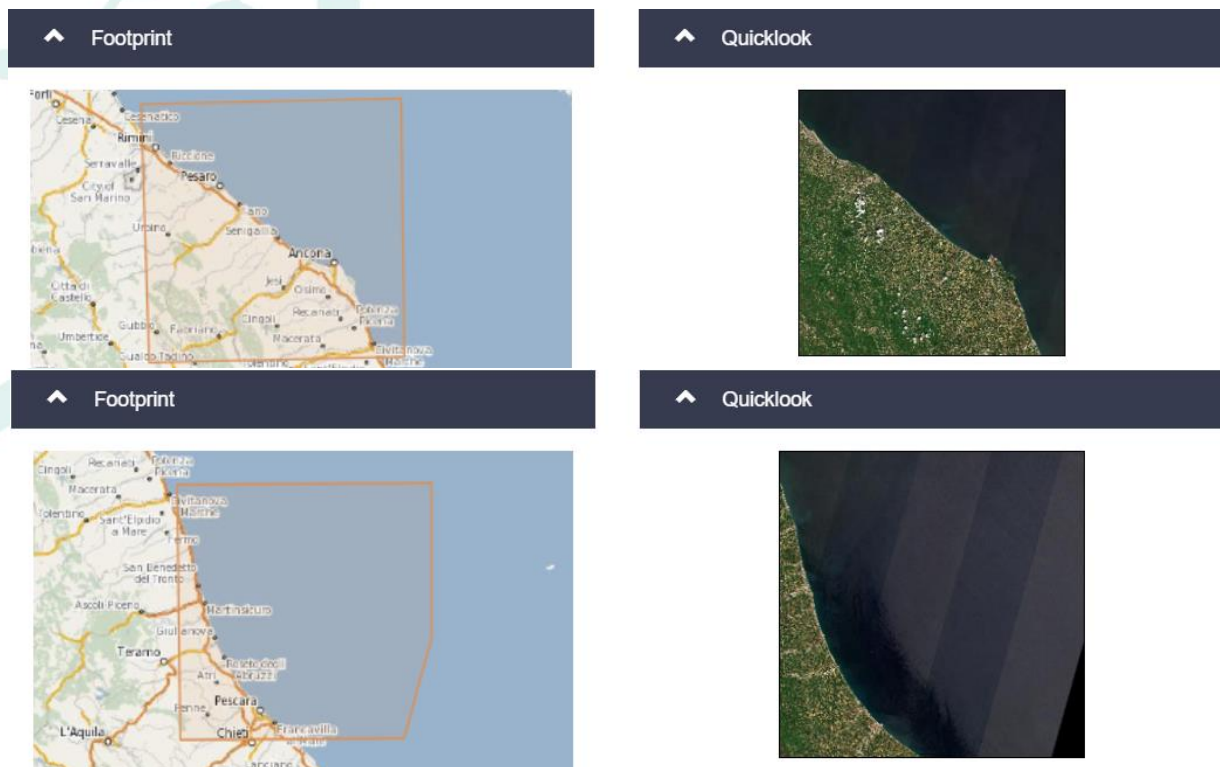


fig.17 Selected satellite images: geographical area around the Municipality of Ancona (above) and the Adriatic coast halfway between the Marche and Abruzzo regions (below)

The images thus acquired were processed through various geoprocessing operations within GIS software, with which the raw data of the pixels of the electromagnetic bands RED (number 4) and NIR-Near Infrared (number 8) were converted through the use of the formula:

$$SAVI = ((NIR-R) / (NIR+R+L)) * (1+L)$$

In which:

NIR = Near InfraRed;

R = Red;

L = correction factor to which an intermediate value of 0.5 has been attributed by scientific literature (*Huete, 1988*).

The SAVI index (Soil Adjustment Vegetation Index) calculated on the entire territorial area was preferred to other vegetative indices as it is particularly suitable for reducing the effects of brightness/reflectance of the different types of soil, especially in areas with lower vegetation density like the urban areas of the Adriatic city. The index, thus defined, represents the first qualitative-quantitative survey capable of quickly showing the level of artificiality/naturalness of the urban context. On the one hand, the forest coverings and/or the lands with the presence of vegetation are easily identifiable and, on the other, the infrastructural and building system, as well as the vast waterproofed surfaces, stand out. This type of semi-automatic and digital processing, referable to studies on the 'science of where' or GIScience (Wright, Harder, 2020), is very useful for the speed with which vast territories can be reviewed but above all because it highlights the areas lacking in naturalness and biodiversity which, as amply demonstrated by international research and dossiers (UN-Habitat, 2020; WHO, 2020), contribute to the well-being of people, offer places for socializing and sharing as well as protect the territory, especially the urban one, from the effects / more extreme phenomena of climate change underway: from the so-called 'water bombs' to the now more pressing and recurrent anomalous heat waves that further aggravate micro-climatic phenomena such as urban 'heat islands' (IPCC, 2014; Oke et al, 2017; Rosenzweig et al, 2018). The individual pixels of the images thus calculated (10 meters/pixel) express a continuous value from less than zero (<0) to greater than equal to 1.5 (> = 1.5), respectively showing the areas with waterproof cover (built-up, absence of vegetation, etc.) and natural-permeable ones (coastal pine forests, wooded surfaces, vegetable crops, etc.). In addition to the mapping of the entire area of interest ('restricted' and 'scenario' perimeter) through the SAVI (fig. 18, fig. 19), several zooms were extracted on the pilot areas as previously identified in the AF of Project (fig. 20). These areas will be subject to analytical and evaluative investigations to better understand a) the vegetational qualitative state and b) to provide for interventions of phytosanitary rehabilitation and punctual and / or extensive reforestation where necessary, with a view to strengthening the landscape and vegetation component of the coast Adriatic coast to secure the territory and guarantee citizens' wellbeing.

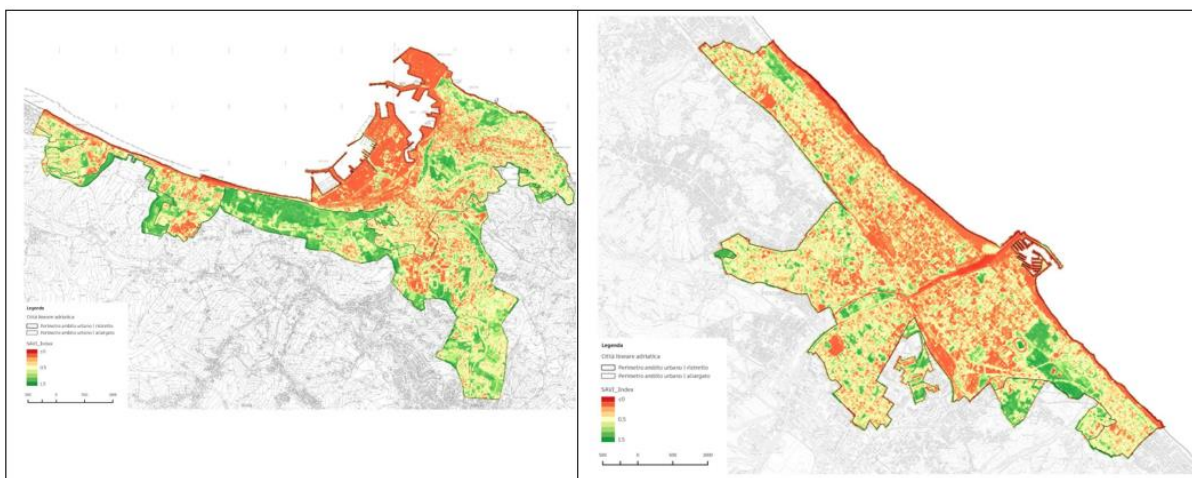


fig.18 In evidence the SAVI index calculated for the Municipality of Ancona (left) and Pescara (right)

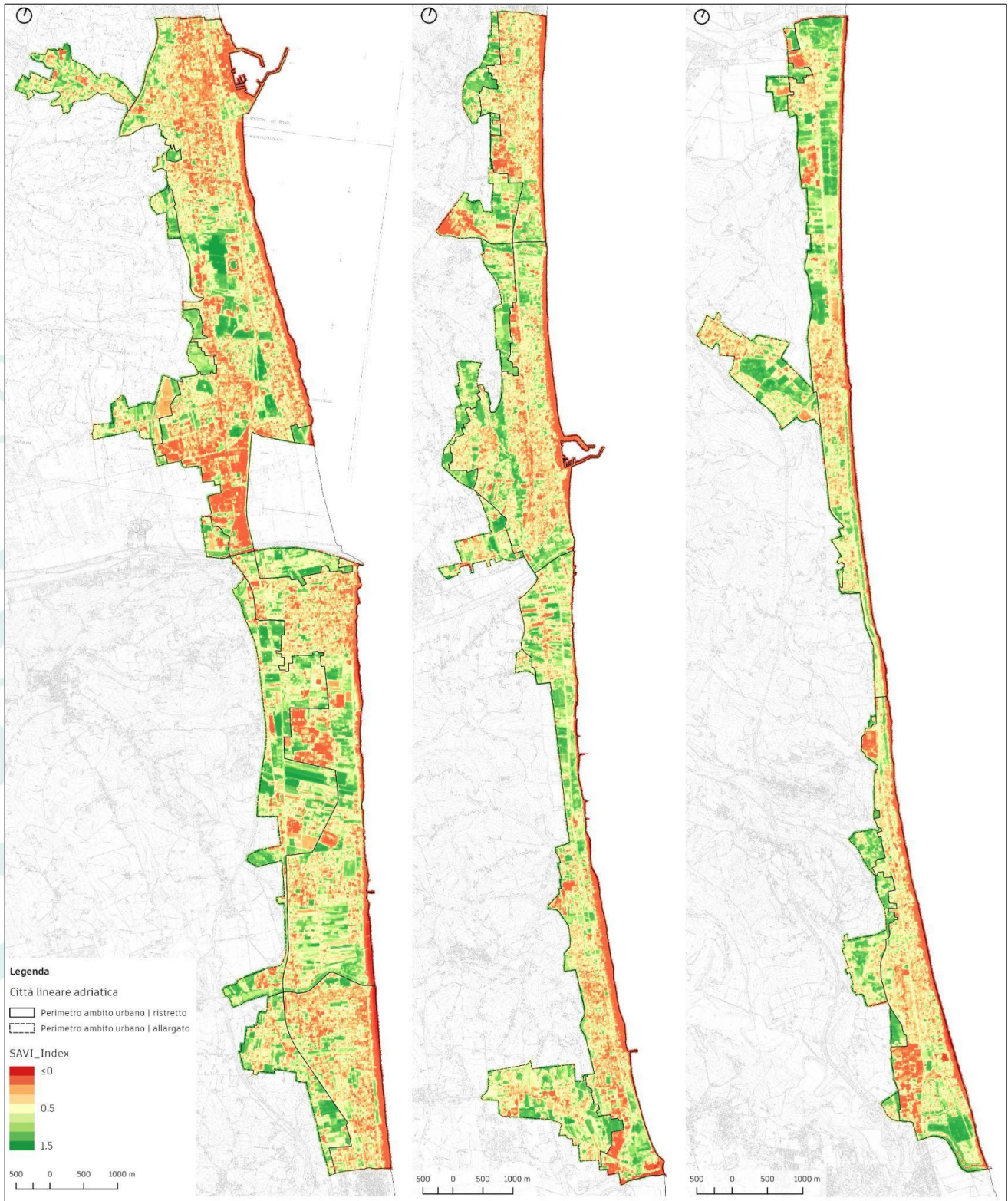
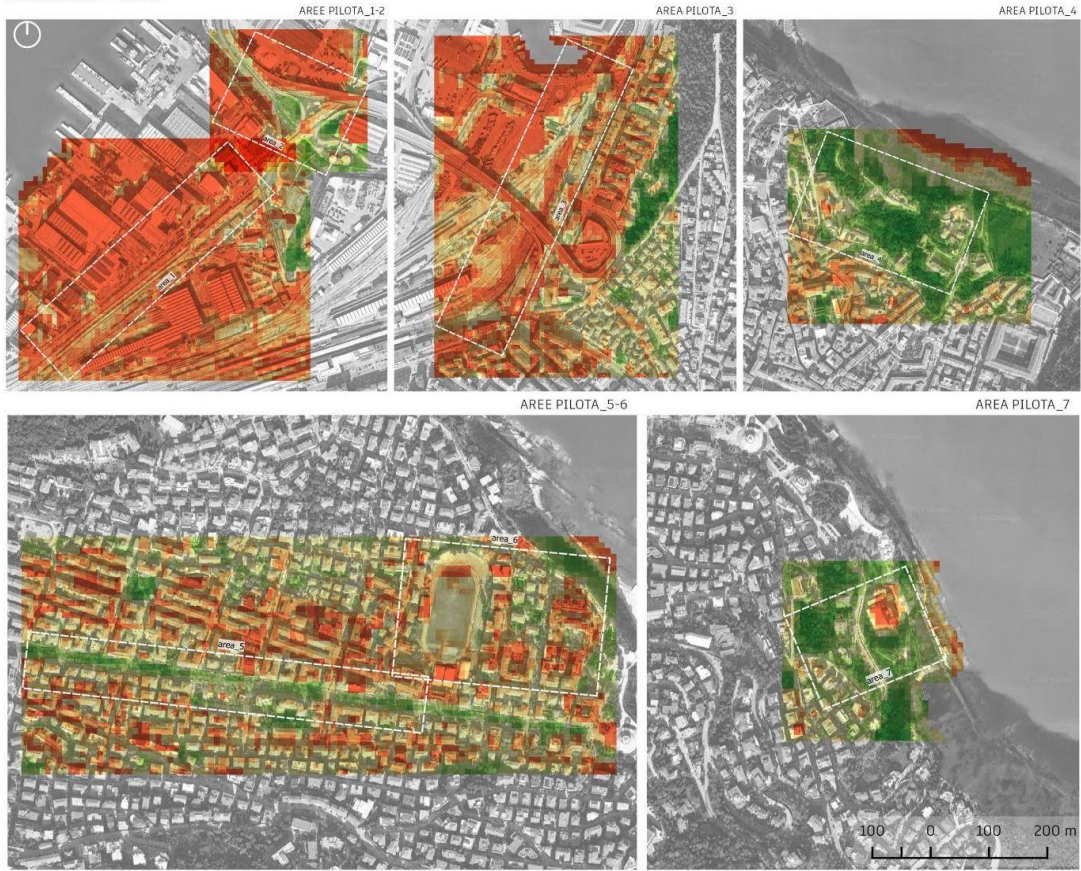
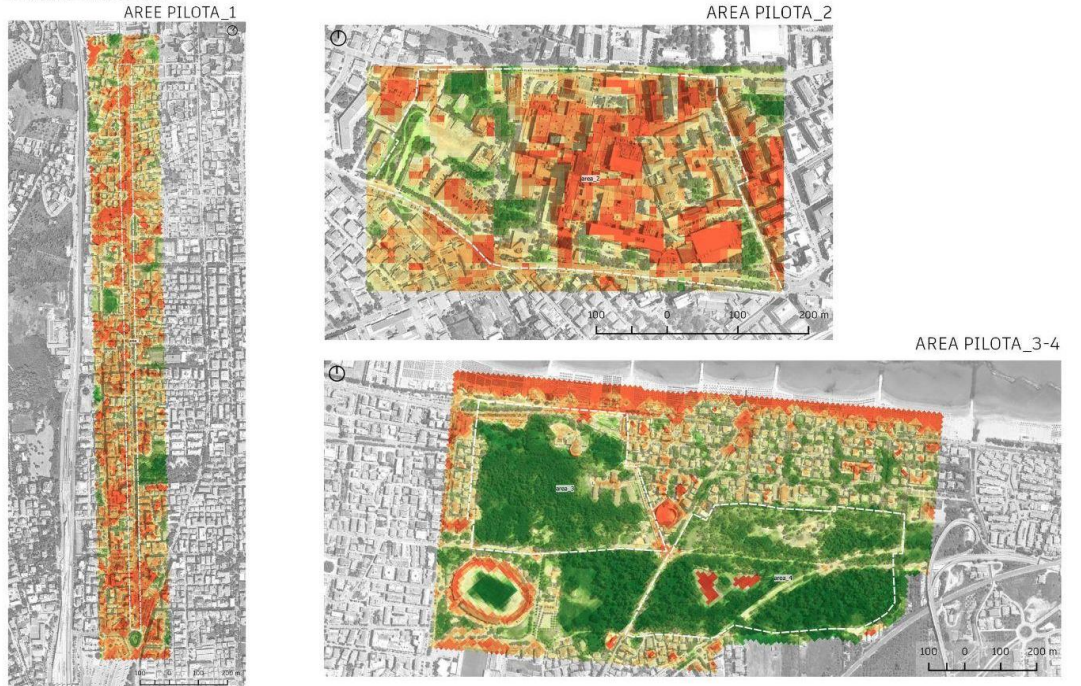


fig.19 The SAVI index calculated for the municipalities of San Benedetto del Tronto, Martinsicuro, Alba Adriatica is highlighted in progression from the top to the bottom and from left to right; Tortoreto, Giulianova, Roseto; Pineto, Silvi

Comune di Ancona



Comune di Pescara



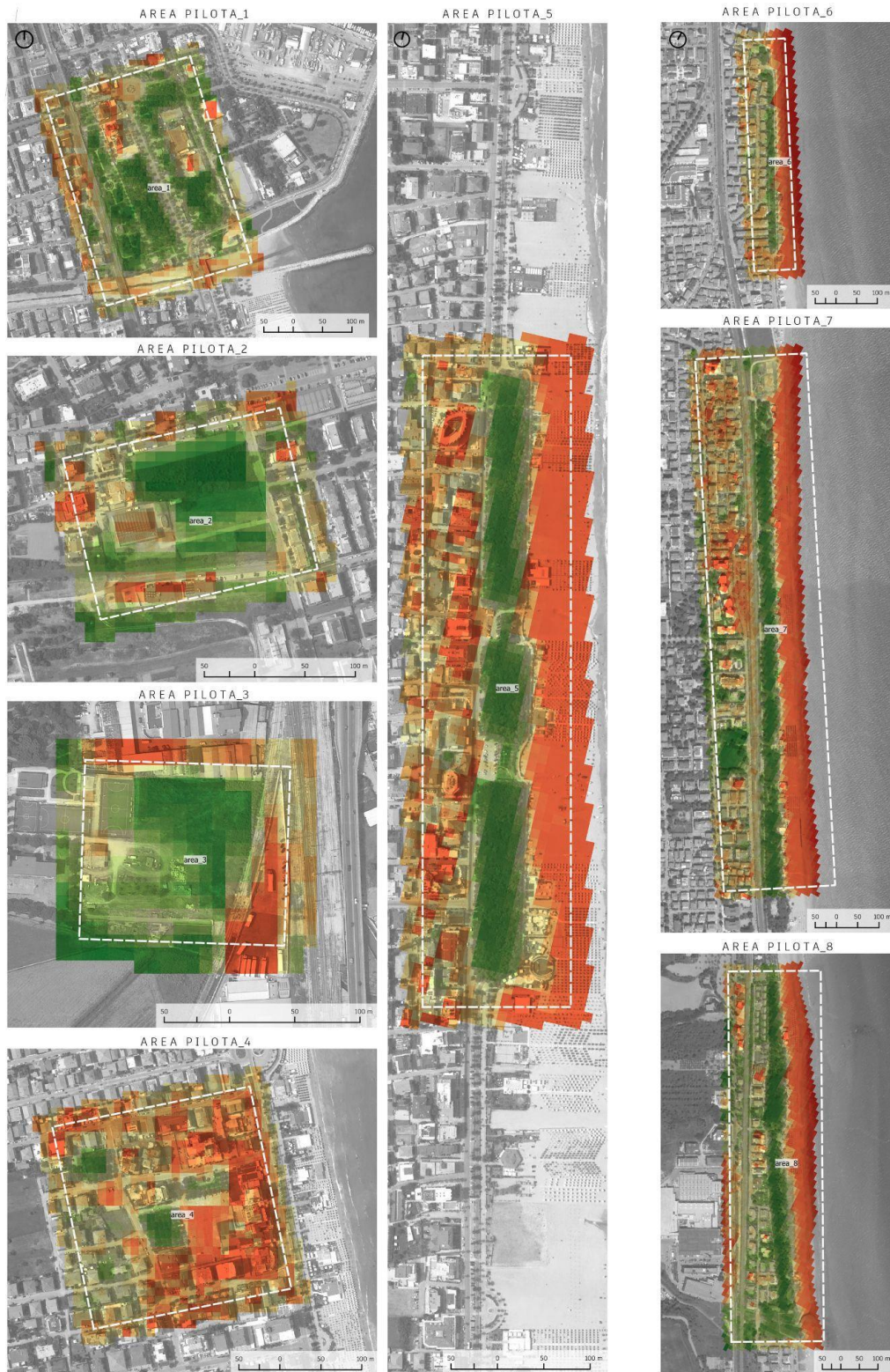


fig.20 Detailed views of the SAVI index calculated for the pilot areas of S. Benedetto del Tronto (1-2-3), Alba Adriatica (4-5), Pineto (6-7), Silvi (area 8)

3. QUALITY CLASSES OF EXISTING AND POTENTIAL GREEN AREAS

With regard to the analysis of the quality of green areas, the SAVI index was first clustered into 4 classes and then detailed analyzes were conducted on sample areas in the territory of the municipalities of the project in order to collect data on the characteristics of the areas. A form has been prepared for the characteristics of the green areas to be filled in in the field.

In particular, the SAVI index (Soil Adjustment Vegetation Index) has already been calculated from the analysis at a territorial level with regard to the quality of the greenery, which was preferred to other vegetative indices as it is particularly suitable for reducing the effects of brightness. / reflectance of the different types of soil, especially in areas with lower density of vegetation such as the urban areas of the Adriatic city.

This index classifies, on the basis of reflectance, the territory in various classes of vegetative vigor.

This index classifies, on the basis of reflectance, the territory in various classes of vegetative vigor.

To define in detail the characteristics of the green and therefore the quality of green areas, the SAVI index was clustered into 4 classes, one of which represents non-vegetation and the other three the three quality classes of green. Table 6 shows the classification carried out.

Tab. 6. Data relating to the classification of the SAVI into 4 categories.

CLASS	SAVI	GREEN
1	< 0,3	not relevant green
2	0,3 - 0,7	low quality
3	0,7 - 1	medium quality
4	> 1	high quality

For the classification, the tool present in the QGIS Processing plugin was used, in particular in Raster analysis → *Reclassification with table* (fig. 21).

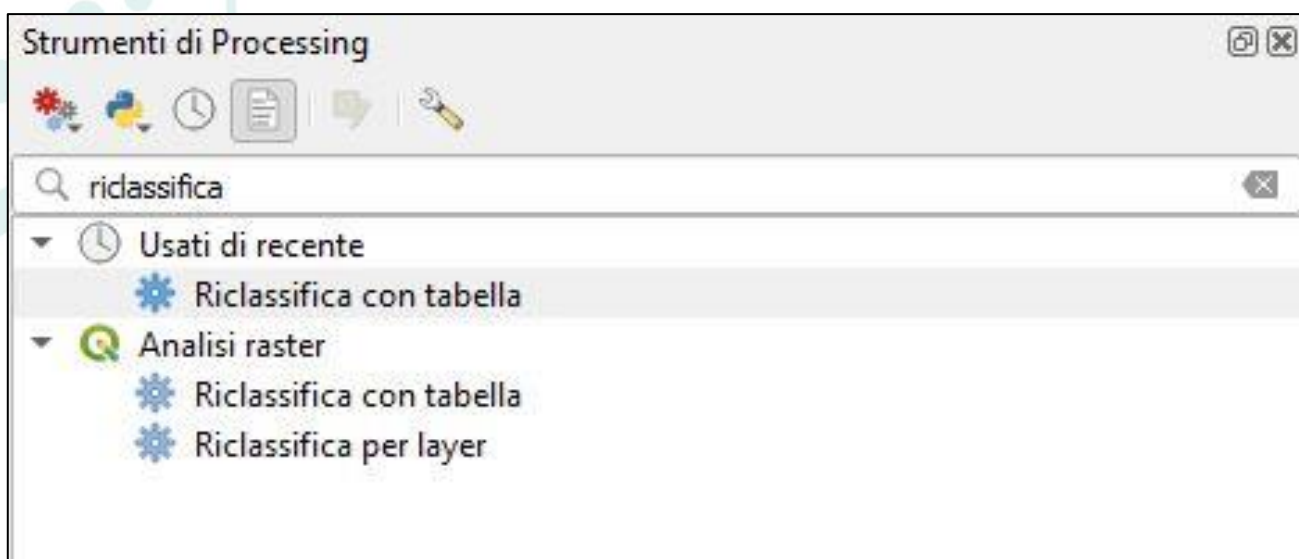




fig. 21 "Reclassification with table" processing tool

In the "Reclassification table" field, the intervals of the decimal values of the band with reference to a specific classification value are entered in order to obtain the green quality classes. In our case, the intervals are the values of the SAVI as described in the table (tab. 22) and the value is the number of the class. In particular, each pixel falling within that value range is clustered in that particular class.

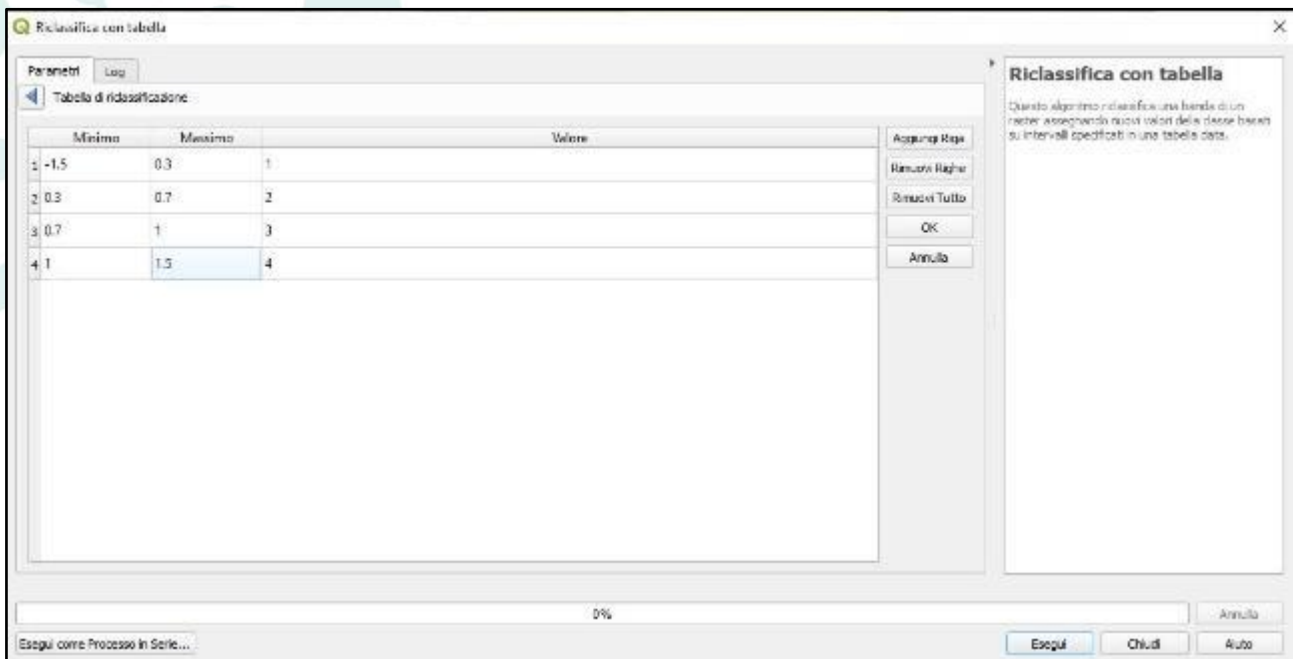


Fig. 22 Detail of the raster reclassification table

After this procedure, the output obtained is the rasters of the SAVI of each municipality divided into classes so as to have a more general overview of the quality and to be able to describe those classes.

Later, once the raster was reclassified, it was also possible to calculate the surface for each class. It is an approximate surface because it is calculated by counting the pixels falling into the various classes and knowing the resolution of the pixel deriving from the bands of the Sentinel-2 mission (10m).

To calculate the surfaces, another plugin present in the QGIS Processing tools was used, raster analysis → *"Report on the unique values of a raster"* which, as described, returns the count and area of each unique value present as an output in the raster (fig. 23).

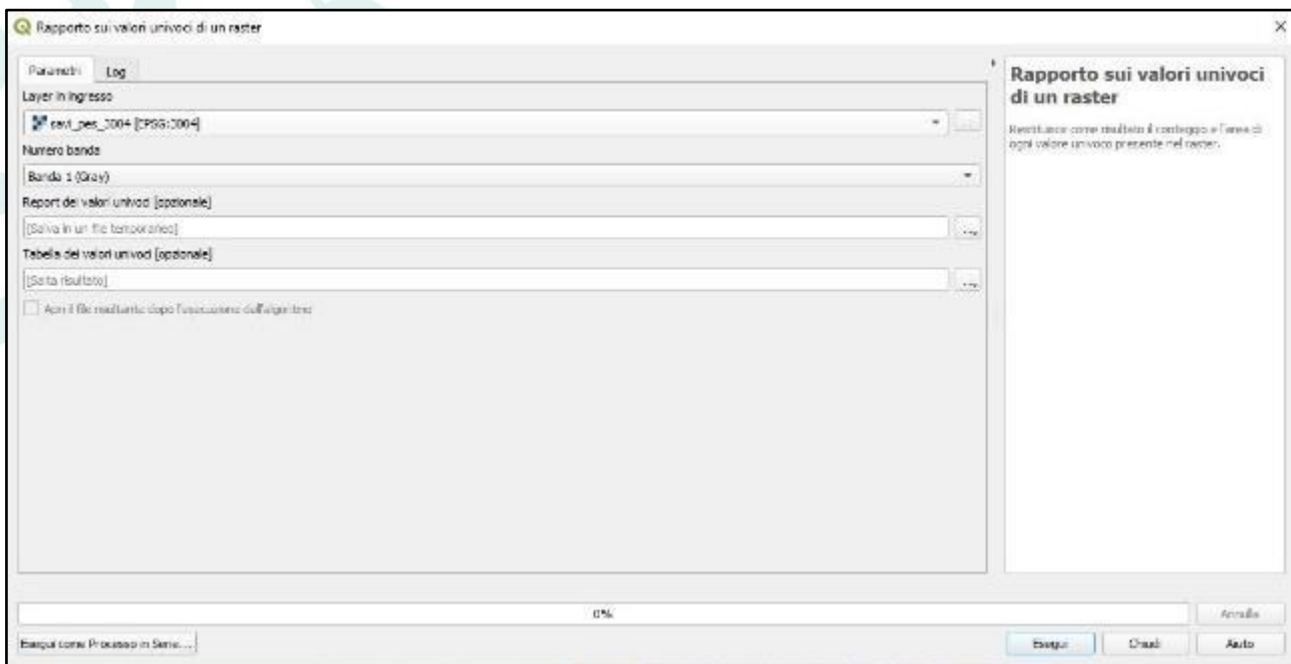
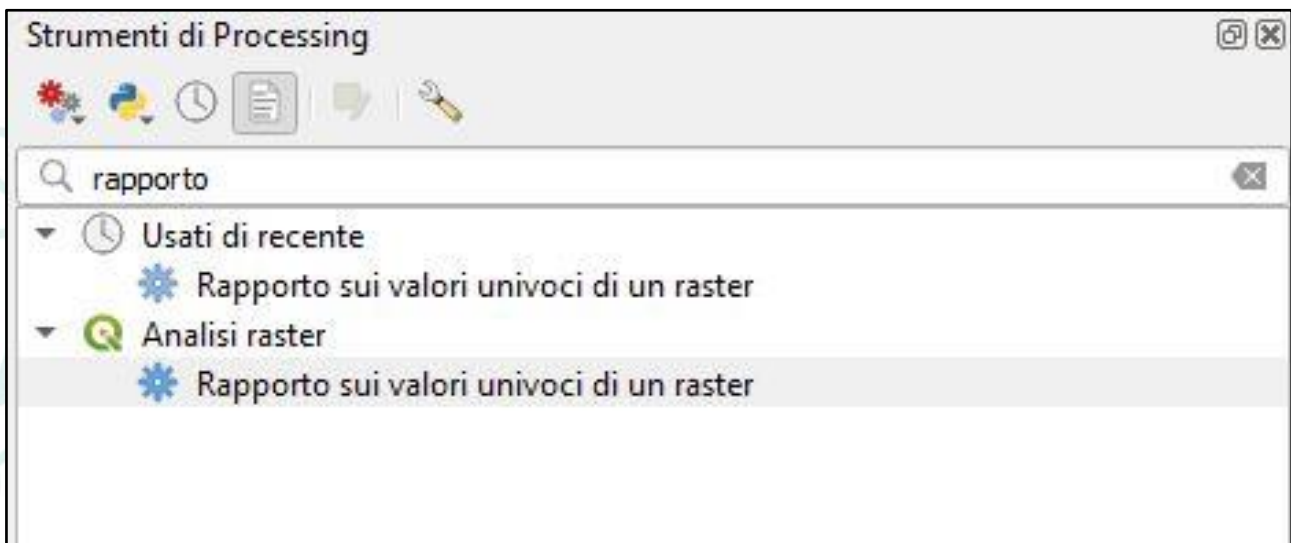


fig. 23 Processing tool "Report on the unique values of a raster"

The output is a table of values, an attribute table where the counts and data on the surfaces are shown (fig. 24).

Tabella dei valori univoci :: Elementi Totali: 4, Filtrati: 4, Selezionati: 0

	value	count	m2
1	1,00000000	1852	185208,08422740
2	2,00000000	1033	103304,50918300
3	3,00000000	1902	190208,30248408
4	4,00000000	3447	344715,04661548

fig. 24 Detail of the Table of unique values

Specifically, "Value" is the value attributed during the reclassification of the raster, it would be precisely the class of the SAVI index while "count" and "m2" respectively represent the number of pixels of each class and the surface. The reclassified SAVI index was calculated for each municipality and the one cut out for each sample area. The images below (fig. 25) show some examples of sample areas with the reclassified SAVI index superimposed. The 4 classes of the SAVI with the different colors are visible.



fig.25 Examples of overlapping of the SAVI index to the sample areas

This procedure made it possible to calculate the area and the percentages of the classes at the level of each municipality and for the sample areas on which more in-depth analyzes were conducted to determine the characteristics of the SAVI classes. The analyzes conducted on the sample areas were carried out to determine the characteristics to be related to the classes of the SAVI index, to try to describe and attribute qualities to those index classes. The first step was to define and choose the sample areas, which had to be the most representative possible of the coastal territory of the project and of the type of area. Areas with large surfaces have been chosen since the SAVI index has a pixel resolution of 10m and therefore it is not very reliable for small surfaces. Table 7 shows the list of sample areas selected in the various coastal municipalities.

Tab.7. List of selected sample areas

ID	MUNICIPALITY	GREEN
1	PESCARA	PUBLIC GREEN
2	PESCARA	PROTECTED AREAS
3	PESCARA	PUBLIC GREEN (PARK)
4	PESCARA	PUBLIC GREEN
5	PESCARA	PUBLIC GREEN (garden)
6	MARTINSICURO	PUBLIC GREEN
7	MARTINSICURO	PUBLIC GREEN
8	TORTORETO	NON-URBAN GREEN AREA
9	TORTORETO	GREEN WIRE
10	GIULIANOVA	PUBLIC GREEN
11	GIULIANOVA	PUBLIC GREEN (PARK)
12	GIULIANOVA	GREEN WIRE
13	GIULIANOVA	PUBLIC GREEN (PARK)
14	ROSETO	PUBLIC GREEN (PARK)
15	ROSETO	PUBLIC GREEN (PARK)
16	ANCONA	PUBLIC GREEN (PARK)
17	ANCONA	PUBLIC GREEN (PARK)
18	ANCONA	PUBLIC GREEN (PARK)
19	SILVI	SCHOOL GARDEN
20	SILVI	PUBLIC GREEN
21	SILVI	PUBLIC GREEN
22	SILVI	PROTECTED NATURAL AREA
23	SILVI	URBAN GREEN AREA
24	SILVI	PUBLIC GREEN
25	SILVI	PUBLIC GREEN
26	SAN BENEDETTO DEL TRONTO	PUBLIC GREEN (PARK)
27	SAN BENEDETTO DEL TRONTO	SCHOOL GARDEN
28	SAN BENEDETTO DEL TRONTO	URBAN GREEN AREA
29	SAN BENEDETTO DEL TRONTO	GREEN WIRE
30	SAN BENEDETTO DEL TRONTO	PUBLIC GREEN (PARK)
31	SAN BENEDETTO DEL TRONTO	PUBLIC GREEN
32	SAN BENEDETTO DEL TRONTO	PUBLIC GREEN (PARK)
33	PINETO	PUBLIC GREEN

34	PINETO	GREEN WIRE
35	PINETO	PUBLIC GREEN
36	PINETO	URBAN GREEN AREA
37	PINETO	PROTECTED NATURAL AREA
38	PINETO	PUBLIC GREEN
39	ALBA ADRAITICA	PUBLIC GREEN
40	ALBA ADRAITICA	NON-URBAN GREEN AREA
41	ALBA ADRAITICA	PUBLIC GREEN

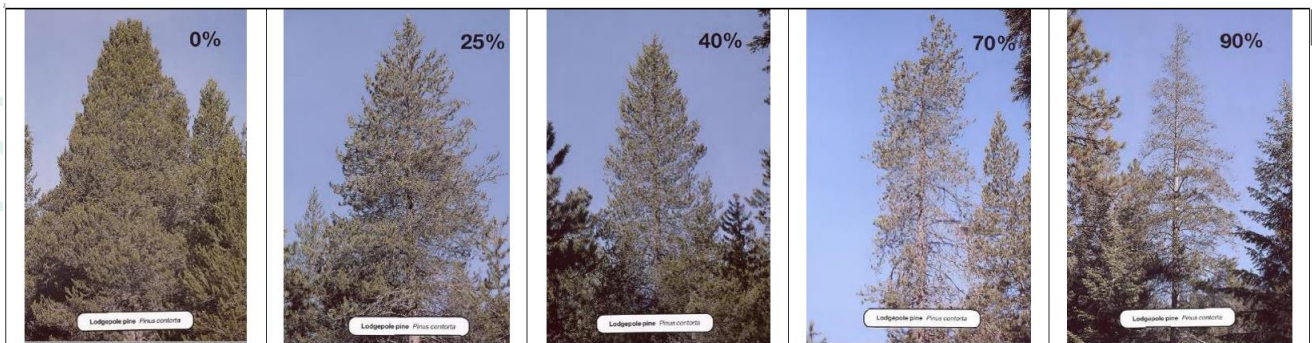
Subsequently, an "analysis form" was compiled for each area using **QField** (QGIS mobile software), through which it was possible to go to each area to fill in the form directly from the mobile phone and then bring everything back into QGIS. The form designed specifically for the assessment of the areas has been structured in 3 chapters, one with general data, one with vegetation data and one with the percentages of each class of SAVI relating to the individual sample areas, always calculated by cutting from the reclassified raster. It was created ad hoc on the QGIS software by creating the attribute table in the shapefile, modifying the fields and values of the attributes in order to simplify field work. The data sheet adopted is shown below.

GENERAL DATA	ID	
	SURFACE	
	MUNICIPALITY	
	TYPE GREEN AREA	
VEGETABLE DATA	TYPE OF GREEN	Vertical
		Horizontal
		Both
	TYPE OF VEGETATION	Arborea
		Shrubby
		Both
	PLANT AGE	Neo-implant
		Young
		Mature
	PLANT SPECIES	Senescent
		Optimal
		Good
	FORCE (UKFC)	Discreet
Bass		
Rare		
Excessive		
Appropriate		
DENSITY	Poor	
SAVI DATA	% NO GREEN	
	% LOW GREEN	
	% AVERAGE GREEN	
	% HIGH GREEN	

As regards the "vigor" parameter, it is based on the UKFC (UK Forest Commission) protocol; this is applied in the UK for the assessment of forests through the description of some biological and structural indices which, integrated with each other, allow to give an assessment of the tree's vigor level. This evaluation, although specific for conifers and a few other species, is suitable for most tree species. This is a visual evaluation. A percentage relative to the loss of quality and vegetative vigor is given, therefore low percentages are of excellent quality and vigor and vice versa.

Table 8 describes the various percentages and classes of vegetative vigor.

Tab.8. Organic vigor classes with increasing loss rates based on UKFC Forest Commission



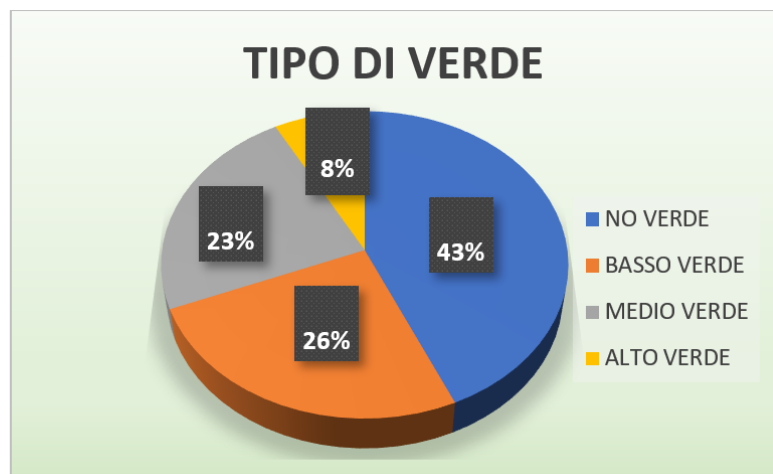
The last phase was to relate the characteristics observed during the analysis of green areas to the quality of the SAVI index, divided into 3 quality classes. For each class, the characteristics found in the analyzes of green areas were listed.

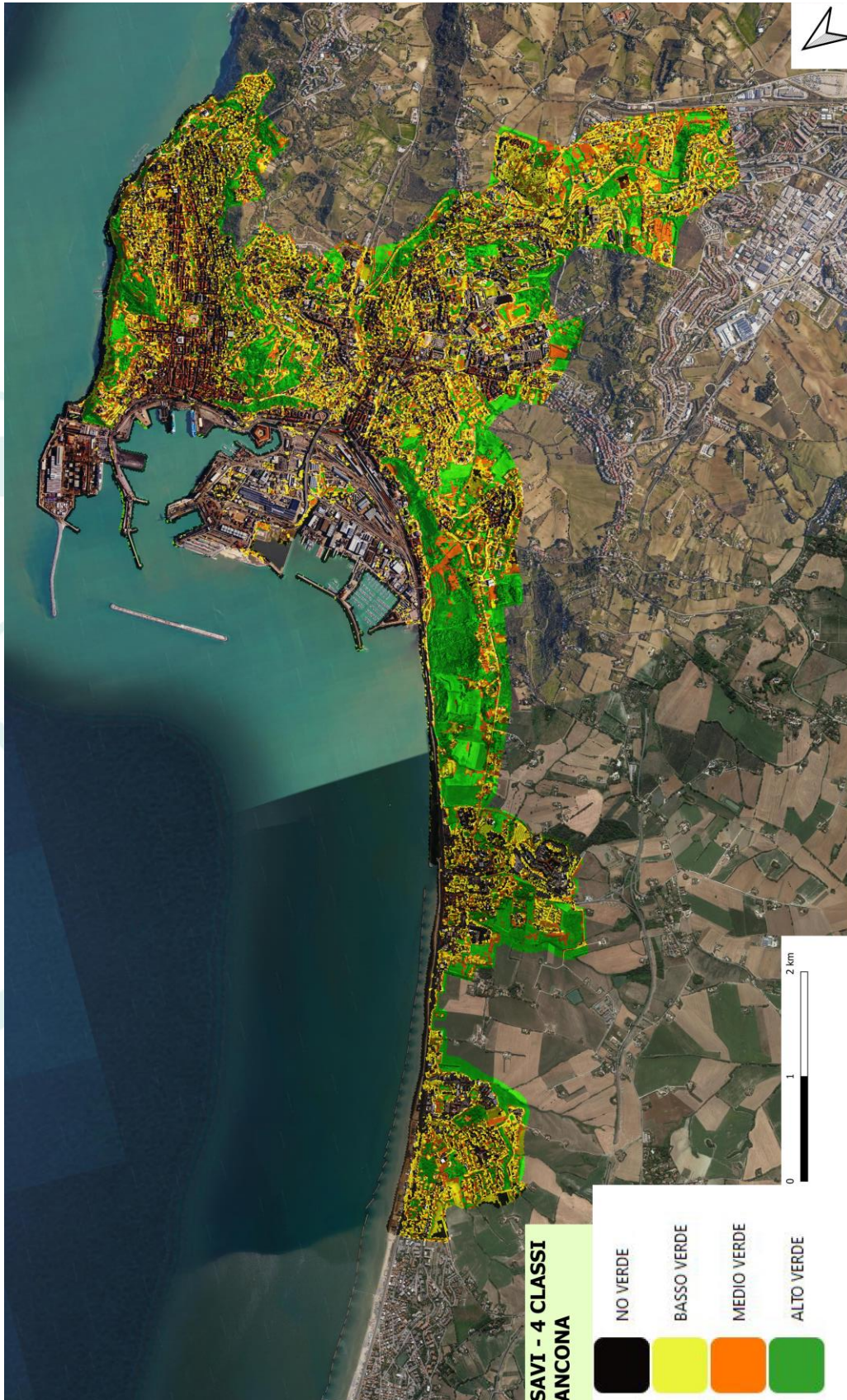
3.1 Clasrerization of the SAVI index for quality analysis

As described in the previous paragraph, the SAVI was reclassified into 4 classes and through a processing tool of the QGis software it was possible to calculate the surface of the 4 classes at both municipal and small-scale level of each sample area identified. Table 9 below shows the results of this analysis (at the municipal level of the broader established perimeter), divided by municipality, including table, graph and elaboration for better visualization of the results.

Tab.9. Summary of data on the surfaces of green areas divided into SAVI classes

ANCONA		
TIPO DI VERDE	m2	%
NO VERDE	6.653.790	43,34%
BASSO VERDE	3.923.771	25,56%
MEDIO VERDE	3.559.055	23,18%
ALTO VERDE	1.217.153	7,93%
<i>totale</i>	15.353.770	100,00%





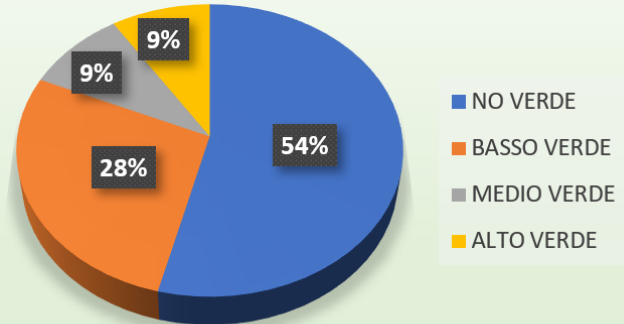
- Capofila di Progetto
REGIONE ABRUZZO
- Partner beneficiari
- Comune di Sili
 - Comune di Ancona
 - Comune di Pescara
 - Città di San Benedetto del Tronto
 - LEGAMBIENTE
 - RES'GARIAK
 - Università di Camerino

LIFE20 CCA/IT/001752
Realizzato con il contributo dello strumento finanziario LIFE dell'UE

SAN BENEDETTO DEL TRONTO

TIPO DI VERDE	m2	%
NO VERDE	7.224.715	53,93%
BASSO VERDE	3.714.362	27,73%
MEDIO VERDE	1.240.054	9,26%
ALTO VERDE	1.217.153	9,09%
<i>totale</i>	13.396.283	100,00%

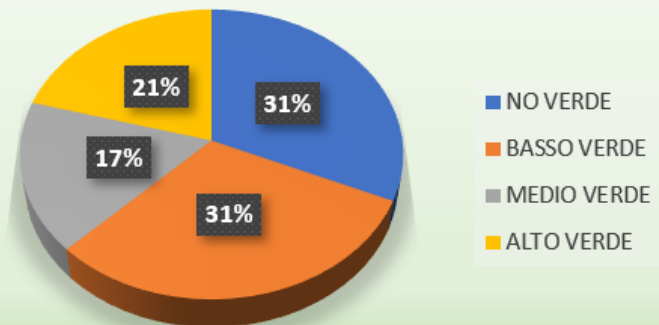
TIPO DI VERDE



MARTINSICURO

TIPO DI VERDE	m2	%
NO VERDE	3.037.432	31,64%
BASSO VERDE	2.962.530	30,86%
MEDIO VERDE	1.616.770	16,84%
ALTO VERDE	1.982.686	20,65%
<i>totale</i>	9.599.419	100,00%

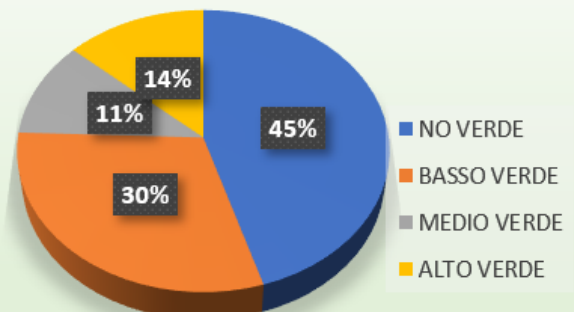
TIPO DI VERDE



ALBA ADRIATICA

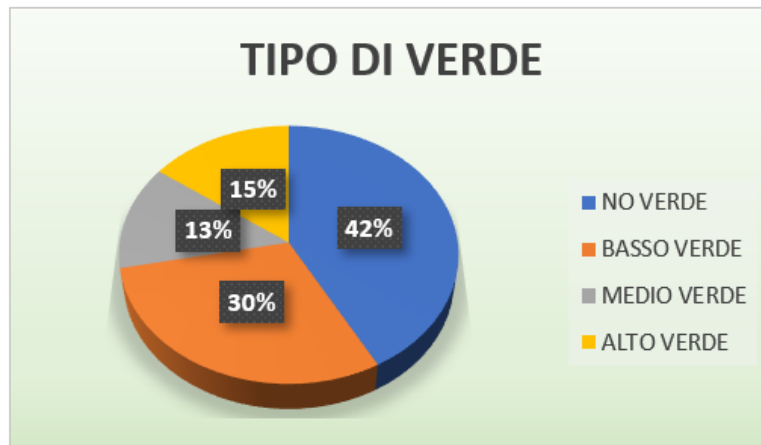
TIPO DI VERDE	m2	%
NO VERDE	1752576,26	45,23%
BASSO VERDE	1175751,16	30,34%
MEDIO VERDE	427218,59	11,03%
ALTO VERDE	519222,59	13,40%
<i>totale</i>	3874768,6	100,00%

TIPO DI VERDE

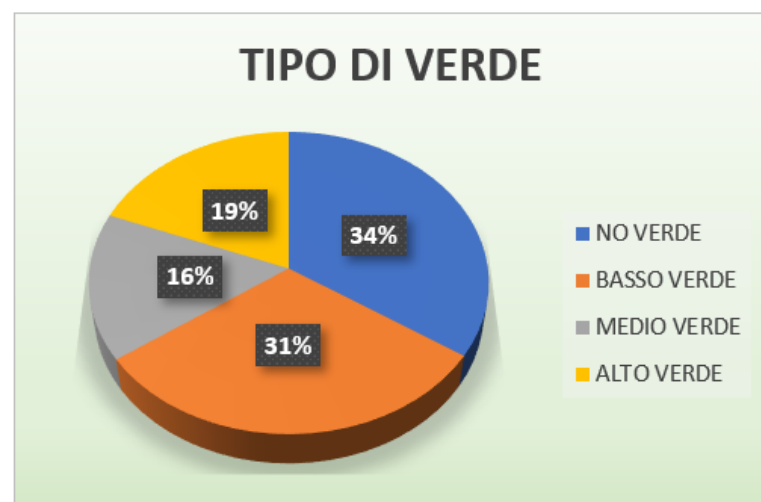




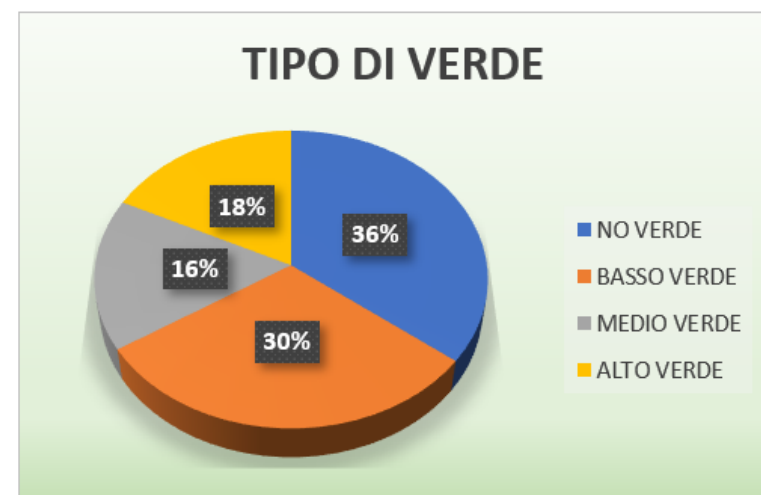
TORTORETO		
TIPO DI VERDE	m2	%
NO VERDE	1.773.477	41,98%
BASSO VERDE	1.261.355	29,86%
MEDIO VERDE	554.524	13,13%
ALTO VERDE	635.128	15,03%
<i>totale</i>	4.224.484	100,00%



GIULIANOVA		
TIPO DI VERDE	m2	%
NO VERDE	2.532.210	34,31%
BASSO VERDE	2.283.799	30,94%
MEDIO VERDE	1.159.350	15,71%
ALTO VERDE	1.404.961	19,04%
<i>totale</i>	7.380.321	100,00%

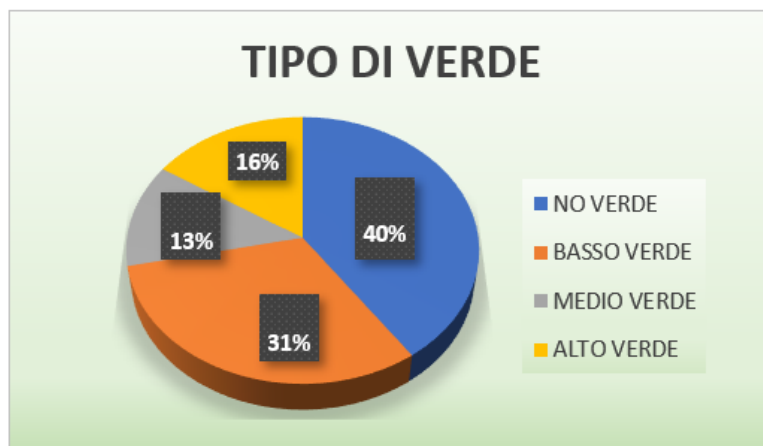


ROSETO		
TIPO DI VERDE	m2	%
NO VERDE	2.921.727	35,47%
BASSO VERDE	2.504.909	30,41%
MEDIO VERDE	1.353.358	16,43%
ALTO VERDE	1.456.263	17,68%
<i>totale</i>	8.236.257	100,00%

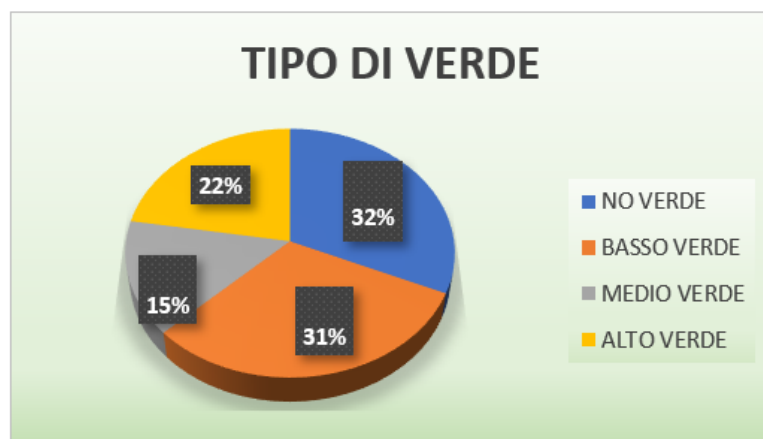




SILVI		
TIPO DI VERDE	m2	%
NO VERDE	1802878,51	40,28%
BASSO VERDE	1402361,07	31,33%
MEDIO VERDE	562124,48	12,56%
ALTO VERDE	708030,83	15,82%
<i>totale</i>	4475394,89	100,00%



PINETO		
TIPO DI VERDE	m2	%
NO VERDE	1.722.375	31,67%
BASSO VERDE	1.692.874	31,13%
MEDIO VERDE	807.835	14,85%
ALTO VERDE	1.215.353	22,35%
<i>totale</i>	5.438.437	100,00%

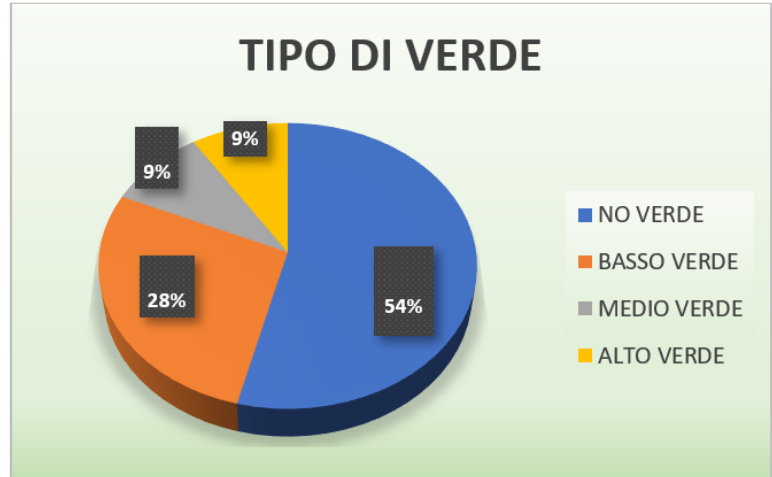




**SAVI - 4 CLASSI
PINETO
SILVI**

- NO VERDE
- BASSO VERDE
- MEDIO VERDE
- ALTO VERDE

PESCARA		
TIPO DI VERDE	m2	%
NO VERDE	7.224.715	53,93%
BASSO VERDE	3.714.362	27,73%
MEDIO VERDE	1.240.054	9,26%
ALTO VERDE	1.217.153	9,09%
<i>totale</i>	13.396.283	100,00%





www.lifeagreenet.eu

- Capofila di Progetto
REGIONE ABRUZZO
- Partner beneficiari
- Comune di Sili
 - Comune di Ancona
 - Comune di Pescara
 - Città di San Benedetto del Tronto
 - LEGAMBIENTE
 - RES'GARIAK
 - Università di Camerino

Realizzato con il contributo dello strumento finanziario LIFE dell'UE
LIFE20 CCA/IT/001752

The 4 classes represent:

- NO GREEN (*NO VERDE*): the absence of greenery and greenery of little relevance;
- LOW GREEN (*BASSO VERDE*): low quality green (low SAVI);
- MEDIUM GREEN (*MEDIO VERDE*): medium quality green (medium SAVI);
- HIGH GREEN (*ALTO VERDE*): high quality green (high SAVI).

In general, in the enlarged perimeter of each municipality there is a low percentage of high quality green; only Pineto exceeds 20% of high quality green, certainly positively influenced by the presence of the long coastal pine forest. The artificial part built, falling into the "NO GREEN" class, in the municipalities varies on average from 30 to 55%, most of them. For the rest, it can be said that there is a predominance of medium-low quality green.

3.2 Characterization of the quality of the SAVI classes

From the comparison between the analyzes carried out and the reclassified SAVI index, repeated relationships emerge. In general, the SAVI index is obviously influenced by vegetation cover, therefore by the type of vegetation cover (arboreal or not, vertical or not), by the vigor and density of greenery.

The analysis revealed a particular relationship between the SAVI index and density: in fact, in areas with a high coverage of plant species, the SAVI index was high.

Fig. 26 shows an example between the low quality SAVI index with yellow color right in front of the sea (image on the right, left side) and the actual real situation.

fig.26 Comparison between SAVI and reality

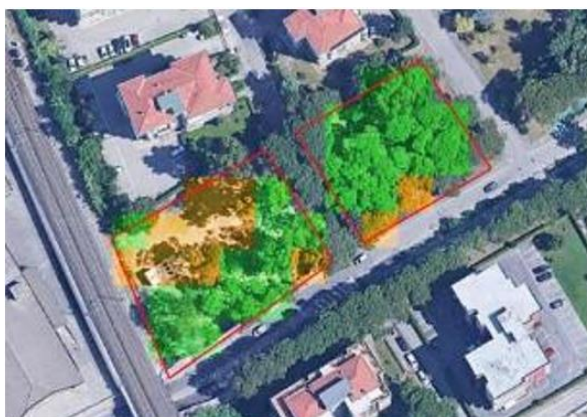


Area con SAVI in 4 classi



Particolare della situazione di BASSO VERDE

Fig. 27 shows an example between the average quality SAVI index with orange color and the actual real situation.



Area con SAVI in 4 classi



Particolare della situazione di MEDIO VERDE

fig.27 Comparison between SAVI and reality

The age of planting affects the SAVI index in relation to the fact that young plants have a poorly developed crown and therefore the vegetation cover is low, while for adult plants the crown is large and well developed with a high vigor.

The density affects the SAVI since the SAVI depends on the reflectance of the vegetation and large spaces where there is no tree vegetation will give a low index (eg public garden or lawn compared to a pine forest).

As for vigor, it was well described in the previous chapter.

From these analyzes, therefore, it was possible to generalize by identifying the characteristics that lead that portion of an area or entire area to fall into one class and not another.

Table 10 shows these characteristics for each class.

Tab.10. Characteristics of the green classes

LOW GREEN		
VEGETATION DATA	TYPE OF GREEN	horizontal
	TYPE OF VEGETATION	shrubby
	ETA PLANT	senescent
	FORCE (UKFC)	low -poor
	DENSITY	scarce
MEDIUM GREEN		
VEGETATION DATA	TYPE OF GREEN	vertical - horizontal
	TYPE OF VEGETATION	arboreal - shrubby
	ETA PLANT	neo-implant
	FORCE (UKFC)	discreet
	DENSITY	appropriate

HIGH GREEN		
VEGETATION DATA	TYPE OF GREEN	horizontal
	TYPE OF VEGETATION	shrubby
	ETA PLANT	senescent
	FORCE (UKFC)	low -poor
	DENSITY	scarce

As regards the tree-lined rows, it was not possible to draw on the reclassified SAVI since the pixel size of 10m did not allow a precise and correct correlation. These show very varied and diversified situations.

The rows analyzed, in fact, had flower beds with low space available, sometimes they do not even have the flower bed but directly the asphalt up to the collar. In some cases the trees were planted too dense, not respecting the regular planting sixth in order not to have competition between the foliage. Some examples are shown in figure 28.



Filare con aiuola



Filare senza aiuola

fig.28 Recurring situation of tree-lined rows

4. ANALYSIS OF THE ENVIRONMENTAL QUALITY OF URBAN SOILS

The presence, dissemination and proper management of urban green is one of the cornerstones in the sustainability models of the built environment. Despite this, in planning policies, especially in Italy, the characteristics and quality of the element that supports the very existence of urban greenery are almost never considered: the soil. It is not easy to define what an urban soil is, nor what are the limits up to which a soil can be considered as such.

The fragmentation of habitats typical of the urban landscape and the wide spectrum of land use determines a strong variability of the chemical / physical / biological characteristics of the soil cover. A mosaic that ranges from soils in natural / semi-natural conditions (e.g. historic villas, large urban parks, urban and peri-urban protected areas, peripheral agricultural areas), up to deeply altered soils, soils covered by impermeable / semi-permeable surfaces or built soils ex-novo (ex. ex industrial areas, embankments and embankments, traffic divider beds).

Soils inside or close to urban areas, when not falling within protected areas, can undergo rapid changes in use that often end with waterproofing, that is, with the irreversible loss of its original functions (Ajmone Marsan, 2008). These are soils in which the changes undergone by the "parent material" are no longer attributable to morphology or climate but to the subsequent action of man who takes over as the main formation agent (anthropogenic soils).

According to some authors, urban soil can be defined as "a non-agricultural soil, characterized by an artificial surface horizon of at least 50 cm thick, which represents the product of the combination, carryover and contamination of material of anthropogenic origin in urban areas and suburban "(Craul, 1992). According to other authors, however, not only disturbed soils but all soils that gravitate in the urban context can be considered "urban soils", including those relatively undisturbed that are found in recreational areas such as picnic areas, parks, gardens, etc. . (Laker, 2007).

This "extended" concept of urban soil therefore also includes all soils which, despite being in relatively natural conditions, undergo the influence of environmental transformations linked to the presence and urban expansion (eg humidity and temperature regime, pollution) (Pouyat et al., 2010) while contributing to the mitigation of the effects of environmental transformations. Even when modified by human activity, the soils continue, albeit with functionalities linked to the degree of alteration, to provide the same fundamental ecosystem services offered by undisturbed natural soils: the soil, even in the urban context, is able to limit the effects of pollutants, can provide for the storage of carbon and mineral nutrients, can host a considerable biodiversity and can regulate the hydrological cycle through the absorption and retention of water inside it (Pouyat et al., 2010).

The soils guarantee the cultural aesthetic-landscape function of green areas and are essential for the conservation of biodiversity (fig. 29).

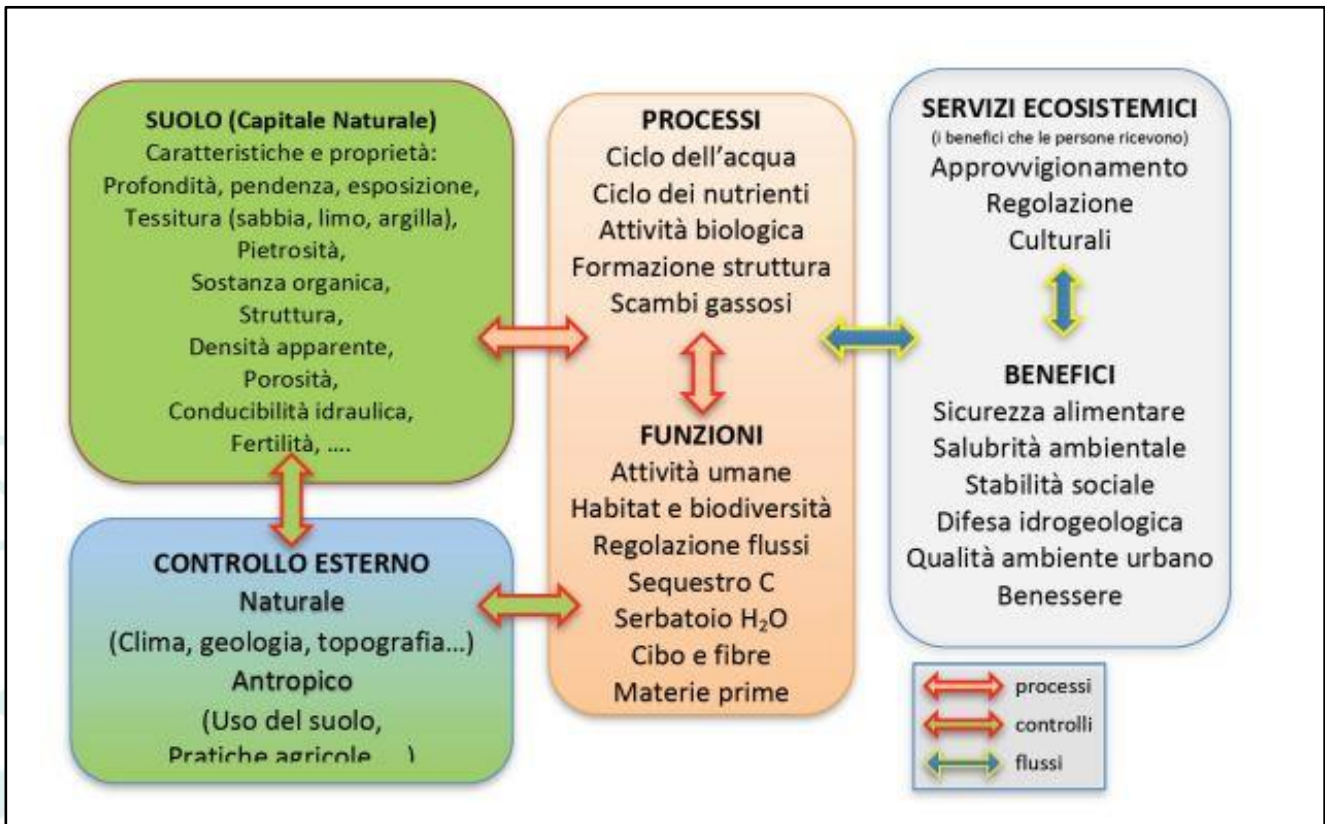


fig.29 Diagram of the relationships, flows, controls and processes, between the soil and ecosystem service

The debate has been underway in the scientific community for some time to define a detailed taxonomy on anthropogenic soils given the objective difficulty in distinguishing natural, slightly modified, partially modified, completely modified or totally man-made soils (Curtaz et al., 2013) . To find a place in the USDA Soil Taxonomy, an ad hoc Commission (ICOMANTH - International Committee on Anthropogenic Soils) was created in 1995 with the aim of establishing the main criteria capable of identifying specific classes to be included in the American classification system. In the different editions of the classification categories have been proposed that could identify those soils strongly influenced by human activity (with artifacts, with organic materials from landfills, with materials deriving from dredging, etc.) (Galbraith et al., 2002; Galbraith, 2012; Wilding & Ahrens, 2002) The WRB-World Reference Base (IUSS, 2014), evolution of the FAO system and reference classification for European soils, provides for two Reference Soil Groups influenced more or less deeply by human activity:

- Anthrosols: soils modified by prolonged human activities and characterized within them by the presence of diagnostic horizons with thicknesses of at least 50 cm representative of prolonged irrigation over time, old agricultural practices, deep tillage, intensive fertilization, prolonged applications of organic residues, etc. lavorazioni profonde, fertilizzazioni intensive, applicazioni prolungate di residui organici, etc.
- Technosols: soils that may or may not have been transported. To fall into this category, soils must contain at least 20% of artifacts in the first 100 cm, have a continuous and impermeable horizon in the first meter of soil or have hardened artificial horizons in the first 5 cm of the profile, extended horizontally for at least 95% of the soil surface

In principle, the first category can include soils in which human activity has superimposed itself on the natural pedogenetic evolution as in some soils of peri-urban areas, parks and gardens within the consolidated urban area. On the other hand, technosols would include all the soils characterized by a "technical" origin that have undergone a real anthropopedogenetic manipulation, as in civil and infrastructural works, in places affected by industrial or military activities, in mining activities, in filled areas with waste materials deriving from demolitions, etc.. In fig. 30 shows a classification of urban soils based on their location and functionality within the urbanized fabric.

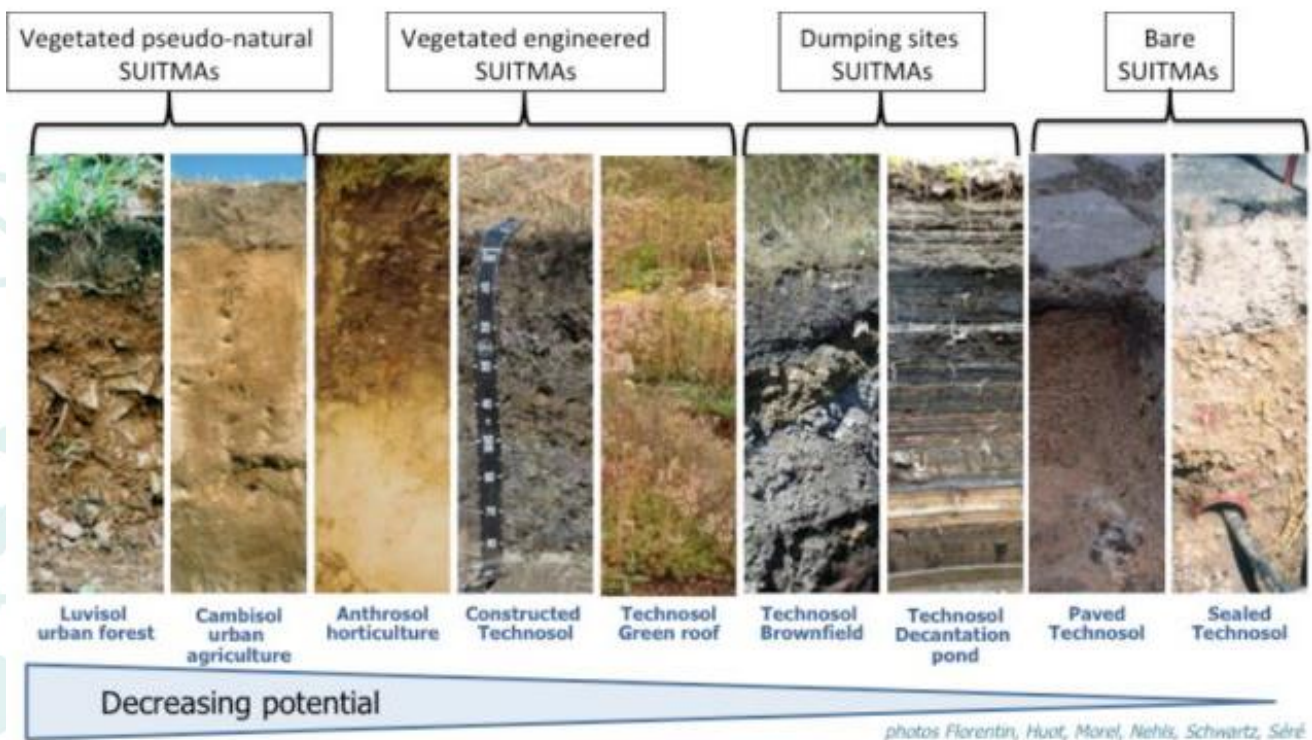


fig.30 Urban soil groups (SUITMA) as a function of their potential functionality (Morel et al., 2015)

The rapid expansion of urban centers has meant that large quantities of land were lost to the detriment of agricultural, natural and / or forest soils: in recent years, land consumption in Italy has grown at an average of 8 m² per second and the series historical demonstrates that this is a process that has experienced no setbacks since 1956. It went from 2.8% in 1956 to 6.9% in 2010, with an increase of 4 percentage points. In other words, more than 7 square meters per second have been consumed on average for over 50 years (ISPRA, 2014). The reflection on the soils of this continuous process is manifold. From the total removal, to their more or less profound alteration, to the creation of new soils. Within the urban "pedo-diversity", excluding the soils that can be considered disturbed in an insignificant way, anthropogenic soils have typical characteristics and problems (Craul, 1992):

- Great vertical and spatial variability: the properties of a natural soil vary gradually both areal and vertically. In an urban terrain, the vertical passages between the horizons and the spatial passages between the types of soil can be sudden and vary according to the evolution of human activities and settlement types.

- Modification of the structure, compaction, loss of organic matter: in many urban soils there are phenomena of compaction, linked to trampling or the passage of mechanical vehicles, with a strong limitation of the infiltration of rainwater into the soil. Removing the litter, a common practice in flower beds and gardens, reduces the supply of organic matter and nutrients to the soil. The scarcity of organic matter favors the development of erosive phenomena which can be particularly intense on soils without vegetation cover.
- Reduction of edaphic biodiversity: The reduction in the amount of air and water available due to compaction, the scarcity of organic matter and the phenomena of diffuse contamination can strongly compromise the biological quality of the soil.
- Alteration of the soil reaction: average high pH values are recorded in the soils adjacent to road arteries, civil buildings or industrial plants; the main consequence is a general alteration in the balance of nutrients present in the soil itself.
- Alteration of soil temperature regimes: urban areas create heat islands with respect to the surrounding countryside; therefore, solar radiation on urban land is certainly greater than that found on rural or wooded land. A general scarcity of vegetal cover, with the due exceptions, is associated with a strong reduction of the surface organic horizons capable of shielding the radiated thermal quantity. All this causes particularly unfavorable conditions for root growth and soil biological activity.
- Punctual and widespread contamination: an urban soil can contain a high percentage of anthropogenic material in the form of glass, plastic, metal, asphalt or solid waste in general, whose decomposition can release a series of contaminants capable of interfering with the cycle of nutrients, leading to an irreversible loss of edaphic biodiversity. In addition to the possible point pollution related to industrial activities, waste management, accidental or deliberate spills on the ground, etc., an important role is undoubtedly constituted by the sources of diffuse pollution, such as vehicular traffic, capable of increasing concentrations of heavy metals in soils even beyond the legal limits. The contamination of urban soils by heavy metals can therefore represent a serious problem for human health also due to the possible presence of high concentrations in places normally frequented even by highly sensitive subjects, such as in urban gardens.

The existence of green spaces and rural areas in the urban fabric, even when the casual result of a disorderly development and not of a specific planning, represents an important territorial resource (Paolanti, 2008). These spaces, in fact, can constitute elements for the construction of ecological networks with multiple objectives linked to the improvement of environmental quality, conservation of biodiversity, promotion of urban agriculture and urban forestry, to the provision of opportunities for recreation, as well as for environmental education, life in the open air and the improvement of urban landscapes, essentially to the environmental and ecological balance of urban environments (Di Lorenzo & Di Gennaro, 2008; Chiesura & Sanesi 2008).

4.1 Soil quality analysis methodology

To analyze the soil quality of the Adriatic coast, it was decided at this stage to calculate a satellite index that expresses the water content present in the vegetation and the moisture content in the soil. High values of the index will show high amounts of humidity and vice versa, thus being able to classify soils with the more or less significant presence of water stress; this presence is correlated with the quality of the soil and its properties. More in-depth analyzes will be carried out during the demonstration actions C3.

The water content in the vegetation and in the soil means that the soil is well structured and is able to retain water for the plants (the so-called "easily usable reserve"), while in areas where the presence of water is low we are facing a destructured soil with low water retention capacity and / or low filtering capacity (compaction). The calculated index is the NDMI (Normalized Difference Moisture Index).

Using the same satellite images used for the calculation of the SAVI index, the soil quality was investigated by calculating the NMDI index.

The images were processed through various geoprocessing operations within GIS software, with which the raw data of the pixels of the electromagnetic bands NIR (number 8) and SWIR (number 11) were converted through the use of the formula:

$$\text{NDMI} = (\text{NIR} - \text{SWIR}) / (\text{NIR} + \text{SWIR})$$

where NIR is the near infrared band (band 8) and SWIR is band 11. The NDMI values are between -1 and 1. Negative values close to -1 correspond to the presence of bare soil, while values around 0 (from -0.2 to 0.4) represent water stress conditions. For NDMI between 0.4 to 1, there are neither problems with vegetative development nor water stress (Antognelli, 2018).

The NDMI describes the values of any water stress of a crop or area with vegetation cover.

The single individual pixels of the images thus calculated (20 meters / pixel) express a continuous value from less than zero (<0) to greater than-equal to 1 (> = 1), respectively returning the areas with waterproof cover (built-up, absence of vegetation, etc.) and those with low water stress; in the middle, with values ranging from -0.2 to 0.4 there is a situation of water stress and therefore low quality of the soil to retain water (low structure).

Through the NDMI, the mapping of the entire area of interest ('restricted' and 'scenario' perimeter) of the Adriatic coastal territory was carried out as reported in the next paragraph.

These areas will be subject to analytical and evaluative investigations to better understand a) the qualitative state of the soil at a specific level and b) provide for soil recovery interventions.

4.2 Results obtained

From the elaboration of the NDMI index, maps have been built for the municipalities of the Adriatic coast, taking into account the enlarged perimeter or "scenario" seen. Below are the tables of the various municipalities (from fig. 31 to fig. 35) and some in-depth focuses (fig. 36).

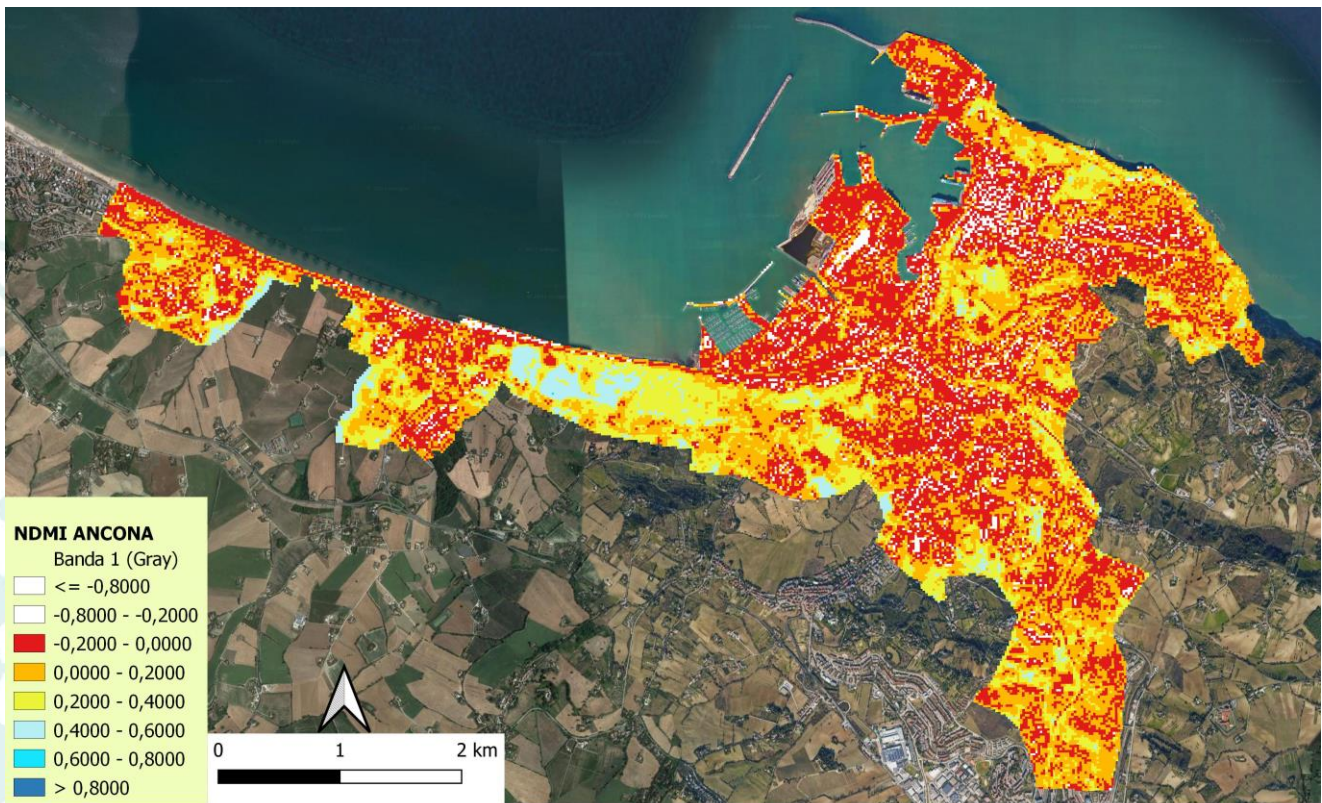


fig.31 The NDMI index calculated for the Municipality of Ancona

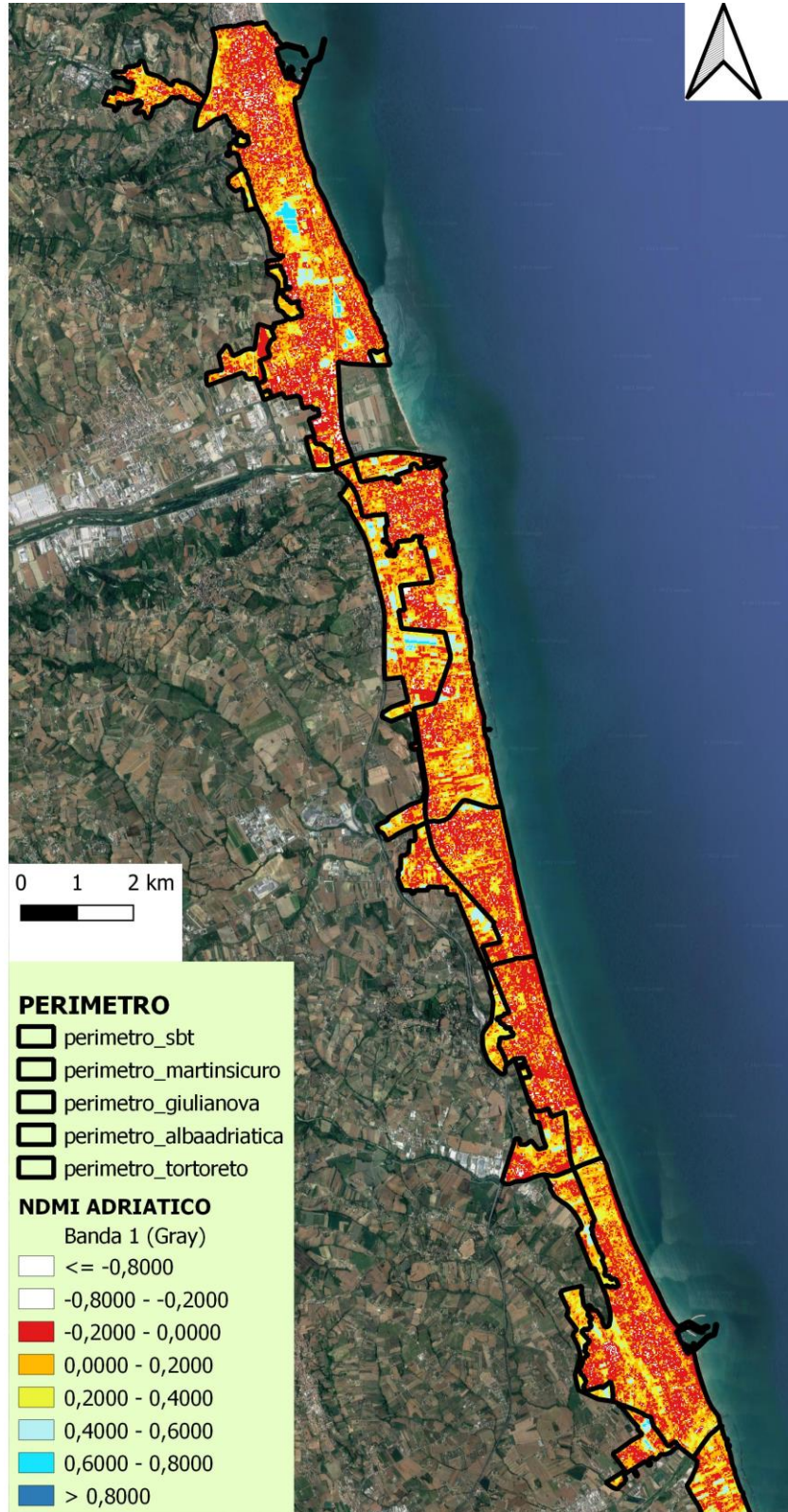
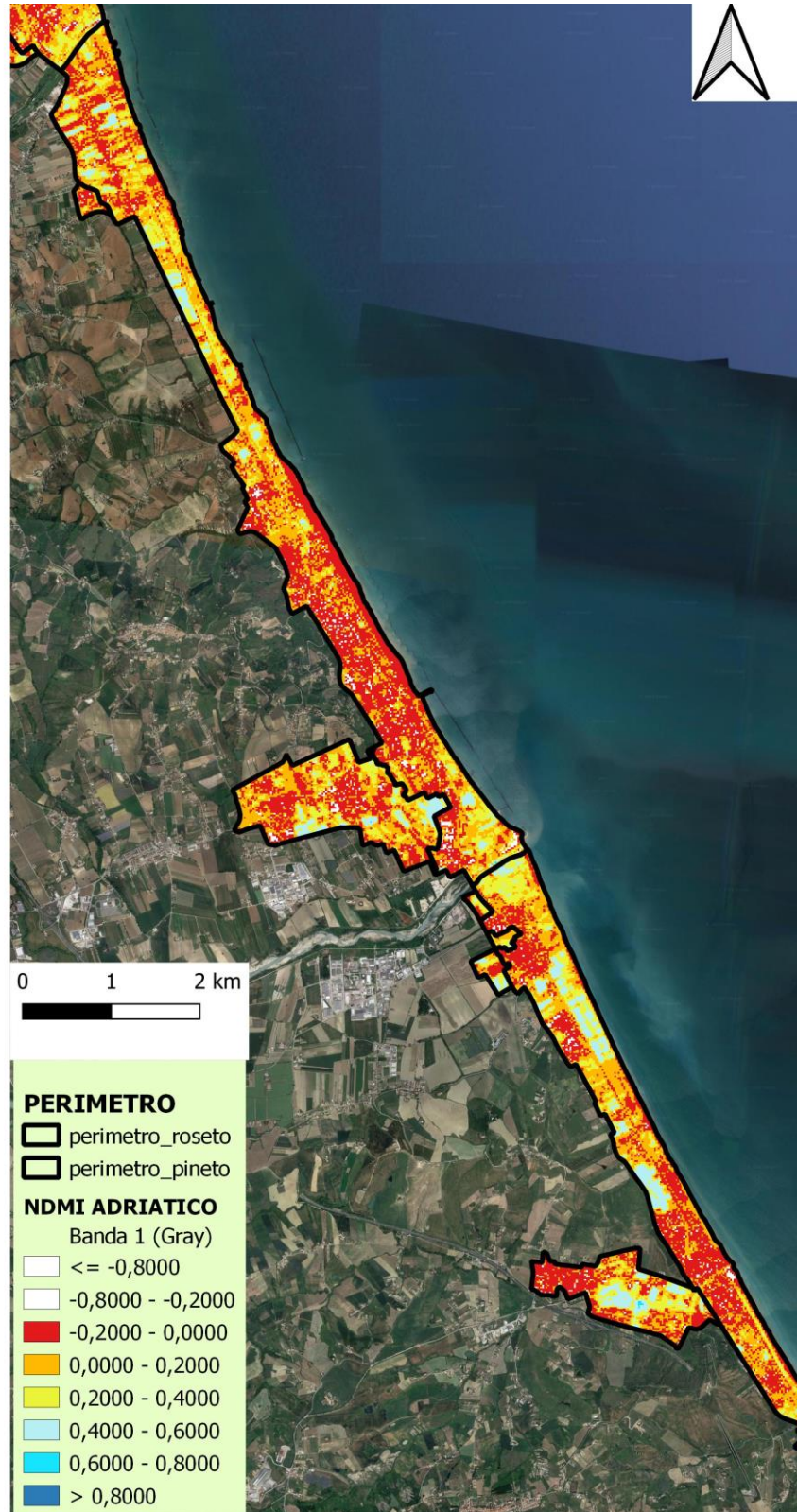


fig.32 The NDMI index calculated for the municipalities of San Benedetto del Tronto, Martinsicuro, Alba Adriatica and Tortoreto



www.lifeagreenet.eu
 Università di Camerino
 RES/AGRI&A
 LEGAMBIENTE
 Città di San Benedetto del Tronto
 Comune di Pescara
 Comune di Ancona
 Comune di Sivi
 Capofila di Progetto | **ABRUZZO** | Partner beneficiari
LIFE 2014-2020
 Realizzato con il contributo dello strumento finanziario LIFE dell'UE

fig.33 The NDMI index calculated for the Municipalities of Roseto and Pineto



fig.34 The NDMI index calculated for the Municipalities of Pineto and Silvi

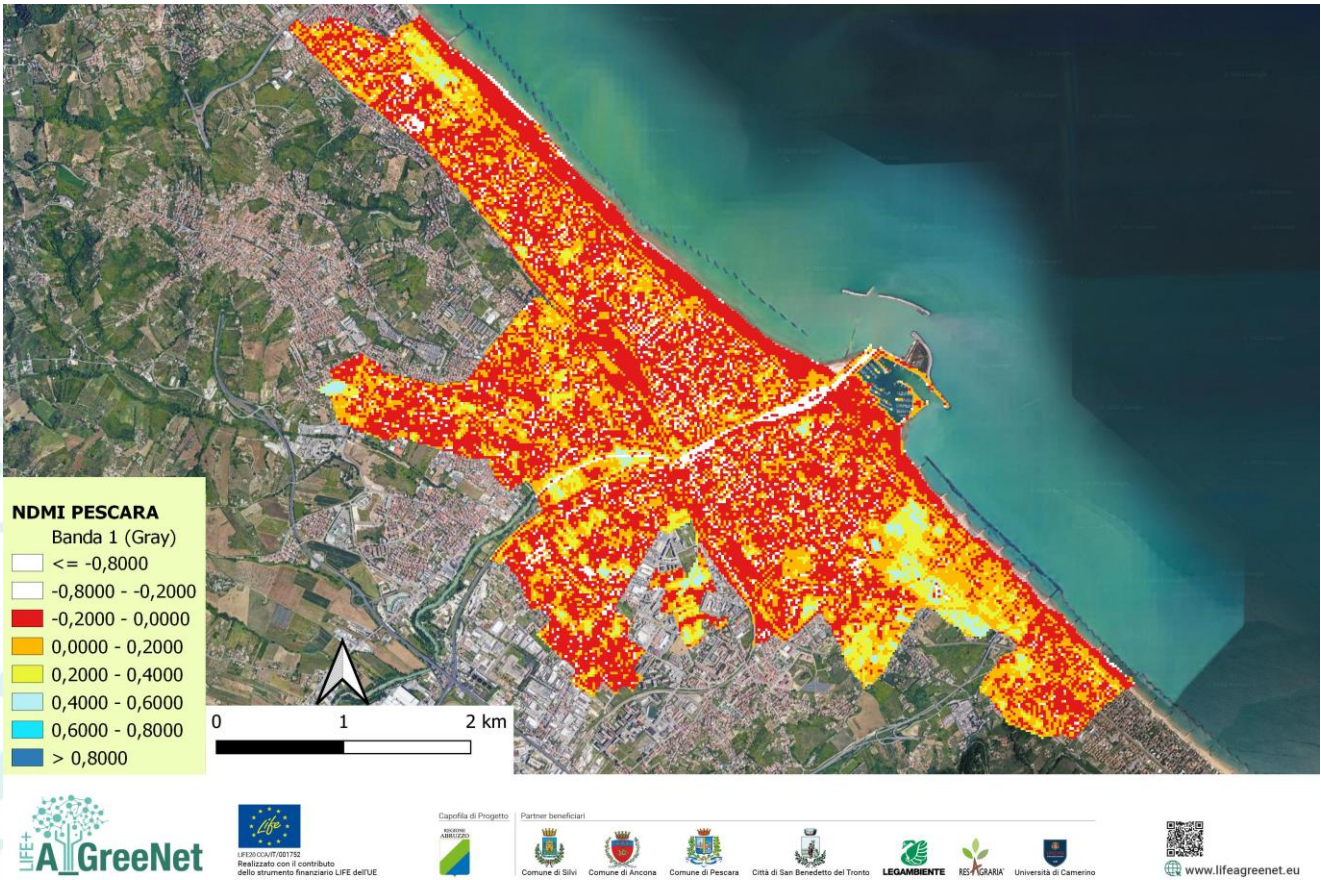
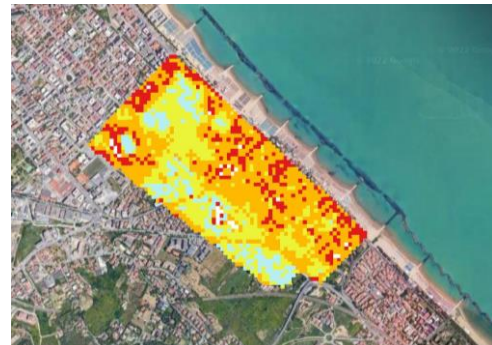


fig.35 The NDMI index calculated for the Municipality of Pescara

The legend of the NDMI index shows the water and moisture content present on vegetation and soils and therefore indicates areas with water stress and areas in the absence of water stress; the presence of water is closely linked to the physical, chemical and biological characteristics of the soil which, with their interaction, influence the retention id or not.



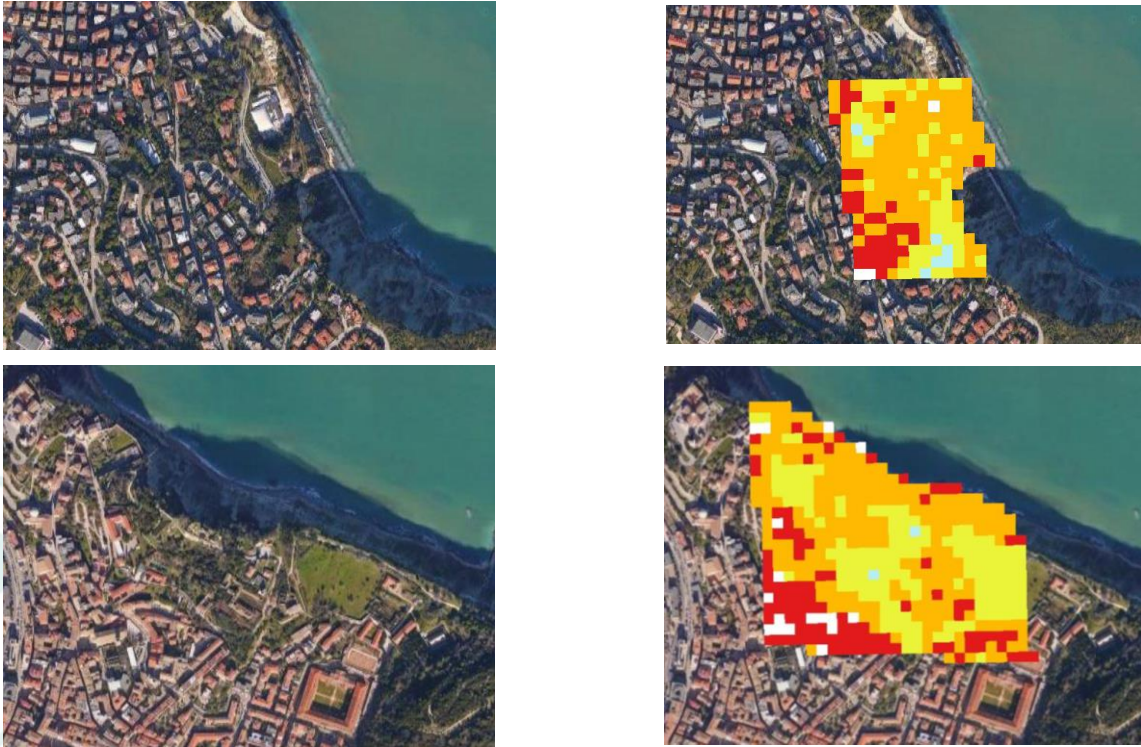


fig.36 Focus on some of the pilot areas of the project with the diversification of the NDMI index

So a well structured soil, for example, with a good distribution of macro and micropores has a water retention capacity much higher than a destructured soil. The grain size of the soil also contributes to the type of soil and therefore to the presence of water in the soil itself: in fact, sandy soils are characterized by poor water retention and water is lost due to leaching quickly; on the contrary, clayey soils are characterized by a much finer grain size than sand with a high water particle retention capacity due to capillarity and tension-cohesion forces (Fig. 37)

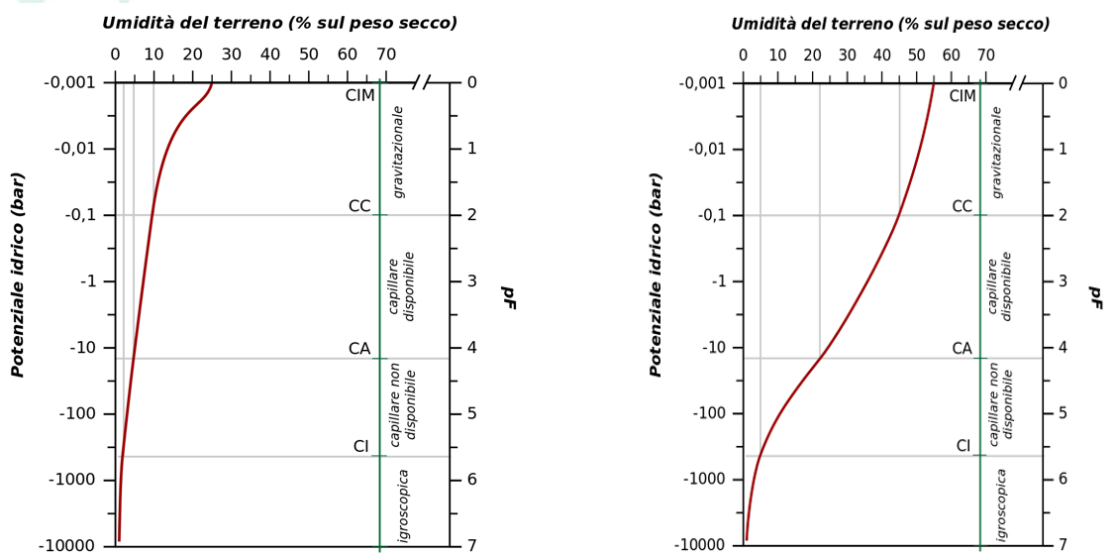


fig.37 Water retention curves of sandy (left) and clayey (right) soils

In the soils of the coastal areas examined in the project, sandy soils on the coast, recent fine sands just inland and alluvial soils near the mouth of the various waterways prevail. In urban settings, these conditions are compounded by frequent compaction given by human foot traffic, for example, which lowers the infiltration capacity of water with problems.

The classification carried out with the NDMI index (fig. 38) made it possible to see where there is water stress and where there is no water stress, in relation to the quality of the soil: in fact, where there is water stress the main cause lies in the type of soil that obviously cannot hold water for the plants or is compacted so that the water cannot infiltrate.

It should be noted that the spatial resolution of the pixel of the 20m index does not allow an accurate assessment but gives an idea of the trend regarding the quality of urban soils.

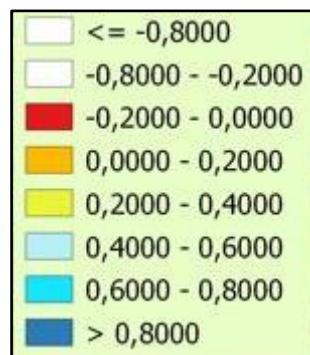


Fig.38 NDMI index classification

The areas in white are those urbanized or bare ground; from red to yellow there is the presence of water stress, therefore, low quality soils (unstructured, compacted ...) in a decreasing way; the areas in blue and blue are those that do not have water stress problems and therefore are good quality soils, which allow to give the plants a good quantity of water reserve thanks to their favorable characteristics, especially related to the structure.

As can be seen from the graphs, most of the soils are included in the water stress classes (red-orange-yellow zones) and this means that most of the urban soils have a low quality.

During the project, more in-depth analyzes will be carried out on the soils in view of the demonstration actions relating to the recovery of soils in some areas (C3).

Bibliography

- Ajmone Marsan F. (2008), "Introduzione ai suoli urbani", in *Il Suolo, il Sottosuolo e la Città – V Rapporto*
- Craul J. P. (1992), *Urban Soil in Landscape Design*. John Wiley & Sons, New York
- Curtaz F., Filippa G., Freppaz M., Stanchi S., Zanini E., Costantini E.A.C., (2013), *Guida pratica di pedologia*. Progetto Napea. Ed. Institute Agricole Regional.
- Di Lorenzo A., Di Gennaro A., (2008), *Una Campagna per il futuro. La strategia per lo sviluppo dello spazio rurale nel Piano Territoriale della Campania*. Edizioni CLEAN, Napoli.
- Galbraith J.M., Mount H.R. & Scheyer J.M., (2002), *Anthropogenic Soils*. ICOMANTH Report No. 1 – Version 1.0 CD-ROM. USDA, NRCS, Lincoln, Nebraska.
- Huete A. R. (1988), *A Soil-Adjusted Vegetation Index (SAVI)*, *Remote Sensing of Environment*, 25, 3: pp. 295-309
- IPCC (2014), *AR5 Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*; IPCC: Geneva, Switzerland
- ISPRA (2014), *Il consumo di suolo in Italia*. Edizione 2014. ISPRA, Roma, Rapporti 195/2014.
- ISPRA (2009), *Gestione ecosistemica delle aree verdi urbane: analisi e proposte*; ISPRA: Roma
- IUSS Working Group WRB, (2014), *World Reference Base for Soil Resources*. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. *World Soil Resources Reports No. 106*. FAO, Rome.
- Laker M. C. (2007), *Urban soils*. In: Willy H.V. (ed.). *Land Use, Land Cover and Soil Sciences*.
- Munafò, M. (a cura di), (2021), *Consumo di suolo, dina-miche territoriali e servizi ecosistemici*. Edizione 2021. Report SNPA 22/21
- Montanarella, L., Panagos, P., (2021), *The relevance of sustainable soil management within the European green Deal*. *Land Use Policy* 100, 104950
- Oke T.R., Mills G., Christen A., Voogt J.A., (2017), *Urban Climates*, Cambridge University Press
- Paolanti M., 2008. *Il pedologo in ambito urbano*. Atti convegno: *I suoli in ambiente urbano: la conoscenza, l'uso e la gestione per la realizzazione delle opere a verde pubblico*. AIP-SIGEA, Siena, 16 maggio 2008
- Pouyat R.V., Szlavecz K., Yesilonis I.D., Groffman P.M., Schwarz K., (2010), *Chemical, Physical, and Biological Characteristics of Urban Soils Chapter 7*. In: Aitkenhead-Peterson J. & Volder A. (eds.) *Urban Ecosystem Ecology*. *Agronomy Monograph 55*. Madison, WI: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America: 119-152.
- Rosenzweig, C.; Solecki, W.D.; Romero-Lankao, P.; Mehrotra, S.; Dhakal, S.; Ibrahim, S.A., (eds., 2018), *Climate Change and Cities: Second Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network-UCCRN*, 1st ed.; Cambridge University Press: Cambridge, UK; New York, NY, USA; ISBN 978-1-316-60333-8
- World Health Organization, UN-Habitat (2020), *Integrating health in urban and territorial planning: A sourcebook*. Ginevra, Svizzera, ISBN 978-92-4-000317-0
- UN-Habitat. UN-United Nations Human Settlements Programme, (2020), *World Cities Report 2020 - The Value of Sustainable Urbanization*, Nairobi, Kenya, ISBN: 978-92-1-132872-1
- Wright D.J., Harder C., (eds., 2020), *GIS for Science: Applying Mapping and Spatial Analytics, Volume 2*, Esri Press, Redlands, CA, USA, ISBN 978158948

Attachments

The following drawings are attached to this document:

TAV. 0 Union framework_ Perimeter

TAV. 1 SAVI index calculated for the Municipality of Ancona

TAV. 2 SAVI index calculated for the Municipality of Pescara

TAV. 3 SAVI index calculated for the municipalities of San Benedetto del Tronto, Martinsicuro, Alba Adriatica; Tortoreto, Giulianova, Roseto; Pineto, Silvi